

CAPÍTULO 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES

ART. 600	EXCAVACIONES VARIAS
ART. 610	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS
ART. 620	PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO
ART. 621	PILOTES PREEXCAVADOS
ART. 622	TABLESTACADOS
ART. 623	ANCLAJES
ART. 630	CONCRETO ESTRUCTURAL
ART. 631	LECHADA PARA DUCTOS DE CONCRETO PREESFORZADO
ART. 632	BARANDAS DE CONCRETO
ART. 640	ACERO DE REFUERZO
ART. 641	ACERO DE PREESFUERZO
ART. 642	APOYOS Y SELLOS PARA JUNTAS DE PUENTES
ART. 650	ESTRUCTURAS DE ACERO
ART. 660	TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE
ART. 661	TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO
ART. 662	TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA
ART. 663	TUBERÍA DE PLÁSTICO
ART. 670	DISIPADORES DE ENERGÍA Y SEDIMENTADORES EN GAVIONES DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO O EN CONCRETO CICLÓPEO
ART. 671	CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO

ART. 672	BORDILLOS EN CONCRETO
ART. 673	SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR
ART. 674	DRENES HORIZONTALES EN TALUDES
ART. 680	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO
ART. 681	GAVIONES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO
ART. 682	COLCHOGAVIONES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO
ART. 683	MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON GEOSINTÉTICOS
ART. 690	IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

EXCAVACIONES VARIAS

ARTÍCULO 600 – 13

600.1 DESCRIPCIÓN

600.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente Artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos de excavación, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías. Incluye, también, la remoción, el transporte y la disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

No se incluyen en este Artículo las excavaciones contempladas por el Artículo 210, las excavaciones para pilotes pre-excavados, las cuales están comprendidas en el Artículo 621, y cualquier otra excavación considerada en algún otro Artículo de estas especificaciones.

600.1.2 Clasificación

600.1.2.1 Excavaciones varias sin clasificar

Se refiere a los trabajos de excavaciones varias de cualquier material, sin importar su naturaleza ni la presencia de la tabla de agua.

600.1.2.2 Excavaciones varias clasificadas

600.1.2.2.1 Excavaciones varias en roca en seco

Comprenden la excavación del mismo tipo de material descrito en el numeral 210.1.3.2.1 del Artículo 210.

600.1.2.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua

Comprenden toda excavación cubierta por el numeral anterior, donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

600.1.2.2.3 Excavaciones varias en material común en seco

Comprenden la excavación, en seco, de materiales no cubiertos por el numeral 600.1.2.2.1, "Excavaciones varias en roca en seco".

600.1.2.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua

Comprenden toda excavación de los materiales considerados en el numeral anterior, pero donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

600.2 MATERIALES

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la construcción de aquellos, según lo determine el Interventor. Dichos materiales no se podrán desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a los definidos en los documentos del Contrato, sin la aprobación previa del Interventor.

Los materiales de las excavaciones varias que no sean utilizables, deberán ser dispuestos de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor, en zonas de disposición o desecho aprobadas ambientalmente.

600.3 EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios en vecindades o en la

zona de los trabajos; y deberán garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

600.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

600.4.1 Generalidades

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y levantamientos topográficos necesarios y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deberán haber completado los trabajos previos de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable de lo especificado en el Artículo 200 de las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos, éstos deberán ser retirados por el Constructor, quien no tendrá derecho a compensación adicional por las dificultades o contratiempos que ocasione la remoción y/o retiro de tales obstrucciones.

Siempre que los trabajos lo requieran, las excavaciones varias deberán comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales u otras que contemplen los planos del proyecto o indique el Interventor.

Los bordes exteriores de las excavaciones deberán delimitarse perfectamente, mediante estacas, jalones y líneas de demarcación de sus contornos. En las proximidades de toda excavación destinada a fundar estructuras o instalar alcantarillas, se colocará a lo menos una estaca de referencia altimétrica. Será de responsabilidad del Constructor conservar en todo momento la estaca de referencia altimétrica hasta la recepción de los trabajos; el Interventor, podrá ordenar la paralización de las excavaciones que no cuenten con esas referencias.

Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción. Las cotas de fundación de zapatas indicadas en ellos se consideran aproximadas y, por lo tanto, el Interventor podrá ordenar que

se efectúen todos los cambios que considere necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación satisfactoria.

El Constructor deberá tomar todas las precauciones para que la perturbación del suelo contiguo a la excavación sea mínima.

En caso de que al llegar a las cotas de cimentación indicadas en los planos, el material sea inapropiado, el Interventor podrá ordenar una excavación a mayor profundidad a efectos de obtener un material de fundación apropiado o, alternativamente, a excavar a mayor profundidad y rellenar con un material que cumpla requisitos de los denominados adecuados o seleccionados, de acuerdo con el numeral 220.2.1 del Artículo 220, o según lo indiquen los documentos del proyecto.

En el primer caso, se deberá revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que corresponda. En el segundo caso, el material de relleno será tratado conforme lo establece el Artículo 610, "Rellenos para estructuras", de estas especificaciones.

En ambos casos, el Interventor definirá las cotas hasta las cuales se deberá profundizar la excavación.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos que el Constructor proponga utilizar, deberán contar con la aprobación previa del Interventor, así como la disposición y secuencia de las voladuras, las cuales se deberán proyectar de manera que su efecto sea mínimo por fuera de los taludes proyectados. En la dirección y la ejecución de estos trabajos se deberá emplear personal que tenga amplia experiencia al respecto.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberá entibarse de manera satisfactoria para el Interventor. Los entibados deberán ser retirados antes de rellenar las excavaciones.

Si los sistemas de gravedad no son suficientes para mantener drenadas las excavaciones, se deberán instalar y mantener operando motobombas, mangueras, conductos deslizantes y todos los dispositivos necesarios que permitan mantener el agua a un nivel inferior al del fondo de las obras permanentes. Durante el bombeo, se deberá tener la precaución de no

producir socavaciones en partes de las obras o alterar las propiedades de los suelos.

Cualquier daño o perjuicio causado por el desarrollo de los trabajos, en la obra o en propiedades adyacentes, será responsabilidad del Constructor quien deberá reponer, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, los daños y perjuicios causados, a plena satisfacción del Interventor.

600.4.2 Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto

600.4.2.1 Excavación

Los lugares para cimentaciones se deberán excavar conforme las líneas de pago indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor, para permitir la construcción de las mismas a todo su ancho y longitud y dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

Cuando la cimentación se deba asentar sobre una superficie excavada que no sea roca, el Constructor deberá tener especial cuidado para no perturbar el fondo de la excavación, tomando la precaución adicional de no remover el material del fondo de la excavación, en mínimo veinte centímetros (20 cm) (o lo que autorice el Interventor), hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante en que se esté por colocar el cimiento.

En las excavaciones de las fundaciones de estructuras en cajón y pilas, el Constructor podrá adoptar el sistema constructivo que estime conveniente, siempre y cuando cuente con la aprobación del Interventor. Podrá facilitar el procedimiento constructivo con el empleo de islas, plataformas, sistemas neumáticos, aire comprimido, lanzas de agua, equipos de alto rendimiento de origen minero, y cualquier otro sistema autorizado. El empleo de cualquiera de estos sistemas constructivos derivados de las dificultades de la ejecución de obra, no implicará ningún pago adicional al pactado para el precio unitario establecido en esta especificación.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se deberá ejecutar de tal forma, que la roca sólida quede

expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas, deberán ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero.

Cuando se usen pilotes para soportar zapatas de estribos o pilas de puentes o viaductos, la excavación de cada fondo se deberá completar antes de iniciar la hincada y ésta deberá finalizar antes de comenzar la fundición de la zapata que se trate. Al terminar la hincada de los pilotes, el Constructor deberá retirar todo el material suelto o desplazado, con el fin de que quede un lecho plano y sólido para recibir el concreto.

600.4.2.2 Ataguías y encofrados

Las ataguías y encofrados que se conformen para la protección de las excavaciones donde se van a construir los cimientos, se deberán llevar a profundidades y alturas apropiadas para que sean seguras y tan impermeables como sea posible, para realizar adecuadamente el trabajo por ejecutar dentro de ellas. Las dimensiones internas de las ataguías y encofrados deberán dejar espacio suficiente para la construcción de formaletas y la inspección de sus partes externas, así como para permitir el bombeo por fuera de aquellos.

Las ataguías y encofrados deberán ser construidos en tal forma, que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pudiera ocasionarle una creciente repentina y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las ataguías y encofrados no se deberán dejar maderos o abrazaderas que puedan penetrar en el concreto del cimiento, salvo que el Interventor lo autorice por escrito.

No se permitirá ningún apuntalamiento de ataguías y encofrados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.

Las ataguías y encofrados inclinados o desplazados lateralmente durante el proceso de hincado, deberán ser enderezados, relocalizados o suplementados para obtener el espacio necesario y el lugar apropiado para la cimentación de la estructura.

Al terminar el trabajo de que se trate, el Constructor deberá desmontar y retirar la obra falsa, de tal manera que no ocasione ningún daño al cimiento terminado.

600.4.2.3 Sello de concreto

Cuando, a juicio del Interventor, ocurran circunstancias que no permitan fundir el cimiento en seco, podrá exigir la construcción de un sello de concreto de las dimensiones que sean necesarias. El concreto se deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 630 y deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 21 MPa a 28 días.

Después de colocado el sello, el agua se extraerá por bombeo, continuándose la ejecución del trabajo en seco.

Cuando se utilicen encofrados de peso considerable con el fin de compensar parcialmente la presión hidrostática que actúa contra la base del sello de concreto, se deberán proveer anclajes especiales, tales como espigos o llaves, para transferir el peso total del encofrado a dicho sello.

Cuando el agua esté sujeta a mareas o corrientes, las paredes del encofrado se deberán perforar a la altura de la marea más baja, para controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera del elemento, durante la fundida y el fraguado de los sellos.

600.4.2.4 Conservación de los cauces

A menos que una especificación particular indique algo diferente, no se permitirá ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin el consentimiento del Interventor.

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura antes de colocar los caissons, encofrados, ataguías o tablestacados, el Constructor deberá rellenar la zona excavada o dragada, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, una vez colocada la cimentación, hasta la altura natural del terreno o lecho del río, con material aprobado por el Interventor.

En cursos de agua navegables, el Constructor deberá mantener, en todo momento, la profundidad del agua y los gálidos requeridos para el paso del tránsito lacustre o fluvial. También, deberá mantener luces y señales adecuadas durante todo el período de construcción.

Los materiales provenientes de las excavaciones de cimientos o rellenos de ataguías que se depositen en la zona de la corriente de agua, deberán ser retirados por el Constructor, dejando el lecho de la corriente en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente.

600.4.3 Excavaciones para alcantarillas

Las excavaciones para alcantarillas se deberán efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se deberá excavar una zanja a la profundidad requerida, de acuerdo a los Artículos 660, 661, 662 o 663, según corresponda, conformándose el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla. El ancho de dicha zanja deberá ser el mínimo que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar debidamente el relleno debajo y alrededor de ella. Las paredes de la zanja deberán quedar lo más verticales que sea posible, desde la cimentación hasta, por lo menos, la clave de la alcantarilla.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que por su dureza no permita conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, dicho material deberá ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y reemplazado por un material de subbase granular compactado, en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm). Esta capa se deberá compactar, como mínimo al

noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142), teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas (norma de ensayo INV E-143), siempre que ella resulte necesaria.

Cuando se presenten materiales suaves, esponjosos o inestables que no permitan una base firme para la cimentación de la alcantarilla, dichos materiales deberán ser removidos en una profundidad igual al ancho de la excavación o la que autorice el Interventor, debiendo ser rellenados posteriormente con un material adecuado, según el numeral 220.2.1 del Artículo 220 o según lo indiquen los documentos del proyecto, el cual se compactará debidamente, para obtener un lecho firme y homogéneo.

600.4.4 Excavaciones para filtros

Las excavaciones para la construcción de filtros se deberán efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los planos del proyecto o determine el Interventor. Las paredes de las excavaciones deberán ser verticales y su fondo deberá ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

600.4.5 Excavaciones para gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, descoles y zanjas

Las excavaciones para la fundación de gaviones y muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como las necesarias para la construcción de descoles, zanjas y obras similares, se deberán realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los planos o determinados por el Interventor.

600.4.6 Bombeo

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se deberá hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se permitirá bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro (24) horas siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable u otros medios efectivos.

No se deberá iniciar el bombeo para drenar una ataguía o un encofrado sellado, hasta tanto el sello haya fraguado suficientemente para resistir la presión hidrostática y, en ningún caso, antes de siete (7) días o el lapso adicional que autorice el Interventor.

600.4.7 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la misma y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y las indicaciones del Interventor.

600.4.8 Limitaciones en la ejecución

Las excavaciones varias sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de excavaciones se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

600.4.9 Manejo ambiental y otras consideraciones

Todas las labores de excavaciones varias se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Los desvíos provisionales de los cursos de agua no podrán dar lugar a modificaciones permanentes en los lechos de quebradas y ríos. Así mismo, se deberá evitar el represamiento y el empozamiento de agua que puedan originar áreas insalubres causantes de la proliferación de mosquitos y otras plagas.

Todos los materiales removidos de las excavaciones y que no tengan uso previsto en la obra deberán ser cuidadosamente recuperados para evitar que puedan ser arrastrados a cursos de agua, y serán transportados y depositados en lugares apropiados, de la manera prevista en los documentos del proyecto u ordenada por el Interventor.

En cuanto a hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, se seguirá lo dispuesto en el numeral 210.4.6 del Artículo 210.

600.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

600.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado del equipo de construcción.
- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de construcción.
- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura y la firmeza del fondo de las excavaciones.
- Medir los volúmenes de trabajo realizado en acuerdo a la presente especificación.

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

600.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El trabajo se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los planos del proyecto y

las instrucciones del Interventor y éste considere, además, que la conservación de cauces es satisfactoria.

En ningún punto, la excavación realizada podrá variar con respecto a la autorizada por el Interventor en más de tres centímetros (3 cm) en cota, ni en más de cinco centímetros (5 cm) en la localización en planta.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, a plena satisfacción del Interventor.

600.6 MEDIDA

La unidad de medida de las excavaciones variadas será el metro cúbico (m³), aproximado a la décima de metro cúbico, de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No habrá ninguna medida por los sobrecanchos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de que se hayan realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Todas las excavaciones serán medidas por volumen realizado, verificado antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación. El Constructor deberá permitir que el Interventor realice las mediciones y verificaciones que éste considere pertinentes antes de cerrar la excavación; si el Constructor cierra la excavación antes de que el Interventor realice las mediciones y verificaciones, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente éste determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se hará con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por facilidad constructiva, desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del Constructor, no se medirán y su corrección correrá por cuenta exclusiva de éste, a plena satisfacción del Interventor.

En caso de que ocurran derrumbes que el Interventor no atribuya a descuido o negligencia del Constructor, ellos se medirán, para efectos de pago, conforme lo establece el Artículo 211, “Remoción de derrumbes”.

La medida de la excavación para la fundación de gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se incluirán en la medida las excavaciones realizadas por fuera de las líneas definidas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

600.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de excavaciones varias se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación y voladura, remoción, cargue, transporte y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. También, deberá cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua, construcción de cauces provisionales, trabajos de conservación de cauces; ataguías, encofrados, caissons, tablestacados, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, explosivos, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control hasta el sitio de utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras, mampostería, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, concretos, filtros, subbases, bases y capas de rodadura.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Los trabajos de desmonte y limpieza previos a la ejecución de las excavaciones, se medirán y pagarán de acuerdo con el Artículo 200, "Desmonte y limpieza".

El sello de concreto para la protección del fondo de la excavación, cuando se requiera, se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 630, "Concreto estructural".

600.8 ÍTEM DE PAGO

Alternativa I – Excavación sin clasificar

600.1.1 Excavaciones varias sin clasificar Metro cúbico (m³)

Alternativa II– Excavación clasificada

600.2.1 Excavaciones varias en roca en seco Metro cúbico (m³)

600.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua Metro cúbico (m³)

600.2.3 Excavaciones varias en material común en seco Metro cúbico (m³)

600.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua Metro cúbico (m³)

RELLENOS PARA ESTRUCTURAS

ARTÍCULO 610 – 13

610.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

Incluye, además, la construcción de capas filtrantes por detrás de los estribos, muros de contención y otras obras de arte, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad de las presentes especificaciones o de una especificación particular.

610.2 MATERIALES

Los materiales que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras deberán provenir de las excavaciones del proyecto, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; estarán libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales; no tendrán características expansivas ni colapsables. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor.

Los documentos del proyecto indicarán los tipos de material por utilizar en las diferentes partes de los rellenos para estructuras. En los siguientes numerales se presentan las características de los materiales típicos que se usan en estos rellenos; los diferentes Artículos, así como las especificaciones particulares, pueden establecer requisitos adicionales o diferentes a los aquí mencionados para cada uno de los tipos de material de relleno.

610.2.1 Suelos

Deberán cumplir los requisitos establecidos en los documentos técnicos del proyecto. Si los documentos del proyecto no establecen estos requisitos, se utilizarán los indicados en la Tabla 610 - 1.

Tabla 610 - 1. Requisitos de los suelos para rellenos de estructuras

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%) (Nota 1)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de CBR y expansión indicados en la Tabla están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se medirán sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

Nota 2. La muestra para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el numeral 610.5.2.2.1 y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

610.2.2 Recebo

El material de recebo deberá cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 - 2; además, se deberá ajustar a alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 - 3.

610.2.3 Materiales granulares tipo SBG o BG

Estos materiales granulares se denominan tipo SBG, por su similitud con el material de subbase granular para tránsito NT1 (Artículo 320) y tipo BG, por su similitud con el material de base granular para tránsito NT1 (Artículo 330). Deberán cumplir los requisitos de calidad que se indican en

la Tabla 610 - 4; además, deberán satisfacer alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610-5.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Constructor propondrá al Interventor una “Fórmula de Trabajo” a la cual se deberá ajustar durante la construcción del relleno, con las tolerancias que se indican en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**610-5, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 425 μm (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

Tabla 610 - 2. Requisitos para material de recebo

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	
		Recebo tipo 1	Recebo tipo 2
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	65
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	45	45
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	10	12
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	1.0	1.0
Expansión en prueba CBR, máximo (%) <i>Nota 1</i>	E-148	2.0	2.0
Resistencia del material (F)			
CBR de laboratorio, mínimo (%) <i>(Nota 1)</i>	E-148	10	10
Expansión en prueba CBR, máximo (%) <i>Nota 1</i>	E-148	2.0	2.0

Nota 1. Los valores de CBR y expansión indicados en la Tabla están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se medirán sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

Tabla 610 – 3. Franjas granulométricas para material de recebo

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)				
	75	38	25.0	4.75	0.075
	3"	1 1/2 "	1"	No. 4	No. 200
% PASA					
RE-75	100	-	70-100	30-75	5-30
RE-38	-	100	70-100	30-75	5-30
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	7 %			6 %	3 %

Tabla 610 - 4. Requisitos para materiales granulares tipo SBG o BG

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	
		TIPO SBG	TIPO BG
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones	E-218	50	40
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	3
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	30
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2
Geometría de las Partículas (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	-	35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	-	50

610.2.4 Material granular filtrante

El material granular filtrante deberá satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 - 6; además, deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 7.

Tabla 610-5. Franjas granulométricas para materiales granulares tipo SBG o BG

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
	50.0	37.5	25.0	20.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% PASA										
SBG-50	100	70-95	60-90	-	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	-	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
SBG-20	-	-	-	100	60-87	50-80	35-65	24-49	8-30	2-15
BG-38	-	100	70-100	-	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	5-15
BG-25	-	-	100	-	70-100	50-80	35-65	20-45	10-30	5-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0%	7%					6%			3%

Tabla 610 - 6. Requisitos de los agregados para material granular filtrante

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	No plástico
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2

Tabla 610 – 7. Franjas granulométricas para material granular filtrante

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)											
	150	100	75	50	25.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.600	0.150	0.075
	6 "	4"	3"	2 "	1"	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 30	No. 100	No. 200
% PASA												
MF-150	100	90-100	80-100	70-95	60-80	40-70	-	10-20	0	-	-	-
MF-75	-	-	100	-	91-97	-	79-90	66-80	-	0-40	0-8	0-2
MF-50				100	70-90	55-80	-	35-65	25-50	15-30	0-3	0-2

610.2.5 Gravilla

La gravilla de rellenos para estructuras deberá satisfacer los requisitos de calidad se indican en la Tabla 610 - 8; además, deberá cumplir con la granulometría que se indica en la Tabla 610-9.

Tabla 610 - 8. Requisitos para gravilla de rellenos para estructuras

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18
Limpieza (F)		
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	0.25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1.0
Geometría de las Partículas (F)		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25

Tabla 610-9. Franja granulométrica para gravilla de rellenos para estructuras

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	37.5 1 ½"	25.0 1"	19.0 ¾"	12.5 ½"	9.5 ¾"	4.75 No. 4	2.00 No. 10
% PASA							
UNICA	100	70-100	54-100	20-80	0-60	0-25	0

610.2.6 Arena

La arena de rellenos para estructuras deberá satisfacer los requisitos de calidad y gradación que se especifican en la Tabla 610 – 10 y la Tabla 610 – 11, respectivamente.

610.3 EQUIPO

Los equipos para la extensión, el humedecimiento y la compactación de los rellenos para estructuras, deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con los exigencias del presente Artículo.

Tabla 610 – 10. Requisitos para arena de rellenos para estructuras

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	10
- Sulfato de sodio		15
- Sulfato de magnesio		
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-
Índice de plasticidad (%)	E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo	E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	1
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No.200), % máximo	E-214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	INV E-212	Igual a Muestra patrón

Tabla 610 – 11. Granulometría para arena de rellenos para estructuras

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No.50	No.100
PORCENTAJE QUE PASA (%)							
UNICA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

610.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

610.4.1 Generalidades

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados, sin que ello exima, de alguna manera, la responsabilidad que tiene el Constructor para garantizar la calidad de los trabajos.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después de catorce (14) días de fundido el

concreto, o hasta que la resistencia de éste alcance el doble del valor del esfuerzo de trabajo impuesto por la carga diseño.

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería podrán ser iniciados inmediatamente después de que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Siempre que el relleno se haya de asentar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno, labores que se efectuarán de acuerdo con los Artículos 600, "Excavaciones Varias" y 673 "Subdrenes con geotextil y material granular", respectivamente.

Todo relleno colocado antes de que lo autorice el Interventor, deberá ser retirado por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

610.4.2 Preparación de la superficie base de los rellenos

El terreno base del relleno deberá estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y deberá ser preparado de acuerdo con lo señalado en el numeral 220.4.2 del Artículo 220.

610.4.3 Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilas y alcantarillas se deberán depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los rellenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras se realizarán de manera que no se pongan en peligro la

integridad y la estabilidad de dichas obras, empleando procedimientos propuestos por el Constructor y aprobados por el Interventor.

Cuando no se contemple la colocación de material filtrante al respaldo de la estructura, se deberá colocar grava o roca triturada en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Constructor deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos u otras sustancias apropiadas, aceptadas por el Interventor.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr los niveles de densidad a que se hace mención en el numeral 610.5.2.2.1.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a las estructuras contra las cuales se colocan.

610.4.4 Capas filtrantes

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras de arte, ellas se deberán colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquellos.

610.4.5 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias, sin peligro de erosión.

610.4.6 Limitaciones en la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de rellenos para estructuras se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

610.4.7 Manejo ambiental

Todas las labores de rellenos para estructuras se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

610.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

610.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad mencionados en el numeral 610.2.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de relleno y material filtrante colocados en acuerdo a la presente especificación.

610.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

610.5.2.1 Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de rellenos y para cualquier volumen previsto, se tomarán, como mínimo dos (2) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán los parámetros indicados en el numeral 610.2 y sus respectivos sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.4, 610.2.5 y 610.2.6, según el tipo de material de relleno. La totalidad de los resultados deberá satisfacer las exigencias indicadas en ellos, so pena del rechazo de los materiales deficientes.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para terraplenes, queda a juicio del Interventor el establecimiento de la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad.

610.5.2.2 Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de la subrasante en rellenos para estructuras, no deberá variar más de treinta milímetros (30 mm) de la proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto.

En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En adición a lo anterior, se deberán adelantar las siguientes comprobaciones:

610.5.2.2.1 Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de cada una de las capas de relleno para estructuras en suelo, recebo y materiales granulares tipo SBG o BG, se calculará el grado de compactación individual GC_i para cada sitio de ensayo de densidad en el terreno, de acuerdo con lo indicado en el numeral 220.5.2.2.2 del Artículo 220, fórmulas [220.1] o [220.2] según aplique.

Para suelos que clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, recebos y suelos granulares tipo SBG o BG, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-142 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GC_i , calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GC_i \geq 90.0 \%$$

[610.1]

Para suelos que no clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-141 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GC_i , calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GC_i \geq 95.0 \%$$

[610.2]

El número de pruebas por ejecutar en cada capa para realizar el control, será definido por el Interventor.

Las capas de relleno que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificadas, homogenizadas, llevadas a la humedad adecuada y compactadas nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

La compactación de las capas de material filtrante, gravilla y arena se considerará satisfactoria cuando no haya evidencia visible de consolidación adicional al paso del equipo de compactación aprobado por el Interventor.

610.5.2.2.2 Protección de la superficie del relleno

Al respecto, se aplica el mismo criterio indicado en el numeral 220.5.2.2.4 del Artículo 220, en relación con la protección de la corona de terraplenes.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

610.6 MEDIDA

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Los volúmenes serán determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de relleno. Dichas áreas estarán limitadas por las líneas de pago teóricas mostradas en los planos o autorizadas por el Interventor.

No habrá medida ni pago para los rellenos por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Tampoco se medirán los rellenos que haga el Constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte del proyecto.

610.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transportes, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

No se pagará el suministro de materiales de relleno para estructuras que hayan sido obtenidos de las excavaciones de la explanación, canales y préstamos ni de las excavaciones varias del contrato, según los Artículos 210 y 600 de estas especificaciones.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de adecuación de las fuentes de materiales al término de los trabajos para recuperar sus características hidrológicas superficiales, así como los de señalización preventiva de la vía y ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construirán los rellenos y capas filtrantes, se reconocerán de acuerdo con el Artículo 220, "Terraplenes" o el Artículo 600, "Excavaciones varias", el que resulte aplicable según las características de la obra que se construye. Si ninguno de estos Artículos forma parte del contrato, los costos de la preparación de la superficie existente deberán quedar incluidos dentro del precio unitario de los rellenos objeto del presente Artículo.

610.8 ÍTEM DE PAGO

610.1	Rellenos para estructuras con suelo	Metro cúbico (m ³)
610.2	Rellenos para estructuras con recebo	Metro cúbico (m ³)
610.3	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG	Metro cúbico (m ³)
610.4	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG	Metro cúbico (m ³)
610.5	Rellenos con material filtrante	Metro cúbico (m ³)
610.6	Relleno con gravilla	Metro cúbico (m ³)
610.7	Relleno con arena	Metro cúbico (m ³)

NORMA 610-16
Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente INVIAS

PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO

ARTÍCULO 620 – 13

620.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la fabricación, transporte e hincado de pilotes de concreto reforzado, necesarios para la cimentación de pilas o estribos de puentes y otras estructuras, de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

620.2 MATERIALES

Los materiales que se utilicen para la fabricación de los pilotes deberán cumplir con los requisitos aplicables de las siguientes especificaciones:

- Para el concreto, en el Artículo 630, “Concreto Estructural”.
- Para el acero de las armaduras, en el Artículo 640, “Acero de refuerzo”.
- Para el acero estructural para puntas, en el Artículo 650, “Estructuras de Acero”.

Los documentos del proyecto deberán definir la clase de concreto para los pilotes; salvo que los documentos del proyecto establezcan valores diferentes, el concreto utilizado en la construcción de los pilotes tendrá una resistencia mínima a la compresión de 28 MPa a 28 días, con una relación agua/cemento máxima de 0.45 y un agregado de tamaño máximo 25 mm.

Cualquier acelerante o aditivo que se use para el concreto deberá estar libre de cloruro de calcio u otras materias corrosivas, y su uso será de responsabilidad del Constructor.

620.3 EQUIPO

Se requieren equipos para la fabricación del concreto, formaletas para la fabricación de los pilotes y equipos apropiados para el transporte, izado e hincado de los pilotes.

620.3.1 Equipo para la preparación del concreto

En relación con el equipo requerido para preparar el concreto, se aplicará lo pertinente del Artículo 630, numeral 630.3.

620.3.2 Formaletas

Las formaletas para la fabricación de los pilotes serán metálicas, con acceso para el vibrado del concreto. Sus láminas deberán ser lo suficientemente robustas para que las caras del pilote queden planas y lisas. Sólo se autorizará el uso de formaletas de madera, si el Constructor demuestra construir en ellas pilotes con las dimensiones y alineamientos exactos y con acabados iguales a los obtenidos con formaletas metálicas.

620.3.3 Martillo de hinca

Los requisitos mínimos para el martillo de hinca se establecen en la Tabla 620 - 1

Tabla 620 -1. Requisitos mínimos para el martillo de hinca de pilotes prefabricados de concreto

TIPO	PESO MÍNIMO (N)	CAÍDA MÁXIMA (m)	ENERGÍA MÍNIMA (N-m)
Neumático, Hidráulico o Vapor	El mayor entre: <ul style="list-style-type: none"> • ¼ de peso del pilote • 13,500 	1.5	La mayor entre: <ul style="list-style-type: none"> • 38 veces la carga de diseño en kN. • 3 N-m por kg de masa del pilote
Diesel	El mayor entre: <ul style="list-style-type: none"> • ¼ de peso del pilote • 12,500 	2.5 Nota 1	

Nota 1: Se pueden usar martillos Diesel de menor peso o mayor caída, si un análisis efectuado mediante la ecuación de onda indica que la combinación del peso del martillo, caída y amortiguamiento no genera esfuerzos excesivos en el pilote.

Para determinar el cumplimiento inicial de los requerimientos de la Tabla 620 - 1, la altura de caída de los martillos de acción sencilla debe ser 2.1 m; para los martillos de acción doble, la calificación de la energía se hará sobre el 85 % de la reportada por el fabricante.

Se pueden usar martillos que produzcan menor energía de la requerida en la Tabla 620 – 1, siempre y cuando un análisis efectuado con la ecuación

de onda indique que el martillo puede hincar el pilote hasta la profundidad especificada y alcanzar una resistencia de, al menos, 3 veces la carga de diseño, con una tasa de penetración superior a 2.5 mm por golpe.

Los martillos, amortiguadores, cabezas de hincado, guías y otros aditamentos, deberán ser sometidos a la aprobación previa del Interventor. Una vez aceptado el sistema de hincado, el Constructor no podrá modificarlo sin la autorización de aquél.

La aprobación del equipo de hincado por parte del Interventor no exonera al Constructor de su responsabilidad en el hincado de los pilotes, libres de averías, a la capacidad de soporte y profundidad de punta indicadas en los planos o especificadas en las disposiciones especiales del proyecto.

620.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

620.4.1 Procedimiento constructivo

Con suficiente anticipación a la iniciación de los trabajos, el Constructor debe presentar para aprobación del Interventor el procedimiento constructivo, que debe ser elaborado por un ingeniero geotécnico con experiencia en este tipo de trabajos. El informe debe contemplar, al menos, los siguientes aspectos:

- Lista completa del equipo
- Disposición y manejo del patio de fabricación de los pilotes
- Procedimiento de fabricación
- Procedimiento de cargue, transporte e izado, y verificación de la capacidad del pilote para resistir los esfuerzos que se generan con estas operaciones
- Método de hincado
- Características del martillo, con sus respectivos soportes, acompañado del análisis del cumplimiento de los requisitos establecidos para el mismo en esta especificación

- Verificación de la capacidad del martillo para el cumplimiento de los requisitos del proyecto en cuanto a capacidad de carga, profundidad y penetración en el estrato portante
- Verificación de la conservación de las características del pilote en el proceso de hinca
- Criterio de rechazo
- Programa de ejecución
- Programa de control de calidad

El Constructor no podrá iniciar la construcción de pilotes prefabricados mientras el procedimiento constructivo no haya sido aprobado por el Interventor. Tal aprobación no lo exime de la responsabilidad por los resultados obtenidos.

620.4.2 Fabricación de los pilotes de concreto

620.4.2.1 Generalidades

La fabricación de los pilotes se hará de acuerdo con las partes pertinentes de los Artículos 630, "Concreto Estructural", 640 "Acero de Refuerzo" y 650 "Estructuras de Acero". Los materiales y procedimientos usados en la fabricación de los pilotes deberán ser previamente aprobados por el Interventor y estarán sujetos a su inspección durante la ejecución de los trabajos; deberán permitir la producción de una manera ordenada, que garantice la obtención de un producto de características uniformes, de acuerdo con los diseños y dentro de las especificaciones. La consolidación del concreto se hará por vibración.

La zona de fabricación deberá ser adecuada para el buen desarrollo de todas las operaciones, perfectamente lisa y plana. Adicionalmente, se comprobará que en el terreno no se producirán asentamientos que generen esfuerzos indeseados en los elementos prefabricados, durante y después de su endurecimiento, ni deformaciones geométricas más allá de las tolerables.

El Interventor podrá exigir todos los cambios que considere necesarios para cumplir con estos preceptos.

620.4.2.2 Fabricación de los pilotes

Solamente se autorizará la colocación del concreto, cuando el Interventor haya comprobado la exactitud en las dimensiones de las formaletas y la correcta colocación del acero de refuerzo, con un recubrimiento mínimo según los planos del proyecto, pero no menor a cinco centímetros (5 cm).

El vaciado del concreto para cada pilote deberá ser continuo desde el inicio hasta su terminación; debiendo iniciarse en la cabeza del pilote y continuar hacia la punta. El concreto deberá ser vibrado, con procedimientos adecuados que no produzcan segregación de los agregados ni desplacen el acero de refuerzo o las formaletas. Al terminar la fabricación de cada pilote, se deberán marcar, cerca de la cabeza, el número de identificación, la fecha de fabricación, la fecha de pretensado (si aplica), su longitud y los puntos de izada. Cualquier uso de acelerantes requerirá la autorización previa del Interventor.

En la fabricación de pilotes se tendrá en cuenta que éstos deberán ser capaces de soportar las operaciones de transporte, manejo e hinca de forma que no se produzcan roturas ni fisuras mayores de quince centésimas de milímetro (0,15 mm). No deberán tener una flecha, producida por peso propio, mayor de tres milésimas partes (0,003) de su longitud, ni pandeos locales superiores a un centímetro por metro (1 cm/m) de longitud de éste.

620.4.2.3 Curado

El curado del concreto se extenderá por un período mínimo de siete (7) días, a no ser que el Constructor pueda aplicar procedimientos que permitan acortar ese tiempo.

620.4.2.4 Manejo

El manejo de los pilotes durante la remoción de formaletas, curado, transporte y almacenamiento deberá ser tal, que no produzca sino esfuerzos mínimos en el concreto, principalmente los de flexión, y evite fisuras, roturas, descascaramiento u otros daños, principalmente con pilotes que vayan a ser expuestos a agua salada o con sulfatos, para que sus materiales no sean sometidos a ellos.

El transporte de los pilotes desde el sitio de fabricación, solamente se podrá efectuar cuando el concreto haya alcanzado por lo menos un ochenta por ciento (80 %) de la resistencia mínima a compresión especificada para los veintiocho (28) días.

Al izar un pilote para cualquier operación de manejo, éste deberá quedar suspendido en no menos de dos puntos, según las instrucciones de los planos del proyecto, de tal manera que no se comprometa su integridad estructural, ni se causen excesivas tensiones en el elemento. El izado se suspenderá siempre que la velocidad del viento supere 50 km/h.

Los pilotes sólo podrán ser hincados luego de veintiocho (28) días de su fabricación.

En el caso de que un pilote resultara dañado por cualquier procedimiento inadecuado durante su manejo, será rechazado para hinca.

620.4.3 Instalación de los pilotes

620.4.3.1 Hincado

El Constructor deberá ejecutar los pilotajes bajo la dirección o asesoría permanente de un especialista en esta clase de trabajo.

Las excavaciones para fundaciones en las cuales se contemplen pilotes prefabricados, deberán ser terminadas antes que se inicie el hincado del pilote.

Durante las operaciones de hincado, el Constructor sólo deberá usar los métodos previamente aprobados. En caso de que se requiera cualquier variación en el método, será indispensable la aprobación escrita del Interventor.

El hincado de pilotes a través de terraplenes recientemente construidos se hará mediante agujeros taladrados o punzonados a través del terraplén, cuando su altura sea superior a un metro y medio (1.50 m). Los agujeros deberán tener una dimensión no inferior a la mayor sección transversal del pilote más quince centímetros (15 cm). Una vez hincado el pilote, se deberá rellenar el espacio en derredor hasta el nivel de la superficie, empleando arena o gravilla. El material resultante de los agujeros deberá ser dispuesto en lugar aprobado por el Interventor.

Los pilotes se deberán hincar hasta alcanzar la cota de punta y capacidad mínima de carga indicados en los documentos del proyecto. Se deberá verificar la capacidad de carga de los pilotes a partir de los conteos de golpes durante la hinca, empleando algún método debidamente reconocido.

El hincado se deberá hacer en operación continua hasta alcanzar la penetración final. Cuando la operación de hincado tenga que ser interrumpida, no se empezará a medir la penetración por golpe sino después de un (1) minuto de reiniciar la operación.

Los pilotes se deberán hincar en los sitios exactos y con las inclinaciones indicadas en los planos o modificadas por el Interventor; y se deberán asegurar contra cualquier desplazamiento o movimiento lateral, mediante el uso de guías u otro sistema aceptado por el Interventor.

Después del hincado, se demolerán las cabezas de los pilotes, hasta dejarlas al nivel especificado y, en todo caso, en una longitud suficiente para sanear todo el concreto que pueda haber quedado resentido por el golpeo del martillo. La demolición se hará con cuidado, para no dañar el concreto restante.

El Constructor deberá llevar un registro completo del hincado de cada pilote con la siguiente información básica:

- Dimensiones del pilote.
- Número y localización del pilote.
- Tipo y tamaño del martinete.
- Tipo y dimensiones del bloque para protección de la cabeza del pilote.
- Número de golpes por minuto efectuados por el martillo.
- Número de golpes por pie de penetración.
- Número de golpes por pulgada para el último pie de penetración.
- Elevación final de la punta del pilote.
- Todos los demás datos que el Interventor haya solicitado.

Si los documentos del proyecto así lo contemplan, se podrá utilizar lanza de agua, en los casos en que sea difícil alcanzar la profundidad de hinca fijada en los planos por tener que atravesar capas de suelos granulares densos. Esta inyección de agua se aplicará a una presión inferior a un megapascal (1 MPa), durante la hinca. La lanza de agua deberá emplearse tan sólo con autorización del Interventor y se aplicará con presiones y caudales no excesivos, para evitar daños en construcciones o pavimentos vecinos.

El empleo de la lanza de agua se suspenderá cuatro metros (4 m) por encima de la profundidad prevista para la terminación de la hinca, o la profundidad que se indique en los documentos del proyecto; la hinca debe acabarse siempre por el procedimiento ordinario. También se suspenderá, si el pilote se empieza a torcer, por producirse una perturbación excesiva del terreno.

En el caso de hincas de grupos cerrados de pilotes, se comenzará hincando las filas centrales; siguiendo después hacia las exteriores.

En el caso de pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmando a medida que se hincan, la resistencia del pilote no se considerará superior a la resistencia de la junta de empalme, la cual estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.

620.4.3.2 Extensión

Se determinará en el terreno la longitud final requerida de los pilotes, con base en las cotas mínimas a que deban llegar, según lo indiquen los planos y de acuerdo con la información obtenida durante el hincado. Si los pilotes no soportan la respectiva carga de diseño, se deberán extender con secciones prefabricadas o fundidas en sitio, como se indica a continuación.

El concreto de la parte superior del pilote se deberá remover, dejando expuestas las varillas longitudinales en un tramo de cuarenta (40) diámetros. El corte final del concreto deberá ser perpendicular al eje del pilote. Si la extensión se hace con una sección de pilote prefabricada, ésta se deberá preparar de la misma manera. Si la extensión se funde totalmente en el sitio, el acero de refuerzo de ella se colocará sobre el extremo recortado del pilote hincado.

Los traslapes del refuerzo serán soldados en una longitud no inferior a treinta (30) diámetros de las varillas, o la que se indique en los planos del proyecto. Las formaletas para la extensión no deberán permitir filtraciones de la mezcla y deberán estar dispuestas en tal forma, que la extensión quede perfectamente centrada y alineada con el pilote hincado. El concreto empleado para la extensión deberá ser de la misma calidad que el usado en el pilote. No se quitarán las formaletas antes de siete (7) días, ni se proseguirá con la hinca antes de los veintiocho (28) días después de haber vaciado el concreto para la extensión. Si el Interventor acepta el uso de acelerantes, determinará el tiempo necesario para proseguir con la operación de hincado.

620.4.3.3 Recortes

Después de haber terminado el hincado, los pilotes permanentes deberán ser recortados al nivel especificado en los planos y, en todo caso, en la longitud suficiente para sanear todo el concreto que pueda haber quedado resentido por el golpeo del martillo. El recorte se hará con cuidado, para no afectar el concreto restante. Las fracciones de pilotes recortadas se deberán conservar y, cuando el Interventor lo indique, se podrán usar para alargar pilotes, haciendo el respectivo empalme. Al terminar todo el trabajo de hincado de los pilotes, los recortes hechos y los pilotes sobrantes deberán ser guardados cuidadosamente en el lugar de la obra o en uno adyacente a ella, para uso posterior, si es necesario. El Constructor debe retirar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, todos los aditamentos que hayan sido necesarios para la hincado.

620.4.3.4 Gráficas de hincado

El Constructor deberá elaborar y entregar al Interventor, para uso en la evaluación de la capacidad de carga de los pilotes, gráficas de hincado de un pilote permanente hincado en cada cimentación, además de las que debe elaborar para los pilotes de prueba. El Interventor indicará los pilotes para los cuales se deben hacer las gráficas.

620.4.3.5 Pilotes defectuosos

Los pilotes que resulten defectuosos por deterioro durante la hincado o por desviaciones en su posición en exceso de las tolerancias permitidas, no serán aceptados.

El Constructor deberá ejecutar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, las verificaciones técnicas, los diseños y las obras que se requieran para corregir los pilotes defectuosos y reforzar las estructuras que se apoyen en ellos, de manera que se conserven las condiciones de resistencia, seguridad y funcionalidad del diseño original.

Las modificaciones propuestas por el Constructor deben ser aprobadas por el Interventor.

620.4.3.5.1 Pilotes deteriorados

Los pilotes que se hayan roto o debilitado de alguna forma durante la hinca, afectando su resistencia o durabilidad, no serán aceptados. Ellos deberán ser extraídos completamente y sustituidos por otros hincados en el mismo lugar.

Si ello no es posible o si el Constructor lo considera más conveniente, los pilotes defectuosos podrán ser sustituidos por pilotes hincados en sus proximidades; en este caso el Constructor debe proponer la sustitución mediante un informe técnico elaborado por un especialista estructural con el diseño de la sustitución, que debe incluir el diseño de los nuevos pilotes y la verificación de todo el sistema de cimentación, con los ajustes y refuerzos que se requieran en la misma debido al cambio en las condiciones de apoyo.

Siempre que haya duda sobre la integridad de un pilote, el Interventor podrá solicitar pruebas adicionales para determinar su estado, tales como pruebas de carga y pruebas de integridad de pilotes; de acuerdo a los resultados de estas pruebas, el Interventor indicará las medidas por tomar para solucionar el problema.

620.4.3.5.2 Pilotes fuera de posición

En el caso de pilotes hincados con desviaciones en posición o inclinación fuera de tolerancias, el Constructor ejecutará las verificaciones, diseños y obras de corrección y ajuste como en el caso de los pilotes deteriorados.

No se requerirá la sustitución de los pilotes con desviaciones en su posición, si el resultado de las verificaciones técnicas efectuadas por el Constructor y aprobadas por el Interventor indica que la integridad de la cimentación se puede restablecer

adecuadamente con un reforzamiento de los demás elementos de la cimentación.

620.4.3.6 Pilotes de prueba

Los pilotes de prueba y los pilotes utilizados para pruebas de carga estática, cuando se indique en los documentos del proyecto, deberán ser suministrados en las longitudes ordenadas e hincados en los sitios y niveles indicados por el Interventor, antes de ordenar el hincado de los pilotes definitivos.

El equipo de hincado y el procedimiento de ejecución que se utilice para los pilotes de prueba deberán ser idénticos los que el Constructor proponga utilizar para hincar los pilotes definitivos.

A menos que el Interventor autorice algo diferente, el Constructor deberá excavar el terreno hasta el fondo proyectado de la zapata o cabezal, en cada sitio de prueba, antes de comenzar el hincado del pilote.

Los pilotes de prueba se deberán hincar con el número de golpes de martillo establecido a la elevación de punta estimada. Los pilotes que no obtengan el número especificado de golpes a una profundidad de treinta centímetros (30 cm) por encima de la elevación de punta estimada, indicada en los documentos del proyecto, se deberán dejar reposar por un período de doce (12) a veinticuatro (24) horas, antes de hincarse de nuevo.

Siempre que sea posible, se deberá calentar el martillo antes de reiniciar el hincado, aplicando un mínimo de veinte (20) golpes a otro pilote. Si no se obtiene el número de golpes especificado, el Interventor podrá ordenar al Constructor hincar parte o la totalidad del pilote de prueba o repetir el procedimiento de hincado, con intervalos de reposo.

Cuando lo ordene el Interventor, los pilotes de prueba hincados a nivel de proyecto que no tengan el número de golpes especificado, deberán ser empalmados e hincados, hasta obtener la capacidad de soporte requerida.

620.4.3.7 Seguridad

Los trabajos de hinca y recorte de pilotes involucran riesgos de operación que deben ser adecuadamente considerados por el Constructor. El personal que emplee para ello deberá acreditar experiencia en este tipo de faena y utilizar los elementos de seguridad adecuados para ella. El Interventor ordenará la suspensión de los trabajos si detecta que el Constructor descuida estas precauciones.

620.4.4 Manejo ambiental

Todas las labores de pilotes prefabricados de concreto se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

620.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

620.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar permanentemente el estado de funcionamiento del equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aprobados.
- Comprobar que los materiales cumplen los requisitos de calidad exigidos en el numeral 620.2.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales requeridas.

Adicionalmente, el Interventor, en particular, adelantará los siguientes controles principales:

- Exigir la presentación de los planos de trabajo por parte del Constructor
- Verificar que el Constructor emplee el equipo aprobado.

- Exigir al Constructor la adopción de medidas para garantizar la protección de las estructuras vecinas a la zona de trabajo.
- Ordenar las pruebas necesarias para comprobar la capacidad de carga de los pilotes y efectuar las determinaciones pertinentes.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas por el Constructor, en acuerdo a la presente especificación.

620.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

620.5.2.1 Calidad de los ingredientes de la mezcla y de los productos de curado

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4, respectivamente, del Artículo 630, "Concreto estructural".

620.5.2.2 Calidad de la mezcla

620.5.2.2.1 Dosificación

Al respecto, se aplica el criterio indicado en el numeral 630.5.2.5.1 del Artículo 630.

620.5.2.2.2 Consistencia

En relación con la consistencia de la mezcla, resulta aplicable el criterio expuesto en el numeral 630.5.2.5.2 del Artículo 630.

620.5.2.2.3 Resistencia

Por cada grupo de diez (10) pilotes prefabricados o por cada día de trabajo, según determine el Interventor, se tomarán al azar dos (2) o tres (3) muestras de la mezcla, según el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-401. Con dichas muestras se elaborarán y curarán cilindros, conforme se establece en la norma de ensayo INV E-

402, los cuales se romperán por compresión simple a los veintiocho (28) días, según la norma INV E-410.

El promedio de las resistencias de estos dos (2) o tres (3) cilindros, elaborados y rotos simultáneamente, se tomará como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto se considerará satisfactoria, si ningún ensayo presenta una resistencia a compresión inferior a la especificada en más de tres punto cinco megapascales (3.5 MPa) y, simultáneamente, el promedio de tres (3) ensayos consecutivos iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si una o ambas exigencias se incumplen, el Interventor revisará los pilotes vaciados con el concreto representado por dichas mezclas, para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Constructor, a su costa, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo con la norma INV E-418.

Se deberán tomar, al menos, tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se fallarán a continuación.

La resistencia del concreto de los pilotes representados por los núcleos se considerará aceptable, si el promedio de resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada en los planos, siempre y cuando ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75 %) de dicha resistencia.

620.5.2.3 Refuerzo

No se aceptará ninguna tolerancia en relación con la calidad del acero, establecida en el numeral 640.2 del Artículo 640. En relación con la colocación de la armadura, se aceptarán

las tolerancias indicadas en el numeral 640.5.2 del mismo Artículo.

620.5.2.4 Aceptación de pilotes para el hincado

Los pilotes prefabricados solamente serán aceptados para el hincado, si cumplen con las dimensiones del diseño, con estas especificaciones y con las especificaciones particulares del contrato, si las hay. Sus superficies deberán ser lisas, uniformes, libres de bordes salientes, hormigueros u otros defectos.

Los pilotes que presenten desperfectos superficiales, deformaciones, deficiencias en dimensiones, grietas, o señales de haber sido averiados durante su manejo, podrán ser rechazados por el Interventor.

620.5.2.5 Pruebas de carga

Cuando los documentos del proyecto lo contemplen o, a juicio del Interventor, haya necesidad de comprobar la capacidad de los pilotes, se efectuarán ensayos de carga. Los tipos de prueba serán los establecidos en los documentos del proyecto o los señalados por el Interventor; se utilizará el procedimiento que corresponda de los establecidos en las normas indicadas en la Tabla 620-2, según el tipo de prueba.

Tabla 620 - 2. Normas de referencia para pruebas de carga de pilotes

TIPO DE PRUEBA DE CARGA	NORMA ASTM
Carga de compresión axial estática	D 1143
Carga de tensión axial estática	D 3689
Carga lateral estática	D 3966
Prueba de carga dinámica de alta deformación	D 4945
Prueba de carga rápida a compresión por pulso de carga tipo Statnamic	D 7383

620.5.2.6 Tolerancias en la posición de los pilotes

Salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa, las tolerancias de construcción para los pilotes hincados de concreto serán siguientes:

- La desviación del alineamiento de un pilote, respecto de la inclinación especificada, no podrá ser mayor del tres por ciento (3 %) de la longitud del pilote.
- El desplazamiento de la cabeza del pilote no deberá diferir del previsto en más de diez centímetros (10 cm), en cualquier dirección.

Los anteriores requisitos no se aplicarán en el caso de los pilotes hincados desde plataformas flotantes, para los cuales se establecerán las tolerancias en los documentos del proyecto o en una especificación particular.

Cuando se trate de pilotes cuya punta deba descansar sobre estratos muy resistentes, se deberá vigilar, mediante nivelación, que la hincada de unos pilotes no produzca la elevación de los ya hincados, lo cual podría ocasionar que éstos perdieran el contacto con dicho estrato. Si así fuera, el Constructor deberá rehincar los pilotes hasta asegurar el mencionado contacto.

Todos los trabajos cuya calidad y terminación no cumplan lo especificado en el presente Artículo, deberán ser corregidos por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

620.6 MEDIDA

620.6.1 Pilotes prefabricados de concreto

La unidad de medida para los pilotes prefabricados de concreto será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de pilote realmente hincado de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

En la medida se incluirán los pilotes empleados en las pruebas de carga efectuadas por indicación de los documentos del proyecto o por solicitud

del Interventor, así ellos no queden incorporados en la estructura permanente.

620.6.2 Extensión de pilotes

Las extensiones de pilotes, autorizadas y aceptadas por el Interventor, tendrán como unidad de medida el metro lineal (m), aproximado al decímetro. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

620.6.3 Pruebas de carga

Las pruebas de carga efectuadas por indicación de los documentos del proyecto o por solicitud del Interventor, se pagarán por unidad (u). Si dichas pruebas se realizan a solicitud del Constructor, no se medirán ni tendrán compensación alguna.

620.7 FORMA DE PAGO

620.7.1 Pilotes prefabricados de concreto

El pago de los pilotes prefabricados de concreto y las extensiones de éstos, se hará a los respectivos precios unitarios del contrato y por toda obra aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir los costos de todos los materiales y elementos empleados en la fabricación de los pilotes de las dimensiones especificadas, tales como el concreto, las formaletas, el acero de refuerzo y las puntas de acero estructural; los costos de fabricación, curado, eventuales patentes, transporte, almacenamiento, desperdicios, manejo, izada, hincado y recorte de los pilotes; los equipos requeridos y demás accesorios y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados en este Artículo.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

620.7.2 Extensiones de pilotes

El precio unitario para extensiones de pilotes deberá incluir todos los costos de preparación de la cabeza del pilote hincado y de materiales, fabricación, curado, transporte cuando corresponda y colocación de la extensión, de acuerdo con esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

620.7.3 Pruebas de carga

El precio unitario para las pruebas de carga deberá incluir todos los costos por mano de obra, equipo y materiales requeridos para su correcta ejecución. Para reconocer el pago de estas pruebas, se requiere que ellas estén contempladas en los documentos del proyecto o sean solicitadas por el Interventor.

Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo, realizadas por dudas en la calidad del pilote no se medirán ni se pagarán, como tampoco las que se efectúen por solicitud de este último.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

620.8 ÍTEM DE PAGO

620.1	Pilotes prefabricados de concreto, de sección _____	Metro lineal (m)
620.2	Extensión de pilotes, de sección _____	Metro lineal (m)
620.3	Prueba de carga tipo _____	Unidad (u)

Nota: se deberán elaborar ítems de pago independientes por cada sección de pilote y por cada tipo de prueba de carga que contemple el proyecto.

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

PILOTES PREEXCAVADOS

ARTÍCULO 621 – 13

621.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de pilotes de concreto vaciados in situ, con o sin bases acampanadas, cuya ejecución se efectúa excavando previamente el terreno y rellenando la excavación con concreto fresco y las correspondientes armaduras, con los diámetros, longitudes y profundidades indicados en los planos del proyecto y de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

Dependiendo de las condiciones del suelo y de instalación, la ejecución de pilotes preexcavados puede requerir la instalación de camisas metálicas de soporte que pueden o no ser retiradas al final de la colocación del concreto; también, puede requerir la ejecución de la perforación y el vaciado del concreto bajo agua o bajo lodos de perforación

621.2 MATERIALES

621.2.1 Concreto

El concreto que se utilice para los pilotes deberá cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 630, "Concreto Estructural". Los documentos del proyecto deberán definir la clase de concreto para los pilotes; salvo que los documentos del proyecto establezcan valores diferentes, el concreto tendrá una resistencia mínima a la compresión de 28 MPa a 28 días, con una relación agua/cemento máxima de 0.45 y un agregado de tamaño máximo de 32 mm.

El concreto deberá tener una fluidez suficiente para garantizar una continuidad en su colocación. La Tabla 621 - 1 establece los requisitos de asentamiento para el concreto de pilotes preexcavados, medido según la norma de ensayo INV E-404.

621.2.2 Acero de refuerzo

El acero empleado en la construcción de las canastas de refuerzo cumplirá con las características indicadas en el Artículo 640, "Acero de refuerzo".

Las armaduras transversales se sujetarán a las longitudinales, por amarres o soldadura. En pilotes hasta de diez metros (10 m) de longitud se podrán admitir los amarres, pero a partir de esta longitud, las armaduras deberán estar soldadas entre sí, al menos en uno (1) de cada dos (2) puntos de contacto.

Tabla 621 - 1. Requisitos de asentamiento para concreto de pilotes preexcavados

TIPO DE COLOCACIÓN	RECOMENDADO mm	LÍMITES DE ACEPTACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN, mm	
		MÍNIMO	MÁXIMO
Seco	165	140	190
Bajo agua o lodo de perforación	200	175	225

621.2.3 Camisas de acero

El acero estructural empleado en la fabricación de las camisas de contención deberá ser de calidad AASHTO M-270, grado 36, a no ser que los documentos del proyecto exijan algo diferente.

621.2.4 Lodo de perforación

El lodo de perforación empleado deberá ser una suspensión de mineral arcilloso procesado, consistente en bentonita o atapulgita, con agua limpia. El lodo de perforación deberá tener la viscosidad suficiente y las características gelatinosas apropiadas para transportar el material excavado hasta un sistema de cernido adecuado; el porcentaje del mineral arcilloso en la suspensión y la densidad del lodo deberán ser suficientes para mantener la estabilidad de la excavación y permitir el vaciado del concreto. En la Tabla 621 - 2 se indican los valores aceptables para las propiedades físicas de la suspensión.

Otras suspensiones conteniendo polímeros o polímeros con bentonita pueden ser usadas como lodos de estabilización en base a la experiencia exitosa de casos previos, en condiciones geotécnicas similares, o en el caso de realizar excavaciones de ensayo a escala natural in situ que demuestren un comportamiento satisfactorio; deberán cumplir lo especificado en la Tabla 621 - 2.

Tabla 621 – 2. Características de la suspensión mineral para lodos de perforación

PROPIEDAD	RANGO DE VALORES		MÉTODO DE PRUEBA (Nota 1)
	ANTES DE LA INTRODUCCIÓN DE LA SUSPENSIÓN	AL MOMENTO DE VACIADO	
Densidad, kN/m ³	10.3 a 11.0	10.3 a 12.0	Balanza de lodos API 13B-1, Sección 1
Viscosidad, segundos	28 – 45	28 – 45	Cono Marsh API 13B-1, Sección 2
Contenido de arena, %	≤ 1%	≤ 6%	Medidor de contenido de arena API 13B-1, Sección 5
pH	8 - 11	8 - 11	Medidor pH

Nota 1: API = American Petroleum Institute

Nota 2: Los valores de densidad aumentan 0.3 kN/m³ en agua salada.

Nota 3: El cono de Marsh especificado corresponde al modelo de 152 mm en boca de entrada y 4,76 mm en boca de salida, embudo de 305 mm de altura y salida de 50 mm de altura.

Nota 4: Las pruebas de viscosidad y pH se deben realizar durante la excavación del pozo, para establecer un patrón de trabajo consistente.

Nota 5: Antes de colocar las armaduras del pilote de concreto armado, se deberán tomar muestras del lodo de perforación a partir del fondo de la excavación y a intervalos que no excedan los 3 metros para la altura total del lodo de perforación. Cualquier lodo de perforación altamente contaminado que se haya acumulado en el fondo de la excavación del pilote deberá ser reemplazado. Las características del lodo de perforación deberán estar dentro de los requisitos especificados en la tabla al momento del vaciado.

621.3 EQUIPO

La construcción de pilotes preexcavados requiere de equipos para la elaboración de agregados pétreos y la fabricación del concreto, los cuales deberán estar de acuerdo con el Artículo 630, numeral 630.3.

En relación con el resto del equipo requerido, dependerá del sistema de construcción adoptado, pero básicamente incluye grúas, taladros, barrenos, baldes de achique, equipo desarenador, equipo de muestreo, tuberías de vaciado, tuberías de revestimiento, bombas de concreto y, en general, cualquier otro equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

621.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

621.4.1 Procedimiento constructivo

Con suficiente anticipación a la iniciación de los trabajos, el Constructor debe presentar para aprobación del Interventor el procedimiento constructivo, para aprobación del Interventor. El informe debe contemplar al menos los siguientes aspectos:

- Procedimiento de fabricación.
- Lista del equipo propuesto.
- Detalles de la secuencia de construcción.
- Detalles de los métodos de excavación de pozos.
- Detalles del método propuesto para mezclar, recircular y desarenar el lodo de perforación, en caso de que se requiera.
- Detalles de los métodos de limpieza.
- Métodos para verificar la profundidad del pilote.
- Métodos para verificar la forma de las campanas, si ellas se requieren.
- Detalles de la colocación del refuerzo.
- Detalles de colocación, curado y protección del concreto.
- Detalles de las pruebas de carga requeridas, o pruebas especiales.
- Información adicional requerida por el Interventor.

El Constructor no podrá iniciar la construcción de pilotes preexcavados mientras el procedimiento constructivo no haya sido aprobado por el Interventor. Tal aprobación no lo exime de la responsabilidad por los resultados obtenidos.

621.4.2 Protección de estructuras existentes

El Constructor deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar daños a las estructuras e instalaciones existentes en vecindades de la zona de los trabajos. Estas medidas incluyen, pero no se limitan, a la

selección de los métodos y procedimientos de construcción que eviten socavación excesiva en la excavación de pozos, monitoreo y control de vibraciones provenientes del hincado de camisas y de la perforación del pozo o de las voladuras, en caso de que ellas se permitan.

Todos los daños y molestias que se produzcan por este motivo serán de su única y absoluta responsabilidad y, por lo tanto, todas las acciones técnicas y de cualquier otra índole que deban acometerse para enfrentar y resolver la situación planteada, deberán ser ejecutadas por el Constructor sin costo adicional para el INVÍAS.

621.4.3 Método de excavación

Toda excavación de fundaciones en las cuales existan pilotes preexcavados o perforados, deberá ser terminada antes que se inicie la construcción de los pilotes. Cuando se deban instalar pilotes preexcavados en conjunto con la colocación de terraplenes, los pilotes deberán ser construidos después de la colocación del relleno, a menos que los planos del proyecto o el Interventor indiquen lo contrario.

Se deberá llevar un registro continuo de la perforación de cada pilote, donde se consignen la profundidad y la calidad del terreno excavado, además de los rendimientos obtenidos durante el proceso.

Las excavaciones para pilotes acampanados se efectuarán de acuerdo con las dimensiones y cotas indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor. El método por utilizar será el señalado en los documentos del proyecto y deberá ser el adecuado para los fines propuestos y los materiales existentes. Si no se indica ningún método en particular, el Constructor podrá seleccionar y utilizar el sistema que considere apropiado para realizar el trabajo, el cual deberá someter a la aprobación del Interventor.

621.4.4 Verificación del fondo de la excavación

La cota de fondo del pilote mostrada en los planos se podrá ajustar durante el proceso de construcción, si se determina que el material de fundación encontrado no es adecuado y difiere del material considerado en el diseño de los pilotes.

El Constructor tomará las muestras o núcleos de roca indicados en los planos u ordenados por el Interventor para determinar las características

del material que se encuentra por debajo de la excavación del pilote. El Interventor determinará, una vez inspeccionados los núcleos o las muestras, la profundidad final de la excavación del pozo.

Los materiales provenientes de la excavación y los líquidos utilizados en la perforación deberán ser retirados, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el proyecto o según lo ordene el Interventor.

Cuando los planos indiquen cimientos acampanados, éstos deberán ser excavados para conformar un área de apoyo de la forma y el tamaño indicados en los planos. La forma de campana se obtendrá mediante la utilización de métodos mecánicos de excavación.

621.4.5 Hinca de camisas

Los revestimientos o camisas deberán ser metálicos, lisos, herméticos y suficientemente resistentes para soportar los esfuerzos de manejo e hincado, lo mismo que la presión ejercida por el concreto y el material de terreno circundante. El diámetro interior de las camisas no deberá ser inferior al tamaño especificado del pilote.

Las camisas, que podrán ser temporales o definitivas, se hincarán por un procedimiento adecuado, empleando equipos previamente aprobados por el Interventor.

En el caso de camisa permanente y al término de la excavación, el encamisado deberá ser recortado a la cota indicada.

Las camisas temporales deberán ser retiradas mientras el concreto sea manejable. Generalmente, el retiro de las camisas temporales no se deberá iniciar hasta tanto el concreto no se encuentre a nivel o por encima de la superficie del terreno. Se permite el empleo de un movimiento de rotación de la camisa ejerciendo presiones hacia arriba para facilitar su extracción o la utilización de un implemento vibratorio. La extracción de la camisa se deberá realizar lentamente, a una velocidad uniforme, con una tracción paralela al eje del pilote. Sobre el fondo de la camisa se deberá mantener una cabeza de concreto suficiente para vencer la presión hidrostática ejercida por el agua o el líquido de perforación que esté por fuera de la camisa.

621.4.6 Lodos de perforación

Cuando se deba emplear la suspensión, cuyas características se han definido en el numeral 621.2.4, su nivel se deberá mantener a una altura adecuada para garantizar la estabilidad de la excavación; el nivel deberá estar siempre, como mínimo, un metro (1 m) por encima del nivel freático.

La suspensión mineral deberá ser premezclada con agua dulce y permitírsele suficiente tiempo de hidratación, antes de introducirla en la excavación del pozo.

Cuando lo indiquen los documentos del proyecto, se deberán proporcionar tanques adecuados para la suspensión, pero en este caso no se permiten pozos excavados de suspensión, a menos que el Interventor lo autorice por escrito. Se deberán tomar las medidas que se requieran, tales como agitación, circulación y ajuste de las propiedades de la suspensión, con el fin de evitar el fragüe de ésta en la excavación del pozo.

Antes de colocar el concreto del pilote, se deberán tomar muestras de la suspensión desde el fondo y a intervalos que no superen de tres metros (3.0 m) en toda la altura de la suspensión. Cualquier suspensión altamente contaminada que se haya acumulado en el fondo del pozo, deberá ser renovada.

Inmediatamente antes de iniciar el vaciado del concreto para el pilote, la suspensión mineral deberá estar dentro de los requisitos establecidos en la Tabla 621 - 2. Si estos requisitos no se cumplen, la suspensión se deberá renovar hasta obtener los requisitos especificados, para poder iniciar el proceso de colocación del concreto.

621.4.7 Inspección de la excavación

El Constructor deberá suministrar equipo para verificar las dimensiones y alineamientos de cada excavación de pilotes. Tal verificación deberá hacerla bajo la dirección del Interventor. La profundidad final del pozo se medirá luego de completar la limpieza final.

La excavación del pozo se deberá limpiar hasta que el cincuenta por ciento (50 %) de la base, como mínimo, tenga menos de un centímetro

(1.0 cm) de sedimento y, en ningún lugar de la base, más de cuatro centímetros (4.0 cm) de sedimento.

La limpieza del pozo debe ser aprobada por el Interventor.

621.4.8 Construcción y colocación de la canasta de refuerzo

La canasta de refuerzo comprende el acero indicado en los planos, adicionado de las varillas de refuerzo de la canasta y de espaciadores, centralizadores y otros accesorios necesarios completamente ensamblados y colocados como una unidad, inmediatamente después de que el Interventor inspeccione y acepte la excavación del pozo, y antes de la colocación del concreto.

El acero de refuerzo dentro del pozo se deberá amarrar y soportar dentro de las tolerancias permitidas, hasta que el concreto lo soporte por sí mismo.

Cuando se coloque el concreto por medio de tubería de vaciado, se deberán utilizar dispositivos de anclaje temporales, para evitar que la canasta se levante durante la colocación del concreto.

Los espaciadores de concreto o cualquier otro dispositivo de separación no corrosivo aprobado, deberán ser utilizados a intervalos que no excedan de uno y medio metros (1.5 m) a lo largo del pozo, para garantizar la posición concéntrica de la canasta dentro de la excavación.

Cuando las varillas de refuerzo longitudinal exceden de veinticinco milímetros (25 mm) (No. 8), dicho espaciamiento no deberá ser mayor de tres metros (3.0 m).

621.4.9 Colocación, curado y protección del concreto

El concreto deberá ser vaciado dentro del pozo tan pronto como sea posible, luego de colocar la canasta de acero de refuerzo con todos sus aditamentos.

El Constructor cuidará que en ningún momento la altura de caída del hormigón sea más de 1.50 m; en caso de que el concreto vaya a ser colocado bajo agua o suspensión, deberá ser colocado mediante un tubo de vaciado (tubo tremie) o por medio de bombeo. El tubo tremie se mantendrá en todo momento con su punta hundida a lo menos dos

metros (2 m) en el hormigón fresco. De esta forma, se garantizará la salida del hormigón contaminado a la superficie para su eliminación.

La colocación del concreto deberá ser continua hasta la cota superior del pozo y continuarse una vez llenado éste, hasta que se evidencie la buena calidad del concreto. No se aceptarán, en ningún caso, interrupciones, motivando el rechazo del pilote si esto sucediera.

Para pozos con diámetros inferiores a dos metros con cuarenta centímetros (2.40 m), el tiempo transcurrido desde el comienzo de colocación del concreto hasta su terminación no deberá exceder de dos (2) horas. Para pozos de diámetro igual o mayor, la rata de colocación de concreto no deberá ser inferior a nueve metros (9.0 m) de altura del pozo por cada período de dos (2) horas.

La mezcla del concreto deberá ser de un diseño tal, que permita mantener su estado plástico durante el límite de colocación de dos (2) horas.

Cuando la cota superior del pilote queda por encima del terreno, la porción que sobresale del terreno deberá ser conformada con una formaleta removible o una camisa permanente, cuando así lo establezcan los documentos del proyecto.

El concreto del pilote deberá ser vibrado o manipulado con una varilla, hasta una profundidad de cinco metros (5.0 m) debajo de la superficie del terreno, excepto cuando el material blando o suspensión que permanezca en la excavación pueda mezclarse con el concreto.

Luego de la colocación, las superficies expuestas transitoriamente del pilote de concreto deberán ser curadas. No se deberán ejecutar operaciones de construcción por lo menos durante cuarenta y ocho (48) horas después de la colocación del concreto, para evitar movimientos del terreno adyacente al pilote. Solamente se permite un vibrado moderado.

Las partes de pilotes expuestas a cuerpos de agua, deberán ser protegidas contra la acción del agua, dejando las formaletas por lo menos siete (7) días después de la colocación del concreto.

621.4.10 Perforaciones de prueba para pilotes preexcavados

Se deberán ejecutar perforaciones de prueba para pilotes preexcavados, cuando se establezca de esta forma en los documentos contractuales o lo ordene el Interventor. Dichas pruebas se utilizarán para determinar si los métodos, el equipo y los procedimientos empleados por el Constructor son suficientes para lograr excavaciones de pilotes que cumplan con los requisitos de los planos y las especificaciones.

Durante la ejecución de las perforaciones de prueba, el Constructor deberá revisar en forma permanente el comportamiento de la excavación y, si es necesario, deberá realizar en forma oportuna los ajustes necesarios en los métodos, el equipo o los procedimientos empleados, con el fin de completar satisfactoriamente la excavación.

La localización de los sitios para la ejecución de las perforaciones de prueba de pilotes deberá ser la indicada en los planos u ordenada por el Interventor. El diámetro y la profundidad de las perforaciones de prueba deberán ser los mismos de los pilotes preexcavados definitivos mostrados en los planos u ordenados por el Interventor. Las perforaciones se llenarán con concreto simple, colocado de la misma manera que los pilotes definitivos, a menos que se muestre en los planos o se indique por el Interventor un material diferente de relleno.

621.4.11 Pruebas de carga

Si los documentos del proyecto establecen la ejecución de pruebas de carga, éstas se deberán completar antes de proceder a la construcción de los pilotes preexcavados definitivos.

La localización de los pilotes de prueba y los pilotes de reacción, las cargas máximas por aplicar, el equipo de prueba que debe suministrar el Constructor y la ejecución de las pruebas de carga, corresponderán a lo indicado en los planos o en las disposiciones especiales. Los tipos de prueba serán los establecidos en los documentos del proyecto o los señalados por el Interventor; se utilizará el procedimiento que correspondan de los establecidos en las normas indicadas en la Tabla 621 – 3, según el tipo de prueba.

Tabla 621 - 3. Normas de referencia para pruebas de carga de pilotes

TIPO DE PRUEBA DE CARGA	NORMA ASTM
Carga de compresión axial estática	D 1143
Carga de tensión axial estática	D 3689
Carga lateral estática	D 3966
Prueba de carga dinámica de alta deformación	D 4945
Prueba de carga rápida a compresión por pulso de carga tipo Statnamic	D 7383

Luego de completarse la prueba, los pilotes de reacción que no han de ser utilizados como pilotes definitivos, se cortarán a un metro (1.0 m) por debajo de la superficie del terreno, y la parte cortada deberá ser retirada por el Constructor.

El Constructor deberá suministrar las cotas de punta especificadas para los pilotes definitivos dentro de las dos (2) semanas después de la última prueba de carga, lapso dentro del cual el Interventor analizará la información de las pruebas.

621.4.12 Pruebas de integridad

Cuando los documentos del proyecto lo contemplen o, a juicio del Interventor, haya necesidad de comprobar la integridad de los pilotes, se efectuarán ensayos de integridad. Los tipos de prueba serán los establecidos en los documentos del proyecto o los señalados por el Interventor; se utilizará el procedimiento que correspondan de los establecidos en las normas indicadas en la Tabla 621 – 4, según el tipo de prueba.

Tabla 620 - 4. Normas de referencia para pruebas de integridad de pilotes

TIPO DE PRUEBA DE INTEGRIDAD	NORMA ASTM
Prueba de integridad de baja deformación por impacto	D 5882
Prueba de integridad por ultrasonido mediante probetas introducidas en tubos paralelos instalados dentro del pilote (crosshole testing)	D 6760

621.4.13 Manejo ambiental

Todas las labores de pilotes prefabricados de concreto se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

621.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

621.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar permanentemente el estado de funcionamiento del equipo de construcción.
- Vigilar que se apliquen métodos de trabajo apropiados para el tipo de obra en ejecución.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad establecidos en el numeral 621.2.

Adicionalmente, el Interventor, en particular, adelantará los siguientes controles principales:

- Exigir la presentación de los planos de trabajo por parte del Constructor.
- Verificar que el Constructor emplee el equipo aprobado.
- Exigir al Constructor la adopción de medidas para garantizar la protección de las estructuras vecinas a la zona de trabajo.
- Ordenar las pruebas necesarias para comprobar la integridad y la capacidad de carga de los pilotes y efectuar las determinaciones pertinentes.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas por el Constructor, en acuerdo a la presente especificación.

621.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

621.5.2.1 Calidad del concreto

En relación con la calidad de los ingredientes y de la mezcla de concreto, regirá todo lo aplicable del Artículo 630, numeral 630.5.2.

No se aceptarán los pilotes cuya calidad de concreto resulte defectuosa.

El Constructor deberá ejecutar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, las verificaciones técnicas, los diseños y las obras que se requieran para sustituir los pilotes defectuosos por nuevos pilotes y reforzar las estructuras que se apoyen en ellos, de manera que se conserven las condiciones de resistencia, seguridad y funcionalidad del diseño original.

Las modificaciones propuestas por el Constructor deben ser aprobadas por el Interventor.

621.5.2.2 Acero de refuerzo

La calidad del acero de refuerzo deberá cumplir lo establecido en el Artículo 640, numeral 640.5.2.1.

En relación con las canastas de refuerzo, se aceptarán las tolerancias indicadas en el numeral 640.5.2.2 del mismo Artículo.

Las canastas de refuerzo que no cumpla estos requisitos no podrán ser instaladas en los pilotes del proyecto.

621.5.2.3 Calidad de la suspensión

Sus características se deberán ajustar, en todo, a las exigencias del numeral 621.2.4.

No se podrá iniciar la construcción de los pilotes si la suspensión mineral que está lista para su uso no cumple con los requisitos establecidos en dicho numeral para el momento de introducirla en la perforación; tampoco se autorizará el inicio del vaciado del concreto si la suspensión dentro de la perforación no cumple con los requisitos establecidos para el momento del vaciado.

621.5.2.4 Camisas de acero

Su calidad deberá satisfacer las exigencias del numeral 621.2.3. Su diámetro será el establecido en los documentos del proyecto, con las tolerancias que se indican en el numeral siguiente.

Las camisas que no cumplan los requisitos no podrán ser instaladas en los pilotes del proyecto.

621.5.2.5 Tolerancias de construcción

En la construcción de los pilotes preexcavados se aceptarán las siguientes tolerancias de construcción:

- El desplazamiento horizontal de los pilotes preexcavados, con respecto a la posición indicada en los planos del proyecto, no deberá exceder de siete y medio centímetros (7.5 cm), en cualquier dirección, en el nivel proyectado para la cabeza del pilote.
- El alineamiento vertical de la excavación del pilote no deberá variar del alineamiento proyectado en más de dos centímetros por metro (2 cm/m) de profundidad.
- Luego de colocado el concreto, el extremo superior de la canasta de refuerzo no deberá quedar más de quince centímetros (15 cm) por encima ni más de siete y medio centímetros (7.5 cm) por debajo de la posición proyectada.
- Cuando se utilicen camisas, su diámetro exterior no deberá ser inferior al diámetro del pilote indicado en los planos. En caso contrario, el diámetro mínimo del pozo perforado deberá ser igual al diámetro indicado en los planos para diámetros de sesenta centímetros (60 cm) o menos y hasta dos y medio centímetros (2.5 cm) menor de dicho diámetro, para pozos de diámetro superior a sesenta centímetros (60 cm).
- El área de apoyo de pilotes acampanados deberá ser excavada, como mínimo, igual al área de apoyo

proyectada. Cualquier otra dimensión indicada para cilindros acampanados puede variar para ajustarse al equipo utilizado, siempre que lo apruebe el Interventor.

- El nivel superior del pozo no deberá exceder de dos y medio centímetros (2.5 cm) del nivel superior especificado.
- El fondo de la excavación del pozo deberá quedar normal al eje de éste, con una desviación máxima de seis centímetros por metro (6 cm/m) de diámetro del pozo.

No se aceptará ningún pilote que no cumpla con las tolerancias estipuladas. En tal caso, el Constructor deberá remitir para aprobación del Interventor los métodos correctivos y no podrá continuar con la construcción del pilote, hasta obtener la aprobación respectiva.

621.5.2.6 Ensayos no destructivos

Cuando el pilote se construya por el método húmedo y cuando lo exijan los documentos del proyecto o el Interventor, el pilote terminado se deberá someter a pruebas no destructivas para determinar el alcance de los defectos que puedan presentarse en él.

El trabajo para tales pruebas se hará de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor, y los materiales, equipos y personal calificado que sean necesarios, deberán ser suministrados por el Constructor.

Si los resultados de los ensayos no destructivos, tales como ensayos sínicos o de impedancia mecánica, revelaran posibles anomalías, el Interventor podrá ordenar la comprobación del diseño teórico del pilote o la comprobación de la continuidad del pilote mediante sondeos, de cuya interpretación podrá establecer la necesidad de realizar pruebas de carga, la reparación del pilote o su rechazo, siendo los costos, en cualquier caso, a cargo del Constructor.

Si las pruebas realizadas descubren la presencia de vacíos o discontinuidades que, a juicio del Interventor, indiquen que el pilote no es estructuralmente adecuado, o que disminuyan su capacidad estructural en más del 10 %, el pilote será rechazado y se suspenderá la construcción de pilotes adicionales hasta que el Constructor repare, reemplace o suplemente el trabajo defectuoso, y el Interventor apruebe el trabajo de reparación. La suspensión en la construcción de pilotes preexcavados deberá permanecer hasta que el Interventor apruebe las modificaciones que se deban hacer a los métodos de construcción de los pilotes, presentadas por el Constructor.

Todo defecto de calidad de los materiales, de ejecución o terminación de los pilotes preexcavados deberá ser corregido por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

621.6 MEDIDA

621.6.1 Pilotes preexcavados

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de pilotes preexcavados de cada diámetro, construidos de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se realizará a lo largo del eje del pilote, a partir de las cotas de punta y de corte señaladas en los planos u ordenadas por el Interventor.

En la medida se incluirán los pilotes empleados en las pruebas de carga efectuadas por indicación de los documentos del proyecto o por solicitud del Interventor, así ellos no queden incorporados en la estructura permanente. No se medirán para pago los pilotes empleados en las pruebas de carga ordenadas por el Interventor por dudas en la calidad de algún pilote, como tampoco los empleados en las pruebas que se efectúen por solicitud del Constructor.

621.6.2 Bases acampanadas

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado a la centésima, de base acampanada de concreto construida de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El volumen se calculará con base en las dimensiones y formas especificadas en los planos y corresponderá al volumen por fuera de las dimensiones del pilote que se extiende hasta el fondo de la campana.

621.6.3 Perforaciones de prueba para pilotes

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de perforación de prueba para pilote del diámetro especificado, ejecutada a satisfacción del Interventor. La medida se realizará desde la cota del terreno al instante de iniciar la perforación, hasta el fondo de ésta. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

621.6.4 Perforaciones de prueba para bases acampanadas

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado a la centésima, de perforación de prueba para base acampanada ejecutada a satisfacción del Interventor. El volumen se calculará aplicando el mismo procedimiento descrito en el numeral 621.6.2. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

621.6.5 Camisas permanentes

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de camisa permanente de cada diámetro, suministrada e instalada de manera satisfactoria para el Interventor. La medida se realizará a lo largo de la camisa, desde el nivel superior de ella o del pilote, el que sea menor, hasta el fondo de la camisa en cada lugar donde se haya autorizado su utilización. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

621.6.6 Pruebas de carga

Las pruebas de carga se medirán por unidad (u), computándose únicamente las establecidas en los documentos del proyecto y las ordenadas por el Interventor, salvo en el caso señalado en el párrafo siguiente.

Las pruebas de carga ordenadas por el Interventor por dudas en la calidad del pilote no se medirán para pago, como tampoco las que se efectúen por solicitud del Constructor.

621.6.7 Pruebas de integridad

Si los documentos del proyecto contemplan que las pruebas de integridad se pagan por separado, ellas se medirán por unidad (u), computándose únicamente las establecidas en los documentos del proyecto y las ordenadas por el Interventor, salvo en el caso señalado en el párrafo siguiente.

Las pruebas de integridad ordenadas por el Interventor por dudas en la calidad del pilote no se medirán para pago, como tampoco las que se efectúen por solicitud del Constructor.

621.7 FORMA DE PAGO

621.7.1 Pilotes preexcavados

El pago de pilotes preexcavados se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato y deberá incluir todos los costos relacionados con la excavación del pozo, retiro, cargue, transporte y disposición del material proveniente de la excavación, el suministro y la colocación del acero de refuerzo y el concreto, y el curado de este último, lo mismo que la mano de obra, equipo, materiales, suministro, instalación y remoción de las camisas temporales; así como la provisión de todos los demás accesorios necesarios para completar el trabajo de acuerdo con los planos y esta especificación, a satisfacción del Interventor.

Si los documentos del proyecto así lo establecen, el precio unitario deberá incluir los costos de las pruebas de integridad, incluyendo todos los costos por mano de obra, equipo y materiales requeridos para su correcta ejecución.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de preparación de los planos de trabajo, así como los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

621.7.2 Bases acampanadas

El pago se hará al precio unitario del contrato por todo volumen de base acampanada construido de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir los costos de excavación, remoción, cargue, transporte y disposición del material excavado; suministro y colocación del concreto por fuera del diámetro del pilote perforado; así como toda la mano de obra, materiales, equipo y demás costos adicionales que se requieran para la correcta terminación de las bases acampanadas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

621.7.3 Perforaciones de prueba para pilotes

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda perforación de prueba para pilotes ejecutada satisfactoriamente. El precio unitario deberá incluir todos los costos de excavación, remoción, cargue, transporte y disposición del material excavado; suministro y colocación del concreto o material de relleno; así como toda la mano de obra, materiales, equipos y demás costos adicionales requeridos para la correcta ejecución de las perforaciones de prueba para pilotes de acuerdo con los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

Si los documentos del proyecto así lo establecen, el precio unitario deberá incluir los costos de las pruebas de integridad, incluyendo todos los costos por mano de obra, equipo y materiales requeridos para su correcta ejecución. En caso contrario, estas pruebas se pagarán como se indica en el numeral 621.7.7.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

621.7.4 Perforaciones de prueba para bases acampanadas

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda perforación de prueba para bases acampanadas ejecutada a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación y remoción, cargue, transporte y disposición del material excavado; suministro y colocación del concreto o material de relleno por fuera del diámetro del pilote perforado; así como toda la mano de obra, materiales, equipos y demás costos adicionales requeridos para la correcta terminación de las perforaciones de prueba para bases acampanadas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

621.7.5 Camisas permanentes

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, el cual deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro y la correcta instalación de las camisas permanentes en los sitios y con las dimensiones previstas en los documentos del proyecto o autorizados por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

621.7.6 Pruebas de carga

Se pagarán al precio unitario del contrato, el cual deberá incluir todos los costos relacionados con su correcta ejecución, según lo determine el Interventor, incluido el corte de los pilotes de reacción y el retiro y la disposición del material cortado. El precio unitario deberá incluir, además, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo realizadas porque, a juicio del Interventor, existen dudas con respecto a la calidad del pilote, no se medirán ni se pagarán, como tampoco las que se efectúen por solicitud del Constructor.

621.7.7 Pruebas de integridad

Si los documentos del proyecto contemplan que las pruebas de integridad se pagan por separado, el pago se hará al precio unitario respectivo, el cual deberá incluir todos los costos por mano de obra, equipo y materiales requeridos para su correcta ejecución. El precio unitario deberá incluir, además, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor

Las pruebas de integridad realizadas por porque, a juicio del Interventor, existen dudas con respecto a la calidad del pilote, no se medirán ni se pagarán, como tampoco las que se efectúen por solicitud de Constructor.

621.7.8 Otras consideraciones

En todos los casos, el respectivo precio unitario deberá incluir los costos necesarios para la protección de las estructuras aledañas, así como los de señalización preventiva de la vía y ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos. Los ensayos no destructivos en los pilotes, realizados por dudas en la calidad del pilote surgidas al Interventor por causas imputables al Constructor, no se medirán ni se pagarán, como tampoco las que se efectúen por solicitud de este último.

621.8 ÍTEM DE PAGO

621.1	Pilote de concreto vaciado in situ, de diámetro _____	Metro lineal (m)
621.2	Base acampanada	Metro cúbico (m ³)
621.3	Perforación de prueba para pilote, de diámetro _____	Metro lineal (m)
621.4	Perforación de prueba para base acampanada	Metro cúbico (m ³)
621.5	Camisa permanente de diámetro exterior _____	Metro lineal (m)
621.6	Prueba de carga tipo _____	Unidad (u)
621.7	Prueba de integridad tipo _____	Unidad (u)

Nota: se deberán elaborar ítems de pago independientes por cada diámetro de pilote, por cada diámetro de camisa permanente y por cada tipo de prueba de carga o de integridad que contemple el proyecto.

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TABLESTACADOS

ARTÍCULO 622 – 13

622.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro o la fabricación, transporte, manejo, almacenamiento e hincado de tablestacas de los tipos, secciones y longitudes indicados en los planos u ordenados por el Interventor.

También, comprende el suministro y erección de cualquier arriostramiento, macizos de anclaje, tirantes y otros miembros que muestren los planos y que sean necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

622.2 MATERIALES

622.2.1 Tablestacado de madera

Se utilizará madera aserrada o desbastada, tratada o sin tratar, de la mejor calidad que se encuentre en la zona de las obras, y que su resistencia se haya considerado dentro del diseño previamente realizado, de acuerdo con lo señalado en los documentos o en las especificaciones particulares del proyecto. Su calidad deberá ser tal, que soporte satisfactoriamente el hincamiento, sin presentar agrietamientos o daños por el proceso.

622.2.2 Tablestacado de concreto reforzado

Los documentos del proyecto deberán definir la clase de concreto para las tablestacas de concreto reforzado; el concreto deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 28 MPa a 28 días, a no ser que los planos o las especificaciones particulares lo indiquen de otra manera. Los materiales y su preparación y fabricación, deberán estar de acuerdo con el Artículo 630. El acero para el refuerzo, deberá llenar los requisitos del Artículo 640.

622.2.3 Tablestacado de concreto pre-esforzado

Los documentos del proyecto deberán definir la clase de concreto para las tablestacas de concreto pre-esforzado; el concreto deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 35 MPa a 28 días, a no ser que los

planos o las especificaciones particulares lo indiquen de otra manera. Los materiales, su preparación y su fabricación, deberán estar de acuerdo con el Artículo 630. El acero para refuerzo, deberá llenar los requisitos del Artículo 640; los cables de alta resistencia, los del Artículo 641, y la lechada para ductos, los del Artículo 631.

622.2.4 Tablestacado metálico

Se deberán utilizar láminas metálicas del tipo, espesores y características físicas, químicas y mecánicas señaladas en los planos o las especificaciones particulares del proyecto. Se podrán utilizar perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial, cuya resistencia característica a tracción sea superior a trescientos cuarenta megapascales (340 MPa). En todos los casos, el metal deberá cumplir los requisitos del Artículo 650 de estas especificaciones.

El tablestacado deberá cumplir lo señalado en las especificaciones AASHTO M 202 o ASTM A 328, salvo que los documentos del proyecto o las especificaciones particulares indiquen algo diferente.

El acero deberá permitir soldadura eléctrica.

622.2.5 Consideraciones especiales con respecto a la reutilización de tablestacas

Solamente se permitirá la reutilización de tablestacas cuando así lo indiquen los documentos del proyecto; en este caso, se debe garantizar que cumplan las especificaciones de este Artículo y las especificaciones particulares del proyecto en relación con el tipo, tamaño, y calidad de los materiales.

En especial, se atenderá el requerimiento de la flecha formada por el elemento respecto a la recta que definen sus dos extremos, indicada en el numeral 622.5.2.2.

En el caso de que las tablestacas posean pestañas para adosarse unas con otras, éstas se deberán encontrar en un estado aceptable, permitiendo su unión sin ninguna dificultad.

622.2.6 Mortero

El mortero requerido para el sello de juntas y calafates de tablestacados de concreto deberá estar compuesto por una mezcla de una (1) parte de cemento y dos (2) de arena limpia, en volumen.

622.3 EQUIPO

El Constructor deberá disponer de todos los equipos necesarios para la preparación, transporte e instalación adecuada de las tablestacas. En particular, los equipos y métodos de instalación o hinca, deberán ser los comúnmente recomendados para esta clase de trabajos. Las herramientas para el recorte de tablestacas deberán ser adecuadas para el material por cortar.

Los equipos que utilicen martillos para la hinca de las tablestacas deberán tener guías en todo el recorrido para propiciar el golpe, las cuales deberán contar con la aprobación del Interventor.

622.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

622.4.1 Condiciones generales

Será de responsabilidad del Constructor el proyecto y la construcción del tablestacado. Éste deberá poseer la rigidez suficiente para soportar todas las cargas y demás acciones posibles de ocurrir durante la etapa constructiva y garantizar que la obra acabada tenga la geometría, las dimensiones y los alineamientos indicados en los documentos del proyecto.

622.4.2 Procedimiento constructivo

Con suficiente anticipación a la iniciación de los trabajos, el Constructor debe presentar para aprobación del Interventor el procedimiento constructivo. El informe debe contemplar, al menos, los siguientes aspectos:

- Lista completa del equipo.
- Disposición y manejo del patio de fabricación de las tablestacas (si se contempla prefabricación).

- Procedimiento de fabricación (si se contempla prefabricación).
- Procedimiento de cargue, transporte e izado, y verificación de la capacidad de las tablestacas para resistir los esfuerzos que se generan con estas operaciones.
- Método y secuencia de hincado.
- Características del martillo, con sus respectivos soportes, acompañado del análisis del cumplimiento de los requisitos establecidos para el mismo en esta especificación.
- Verificación de la capacidad del martillo para el cumplimiento de los requisitos del proyecto en cuanto a profundidad y penetración en el estrato portante (si se requiere).
- Verificación de la conservación de las características de las tablestacas en el proceso de hinca.
- Criterio de rechazo, si aplica.
- Programa de ejecución.
- Programa de control de calidad.

El Constructor no podrá iniciar la construcción del tablestacado mientras el procedimiento constructivo no haya sido aprobado por el Interventor. Tal aprobación no lo exime de la responsabilidad por los resultados obtenidos.

622.4.3 Suministro, manejo y almacenamiento

El Constructor deberá suministrar los elementos con las dimensiones y las características físicas señaladas en los planos y demás documentos del proyecto.

El manejo y el almacenamiento de las tablestacas se realizarán de manera de garantizar la mayor seguridad de las personas e instalaciones circundantes a la obra, atendiendo la normatividad al respecto. Cualquier daño o perjuicio causado será responsabilidad del Constructor, quién deberá responder por ello con sus propios recursos.

El transporte y manejo del tablestacado se deberán efectuar con el mayor cuidado, para evitar cualquier deformación, ranuras, quebraduras y astilladuras.

Las piezas deberán ser almacenadas en sitios limpios en todo momento, bien drenados y protegidos de los efectos de agua. Las piezas deberán ser separadas mediante trozos de madera u otros elementos adecuados durante el almacenamiento, para evitar los deterioros que se puedan presentar por el contacto directo entre ellas o por cualquier otro agente, tales como el cambio de la geometría, daños en los elementos de unión y posibles revestimientos que se presenten.

Se pondrá especial cuidado en la forma de almacenamiento y la cantidad por apilamiento, para evitar daños por sollicitaciones estructurales no consideradas en el diseño de los elementos.

Si por alguna razón se debe variar alguna de las características geométricas de las tablestacas suministradas, ésta deberá ser aprobada por el Interventor.

622.4.4 Hinca

Se deberá disponer de guías para las tablestacas, las cuales pueden consistir en una doble fila de tablones o piezas de madera de mayor sección, colocados a poca altura del suelo, de forma que el eje del hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas a construir. Esta doble fila de tablones estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno, y la distancia entre sus caras interiores no excederá del espesor de la pared de tablestacas en más de dos centímetros (2 cm).

Para tablestacas muy largas, se puede requerir la instalación de una segunda guía situada por encima de la primera, con el fin de garantizar la verticalidad del tablestacado.

El tablestacado se hincará, preferiblemente, mediante martillo vibratorio. En caso de que el martillo vibratorio no consiga hincar la tablestaca hasta las cotas definidas en el proyecto, se podrá usar un martillo de hinca por golpes; en este caso, el martinete puede ser de gravedad o de cualquier tipo de acción que se use normalmente en la hinca de pilotes. Si se hinca con martinete, las cabezas de las tablestacas se deberán proteger por medio de accesorios adecuados, para evitar su deformación o deterioro por los golpes.

Si los documentos del proyecto así lo contemplan, se podrá complementar el trabajo de estos equipos con sistemas de inyección de agua a presión.

En los casos en que se necesiten chorros de agua, se requiere un mínimo de dos. El volumen y la presión de agua en las boquillas deberá ser tal que erosione libremente el material adyacente.

La hincas de la tablestaca se realizará hasta la penetración o capacidad de soporte especificados y aceptados por el Interventor.

Las ayudas a la hincas, tales como la preperforación o la lubricación de juntas, serán utilizadas únicamente con el consentimiento por escrito del Interventor.

Las tablestacas de concreto con unión machihembrada, en la porción bajo tierra, y unión de acanaladura doble en la porción expuesta, deberán tener, después de instaladas, las ranuras superiores libres de arena, fango o escombros y totalmente rellenas por un mortero constituido por una (1) parte de cemento y dos (2) de arena, en volumen. El tratamiento de mortero se aplicará, también, para la corrección de desportilladuras del concreto a causa de la hincas.

622.4.5 Recortes

Terminada la hincas, se cortarán, si es preciso, los extremos superiores de las tablestacas, de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los planos. El corte se efectuará con herramienta apropiada para el material de la tablestaca.

En los tablestacados de madera, después de recortar los excedentes, las partes superiores se deberán tratar profusamente con aceite de creosota caliente y después con alquitrán. Se podrá emplear otro tratamiento, si así lo contemplan los documentos del proyecto o la autoriza el Interventor.

622.4.6 Limpieza

Terminado el trabajo de tablestacado, el Constructor deberá retirar del lugar de la obra todos los excedentes y recortes de las tablestacas y

demás desperdicios, transportarlos y disponerlos en lugares apropiados, a satisfacción del Interventor.

622.4.7 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de tablestado deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

Por ningún motivo se permitirá arrojar materiales sobrantes a los cursos de agua.

622.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

622.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la hincas de los elementos.
- Verificar que los elementos cumplan en cuanto a resistencia, composición y dimensiones.

Adicionalmente, el Interventor, en particular, adelantará los siguientes controles principales:

- Ordenar la ejecución de los ensayos de control de la madera, el concreto y del acero.
- Exigir la presentación de los planos de trabajo por parte del Constructor.

- Verificar que el Constructor emplee el equipo aprobado.
- Exigir al Constructor la adopción de medidas para garantizar la protección de las estructuras vecinas a la zona de trabajo.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas por el Constructor, en acuerdo a la presente especificación.

622.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

622.5.2.1 Calidad de los materiales

Las verificaciones de calidad de los materiales constitutivos de las tablestacas se realizarán conforme lo establece la especificación correspondiente a dicho material.

Previo a la construcción de las tablestacas se deberá presentar al Interventor, para su aprobación, un informe con una descripción detallada de todas las actividades, materiales, procedimientos y ensayos previstos, a efectos de garantizar la impermeabilidad, como lo indica el numeral 622.4.2.

622.5.2.2 Dimensiones, forma y peso

Las dimensiones, formas y peso de los elementos serán los que figuren en los planos y especificaciones particulares del proyecto, admitiéndose las tolerancias en dimensiones que indica la Tabla 622 - 1.

Tabla 622 – 1. Tolerancias en dimensiones

DIMENSIÓN	POSICIÓN DE LA CABEZA DE LA TABLESTACA (Todas las direcciones horizontales)
Longitud	Entre + 200 mm y - 50 mm
Ancho	Entre + 10 mm y - 10 mm
Espesor	Entre + 3 mm y - 3 mm

La flecha máxima, con respecto a la recta formada por los dos extremos del elemento, no será mayor a un doscientosavo (1/200) de su longitud (L).

622.5.2.3 Posición y verticalidad

Salvo que los documentos del proyecto establezcan algo en contrario, la posición y la verticalidad de las tablestacas, una vez colocadas, deberán cumplir las tolerancias especificadas en la Tabla 622 - 2.

Tabla 622 – 2. Tolerancia en posición y verticalidad

TIPO DE TABLESTACA	DESCRIPCIÓN	POSICIÓN DE LA CABEZA DE LA TABLESTACA (Todas las direcciones horizontales)	VERTICALIDAD DEL METRO SUPERIOR (Todas las direcciones)
Sencilla	En tierra y en agua	≤ 100 mm	≤ 1.5 %
Combinada	Pilotes primarios	≤ 20 mm	≤ 0.5 %

Los sistemas para medir la posición y la verticalidad del tablestacado deberán ser acordes con la tolerancia permitida y deberán ser aceptados y aprobados por el Interventor.

622.5.2.4 Consideraciones especiales

Si existen estructuras o instalaciones sensibles en el entorno de la obra, se deberá verificar, mediante pruebas de hincas o por experiencias previas, la seguridad de éstas; en todo caso, cualquier daño o perjuicio causado será responsabilidad del Constructor, quien deberá responder por ello con sus propios recursos.

Todo trabajo de tablestacas donde la calidad de los materiales o del producto terminado exceda las tolerancias indicadas en esta especificación y en las complementarias a ella, deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

622.6 MEDIDA**622.6.1 Tablestacados**

La unidad de medida del tablestacado será el metro cuadrado (m²), aproximado al decímetro, de tablestaca suministrada y colocada en obra, de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del

Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El área de los tablestacados, cualquiera que sea su tipo, se medirá sobre los planos del proyecto y teniendo en cuenta las modificaciones aprobadas por el Interventor.

622.6.2 Cortes de extremo superior

La unidad de medida para el corte del extremo superior del elemento, una vez hincado, será el metro lineal (m), aproximado al décimo de metro, debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor. Tampoco se medirán, para efectos de pago, las lechadas de sello de tablestacados de concreto, los empalmes de soldadura de los tablestacados metálicos, ni los largueros, arriostramientos, macizos de anclaje, tirantes u otros miembros que el Constructor deba suministrar y que sean necesarios para ejecutar el trabajo.

622.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, transportes, manejo, almacenamiento, corte, limpieza, colocación de todos los materiales y elementos requeridos para la construcción del tablestacado, equipos y mano de obra necesarios para ejecutar correctamente el trabajo especificado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir, además, los costos de permisos y patentes que utilice el Constructor, así como la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario para el corte del extremo superior del elemento, para cada tipo de tablestacado, incluye los costos por concepto de mano de obra, equipo y el retiro de materiales sobrantes al sitio señalado por los documentos del proyecto o por el Interventor, y, en general, todo costo relacionado para terminar el trabajo de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

Cada uno de los precios unitarios deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

622.8 ÍTEM DE PAGO

622.1	Tablestacado de madera	Metro cuadrado (m ²)
622.2	Tablestacado metálico	Metro cuadrado (m ²)
622.3	Tablestacado de concreto reforzado	Metro cuadrado (m ²)
622.4	Tablestacado de concreto preesforzado	Metro cuadrado (m ²)
622.5	Corte del extremo superior del elemento	Metro lineal (m)

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ANCLAJES

ARTÍCULO 623 – 13

623.1 DESCRIPCIÓN

Un anclaje se define como un dispositivo capaz de transmitir una carga de tracción en una zona del terreno que pueda soportar dicho esfuerzo. Los anclajes consistirán en barras o cables de acero introducidos en el macizo rocoso mediante una perforación y adheridos a éste mediante una inyección de lechada o mortero de cemento, para que, una vez tensionados, formen un bulbo de empotramiento dentro de la masa del terreno.

Este trabajo consiste en la perforación de barrenos y la eventual colocación de conductos de protección para la perforación; en la introducción de barras o cables de acero con dimensiones adecuadas para resistir las exigencias de su tensionamiento; en la inyección de la lechada o mortero de cemento y en el tensionamiento del elemento de anclaje, de acuerdo con los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

623.2 MATERIALES

623.2.1 Barras y cables de acero

Las barras de acero y cables deberán cumplir los requisitos establecidos en los Artículos 640, “Acero de refuerzo”, y 641, “Acero de preesfuerzo”, respectivamente.

623.2.2 Conductos de protección

En especial, deberán ser continuos y estancos a la humedad. Las juntas deberán estar selladas herméticamente, de tal manera que se impida el paso de la humedad.

623.2.3 Cemento y agua

El agua y el cemento que se utilicen en la preparación del mortero deberán cumplir todos los requisitos estipulados para estos materiales. El cemento deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 501, “Suministro de cemento hidráulico”, y deberá ser del tipo indicado en los

documentos del proyecto. El agua utilizada en la mezcla del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de cloruros, aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y demás sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el anclaje, debiendo cumplir lo estipulado en el numeral 630.2.3 de Artículo 630. Si el agua a utilizar es potable, no se requerirá la elaboración de ensayos de calidad.

623.2.4 Arena

La arena para la preparación del mortero deberá cumplir los requisitos generales estipulados para el agregado fino que se emplee en concretos estructurales, de conformidad con lo indicado en el Artículo 630. Para una mejor manejabilidad del mortero, se podrá utilizar la granulometría que se indica en la Tabla 623 – 1.

Tabla 623 – 1. Granulometría del agregado para morteros utilizados en anclajes

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)		
	2.36	0.3	0.075
	No. 8	No.50	No.200
PORCENTAJE QUE PASA (%)			
UNICA	100	20 - 60	0 - 3

623.2.5 Aditivos para la lechada o mortero de cemento

Los aditivos que se utilicen en la lechada o mortero de cemento se deberán someter a la aprobación previa del Interventor. No se podrán utilizar aditivos que contengan cloruro de calcio o iones de cloruro. El acelerante para mortero se deberá utilizar en proporciones tales que garanticen la resistencia del mortero a largo plazo y protejan el sistema de anclaje de la corrosión.

623.2.6 Resina sintética

La resina sintética deberá ser de marca aprobada por el Interventor y se deberá almacenar y manejar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Si los documentos del proyecto o el Interventor lo indican, se deberán suministrar dos tipos de resina: una de fraguado rápido de tres a cinco minutos (3 a 5 min) a cinco grados Celsius (5° C), y otra de fraguado lento de quince a treinta minutos (15 a 30 min) a veinticinco grados Celsius (25° C).

623.2.7 Elementos de seguro para el tensionamiento

Serán los apropiados para tal fin, compatibles entre sí, y deberán contar con una adecuada calidad, soportar la tensión de diseño y ser avalados por el Interventor.

623.3 EQUIPO

El Constructor deberá proporcionar para la perforación equipos de rotación o de avance con percusión y lavado, dependiendo de las características del macizo a perforar. La capacidad de los equipos deberá ser compatible con los anclajes a instalar.

Para la inyección de la lechada se deberá disponer de una bomba con la capacidad necesaria para suministrar la presión de inyección requerida. El equipo deberá estar dotado de un manómetro adecuado para el control de la presión aplicada.

Los equipos de tensionamiento deberán ser calibrados regularmente y estar dotados con dispositivos permanentes de medida, que permitan calcular la fuerza total aplicada al anclaje durante el tensado.

623.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

623.4.1 Suministro, manejo y almacenamiento

El Constructor deberá suministrar todos los elementos necesarios, con las dimensiones y características adecuadas, para la correcta ejecución de las perforaciones e instalación de los anclajes.

El transporte y el manejo del equipo se deberán efectuar con las condiciones de seguridad necesarias para evitar inconvenientes y atrasos en la ejecución de los anclajes.

Todas las partes constitutivas del anclaje, sin excepción, deberán ser almacenadas y manipuladas en ambientes limpios y secos, cuidando de no causar deterioros, golpes, torceduras o curvaturas excesivas a los elementos, lo cual será causa de rechazo del anclaje.

623.4.2 Instalación

Las perforaciones para la instalación de los anclajes se deberán realizar exactamente del diámetro que indiquen los planos del proyecto o apruebe el Interventor y hasta las profundidades indicadas en los planos o recomendadas por el Interventor. Antes de instalar un anclaje, se deberá limpiar con aire a presión, utilizando un compresor que genere un volumen de aire no menor a siete (7) metros cúbicos por minuto (doscientos cincuenta (250) pies cúbicos por minuto).

La operación de tensado de los anclajes se deberá hacer, preferentemente, en una sola operación. La secuencia del proceso del tensado de los anclajes se deberá especificar antes del inicio de los trabajos.

Durante los ensayos y las fases de tensado de los anclajes se deberá asegurar que no se produzca ningún deterioro en ellos.

La inyección de la lechada o del mortero de cemento se realizará con equipos y procedimientos aprobados por el Interventor. El proceso de inyección se deberá empezar en la zona más baja y continuar hacia arriba sin interrupciones, una vez iniciada la operación. El método empleado deberá asegurar la eliminación del aire y del agua para conseguir rellenar íntegramente la perforación.

Cuando se utilice resina sintética, se hará siguiendo las instrucciones del fabricante para los sitios indicados y aprobados por el Interventor.

El tiempo transcurrido entre la perforación y la instalación del anclaje deberá ser el mínimo posible, pero en ningún caso podrá exceder de seis (6) horas.

623.4.3 Limpieza

Terminado el trabajo de colocación e instalación de los anclajes, el Constructor deberá retirar del lugar de la obra todos los excedentes y equipos empleados en la perforación. En cuanto a los desperdicios, estos deberán ser transportados y dispuestos en lugares apropiados, a plena satisfacción del Interventor.

623.4.4 Ensayos de carga

El ensayo de carga será realizado con el fin de evaluar la calidad y la resistencia de los anclajes. Las pruebas de carga se utilizarán para tres propósitos: en la fase de experimentación, para poner a punto los procedimientos constructivos; para la aceptación del trabajo, si así lo determinan los documentos del proyecto; o en caso de duda, para verificar la calidad de los anclajes.

La localización de los anclajes de prueba, las cargas máximas por aplicar, el equipo de prueba que deba suministrar el Constructor y la ejecución de las pruebas de carga, corresponderán a lo indicado en los planos o lo autorizado por el Interventor.

623.4.5 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de anclajes deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y de los recursos naturales, los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre el particular. En especial, se deberá tener especial cuidado en que todo material sobrante sea retirado de las proximidades del sitio de los anclajes, transportado y depositado en vertederos autorizados, donde no pueda contaminar las fuentes de agua.

623.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

623.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos se adelantarán, principalmente, los siguientes controles:

- Verificar el estado de funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales que van a ser utilizados cumplan con los requisitos de calidad establecidos en el presente Artículo.
- Efectuar los ensayos de control que sean necesarios.
- Supervisar la correcta aplicación del método previamente aceptado para la instalación de los anclajes.

- Medir las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

El Interventor ordenará las pruebas necesarias para comprobar la capacidad de los anclajes.

623.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

623.5.2.1 Calidad de los materiales

En relación con la calidad de los materiales que componen el anclaje y la inyección, se deberá cumplir con todas sus características y, en especial, con lo establecido en el numeral 623.2.

623.5.2.2 Tolerancias de construcción

En la construcción de anclajes, se aceptarán las siguientes tolerancias de construcción:

- El desplazamiento de la cabeza del anclaje no deberá diferir de lo prescrito, en más de cincuenta milímetros (50 mm), medidos en cualquier dirección.
- El alineamiento de la excavación del anclaje no deberá variar del alineamiento proyectado en más de veinte milímetros por metro de profundidad (20 mm/m), medidos en cualquier dirección.

623.5.2.3 Pruebas de carga

Si en la realización de las pruebas de carga establecidas en los planos u ordenadas por el Interventor, se producen desplazamientos mayores a los permitidos en los documentos del proyecto o en esta especificación, el Interventor podrá ordenar la ejecución de nuevas series de control sobre muestras de tres (3) anclajes por cada anclaje defectuoso encontrado, sin que ello implique costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías.

Todo anclaje defectuoso por problemas de calidad de los materiales, por incumplimiento en las tolerancias de construcción o por comportamiento no satisfactorio en las pruebas de carga deberá ser reemplazado por el

Constructor por uno o varios anclajes nuevos, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de manera que se conserven las condiciones de resistencia, seguridad y funcionalidad del diseño original. El plan de disposición de los nuevos anclajes que proponga el Constructor para suplir los anclajes deficientes deberá ser aprobado por el Interventor.

623.6 MEDIDA

623.6.1 Anclajes

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de anclaje construido satisfactoriamente, con las dimensiones y alineamientos mostrados en los planos o indicados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán, para efectos de pago, longitudes de anclaje en exceso de las indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.

El Interventor solo medirá los anclajes cuando el Constructor los haya completado totalmente y hayan superado las pruebas de calidad establecidas en los documentos del proyecto y esta especificación.

623.6.2 Pruebas de carga

Las pruebas de carga se medirán por unidad (u), computándose únicamente las establecidas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor. No se contabilizarán para pago aquellas realizadas debido a los anclajes que no superen la prueba de carga, como se indica en el numeral 623.5.2.3.

Las pruebas de carga realizadas en anclajes por dudas en la calidad del mismo debido a trabajos defectuosos imputables al Constructor, no se medirán ni se pagarán, como tampoco las que se efectúen por solicitud de éste último.

623.7 FORMA DE PAGO

623.7.1 Anclajes

El pago se hará al precio unitario del contrato. Deberá cubrir el suministro e instalación de las barras y cables de anclaje. También deberá incluir el suministro e instalación de todos los materiales y accesorios adicionales necesarios; la perforación de los barrenos; el suministro e instalación de los conductos de protección, cuando se requieran; el suministro e inyección de la lechada o mortero; el tensionamiento y, en general, el suministro de todos los equipos y mano de obra necesarios para realizar correctamente los trabajos correspondientes a esta unidad de obra. No se pagarán el retiro y el reemplazo de los anclajes que no hayan cumplido, totalmente y a plena satisfacción del Interventor, las pruebas de calidad.

El precio unitario deberá considerar, además, los costos de patentes que utilice el Constructor, la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

623.7.2 Pruebas de carga

Se pagarán al precio unitario del contrato, el cual deberá incluir todos los costos relacionados con su correcta ejecución, según lo determine el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

623.8 ÍTEM DE PAGO

623.1	Anclaje tipo _____	Metro lineal (m)
623.2	Prueba de carga	Unidad (u)

CONCRETO ESTRUCTURAL

ARTÍCULO 630 – 13

630.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de cemento hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

No se consideran los pavimentos de concreto hidráulico, las bases de concreto hidráulico y los adoquines de concreto, los cuales se encuentran contemplados en los Artículo 500, 505 y 510, respectivamente.

630.2 MATERIALES

630.2.1 Cemento

El cemento utilizado será hidráulico, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo indicado en el Artículo 501. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará cemento hidráulico de uso general: Portland tipo I (norma ASTM C-150); tipo IS o IP (norma ASTM C595); o tipo GU (norma ASTM C1157).

El Constructor deberá presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con el cemento, como parte del diseño de la mezcla.

Si por alguna razón el cemento ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no podrá ser utilizado. Tampoco se permitirá el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores.

630.2.2 Agregados

630.2.2.1 Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituration

de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, a juicio del Interventor. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30 %) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 - 1 y su gradación se deberá ajustar a la indicada en la Tabla 630 - 2.

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45 %) de material retenido entre dos tamices consecutivos de los mostrados en la Tabla 630-2. Además, el módulo de finura deberá estar entre 2.3 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de dos décimas (0.2) en el módulo de finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

Los porcentajes mínimos de material que pasan los tamices de 0.3 mm (No. 50) y de 0.15 mm (No. 100) indicados en la Tabla 630 – 2 pueden reducirse a 5 y 0 respectivamente en los siguientes casos:

- El agregado fino va a ser usado en un concreto con aire incluido que tenga más de 237 kilogramos de cemento por metro cúbico; se considera que un concreto con aire incluido es aquel se elabora con un cemento con inclusor de aire o que tiene un aditivo inclusor de aire, y que el contenido de aire incluido es 3.5 % como mínimo.
- El agregado fino va a ser usado en un concreto sin aire incluido que tenga más de 297 kilogramos de cemento por metro cúbico.

Un agregado fino que no cumpla los requisitos de granulometría y módulo de finura especificados en este numeral, puede ser aceptado si se demuestra, a juicio del Interventor que hay una evidencia adecuada de comportamiento satisfactorio de concretos del mismo tipo y para el mismo uso, construidos con ese agregado.

Tabla 630 – 1. Requisitos del agregado fino para concreto estructural

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Durabilidad (O)		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	10 15
- Sulfato de sodio		
- Sulfato de magnesio		
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-
Índice de plasticidad (%)	E-125 y E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo	E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	1
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200), máximo (%)	E-214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	INV E-212	Igual a Muestra patrón
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ ⁼ , máximo (%)	INV E-233	1.2
Absorción (O)		
Absorción de agua, máximo (%)	E-222	4

Tabla 630 – 2. Granulometría del agregado fino para concreto estructural

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
PORCENTAJE QUE PASA (%)							
UNICA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

630.2.2.2 Agregado grueso

Para el objeto del presente Artículo, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (No. 4). Dicho agregado deberá proceder de la trituration de

roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 - 3 y su gradación se deberá ajustar a alguna de las indicadas en la Tabla 630 - 4. La gradación por utilizar será la especificada en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, cuyo tamaño máximo dependerá de la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

Tabla 630 – 3. Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

REQUISITO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	40
- En seco, 500 revoluciones, máximo (%)		
- En seco, 100 revoluciones, máximo (%)		
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota 1)	E-220	12
- Sulfato de sodio		
- Sulfato de magnesio		18
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	0.25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1.0
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$, máximo (%)	E-233	1.0

Tabla 630-4. Franjas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36
	2,5 "	2"	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 8
PORCENTAJE QUE PASA (%)									
AG-19	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
AG-25	-	-	-	100	95-100	-	20-55	0-10	0-5
AG-38	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
AG-50-1	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
AG-63-1	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
AG-50-2	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
AG-63-2	100	95-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-

630.2.2.3 Reactividad

Para evaluar el potencial de que se presenten expansiones perjudiciales en el concreto debido a la reactividad de los agregados con los álcalis del cemento (reactividad álcali-sílice o álcali-carbonatos), se deberán seguir los lineamientos de las normas ASTM C33 y NTC 174.

630.2.2.3.1 Evaluación de estructuras en servicio comparables

Como criterio para calificar la reactividad potencial, deberá prevalecer, de preferencia, la evaluación de estructuras en servicio que sean comparables; las estructuras deben haber sido construidas empleando los mismos agregados y el mismo cemento y deben tener, en general, al menos 10 años de servicio bajo condiciones de exposición suficientemente similares a las de la nueva estructura que se va a construir.

Para estructuras que estén diseñadas para períodos de diseño especialmente largos, o si los resultados de ensayos de laboratorio muestran que los agregados pueden ser perjudicialmente reactivos,

las estructuras en servicio que sean comparables deberán tener más de 20 años.

630.2.2.3.2 Inspección petrográfica

La inspección petrográfica para determinar si los agregados contienen sustancias que potencialmente pueden ser perjudicialmente reactivas y en qué cantidades están presentes, se deberá realizar siguiendo las normas ASTM C195 y NTC 3773.

630.2.2.3.3 Reactividad álcali-sílice

Los agregados fino y grueso no deberán presentar reactividad potencial del sílice presente en ellos con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO_2 y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma INV E-234, se obtienen los siguientes resultados:

$\text{SiO}_2 > R$	cuando $R \geq 70$	[630.1]
--------------------	--------------------	---------

$\text{SiO}_2 > 35 + 0.5 R$	cuando $R < 70$	[630.2]
-----------------------------	-----------------	---------

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base en los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto con base en evaluaciones complementarias, como las indicadas en el apéndice de la especificación

ASTM C33, en especial las que hacen referencia a las normas ASTM C 227 y C 1260.

630.2.2.3.4 Reactividad álcali-carbonatos

Los carbonatos presentes en los agregados fino y grueso no deberán presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Aunque los agregados que pueden desarrollar potenciales reacciones perjudiciales álcali-carbonatos son poco frecuentes y rara vez hacen parte de los agregados con los cuales se elabora el concreto, si hay sospecha de su existencia se recurrirá a las normas de ensayo ASTM C 586 o ASTM C 1105 para calificar su potencial reactivo.

630.2.2.4 Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y del volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor tamaño, previa autorización del Interventor y con las limitaciones establecidas en el numeral 630.4.8.3.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50 %), al ser sometido a la prueba de Los Ángeles, gradación E, según la norma de ensayo INV E-219.

630.2.3 Agua

El agua que se emplee para las mezclas de concreto hidráulico deberá ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial al concreto terminado. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación.

Cuando se empleen otras fuentes o cuando se mezcle agua de dos o más procedencias, el agua deberá ser calificada mediante ensayos. Los requisitos primarios para esta calificación serán los incluidos en la Tabla 630 - 5.

Tabla 630 -5.Requisitos para el agua de mezcla

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	LÍMITES
pH	ASTM D 1293	5.5 – 8.5
Resistencia a compresión, % mínimo en control a 7 días	INV E-410	90
Tiempo de fraguado, desviación respecto del tiempo de control (horas:minutos)	ASTM C 403	de 1:00 inicial a 1:30 final

El requisito de resistencia a compresión se refiere al porcentaje mínimo de resistencia a compresión a veintiocho (28) días de una mezcla de concreto con el agua que se desea emplear, respecto de otra elaborada con los mismos agregados y cemento, en las mismas proporciones, pero empleando un agua calificada, pudiéndose emplear agua destilada para este fin.

En relación con el requisito sobre tiempo de fraguado, las medidas se realizarán mediante la resistencia a penetración de morteros extraídos de muestras de concreto, elaboradas como se describió en el párrafo anterior.

Los requisitos que se muestran en la Tabla 630-6 se consideran opcionales y sirven solamente para que el productor de la mezcla mantenga documentada la química y el contenido del agua de mezclado, salvo que los documentos del proyecto o una especificación particular invoquen el cumplimiento de uno o más de ellos.

Tabla 630 – 6.Límites químicos opcionales para el agua de mezclado

CONTAMINANTE	NORMA DE ENSAYO	LÍMITE MÁXIMO (ppm) (Nota 2)
Ión Cloro (Cl ⁻)	ASTM C 114	1000
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	ASTM C 114	3000
Álcalis como (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O)	ASTM C 114 (Nota 1)	600
Sólidos totales por masa	ASTM C 1603	5000

Nota 1: Se pueden emplear también las normas ASTM D 4191 y ASTM D 4192

Nota 2: ppm corresponde a partes por millón

630.2.4 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Los aditivos y adiciones deberán estar libres de sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad del concreto, armaduras, aceros de alta resistencia u otros elementos insertados.

Especialmente, se deberá evitar el uso de aditivos que, por su alto contenido de cloruros, pudieran acelerar la corrosión del acero de alta resistencia para el concreto pre-tensado o post-tensado.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM C-494; los inclusores de aire cumplirán las exigencias de la norma ASTM C-260 y los puzolánicos habrán de satisfacer las exigencias de la norma ASTM C-618.

El uso del aditivo será responsabilidad directa del Constructor, así haya sido aprobado por el Interventor.

630.2.5 Productos para el curado del concreto

El curado del concreto se podrá llevar a cabo por medio de:

- Humedad.
- Cubrimiento con películas líquidas.
- Cubrimiento con membranas.

630.2.5.1 Curado por humedad

Si el curado se realiza mediante humedad, el agua utilizada deberá cumplir los requisitos establecidos en el numeral 630.2.3. El material de cobertura podrá ser tela de fique o algodón, arena u otro producto de alta retención de humedad.

630.2.5.2 Cubrimiento con películas líquidas

Para el recubrimiento con películas líquidas, se empleará un producto de reconocida calidad que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie de la estructura, genere una película que garantice el correcto curado de ésta. Deberá ser de un color claro para reflejar la luz y deberá permitir la verificación de la homogeneidad del vaciado de la mezcla.

La efectividad de los productos de curado se debe demostrar mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto. Deberán cumplir con la especificación ASTM C 309, tipo 2 clase B, o clase A sólo si la base es de parafina.

630.2.5.3 Cubrimiento con membranas.

Las láminas de curado pueden ser de polietileno blanco o de papel de curado, que cumplan con la especificación ASTM C 171.

630.2.6 Clases de concreto

Los documentos del proyecto definirán las diferentes clases del concreto. Cada clase de concreto deberá estar caracterizada, como mínimo, con los siguientes parámetros:

- Tipo de uso: concreto pretensado, postensado, reforzado, simple o ciclópeo.
- Tipo de colocación especial, si aplica. Por ejemplo: para instalar con bomba, para instalar bajo agua (tremie).
- Categoría y clase de exposición: se deberá definir de acuerdo con la norma NSR-10, título A, capítulo C.4, “Requisitos de durabilidad”, o la norma que la actualice o sustituya.
- Requisitos asociados a la clase de exposición, según la misma norma: relación agua/material cementante, resistencia mínima a la compresión, contenido de aire y tipo de material cementante, entre otros.
- Tipo de cemento hidráulico, el cual debe ser definido en función de las condiciones particulares de cada estructura, teniendo en cuenta los requisitos asociados a la clase de exposición.
- Aditivos, si se requieren.
- Tamaño máximo y tipo de gradación del agregado grueso.
- Relación agua/cemento, valor máximo.
- Resistencia a la compresión inconfiada (norma de ensayo INV E-410) para una edad específica, valor mínimo definido en el diseño, el cual deberá corresponder a la clase de exposición, pero no podrá ser inferior al indicado en la Tabla 630 – 7 para cada tipo de uso.
- Asentamiento (norma de ensayo INV E-404), intervalo de valores.
- Contenido de aire (norma de ensayo INV E-406), intervalo de valores.

Tabla 630 – 7. Valores mínimos de resistencia del concreto estructural

TIPO DE USO	RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN, A 28 DÍAS (MPa)
Concreto pretensado y postensado	32
Concreto reforzado	21
Concreto simple (sin refuerzo)	14
Concreto ciclópeo: se compone de concreto simple y agregado ciclópeo en una proporción de 40 %, como máximo, del volumen total.	14

630.3 EQUIPO

Los principales equipos y herramientas requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con este material, son los siguientes:

630.3.1 Equipo para la elaboración de agregados

Para la elaboración de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros y demás accesorios necesarios para controlar la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

630.3.2 Central de fabricación de la mezcla

El concreto se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de agregado pétreo que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Para el cemento a granel se utilizará una báscula independiente de la utilizada para los agregados. El mecanismo de carga deberá estar protegido contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga, contra una eventual apertura antes que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y que la masa del cemento en ella difiera en menos del uno por ciento ($\pm 1\%$) de la especificada; además, el mecanismo estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados.

La dosificación de los agregados se podrá efectuar por pesadas acumuladas en una (1) sola tolva o individualmente con una (1) tolva de pesada independiente para cada fracción. En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán protegidas de forma que:

- No podrá descargar más de una (1) tolva al mismo tiempo.
- El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.

La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los agregados y estén cerradas todas las descargas de las otras tolvas.

Si se emplea una sola tolva para la dosificación de los agregados, la masa acumulada que se mida en la tolva cada vez que se incorpora una fracción del agregado no podrá diferir en más de uno por ciento ($\pm 1 \%$) de la correspondiente a la dosificación teórica.

Si se emplean tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La masa de agregado en cada tolva no podrá diferir en más de dos por ciento ($\pm 2 \%$) de la correspondiente a la dosificación teórica.

No se permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los agregados y la del cemento estén correctamente cargadas, dentro de los límites especificados. Una vez comenzada la descarga, no se podrá comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas en cero (0), con una tolerancia del tres por mil ($\pm 0.3 \%$) de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando éstos funcionen, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en más del uno por ciento ($\pm 1 \%$) para el cemento, uno y medio por ciento ($\pm 1.5 \%$) para cada fracción del agregado o uno por ciento ($\pm 1 \%$) para el total de las fracciones, si la masa de éstas se determina conjuntamente. Su precisión no deberá ser inferior al cinco por mil ($\pm 0.5 \%$) para los agregados, ni al tres por mil ($\pm 0.3 \%$) para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al uno por ciento ($\pm 1 \%$) de la cantidad total requerida.

Una vez fijadas las proporciones de los componentes, la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los agregados y el cemento de una amasada, será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un

compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se dosificarán en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al tres por ciento ($\pm 3\%$) de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deberán estar protegidos de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

630.3.3 Mezcla en el sitio

Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, previa autorización del Interventor, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m^3).

630.3.4 Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Interventor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Constructor y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Interventor. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

630.3.5 Formaleta y obra falsa

El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Interventor. Las formaletas podrán ser de madera o metálicas y se deberán poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la

mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Las formaletas de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplex, y deberán tener un espesor uniforme.

La obra falsa o armazones provisionales deberán ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que estará sometida, las cuales deberán incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostramientos, pistas de tráfico y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa deberá ser convenientemente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en la formaleta de la superestructura.

630.3.6 Elementos para la colocación del concreto

El Constructor deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo.

630.3.7 Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de seis mil (6,000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de formaleta.

630.3.8 Equipos varios

El Constructor deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del

concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

630.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

630.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el Artículo 105, "Desarrollo y control de los trabajos", numeral 105.13.3.

630.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determinará las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales componentes como son: agregados, cemento, agua y eventualmente, aditivos, de modo de obtener un concreto que cumpla con la resistencia, manejabilidad, durabilidad y demás exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto, las presentes especificaciones y las dadas por el Interventor.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Constructor deberá suministrar al Interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el Interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales con base en el cumplimiento de los requisitos de la presente especificación, el Constructor diseñará la mezcla y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Interventor. Dicha fórmula señalará:

- El tipo y la marca de cemento.
- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen. Cuando se

contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.

- La resistencia a compresión de la mezcla a siete (7) y veintiocho (28) días de curado, o las edades que se fijen para cada clase de concreto, la cual se medirá según la norma INV E-410.
- La consistencia del concreto, cuyo asentamiento se deberá encontrar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, el cual se medirá según norma de ensayo INV E-404. Si los documentos del proyecto no indican los límites para el asentamiento del concreto, regirán los indicados en la Tabla 630 – 8.

Tabla 630 – 8. Límites para el asentamiento del concreto

TIPO DE ELEMENTO	ASENTAMIENTO NOMINAL (mm)	ASENTAMIENTO MÁXIMO (mm)
Elementos construidos con formaleta, secciones de más de 30 cm de espesor	10-30	50
Elementos construidos con formaleta, secciones de 30 cm de espesor o menos	10-40	50
Pilas vaciadas in-situ	50-80	90
Concreto colocado bajo agua	50-80	90

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, la clase o la categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0.2).
- La gradación del agregado combinado en una magnitud tal, que ella se salga de la tolerancia fijada.
- La naturaleza y la proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.

El Constructor deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión promedio suficientemente superior a la especificada en los planos del proyecto,

según la clase de concreto, de manera que se minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de especificado. Con este fin, el Constructor deberá tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño dependerá de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Al efectuar las cochadas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410. Se deberán elaborar curvas que muestren la variación de la resistencia a compresión a veintiocho (28) días (o a la edad definida para la clase de concreto) en función de la relación agua/cemento y del contenido de cemento. Estas curvas se deberán basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen cochadas que den lugar a resistencias a compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de, por lo menos, tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días (o a la edad definida para la clase de concreto).

Los valores de relación agua/cemento máxima y contenido mínimo de cemento admisibles por resistencia para el concreto a ser empleado en la estructura, serán los que permitan obtener una resistencia promedio por encima la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla 630 - 9.

En todos los casos, la relación agua/cemento y el contenido de cemento deben cumplir con los valores máximo y mínimo, respectivamente, permitidos por las consideraciones de durabilidad correspondientes a la clase de concreto definida en los documentos del proyecto, de acuerdo con el numeral 630.2.6.

Tabla 630 – 9. Resistencia promedio requerida a la compresión

RESISTENCIA DE DISEÑO A LA COMPRESIÓN (f'_c)		RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESIÓN	
MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²
< 21	< 210	$f'_c + 7$	$f'_c + 70$
21 – 35	210 - 350	$f'_c + 8.5$	$f'_c + 85$
> 35	> 350	$f'_c + 10$	$f'_c + 100$

Cuando se especifique concreto con inclusor de aire, éste deberá cumplir con los requisitos indicados en el numeral 630.2.4; la cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incluido que indique en los documentos del proyecto. La cantidad de aire incluido se determinará según la norma de ensayo INV E-406.

La aprobación que dé el Interventor al diseño de la mezcla no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Constructor de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

No se permitirá ningún cambio al diseño de la mezcla, sin autorización del Interventor.

630.4.3 Preparación de la zona de los trabajos

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme se estipula en el Artículo 600. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, deberá ser subsanado por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, empleando procedimientos aceptables para el Interventor.

630.4.4 Instalación de la formaleta y obra falsa

Todas las formaletas para confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece deberán ser diseñadas por el Constructor y aprobadas por Interventor. Las formaletas deberán ser diseñadas de tal manera, que permitan la colocación y la consolidación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección; así mismo, deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del Interventor, no exime al Constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por éste.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas se deberán llenar con un mortero de consistencia seca.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaletas si éstas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor.

Las formaletas se podrán remover parcial o totalmente tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares, deberá ser diseñada por el Constructor, quien someterá el diseño a consideración del Interventor. En el diseño se deberán tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que estará sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deberán compensar mediante contraflechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los planos.

En la construcción de cimbras para arcos, se deberán proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el autoaporte del arco. Las cimbras se colocarán sobre gatos aprobados para levantar y corregir cualquier asentamiento leve que pueda ocurrir una vez iniciada la colocación del concreto.

630.4.5 Fabricación de la mezcla

630.4.5.1 Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma que se evite al máximo la segregación de los agregados.

El almacenamiento de los agregados se podrá realizar sobre patios pavimentados construidos para este fin. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. En todos los casos, los acopios deberán ser cubiertos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1.50 m) y no por montones cónicos.

630.4.5.2 Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) en silos, deberá ser examinado por el Interventor, para verificar si aún es susceptible de utilización.

630.4.5.3 Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos.

630.4.5.4 Elaboración de la mezcla

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

630.4.5.4.1 Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra

Salvo indicación en contrario del Interventor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad (1/2) del agua requerida para la cochada; a continuación, se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la máquina y el tiempo de mezclado deberá ser superior a uno y medio minutos (1.5 min), contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Constructor, con la supervisión del Interventor, transformará las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo en unidades volumétricas. El Interventor verificará que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

630.4.5.4.2 Mezclado en planta central

Se deberá ajustar, en todo lo pertinente, a lo indicado en el numeral anterior para la mezcla en mezcladoras estacionarias.

630.4.5.4.3 Mezclado en camiones mezcladores (mixer)

Cuando se emplee un camión mezclador para mezclado completo, en tránsito o al llegar a la obra, cada bachada deberá ser mezclada por no menos de setenta (70) ni más de cien (100) revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación fijada por el fabricante del equipo. El tiempo adicional de mezcla, cuando sea requerido, se debe completar a la velocidad de agitación especificada por el fabricante.

Todos los materiales incluyendo el agua, deben estar dentro del tambor mezclador antes de iniciar el mezclado propiamente dicho y accionar el contador de revoluciones. El mezclado debe iniciar dentro de los treinta (30) minutos siguientes al instante en que el cemento es puesto en contacto con los agregados dentro del tambor.

Cuando los agregados estén húmedos, haya agua dentro del tambor, la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se use un cemento de alta resistencia o se empleen aditivos aceleradores de fraguado, el tiempo citado en el párrafo anterior se deberá reducir a quince (15) minutos.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a treinta (30) segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral.

Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63 % del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la obra, ni a más del 70 % del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

630.4.5.4.4 Mezclado manual

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Interventor, para estructuras pequeñas que requieran concreto de resistencia a la compresión no superior a 14 MPa a los 28 días, o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso, se deberá colocar un 20 % adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.

El mezclado manual se deberá hacer en bachadas no mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m³), sobre una superficie lisa e impermeable.

Las cantidades de agregados se deberán medir en cajones de tamaños apropiados. El agregado fino y el cemento se deben mezclar cuidadosamente por medio de palas mientras estén secos, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se forma un cráter en el cual se incorpora el agua en

la cantidad necesaria para obtener un mortero de consistencia adecuada. El material de la parte exterior del anillo del cráter se palea entonces hacia el centro y se da vueltas a toda la masa cortándola en secciones, hasta que se logre una consistencia uniforme.

Se humedece completamente el agregado grueso y se añade al mortero dando vueltas y revolviendo toda la masa cuando menos seis (6) veces, hasta que todas las partículas de este agregado queden perfectamente cubiertas por el mortero y la mezcla tenga color y apariencia uniformes.

Las cargas mezcladas a mano no se podrán emplear para concreto colocado debajo del agua.

630.4.5.4.5 Reablandamiento del concreto

No se deberá hacer ningún reablandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la autorización escrita del Interventor se podrá añadir agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que no se exceda la relación agua/cemento especificada para la mezcla, que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos y que no se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados en este Artículo.

630.4.6 Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra.

Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y la colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 1/2) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores, debe ser entregado con la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridos para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor en la dirección de la descarga con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación agua/cemento requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el Interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deberán ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie. El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y debe ser entregado con la consistencia y la uniformidad requeridas. La descarga en el punto de entrega debe ser completada en cuarenta y cinco minutos (45 min) desde que el cemento sea puesto en contacto con los agregados, lapso que el Interventor podrá variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.

A su entrega en la obra, el Interventor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Interventor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio.

630.4.7 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Constructor notificará por escrito al Interventor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies se deberán encontrar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que, durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Interventor.

630.4.8 Colocación del concreto

630.4.8.1 Requisitos generales

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Interventor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Constructor suministre cubiertas que, a juicio del Interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el Interventor.

El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, excepto lo que se dispone en el numeral 630.4.9 para el concreto depositado bajo agua. El concreto se deberá colocar en seco y durante su colocación o después de ella no deberá ser expuesto a la acción de aguas o suelos que

contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres (3) días, o de agua salada hasta los siete (7) días. Durante este lapso, el concreto se deberá proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el concreto, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se deberá procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

En caso de usar equipos inclinados (canoas, canaletas) deben tener una longitud máxima de 7 m, manteniendo un flujo continuo a una velocidad uniforme del concreto con pendientes, según el asentamiento del concreto, norma de ensayo INV E-404, no sobrepasando los valores de la Tabla 630 - 10.

Tabla 630 – 10. Pendientes máximas de equipos según el asentamiento de concreto

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (mm)	PENDIENTE (V:H)
10 a 80	1:2
80 a 120	1:3

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en el numeral 630.4.11.

El Constructor deberá tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro (24) horas luego de colocado el concreto.

A menos que los documentos del proyecto o el Interventor indiquen algo en contrario por el tipo de obra, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0.3 m).

Las descargas deberán sucederse una tras otra, debiendo cada una de ellas colocarse y compactarse antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas. La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior deberá ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior.

Las capas que se completen en un día de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma. En ningún caso se suspenderá o interrumpirá temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) abajo de

la parte superior de cualquier superficie, a menos que los detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento.

El método y la manera de colocar el concreto se deberán regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

630.4.8.2 Colocación por bombeo

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método a usar en la obra. El equipo se deberá disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado.

Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba deberá ser tal, que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, éste se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.

Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar la más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deberán ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.

Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

Los equipos de bombeo deberán ser limpiados cuidadosamente después de cada periodo de operación.

630.4.8.3 Colocación del agregado ciclópeo

La colocación del agregado ciclópeo, se deberá ajustar al siguiente procedimiento:

La piedra, limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaletas, a las alcantarillas en el caso de cabezales o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar piedras sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocará el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se deberá usar en estructuras cuya altura sea menor de sesenta centímetros (60 cm) y/o en las que el espesor sea inferior a treinta centímetros (30 cm).

La proporción máxima del agregado ciclópeo será el cuarenta por ciento (40 %) del volumen total de concreto.

630.4.9 Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Interventor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá un diez por ciento (10 %) de exceso de cemento, en peso, respecto del obtenido en el diseño de la mezcla.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un tremie u otro método aprobado por el Interventor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y las formaletas diseñadas para retenerlo bajo el agua deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

630.4.10 Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m³) y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes.

Los vibradores no deberán ser empujados rápidamente, sino que se permitirá que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retirarán lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración deberá ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en el concreto y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su revibración.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica deberá ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deberán ser cuidadosamente controlados, de manera de obtener las densidades máximas sin sobre-vibrar.

630.4.11 Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Interventor. El Constructor no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por el Interventor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

630.4.12 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar más

abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

630.4.13 Remoción de las formaletas y de la obra falsa

El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y la localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto.

Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, los valores de la Tabla 630 - 11 pueden ser empleados como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de formaletas y soportes.

Tabla 630 – 11. Tiempo mínimo para remoción de formaletas y soportes

TIPO DE OBRA	TIEMPO MÍNIMO PARA REMOCIÓN DE FORMALETAS Y SOPORTES
Estructuras para arcos	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados y vigas y todas las demás partes	24 horas

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de formaletas y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

630.4.14 Acabado

Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida.

630.4.14.1 Acabado ordinario

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después de remover las formaletas, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán cincelar a ras de la superficie. Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos, cinco milímetros (5 mm) bajo la superficie. Todas las cavidades pequeñas se deberán limpiar cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con un mortero compuesto por una (1) parte de cemento hidráulico y dos (2) de arena, el cual deberá ser completamente apisonado en su lugar. En caso de cavidades mayores, se aplicará una capa delgada de pasta de cemento puro antes de colocar el mortero de relleno. Todos los remiendos deberán mantenerse húmedos por un período no menor de cinco (5) días.

Para el relleno de cavidades grandes o profundas se deberá incluir agregado grueso en el mortero de relleno.

Las zonas con hormigueros excesivos pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso el Constructor deberá demoler y reconstruir, a su costa, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada deben dejarse cuidadosamente trabajadas y quedar sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas deberá quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

630.4.14.2 Acabado por frotado de superficie

Tan pronto como se hayan removido las formaletas y lo permita la condición del concreto, se iniciará el frotado, empapando las superficies con agua, y frotándolas luego con una piedra de carborundo de mediana aspereza, esmerilando la superficie hasta formar una pasta.

La operación de frotado se debe continuar hasta que todas las señales dejadas por las formaletas y demás salientes e irregularidades hayan sido removidas y la superficie presente una textura lisa y un color uniforme.

En este proceso no se deberá emplear ninguna lechada de cemento ni enlucido de mortero.

La pasta producida por el frotamiento debe ser cepillada cuidadosamente o ser extendida uniformemente en una capa delgada sobre la superficie, dejándose que vuelva a fraguar. El acabado final se obtiene mediante un segundo frotado con una piedra de carborundo más fina.

Este sistema de acabado es prescriptivo para las barandas de concreto a las cuales hace referencia el Artículo 632, así como en las demás superficies en los cuales se requiera de manera explícita en los documentos del proyecto.

630.4.14.3 Acabado de pisos de puentes

Si el piso va a ser cubierto con una capa asfáltica, basta con asegurar que la superficie de concreto sea correctamente nivelada para que presente las pendientes transversales indicadas en los planos del proyecto.

Si el piso del puente se va a usar como capa de rodadura, deberá ser sometido a las operaciones de acabado descritas en el Artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico.

630.4.14.4 Acabado de losas de pisos

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado será como el descrito en el Artículo 500 para los pavimentos de concreto hidráulico, exceptuando el texturizado transversal final.

630.4.14.5 Acabado de andenes de concreto

El concreto colocado y compactado deberá ser alisado con equipo similar al empleado en los pavimentos de concreto hidráulico. Los bordes y las juntas de dilatación se deberán acabar con una herramienta apropiada para ello.

Se deberá garantizar que la textura no sea resbaladiza cuando la superficie esté mojada.

630.4.15 Curado

Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se colocarán cortinas protectoras contra el viento hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

El curado, mediante alguno de los sistemas mencionados en el numeral 630.2.5, se realizará de conformidad con todo lo que resulte pertinente del Artículo 500, relativo al curado de los pavimentos de concreto hidráulico.

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el Constructor deberá tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura luego del sismo, informando al Interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estimase el Interventor, se realizarán los ensayos que considere convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de éste si, a su juicio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

630.4.16 Deterioros

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Constructor, según lo requiera el Interventor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la remoción, reparación, reemplazo, acabado y curado del concreto defectuoso, serán suministrados por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

630.4.17 Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

630.4.18 Limitaciones en la ejecución

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10° C – 32° C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4° C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13° C) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10° C) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32° C), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de las formaletas metálicas o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50° C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

La colocación del concreto en horas de la noche o en instantes de lluvia solo se permitirá si se cumplen las condiciones indicadas en el numeral 630.4.8.1.

630.4.19 Manejo ambiental

Todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

630.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

630.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, el transporte, la colocación, la consolidación, la ejecución de juntas, el acabado y el curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y en la mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.

- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

630.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

630.5.2.1 Calidad del cemento

Cada vez que el Interventor lo considere necesario, ordenará o ejecutará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

630.5.2.2 Calidad del agua

Siempre que el Interventor tenga alguna incertidumbre sobre su calidad, ordenará o ejecutará los ensayos relacionados en las Tablas 630 - 5 y 630 - 6; sólo la aceptará si se cumplen los límites establecidos en ellas.

630.5.2.3 Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas descritas en el numeral 500.5.2.3 del Artículo 500. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del Interventor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión se deberá dejar constancia escrita.

630.5.2.4 Calidad de los aditivos y de los productos químicos de curado

El Interventor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización.

630.5.2.5 Calidad de la mezcla

630.5.2.5.1 Dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes (respecto a su propio peso):

- Agua, cemento y aditivos $\pm 1 \%$
- Agregado fino $\pm 2 \%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm $\pm 2 \%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm $\pm 3 \%$

La tolerancia del agua de mezclado se deberá medir con la tolerancia especificada, corregida según la condición de humedad de los agregados y la cantidad de aditivo líquido, si se usa.

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Interventor.

630.5.2.5.2 Consistencia

Se controlará la consistencia de cada carga entregada, para lo cual se tomará una muestra representativa de ella que someterá al ensayo de asentamiento (INV E-404), cuyo resultado se deberá encontrar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, según lo mencionado en el numeral 630.4.2. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente. Por ningún motivo se permitirá la adición de agua al concreto elaborado para incrementar su asentamiento.

630.5.2.5.3 Resistencia

El concreto por evaluar se agrupará por lotes, entendiendo por lote el volumen de concreto de

una misma clase, elaborado con la misma fórmula de trabajo, representado por un conjunto de muestras que se someterán a evaluación en forma parcial, como se describe a continuación.

Una parcialidad del lote estará constituida por el menor volumen resultante entre (i) cincuenta metros cúbicos (50 m³) y (ii) el volumen de concreto colocado en una jornada de trabajo.

De dicha parcialidad se tomará una muestra compuesta por cuatro (4) especímenes según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas según la norma INV E-402, para someterlas a ensayos de resistencia a compresión según la norma INV E-410. De ellas, se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a siete (7) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de la resistencia a compresión de los dos (2) especímenes tomados simultáneamente de una misma cochada, se considerará como el resultado de un ensayo (f_i).

La resistencia de cada parcialidad del lote será considerada satisfactoria, si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

$$f_i \geq (f'_c - k_1) \quad [630.3]$$

$$f_m \geq f'_c \quad [630.4]$$

Donde:

f_i : Resultado de un ensayo de resistencia a compresión a los veintiocho (28) días, en MPa.

f'_c : Resistencia característica a compresión a los veintiocho (28) días, indicada en los planos del proyecto y utilizada para el diseño estructural de la obra, en MPa.

k_1 : Constante de evaluación. Para concretos con resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días (f'_c) menor o igual a 20 MPa, $k_1 = 2.6$ MPa; para concretos con resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días (f'_c) mayor o igual a 20 MPa, $k_1 = 3.5$ MPa.

f_m : Valor promedio de resistencia a compresión a los veintiocho (28) días de tres (3) ensayos consecutivos (MPa). Cuando se trate de la primera muestra, su resultado se considerará como promedio y cuando se trate de la segunda, se tomará el promedio de las dos primeras.

El resultado de los cálculos de resistencia del concreto, en MPa, deberá ser aproximado a la décima, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

Si en algún momento una o las dos exigencias recién indicadas son incumplidas, el Interventor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Constructor, a su costa, tome núcleos de dichas zonas, en acuerdo a la norma INV E-418.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada valor no conforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a

una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16° C a 27° C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se fallarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia a compresión de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada en los planos (f'_c), siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75 %) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Constructor podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Constructor deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Interventor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, a costa del Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

Siempre que se produzcan rechazos se deberá reiniciar el promedio de las medias móviles (f_m) para las evaluaciones subsiguientes.

630.5.2.6 Calidad del producto terminado

630.5.2.6.1 Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas: -0.5 cm a + 1.0 cm

- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado: -1.0 cm a +2.0 cm
- Muros, estribos y cimientos -2.0 cm a +5.0 cm

630.5.2.6.2 Desplazamiento

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima positiva (+) indicada para las desviaciones en el numeral 630.5.2.6.1.

630.5.2.6.3 Otras tolerancias

- Espesores de placas: -1.0 cm a + 2.0 cm
- Cotas superiores de placas y andenes: -1.0 cm a + 1.0 cm
- Recubrimiento del refuerzo: $\pm 10\%$
- Espaciamiento entre varillas: -2.0 cm a + 2.0 cm

630.5.2.7 Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3 m).

- Placas y andenes: 0.4 cm
- Otras superficies de concreto simple o reforzado: 1.0 cm
- Muros de concreto ciclópeo: 2.0 cm

630.5.2.8 Curado

Toda fundida de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada por el Interventor. Si se trata de una superficie de contacto con fundidas subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el Interventor podrá exigir

la remoción de una capa hasta de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del Constructor, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, correctamente curada.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y a plena satisfacción de éste. Esta corrección podrá contemplar, inclusive, la demolición parcial o total de la estructura.

630.6 MEDIDA

La unidad de medida del concreto estructural será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y espesor especificados en los planos o modificados por el Interventor. No se medirá, para los fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

De los volúmenes calculados se deducirán los correspondientes a las tuberías de drenaje y elementos de acero, excepto los ocupados por el acero de refuerzo y de pre-esfuerzo.

630.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y alquiler de las fuentes de las cuales se extraerán los agregados pétreos, así como el descapote y la preparación de las zonas por explotar y la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar sus características hidrológicas superficiales al terminar la explotación.

Deberá cubrir, también, todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, la trituración, y el eventual lavado y la clasificación de los materiales pétreos; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, cargues, transportes, descargues y las mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluyendo los aditivos.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Constructor; el suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones si no está contemplada en el Artículo 600; el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y la elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, transporte al sitio de la obra, colocación y vibrado; el suministro y la aplicación del producto para el curado del concreto terminado, la ejecución de juntas y de agujeros para drenaje, el acabado, la limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También, deberá incluir el costo de la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, y los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Las obras de concreto que estén cubiertas por otro ítem de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente Artículo.

El acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 640 y el de preesfuerzo de acuerdo con el Artículo 641.

630.8 ÍTEM DE PAGO

630.1 Concreto Clase _____ Metro cúbico (m³)

Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para cada clase de concreto que tenga el proyecto. Cada clase de concreto deberá describirse completamente, de acuerdo con las indicaciones del numeral 630.2.6.

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

LECHADA PARA DUCTOS DE CONCRETO PREENFORZADO

ARTÍCULO 631 – 13

631.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de materiales y la mezcla de cemento, agua y, eventualmente, arena fina y aditivos, y su inyección en los ductos de las armaduras activas para establecer la necesaria adherencia entre dichas armaduras y el concreto, así como protegerlas contra la corrosión.

631.2 MATERIALES

631.2.1 Cemento

El Cemento para la lechada deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 501, "Suministro de cemento hidráulico", y deberá ser del tipo indicado en los documentos del proyecto. El cemento que se use en la inyección deberá ser fresco y no contendrá grumos, ni otras muestras de hidratación o fraguado falso.

631.2.2 Arena

La arena que se emplee eventualmente en la lechada deberá pasar, en su totalidad, el tamiz de 600 μm (No. 30) y no deberá contener partículas de tamaño inferior al tamiz de 75 μm (No. 200).

Deberá, además, estar exenta de impurezas y sustancias perjudiciales, tales como iones ácidos, y de partículas laminares procedentes de mica o pizarra.

631.2.3 Aditivos

Se permitirá el uso de aditivos, si se demuestra que ellos mejoran las propiedades de la mezcla y no causan efectos perjudiciales sobre el acero de pre-esfuerzo. Su empleo se deberá efectuar siguiendo las instrucciones del fabricante.

631.2.4 Agua

El Constructor deberá someter a la aprobación del Interventor, las fuentes de agua que se propone utilizar, indicando los sistemas de tratamiento, si se requieren, y presentando los análisis químicos respectivos.

El agua que se utilice para fabricación de la lechada, deberá ser limpia, libre de aceites, tierra, materia orgánica, azúcar, sedimentos, sales, álcalis, ácidos y cualquier otra sustancia que pueda afectar la calidad, resistencia y/o durabilidad de las obras. En particular, no deberá contener más de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) de ión cloro por litro de agua, según la norma de ensayo ASTM D-512; su pH, determinado según la norma ASTM D-1293 deberá estar entre seis y ocho (6 y 8); y no podrá presentar trazas de hidratos de carbono.

Si se emplea agua potable, no se requiere ningún ensayo para verificar su calidad.

631.3 EQUIPO

El equipo para la inyección deberá incluir un mezclador capaz de realizar una mezcla mecánica continua que produzca una lechada libre de grumos y cemento no disperso, una bomba de inyección y equipo de limpieza con suministro de agua. El equipo debe permitir el bombeo de la lechada de manera que cumpla todos los requisitos. Deberán proveerse, además, equipos accesorios que proporcionen medidas de los sólidos y líquidos para obtener una mezcla adecuada.

Entre el mezclador y la bomba se deberá instalar un filtro a través del cual se tamizará la lechada. Este filtro deberá ser de fácil inspección y limpieza.

La bomba deberá ser de desplazamiento positivo y ser capaz de producir una presión de salida de al menos un megapascal (1 MPa). Deberá, además, disponer de sellos adecuados para prevenir el ingreso de aceite, aire o sustancias extrañas en la mezcla, y para prevenir la pérdida de agua; igualmente, deberá estar provista de un dispositivo de seguridad que evite sobrepresiones que se puedan producir por atascos en el interior de los ductos. Su alimentación deberá ser por gravedad, desde una tolva colocada directamente sobre ella, la cual deberá mantenerse llena, al menos parcialmente, durante todo el proceso de bombeo, de modo que se evite la entrada de aire en el ducto.

Bajo condiciones normales, el equipo para la inyección deberá ser capaz de suministrar lechada al tendón más largo en un tiempo inferior a veinte (20) minutos.

631.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

631.4.1 Generalidades

La inyección se deberá llevar a cabo lo antes posible después del tensado, no debiendo transcurrir entre la iniciación de éste y el principio de aquella más de los plazos establecidos en el numeral 631.4.5 de esta especificación, salvo si se ha previsto una adecuada protección provisional de las armaduras, o existe autorización expresa del Interventor.

631.4.2 Preparación de los ductos

Antes de proceder a la inyección se deberán limpiar los ductos con aire a presión, observando si éste llega a salir por el extremo opuesto en forma continua y regular, o si, por el contrario, existe algún tapón en el ducto, capaz de impedir el paso de la inyección, en cuyo caso se tomarán las medidas oportunas para asegurar que el conducto quede correctamente inyectado.

Si los cables han sido lubricados o protegidos provisionalmente, se deberá inyectar agua hasta eliminar el producto utilizado.

631.4.3 Diseño y elaboración de la lechada

La composición de la mezcla deberá contar con la aprobación del Interventor y se podrá establecer mediante ensayos efectuados antes de realizar la inyección, o puede ser seleccionada con base en experiencias previas con materiales y equipos similares en condiciones climáticas equivalentes. Salvo que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, no se utilizará la arena fina en la inyección de ductos de diámetro inferior a quince centímetros (15 cm).

La lechada deberá tener la consistencia máxima compatible con la inyectabilidad. Sus características se indican en el numeral 631.5. Por lo general, la relación agua/cemento no deberá exceder de cuarenta y cinco centésimas (0.45).

Para su fabricación, los componentes se introducen en el depósito de mezcla en el siguiente orden: agua, cemento y arena, en el caso de

recomendarse el uso de esta última. Si se emplea algún aditivo, éste se deberá agregar en la segunda mitad del tiempo de mezclado, a no ser que el fabricante recomiende algo diferente.

El tiempo de mezclado dependerá del tipo de mezclador utilizado, pero deberá ser el suficiente para obtener una lechada uniforme, sin exceso de incrementos de temperatura o pérdida de propiedades expansivas del aditivo, pero no puede ser menor de 4 minutos. La lechada deberá ser permanentemente agitada durante el bombeo. No se permitirá la adición de agua para incrementar la manejabilidad de la mezcla, cuando ésta haya disminuido por uso tardío de la lechada.

631.4.4 Inyección

Todas las coberturas de llenado y ventilación deberán estar abiertas en el momento de iniciar la inyección. La inyección se deberá efectuar desde el anclaje más bajo o la abertura de ventilación inferior del ducto, con todos los tubos restantes abiertos. A medida que la inyección vaya saliendo por los sucesivos tubos de purga más próximos al punto por donde se inyecta, se irán cerrando éstos, dejando previamente fluir por ellos la lechada hasta que tenga la misma consistencia que la que se inyecta y hayan cesado de salir burbujas de aire.

La capacidad de la bomba inyectora debe poder asegurar dentro de los ductos de menos de diez centímetros (10 cm) de diámetro una progresión de seis (6) a doce (12) metros por minuto, con una presión compatible con la resistencia de los ductos y, como mínimo, medio megapascal (0.5 MPa) o cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 kg/cm²) y como máximo un megapascal (1 MPa) o diez kilogramos por centímetro cuadrado (10 kg/cm²).

La inyección de cada ducto se hará de forma continua e ininterrumpida, con la uniformidad necesaria para impedir la segregación de la mezcla, y hasta que se observe que la consistencia de la lechada en la salida del ducto corresponde a la misma que se está aplicando en el extremo opuesto.

Una vez aprobada la consistencia de la lechada en la salida del ducto y para asegurar que el tendón permanece lleno de lechada, se cerrará el orificio de salida y se dejará que la presión de bombeo llegue hasta la utilizada, presión que se mantendrá durante un mínimo de tres (3) minutos, procediendo a continuación, a tapar la entrada. Los tapones,

válvulas y demás accesorios no se deberán remover hasta que la lechada haya secado.

No deberán transcurrir más de treinta (30) minutos desde el amasado hasta el comienzo de la inyección, a no ser que se utilicen retardadores.

Para evitar grumos, se recomienda pasar el mortero por un tamiz No. 10 al momento de efectuar la inyección. Este tamiz eliminará al mismo tiempo las posibles impurezas.

En caso de defectos en la operación de inyección, tales como fugas por rotura de ductos o por falta de compactación en el concreto que los rodea, éstos deberán ser reparados hasta lograr que la lechada los llene perfectamente. En caso de taponamientos en los ductos, tales taponamientos deberán ser localizados y eliminados; para ello, se lavará en sentido contrario a la inyección, inyectando agua a alta presión hasta lavar totalmente el ducto en sentido contrario. Luego se lavará nuevamente en sentido de la inyección y se repetirá la operación de inyección.

Si no se logra eliminar el taponamiento, se deberá perforar el concreto por medio de barrenos hasta las proximidades del taponamiento, para proporcionar paso a la inyección y asegurar el llenado del resto del ducto.

Por ningún motivo se permitirá que un ducto o parte del mismo quede sin la protección que proporciona la lechada, pues se corre el riesgo de que se rompa por efecto de la corrosión.

631.4.5 Limitaciones en la ejecución

Cuando la temperatura sea inferior a cero grados Celsius (0°C), los ductos se deberán mantener libres de agua.

La temperatura del concreto deberá ser, como mínimo, dos grados Celsius (2°C), desde el momento de la inyección hasta que la resistencia de cubos de prueba de lechada alcance un valor mínimo de cincuenta y seis kilogramos por centímetro cuadrado (56 kg/cm^2).

La lechada no deberá tener una temperatura superior a treinta y seis grados Celsius (36°C) durante el proceso de mezcla o bombeo. Si es necesario, el agua de mezclado deberá ser enfriada.

El intervalo permisible entre la instalación del acero de alta resistencia y la inyección de la lechada de cemento, sin el uso de un inhibidor de corrosión, para las diferentes condiciones climáticas a que puede estar expuesta la estructura, está dado por:

- Atmósfera muy húmeda (humedad relativa mayor a 70 %), no deben pasar más de 7 días.
- Atmósfera moderada (humedad relativa entre un 40 % y 70 %), no deben pasar más de 15 días.
- Atmósfera muy seca (humedad relativa menor a 40 %), no deben pasar más de 20 días.

631.4.6 Manejo ambiental

Todas las labores de fabricación y ejecución de la lechada para ductos de concreto preesforzado se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

631.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

631.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Controlar la calidad y dosificación de los materiales que componen la lechada.
- Verificar la resistencia de la lechada endurecida.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.

- Controlar las presiones del manómetro de la bomba durante la inyección.

El Interventor, en caso de duda sobre la calidad de la inyección realizada, exigirá la realización de radiografías del ducto, las cuales se tomarán a costa del Constructor.

631.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

631.5.2.1 Calidad de los materiales

Se efectuarán todas las comprobaciones que el Interventor considere necesarias, para asegurar que los materiales se ajustan a los requisitos de calidad establecidos en el numeral 631.2 de este Artículo. Todo material que no los satisfaga, será rechazado.

631.5.2.2 Calidad de la lechada

La lechada deberá tener la máxima consistencia que sea compatible con la inyectabilidad. El valor de la fluidez, expresado por el tiempo que tarda en salir un litro de lechada (1 l) por el cono de Marsh, estará comprendido entre diecisiete y veinticinco segundos (17 s - 25 s).

El valor de la exudación, medido en probeta cilíndrica, herméticamente cerrada, de diez centímetros (10 cm) de diámetro y diez centímetros (10 cm) de altura, no será superior al dos por ciento (2 %) a las tres (3) horas, ni al cuatro por ciento (4 %), como máximo absoluto y la propia lechada deberá reabsorber el agua exudada pasadas veinticuatro (24) horas.

La reducción de volumen o contracción, medida sobre la misma probeta, no será superior al dos por ciento (2 %).

En cuanto a la expansión eventual, que se presenta cuando se utilizan aditivos destinados para tal fin, no podrá exceder del diez por ciento (10 %).

La resistencia a compresión de la pasta no será inferior a treinta megapascales (30 MPa) o trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (300 kg/cm²), a los veintiocho (28) días.

631.5.2.3 Calidad del producto terminado

Todos los ductos deberán ser llenados totalmente por la lechada. En caso de defectos, se procederá como se indica en el numeral 631.4.4.

El Interventor se abstendrá de aceptar materiales y mezcla cuya calidad no se ajuste a las exigencias de la presente especificación, como tampoco trabajos cuyas deficiencias atenten, a su juicio, contra la calidad y la duración de la obra en la cual se inyecta la lechada. Todas las correcciones y modificaciones que se deban efectuar correrán por cuenta del Constructor, quien deberá realizarlas a plena satisfacción del Interventor, en el menor tiempo posible.

631.6 MEDIDA

No habrá medida, para efectos de pago separado, de la lechada requerida para llenar los ductos de concreto preesforzado.

631.7 FORMA DE PAGO

No habrá pago separado por la lechada para ductos de concreto preesforzado. Por lo tanto, todos los costos de suministro de materiales, almacenamiento, manejo, transportes, cargues, descargues, mezcla, preparación de ductos, inyección, radiografías y cualquier otro costo requerido para la correcta ejecución de los trabajos especificados en este Artículo deberá estar incluido en el ítem correspondiente al Artículo 641, "Acero de preesfuerzo".

BARANDAS DE CONCRETO

ARTÍCULO 632 – 13

632.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de barandas de concreto reforzado, de acuerdo con las formas, dimensiones, refuerzos, y en los sitios señalados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

632.2 MATERIALES

632.2.1 Concreto

Se utilizará concreto de acuerdo con el diseño indicado en los planos del proyecto, que cumpla con lo señalado en el Artículo 630, “Concreto estructural”.

632.2.2 Acero de refuerzo

El acero empleado en la construcción de las barandas deberá cumplir con los requerimientos del diseño y con las características indicadas en el Artículo 640, “Acero de Refuerzo”.

632.3 EQUIPO

Al respecto, rige todo lo que sea aplicable del numeral 630.3 del Artículo 630, “Concreto estructural”.

632.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

632.4.1 Construcción de la baranda

Las barandas de concreto se deberán construir conforme a los requerimientos y exigencias del numeral 630.4 del Artículo 630 “Concreto estructural”.

No se permitirá la colocación de barandas de concreto en luces de puentes en las cuales no se haya retirado toda la obra falsa o estructura de soporte.

El Constructor deberá tener especial cuidado en la colocación de formaletas, con el fin de que éstas se puedan retirar sin causar daño o deterioro del concreto. Las formaletas y tiras de bisel deberán ser construidas de acuerdo con los planos de detalle, con las esquinas bien terminadas, libres de fisuras, astilladuras u otro defecto.

No se permitirán juntas de formaletas en superficies planas.

Las barandas se deberán construir por tramos, para instalar las respectivas juntas que permitan la libre dilatación y contracción de los elementos.

Para iniciar el vaciado del concreto el Constructor deberá tener previa autorización del Interventor.

En caso de construcción de barandas de concreto en zonas donde haya presencia de tránsito o peatones, el Constructor deberá colocar la señalización respectiva para garantizar la seguridad de los mismos, así como la del personal de trabajo.

632.4.2 Elementos reflectantes

En los lugares de las barandas donde los planos del proyecto o el Interventor lo exijan, se deberán colocar elementos retrorreflectantes apernados según las exigencias del Artículo 740 "Captafaros", o de la especificación particular respectiva.

632.4.3 Barandas mixtas

Los elementos de concreto de la baranda deberán ceñirse a lo estipulado en el presente Artículo, y los requerimientos de los elementos metálicos, que no conforman el acero de refuerzo del concreto, se ajustarán a las especificaciones particulares del proyecto y al Artículo 650, "Estructuras de acero".

632.4.4 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de barandas de concreto deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

632.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

632.5.1 Controles

Resultan aplicables los descritos en el numeral 630.5.1 del Artículo 630 “Concreto estructural”.

632.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**632.5.2.1 Calidad de los materiales**

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, aplicarán los requisitos establecidos en el Artículo 630, numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4.

En relación con la calidad del acero para el refuerzo, aplicarán los requisitos establecidos el Artículo 640, numeral 640.5.2.

632.5.2.2 Calidad de la mezcla

En cuanto a la calidad de la mezcla de concreto, incluyendo su resistencia, se aplicará lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del Artículo 630, excepto lo referente a la ejecución de pruebas de carga a expensas del Constructor. En consecuencia, si en caso de discusión, la resistencia de los núcleos tomados de la obra ejecutada no resulta satisfactoria, el Interventor rechazará la longitud de baranda representada por dichos núcleos y el Constructor deberá demoler la obra insatisfactoria, remover los escombros, cargarlos, transportarlos y depositarlos en sitios aprobados mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor, y reconstruirá la baranda en total acuerdo al presente Artículo;

operaciones que deberá efectuar sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

632.5.2.3 Calidad del producto terminado

El Interventor sólo aceptará tramos de baranda de concreto cuya forma, resistencia y dimensiones correspondan a las señaladas en los planos del proyecto o autorizadas por él.

En particular, rechazará aquellas piezas que presenten desviaciones que superen el rango -1.0 cm a + 2.0 cm en las dimensiones, así como toda baranda cuyo desplazamiento, con respecto a la localización indicada en los planos, exceda de dos centímetros (2.0 cm).

También, se abstendrá de aceptar barandas cuyos bordes y esquinas no estén bien terminados o presenten fisuras, astilladuras u otros defectos.

Toda baranda de concreto donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberá ser corregida por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

632.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al décimo de metro lineal, de baranda de concreto realmente terminada en obra, debidamente aceptada por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se efectuará a lo largo del eje de la baranda.

No se medirán, para efectos de pago, longitudes de baranda construida por fuera de los límites indicados en los planos o autorizados por el Interventor.

632.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro, colocación y retiro de formaletas; el suministro de materiales, producción, transporte, colocación y curado del concreto; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor a que haya lugar durante la ejecución de los trabajos; todo equipo y mano de obra requeridos para la correcta elaboración y terminación de la baranda y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Solamente habrá pago separado por concepto del suministro y colocación del acero de refuerzo, actividades que se realizarán con cargo al Artículo 640, "Acero de refuerzo", y en caso de barandas mixtas los elementos metálicos de acuerdo al Artículo 650 "Estructuras de acero".

632.8 ÍTEM DE PAGO

632.1	Baranda de concreto	Metro lineal (m)
-------	---------------------	------------------

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ACERO DE REFUERZO

ARTÍCULO 640 – 13

640.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.

640.2 MATERIALES

640.2.1 Barras de refuerzo

Deberán cumplir las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: NTC 161, NTC 248 y NTC 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

El refuerzo liso solo se permite en estribos, refuerzo de retracción y temperatura o refuerzo en espiral, siempre y cuando así esté contemplado en los planos del proyecto; no se puede utilizar como refuerzo longitudinal a flexión. No se permite acero liso en refuerzo longitudinal ni transversal de elementos que sean parte del sistema de resistencia sísmica, excepto en las espirales, si así lo indican los planos del proyecto.

640.2.2 Mallas electrosoldadas

Los alambres para mallas y las mallas en sí deberán cumplir con las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: NTC 1925 y NTC 2310; ASTM A-185 y ASTM A-497; AASHTO M- 32, AASHTO M-55, AASHTO M-221 y AASHTO M-225.

En mallas de alambre liso, las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de 300 mm, ni a más de 400 mm en mallas de alambre corrugado, excepto cuando las mallas se utilizan como estribos.

640.2.3 Masas teóricas de las barras de refuerzo

Para efectos de la comprobación de la designación y del pago de las barras, se considerarán las masas unitarias que se indican en las Tablas 640 - 1 y 640 - 2

Los números de designación, son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de referencia. La letra M indica que son diámetros nominales en milímetros (mm).

Tabla 640 – 1. Masa de las barras por unidad de longitud
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL		MASA (kg/m)
	(mm)	(pulgadas)	
No. 2	6.4	$\frac{1}{4}$	0.25
No. 3	9.5	$\frac{3}{8}$	0.56
No. 4	12.7	$\frac{1}{2}$	1.00
No. 5	15.7	$\frac{3}{8}$	1.55
No. 6	19.1	$\frac{3}{4}$	2.24
No. 7	22.2	$\frac{7}{8}$	3.04
No. 8	25.4	1	3.97
No. 9	28.7	$1 \frac{1}{8}$	5.06
No. 10	32.3	$1 \frac{1}{4}$	6.41
No. 11	35.8	$1 \frac{3}{8}$	7.91
No. 14	43.0	$1 \frac{3}{4}$	11.38
No. 18	57.3	$2 \frac{1}{4}$	20.24

Tabla 640 – 2. Masa de las barras por unidad de longitud (Diámetros basados en milímetros)

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	MASA (kg)
6M	6.0	0.22
8M	8.0	0.39
10M	10.0	0.62
12M	12.0	0.89
16M	16.0	1.58
18M	18.0	2.00
20M	20.0	2.47
22M	22.0	2.98
25M	25.0	3.85
32M	32.0	6.31
45M	45.0	12.48
55M	55.0	18.64

640.3 EQUIPO

Se requiere de equipo adecuado para el corte y el doblado de las barras de refuerzo.

Si se autoriza el empleo de soldadura, el Constructor deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor y de personal capacitado para la misma. Se requiere, además, la certificación del fabricante del acero que indique que el producto es apto para ser soldado y que dé las recomendaciones para esta labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

640.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se deberán tener en cuenta las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, en sus versiones vigentes, en todos los aspectos que resulten aplicables.

640.4.1 Planos y despiece

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los planos, el Constructor deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y los diagramas deberán ser preparados por el Constructor para someterlos a la aprobación del Interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Constructor deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y los diagramas mencionados, dentro de los precios de su oferta.

Si el Constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el Interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el Interventor, el Constructor deberá revisar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, los planos y las listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del Interventor, al menos treinta (30) días antes de la fecha prevista para el corte y el doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si, por cualquier razón, el Constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondiente deberán ser

dejados sin modificación alguna, según se muestre en los planos suministrados por el Interventor.

640.4.2 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y de ambientes corrosivos.

640.4.3 Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, no deben ser menores que los indicados en la Tabla 640 - 3.

El diámetro mínimo de doblamiento para estribos de barras No. 5 y 16M o menores no debe ser menos de cuatro (4) veces el diámetro. Para barras mayores a la No. 5 y 16M se doblarán con los diámetros mínimos establecidos en la Tabla 640 - 3.

El doblamiento de las barras se realizará en frío y a una velocidad moderada. Deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados (5° C).

640.4.4 Colocación y amarre

Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, deberá estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto. Todo mortero seco deberá ser quitado del acero.

Tabla 640 - 3
Diámetro mínimo de doblamiento

NÚMERO DE BARRA	DIÁMETRO MÍNIMO
2 a 8 6M a 25M	6 diámetros de la barra
9 a 11 32M	8 diámetros de la barra
14 y 18 45M y 55M	10 diámetros de la barra

Las barras deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y el fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de las formaleas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o de ladrillo, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 300 mm, para lo cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá ser del tipo negro calibre número dieciocho (No. 18). No se permitirá la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

Cuando se coloquen dos o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

Cuando se coloquen dos o más filas (o capas) de barras, las barras superiores deberán colocarse directamente encima de las inferiores y la

separación libre entre filas no deberá ser menor de treinta y cinco milímetros (35 mm), no menor que el diámetro de la barra, ni menor de uno con treinta y tres (1.33) veces el tamaño del agregado grueso.

Estos requisitos se deberán cumplir, también, en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

El Interventor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Constructor inicie la colocación del concreto.

640.4.5 Traslapos y uniones

Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes; los traslapos se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido totalmente por el Constructor.

En los traslapos, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias libres mínimas especificadas en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Constructor podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté

contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslapo de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

640.4.6 Cuantías del refuerzo

Se deben cumplir en toda sección de un elemento estructural las disposiciones de cuantías máximas y mínimas establecidas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

640.4.7 Sustituciones

La sustitución de cuantías de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Interventor. En tal caso, el acero sustituido deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño, sin exceder los límites establecidos en el numeral 640.4.6.

640.4.8 Manejo ambiental

El suministro, almacenamiento, transporte e instalación del acero de refuerzo efectivamente colocado en la estructura, así como el manejo de los desperdicios ocasionados, deberá realizarse en un todo de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

640.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

640.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.

- Verificar que el corte, doblado, colocación y cuantía del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, con esta especificación y con sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el periodo de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

El Interventor solicitará al Constructor copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero

640.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

640.5.2.1 Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas correspondientes NTC, AASHTO o ASTM relacionadas en el numeral 640.2.

El Constructor deberá suministrar al Interventor una certificación de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente en cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el Constructor no cumpla con este requisito, el Interventor ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo con lo indicado en el numeral 640.4.5.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

640.5.2.2 Calidad del producto terminado

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

640.5.2.2.1 Desviación en el espesor de recubrimiento:

- Con recubrimiento menor o igual a cincuenta milímetros (≤ 50 mm): cinco milímetros (5 mm).
- Con recubrimiento superior a cincuenta milímetros (> 50 mm): diez milímetros (10 mm).

640.5.2.2.2 Desviación en los espaciamientos prescritos:

Se deberá cumplir lo indicado en el numeral 640.4.4.

640.5.2.2.3 Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

640.6 MEDIDA

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto realmente suministrado y colocado en obra y debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida no incluye el peso de soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio; ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos, que hayan sido autorizados por el Interventor, para conveniencia del Constructor.

Tampoco se medirá el acero específicamente estipulado para pago en otras unidades de obra del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del Constructor y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en la masa computada para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando las masas unitarias indicadas en las Tablas 640 - 1 y 640 - 2.

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra por su masa real en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2), aproximado al kilogramo completo. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor.

640.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado cuando ellos no hayan sido suministrados, por el suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio, así como los de la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

No habrá lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas o en el concreto que el Constructor haya utilizado para su conveniencia con o sin autorización del Interventor. Tampoco se pagará por separado el acero cuyo pago se haya estipulado en otras unidades de obra del Contrato, ni por los trabajos de soldadura que se autoricen para uniones soldadas en reemplazo de uniones traslapadas.

640.8 ÍTEM DE PAGO

640.1	Acero de refuerzo $f_y =$ ____ MPa	Kilogramo (kg)
640.2	Malla de refuerzo $f_y =$ ____ MPa	Kilogramo (kg)

Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para resistencia de acero que se especifique en el proyecto

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVMS

5

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ACERO DE PREESFUERZO

ARTÍCULO 641 – 13

641.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, colocación y tensionamiento de acero de preesfuerzo, de acuerdo con los detalles indicados en los planos, las exigencias de esta especificación y las instrucciones del Interventor. Consiste, además, en el suministro e instalación de todos los accesorios necesarios para los diferentes sistemas de preesfuerzo usados, incluyendo ductos, anclajes e inyecciones de lechada.

641.2 MATERIALES

641.2.1 Acero de preesfuerzo

El acero de preesfuerzo podrá consistir en cables de acero de alta resistencia de siete alambres, alambre de acero de alta resistencia o barras de alta resistencia del tipo y grado especificados en los planos o en las especificaciones que se mencionan a continuación.

641.2.1.1 Cables

Los cables (torones) de siete alambres sin revestimiento deberán cumplir lo especificado en las normas AASHTO M 203, NTC 2010 o ASTM A 416.

641.2.1.2 Alambres

Los alambres de acero sin recubrimiento deberán cumplir los requisitos de las normas AASHTO M 204, NTC 159 o ASTM A 421.

641.2.1.3 Barras

Las barras de alta resistencia sin recubrimiento deberán cumplir los requisitos de las normas AASHTO M 275, NTC 2142 o ASTM A 722. Se podrán usar barras con resistencia última mayor a la especificada en las normas anteriores,

siempre y cuando se demuestre que poseen propiedades superiores a las especificadas.

Todo cable, alambre o barra que se envíe al sitio deberá tener un número de envío para efectos de identificación. Los anclajes se deberán identificar de igual manera.

Cada lote de alambre o barras y cada rollo de cable deberán estar acompañados de un certificado de fábrica que incluya características técnicas, composición química, sección transversal, esfuerzos de fluencia y último, elongación a la rotura, módulo de elasticidad, y curva esfuerzo deformación del acero que se pretende utilizar. La resistencia real del acero de preesfuerzo no deberá ser menor que la especificada en la norma aplicable, y las pruebas se deberán realizar según los procedimientos de dicha norma.

641.2.2 Anclajes y acoples

Todos los anclajes y acoples deberán desarrollar al menos el noventa y cinco por ciento (95 %) de resistencia última especificada para el acero de preesfuerzo, al ser probados antes de ser adheridos, sin exceder el asentamiento del anclaje esperado. Los acoples de tendones no deberán reducir la elongación de rotura por debajo de los requisitos del tendón mismo. Los acoples o sus componentes deberán estar encerrados en camisas que permitan los movimientos necesarios. Los acoples sólo se podrán utilizar en los sitios mostrados en los planos o aprobados por el Interventor. No se podrán utilizar en sitios donde se presenten fuertes curvaturas.

Los dispositivos de anclaje para cables no adheridos, deberán ser capaces de transmitir al concreto una carga igual a la capacidad del cable bajo las condiciones de carga estática y cíclica.

Cualquier refuerzo suplementario requerido en la zona local del anclaje, para resistir concentraciones de esfuerzos en la vecindad del anclaje, que sea dependiente de la configuración del anclaje, debe ser considerado parte integrante del anclaje. Dicho refuerzo deberá ser diseñado por el suministrador del anclaje, y colocado adicionalmente al refuerzo general de la zona que se muestre en los planos.

641.2.3 Ductos

Los ductos utilizados para proveer las cavidades en el concreto para la colocación de cables de postensionamiento podrán estar formados bien sea por núcleos removibles o por ductos rígidos o semirrígidos que se funden dentro del concreto. Los ductos formados por núcleos removibles no deberán tener reducciones que tiendan a cerrar el paso de lechada. Todos los materiales del núcleo deberán removerse. Los ductos formados que deban quedar embebidos no deberán permitir el paso de lechada, deberán ser capaces de transferir los esfuerzos de contacto y conservar su forma bajo el peso del concreto, manteniendo el alineamiento sin pandeos visibles durante la colocación del concreto.

641.2.3.1 Ductos metálicos

Los ductos laminados deberán ser metálicos, a menos que se apruebe algo diferente. Deberán ser de metal ferroso galvanizado y fabricados con uniones soldadas o trabadas. Los ductos soldados no requieren galvanizado. Los ductos rígidos deberán tener paredes interiores suaves y deberán ser capaces de sufrir curvaturas hasta los límites requeridos, sin sufrir achatamiento. Los ductos semirrígidos deberán ser corrugados, y cuando los tendones sean insertados con posterioridad a la colocación del concreto, el espesor mínimo de pared deberá ser calibre veintiséis (26) para ductos de diámetros menores o iguales a sesenta y siete milímetros (67 mm), y calibre veinticuatro (24) para diámetros mayores. Cuando los tendones son preensamblados con dichos ductos, el espesor de pared del ducto no deberá ser inferior al calibre treinta y uno (31).

641.2.3.2 Ductos de polietileno

Como alternativa a ductos metálicos, los ductos para tendones transversales en placas de piso y en otros sitios mostrados en los planos o aprobados por el Interventor, podrán ser de polietileno de alta densidad, de acuerdo a la norma ASTM D 3350. Los ductos de polietileno no se podrán usar cuando el radio de curvatura del tendón sea inferior a nueve metros (9 m).

Los ductos semirrígidos de polietileno que se usen completamente embebidos en concreto deberán ser corrugados, con un espesor mínimo de material de un milímetro y tres décimas, más o menos tres décimas de milímetro ($1.3 \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$). Tales ductos deberán tener una cubierta exterior blanca o ser de material blanco con estabilizadores ultravioletas incorporados.

Los ductos rígidos de polietileno para uso donde el tendón no esté embebido en concreto deberán ser de tubería rígida fabricada según las normas ASTM D 2447, ASTM F 714, ASTM D 2239, o ASTM D 30. Para aplicaciones externas, estos ductos deberán tener una relación diámetro/espesor de pared de veintiuno o menor (≤ 21).

Para aplicaciones donde los ductos de polietileno estén expuestos a la luz solar o ultravioleta, deberá incorporarse un compuesto negro de carbón a la resina de polietileno del ducto, para proveer resistencia a la degradación por luz ultravioleta, de acuerdo con la norma ASTM D 1248.

641.2.3.3 Área de ductos

El diámetro interior de los ductos deberá ser al menos seis milímetros (6 mm) mayor que el diámetro nominal del alambre, barra o cable o, en el caso de tendones de varios cables, el diámetro del ducto debe ser al menos dos (2) veces el área neta del acero de preesfuerzo. Cuando los tendones se coloquen por el método de empuje a través del ducto, el área del ducto debe ser al menos dos y media (2.5) veces al área neta del acero de preesfuerzo.

641.2.3.4 Accesorios de los ductos

Los acoples y transiciones de ductos formados por láminas deberán ser de metal ferroso o polietileno, y deberán ser a prueba de entrada de lechada y poseer la suficiente resistencia para prevenir distorsión o desplazamiento de los ductos durante la colocación del concreto. Todos los ductos de los ensambles de anclaje deberán proveerse de tubos u otras conexiones apropiadas en cada extremo del ducto para la inyección de lechada posterior al preesfuerzo. Deberán

tener, también, orificios de ventilación en los puntos altos y de drenaje en puntos intermedios bajos. Los tubos de ventilación y drenaje deberán ser de un diámetro mínimo de doce milímetros y medio (12.5 mm) o tubos plásticos apropiados. Las conexiones a ductos se deberán hacer con sujetadores metálicos o plásticos. Las ventilaciones y drenajes deberán ser a prueba de mortero y se deberán proveer medios para inyección a través de las ventilaciones y para sellado que evite fugas de lechada.

641.2.3.5 Inhibidor de corrosión

Será del tipo VPI según la especificación MIL-P-3420. Cuando sea aprobado por el Interventor, se puede utilizar aceite soluble en agua.

641.2.3.6 Lechada

Los materiales para la lechada de inyección deberán cumplir los requisitos indicados en el numeral 631.2 del Artículo 631.

641.3 EQUIPO

Los gatos hidráulicos usados para tensionar el acero deberán ser capaces de proveer y sostener las fuerzas necesarias y deberán estar equipados con manómetros de presión o celdas de carga, para determinar el esfuerzo de gateo. El sistema deberá permitir medir independientemente la elongación del cable. El manómetro deberá tener una escala apropiada, y deberá estar debidamente calibrado, hecho del cual el Constructor deberá entregar al Interventor la certificación correspondiente. Las celdas de carga deberán tener un indicador que permita establecer la fuerza de tensionamiento. El rango de lectura será tal, que no se utilice el diez por ciento (10 %) inferior de la capacidad certificada por el fabricante, para determinar la fuerza de gateo. Los manómetros y celdas de carga deberán recalibrarse con frecuencia. Sólo se podrán usar llama de oxígeno o elementos mecánicos de corte para cortar cables después de la instalación del elemento o después del preesfuerzo. No se deberán usar soldadores de arco eléctrico.

El equipo para la preparación e inyección de la lechada se describe en el numeral 631.3 del Artículo 631.

641.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

641.4.1 Planos de trabajo

Cuando los planos no incluyan detalles completos del sistema de preesfuerzo y su método de instalación, o cuando los detalles completos mostrados en los planos puedan ser objeto de modificación por parte del Constructor, éste deberá preparar y remitir para aprobación del Interventor, información completa sobre los sistemas que se propone utilizar. Los planos de trabajo deberán mostrar detalles completos y memorias de cálculo justificativas, descripción de materiales y equipos, e incluir posibles modificaciones a la disposición del acero de refuerzo o a las dimensiones del concreto mostradas en los planos. Estos detalles deberán mostrar la secuencia de preesfuerzo, especificaciones del acero, de los anclajes, esfuerzos de trabajo, esfuerzos en el anclaje, elongación de los tendones, tipos de ductos y cualquier otro dato pertinente, incluyendo la distribución del acero de preesfuerzo en el miembro. Los planos de trabajo deberán ser enviados al Interventor con la suficiente anticipación para permitir su revisión, ajuste y aprobación, sin que se afecte el programa de trabajo.

641.4.2 Pruebas del acero de preesfuerzo y anclaje

El Interventor podrá ordenar las pruebas que considere necesarias sobre muestras tomadas de los lotes suministrados por el Constructor, las cuales deberán ser proporcionadas por éste, sin costo para el Instituto Nacional de Vías.

Para acero de pretensado se deberá suministrar una muestra de dos metros (2 m) de largo, como mínimo, por cada lote de veinte toneladas (20 t) de acero, debiendo cortarse las muestras de los extremos de los rollos.

Para las pruebas requeridas en el acero de postensado, se proporcionarán las siguientes longitudes:

- Un metro y medio (1.50 m) para alambres que requieran cabezas.
- Para alambres que no requieran cabezas, una longitud suficiente para hacer un cable de tendido paralelo de un metro y medio (1.50 m) de largo, consistente del mismo número de alambres con que el cable va a ser habilitado en obra.

- Para torones con accesorios de anclaje, un metro y medio (1.50 m) entre los extremos más cercanos de los accesorios.
- Para barras con extremos roscados y tuercas, un metro y medio (1.50 m) entre los extremos más cercanos de las roscas.

Si las pruebas a ser efectuadas así lo requieren, se deberán proporcionar dos (2) anclajes adicionales completos, incluyendo placas de repartición y demás aditamentos propios del sistema.

641.4.3 Protección, transporte y almacenamiento

El Constructor deberá proteger tanto el acero de preesfuerzo como los anclajes, ductos y otros accesorios a ser utilizados, cuidando la limpieza de los mismos y tomando las medidas necesarias para preservarlos de la corrosión, con el fin de garantizar que, en todo momento, se mantenga su calidad.

Durante el transporte, tanto el acero de preesfuerzo como los demás elementos de acero se deberán envolver en papel impermeable u otro material que los proteja de la humedad.

Los alambres y cables no deberán ser enrollados en diámetros pequeños, para evitar la formación de microfisuras superficiales que propician la corrosión a bajo esfuerzo.

Los ductos se deberán manejar con cuidado durante su carga, transporte y descarga, para evitar lastimaduras y dobleces que los puedan perjudicar posteriormente.

El almacenamiento de estos materiales se deberá efectuar en locales cerrados y secos, evitando su proximidad a refinерías y plantas industriales. Los rollos deberán ser apilados según los diferentes lotes de fabricación e identificados adecuadamente. El apilamiento se hará sobre tarimas que queden separadas del suelo por lo menos treinta centímetros (30 cm).

Para almacenamiento por períodos no superiores a tres (3) meses, se permitirá recubrir el material con un toldo, además de protegerlo con el inhibidor de corrosión.

641.4.4 Dirección y asesoría de los trabajos

El Constructor deberá proporcionar un técnico calificado en el uso del sistema de preesfuerzo a ser utilizado, quien deberá dirigir la correcta ejecución de todas las operaciones requeridas.

641.4.5 Aprobación del sistema por usar

Para cualquier sistema que utilice el principio de preesfuerzo, el Constructor deberá demostrar y garantizar plenamente su eficacia, seguridad y funcionalidad, puestas de manifiesto en obras similares ejecutadas con anterioridad.

641.4.6 Colocación de los ductos

Los ductos se deberán soportar rígidamente en intervalos adecuados dentro de las formaletas mediante amarres al acero de refuerzo, que eviten el desplazamiento durante la colocación del concreto. De ser necesario, se deberán usar barras suplementarias. Las juntas entre secciones de ductos deberán acoplarse con conexiones efectivas que no resulten en cambios de ángulo en las juntas y que prevengan la entrada de pasta de cemento del concreto. Después de colocar los ductos, y el refuerzo y la formaleta se encuentren en su sitio, se deberá realizar una inspección para detectar posibles daños a los ductos. Todos los orificios no intencionales en los ductos deberán ser reparados antes de la colocación del concreto. Las aberturas para inyección y ventilación deberán ser ancladas seguramente al ducto y a la formaleta o al acero de refuerzo, para evitar su desplazamiento en las operaciones de vaciado. Después de instaladas las formaletas, los extremos de ductos deberán ser cubiertos, para prevenir la entrada de agua o lechada.

Todos los ductos de estructuras continuas deberán ser ventilados en los puntos más altos del perfil, excepto cuando la curvatura es pequeña, como en placas continuas, y en los sitios adicionales indicados en los planos. Donde se anticipe congelamiento antes de la inyección, se deberán instalar drenajes en los puntos más bajos, para prevenir la acumulación de agua. Estos drenajes deberán permanecer abiertos hasta la iniciación de los trabajos de inyección. Los extremos de ventilaciones y drenajes se deberán remover hasta veinticinco milímetros (25 mm) por debajo de la superficie del concreto después de terminar la inyección, y los orificios llenados con mortero.

641.4.7 Colocación del acero de preesfuerzo**641.4.7.1 Colocación para pretensionamiento**

El acero de preesfuerzo se deberá instalar precisamente dentro de las formaletas y mantener en su sitio mediante los gatos o anclajes temporales u otros accesorios especiales. Los accesorios que se usen en los cambios de pendiente de la trayectoria deberán ser de baja fricción, debidamente aprobados. El acero de preesfuerzo no se deberá retirar de su cubierta protectora mientras no se vaya a colocar el concreto, debiéndose tomar todas las medidas necesarias para evitar la corrosión. Todo el acero de preesfuerzo preensamblado en ductos e instalado antes de la colocación del concreto, deberá ser asegurado y mantenido en su sitio adecuadamente.

641.4.7.2 Colocación para postensionamiento

Cuando el acero se instale con posterioridad a la colocación del concreto, el Constructor deberá demostrar a satisfacción del Interventor que los ductos se encuentran libres de agua o lechada antes de la instalación del acero. El número total de cables en un tendón individual podrá ser colocado en un solo tiempo, o los cables individuales podrán ser colocados uno a uno. Los accesorios de anclaje deberán ser colocados en su sitio, de modo que su eje coincida con el eje del tendón y las platinas de anclaje sean normales en todas direcciones al tendón.

El acero de preesfuerzo se deberá distribuir de modo que la fuerza en cada elemento corresponda a las indicaciones de los planos. Para vigas cajón con más de dos nervios, si los documentos del proyecto así lo permiten, la fuerza de preesfuerzo puede variar hasta un cinco por ciento (5 %) respecto de la fuerza teórica requerida por nervio, siempre que la fuerza total requerida se obtenga, y que ésta se distribuya simétricamente en la sección.

641.4.7.3 Protección del acero después de la instalación

El acero de preesfuerzo instalado en elementos antes del vaciado y curado del concreto, o instalado en el ducto pero no inyectado dentro de los límites de tiempo dados a continuación, deberá ser protegido contra oxidación mediante un compuesto inhibidor colocado en el ducto o directamente sobre el acero. El acero de preesfuerzo colocado con posterioridad al vaciado y curado del concreto e inyectado dentro de los límites de tiempo siguientes, no requiere el uso de inhibidores de corrosión.

- Atmósfera húmeda o a nivel del mar (humedad relativa mayor del 70 %), no deben pasar más de 7 días.
- Atmósfera moderada (humedad relativa entre el 40 % y 70%), no deben pasar más de 15 días.
- Atmósfera seca (humedad relativa menor del 40 %), no deben pasar más de 20 días.

Una vez que los tendones se hayan colocado en los ductos, las aberturas en los extremos deberán ser selladas para prevenir la entrada de humedad. Cuando se use curado con vapor, el acero de preesfuerzo no se deberá instalar hasta tanto no se haya terminado el curado. Cuando se realice soldadura eléctrica en cercanías de miembros que tengan acero de preesfuerzo, la conexión a tierra se deberá sujetar directamente al acero que se esté soldando. Todos los elementos se deberán proteger de la caída de chispas o escoria de soldadura.

641.4.8 Tensionamiento

641.4.8.1 Generalidades

El acero de preesfuerzo deberá ser tensionado mediante gatos hidráulicos para producir las fuerzas mostradas en los planos, con los debidos márgenes para pérdidas. Las pérdidas deberán corresponder adecuadamente con los análisis. Para el caso de postensionamiento, se deberá, además, incluir la

pérdida por corrimiento del anclaje, dependiendo del sistema utilizado.

Durante el tensionamiento de cables, las fallas individuales de alambres podrán ser aceptadas por el Interventor, siempre y cuando no más de un alambre en el cable se rompa, y el área de los alambres rotos no exceda el dos por ciento (2 %) del área total del acero de preesfuerzo en el miembro. En tal caso, la fuerza total de tensionamiento necesaria se deberá alcanzar aumentando la tensión de los alambres restantes, siempre que para ello no sea preciso elevar la tensión de cada alambre individual en más de dos por ciento (2 %) del valor inicialmente previsto. La aplicación de tensiones superiores requiere un nuevo estudio, el cual se deberá efectuar con base en las características mecánicas de los materiales realmente utilizados; este nuevo estudio deberá ser adelantado por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, y deberá contar con la aprobación del Interventor.

El método de tensionamiento empleado debe ser uno de los siguientes, según haya sido aprobado:

641.4.8.1.1 Pretensado

El cable o tendón se esfuerza antes de ser embebido en el concreto. Una vez el concreto ha alcanzado su resistencia, se libera el acero de los anclajes externos y la fuerza se transfiere, por adherencia, al concreto.

641.4.8.1.2 Postensado

Los cables o tendones se instalan en ductos dentro del concreto y son tensados y anclados después de que el concreto ha adquirido la resistencia de diseño. Como operación final, los ductos son inyectados con lechada a presión.

641.4.8.1.3 Método combinado

Parte del refuerzo se pretensiona y parte se postensiona. Para este método se aplican todas las condiciones particulares de cada uno de los métodos anteriores.

641.4.8.2 Resistencia del concreto

Las fuerzas de preesfuerzo no deberán ser aplicadas o transferidas al concreto hasta tanto éste no haya alcanzado la resistencia especificada para el tensionamiento inicial. Además, el concreto fundido en sitio, diferente al de puentes segmentados, no deberá ser postensionado hasta que hayan pasado al menos diez (10) días de la colocación.

641.4.8.3 Secuencia de tensionamiento

Cuando la secuencia de tensionamiento de tendones individuales no haya sido especificada, el tensionamiento de elementos postensados y la liberación de elementos pretensados deberán ser realizadas en una secuencia que produzca el mínimo de fuerzas excéntricas en el miembro.

641.4.8.4 Medida de esfuerzos

El Constructor deberá llevar un reporte de las presiones y elongaciones de cada tendón, para revisión y aprobación del Interventor. Las elongaciones deberán ser medidas con una precisión de un milímetro (1.0 mm). Los sobrantes de cable de elementos postensados no deberán ser cortados hasta tanto no se hayan aprobado los reportes de tensionamiento.

Los esfuerzos en los tendones durante el tensionamiento deberán ser determinados mediante las lecturas de manómetros o celdas de carga y deberán ser verificados con las elongaciones medidas. Los cálculos de elongaciones esperadas se deberán realizar con base en el módulo de elasticidad suministrado por el fabricante y tomando como base el área nominal, o usando propiedades medidas mediante ensayos sobre el acero utilizado en la obra.

Todos los tendones deben ser tensados preliminarmente hasta la fuerza necesaria para eliminar cualquier falla en el sistema de tensionamiento que pueda afectar la lectura de deformaciones. Esta fuerza preliminar puede variar entre el cinco y el veinticinco por ciento (5 % - 25 %) de la fuerza final de gateo. La fuerza inicial deberá ser medida con un dinamómetro o por otro método aprobado, de modo que su magnitud pueda ser usada como verificación de las elongaciones. Cada cable deberá ser marcado antes del esfuerzo final, para permitir medidas de deformación y asegurar que las cuñas se acomodan correctamente.

Cuando existan discrepancias entre las medidas tomadas con manómetros y las deformaciones leídas, se deberá usar una carga que, leída en el manómetro, produzca ligeros sobreesfuerzos antes que esfuerzos más bajos de lo previsto. Si esta discrepancia es mayor del cinco por ciento (5 %) en tendones con longitudes superiores a quince metros (15 m) y del siete por ciento (7 %) en tendones de menor longitud, toda la operación se debe revisar cuidadosamente para encontrar la fuente de error y corregirla antes de continuar con el tensionamiento.

641.4.8.5 Requisitos del método de pretensionamiento

El preesfuerzo se puede obtener mediante tensionamiento de cables individuales, o grupos de ellos. La cantidad de preesfuerzo que se debe dar a cada cable será la indicada en los planos o aprobada por el Interventor. Todo cable que se deba esforzar en grupo, se deberá llevar a una tensión inicial antes del tensionamiento definitivo. El rango de esta fuerza de tensionamiento será el mismo indicado para cables postensados, y su magnitud dependerá de la pista de tensionamiento y del número de cables en el grupo.

Los tendones colgados pretensados deberán ser tensionados parcialmente por gateo en los extremos de la pista y por levantamiento o descenso de los cables, o ser tensados en su totalidad por gateo, sosteniendo los cables mediante rodillos, pasadores u otros medios aprobados. Se deberán usar accesorios de baja fricción aprobados, en los cambios de pendiente.

Si la carga en un tendón, determinada mediante las medidas de elongación, es inferior a la indicada en los manómetros del gato, en más de cinco por ciento (5 %), el cable deberá ser tensionado desde ambos extremos de la pista, y las cargas calculadas con base en la suma de las dos (2) elongaciones en los extremos, deberán corresponder dentro del cinco por ciento (5 %) especificado.

Cuando el Interventor así lo solicite, los cables de pretensionamiento se deberán verificar para pérdidas de preesfuerzo, no más de tres (3) horas antes de colocar el concreto. El método y los equipos de medición estarán sujetos a aprobación del Interventor. Todo cable que indique pérdidas superiores al tres por ciento (3 %) deberá ser tensionado hasta alcanzar la fuerza original de gateo.

Los esfuerzos en todos los cables se deben mantener mediante anclajes, hasta que el concreto alcance la resistencia especificada al momento de la transferencia. Cuando se tensionen miembros a temperaturas de más de catorce grados Celsius (14° C) por debajo de la temperatura del concreto en el fraguado inicial, la elongación calculada de acero de preesfuerzo deberá ser incrementada para compensar la pérdida de esfuerzo ocasionada por el cambio de temperatura, pero en ningún caso el esfuerzo en el gateo deberá exceder el ochenta por ciento (80 %) de la resistencia última a tensión especificada para el acero.

Los métodos de traslape de cables deberán ser aprobados por el Interventor; el método de traslape deberá ser capaz de desarrollar la resistencia última de los cables. Sólo se permitirá el traslape de un cable en cuando el tensionamiento se realice por cables individuales; si el tensionamiento se hace simultáneamente en varios cables, solo se permitirá el traslape de un diez por ciento (10%) de ellos, como máximo. Los cables traslapados deberán ser de características similares y con el mismo giro. Todos los traslapos deberán quedar por fuera de los elementos que se preesfuercen.

Todas las formaletas o accesorios que impidan las deformaciones de los elementos deberán ser retiradas antes de liberar el acero.

A menos que se indique algo diferente en los planos, todos los cables de elementos pretensados deberán ser cortados a ras con el extremo del miembro, y los extremos expuestos, así como una franja de veinticinco milímetros (25 mm) del concreto alrededor del cable, deberán ser limpiados y pintados. La limpieza se hará mediante cepillo, para remover materiales que no estén firmemente adheridos. Las superficies se cubrirán con una capa gruesa de pintura rica en zinc.

641.4.8.6 Métodos para postensionamiento

Antes de postensar cualquier elemento, el Constructor deberá demostrar, a satisfacción del Interventor, que el acero de preesfuerzo esté libre y no adherido al ducto que lo contiene. A menos que el Interventor apruebe lo contrario, todos los cables de cada tendón, excepto aquellos que estén en ductos planos con no más de cuatro (4) cables, deberán ser tensados simultáneamente con un gato múltiple. A menos que se apruebe algo diferente, los tendones en miembros continuos postensados deberán ser gateados en cada extremo del tendón. Para tendones rectos, y cuando se permita tensionamiento en un solo extremo, el tensionamiento se podrá realizar en uno (1) o ambos extremos, a juicio del Constructor.

641.4.9 Inyección

Cuando se use el método de postensionamiento, el acero de preesfuerzo se deberá proteger permanentemente adhiriéndolo al concreto, llenando los vacíos de los ductos con lechada. El trabajo se realizará conforme se describe en el Artículo 631, "Lechada para ductos de concreto preesforzado".

641.4.10 Protección permanente de los anclajes

Siendo los anclajes mecanismos altamente esforzados, requieren una protección completa contra la corrosión y contra el fuego, motivo por el

cual deberán ser recubiertos por algún medio que resulte satisfactorio para el Interventor.

641.4.11 Medidas de seguridad

El preesfuerzo implica la utilización de fuerzas muy grandes, esforzándose el acero y el concreto en un porcentaje alto de su carga última. Además, durante la construcción y el montaje se ponen en juego fuerzas hidrostáticas de vibración, desbalances y fuerzas dinámicas, por lo que se deben tomar las medidas y disposiciones adecuadas para la seguridad del personal y del equipo. Estas medidas deberán incluir una planificación adecuada, el uso de los arriostamientos temporales que se requieran para el manipuleo, transporte y montaje de los elementos estructurales, la instalación de avisos de prevención y la instrucción del personal mediante un programa continuo.

641.4.12 Manejo ambiental

Todas las labores de suministro de acero de preesfuerzo se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

641.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

641.5.1 Controles

Durante el desarrollo de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales empleados cumplan las exigencias de calidad de la presente especificación.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que los trabajos se realicen de acuerdo con el sistema aprobado, los planos del proyecto y la presente especificación.

- Efectuar las pruebas pertinentes para verificar la calidad del trabajo ejecutado.
- Vigilar la correcta implementación de medidas para garantizar la seguridad del personal y de los equipos durante la ejecución de los trabajos.

El Interventor exigirá al Constructor los certificados de fábrica que incluyan las características físicas y químicas que garanticen la calidad de todos los suministros de los aceros requeridos para la ejecución de los trabajos. Así mismo, evaluará, y aprobará cuando corresponda, el sistema de preesfuerzo propuesto por el Constructor.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de Interventor.

641.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

641.5.2.1 Calidad del acero

Los elementos de acero utilizados en los trabajos objeto de la presente especificación, deberán ser ensayados en la fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requisitos que indiquen las normas NTC, AASHTO o ASTM relacionadas en el numeral 641.2.

El Constructor deberá suministrar al Interventor una certificación de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizados por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de acero a la obra. En caso de que el Constructor no cumpla este requisito, el Interventor ordenará, a expensas de aquél, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el acero, antes de aceptar su utilización. Si los resultados no son satisfactorios, rechazará todo acero representado por ellos.

641.5.2.2 Calidad de los materiales de los ductos y sus accesorios

El Constructor deberá entregar al Interventor certificaciones de los fabricantes que garanticen que la calidad de los ductos y sus accesorios se ajusta a las exigencias de la presente

especificación. Si el Constructor no las presenta, o en caso de duda, el Interventor ordenará la ejecución de todas las pruebas pertinentes, a expensas de aquél, antes de aceptar la utilización de dichos materiales. Si los resultados de tales pruebas no son satisfactorios, rechazará los materiales representados por ellos.

641.5.2.3 Calidad del inhibidor de corrosión

El Interventor verificará que el producto por utilizar sea apropiado para el trabajo y que, además, no se utilice después de cumplida su fecha de vencimiento.

641.5.2.4 Calidad de la lechada de inyección

Tanto los ingredientes como la lechada elaborada, deberán cumplir las exigencias del numeral 631.5.2 del Artículo 631.

641.5.2.5 Distancias entre armaduras y recubrimientos

La distancia libre entre alambres, barras o cables, medida en los extremos de un elemento, no deberá ser inferior a cuatro (4) diámetros para alambres, ni tres (3) diámetros para torones. En la porción media de la luz, se permite una separación menor y el agrupamiento de torones.

Los ductos para colocar el acero de tensionamiento podrán ser agrupados si el Constructor demuestra que no se dificulta la colocación del concreto. Además, se deberán tomar medidas preventivas para evitar que el acero rompa a través del ducto cuando aquel se tense.

Las armaduras, ductos y anclajes deberán cumplir los recubrimientos mínimos indicados en el Artículo C-7.7 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR- 10).

641.5.2.6 Tolerancias de colocación

Salvo que los planos o una especificación particular establezcan algo diferente, la posición de los tendones en cualquier sección transversal del elemento podrá variar hasta

un tres por ciento (3 %) de la dimensión de la pieza, paralela al desplazamiento del tendón, siempre que dicho valor no exceda de veinticinco milímetros (25 mm). Si se demuestra que el desplazamiento no afecta al canto útil de la sección ni la colocación del concreto, la tolerancia se podrá aumentar al doble del valor citado.

641.5.2.7 Tolerancias en el tensionamiento

Los alargamientos no podrán diferir de los previstos en el programa de tensionamiento en más de cinco por ciento (5 %) en tendones con longitudes superiores a quince metros (15 m) y de siete por ciento (7 %) en los de menor longitud. Si esta tolerancia se excede, se deberán examinar las posibles causas de variación, tales como errores de lectura, de sección de armaduras, de módulos de elasticidad o de los coeficientes de rozamiento, rotura de algún elemento del tendón, tapones de lechada, etc., y se procederá a un nuevo tensionamiento con una nueva medida de alargamientos.

En caso de rotura de alambres, se procederá como se indica en el numeral 641.4.8.1. La pérdida total en la fuerza de tensionamiento, originada en la rotura de alambres irremplazables, no podrá exceder nunca de dos por ciento (2 %) de la fuerza total prevista.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

641.6 MEDIDA

La unidad de medida del acero de preesfuerzo será la tonelada fuerza-metro (tf-m) efectiva, medida en el centro de la luz, o el kilogramo (kg), suministrado y correctamente instalado y tensado, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

La cantidad de toneladas fuerza-metro efectivas se determinará multiplicando el número de metros lineales de cable, aproximados al centímetro, por el número de toneladas fuerza efectivas en el centro de la luz.

El número de toneladas fuerza efectivas en el centro de la luz se determinará con aproximación al décimo de tonelada fuerza.

Si la medida se realiza por kilogramos (kg), ésta se efectuará con aproximación al kilogramo completo.

En todos los casos, el resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

641.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato para el acero de preesfuerzo, por todo trabajo aceptado a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, almacenamiento, transportes y colocación de acero, ductos, anclajes y demás accesorios requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo. También, deberá cubrir todos los costos de tensionamiento del acero y los de suministro de materiales para la lechada requerida para llenar los ductos, su almacenamiento, manejo, transportes, cargues, descargues, mezcla, preparación de ductos e inyección; el suministro y la aplicación del inhibidor de corrosión; el suministro y la aplicación de las pinturas necesarias; todo el equipo, mano de obra, asesoría, preparación de planos, patentes, muestras de ensayo, medidas de seguridad, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

641.8 ÍTEM DE PAGO

641.1	Acero de preesfuerzo	Tonelada fuerza-metro (tf-m)
641.2	Acero de preesfuerzo	Kilogramo (kg)

APOYOS Y SELLOS PARA JUNTAS DE PUENTES

ARTÍCULO 642 – 13

642.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de almohadillas elastoméricas de apoyo para vigas de puentes, de acuerdo con los detalles indicados en los planos del proyecto y/o autorizados por el Interventor. El suministro e instalación de apoyos de otro tipo deberán ser considerados en las especificaciones particulares.

El trabajo objeto de este Artículo también comprende el suministro e instalación de sistemas elastoméricos para sello de juntas en tableros de puentes, del tipo y dimensiones mostrados en los planos y/o autorizados por el Interventor.

642.2 MATERIALES

642.2.1 Apoyos de material elastomérico

Los apoyos de material elastomérico incluyen almohadillas simples y apoyos reforzados con acero o tela. Todos los materiales utilizados deberán ser nuevos.

Los apoyos deberán ser suministrados con las dimensiones, propiedades de material, grado de elastómero y tipo de laminado requerido por los planos. El método y la carga de diseño también deberán estar indicados en los planos y las pruebas se deberán realizar de conformidad con ellos. A falta de información más específica, los apoyos deberán ser grado 3, de elastómero de dureza Shore 60, y refuerzos de acero. Los requisitos para pruebas de carga a que estarán sometidos, corresponden al diseño del denominado Método A.

642.2.1.1 Elastómero

El elastómero bruto podrá ser neopreno virgen (policloropreno) o caucho natural (poliisopreno). Los compuestos de elastómero se clasifican como grado 0, 1, 2, 3, 4 ó 5, dependiendo de las bajas temperaturas. Los grados están definidos en las Tablas 642 - 1 y 642 - 2 por los

requerimientos de prueba. Un mayor grado de elastómero puede ser sustituido por uno inferior.

Los compuestos deberán cumplir los requisitos mínimos de las tablas recién mencionadas, salvo que el Interventor lo autorice de otra manera. Los requisitos de prueba pueden interpolarse para durezas intermedias. Si el material se especifica de acuerdo al módulo de corte, el módulo de corte medido deberá estar dentro del quince por ciento (15 %) del valor especificado. Además, se deberá suministrar un valor de dureza consistente, con el fin de determinar los límites para las pruebas de las Tablas 642 - 1 y 642 - 2. Si se especifica la dureza, el módulo de corte medido se debe encontrar dentro del rango de la Tabla 642 - 3. Cuando las muestras de prueba se toman del producto terminado, las propiedades físicas pueden variar en un diez por ciento (10 %) de las especificadas en las Tablas 642 - 1 y 642 - 2. Todas las pruebas de material se deben realizar a veintitrés más o menos dos grados centígrados ($23^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$) a menos que se establezca algo diferente. Las pruebas del módulo de corte se deberán llevar a cabo utilizando el aparato y el procedimiento descritos en el anexo A de la norma ASTM D 4014.

642.2.1.2 Laminados de acero

Los laminados de acero utilizados para refuerzo se deben hacer de acero dulce laminado que cumpla con las normas ASTM A 36, ASTM A 570 o equivalentes.

Los laminados deberán tener un espesor mínimo nominal de calibre 16. No se permiten agujeros en las platinas para fines de fabricación, a menos que se hayan tenido en cuenta en el diseño, como se muestre en los planos.

642.2.1.3 Refuerzo de tela

El refuerzo de tela debe ser tejido 100 % fibra de vidrio de estopa tipo "E" con fibras continuas. El número mínimo de hilos en cada dirección será de diez (10) hiladas por centímetro. La tela deberá ser un tejido pata de gallo o un tejido raso de dureza 8. Cada capa de tela deberá tener una

resistencia de rotura mínima de 140 kN/m en cada dirección de hilada. No se permiten agujeros en la tela.

Tabla 642 – 1. Pruebas de control de calidad del neopreno

PROPIEDADES FÍSICAS				
D 2240	Dureza (Shore A Durometer)	50±5	60±5	70±5
D 412	Resistencia a la tracción, min (psi)	2250	2250	2250
	Elongación, mín (%)	400	350	300
RESISTENCIA AL CALOR				
D 573	Cambio en la dureza del durómetro			
70 horas	Puntos máximos	15	15	15
a 158° F	Cambio en resist. a la tracción, máx (%)	-15	-15	-15
	Cambio en elongación última, máx (%)	-40	-40	-40
DEFORMACION POR COMPRESIÓN				
D 395	22 horas a 212° F, máx (%)			
Método B	100 pphm de ozono por volumen de aire	Sin grietas	Sin grietas	Sin grietas
OZONO	20% deformación 100° F ± 2° F			
D 1149	100 horas procedimiento de montaje D518, Procedimiento A			
FRAGILIDAD A BAJAS TEMPERATURAS				
D 746	Grados 0 al 2: No se requiere prueba			
Proced. B	Grado 3: fragilidad a -40° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 4: fragilidad a -55° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 5: fragilidad a -70° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
RIGIDEZ TERMICA INSTANTÁNEA				
D 1043	Grados 0 al 2: probada a -25° F	La rigidez a temperatura de prueba no debe exceder de 4 veces la rigidez medida a 73° F		
	Grado 3: probada a -40° F			
	Grado 4: probada a -50° F			
	Grado 5: probada a -65° F			
CRISTALIZACIÓN A BAJAS TEMPERATURAS				
Prueba de corte Quad según se describe en anexo A de la norma ASTM D 4014	Grados 0 al 2: probada a -25° F Grado 2: 7 días a 0° F Grado 3: 14 días a -15° F Grado 4: 21 días a -35° F Grado 5: 28 días a -35° F	La rigidez al tiempo y temperatura de prueba, no puede exceder 4 veces la rigidez medida a 73° F sin demora. La rigidez debe medirse con un equipo para prueba de corte en una unidad de refrigeración encerrada. Las muestras de prueba deben tomarse de un apoyo escogido al azar. Se debe utilizar un ciclo de deformación ±25 % y se debe aplicar un ciclo completo de deformación con un período de 100 segundos. Se descartan los primeros ¾ de ciclo y se debe determinar la rigidez de la pendiente de la curva fuerza deflexión para el siguiente ½ ciclo de carga.		

Tabla 642 – 2. Pruebas de control de calidad del caucho natural

PROPIEDADES FÍSICAS				
D 2240	Dureza (Shore A Durometer)	50±5	60±5	70±5
D 412	Resistencia a la tracción, mín (psi)	2250	2250	2250
	Elongación, mín (%)	400	350	300
RESISTENCIA AL CALOR				
D 573	Cambio en la dureza del durómetro			
70 horas	Puntos máximos	10	10	10
a 158° F	Cambio en resist. a la tracción, máx (%)	-25	-25	-25
	Cambio en elongación última, máx (%)	-20	-20	-20
DEFORMACION POR COMPRESIÓN				
D 395	22 horas a 158°F, máx (%)			
Método B	25 pphm de ozono por volumen de aire	Sin grietas	Sin grietas	Sin grietas
OZONO	20% deformación 100° F ± 2° F			
D 1149	48 horas procedimiento de montaje D518, Procedimiento A			
FRAGILIDAD A BAJAS TEMPERATURAS				
D 746	Grados 0 al 2: No se requiere prueba			
Proced. B	Grado 3: fragilidad a -40° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 4: fragilidad a -55° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 5: fragilidad a -70° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
RIGIDEZ TERMICA INSTANTÁNEA				
D 1043	Grados 0 al 2: probada a -25° F	La rigidez a temperatura de prueba no debe exceder de 4 veces la rigidez medida a 73° F		
	Grado 3: probada a -40° F			
	Grado 4: probada a -50° F			
	Grado 5: probada a -65° F			
CRISTALIZACIÓN A BAJAS TEMPERATURAS				
Prueba de corte Quad según se describe en anexo A de la norma ASTM D 4014	Grados 0 al 2: probada a -25° F	La rigidez al tiempo y temperatura de prueba, no puede exceder 4 veces la rigidez medida a 73° F sin demora. La rigidez debe medirse con un equipo para prueba de corte en una unidad de refrigeración encerrada. Las muestras de prueba deben tomarse de un apoyo escogido al azar. Se debe utilizar un ciclo de deformación ±25 % y se debe aplicar un ciclo completo de deformación con un período de 100 segundos. Se descartan los primeros ¼ de ciclo y se debe determinar la rigidez de la pendiente de la curva fuerza deflexión para el siguiente ½ ciclo de carga.		
	Grado 2: 7 días a 0° F			
	Grado 3: 14 días a -15° F			
	Grado 4: 21 días a -35° F			

Tabla 642 – 3. Propiedades del elastómero para diferentes durezas

CARACTERÍSTICA	DUREZA SHORE		
	50	60	70
Módulo cortante a 23° C (kg/cm ²)	6.65 - 9.10	9.10 - 14	14 - 21
Deformación por flujo plástico en 25 años dividida por deformación instantánea (%)	25 %	35 %	45 %
k (Constante dependiente de la dureza del elastómero)	0.75	0.60	0.55

642.2.1.4 Adherencia

La unión vulcanizada entre la tela y el refuerzo deberá tener una resistencia mínima al desprendimiento de 5.2 kN/m.

Los apoyos laminados de acero deberán desarrollar una resistencia mínima al desprendimiento de 6.9 kN/m. Las pruebas de desprendimiento se deberán ejecutar de acuerdo con la norma ASTM D 429, Método B.

642.2.1.5 Marca y certificación

El fabricante deberá certificar que cada apoyo satisface los requisitos de los planos y las especificaciones, y suministrar una copia certificada de los resultados de la prueba del material. Cada apoyo reforzado deberá ser marcado con tinta indeleble o pintura adaptable. La marca deberá incluir la orientación, número de orden, número de lote, número de identificación del apoyo, lo mismo que el tipo y el grado del elastómero. La marca se deberá colocar en el lado que quede visible luego del montaje, a menos que se especifique algo diferente en los documentos contractuales.

642.2.2 Materiales para sello de juntas

642.2.2.1 Sellos de compresión

Los sellos serán preformados y manufacturados a partir de un compuesto elastomérico vulcanizado usando cloropreno

como único polímero base. El tamaño, la forma y las tolerancias en las dimensiones de los sellos se deberán indicar en los planos del proyecto o en las especificaciones particulares.

El material se deberá ajustar a los requisitos establecidos en la especificación AASHTO M 220.

Los sellos deberán ser continuos, sin juntas en todo el ancho de la calzada.

642.2.2.2 Marca de identificación

Los sellos deberán estar identificados con la marca de fábrica y la fecha de producción, a intervalos no mayores de un metro con veinte centímetros (1.20 m). En la superficie superior de los sellos, se colocará una marca cada treinta centímetros (0.30 m), suficientemente clara y durable para facilitar las medidas de longitud luego de la instalación.

642.2.2.3 Lubricante - adhesivo

El lubricante-adhesivo utilizado con los sellos elastoméricos preformados deberá ser un compuesto del mismo polímero base de los sellos, combinado con solventes volátiles adecuados. Deberá tener una consistencia apropiada a la temperatura de instalación de los sellos, ser compatible con éstos y con el concreto y relativamente inmune a la humedad normal del concreto. El lubricante-adhesivo deberá cumplir con la especificación ASTM D 4070.

642.3 EQUIPO

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarias para transportar los apoyos y sellos al sitio de las obras y para instalarlos de manera apropiada.

642.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

642.4.1 Apoyos

642.4.1.1 Planos de trabajo

Cuando los planos no muestren detalles completos de los apoyos y sus anclajes, el Constructor deberá preparar y someter para aprobación, planos de trabajo que muestren todos los detalles de los apoyos y los materiales que se propone utilizar; dichos planos deberán contar con la aprobación del Interventor antes de empezar la fabricación de los apoyos. Tal aprobación no exonera al Constructor de cualquier responsabilidad contractual por la exitosa terminación del trabajo.

642.4.1.2 Fabricación

Los apoyos con laminados de acero se deben fundir en moldes como una sola unidad, unir y vulcanizar bajo calor y presión. El acabado de los moldes se debe hacer de acuerdo con la práctica estándar de los talleres. Los laminados internos de acero se deberán limpiar mediante chorros de arena y antes de la fusión deben estar completamente limpios de herrumbre, escamas de laminación, mugre y libres de rebabas y bordes agudos. Las platinas de carga externas (platinas de asiento) deberán estar protegidas contra la corrosión por parte del fabricante y unirse preferiblemente en caliente a los apoyos durante la vulcanización. Los apoyos diseñados para actuar como una sola unidad con un factor de forma dado, se deberán fabricar como una sola unidad.

Los apoyos de tela reforzados se pueden vulcanizar en grandes láminas y cortar al tamaño deseado. El corte se deberá realizar de forma que se evite el calentamiento de los materiales y se produzca un acabado liso sin separaciones entre el elastómero y la tela. El refuerzo de tela se hará en pliegues sencillos en la parte superior e inferior de los apoyos y en pliegues dobles en las capas interiores. La tela deberá estar libre de dobleces y rizos y estar paralela entre las superficies superior e inferior.

Las almohadillas simples se pueden moldear o troquelar y vulcanizar en grandes láminas y cortar al tamaño deseado. El corte no debe calentar los materiales y debe producir un acabado liso.

La tolerancia de laminado, acabado y apariencia deberá cumplir los requisitos de la más reciente edición del Manual de Caucho publicado por la Rubber Manufacturers Association, Inc., de acuerdo a las normas RMAF3 y T.063 para apoyos moldeados y RMAF2 para apoyos troquelados.

Los ensambles de los apoyos antes de su envío a la obra deberán haber sido preensamblados en el taller por el fabricante y verificados con respecto a la geometría y la terminación correcta.

A menos que se especifique otra cosa, con excepción del acero inoxidable, los componentes de los apoyos, incluyendo los pernos de anclaje, se deben galvanizar.

642.4.1.3 Empaque, manejo y almacenamiento

Con anterioridad al despacho de la fábrica, los apoyos se deben empaquetar en forma adecuada, para garantizar que estén protegidos contra daños de manejo, del medio ambiente y cualquier otro factor de riesgo durante el envío y el almacenamiento. Cada apoyo completo deberá tener sus componentes identificados claramente, estar atornillados firmemente, atados o asegurados para evitar cualquier movimiento relativo, y marcados en la parte superior respecto a la posición y orientación en cada estructura del proyecto, de conformidad con los planos.

Todos los apoyos y sus partes componentes se deben almacenar en el sitio de la obra y en un área protegida contra daños físicos y ambientales. Una vez instalados, los apoyos deberán estar limpios y libres de sustancias extrañas.

642.4.1.4 Instalación

Los apoyos se deberán colocar sobre superficies que estén planas con precisión al milímetro, salvo que los apoyos se

coloquen en pares opuestos, horizontales hasta dentro de 0.01 radianes. Cualquier falta de paralelismo entre la parte superior del apoyo y la parte inferior de la viga que exceda de 0.01 radianes deberá ser corregida mediante lechada de cemento o siguiendo las instrucciones del Interventor.

No se deberán soldar las placas exteriores de los apoyos a menos que entre la soldadura y el elastómero existan treinta y ocho milímetros (38 mm) de acero, como mínimo. El ningún caso el elastómero o la unión deberán estar sometidos a temperaturas mayores de doscientos cuatro grados Celsius (204° C).

642.4.2 Sellos para juntas

642.4.2.1 Planos de trabajo

El Constructor deberá presentar al Interventor planos de trabajo que ilustren el procedimiento de instalación y el ensamble de unión para tableros de puentes. Además, se deberán remitir, para aprobación del Interventor, planos de taller para juntas que tengan un movimiento total superior a cuatro centímetros (4 cm).

Los planos de trabajo deberán traer aprobación del Interventor con anterioridad a la ejecución de los trabajos, y tal aprobación no exonera al Constructor de cualquier responsabilidad contractual para la terminación satisfactoria de la obra.

642.4.2.2 Instalación

Todos los materiales y ensambles para juntas deberán ser protegidos contra posibles daños; los ensambles deberán estar soportados para mantener su forma y alineamiento. Los sellos para juntas se deberán construir e instalar para proporcionar suavidad al paso de vehículos. Después de la instalación, las juntas se deberán cubrir con un material protector hasta la limpieza final de la cubierta del puente.

Al tiempo de la instalación, la junta deberá estar completamente limpia y seca y libre de astillas de piedra e

irregularidades que puedan perjudicar un sello correcto de la junta. Las superficies metálicas o de concreto deberán estar limpias, libres de óxido, lechada, aceite, grasa, mugre, polvo u otros materiales nocivos.

Los sellos elastoméricos preformados de compresión para juntas se deberán instalar por métodos manuales adecuados o herramientas mecánicas sin causar daño al sello. El lubricante-adhesivo se deberá aplicar a ambas caras de la junta con anterioridad a la instalación y en concordancia con las instrucciones del fabricante. El sello elastomérico preformado se deberá comprimir al espesor especificado en los planos o aprobado por el Interventor para la abertura estimada y la temperatura ambiente al tiempo de la instalación. No se permitirán puntos abiertos o ajustes flojos entre el sello y la cubierta.

642.4.2.3 Ensamblados de sellos para juntas

Los ensambles de sellos para juntas de expansión se deberán construir para proporcionar absoluta libertad de movimiento a través de un rango consistente con aquel prescrito por el Interventor o como se muestra en los planos de diseño. La instalación se deberá hacer de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los ajustes finales del ensamble de sellos para juntas de cubierta al tiempo de la fundición en los anclajes de la unidad, dependen de la relación de la temperatura corriente de la superestructura a su temperatura media esperada, y deberán estar de acuerdo con las especificaciones del fabricante, o como se muestre en los planos.

Luego de la instalación, y con anterioridad a la aceptación final, los sellos para juntas se deben probar en presencia del Interventor para detectar filtraciones de agua a través de la junta. Cualquier goteo en el sello de la junta es causa de rechazo.

642.4.3 Manejo ambiental

Todas las labores de suministro e instalación de apoyos y sellos para juntas de puentes se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los

estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y de las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

642.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

642.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Comprobar que la calidad de los materiales satisface las exigencias de esta especificación.
- Verificar que los trabajos se realicen de acuerdo con el sistema aprobado, los planos del proyecto y la presente especificación.
- Comprobar la calidad del trabajo ejecutado.
- Medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de Interventor.

El Interventor exigirá al Constructor las certificaciones de fábrica que respalden la calidad de los materiales utilizados.

642.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

642.5.2.1 Calidad de los materiales para los apoyos elastoméricos de los apoyos terminados

642.5.2.1.1 Generalidades

La calidad se verificará de acuerdo con las pruebas mencionadas en las Tablas 642 - 1, 642 - 2 y 642 - 3.

642.5.2.1.2 Pruebas de temperatura ambiente

El elastómero utilizado deberá satisfacer los límites prescritos en la Tabla pertinente 642 - 1 o 642 - 2 en

cuanto a dureza de durómetro, resistencia a la tracción, elongación última, resistencia al calor, deformación por compresión y resistencia de ozono. La adherencia al refuerzo, si la hay, debe también satisfacer el numeral 642.2.1.4. El módulo de corte del material se debe probar a veintitrés grados Celsius (23° C) utilizando el aparato y procedimientos contemplados en el anexo A de la norma ASTM D 4014. Este se deberá encontrar dentro del quince por ciento (15 %) del valor especificado, o dentro del rango de su dureza dado en la Tabla 642 - 3, si no se ha especificado el módulo de corte.

Las pruebas de temperatura ambiente se deberán hacer para los materiales utilizados en cada lote de apoyos. En lugar de realizar una prueba del módulo de corte para cada colada de material, el fabricante puede elegir suministrar certificados de las pruebas realizadas sobre procesos idénticos en el año anterior, a menos que el Interventor autorice otra cosa. Los certificados de prueba del fabricante deben proveerse para cada lote de refuerzo.

642.5.2.1.3 Pruebas a bajas temperaturas

Los elastómeros de grados 3, 4 y 5 están sujetos a pruebas de fragilidad a bajas temperaturas (ASTM D 746), a pruebas de rigidez instantánea a bajas temperaturas (ASTM D 1043), y a pruebas de cristalización a bajas temperaturas (ASTM D 4014). Los elastómeros de grados 0 al 2 están sujetos a pruebas de rigidez instantánea a bajas temperaturas (ASTM D 1043). Las pruebas se deberán ejecutar de acuerdo con los requisitos de las Tablas 642 - 1 y 642 - 2 y el compuesto deberá satisfacer todos los límites de su grado.

Estos tres (3) tipos de pruebas a baja temperatura en el elastómero se deberán realizar en el material utilizado en cada lote de apoyos para el material de grados 3, 4 y 5, y la prueba de rigidez térmica

instantánea se deberá conducir en material de grado 0 al 2. Para el material de grado 3, en lugar de la prueba de cristalización a baja temperatura, el fabricante puede escoger suministrar certificados de pruebas de cristalización a baja temperatura realizadas en material idéntico en el último año, a menos que el Interventor ordene lo contrario. Los materiales de grados 0 al 2 no requieren pruebas de cristalización y fragilidad a bajas temperaturas, salvo que el Interventor lo solicite especialmente.

642.5.2.1.4 Inspección visual de los apoyos terminados

Cada apoyo terminado se deberá inspeccionar para verificar si está de acuerdo con las tolerancias dimensionales y con la calidad total de fabricación. En los apoyos reforzados de acero, los bordes del acero deberán ser protegidos en todas partes contra la corrosión.

642.5.2.1.5 Pruebas de compresión de corta duración

Los apoyos deberán ser sometidos a cargas de compresión hasta una y media (1.5) veces la carga máxima de diseño. La carga se deberá sostener constante durante cinco (5) minutos, retirar y aplicar de nuevo por otros cinco (5) minutos. El apoyo se deberá examinar visualmente cuanto está sometido a la segunda carga y si se observa un paralelismo de laminado por la forma de pandeo evidente, el espesor de una capa está por fuera de las tolerancias especificadas o la unión del laminado es deficiente, el apoyo deberá ser rechazado. También es causa de rechazo la existencia de tres (3) o más grietas separadas de superficie con un ancho mayor de dos milímetros (2 mm) y dos milímetros (2 mm) de profundidad.

642.5.2.1.6 Pruebas de compresión de larga duración

El apoyo se deberá someter a cargas de compresión hasta una y media (1.5) veces su carga máxima de

diseño durante un período de quince (15) horas. Si durante la prueba, la carga cae por debajo de una y tres décimas (1.3) veces la carga máxima de diseño, la duración de la prueba deberá ser incrementada por un período de tiempo en que la carga esté por debajo de este límite. El apoyo se deberá examinar visualmente al final de la prueba mientras está bajo carga y si se evidencia un paralelismo de laminado a causa de la forma de pandeo, el espesor de una capa está por fuera de las tolerancias dimensionales o la unión del laminado es deficiente, el apoyo será rechazado. También será causa de rechazo la existencia de tres (3) o más grietas aisladas de superficie con un ancho mayor de dos milímetros (2 mm) y dos milímetros (2 mm) de profundidad.

La muestra para este ensayo deberá estar constituida, por lo menos, por un apoyo escogido al azar de cada tamaño y colada de material y deberá incluir el diez por ciento (10 %) del lote, como mínimo. Si falla un apoyo de la muestra, se deberán rechazar todos los apoyos de aquel lote, a menos que el fabricante elija probar cada apoyo del lote por su cuenta, bajo la supervisión del Interventor.

A cambio de este procedimiento, el Interventor puede exigir que se pruebe cada apoyo del lote.

642.5.2.1.7 Pruebas del módulo de corte

El módulo de corte del material de los apoyos terminados se evalúa mediante el ensayo de una muestra cortada del material utilizando el aparato y el procedimiento descritos en el anexo A de la norma ASTM D 4014, o, a discreción del Interventor, se puede realizar una prueba no destructiva de rigidez comparable en un par de apoyos terminados. El módulo de corte deberá quedar dentro del quince por ciento (15 %) del valor especificado o dentro del rango de su dureza dada en la Tabla 642 - 3, si no se especifica el módulo de corte. Si la prueba se realiza en apoyos terminados, el módulo de corte del

material deberá ser calculado de la rigidez de corte medida en los apoyos, teniendo en cuenta la influencia de la geometría y carga compresiva del apoyo sobre la rigidez de corte.

642.5.2.1.8 Tolerancias de fabricación

Las almohadillas simples y los apoyos laminados se deberán construir según las dimensiones especificadas, dentro de las siguientes tolerancias.

642.5.2.1.8.1 Altura total

Espesor de diseño:

- 32 mm o menos: -0, +3 mm
- Mayor de 32 mm: -0, +6 mm

642.5.2.1.8.2 Dimensiones horizontales totales

- 0.914 m o menos: -0, +6 mm
- Mayor de 0.914 m: -0, +12 mm

642.5.2.1.8.3 Espesor de las capas individuales de elastómero (Apoyos laminados solamente)

- En cualquier punto dentro de los apoyos:
 $\pm 20\%$ del valor de diseño pero no más de ± 3 mm

642.5.2.1.8.4 Paralelismo con la cara opuesta

- Lados superior e inferior: 0.005 radianes

642.5.2.1.8.5 Posición de los elementos de conexión expuestos

- Agujeros, ranuras o aditamentos: ± 3 mm

642.5.2.1.8.6 Cubierta de borde

- Laminados embebidos o elementos de conexión: -0, +3 mm

642.5.2.1.8.7 Espesor, el que sea menor entre

- Capa de cubierta superior e inferior (Si se requiere): +1.5 mm y +20 % del espesor nominal de la capa de cubierta.

642.5.2.1.8.8 Tamaño

- Agujeros, ranuras o aditamentos: ± 3 mm

642.5.2.2 Calidad de los materiales para el sello de juntas**642.5.2.2.1 Generalidades**

Cada vez que lo exija el Interventor, el Constructor deberá suministrar, sin cargo para el Instituto Nacional de Vías, una muestra de ensayo de un metro con ochenta centímetros (1.80 m) de longitud, por cada novecientos catorce metros (914 m) de sello o fracción, para cada fecha de manufactura; así como quinientos mililitros (500 ml) de cada lote de lubricante-adhesivo.

Los especímenes de prueba serán cortados de las muestras remitidas, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D 15.

Los especímenes que deben ser ensayados tras envejecimiento acelerado, deberán ser cortados de una porción de la muestra envejecida.

Los especímenes para ensayos de recuperación a baja y alta temperatura tendrán aproximadamente ciento veinticinco milímetros (125 mm) de longitud y serán tomados al azar de la muestra representativa del lote bajo prueba. Los especímenes para prueba a

baja temperatura deberán ser espolvoreados con talco tanto en su superficie interna como en la externa, mientras que los de ensayo a alta temperatura sólo serán espolvoreados levemente en su superficie exterior.

Las muestras para ensayo de cambio de peso en aceite tendrán unos setenta y cinco milímetros (75 mm) de longitud y se tomarán al azar de muestras representativas del lote recibido.

642.5.2.2.2 Ensayos

Las pruebas sobre el material sellante de juntas se efectuarán de acuerdo con los procedimientos mencionados en la especificación AASHTO M 220 y sus resultados deberán cumplir los requisitos exigidos en la Tabla 1 de dicha especificación.

642.5.3 Calidad del producto terminado

El Interventor sólo aceptará los materiales que cumplan con las exigencias de calidad de este Artículo y las especificaciones que lo complementan y que, además, hayan sido instalados correctamente, de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de este Artículo, deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor, son costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías, y a plena satisfacción de éste.

642.6 MEDIDA

642.6.1 Apoyos elastoméricos

La unidad de medida será la unidad (u) de apoyo elastomérico de cada tipo y dimensiones, elaborado de acuerdo con los planos y esta especificación e instalado de manera satisfactoria para el Interventor.

642.6.2 Sello para juntas de puentes

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al centímetro, de sello de calidad apropiada, adecuadamente instalado y aceptado a satisfacción por el Interventor. La medida se realizará directamente sobre el sello, dentro de los límites de colocación autorizados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

642.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo apoyo o sello elaborado e instalado a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro de materiales, manufactura de los apoyos o sellos, transporte, mano de obra, equipo y desperdicios, así como por la instalación del apoyo o sello, incluyendo los materiales y operaciones necesarias para la preparación de superficies, ensambles, protecciones y, en general, toda actividad que resulte necesaria para terminar correctamente el trabajo especificado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de patentes que utilice el Constructor, la elaboración de los planos de trabajo, el suministro de muestras para ensayo y la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante el lapso de ejecución de los trabajos. También, la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

642.8 ÍTEM DE PAGO

642.1	Apoyo elastomérico	Unidad (u)
642.2	Sello para juntas de puentes	Metro lineal (m)

ESTRUCTURAS DE ACERO

ARTÍCULO 650 – 13

650.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el diseño, fabricación, transporte, montaje y pintura de estructuras de acero, soldadas y/o pernadas, de acuerdo con los planos, las especificaciones, la norma NSR-10 y las instrucciones del Interventor. Comprende, además, el suministro de todos los materiales requeridos para la fabricación de las estructuras, tales como láminas, perfiles, platinas, pernos, remaches, elementos para soldadura y piezas o metales especiales.

650.2 MATERIALES

650.2.1 Acero

El acero se deberá suministrar de acuerdo con las especificaciones que se indican a continuación. Mientras los documentos del proyecto o las especificaciones particulares no establezcan lo contrario, deberá ser del tipo de acero al carbono.

650.2.1.1 Acero estructural

El acero estructural al carbono deberá cumplir las especificaciones AASHTO M 270 y la Norma NSR-10, artículo F.3.1.4 Acero Estructural, Materiales.

En estas especificaciones se acepta el uso de los materiales que cumplen las siguientes normas:

- NTC 248. Barras corrugadas laminadas en caliente (ASTM A 615).
- NTC 1920. Acero estructural. (ASTM A 36/A 36/M).
- NTC 3470. Tubería de acero soldada o sin costura, negra y recubierta de zinc por inmersión en caliente (ASTM A 53 Grado B).

- NTC 1950. Acero estructural de alta resistencia y de baja aleación (ASTM A 242).
- NTC 1986. Tubería estructural de acero al carbono, formada en frío, soldada o sin costura, de cualquier configuración (ASTM A 500, Grados B o C).
- NTC 2374. Tubería estructural de acero al carbono, formada en caliente, soldada o sin costura (ASTM A 501).
- NTC 3347. Láminas y platinas de acero al carbono laminadas en caliente, de calidad estructural (ASTM A 570 Grados 40, 45 y 50).
- NTC 1985. Acero de alta resistencia, de baja aleación colombio-vanadio de calidad estructural (ASTM A 572).
- NTC 2012. Acero estructural de alta resistencia de baja aleación con punto de fluencia mínimo de 345 MPa, hasta 100 mm de espesor (ASTM A 588).
- NTC 4001. Tubería estructural de alta resistencia y baja aleación, formada en caliente con o sin costura (ASTM A 618).
- NTC 4005. Acero estructural para puentes (ASTM A 709).
- NTC 4007. Especificaciones para el acero al carbono-manganeso de alta resistencia y calidad estructural (ASTM A 529).
- NTC 4009. Láminas y flejes de acero, laminados en frío y en caliente, de alta resistencia y baja aleación, con resistencia mejorada a la corrosión (ASTM A 606).
- NTC 4012. Plancha de acero estructural de baja aleación, templada y revenida con límite de fluencia mínimo de 485 MPa (70ksi) y espesores hasta de 100 mm (4 pulgadas) (ASTM A 852).

- NTC 4014. Planchas de acero aleado, templadas y revenidas, de alta resistencia a la fluencia y aptas para ser soldadas (ASTM A 514).
- NTC 4016. Láminas y flejes de acero de alta resistencia y baja aleación, al columbio o vanadio, o ambos, laminados en caliente y en frío (ASTM A 607).

Se puede considerar como prueba suficiente del cumplimiento de las anteriores normas, el informe certificado que en tal sentido extienda la acería, de acuerdo con sus ensayos, o de los ensayos que realice el fabricante o un laboratorio reconocido, de acuerdo con los requisitos de las normas ASTM A 6 o NTC 7 (ASTM A 568), según sea aplicable. Si se le solicita, el fabricante deberá proporcionar una certificación en que conste que el acero estructural del suministro cumple los requisitos del grado especificado.

Se puede utilizar acero sin identificar, si su aspecto superficial es aceptable según los criterios de la norma ASTM A 6, en la fabricación de partes o detalles de menor importancia, siempre y cuando que las propiedades físicas y la soldabilidad del acero no afecten la resistencia de la estructura.

En caso de utilizar el acero conocido como de "calidad comercial", la resistencia, en términos del límite de fluencia no se debe suponer mayor de 225 MPa y, a su vez, la resistencia última no mayor de 360 MPa, a menos que mediante ensayos se pueda demostrar una resistencia mayor.

650.2.1.2 Barras de ojo

El acero para barras de ojo deberá ser del tipo soldable que cumpla con la especificación AASHTO M 270, grados 36 o 50W.

650.2.1.3 Pernos, arandelas y tuercas

Los pernos de acero deberán cumplir alguna de las siguientes normas:

- NTC 858. Tornillos, pernos y partes similares roscadas. Requisitos generales (ASTM A 449).
- NTC 4028. Pernos de acero de alta resistencia, clase 10.9 y 10.9.3 para juntas de acero estructural (ASTM A 490).
- NTC 4034. Elementos de fijación. Especificación para tornillos y pernos de acero al carbono con 410 MPa (60000 psi) de resistencia a la tensión (ASTM A 307).
- ASTM A 194. Tuercas de acero al carbono y aleado para pernos que trabajen en condiciones de servicio con alta presión y alta temperatura.
- ASTM A 325. Pernos estructurales de acero, tratados térmicamente, con resistencia mínima a la tensión de 825 o 725 MPa.
- ASTM A 563. Tuercas de acero al carbono y de aleación.
- ASTM F 436. Arandelas de acero templado.

Las dimensiones de los pernos y tuercas se deberán ajustar a las dimensiones de la Tabla 650 - 1 y a los requisitos para pernos y tuercas hexagonales pesadas dados en las normas ANSI B18.2.1 y B18.2.2, respectivamente.

Se usarán pernos NTC 858 (ASTM A 449) solamente en conexiones que requieran pernos de diámetros superiores a 38 mm; no se deberán usar en conexiones de deslizamiento crítico.

Se aceptará la certificación del fabricante como prueba del cumplimiento con estas normas.

Los pernos galvanizados de alta resistencia deberán ser pernos AASHTO M 164 (ASTM A 325) tipo 1 o tipo 2,

galvanizados por el proceso de inmersión en caliente o por el proceso mecánico de galvanización. Si los pernos tipo 2 se galvanizan por el proceso de inmersión en caliente, se deberán probar a tracción después de galvanizado de acuerdo con la norma AASHTO M 164 (ASTM A 325). Las tuercas y pernos del mismo ensamble deberán ser galvanizados por el mismo proceso. Los pernos de calidad AASHTO M 253 (ASTM A 490) no se deberán galvanizar por el proceso de inmersión en caliente.

Tabla 650 – 1. Dimensiones de pernos y tuercas

DIMENSIONES DE PERNOS (EN PULGADAS) PERNO HEXAGONAL PESADO				DIMENSIONES DE TUERCAS (EN PULGADAS) TUERCA HEXAGONAL PESADA	
TAMAÑO NOMINAL PERNO D	ANCHO ENTRE CARAS PLANAS F	ALTURA DE CABEZA H	LONGITUD DE ROSCA T	ANCHO ENTRE CARAS PLANAS W	ALTURA H
1/2	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1-1/16	25/64	1-1/4	1-1/16	39/64
3/4	1-1/4	15/32	1-3/8	1-1/4	47/64
7/8	1-7/16	35/64	1-1/2	1-7/16	55/64
1	1-5/8	39/64	1-3/4	1-5/8	63/64
1-1/8	1-13/16	11/16	2	1-13/16	1-7/64
1-1/4	2	25/32	2	2	1-7/32
1-3/8	2-3/16	27/32	2-1/4	2-3/16	1-11/32
1-1/2	2-3/8	15/16	2-1/4	2-3/8	1-15/32

Las arandelas circulares deberán ser planas y lisas y sus dimensiones nominales deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM F 436 y las dimensiones de la Tabla 650 - 2. No se deberán utilizar arandelas planas para pernos de seguridad sujetadores de collar, a menos que se especifiquen agujeros ranurados o sobredimensionados.

Las arandelas ahusadas para vigas y canales, fabricadas según las normas americanas u otras caras ahusadas que se requieran cuadradas o rectangulares, deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM F 436 y las dimensiones dadas en la Tabla 650 - 2.

Si se requiere, se podrá recortar un lado de la arandela hasta una distancia no inferior a siete octavos (7/8) el diámetro del perno, tomada desde el centro de la arandela.

Siempre y cuando se tenga la aprobación del Interventor, se podrán utilizar otros sujetadores o sistemas de fijación que cumplan con los materiales, fabricación y los requisitos de composición química de los pernos ASTM A 325 o ASTM A 490 y que cumplan, además, los requisitos de las propiedades mecánicas de la misma especificación en pruebas a escala natural. Así mismo, deberán tener el diámetro del cuerpo y las áreas de apoyo bajo la cabeza y tuerca, o su equivalente, no inferiores a los provistos por un perno y tuerca de las mismas dimensiones nominales prescritas en el párrafo anterior. Dichos sujetadores alternos pueden diferir en otras dimensiones de aquellas de los pernos y tuercas especificados.

650.2.1.4 Pernos de anclaje y varillas roscadas

Los pernos de anclaje y las varillas roscadas deberán cumplir alguna de las siguientes normas establecidas en el artículo F.2.1.5.4 de la norma NSR-10:

- NTC 1920. Acero estructural (ASTM A 36).
- NCT 1985. Aceros de calidad estructural y alta resistencia con baja aleación de colombio y vanadio (ASTM A 572).
- NTC 2012. Acero estructural de alta resistencia y de baja aleación con punto de fluencia mínimo de 345 MPa hasta 100 mm de espesor. (ASTM A 588).
- ASTM A 193. Materiales de acero aleado y de acero inoxidable para pernos en condiciones de servicio de alta temperatura.
- ASTM A 354. Pernos, espigos y otros sujetadores roscados externamente, de acero aleado, templado y revenido.

- ASTM A 687. Pernos y espigos, sin cabeza, de acero de alta resistencia.

Las roscas de los pernos y varillas deberán cumplir las especificaciones detalladas en las "Series Estándares Unificadas" de la última edición de la norma ANSI B18.1. Las tolerancias serán de clase 2A.

Se pueden utilizar como pernos de anclaje los pernos de acero que cumplan otras disposiciones del aparte F.2.1.5.3 de la norma NSR-10. El material NTC 858 (ASTM A 449) es aceptable para pernos de anclaje y varillas roscadas de alta resistencia de cualquier diámetro.

Se aceptará la certificación del fabricante como prueba del cumplimiento con las normas.

Tabla 650 – 2. Dimensiones de arandelas (Nota 1)

ARANDELAS CIRCULARES					ARANDELAS AHUSADAS CUADRADAS RECTANGULARES PARA VIGAS Y CANALES ESTÁNDAR		
DIÁMETRO DEL PERNO	DIÁMETRO NOMINAL EXTERNO (Nota 2)	DIÁMETRO NOMINAL AGUJERO	ESPESOR		DIMENSIÓN MÍNIMA LADO	ESPESOR PROMEDIO	AHUSADO EN ESPESOR
			Min	Máx			
1/2	1-1/16	17/32	.097	.177	1-3/4	5/16	1:6
5/8	1-5/16	21/32	.122	.177	1-3/4	5/16	1:6
3/4	1-15/32	13/16	.122	.177	1-3/4	5/16	1:6
7/8	1-3/4	15/16	.136	.177	1-3/4	5/16	1:6
1	2	1-1/16	.136	.177	1-3/4	5/16	1:6
1-1/8	2-1/4	1-1/4	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-1/4	2-1/2	1-3/8	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-3/8	2-3/4	1-1/2	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-1/2	3	1-5/8	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-3/4	3-3/8	1-7/8	.178	.28			
2	3-3/4	2-1/8	.178	.28			
De 2 a 4	2D-1/2	D+1/8	.24	.34			

Nota 1: Todas las dimensiones están en pulgadas

Nota 2: Se puede exceder en 1/4 de pulgada

650.2.1.5 Transmisores de cortante soldados

Los transmisores de cortante deberán cumplir los requisitos para barras de acero al carbono formado en frío, AASHTO M 169 barras estiradas en frío, grados 1015, 1018 o 1020, semi o completamente apagadas. Si se utilizan casquetes para retención del fundente, el acero de éstos deberá ser de un grado de bajo contenido de carbono apropiado para soldadura y que cumpla la especificación ASTM A 109, "Tiras de Acero al Carbono laminado en frío".

Las propiedades mecánicas, determinadas por ensayos del acero en barras luego de su estiramiento o de conectores terminados, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Resistencia a la tracción (mínima): 420 MPa
- Límite de fluencia (mínimo): 350 MPa
- Elongación en 2 pulgadas (mínimo): 20 %
- Reducción de área (mínima): 50 %

Las propiedades mecánicas se determinarán de acuerdo con las secciones aplicables de la norma ASTM A 370, "Ensayos mecánicos de productos de acero". Las pruebas de tensión de los pernos terminados se harán en pernos soldados a platinas de prueba que utilizan una plantilla tal como lo indica la norma AWS D1.1. Si ocurre fractura fuera de la mitad central de la longitud en la escala, se deberá repetir la prueba.

Los pernos terminados deberán ser de calidad y apariencia uniforme, libres de astillas perjudiciales, rebabas, fisuras, grietas, torceduras, dobleces u otros defectos. El acabado deberá ser el conseguido por estiramiento en frío, laminado en frío o maquinado.

El fabricante deberá certificar que los pernos se ajustan a los requisitos de material del presente numeral. A solicitud del Interventor, se deberán remitir copias certificadas de los informes de control de calidad hechos en la planta.

650.2.1.6 Pilotes tubulares de acero

Los pilotes tubulares de acero deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM A 252, grado 2 para pilotes de tubería metálica soldada sin costura, con requerimientos químicos según la norma ASTM A 53, grado B.

650.2.2 Metal de aporte y fundente para soldadura

Los electrodos y fundentes para soldadura deberán cumplir una de las siguientes normas de la Norma NSR-10, artículo F.2.1.5.5, correspondiente de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS):

- NTC 2191. Especificación para electrodos de acero al carbono para soldadura de arco metálico protegido (AWS A5.1).
- NTC 2253. Especificaciones para electrodos de acero al carbono de baja aleación para soldadura de arco (AWS A5.5).
- NTC 3570. Especificaciones para metales de aporte de acero de baja aleación para soldadura de arco con protección de gas. (AWS A5.28).
- NTC 3623. Especificaciones para electrodos de acero de baja aleación y fundentes para soldadura de arco sumergido. (AWS A5.23).
- NTC 2632. Especificaciones para metales de aporte de acero al carbono para soldadura de arco con protección de gas. (AWS A5.18).
- NTC 2677. Especificaciones para electrodos de acero al carbono y fundentes para soldadura de arco sumergido (AWS A5.17).
- AWS A5.20. Especificaciones para electrodos de acero al carbono para soldadura de arco con fundente en el núcleo.
- AWS A5.29. Especificaciones para electrodos de acero de baja aleación para soldadura de arco con fundente en el núcleo.

Se aceptará la certificación del fabricante como prueba del cumplimiento con las normas. Los electrodos y metales de aporte seleccionados deben ser los apropiados para la aplicación prevista.

650.2.3 Piezas forjadas y ejes de acero**650.2.3.1 Piezas forjadas de acero**

El acero fundido deberá cumplir una de las siguientes especificaciones establecidas en la Norma NSR-10, artículo F.2.1.5.2.:

- NTC 4003. Fundiciones de acero al carbono para aplicaciones en general (ASTM A 27 Grado 65- 35).
- NTC 1137. Fundiciones de acero de alta resistencia para usos estructurales (ASTM A 148 Grado 80- 50)

Las piezas forjadas se deberán ajustar a la norma:

NTC 4038. Fundiciones ferrosas. Piezas forjadas de acero al carbono aleado, para usos industriales en general (ASTM A 668).

Se aceptarán los informes certificados de ensayo como prueba del cumplimiento de la norma

650.2.3.2 Ejes de acero al carbono formado en frío

Los ejes de acero al carbono formado en frío deberán cumplir las especificaciones para barras y ejes de acero al carbono en frío, AASHTO M 169 (ASTM A 108). A menos que se especifique diferente, se deberán suministrar los grados 1016 a 1030, inclusive.

650.2.4 Fundiciones de acero**650.2.4.1 Fundiciones de acero para puentes**

Las fundiciones de acero para componentes de puentes de vías deberán cumplir las especificaciones estándar para fundiciones de puentes de carreteras, norma AASHTO M 192 (ASTM A 486) o fundiciones de acero al carbono de resistencia suave a media para aplicaciones generales, norma AASHTO M 103 (ASTM A 27). A menos que se especifique

algo diferente, se deberán emplear la clase 70 o grados 70-36 de acero, respectivamente.

650.2.4.2 Fundiciones de acero con aleaciones de cromo

Las fundiciones de acero con aleaciones de cromo deberán cumplir las especificaciones para fundiciones de hierro-cromo, de hierro-cromo-níquel, resistentes a la corrosión para aplicaciones generales, norma AASHTO M 163 (ASTM A 743). Se deberá suministrar Grado CA 15, a menos que se especifique de otra manera.

650.2.5 Fundiciones de hierro

Deberán ser fundiciones de hierro gris que cumplan las especificaciones para fundiciones de hierro gris, norma AASHTO M 105 (ASTM A 48), clase 30, a menos que se especifique algo diferente.

650.2.6 Fundiciones de hierro dúctil

Deberán cumplir las especificaciones para fundiciones de hierro dúctil, norma ASTM A 536 grado 60-40-18, a menos que se especifique de otra manera.

650.2.7 Fundiciones maleables

Deberán cumplir las especificaciones para fundiciones de hierro maleable, norma AASHTO M 106 (ASTM A 47). Se deberá suministrar grado No.35018, a menos que se especifique de otra manera.

650.2.8 Fundiciones de bronce y chapas de aleaciones de cobre

650.2.8.1 Fundiciones de bronce

Deberán cumplir las especificaciones estándar para fundiciones de bronce para puentes y tornavías, norma AASHTO M 107 (ASTM B 22) aleaciones 913 o 911.

650.2.8.2 Chapas de aleaciones de cobre

Deberán cumplir las especificaciones estándar para láminas y platinas de apoyo y de expansión de aleaciones de cobre

para puentes y otras aplicaciones estructurales, norma AASHTO M 108 (ASTM B 100).

650.2.9 Materiales para juntas y apoyos

650.2.9.1 Láminas de plomo

Deberán cumplir los requisitos para plomo común desplatinizado de las especificaciones para plomo en lingotes, norma AASHTO M 112 (ASTM B 29).

650.2.9.2 Láminas de zinc

Deberán cumplir los requisitos del Tipo II de las especificaciones para zinc laminado, norma AASHTO M 113 (ASTM B 69).

650.2.9.3 Láminas de bronce o de aleación de cobre

Las de bronce deberán cumplir los requisitos de la norma AASHTO M 107 (ASTM B 22), para aleación 911, y las de aleación de cobre los requisitos de la norma AASHTO M 108 (ASTM B 69), aleación 510.

Las láminas deberán ser lubricadas y el compuesto lubricante deberá ser grafito y sustancias metálicas con un ligante lubricante resistente a la acción de la intemperie.

650.2.9.4 Almohadillas elastoméricas de soporte

Deberán cumplir lo indicado en la especificación AASHTO M 251.

650.2.9.5 Almohadillas preformadas de caucho y fibra de algodón

Deberán ser fabricadas de caucho no vulcanizado y de capas de fibras nuevas de algodón, comprimidas y vulcanizadas para formar almohadillas del grosor especificado, de acuerdo con la Federal Specification MIL-C-882, y deberán tener una resistencia a la compresión, perpendicular a las laminaciones, no menor de setecientos kilogramos por centímetro

cuadrado (700 kg/cm²), sin reducción perjudicial de su espesor.

650.2.9.6 Lona de algodón y minio rojo para apoyos de mampostería

Deberán cumplir las especificaciones siguientes:

- Lona de algodón, de acuerdo con la norma AASHTO M 166.
- El minio rojo, de acuerdo con la norma AASHTO M 72.

650.2.10 Materiales para cubrimiento

650.2.10.1 Galvanizado

Cuando se indica en los planos o se especifica en las disposiciones especiales, los productos de metal ferroso deberán ser galvanizados de acuerdo con las especificaciones para revestimientos de zinc (galvanizado en caliente) de productos fabricados de perfiles de acero laminado, prensado y forjado, platinas, barras y flejes, norma AASHTO M 111.

650.2.10.2 Pintura

650.2.10.2.1 Pintura de taller

Se debe realizar en concordancia con lo establecido en la Norma NSR-10, artículo F.2.13.3.

650.2.10.2.1.1 Requisitos generales

La preparación de la superficie y la pintura de taller se ajustarán a los requisitos del Código de Práctica Estándar del AISC. No se requiere pintura de taller si no se especifica claramente en los documentos del contrato.

650.2.10.2.1.2 Superficies inaccesibles

Excepto las superficies en contacto, las superficies inaccesibles después del

ensamble de taller se deberán limpiar y pintar con anterioridad al ensamble, de acuerdo con los requisitos de los documentos de diseño.

650.2.10.2.1.3 Superficies de contacto

Se permite incondicionalmente la pintura en conexiones tipo aplastamiento. Para conexiones por fricción, los requisitos de la superficie de contacto estarán de acuerdo con 3(b) de las especificaciones para juntas estructurales del RCSC que utilizan pernos grado 5 o grado 8 de ASTM A 325 o NTC 4028 (ASTM A 490).

650.2.10.2.1.4 Superficies acabadas

Las superficies terminadas a máquina se protegerán contra la corrosión por medio de una película inhibidora de óxido que se pueda remover antes del montaje o que tenga características que hagan innecesaria su remoción antes de efectuarlo.

650.2.10.2.1.5 Superficies adyacentes a soldaduras de campo

A menos que se especifique otra cosa en los planos de diseño, las superficies a menos de 50 mm de sitios donde se hayan de aplicar soldaduras de campo, deberán estar libres de materiales que impidan el soldado correcto o que produzcan gases tóxicos u objetables mientras se realiza la soldadura.

650.2.10.2.1.6 Pintura de campo

Los retoques de pintura, la limpieza de la estructura, así como la pintura general se deben realizar de acuerdo con las prácticas

locales aceptadas, las cuales se harán constar explícitamente en los planos de diseño.

650.2.11 Soldadura

La soldadura de estructuras de acero, cuando se autoriza, deberá cumplir la norma AWS D1.1- 80 del Código de Soldadura Estructural de la AWS.

650.2.12 Abrasivos y disolventes

Los abrasivos utilizados para la limpieza superficial del acero estructural deberán ser arena seca limpia, arenisca mineral o limaduras de acero, a opción del Constructor, los cuales tendrán una gradación aprobada para producir resultados satisfactorios.

No se permitirá el uso de otros abrasivos, sin la aprobación previa del Interventor.

A menos que las disposiciones especiales lo prohíban, se podrán emplear disolventes para retirar aceite, grasa u otros contaminantes solubles de acuerdo con la norma SSPC-SP1, "Limpieza de disolventes".

650.3 EQUIPO

El Constructor deberá poner a disposición de los trabajos todos los equipos y herramientas necesarios para la correcta y oportuna fabricación de las piezas de acero estructural, de acuerdo con los planos del proyecto. Además, deberá proporcionar los vehículos para su transporte a la obra, así como todas las armazones provisionales y todas las herramientas, maquinaria, artefactos y pernos ajustadores necesarios para la marcha efectiva del trabajo.

El montaje en el campo de las partes componentes de una estructura, implica el uso de métodos y artefactos que no produzcan daños por torcedura, dobladura u otra deformación del metal.

650.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

650.4.1 Diseño, planos e identificación del acero durante la etapa de fabricación

650.4.1.1 Diseño y planos

Cuando el contrato incluya el diseño definitivo de la estructura de acero, el Constructor elaborará el proyecto estructural definitivo a partir del anteproyecto, de la información existente y de los resultados de los estudios básicos e investigaciones previas.

El proyecto estructural definitivo comprende la elaboración de cálculos, planos de detalle, recomendaciones y demás pormenores característicos, sin omitir parte alguna por haber sido tenida en cuenta en el anteproyecto, de tal manera que con dicho proyecto se pueda construir la obra en la forma más favorable, desde los puntos de vista ambiental y económico, garantizándose que sea resistente, funcional, duradera y estética.

El Constructor deberá someter copias de los planos detallados de taller a la aprobación del Interventor. Cualquier trabajo hecho con anterioridad a la aprobación de dichos planos será a riesgo del Constructor. Los planos deberán contener las calidades y los tamaños y dimensiones detalladas de las partes componentes de la estructura y detalles de las partes misceláneas, como tuercas, pernos, etc.

La aprobación de los planos no exime al Constructor de su responsabilidad por la correcta ejecución de los trabajos ni por la estabilidad de la obra luego de construida.

650.4.1.2 Identificación de aceros durante la fabricación

650.4.1.2.1 Identificación por el Constructor

El Constructor deberá suministrar al Interventor copias certificadas de todos los informes de análisis químicos y pruebas físicas para cada colada de acero, para todos los elementos, siempre que éste los requiera. Cada pieza de acero que se ha de

fabricar, se deberá identificar convenientemente para el Interventor.

Los planos del taller deberán identificar específicamente cada pieza fabricada de acero de calidad diferente al acero ASTM A 36. Las piezas hechas de acero de grados diferentes no tendrán la misma marca de ensamble o montaje, aunque sean de dimensiones y detalles idénticos.

El sistema de marcas guías utilizado por el Constructor para piezas individuales hechas de acero de calidad diferente al acero ASTM A 36, y las instrucciones de corte dadas al taller (generalmente referenciando las marcas guías en los planos de taller con el ítem correspondiente a la orden de compra) deberán ser tales, que permitan identificar el número del informe de las pruebas de fábrica.

El Constructor podrá suministrar material en existencia, siempre que pueda ser identificado por el número de colada y el informe de pruebas de fábrica.

Cualquier material almacenado para uso posterior deberá ser marcado con el número del informe de pruebas de fábrica y con el código de identificación por colores (véase Tabla 650 - 3) de la norma AASHTO M 160 (ASTM A 6).

650.4.1.2.2 Identificación de aceros durante la fabricación

Durante la etapa de fabricación, cada pieza de acero de calidad diferente al acero ASTM A 36, deberá llevar en forma clara y legible su código de identificación por colores mostrado en la Tabla 650 - 3.

Las piezas de acero marcadas individualmente que se utilizan en el tamaño suministrado, o que tienen un tamaño reducido por el desbastado de un borde o extremo que no altera el número de colado o

código de color se pueden utilizar sin codificación adicional, siempre y cuando permanezca legible el número de colado o código de color.

Las piezas de acero de calidad diferente al acero ASTM A 36, que se han de cortar en piezas de menor tamaño, antes de ser cortadas se deberán marcar en forma legible con el código de identificación por colores de la norma AASHTO M 160.

Las piezas individuales de acero de calidad diferente al acero ASTM A 36, que se han de suministrar en paquetes rotulados deberán ser marcadas con el código de identificación por color de la norma AASHTO M 160, a su retiro del paquete.

Las piezas de acero de calidad diferente al acero AASHTO M 270 grado 36, que previamente al ensamble están sujetas a operaciones de fabricación tales como limpieza con aire, galvanizado, tratamiento térmico o pintura que borre la marca del código de color, deberán ser marcadas con troqueles de acero o mediante un rótulo resistente bien pegado.

Se deberá utilizar el código de la Tabla 650 - 3 para identificar los aceros, en concordancia con esta especificación, durante toda la operación de fabricación.

Otros aceros con excepción del acero ASTM A 36, excluido de la especificación AASHTO M 160, deberán tener un código de color individual que deberá ser establecido y registrado para el Interventor.

Tabla 650 – 3. Código de identificación por colores

NORMA	CÓDIGO / COLOR
AASHTO M 270	Grado 100 rojo
AASHTO M 270	Grado 100W rojo y naranja
AASHTO M 270	Grado 50 verde y amarillo
AASHTO M 270	Grado 50W azul y amarillo

650.4.2 Fabricación

650.4.2.1 Almacenamiento de materiales

El material estructural, corriente o prefabricado, deberá ser almacenado en los talleres sobre plataformas elevadas, rodillos o cualquier otro tipo de soporte. Se deberá mantener libre de tierra, grasa o cualquier materia extraña, y proteger siempre contra la corrosión.

650.4.2.2 Montaje en el taller

El montaje total de una estructura completa, incluyendo el sistema de piso o el montaje de componentes individuales de la misma como armaduras, nervaduras de arcos, vigas continuas o vigas maestras, castilletes, caballetes y marcos rígidos, se deberá realizar en el taller en la forma que sea requerida en los planos. En caso contrario, el Constructor podrá optar por el montaje parcial en taller, que será el mínimo trabajo de taller requerido antes de iniciar las operaciones de escariado o las de taladrado en metal sólido, a tamaño normal que deban ser efectuadas en el campo.

650.4.2.3 Perforación de agujeros para pernos

650.4.2.3.1 Perforación de los agujeros

Todos los agujeros para los pernos de alta resistencia deberán ser punzonados, escariados o taladrados. Los agujeros terminados al tamaño normal deberán ser de 1/16 de pulgada (1.6 mm), mayores que el diámetro nominal del perno.

El material que forme parte de una pieza compuesta de no más de cinco espesores de metal puede ser punzonado a 1/16 de pulgada (1.6 mm) más grande que el diámetro nominal del perno, siempre que el grueso del metal no sea mayor de 3/4 de pulgada (1.91 cm) para acero al carbono, de 5/8 de pulgada (1.59 cm) para acero de aleación y de 1/2 pulgada (1.27 cm) para acero templado y revenido.

Cuando el material que forme parte de una pieza compuesta sea de más de cinco espesores de metal, o alguno de los principales materiales sea más grueso que $\frac{3}{4}$ de pulgada (1.91 cm) para el acero al carbono; de $\frac{5}{8}$ de pulgada (1.59 cm) para acero de aleación y de $\frac{1}{2}$ pulgada (1.27 cm) para acero templado y revenido, todos los agujeros deberán ser punzonados o taladrados a un diámetro menor de $\frac{3}{16}$ de pulgada (0.476 cm), más pequeño que el diámetro nominal del perno y luego, durante el montaje fresados o escariados $\frac{1}{16}$ pulgada (1.6 mm) mayores que el diámetro nominal del perno. También, pueden ser taladrados en el metal sólido $\frac{1}{16}$ de pulgada (1.6 mm) mayores que el diámetro nominal del perno.

650.4.2.3.2 Perforaciones para pernos nervados, pernos torneados u otros pernos aprobados tipo aplastamiento.

Todas las perforaciones para pernos nervados, pernos torneados u otros pernos tipo aplastamiento se deben taladrar $\frac{3}{16}$ de pulgada (0.476 cm) más pequeños que el diámetro nominal del perno y ensanchar, montar, o taladrar con la ayuda de una plantilla metálica o después de montaje, a opción del fabricante. En ningún caso, las perforaciones terminadas necesitarán un ajuste a martillo.

650.4.2.3.3 Agujeros a punzón

El diámetro del troquel o matriz no deberá exceder de $\frac{1}{16}$ de pulgada (1.6 mm) del diámetro nominal del perno. Si algunos de los agujeros se deben ampliar para admitir los pernos, se deben escariar.

Los agujeros punzonados deberán estar bien definidos sin bordes rasgados, rotos o disparejos.

La deficiente coincidencia de agujeros será causa suficiente para su rechazo.

650.4.2.3.4 Agujeros taladrados o escariados

Los agujeros taladrados o fresados deberán ser cilíndricos, perpendiculares a la pieza y no mayores de 1/16 de pulgada (1.6 mm) que el diámetro nominal del perno. Cuando sea factible, los escariadores se deben dirigir por medios mecánicos. Las rebabas en la superficie exterior, deben ser eliminadas y será motivo de rechazo la deficiente coincidencia de los agujeros. El taladro y el escariado se deben hacer con brocas helicoidales.

Las piezas armadas se deben desarmar para quitarles las rebabas ocasionadas por el taladrado.

650.4.2.3.5 Agujeros para conexiones en obra, de miembros principales

A menos que se especifique en otra forma en las especificaciones particulares, los agujeros para pernos de todas las conexiones y empalmes en obra, de piezas principales de armaduras, vigas y demás miembros principales, deberán ser punzonados o taladrados a un diámetro menor y posteriormente escariados al tamaño normal con una plantilla de acero, mientras se efectúa su montaje.

650.4.2.3.6 Agujeros para conexiones en obra, de otros miembros que no sean principales

Con excepción de los miembros principales mencionados anteriormente y donde no se requiera en los planos, perforación a un diámetro menor y posterior escariado, los agujeros en el material de $\frac{3}{4}$ de pulgada (1.91 cm) o menos de espesor, deberán ser perforados al diámetro total. Los agujeros de material de más de $\frac{3}{4}$ de pulgada (1.91 cm) de espesor, deberán ser perforados a un diámetro menor y luego escariados o bien taladrados en sólido, al tamaño normal.

650.4.2.3.7 Precisión de los agujeros punzonados y de los taladrados a diámetro menor

Todos los agujeros punzonados al tamaño normal, punzonados a un diámetro menor o taladrados a un diámetro menor, se deben hacer con una precisión tal, que después de ensambladas las piezas (y antes de realizar el escariado) se pueda pasar perpendicularmente a las piezas y sin desalineado, una varilla cilíndrica de 1/8 de pulgada (0.32 cm) menor que el diámetro nominal del agujero en, por lo menos, un setenta y cinco por ciento (75 %) de cualquier grupo contiguo de agujeros en el mismo plano. Si este requisito no se cumple, deben ser rechazadas las piezas incorrectamente perforadas. Si hay algún agujero que no permita el paso de una varilla de 3/16 de pulgada (0.476 cm) menor que el diámetro nominal de agujero perforado, esto será causa suficiente para rechazarlo.

650.4.2.3.8 Precisión de los agujeros escariados y de los taladrados a tamaño normal

En el caso de los agujeros escariados y los taladrados a tamaño normal, el ochenta y cinco por ciento (85 %) de ellos en cualquier grupo contiguo, después del escariado o taladrado, no deberá mostrar una desviación mayor de 1/32 de pulgada (0.8 mm) entre espesores adyacentes de metal.

650.4.2.4 Enderezamiento del material

Todo el material estructural deformado deberá ser enderezado por métodos adecuados, antes de ser armado, abrirle agujeros o trabajado de otra manera en el taller.

Las torceduras y dobleces ásperos o filosos serán causa de rechazo del material. El enderezado de extremos doblados de láminas, angulares y otros perfiles, se deberá hacer por métodos que no causen fractura u otros daños al material. Ningún metal deberá ser calentado, a menos que esto sea estrictamente necesario, en cuyo caso el calentamiento se

deberá hacer a una temperatura no mayor que la que produce un color rojo cereza. Después del calentamiento, el metal se deberá enfriar lentamente. A continuación del enderezado de una dobladura, la superficie del metal se debe inspeccionar cuidadosamente, buscando señales de posibles fracturas.

Excepto cuando se requiera una contraflecha, el material deberá llenar los siguientes requisitos de rectitud, cuando haya sido colocado en su lugar en el campo. La desviación permisible para una línea recta no debe exceder de un milímetro por metro (1 mm/m).

No se deberá usar ningún arriostamiento transversal u otros medios para forzar a un miembro a mantener la rectitud necesaria durante su armado.

650.4.2.5 Curvatura de vigas laminadas y ensambladas

La operación de curvado se debe realizar al calor antes de pintar el elemento; sin embargo, se puede efectuar antes o después de completar la soldadura que se requiera para los atiesadores transversales intermedios. El calentamiento se deberá conducir de tal manera, que la temperatura del acero no exceda de seiscientos veinte grados Celsius (620° C). La viga no se podrá enfriar artificialmente hasta tanto la temperatura haya descendido a trescientos quince grados Celsius (315° C).

Los aceros fabricados a un punto mínimo de fluencia en exceso de cincuenta mil libras por pulgada cuadrada (350 MPa), no pueden ser curvados al calor.

650.4.2.6 Corte a la llama

El acero estructural, puede ser cortado a la llama, siempre que se obtenga una superficie lisa, libre de muescas y grietas y se obtenga un perfil exacto mediante el empleo de una perfiladora mecánica. El corte de llama manual (a pulso) se debe hacer únicamente cuando sea autorizado en las especificaciones particulares. La llama cortante deberá ser

ajustada y manipulada de modo que se evite cortar más allá (hacia adentro) de las líneas prescritas.

Las muescas, grietas y asperezas superficiales que no excedan de cinco milímetros (5 mm) de profundidad, pueden ser eliminadas por cepillado o esmerilado. Los defectos en bordes cortados con llama, no deberán ser reparados mediante soldadura, excepto cuando así se indique en las especificaciones particulares. Se pueden reparar con este método muescas o ranuras ocasionales con una profundidad menor de diez milímetros (10mm), en aquellos tipos de acero estructural considerados como soldables de acuerdo a las normas ASTM, para el acero de que se trate. La soldadura terminada se debe esmerilar para dejarla lisa y pareja con la superficie contigua.

650.4.2.7 Ajuste para el empernado

Las superficies de metal que entren en contacto, se deberán limpiar antes del montaje. Las partes de un miembro se deberán montar bien aseguradas y firmemente unidas con pernos antes de empezar el escariado. Las piezas montadas se deben separar, si es necesario, para la remoción de rebabas y virutas producidas por el escariado. Todos los miembros deberán estar libres de torceduras, dobladuras y otras deformaciones.

650.4.2.8 Diagrama de contraflechas

El Constructor deberá proporcionar al Interventor un diagrama de contraflechas mostrando la contraflecha en todos los nudos de cada tramo o panel para cada armadura, tomado de las verdaderas medidas obtenidas durante el montaje en el taller, cuando se trate de montaje completo.

Cuando se use un montaje parcial, el diagrama de contraflechas se deberá basar en los valores calculados en cada nudo de la armadura.

Las armaduras deberán ser combadas de tal forma que todos los miembros queden rectos y alineados normalmente bajo la carga muerta completa. La fabricación y el montaje de las

armaduras se deberán ejecutar de tal manera que se reduzcan los esfuerzos secundarios hasta donde sea factible. Los empalmes en los cordones rectos y en las columnas se deberán escariar después de armar los miembros en sus posiciones geométricas apropiadas. Se deberá ejercer atención especial para la eliminación del efecto que producen las barras de amarre y los miembros secundarios. Así mismo, se deberán tomar las medidas adecuadas para compensar la pérdida de contraflecha, resultante de la soldadura de conectores de corte a los miembros estructurales.

650.4.2.9 Marcas de coincidencia

Las partes componentes armadas en el taller, con el propósito de abrir agujeros para las conexiones de campo, se deberán marcar para el montaje y se deberá proporcionar a los constructores en el campo y al Interventor, un diagrama que muestre tales marcas.

650.4.2.10 Terminado de bordes y superficies de apoyo

No se requiere pulir o dar terminado a los bordes de las piezas cizalladas o cortadas térmicamente, a no ser que específicamente se establezca en los planos, o que aparezca incluido en una especificación de preparado de borde para soldadura.

El terminado de las superficies de apoyo, placas base y otras superficies de apoyo que han de quedar en contacto con concreto o entre sí, deberá cumplir los requisitos de aspereza superficial ANSI definidos en la norma ANSI B46.1, Aspereza Superficial, Ondulado y Trenzado, Parte I, así:

- Placas de acero: ANSI 2.000
- Placas pesadas en contacto en zapatas que se han de soldar: ANSI 1.000
- Extremos cepillados de miembros a compresión o extremos pulidos

de atiesadores o rellenos	ANSI 500
– Rodillos y balancines de puentes:	ANSI 250
– Pasadores y huecos de pasadores:	ANSI 125
– Asientos de deslizamiento:	ANSI 125

650.4.2.11 Juntas colindantes

Las juntas a tope de los miembros en compresión deberán tener sus caras acabadas adecuadamente y se deberán ajustar exactamente para asegurar un apoyo uniforme.

Los extremos de los miembros en tensión en los empalmes, deberán tener un acabado áspero, pero los extremos de los miembros no deberán estar en contacto. La abertura no deberá exceder de seis milímetros (6 mm).

650.4.2.12 Fabricación de elementos

A menos que se indique en los planos, las placas de acero para elementos principales y placas de empalme para aletas y los elementos principales sometidos a tensión se deberán cortar y fabricar de tal forma, que la dirección primaria del laminado quede paralela a la dirección de los esfuerzos principales de tensión y/o compresión.

Los elementos fabricados deberán quedar bien aplomados y estar libres de torceduras, dobleces y juntas abiertas.

650.4.2.13 Platinas curvas

Las platinas de acero laminado, no soldadas, curvadas en frío, que soportan carga deberán cumplir lo siguiente:

Se deberán tomar de platinas en existencia, cuya línea de doblez esté en ángulos rectos con la dirección del laminado, excepto que las nervaduras dobladas en frío para puentes de tablero ortotrópico se puedan doblar en la dirección del laminado, si el Interventor lo permite.

El doblado se deberá hacer de tal manera, que no ocurra ninguna rotura en la platina. Los radios mínimos, medidos en la cara cóncava del metal, están dados en la Tabla 650 - 4, donde "t" es el espesor de la platina.

La tolerancia para la recuperación del acero AASHTO M 270 (ASTM A 709) grados 70W y 100/100W deberá ser del orden de tres (3) veces la del acero estructural al carbono. Para el formato en prensa, la luz inferior del troquel deberá ser, por lo menos, dieciséis (16) veces el espesor de la platina. Se recomiendan golpes múltiples.

Tabla 650 – 4. Radios de doblado

	ESPESOR EN PULGADAS "t"				
	Hasta ½	De ½ a 1	De 1 a 1 ½	De 1 ½ a 2 ½	De 2 ½ a 4
	RADIOS DE DOBLADO				
Acero estructural todos los grados	2t	2.5 t	3t	3.5 t	4t

Si se requiere un radio más corto, las platinas deberán ser dobladas al calor a una temperatura que no sobrepase de seiscientos cincuenta grados Celsius (650° C), excepto para aceros AASHTO M 270 grados 70W y 100/100W. Si las platinas de estos aceros tienen que ser dobladas en caliente a temperaturas superiores a quinientos ochenta grados Celsius (580° C) o seiscientos diez grados Celsius (610° C), respectivamente, dichos aceros se deberán templar y revenir de nuevo de acuerdo con la práctica de las acerías.

Previo al doblado, las esquinas de las platinas se deberán redondear a un radio de un milímetro y seis décimas (1.6 mm) en todas las partes de la platina que deben ser dobladas.

650.4.2.14 Ajuste de los angulares de refuerzo

Los angulares de refuerzo para extremos de vigas o de soporte en puntos de cargas concentradas, deberán ser fresados, esmerilados o rectificadas adecuadamente, para

asegurar un asiento parejo contra los angulares que forman el ala o contra el ala de las vigas. Se podrá permitir el uso de soldadura en vez de fresado o esmerilado, cuando así se especifique en los planos o en las especificaciones particulares.

Los angulares intermedios (que no soporten carga concentrada), deberán ser suficientemente ajustados para impedir el paso del agua después de ser pintados.

650.4.2.15 Barras de ojo

Los agujeros para pasadores pueden ser cortados con llama, a un diámetro por lo menos de cinco centímetros (5 cm) menor que el diámetro acabado del pasador. Las barras de ojo que vayan a ser colocadas lado a lado en la estructura, se deberán afianzar fuertemente unas con otras en el orden en que serán colocadas en el pasador y taladradas en ambos extremos mientras están sujetadas. Las barras de ojo deberán ser estampadas con letras de acero en las cabezas de cada pieza al terminar su fabricación, de modo que queden visibles cuando las barras sean colocadas en su lugar en la estructura. Las barras de ojo deberán ser rectas y estar libres de torceduras, y los agujeros para los pasadores deberán quedar situados con exactitud en la línea central de la barra. La inclinación de las barras con respecto al plano de la armadura no deberá exceder de cinco milímetros por metro (0.5 cm/m).

Los bordes de las barras de ojo que queden entre la línea media transversal de sus agujeros para pasadores se deberán cortar simultáneamente con dos (2) sopletes que trabajen mecánicamente uno frente al otro, guiados por una plantilla maciza para evitar la distorsión de las planchas.

650.4.2.16 Revenido y alivio de esfuerzos

Los elementos estructurales que se deban revenir o normalizar, se deberán maquinar, taladrar y enderezar después del tratamiento al calor. El normalizado y revenido (temple total) se harán de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM E 44. La temperatura dentro del horno se

deberá mantener uniforme durante el calentamiento y enfriamiento, de modo que no se presente una diferencia de temperatura mayor de treinta y ocho grados Celsius (38° C) en dos puntos del elemento.

Los elementos de acero de calidad AASHTO M 270, grados 70W y 100/100W, no se deben revenir, normalizar o aliviar de esfuerzos, sin la aprobación previa del Interventor.

Un registro de cada cargada de horno debe identificar las piezas e indicar las temperaturas y el programa realmente utilizados. Se deben proporcionar instrumentos apropiados, incluyendo pirómetros de registro, para determinar en cualquier momento la temperatura de los elementos dentro del horno. Los registros de la operación deben estar disponibles al Interventor y tener su aprobación. Las temperaturas de retención para el alivio de esfuerzos de aceros de calidad AASHTO M 270, grados 70W y 100/100W no deberán exceder de quinientos ochenta grados Celsius (580° C) o seiscientos diez grados Celsius (610° C), respectivamente.

Los elementos tales como zapatas de puentes, pedestales, y otras partes construidas mediante secciones de platina soldadas juntas, se deberán aliviar de esfuerzos de acuerdo con el parágrafo 4.4 de la norma AWS D1.1 cuando lo requieran los planos, las especificaciones, o las disposiciones especiales que controlan el contrato.

650.4.2.17 Pasadores y rodillos

650.4.2.17.1 Características generales

Los pasadores y rodillos se deberán torneear exactamente a las dimensiones indicadas en los planos y estar rectos, lisos y libres de imperfecciones. Los pasadores y rodillos de más de veintidós centímetros y nueve décimas (22.9 cm) de diámetro deberán ser de acero forjado y revenido. Los pasadores y rodillos de veintidós centímetros y nueve décimas (22.9 cm) o menos de diámetro,

pueden ser ya sea forjados y revenidos o torneados de acero al carbono acabado en frío.

En los pasadores de más de veintidós centímetros y nueve décimas (22.9 cm) de diámetro, se deberá perforar un agujero de cinco centímetros (5 cm) de diámetro mínimo a todo lo largo del eje después que se ha enfriado la forja a una temperatura por debajo del rango crítico, bajo condiciones adecuadas, para evitar daño por enfriamiento demasiado rápido, y con anterioridad al temple.

650.4.2.17.2 Perforación de los agujeros para pasadores

Estos agujeros deberán ser taladrados lisos y rectos, de acuerdo con las medidas de los planos, en ángulo recto con los ejes del miembro y paralelos entre sí, a menos que se requieran en otra forma. La superficie final del agujero, deberá ser acabada con un taladro más fino.

650.4.2.17.3 Espacio libre para pasadores

El diámetro del agujero para pasador no deberá exceder el diámetro de éste en más de medio milímetro (0.5 mm) para pasadores de doce centímetros y siete décimas (12.7 cm) o menos en diámetro, ni de ocho décimas de milímetro (0.8 mm) para pasadores más grandes.

650.4.2.17.4 Roscas para pasadores

Las roscas para pasadores deberán ajustar con precisión en las tuercas y deberán cumplir la Unified Standard UNC-ANSI B1.1 del American National Standards Institute, para clase 2 A en pasadores y pernos, y clase 2 B para tuercas; excepto para pasadores con diámetro de tres y medio centímetros (3.5 cm) o mayor, las roscas deben ser de seis (6) vueltas por pulgada.

650.4.2.17.5 Tuercas guías y de montaje

Se deberán proporcionar dos (2) tuercas guías y dos (2) tuercas de montaje para cada tamaño de pasador, a menos que los planos lo indiquen de otra forma.

650.4.2.18 Conexiones con pernos normales

650.4.2.18.1 Generalidades

Los pernos pueden ser no torneados, torneados, o pernos nervados que cumplan con los requisitos de los pernos grado A de la norma ASTM A 3307 para sujetadores de acero de bajo contenido de carbón roscados exterior e interiormente. Las conexiones pernadas se utilizan solamente como se indica en los planos o en disposiciones especiales. Los pernos deberán tener doble tuerca o tuercas sencillas de cierre automático a menos que se indique diferente en los planos o en las disposiciones especiales. Cuando las caras de apoyo tienen una pendiente de más de 1:20 con respecto a un plano normal al eje del perno, se deberán utilizar arandelas biseladas.

650.4.2.18.2 Pernos sin tornear

A menos que se especifiquen otros tipos, se deberán suministrar pernos sin tornear.

650.4.2.18.3 Pernos torneados

La superficie del cuerpo de los pernos torneados deberá tener un grado de aspereza de 125 según la norma ANSI. Las cabezas y tuercas deberán ser hexagonales con las dimensiones estándar para pernos del tamaño nominal especificado o el tamaño nominal siguiente. El diámetro de las roscas deberá ser igual al cuerpo del perno o al diámetro nominal del perno especificado. Los huecos para pernos torneados deberán ser ensanchados cuidadosamente con los pernos suministrados para

proveer un ligero ajuste de martillo. Las roscas deberán quedar totalmente fuera de los huecos y una arandela se proveerá bajo la tuerca.

650.4.2.18.4 Pernos nervados

El cuerpo de los pernos nervados deberá ser de una forma aprobada con nervaduras continuas longitudinales. El diámetro del cuerpo medido sobre un círculo a través de los puntos de las nervaduras deberá ser dos milímetros (2.0 mm) mayor que el diámetro nominal especificado en los pernos.

A menos que se especifique diferente, los pernos nervados se deberán suministrar con cabezas redondas de acuerdo a la norma ANSI B18.5. Las tuercas deberán ser hexagonales, bien sea ahuecadas o con una arandela de espesor adecuado. Los pernos nervados harán un ajuste estrecho con los huecos. La dureza de las nervaduras deberá ser de tal manera, que éstas no se aplasten demasiado para permitir el giro de los pernos dentro de los huecos durante el apretado. Si el perno se tuerce por cualquier razón antes de ser apretado, el hueco se deberá ensanchar con cuidado y el perno deberá ser reemplazado por uno de mayor tamaño.

650.4.2.19 Conexiones con pernos de alta resistencia

650.4.2.19.1 Generalidades

Los pernos de alta resistencia, las tuercas y roldanas de los mismos, deberán estar de acuerdo al numeral 650.2.1.4. Las cabezas y las tuercas deberán ser hexagonales. Las roldanas circulares deberán ser planas y lisas y las roldanas biseladas, cuadradas o rectangulares. Las medidas de los pernos y tuercas deberán satisfacer los requisitos de ANSI B18.2 para pernos pesados hexagonales y tuercas pesadas semi-acabadas, hexagonales.

650.4.2.19.2 Piezas unidas con pernos y montaje

Las superficies de las piezas en contacto con la cabeza del perno y la tuerca, deberán tener una inclinación no mayor de 1 a 20, con respecto al plano perpendicular al eje del perno. Las partes se deberán ajustar sólidamente entre sí al ser montadas, y no se deberán separar con empaques u otro material compresible.

Las superficies de contacto de las juntas deberán estar libres de suciedad, aceite, pintura, laca, galvanizado, escamas de óxido sueltas, rebabas, picaduras y otros defectos que eviten el contacto íntimo de las partes.

Los pernos deberán ser instalados con una roldana endurecida debajo del elemento (tuerca o cabeza de perno) que dé vuelta al ser apretado. La roldana deberá ser lisa cuando la superficie de contacto de la pieza a unir con el perno o tuerca, tenga una inclinación no mayor de 1 a 20, en relación con el plano normal al eje del perno.

Cuando la cara exterior de la pieza en contacto tenga una inclinación mayor, se deberán usar roldanas biseladas para compensar la falta de paralelismo.

Los pernos pueden ser apretados con llaves de fuerza calibradas, llaves de impacto, llaves de torsión manuales u otro método aprobado, hasta alcanzar la tensión requerida en los planos o disposiciones especiales. La tensión mínima no debe ser menor que la tensión de prueba señalada en la Norma NSR-10, artículo F.2.10.3, según lo muestra la Tabla 650 - 5.

La tensión deberá ser comprobada por el Interventor, mediante llaves de torsión manuales calibradas. Las tuercas deberán ser colocadas del lado no visible de los miembros y los agujeros de los

pernos deberán estar de acuerdo a lo especificado en el numeral 650.4.2.3.

Tabla 650 – 5. Tensión mínima en pernos (kilonewtons)

DIMENSIÓN NORMAL DEL PERNO		TIPO DE PERNO	
Pulgadas	mm	Grupo A Pernos ASTM A 325, ASTM F 1852	Grupo B Pernos ASTM A 490, ASTM F 2280
1/2	12.7	53	67
5/8	15.9	84	107
3/4	19.1	125	156
7/8	22.2	173	218
1	25.4	227	285
1 1/8	28.6	349	356
1 1/4	31.8	316	454
1 3/8	34.9	378	538
1 1/2	38.1	458	658

Los pernos ASTM A 490 y los pernos galvanizados ASTM A 325 no se deben reutilizar. Solamente se pueden reutilizar los pernos ASTM A 325, si se tiene la aprobación del Interventor. La corrección o reajuste de pernos previamente apretados que se puedan haber aflojado por el ajuste de los pernos contiguos no debe ser considerado como reutilización, siempre y cuando el ajuste continúe desde la posición inicial y no requiera una rotación mayor que la indicada en la Tabla 650 -6, incluyendo la tolerancia.

650.4.2.20 Soldadura

La soldadura se deberá hacer de acuerdo con las prácticas más modernas y cumpliendo los requisitos aplicables de AWS, D1.1, excepto cuando se disponga en otra forma en los planos o disposiciones especiales. Los planos deberán indicar claramente el sitio, tipo, tamaño y amplitud de todas las soldaduras distinguiéndose, además, claramente entre las de taller y las que se deben hacer en obra.

El Constructor, deberá someter a la aprobación del Interventor, con anterioridad al inicio del trabajo, los procedimientos propuestos para soldadura que llevará a cabo tanto en el taller como en la obra.

Tabla 650 – 6. Rotación de tuercas completamente apretadas (a) (b)

LONGITUD DEL PERNO (LADO INFERIOR DE LA CABEZA AL EXTREMO DEL PERNO)	DISPOSICIÓN CARAS EXTERNAS DE LAS PARTES PERNADAS		
	AMBAS CARAS NORMALES AL EJE DEL PERNO	UNA CARA NORMAL AL EJE DEL PERNO, LA OTRA INCLINADA 1:20 MÁXIMO (SIN ARANDELAS BISELADAS)	AMBAS CARAS INCLINADAS 1:20 MÁX. DE LA NORMAL AL EJE DEL PERNO (SIN ARANDELAS BISELADAS)
Hasta 4 días inclusive	1/3 de vuelta	1/2 de vuelta	2/3 de vuelta
De 4 a 8 días inclusive	1/2 de vuelta	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta
De 8 a 12 días inclusive (c)	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta	1 vuelta

Notas:

(a) Rotación de la tuerca relativa al perno, sin tener en cuenta el elemento (tuerca o perno) que gira. Tolerancia de rotación: hasta 1/2 pulgada o menos, más o menos 30 grados; 2/3 de vuelta o más, más o menos 45 grados.

(b) Aplicable sólo a conexiones en que todo el material del agarre es acero.

(c) No se ha establecido un procedimiento de vuelta de tuerca para los pernos con longitudes mayores de 12 diámetros. Por consiguiente, la rotación se determinará por pruebas reales en dispositivos adecuados para medir la tensión.

Todos los equipos de soldadura así como los operadores de los mismos deben ser precalificados previamente por una organización aprobada por el Instituto Nacional de Vías y de acuerdo con los procedimientos de AWS D1.1. Sin embargo, cuando una empresa fabricante de reconocida capacidad y experiencia precalifica sus equipos de soldar y a los operarios de los mismos, de acuerdo con las normas AWS D1.1, citadas, y presente la certificación correspondiente donde conste que el equipo de soldar y los operarios han sido calificados dentro de los doce (12) meses anteriores a la iniciación del trabajo en la estructura de que se trate, y que ha estado llevando a cabo soldaduras satisfactorias del tipo exigido, en el período de tres (3) meses anteriores al trabajo requerido, el Interventor podrá considerar idóneos tales equipos y operarios.

Cuando la empresa fabricante o el Constructor no han tenido las facilidades para precalificar sus equipos y operarios, éstos podrán ser precalificados de acuerdo a AWS D1.1, citadas, por una organización aprobada.

No obstante lo anterior, el Interventor podrá ordenar el examen de los equipos que, a su juicio, no sean satisfactorios o de los operarios cuya habilidad o experiencia sea dudosa.

Las soldaduras no se deberán hacer cuando las superficies estén mojadas o expuestas a la lluvia, viento fuerte o cuando los soldadores estén expuestos a condiciones inclementes del tiempo.

Las soldaduras no se deben exceder de las especificadas en los planos, ni deben ser cambiadas sus localizaciones sin la aprobación expresa del Interventor.

650.4.2.21 Pintura de taller

650.4.2.21.1 Preparación de la superficie

Las superficies de metal a ser pintadas, incluyendo las galvanizadas, se deberán limpiar perfectamente, quitando el polvo, óxido, las escamas sueltas de laminado, escamas de soldadura, suciedad, aceite o grasa y otras sustancias extrañas. A menos que la limpieza se efectúe por medio de chorro de arena, se debe neutralizar toda el área de soldadura con un agente químico apropiado y se debe lavar bien con agua, antes de principiar la limpieza.

Para evitar la oxidación de un área limpiada, previa a su pintura, aquella debe ser suficientemente pequeña. Si las superficies que ya se han limpiado se oxidan antes de aplicarles la pintura, el Constructor deberá limpiarlas de nuevo, sin cargo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

La primera mano de pintura se deberá aplicar a superficies completamente libres de oxidación.

La limpieza se deberá efectuar con abrasivos (chorro de arena o de limaduras de acero), vapor o disolventes, según se indique en los documentos del proyecto. Se utilizarán cepillos de alambre manuales o mecánicos, herramientas de raspado manual o papel de lija, para remover todo el polvo, herrumbre suelta y escamas de laminado o la pintura que no esté firmemente adherida a las superficies metálicas.

Todas las superficies galvanizadas que se han de pintar, se deberán limpiar primero mediante el lavado con un disolvente de espíritu mineral, para remover cualquier aceite, grasa o material extraño al recubrimiento galvanizado.

650.4.2.21.2 Aplicación de pintura de taller

La estructura de acero deberá ser pintada con dos (2) manos de pintura de taller, después de que haya sido aceptada, y antes de su envío.

Las superficies que no vayan a quedar en contacto entre sí, pero que sean inaccesibles después del montaje final, se deben pintar con tres (3) manos de pintura de taller. Las superficies que vayan a quedar en contacto entre sí en el campo, deben recibir una (1) mano de pintura en el taller, excepto los empalmes principales para cordones de armadura y los empalmes grandes de vigas armadas que involucren múltiples espesores de metal, en cuyo caso, la mano de pintura de taller dificultaría el montaje. Las superficies de contacto en el campo que no hayan sido pintadas con una (1) mano de pintura de taller, deben recibir una (1) mano de laca u otro recubrimiento protector aprobado.

No se deben pintar las superficies que vayan a estar en contacto con el concreto.

El acero estructural que vaya a ser soldado, no se debe pintar antes de que la soldadura haya sido

completada. El acero que se vaya a soldar solamente en el taller y seguidamente se haya de unir con pernos en el campo, deberá recibir dos (2) manos de pintura después que se haya terminado la soldadura de taller. El acero que vaya a ser soldado en el campo, deberá recibir una (1) mano de aceite de linaza hervido o de otro recubrimiento protector aprobado, después que se haya completado la soldadura y montaje en el taller.

Se deberá dar una (1) mano de pintura a las piezas fundidas de hierro y acero, pulidas o acabadas.

Con excepción de las juntas a tope y láminas de base, las superficies acabadas a máquina deberán ser pintadas tan pronto como sea posible, después de haber sido aceptadas, con una mezcla caliente de albayalde y sebo, o con una (1) mano de otro protector debidamente aprobado, antes de retirarlas del taller.

Las marcas de montaje para identificación de los miembros en el campo y las marcas indicadoras del peso, se deben pintar sobre superficies previamente pintadas con la mano de pintura de taller. El material no se debe cargar para su envío, a menos que esté completamente seco y, en cualquier caso, en no menos de veinticuatro (24) horas después que la pintura haya sido aplicada.

650.4.2.21.3 Limitaciones

No se debe aplicar pintura cuando la temperatura del acero pase de treinta y ocho grados Celsius (38° C), cuando haya niebla, cuando esté lloviendo o lloviendo, o la humedad relativa del aire exceda de ochenta y cinco por ciento (85 %), o cuando la temperatura del aire sea inferior a cinco grados Celsius (5° C).

No se deberá aplicar pintura sobre superficies húmedas o sobre superficies tan calientes que

produzcan ampollas en la pintura o una película porosa de la misma.

Cuando la pintura se deba aplicar forzosamente en tiempo húmedo o frío, el acero se deberá pintar bajo techo o cubierta y se deberá mantener resguardado hasta que la pintura seque completamente o hasta que las condiciones del tiempo permitan su exposición al aire libre.

650.4.2.21.4 Aplicación de otros tipos de pintura

En caso de que los documentos del proyecto indiquen la aplicación de pinturas diferentes a las especificadas en el numeral 650.2.10.2, aquellos deberán indicar el procedimiento de aplicación en el taller y en el campo, así como sus limitaciones.

650.4.3 Embarque y almacenamiento de los elementos

650.4.3.1 Embarque

El Constructor deberá marcar cada elemento apropiadamente para facilitar el montaje y deberá suministrar al Interventor un diagrama de montaje, así como todas las copias que éste demande de órdenes de materiales, diagramas de montaje y relaciones de despachos que indiquen los pesos de los elementos individuales. Los elementos que pesen más de tres toneladas (3 t) deberán llevar los pesos marcados sobre ellos.

Los elementos estructurales se deberán cargar en camiones, de tal forma que puedan ser transportados y descargados en el sitio de destino sin que sufra esfuerzos excesivos, se deforme o se dañe de otra manera.

Los pernos de la misma longitud y diámetro, lo mismo que las tuercas o arandelas sueltas de cada tamaño, se deben empaquetar por separado. Los pasadores, partes pequeñas y paquetes de pernos, arandelas y tuercas se deben despachar en cajas, guacales o barriles, pero el peso bruto de cada paquete no debe exceder de ciento cincuenta kilogramos

(150 kg). Una lista y una descripción del material contenido se deben marcar claramente en el lado exterior de cada paquete de embarque.

650.4.3.2 Almacenamiento

El acero se debe almacenar sobre plataformas o sobre largueros por encima del suelo y se debe proteger, tanto como sea posible, de la exposición a condiciones que produzcan oxidación u otro deterioro superficial. Las vigas de alma llena y las vigas armadas, se deberán colocar con el alma vertical y deberán ser apuntaladas. Los miembros largos, tales como columnas y cordones, se deberán apoyar sobre largueros colocados lo suficientemente cerca para evitar daños por deflexión.

650.4.4 Montaje

650.4.4.1 Generalidades

Si la infraestructura y la superestructura se construyen bajo contratos diferentes, se deberán proporcionar al Constructor todas las obras de infraestructura de acuerdo a las elevaciones y alineamientos correctos y se deben establecer las elevaciones y alineamientos para la colocación del acero.

El Constructor deberá instalar la estructura metálica, retirar la construcción provisional y ejecutar todos los trabajos necesarios para la terminación de la obra. En caso de que esté estipulado, se deberán retirar las estructuras existentes, todo en concordancia con los planos y las especificaciones.

650.4.4.2 Diagrama de montaje

Si la fabricación y el montaje de la superestructura se realizan bajo contratos diferentes, el Interventor deberá suministrar los planos de detalle de la estructura que se ha de montar, incluyendo detalles de taller, diagramas de arqueo, diagramas de montaje, lista de los pernos de campo, y copia de la relación de despachos que muestre la lista de las partes, con sus pesos respectivos.

Si las dos actividades se ejecutan en el mismo contrato, el Constructor deberá proporcionar diagramas de montaje preparados por el fabricante, en los cuales se deberán indicar el método y el procedimiento de montaje por emplear, los cuales deberán ser compatibles con los detalles de fabricación.

650.4.4.3 Obra falsa

La obra falsa o construcción provisional necesaria para el montaje de la estructura de metal, deberá ser diseñada, sólidamente construida, y mantenida en forma adecuada para que resista las cargas a que será sometida.

Si se requiere, el Constructor deberá proponer y someter para la aprobación del Interventor, planos de la obra falsa y de los cambios necesarios para mantener el tránsito en estructuras existentes. La aprobación de los planos del Constructor no lo exonera de cualquier responsabilidad.

650.4.4.4 Métodos de trabajo

Con anterioridad al inicio de los trabajos de montaje, el Constructor deberá informar al Interventor sobre el método de montaje que se propone seguir, como también la cantidad y características del equipo que se propone utilizar, el cual está sujeto a la aprobación de éste. La aprobación del Interventor no exonera al Constructor de la responsabilidad por la seguridad de su método o equipo y de la ejecución de los trabajos en total concordancia con los planos y las especificaciones. No se deberá ejecutar ningún trabajo sin antes haber obtenido la aprobación del Interventor.

650.4.4.5 Apoyos y anclajes

650.4.4.5.1 Preparación de las áreas de soporte

El Constructor de la infraestructura deberá terminar las áreas de apoyo para las zapatas de la armadura de acero, de acuerdo con los planos y niveles requeridos. Las zapatas y láminas de soporte no deben ser colocadas sobre superficies

indebidamente acabadas, deformadas o irregulares. El Constructor de la superestructura deberá verificar la localización, elevaciones y acabado de las áreas de soporte y notificar al Interventor sobre cualquier variación de los requisitos de los planos.

Los apoyos para puentes no se deberán colocar sobre superficies que presenten irregularidades o estén terminadas incorrectamente.

650.4.4.5.2 Métodos de colocación de las zapatas y láminas de soporte

El Constructor de la superestructura deberá colocar las zapatas niveladas en su posición exacta sobre las áreas de apoyo.

Las zapatas y láminas de soporte, pueden ser colocadas sobre capas de lona de algodón y minio rojo; láminas de plomo; almohadillas preformadas de caucho y fibra de algodón; o almohadillas elastoméricas de soporte de las calidades indicadas en el numeral 650.2.9, o bien sobre una capa de mortero de cemento Portland, según los detalles de los planos o las disposiciones especiales. En caso de usar mortero de cemento, se debe cuidar de no colocar ninguna carga sobre las zapatas hasta que el mortero haya endurecido por lo menos durante noventa y seis (96) horas, debiendo conservarse humedecido el mismo durante ese período.

650.4.4.5.3 Pernos de anclaje

La ubicación de los pernos de anclaje en relación con los agujeros de las zapatas o láminas de soporte deberá ser la que corresponda a la temperatura al efectuar el montaje. Las tuercas en los pernos de anclaje de los apoyos móviles de puentes se deberán ajustar para permitir el libre movimiento de la estructura.

Si la infraestructura y la superestructura van a ser construidas bajo contratos separados, los pernos de anclaje deben ser colocados por el Constructor de la infraestructura y será responsabilidad del Constructor de la superestructura proporcionar al primero los pernos de anclaje y los planos correctos para su colocación.

650.4.4.5.4 Láminas de soporte o de expansión de bronce o de aleación de cobre

Cuando se empleen láminas de soporte o de expansión de bronce o de aleación de cobre, de la calidad especificada en el numeral 650.2.9.3, las superficies de deslizamiento del acero en contacto con las láminas de soporte o de expansión, deberán ser recubiertas con un lubricante del tipo recomendado por el fabricante de las láminas.

650.4.4.5.5 Balancines y soportes colgantes

A menos que se indique en otra forma en los planos o disposiciones especiales, los soportes especiales, como los balancines y los soportes colgantes para tramos suspendidos, deberán ser colocados a plomo, y los dispositivos de expansión ajustados a la temperatura durante el montaje y tomando en cuenta el cambio de longitud de la estructura debido a la deflexión por carga muerta.

650.4.4.6 Enderezamiento de material doblado y contraflecha

650.4.4.6.1 Enderezamiento de material doblado

El enderezamiento de platinas, ángulos, otros perfiles y elementos armados, cuando lo autorice el Interventor, se deberá llevar a cabo por métodos que no produzcan roturas u otros tipos de averías. Los elementos torcidos se deben enderezar por medios mecánicos, con la aprobación del Interventor, por procedimientos planeados cuidadosamente y aplicación supervisada de una

cantidad limitada de calor. Los elementos de acero de calidad NTC 4012 (ASTM A 852), solamente se pueden enderezar al calor, mediante procedimientos rígidamente controlados y cada aplicación de calor está sujeta a la aprobación del Interventor. En ningún caso, la temperatura máxima del acero NTC 4014 (ASTM A 514) deberá exceder de quinientos ochenta o seiscientos diez grados Celsius (580° C o 610° C) respectivamente, ni exceder de cuatrocientos ochenta o quinientos diez grados Celsius (480° C o 510° C), respectivamente, en el metal de aporte o dentro de quince centímetros (15 cm) de éste. El calor no se puede aplicar directamente sobre el metal de aporte. En todos los demás aceros, la temperatura del área calentada no deberá exceder de seiscientos cincuenta grados Celsius (650° C) (un rojo apagado) según se puede controlar con tizas indicadoras de temperatura, líquidos o termómetros bimetales.

Las paredes que se han de enderezar al calor deberán estar sustancialmente libres de esfuerzos y de fuerzas externas, salvo los esfuerzos resultantes de los medios mecánicos utilizados conjuntamente con la aplicación de calor.

Luego del enderezado de una curva o bomba, se deberá inspeccionar cuidadosamente la superficie del metal, para detectar cualquier tipo de rotura.

650.4.4.6.2 Contraflecha

La corrección de errores en el bombeo en vigas y viguetas de material NTC 4014 (ASTM A 514) se deberá hacer solamente bajo procedimientos rígidamente controlados.

650.4.4.7 Ensamblaje

Las partes se deberán ensamblar con exactitud, siguiendo las indicaciones de los planos y las contramarcas de montaje. El material se debe manejar con cuidado, con el fin de evitar

que alguna de las partes sufra dobleces, rupturas y averías. Se debe evitar el martilleo que cause daños o torceduras a los elementos. Antes del ensamble de los elementos, se deberán limpiar las superficies de apoyo y aquellas que estén en contacto permanente.

650.4.4.8 Conexiones con pasadores

El clavado de pasadores se deberá llevar a cabo con la utilización de tuercas guías y tuercas de golpeo suministradas por el Constructor sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías. Los pasadores se deberán clavar en forma tal, que los elementos tengan contacto completo sobre ellos. Las tuercas de los pasadores se deberán atornillar con fuerza y las roscas se deberán escariar con una herramienta en el lado de la tuerca.

650.4.4.9 Pintura de campo

Cuando el trabajo de montaje en el campo haya terminado, incluyendo todo el empernado, soldado y el enderezado del metal doblado, se deberá eliminar todo el óxido, escamas, suciedad, grasa y otro material extraño adherido, según se especifica en el numeral 650.4.2.21.1, antes de la aplicación de cualquier pintura.

Se deberá aplicar una (1) mano de retoque a todos los pernos y soldaduras de campo, inspeccionados y aprobados y a cualesquiera superficies cuya pintura de taller se haya gastado o deteriorado.

Cuando la mano de retoque de campo haya secado completamente y la limpieza de campo se haya terminado satisfactoriamente, se deberán aplicar las manos de campo que sean requeridas en los planos o las disposiciones especiales, pero no menos de dos (2).

En ningún caso, se deberá aplicar una (1) mano de pintura hasta que la mano anterior haya secado completamente en todo el espesor de la película de pintura. Todos los intersticios y cavidades pequeñas que no fueron selladas a prueba de agua al aplicar la primera mano de campo, se

deberán llenar con una mezcla pastosa de albayalde rojo y aceite de linaza, antes de aplicar la segunda mano.

Aquellas superficies que sean inaccesibles después del montaje, se deberán pintar previamente con dos (2) manos de campo.

La aplicación de la segunda mano de campo se debe posponer hasta que se haya colocado y acabado el trabajo del concreto adyacente. Si las operaciones del concreto han dañado la pintura, la superficie afectada se deberá limpiar y pintar de nuevo.

Si el tránsito produce una cantidad dañina de polvo, el Constructor deberá, antes de aplicar la pintura y sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, reprimir el polvo a una distancia prudencial y tomar precauciones necesarias para evitar que éste y la suciedad entren en contacto con las superficies pintadas.

Las limitaciones climatológicas indicadas para la pintura en taller, rigen igualmente para la pintura de campo.

650.4.4.10 Ajustes de defectos

La corrección de defectos menores que comprenden pequeñas cantidades de rimado, cortado y virutas, se considera como parte normal del montaje. Sin embargo, cualquier error en la fabricación de taller o deformación resultante del manejo y transporte, que impida el ensamble correcto y el encaje de las partes por el uso moderado de pasadores de montaje o por una cantidad apreciable de rimado y cortado o cincelado, se debe reportar inmediatamente al Interventor y obtener la aprobación del método de corrección, la cual se debe realizar en presencia de éste. Si se trata de un contrato de montaje únicamente, el Interventor, con la cooperación del Constructor, deberá mantener un registro completo de los materiales y la mano de obra utilizados.

650.4.5 Remoción de la obra falsa y limpieza

Al terminar el montaje y antes de su aceptación final, el Constructor deberá retirar toda obra falsa, materiales excavados y no utilizados, desechos, basura y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable toda la propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejará el lugar de la estructura y el área adyacente, limpios y presentables.

650.4.6 Manejo ambiental

Todas las actividades relacionadas con la fabricación, el embarque, el almacenamiento y el montaje de las estructuras de acero, así como la remoción de la obra falsa y la limpieza, se deberán ejecutar de conformidad con la legislación ambiental vigente.

650.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

650.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que los materiales empleados cumplan los requisitos de calidad especificados.
- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Vigilar que los trabajos se realicen de acuerdo con los planos del proyecto, las disposiciones especiales y esta especificación.
- Verificar que las conexiones con pernos tengan la tensión apropiada.

El Interventor revisará y aprobará, cuando corresponda, los diseños, planos y diagramas necesarios para la ejecución de los trabajos; así mismo, evaluará los métodos de trabajo propuestos por el Constructor y los aprobará cuando los considere adecuados; también, exigirá las certificaciones requeridas para el equipo de soldadura y sus operarios.

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Constructor.

650.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**650.5.2.1 Recibo de materiales**

Siempre que lo considere conveniente, el Interventor exigirá al Constructor los informes de análisis químicos y pruebas físicas efectuadas por el fabricante, que determinen la calidad del acero empleado. Si no los suministra, el Interventor, ordenará la ejecución de las pruebas pertinentes, a expensas del Constructor. Todo material que no cumpla las exigencias de la respectiva especificación, será rechazado.

650.5.2.2 Identificación

El Interventor se abstendrá de autorizar la fabricación de la estructura, si las piezas no están debidamente identificadas como se indica en el numeral 650.4.1.2.

650.5.2.3 Perforaciones

Sólo se aceptará acero en el cual las perforaciones efectuadas a las piezas, se encuentren dentro de las tolerancias mencionadas en el numeral 650.4.2.3.

650.5.2.4 Fabricación y montaje

El Interventor sólo aceptará la obra ejecutada de acuerdo con los diseños y diagramas de montaje, empleando los materiales adecuados y cumpliendo los requisitos y tolerancias establecidos en los diferentes apartes del numeral 650.4.

Todo material u obra ejecutada, cuya calidad y características no se ajusten a los planos, las disposiciones especiales, esta especificación y las instrucciones del Interventor, deberán ser corregidos por el Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, empleando procedimientos aprobados por el Interventor, de manera que el trabajo corregido sea de la entera satisfacción del Interventor.

650.6 MEDIDA

La unidad de medida del acero estructural será el kilogramo (kg), aproximado al entero, de acero incorporado en la estructura, de acuerdo con los planos, las especificaciones y las instrucciones del Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida incluye el acero estructural, apoyos especiales y demás materiales complementarios requeridos en los planos y disposiciones especiales, satisfactoriamente suministrados y montados, incorporados permanentemente en la estructura objeto del trabajo.

Los tipos de miembros de acero y otros materiales estructurales que se midan, deberán estar de acuerdo con la clasificación señalada en los planos o en las disposiciones especiales. Los pernos de anclaje se deberán incluir para el pago, aún cuando los mismos no sean instalados por el Constructor de la superestructura.

No se debe hacer medida por separado de los pasadores y pernos de montaje; pintura de taller y de campo; galvanizado; cajas, jaulas y otros empaques usados para embarques; obra falsa; soleras, puntales y varillas empleadas para sostener las piezas durante su transporte y montaje; y demás materiales requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo de acuerdo con los planos, las especificaciones y las instrucciones del Interventor.

Tampoco habrá medida separada de almohadillas elastoméricas o preformadas, excepto si ellas están consideradas en otra partida de pago.

650.6.1 Masa de los metales

Se deberá calcular con base en las siguientes masas unitarias, en kilogramos por metro cúbico (kg/m³).

– Aluminio fundido o forjado	2770
– Bronce fundido	8580
– Aleación de cobre	8580
– Cobre en láminas	8930
– Hierro fundido	7120

– Hierro maleable	7520
– Hierro forjado	7790
– Plomo en láminas	11310
– Acero, laminado, fundido, cobrizo, al silicio, al níquel e inoxidable, todos los grados	7840
– Zinc	7200

650.6.2 Perfiles, láminas, barras y tuberías de acero

Como una excepción de lo estipulado anteriormente, las masas de los perfiles estructurales y otras piezas laminadas a rodillo, barras y láminas, así como la tubería de acero, se deberán calcular con base en los pesos nominales indicados en los manuales, usando las medidas mostradas en los planos aprobados de fabricación. A menos que se indique en otra forma en dichos planos, se deberán deducir todos los recortes, cortes y agujeros abiertos, con excepción de los agujeros para pernos.

No se permiten tolerancias para excesos de peso ni para capas protectoras. La masa de todas las cuñas mostradas en los planos aprobados de fabricación, será incluida en la cantidad de acero estructural que se deba pagar.

650.6.3 Masa de las cabezas de pernos, tuercas, roldanas y puntas roscadas salientes de pernos

La masa de las cabezas de pernos, tuercas, roldanas y puntas roscadas salientes de pernos, se deberán calcular con base en los valores indicados en la Tabla 650 - 7.

650.6.4 Soldaduras

La masa se deberá calcular con base en el volumen teórico de las medidas de las soldaduras, añadiéndole un cincuenta por ciento (50 %) como compensación por excedentes.

650.6.5 Piezas fundidas

La masa de las piezas fundidas se deberá calcular con base en las medidas mostradas en los planos, descontando los agujeros, y añadiéndole un

cinco por ciento (5 %) como compensación por biselés y excedentes. Pueden ser sustituidas las masas calculadas por los pesos de la báscula en el caso de partes fundidas pequeñas y complejas, sobre las cuales resultarían difíciles los cálculos de masas exactas.

Tabla 650 – 7. Masa de las cabezas de pernos, tuercas, roldanas y puntas roscadas salientes de pernos

DIÁMETRO DEL PERNO		MASAS POR 100 PERNOS (KILOGRAMOS)
PULGADAS	CENTÍMETROS	
1/2	1.27	8.94
5/8	1.59	14.38
3/4	1.90	23.77
7/8	2.22	36.47
1	2.54	52.93
1 1/8	2.86	74.89
1 1/4	3.17	96.16
1 3/8	3.49	127.00
1 1/2	3.81	154.22

650.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con los planos y esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

650.7.1 Diseño y fabricación de estructura metálica

El precio unitario para el diseño y la fabricación de la estructura metálica deberá cubrir todos los costos por concepto del diseño de la estructura; suministro de materia prima, cargues, transportes, descargues, almacenamiento, corte, ensayos, patentes, desperdicios, fabricación y montaje en el taller, pintura de taller, equipo y mano de obra necesarios para ejecutar correctamente el trabajo especificado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor. Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

650.7.2 Fabricación de estructura metálica

El precio unitario por la fabricación de la estructura metálica incluye todos los conceptos mencionados en el numeral 650.7.1, excepto el valor del diseño de la estructura.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

650.7.3 Transporte de estructura metálica

El precio unitario para el transporte de la estructura metálica deberá cubrir todos los costos por concepto de trasladar la estructura, aceptada por el Interventor, del taller al sitio de instalación de la obra, y su almacenamiento de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

650.7.4 Montaje y pintura de estructura metálica

El precio unitario para el montaje y la pintura de la estructura metálica deberá cubrir todos los costos por concepto de elaboración de diagramas de montaje, materiales y construcción de la obra falsa; equipos, mano de obra, andamios, instalaciones temporales y cables aéreos; así como los costos por concepto de ensamblaje y erección de la estructura en el sitio de la obra; los ajustes de defectos; el suministro y transporte de la pintura de campo, la preparación de las superficies metálicas, la aplicación de las manos de pintura especificadas; la señalización temporal de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, y en general, todo costo necesario para el correcto montaje y pintura de campo de la estructura de acero.

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

650.8 ÍTEM DE PAGO

650.1	Diseño y fabricación de estructura metálica	Kilogramo (kg)
650.2	Fabricación de la estructura metálica	Kilogramo (kg)

650.3	Transporte de estructura metálica	Kilogramo (kg)
650.4	Montaje y pintura de estructura metálica	Kilogramo (kg)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

NORMA
Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
INVIAS

TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE

ARTÍCULO 660 – 13

660.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería en concreto simple, con los diámetros, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos del proyecto u ordenados por el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de éstas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición del material sobrante.

660.2 MATERIALES

660.2.1 Tubería

La tubería que suministre el Constructor deberá cumplir los requisitos de la norma NTC 1022. Los tubos deberán ser elaborados con una mezcla homogénea de concreto de calidad tal, que aquellos cumplan los requisitos de resistencia al aplastamiento, absorción y permeabilidad indicados en la Tabla 660–1 y determinados de acuerdo con las indicaciones de la norma NTC 3676.

En todo caso, el tamaño máximo nominal del agregado grueso no podrá exceder de 19.0 mm (3/4") y la mezcla no podrá contener menos de trescientos treinta kilogramos (330 kg) de cemento por metro cúbico (m³) de concreto. Así mismo, la relación agua/material cementante no debe exceder de 0.53 en masa.

Cada tubo deberá tener una longitud aproximada de entre ochenta y ciento veinte centímetros (0.80 m - 1.20 m) y sus extremos deberán estar diseñados de manera que permitan un encaje adecuado entre ellos, formando un conducto continuo con una superficie interior lisa y uniforme.

Adicionalmente los tubos deberán cumplir los requisitos de permeabilidad especificados en la Norma NTC 3676.

Tabla 660 – 1. Requisitos físicos para tuberías de concreto simple

DIÁMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	CLASE I		CLASE II		CLASE III		ABSORCIÓN MÁXIMA (%)	
	ESPESOR MÍNIMO DE PARED (mm)	RESISTENCIA MÍNIMA 3 APOYOS (kN)	ESPESOR MÍNIMO DE PARED (mm)	RESISTENCIA MÍNIMA 3 APOYOS (kN)	ESPESOR MÍNIMO DE PARED (mm)	RESISTENCIA MÍNIMA 3 APOYOS (kN)	MÉTODO	
							A	B
450	38	32.0	50	44.0	57	48.0	9.0	8.5
500	42	33.0	55	47.0	65	53.5		
600	54	38.0	72	52.5	85	64.0		

Nota: Para diámetros internos superiores a seiscientos milímetros (600 mm) se deberá utilizar tubería de concreto reforzado.

660.2.2 Material para solado, atraque y relleno de la zanja

Los materiales para el solado, atraque y relleno de la zanja serán los indicados en los documentos del proyecto. Los suelos, materiales de recebo, materiales granulares tipo SBG y BG, gravilla y arena que se utilicen deberán cumplir con lo indicado en el Artículo 610, numeral 610.2, sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.5 y 610.2.6, respectivamente.

El tamaño máximo del material para solado y atraque de los tubos no será mayor que 25 mm (1") y el material para rellenos alrededor del tubo no será mayor que 75 mm (3"). El tamaño máximo del material no será mayor que la mitad del espesor de la capa compactada.

Si los documentos del proyecto indican que el solado y/o el atraque para la tubería se ejecuten en concreto simple, éste se elaborará según lo especificado en el Artículo 630, "Concreto Estructural"; la resistencia mínima a la compresión, si los documentos del contrato no indican otra cosa, será de 14 MPa a 28 días, medida según la norma de ensayo INV E-410.

660.2.3 Sello para juntas

Las juntas para las uniones de los tubos se sellarán con empaques flexibles que cumplan la especificación AASHTO M-198 y/o NTC 1328, con mortero o con lechada de cemento. Si se emplea mortero, éste deberá ser una mezcla volumétrica de una (1) parte de cemento hidráulico y tres (3) de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

660.3 EQUIPO

Se requieren, principalmente, elementos para la producción de agregados pétreos y fabricación y curado de la mezcla de concreto, conforme se indica en el numeral 630.3 del Artículo 630; moldes para la fabricación de los tubos y equipos para su transporte y colocación en el sitio de las obras.

660.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

660.4.1 Preparación de las condiciones de instalación de la tubería

660.4.1.1 Aspectos generales

Los documentos del proyecto deben indicar la condición de la instalación de la tubería, que puede ser una de las siguientes:

- Tubería en zanja
- Tubería en zanja inducida
- Tubería en terraplén

La secuencia de ejecución de la instalación que implemente el Constructor debe garantizar que se cumplen las condiciones de diseño. Si el cumplimiento de estas condiciones no es razonablemente posible a juicio del Interventor, se notificará al Instituto Nacional de Vías de la necesidad de ajustar el diseño de la instalación.

Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, el Constructor deberá desviarla hasta cuando se pueda conducir a través de la tubería.

Se deberán implementar medidas para prevenir la migración de finos cuando los niveles de agua o las condiciones existentes pueden propiciar su ocurrencia, con el fin de evitar la pérdida de soporte de la tubería.

660.4.1.2 Excavación de la zanja

La longitud de zanja por delante de la instalación de la tubería deberá ser la mínima posible.

Se deberán respetar la profundidad, el ancho y la inclinación de las caras de la excavación mostradas en los planos; ésta deberá tener en lo posible caras verticales. El ancho de la excavación debe permitir la adecuada colocación y compactación de los materiales de rellenos laterales de la tubería.

El fondo de la zanja deberá ser excavado a una profundidad de no menos de quince centímetros (15 cm) debajo de las cotas especificadas del fondo de la tubería. Dicha excavación se realizará conforme se indica en el Artículo 600, "Excavaciones Varias", previo el desmonte y limpieza requeridos; si en el fondo de la excavación se encuentran piedras, éstas se deberán remover de manera que no queden a menos de 15 cm de la tubería.

No se debe colocar el material de excavación cerca al borde de la zanja.

660.4.1.3 Entibado

El Constructor deberá implementar todas las medidas que se requieran para mantener la estabilidad de la excavación y garantizar la protección de los trabajadores, la obra en construcción y/o las construcciones vecinas existentes alrededor.

Independiente de las condiciones de estabilidad de la zanja, se deberán instalar entibados para zanjas que tengan más de 1.20 m de profundidad en la cual deban entrar trabajadores.

660.4.1.4 Terraplenes

Si la tubería se va a instalar sobre el terreno natural o sobre terraplenes, aquel se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado en los Artículos 200, "Desmonte y Limpieza"; 600, "Excavaciones Varias"; y 220, "Terraplenes", de manera que la

superficie compactada quede quince centímetros (15 cm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la tubería. El material utilizado en el relleno deberá clasificar como adecuado o seleccionado según la Tabla 220 - 1 del Artículo 220 y su compactación deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142). En caso de que se requiera, se efectuará la corrección previa por presencia de partículas gruesas, según establece la norma de ensayo INV E-143.

660.4.2 Colocación del material de solado para la tubería

Una vez preparada la superficie, se colocará el material indicado en los documentos del proyecto, de manera uniforme, a todo lo largo de la tubería, con el ancho y sección indicados en los planos, conforme lo que al respecto señala el Artículo 610.

El material de solado se deberá compactar hasta alcanzar grado de compactación establecido en Artículo 610, numeral 610.5.2.2.1, salvo que, en el caso de gravilla o arena, los documentos del proyecto indiquen que este material se deba colocar en estado suelto. El espesor de las capas para construir el solado será el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor del mismo.

Cuando la tubería tenga campanas expandidas, se deberán realizar excavaciones en el material de solado para garantizar que el cuerpo de la tubería queda adecuadamente apoyado.

Si el solado es en concreto, éste se colocará con un espesor no menor de quince centímetros (15 cm) y en un ancho equivalente al diámetro más exterior de la tubería mas 30 cm a cada lado, o según lo establecido en los planos del proyecto o lo acordado con el Interventor, empleando un concreto de las características descritas en el numeral 660.2.2 de esta especificación.

660.4.3 Colocación de la tubería

La tubería se instalará de acuerdo con los alineamientos y niveles indicados en los planos del proyecto, en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal o caja de entrada de la obra.

No se permitirá hacer ajustes en los niveles de la tubería mediante operaciones como ejercer fuerza sobre los tubos, levantar y dejar caer la tubería o levantar la tubería e insertar material de solado debajo de la misma. Si una sección de tubería no se ajusta a las cotas del proyecto, se deberá desempatar la tubería, remover la sección, corregir el atraque según las cotas del proyecto y reinstalar la tubería.

En el caso de atraque en concreto, la tubería se deberá instalar mientras el concreto del solado esté fresco.

En las instalaciones múltiples de tubería, la línea central de cada una deberá ser paralela a las demás. Si los planos no indican otra cosa, la distancia libre entre dos (2) líneas de tubería deberá ser igual a medio (1/2) diámetro, pero no inferior a seiscientos milímetros (600 mm).

660.4.4 Juntas

Las juntas de los tubos deben estar diseñadas y los extremos de los tubos conformados de tal manera que éstos se puedan unir ofreciendo un conducto continuo e impermeable.

Las juntas deberán ejecutarse con los materiales y los requisitos establecidos por el fabricante de las tuberías. Se podrán aceptar juntas con empaque de caucho que brinden total estanqueidad a las tuberías.

También, se aceptan juntas con mortero o lechada para lo cual deberán ser humedecidas completamente antes de hacer la unión con mortero. Previamente a la colocación del tubo siguiente, las mitades inferiores de las campanas o ranuras de cada tubo, deberán ser llenadas con mortero de suficiente espesor para permitir que la superficie interior de los tubos quede a un mismo nivel. Después de colocar el tubo, el resto de la junta se llenará con el mortero, usando una cantidad suficiente para formar un anillo exterior alrededor de la junta. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado.

Después del fraguado inicial, el mortero de los anillos exteriores deberá ser protegido contra el aire y el sol con una cubierta de tierra saturada o una arpillera húmeda.

El mortero para las juntas de la tubería deberá estar constituido por una (1) parte de cemento hidráulico y tres (3) partes de arena para concreto,

medidas por volumen en estado seco, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

Alternativamente, se podrá emplear una lechada espesa de cemento hidráulico.

Para las juntas con lechada de cemento, se deberán emplear moldes u otros medios aprobados por el Interventor, para retener la lechada vertida o bombeada. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado.

660.4.5 Atraque

El atraque se construirá con el material indicado en los documentos del proyecto, de manera uniforme, a todo lo largo de la tubería, con el ancho y sección indicados en los planos, conforme lo que al respecto señala el Artículo 610.

El material de atraque se deberá compactar hasta alcanzar grado de compactación establecido en Artículo 610, numeral 610.5.2.2.1. El espesor de las capas para construir el atraque será el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor del mismo; el avance del relleno de atraque deberá ser parejo a ambos lados del tubo para evitar el desplazamiento del mismo.

En el caso de atraque en concreto, tan pronto se hayan asentado los tubos en el solado de concreto, y una vez endurecido el mortero o la lechada de las juntas, se atracarán a los lados, con una mezcla igual a la utilizada en el solado, hasta una altura no menor de un cuarto (1/4) del diámetro exterior del tubo o la que muestren los planos. El tubo deberá asegurarse y lastrarse para prevenir desplazamientos durante la colocación del concreto.

660.4.6 Rellenos

Una vez terminado de construir el atraque y, en el caso de atraque en concreto, cuando éste haya curado suficientemente, se efectuará el relleno de la zanja conforme lo que al respecto señala el Artículo 610, utilizando en material indicado en los documentos del proyecto.

El material de relleno se deberá compactar hasta alcanzar grado de compactación establecido en Artículo 610, numeral 610.5.2.2.1. El

espesor de las capas para construir el relleno será el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor del mismo; el avance del relleno deberá ser parejo a ambos lados del tubo para evitar el desplazamiento del mismo.

Los rellenos deben tener como mínimo 60 centímetros de altura, medida desde la cota clave del tubo hasta el nivel del terreno natural o el nivel de la subrasante del pavimento.

660.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Constructor deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

660.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores y trabajos que se lleven a cabo se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

660.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

660.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado de funcionamiento de equipo de construcción;
- Comprobar que los tubos y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación;
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado;
- Verificar que el alineamiento y la pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Constructor.

660.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

660.5.2.1 Calidad de la tubería

Los tubos de concreto simple deben cumplir los criterios de aceptación establecidos en la norma NTC-1022.

El Interventor se abstendrá de autorizar el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeo inadecuados.
- Defectos superficiales tales como hormigueros y textura abierta.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptables.
- Planos de los extremos de los tubos que no sean perpendiculares al eje longitudinal. Sin embargo se deben respetar las variaciones especificadas en la Tabla 660 - 2.

Los tubos pueden ser sometidos a reparaciones, en caso de que sea necesario, debido a imperfecciones originadas en el proceso de fabricación o a defectos originados durante la manipulación. En tal caso los tubos serán aceptables si, a criterio del Interventor, el tubo reparado satisface los requisitos de esta especificación.

El Constructor deberá suministrar al Interventor, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, muestras para ensayo hasta el medio por ciento (0.5 %) del número de tubos de cada diámetro incluidos en la obra, sin que en ningún caso

sean menos de dos (2) ejemplares. Los tubos se deberán encontrar sanos y tener la longitud completa.

El ensayo de resistencia al aplastamiento se efectuará sobre por lo menos el setenta y cinco por ciento (75 %) de los tubos recibidos para ensayo. La tubería se considerará satisfactoria, si todos los tubos de prueba igualan o exceden la resistencia mencionada en la Tabla 660 - 1. Si uno o más tubos no cumplen este requisito, el Constructor deberá suministrar, a su costa, dos tubos por cada tubo no satisfactorio y el embarque sólo será aceptado cuando todos los tubos adicionales cumplan el requisito de resistencia.

De cada tubo satisfactorio, se tomará una muestra para el ensayo de absorción, la cual deberá tener un área entre setenta y siete y ciento veintinueve centímetros cuadrados ($77 \text{ cm}^2 - 129 \text{ cm}^2$), un espesor igual al de la pared del tubo y estar exenta de astillamientos o grietas visibles. El embarque sólo se considerará satisfactorio si todas las muestras ensayadas cumplen el requisito de absorción.

660.5.2.2 Tolerancias en las dimensiones de los tubos

Se permitirán, como máximo, las variaciones establecidas en la Tabla 660 - 2. El Interventor rechazará los tubos de concreto simple cuyas dimensiones excedan las tolerancias mencionadas en dicha tabla.

Tabla 660 -2. Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto simple

DIÁMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	VARIACION (+ o -) PERMITIDA EN DIÁMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	DISMINUCION PERMITIDA EN ESPESOR DE PARED (mm) (Nota 1)	DISMINUCION PERMITIDA EN LONGITUD DEL TUBO (mm) (Nota 2)	VARIACIÓN PERMITIDA EN LA LONGITUD DE DOS LADOS OPUESTOS DEL TUBO	PERDIDA DE RECTITUD
450	7	3	13	El mayor valor entre 6 mm o 2 % del diámetro nominal	Hasta 10 mm por metro de longitud
500	8				
600	10				

Nota 1: Respecto de los valores de la Tabla 660 - 1 o el establecido por el fabricante en caso de que sea mayor que el mostrado en la Tabla 660-1

Nota 2: Respecto de la longitud especificada por el fabricante

660.5.2.1 Materiales para solado, atraque y relleno

En relación con la calidad y compactación de los materiales para solado, atraque y relleno diferentes al concreto, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 600.5.2.1 y 610.5.2.2.1 del Artículo 610.

660.5.2.2 Concreto para solado y atraque

En relación con la calidad de los materiales para la mezcla, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.4 del Artículo 630, "Concreto estructural".

En relación con la calidad de la mezcla elaborada, se aplicará lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del mismo Artículo. Por lo tanto, si la resistencia de los cilindros tomados en la obra no es satisfactoria, el Interventor rechazará el volumen del concreto correspondiente y el Constructor deberá demoler la obra ejecutada, remover los escombros, cargarlos, transportarlos y depositarlos en sitios aprobados y mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor y reconstruirá el área afectada con una mezcla satisfactoria, operaciones que deberá realizar sin costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías.

El Interventor no autorizará la colocación del concreto para solado si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

660.5.2.3 Calidad del producto terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento de más de diez milímetros por metro de longitud (10 mm/m).

El Interventor tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto

Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

660.6 MEDIDA

La unidad de medida de la tubería será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto simple suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites autorizados por el Interventor.

660.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del Contrato, según el diámetro de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro en el lugar de los tubos y su instalación; el suministro de los demás materiales y mezclas requeridos para las juntas y conexiones; la ejecución de las juntas; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; el suministro e instalación de los entibados que puedan requerirse; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de las obras; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte, la disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se exceptúan los costos de desmonte y limpieza, los cuales se cubrirán con cargo al Artículo 200; los de excavación, los cuales se deberán considerar en el Artículo 600, los de rellenos de solado, atraque y relleno de zanja, que se cubrirán con cargo a los Artículos 610 o 630, según aplique; y los de la construcción de cabezales, cajas de entrada y aletas, los cuales quedarán cubiertos por los Artículos 630 y 640..

660.8 ÍTEM DE PAGO

660.1 Tubería de concreto simple clase ____ de ____ Metro lineal (m)
mm de diámetro interior

Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para cada clase de tubería de concreto simple y cada diámetro que tengan las tuberías consideradas en el proyecto.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO

ARTÍCULO 661 – 13

661.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos del proyecto o acordados ordenados con el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de éstas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

661.2 MATERIALES

661.2.1 Tubería

La tubería que suministre el Constructor deberá cumplir los requisitos de la norma NTC 401. La clase de tubería y su diámetro interno, se deberán indicar en los planos del proyecto. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deberán ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera que brinden un conducto continuo y libre de irregularidades en la línea de flujo.

Los requisitos de resistencia al agrietamiento y rotura que deben cumplir los tubos son los especificados en la norma NTC 401.

661.2.2 Material para solado y atraque

Los materiales para el solado, atraque y relleno de la zanja serán los indicados en los documentos del proyecto. Los suelos, materiales de recebo, materiales granulares tipo SBG y BG, gravilla y arena que se utilicen deberán cumplir con lo indicado en el Artículo 610, numeral 610.2, sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.5 y 610.2.6, respectivamente

El tamaño máximo del material para solado y atraque de los tubos no será mayor que 25 mm (1") y el material para rellenos alrededor del tubo no

será mayor que 75 mm (3"). El tamaño máximo del material no será mayor que la mitad del espesor de la capa compactada.

Si los documentos del proyecto indican que el solado y/o el atraque para la tubería se ejecuten en concreto simple, éste se elaborará según lo especificado en el Artículo 630, "Concreto Estructural"; la resistencia mínima a la compresión, si los documentos del contrato no indican otra cosa, será de 14 MPa a 28 días, medida según la norma de ensayo INV E-410.

661.2.3 Sello para juntas

Las juntas para las uniones de los tubos se sellarán con empaques flexibles que cumplan la especificación AASHTO M 198 y/o la norma NTC 1328, con mortero o con lechada de cemento. Si se emplea mortero, éste deberá ser una mezcla volumétrica de una (1) parte de cemento hidráulico y tres (3) de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

661.3 EQUIPO

Se requieren, principalmente, elementos para la producción de agregados pétreos y fabricación y curado de la mezcla de concreto, conforme se indica en el numeral 630.3 del Artículo 630; herramientas adecuadas para la correcta colocación del refuerzo; moldes para la fabricación de los tubos y equipos para su transporte y colocación en el sitio de las obras.

661.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

661.4.1 Preparación de las condiciones de instalación de la tubería

La preparación de las condiciones de instalación de la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.1 del Artículo 660.

661.4.2 Colocación del material de solado para la tubería

La colocación del material de solado para la tubería se llevará a cabo según con lo indicado en el numeral 660.4.2 del Artículo 660.

661.4.3 Colocación de la tubería

La colocación de la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.3 del Artículo 660.

661.4.4 Juntas

Para la elaboración de las juntas, aplican las indicaciones del numeral 660.4.4 del Artículo 660.

661.4.5 Atraque

La colocación del material de atraque para la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.5 del Artículo 660.

661.4.6 Rellenos

Para la ejecución de los rellenos, aplican las indicaciones del numeral 660.4.6 del Artículo 660.

661.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Constructor deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

661.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores y trabajos que se lleven a cabo se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

661.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

661.5.1 Controles

Se adelantarán los mismos controles generales indicados en el numeral 660.5.1 del Artículo 660.

661.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**661.5.2.1 Calidad de la tubería**

Los tubos de concreto reforzado deben cumplir con los criterios de aceptación establecidos en la norma NTC-401.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeo inadecuados.
- Defectos superficiales tales como hormigueros o textura abierta.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptable.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho superficial de tres décimas de milímetro o mayor (≥ 0.3 mm) y se extienda por una longitud de trescientos milímetros o más (≥ 300 mm), independientemente de su posición en el tubo.

El Constructor deberá suministrar, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, el número requerido de tubos para los ensayos, los cuales serán elegidos al azar y corresponderán a tubos que no serían rechazados bajo las exigencias de esta especificación. El número de tubos no excederá del dos por ciento (2 %) del total necesario en la obra para cada diámetro.

El Constructor deberá presentar al Interventor una certificación con los resultados de los ensayos de calidad efectuados por el fabricante al lote de tubos del cual forman parte los suministrados a la obra. Esta certificación en ningún

caso será motivo suficiente para la aceptación de dichos tubos por parte del Interventor.

Los tubos se someterán al ensayo de resistencia al aplastamiento según la norma de ensayo NTC 3676 y la carga necesaria para producir una grieta de tres décimas de milímetro (0.3 mm) o la carga última, no podrá ser inferior a la prescrita en la tabla que corresponda de la especificación AASHTO M 170M y/o NTC 401 para cada una de las clases existentes. La tubería será aceptable bajo los ensayos de resistencia, si todos los tubos probados cumplen los requisitos. En caso contrario, el Constructor, a su costa, suministrará para reensayo dos (2) tubos adicionales por cada tubo que haya fallado y la tubería se considerará aceptable solamente cuando todos los tubos reensayados cumplan los requisitos de resistencia.

De cada tubo satisfactorio por resistencia se tomará una muestra para el ensayo de absorción según la norma NTC 3676, la cual deberá tener una masa mínima de un kilogramo (1 kg), estará libre de astillamientos y grietas visibles y representará el espesor total del tubo. Si ningún valor de absorción excede de nueve por ciento (9 %), el lote se considerará satisfactorio. Si la absorción de algún tubo supera dicho límite, se tomará otra muestra del mismo tubo y su resultado reemplazará al anterior. Si el valor vuelve a superar el límite admisible, se rechazará el lote representado por el conjunto de tubos ensayados.

Los tubos que hayan sido sometidos solamente al ensayo de la formación de la grieta de 0.3 mm y que satisfagan los requisitos a la carga de grieta de 0.3 mm, se deben aceptar para el uso. Para tal efecto, el fabricante deberá suministrar al Constructor el protocolo de prueba correspondiente.

En adición a las pruebas anteriores, y en el evento de que los tubos sean fabricados directamente en la obra en instalaciones adecuadas para ello, la calidad de la mezcla de concreto elaborada se evaluará según lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del Artículo 630.

Si la resistencia de los cilindros de concreto elaborados en la obra no cumple con los criterios de aceptación del citado numeral, se podrán tomar núcleos de paredes de los tubos representados por dicho concreto, si la armadura lo permite, y la resistencia de cada núcleo deberá ser por lo menos igual a la de diseño. Si algún núcleo no satisface este requisito, se tomará otro del mismo tubo y se repetirá la prueba. Si el resultado de ésta tampoco es satisfactorio, o si la armadura no permite tomar los cilindros, se rechazará el tubo.

Los orificios que dejen los núcleos en los tubos finalmente aceptados, deberán ser rellenados y adecuadamente sellados, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, de manera tal, que la sección y el aspecto del tubo resulten satisfactorios para el Interventor.

661.5.2.2 Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto reforzado

Las tolerancias permitidas se indican en la Tabla 661 - 1. Tubos que presenten variaciones localizadas de espesor de pared, en exceso de las recién mencionadas, se aceptarán si cumplen las exigencias de resistencia al aplastamiento y mínima cobertura del refuerzo, de acuerdo con los requisitos de la norma NTC 401.

661.5.2.3 Tolerancias en el refuerzo

661.5.2.3.1 Posición

La máxima variación admisible en la posición del refuerzo, será el mayor valor entre más o menos diez por ciento ($\pm 10\%$) del espesor de diseño de la pared o más o menos trece milímetros ($\pm 13\text{ mm}$). Sin embargo, se aceptarán tubos por fuera de esta tolerancia si las muestras representativas de ellos han satisfecho el ensayo de resistencia al aplastamiento. No obstante, en ningún caso se aceptarán tubos cuya armadura tenga un recubrimiento inferior a trece milímetros (13 mm) en la pared interna o en la externa, excepto, en la superficie de acople en las juntas.

Tabla 661 – 1. Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto reforzado.

DIÁMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	VARIACION (+ ó -) PERMITIDA EN DIÁMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	VARIACION (+ ó -) PERMITIDA EN ESPESOR DE PARED (mm)	DISMINUCION PERMITIDA EN LONGITUD DEL TUBO (mm)	VARIACIÓN PERMITIDA EN LA LONGITUD DE DOS LADOS OPUESTOS DEL TUBO
600	1.5 %	El valor que resulte mayor entre 5 % del espesor de pared especificado o de diseño y 5 mm. Espesores de pared mayores a los requeridos en el diseño no serán causa de rechazo de los tubos.	No deberá ser superior a 10 mm por metro de longitud de tubo con un máximo total de 13 mm para cualquier longitud de tubo. Todo con respecto de la longitud de tubo especificada por el fabricante.	No deberá ser superior a 6 mm para tuberías de 600 mm de diámetro, y no más de 10 mm por metro de longitud para los diámetros mayores, hasta un valor máximo de 16 mm en cualquier longitud de tubo de hasta 2150 mm de diámetro interno; y un máximo de 19 mm para diámetros internos mayores.
685 a 3650	1.0 %			

Nota: Para diámetros diferentes, se deberá consultar la Tabla 6 de la especificación AASHTO M 170M.

661.5.2.3.2 Área de refuerzo

Se considerará que el refuerzo satisface los requerimientos de diseño si el área, computada sobre la base del área nominal de las varillas empleadas, iguala o excede los requerimientos de la respectiva tabla de diseño de la especificación AASHTO M 170M y/o la norma NTC 401.

Cuando se usen canastas interior y exterior, el diseño de la canasta interior puede tener, como mínimo, el ochenta y cinco por ciento (85 %) del área de diseño elíptica, y la canasta exterior el sesenta y cuatro por ciento (64 %) de la misma, siempre y cuando la suma de las dos (2) áreas no resulte inferior al ciento cincuenta y tres por ciento (153 %) del área de diseño elíptica.

661.5.2.4 Material de solado y atraque

En relación con la calidad y compactación de los materiales para solado, atraque y relleno diferentes al concreto, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 600.5.2.1 y 610.5.2.2.1 del Artículo 610.

661.5.2.1 Concreto para solado y atraque

En relación con la calidad de los materiales para la mezcla, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.4 del Artículo 630, "Concreto estructural".

En relación con la calidad de la mezcla elaborada, se aplicará lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del mismo Artículo. Por lo tanto, si la resistencia de los cilindros tomados en la obra no es satisfactoria, el Interventor rechazará el volumen del concreto correspondiente y el Constructor deberá demoler la obra ejecutada, remover los escombros, cargarlos, transportarlos y depositarlos en sitios aprobados y mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor y reconstruirá el área afectada con una mezcla satisfactoria, operaciones que deberá realizar sin costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías.

El Interventor no autorizará la colocación del concreto para solado si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

661.5.2.2 Calidad del producto terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento superiores a diez milímetros por metro (10 mm/m).

El Interventor tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

661.6 MEDIDA

La unidad de medida de la tubería será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto simple suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites autorizados por el Interventor.

661.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro interno de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro de los materiales requeridos para construir los tubos, incluido el acero de refuerzo, la elaboración y curado de los tubos, su transporte y correcta colocación; el suministro de los materiales requeridos para las juntas y la elaboración de éstas; las conexiones de cabezales, cajas de entrada y aletas; el suministro e instalación de los entibados que puedan requerirse; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de las obras; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte y la disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se exceptúan los costos de desmonte y limpieza, los cuales se cubrirán con cargo al Artículo 200; los de excavación, los cuales se deberán considerar en el Artículo 600, los de rellenos de solado, atraque y relleno de zanja, que se cubrirán con cargo los Artículos 610 o 630, según aplique; y los de la construcción de cabezales, cajas de entrada y aletas, los cuales quedarán cubiertos por los Artículos 630 y 640.

661.8 ÍTEM DE PAGO

661.1 Tubería de concreto reforzado clase ____ , de Metro lineal (m)
____mm de diámetro interior

Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para cada clase de tubería de concreto reforzado y cada diámetro que tengan las tuberías consideradas en el proyecto.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA

ARTÍCULO 662 – 13

662.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, de sección circular, ovalada o abovedada, de superficie ondulada, de diámetros y espesores dados, para ser colocados siguiendo los alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Interventor. Comprende, además, las conexiones de ésta a cabezales y demás obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactorias de los materiales sobrantes.

662.2 MATERIALES

662.2.1 Tubos de láminas corrugadas de acero galvanizado, remachados, soldados y helicoidales

Los tubos y accesorios necesarios para su ensamblaje, deberán cumplir los requisitos establecidos en las especificaciones AASHTO M 36 o ASTM A 760 y las demás normas y especificaciones que se deriven de su aplicación. La tubería corresponderá a los tipos I o II, según la forma definida en los planos del proyecto.

662.2.2 Tubos de láminas corrugadas con recubrimiento bituminoso

Deberán cumplir los requisitos indicados en la especificación AASHTO M 190 y las normas y especificaciones que se deriven de su aplicación.

Salvo que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, la tubería será del denominado tipo B.

662.2.3 Material para solado y atraque

El material para el solado y el atraque deberá cumplir los requisitos de material granular SBG-20, numeral 610.2.3, Artículo 610.

662.2.4 Material de relleno

Los materiales para el relleno de la zanja serán los indicados en los documentos del proyecto. Los suelos, materiales de recebo y materiales granulares tipo SBG que se utilicen deberán cumplir con lo indicado en el Artículo 610, numeral 610.2, sub-numerales 610.2.1, 610.2.2 y 610.2.3, respectivamente.

662.3 EQUIPO

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular, según se indica en el numeral 300.3 del Artículo 300. Cuando los planos exijan apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de gatos para dicha labor.

662.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

662.4.1 Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos

Antes de comenzar los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor un certificado legalizado de la fábrica, indicando el nombre y marca de fábrica del metal que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante, estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación y que reemplazará sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, el espesor y el recubrimiento galvanizado especificados.

Ningún tubo será aceptado hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Interventor, lo cual de ninguna manera eximirá de la responsabilidad que tiene el Constructor para garantizar la calidad del producto que suministre.

662.4.2 Inspección y muestreo en la fábrica o el taller

Cada vez que el Interventor lo considere necesario, inspeccionará y tomará muestras del material en la planta de laminación o en el taller de fabricación de las tuberías. Además, podrá requerir de la fábrica el análisis químico de cualquier lote de fundición y las pruebas de resistencia y galvanizado de los tubos que esté fabricando con destino a la obra.

El Interventor deberá tener libre acceso a la fábrica o taller para la inspección, y el Constructor deberá obtener las facilidades para el cumplimiento de esta acción.

662.4.3 Reparación de revestimientos dañados

Aquellas unidades donde el galvanizado haya sido quemado por soldadura o dañado por cualquier otro motivo durante la fabricación, deberán ser galvanizadas nuevamente, empleando el proceso de metalizado descrito en el numeral 24 de la especificación AASHTO M 36.

662.4.4 Manejo, transporte, entrega y almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Interventor, serán rechazados, aún cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

662.4.5 Preparación de las condiciones de instalación de la tubería

La preparación de las condiciones de instalación de la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.1 del Artículo 660. Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, la excavación deberá tener una amplitud tal que el ancho del solado se extienda una vez y media veces el diámetro del tubo, a cada lado de la generatriz de apoyo y a lo largo de toda la longitud del tubo.

662.4.6 Solado

Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará el solado con material granular, en el ancho indicado en el numeral anterior. El espesor del solado será el indicado en los planos, pero no será menor de quince (15) centímetros. La superficie acabada del solado deberá coincidir con las cotas especificadas del fondo exterior de la tubería y su compactación

mínima será del noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad máxima del ensayo modificado de compactación (INV E-142).

662.4.7 Instalación de la tubería

La tubería se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección de aguas arriba. Los tubos que tengan recubrimiento bituminoso deberán ser colocados con dicho recubrimiento en la parte inferior.

Cuando los planos pidan apuntalamiento, éste se hará alargando el diámetro vertical en el porcentaje indicado y manteniendo dicho alargamiento con puntales, trozos de compresión y amarres horizontales. El alargamiento se debe hacer de manera progresiva de un extremo de la tubería al otro y los amarres y puntales se deberán dejar en sus lugares hasta que el relleno esté terminado y consolidado, a menos que los planos lo indiquen de otra forma.

662.4.8 Relleno

La zona de relleno adyacente al tubo, con las dimensiones indicadas en los planos o fijadas por el Interventor, se ejecutará con el material apropiado, según lo indicado en el numeral 662.2.4. Su compactación se efectuará en capas horizontales de quince a veinte centímetros (15 cm - 20 cm) de espesor compacto, alternadamente a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos.

El material de relleno se deberá compactar hasta alcanzar grado de compactación establecido en Artículo 610, numeral 610.5.2.2.1.

En zonas donde la tubería esté sometida al paso de vehículos, ésta deberá resistir los esfuerzos producidos por la carga vehicular y por el peso de relleno de suelo compactado en la parte superior del tubo. El espesor del relleno no podrá ser menor de 0.30 m, 1/8 del diámetro del tubo o el calculado para el peso de los ejes del vehículo de diseño, el que resulte mayor.

662.4.9 Limpieza

Terminados los trabajos, el Constructor deberá limpiar la zona de las obras y los sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Interventor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

662.4.10 Limitaciones de empleo

Se podrá utilizar tubería metálica cuando el suelo o el agua en contacto con el tubo cumplan con las siguientes condiciones:

- pH: $6 \leq \text{pH} \leq 9$
- Resistencia > 3000 ohmios/cm
- Contenido de cloruros < 100 mg/kg
- Contenido de sulfatos < 500 mg/kg
- Contenido de sulfuros < 100 mg/kg

No obstante las recomendaciones anteriores, se puede autorizar el uso de la tubería metálica si se dispone de la protección requerida que garantice la durabilidad y estabilidad de la obra incluyendo este costo de la protección en el precio unitario de la tubería.

No es recomendable la utilización de la tubería cuando ella vaya a estar sometida a corrientes de agua con velocidades superiores a tres metros por segundo (3 m/s) o a corrientes con alto contenido de sólidos transportados.

662.4.11 Manejo ambiental

Todas las labores y trabajos de tubería metálica corrugada se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

662.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

662.5.1 Controles

Al respecto, se aplicará todo lo que resulte pertinente del numeral 660.5.1 del Artículo 660.

662.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

662.5.2.1 Marcas

No se aceptará ningún tubo, a menos que el metal esté identificado por un sello en cada sección que indique:

- Nombre del fabricante de la lámina
- Marca y clase del metal básico
- Calibre o espesor
- Peso del galvanizado

Las marcas de identificación deberán ser colocadas por el fabricante de tal manera, que al enrollar las láminas, tales marcas aparezcan en la parte exterior de cada sección de cada tubo.

662.5.2.2 Calidad de la tubería

Constituirán causal de rechazo de los tubos, los siguientes defectos:

- Traslapos desiguales
- Forma defectuosa
- Variación de la línea recta central
- Bordes dañados
- Remaches o puntos de soldadura flojos, mal alineados o mal espaciados

- Marcas ilegibles
- Láminas de metal abollado o roto

La tubería metálica deberá satisfacer los requisitos de todas las pruebas de calidad mencionadas en la especificación AASHTO M 36 o ASTM A 760. Además, el Interventor tomará al azar muestras cuadradas de lado igual a cincuenta y siete milímetros y una décima, más o menos tres décimas de milímetro ($57.1 \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$), para someterlas a análisis químicos y determinación del peso del galvanizado, cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias de la especificación AASHTO M 218. El peso del galvanizado se determinará en acuerdo a la norma AASHTO T 65 o ASTM A 90. Las muestras para estos ensayos se podrán tomar de la tubería ya fabricada o de láminas o rollos del mismo material usado en su fabricación.

662.5.2.3 Calidad del recubrimiento bituminoso

Cuando los planos requieran la colocación de tubería con revestimiento bituminoso, el material de éste deberá satisfacer las exigencias de calidad impuestas por la especificación AASHTO M 190.

662.5.2.4 Tamaño y variación permisibles

La longitud especificada de la alcantarilla será la longitud neta de la alcantarilla terminada, la cual no incluye cualquier otro material para darle acabado al tubo. Si la deficiencia promedio en longitud de cualquier embarque es mayor del uno por ciento (1 %), el embarque deberá ser rechazado por el Interventor.

662.5.2.5 Solado y relleno

En relación con la calidad y compactación de los materiales para solado, atraque y relleno, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 600.5.2.1 y 610.5.2.2.1 del Artículo 610.

La frecuencia de las verificaciones de compactación será establecida por el Interventor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno (numerales 662.4.6 y 662.4.8).

662.5.2.6 Calidad del producto terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento de más de diez milímetros por metro de longitud (10 mm/m).

Todos los materiales que resulten defectuosos de acuerdo con lo prescrito en esta especificación deberán ser reemplazados por el Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste. Así mismo, el Constructor deberá reparar, a sus expensas, las deficiencias que presenten las obras ejecutadas y las que superen las tolerancias establecidas en esta especificación.

662.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, suministrada y colocada de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

662.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro y el espesor o calibre de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, patentes e instalación de las tuberías y el apuntalamiento de éstas, cuando se requiera. También, incluirá el costo del revestimiento bituminoso de los tubos que lo requieran y el suministro del material. Igualmente, las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas y el suministro e instalación de los entibados que puedan requerirse. Además, los costos correspondientes a la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de las obras, la limpieza de la zona de ejecución de los trabajos al término de los mismos, el transporte y adecuada disposición de los materiales sobrantes y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se exceptúan los costos derivados de las operaciones de desmonte y limpieza, que se pagarán con cargo al Artículo 200; los de excavación, que pagarán con cargo a los Artículos 210 o 600, según corresponda; los de rellenos, que pagarán con cargo al Artículo 610; y los de la construcción de cabezales, cajas de entrada y aletas, que se pagarán con cargo a los Artículos 630 y 640.

662.8 ÍTEM DE PAGO

662.1	Tubería corrugada de acero galvanizado, de lámina calibre ____ y diámetro ____ (mm)	Metro lineal (m)
662.2	Tubería corrugada de acero con recubrimiento bituminoso, de lámina calibre ____ y diámetro ____ (mm)	Metro lineal (m)

Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para cada calibre de lámina y/o cada diámetro que tengan las tuberías consideradas en el proyecto.

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TUBERÍA DE PLÁSTICO

ARTÍCULO 663 – 13

663.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tuberías de plástico, del tipo y con los diámetros, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos del proyecto u ordenados por el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de éstas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición del material sobrante.

663.2 MATERIALES

663.2.1 Tubería

La tubería y los accesorios serán del tipo y las características indicadas en los planos y demás documentos del proyecto; deberán estar de acuerdo con alguna de las siguientes normas:

- NTC-5055 (ASTM F 794): Tubos y accesorios de poli(cloruro de vinilo) (PVC) perfilados para uso en alcantarillado por gravedad, controlados por el diámetro interno;
- NTC 5070 (ASTM F 2307): Tubos y accesorios de poli(cloruro de vinilo) (PVC) fabricados con perfil cerrado para uso en alcantarillado, controlados por el diámetro interior;
- ASTM F 949: Poly (Vinyl Chloride) (PVC) corrugated sewer pipe with a smooth interior and fittings.
- ASTM F 667: large diameter corrugated polyethylene pipe and fittings;
- ASTM F 714: Polyethylene (PE) plastic pipe (SDR-PR) based on outside diameter;
- ASTM F 894: Based on controlled inside diameter polyethylene (PE) large diameter profile wall sewer and drain pipe;

663.2.2 Sello de juntas

Salvo que los documentos del contrato indiquen otra cosa, las juntas deberán ser impermeables con sello de elastómero flexible, según la norma ASTM D 3212.

663.2.3 Materiales de relleno

Los materiales para el solado, atraque y relleno de la zanja serán los indicados en los documentos del proyecto. Los suelos, materiales de recebo, materiales granulares tipo SBG y BG, gravilla y arena que se utilicen deberán cumplir con lo indicado en el Artículo 610, numeral 610.2, sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.5 y 610.2.6, respectivamente. La selección de los materiales para cada una de las partes del relleno de la zanja deberá hacerse siguiendo los lineamientos de la norma ASTM D 2321.

Salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa, el tamaño máximo de los materiales de solado y atraque deberá ser 20mm (3/4") y el de los demás materiales que queden en contacto con el tubo deberá 40mm (1 1/2").

663.3 EQUIPO

Se requieren básicamente equipos para el transporte de la tubería y su colocación en el sitio de las obras.

663.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

663.4.1 Preparación de las condiciones de instalación de la tubería

La preparación de las condiciones de instalación de la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.1 del Artículo 660.

663.4.2 Colocación del material de solado para la tubería

El material de cama o base que servirá de apoyo a la tubería será granular, con las características que se indiquen en los planos y documentos del proyecto. Este material se colocará antes de la instalación de la tubería.

El material de solado se deberá compactar hasta alcanzar grado de compactación establecido en Artículo 610, numeral 610.5.2.2.1, salvo que, en el caso de gravilla o arena, los documentos del proyecto indiquen que este material se deba colocar en estado suelto. El espesor de las capas para construir el solado será el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor del mismo.

663.4.3 Colocación de la tubería

La tubería se instalará siguiendo las instrucciones del fabricante. La tubería se colocará en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal o caja de entrada de la obra. Antes de instalar la tubería dentro de la zanja, se deberán inspeccionar y limpiar las uniones.

El fondo de la tubería se deberá ajustar a los alineamientos y cotas señalados en los planos del proyecto. Cada tramo de tubo deberá quedar completamente soportado y se deberán verificar su alineamiento y cotas antes de colocar el siguiente tramo.

En las instalaciones múltiples de tubería, la línea central de cada una deberá ser paralela a las demás. Si los planos no indican otra cosa, la distancia libre entre dos (2) líneas de tubería deberá ser igual a medio (1/2) diámetro, pero no menos de seiscientos milímetros (600 mm).

663.4.4 Juntas

Las juntas se ejecutarán siguiendo las instrucciones del fabricante. Se deberán limpiar todas las partes de la junta, incluyendo material de sello flexible. Antes de insertar el nuevo tubo al que ya se encuentra instalado, estos se deberán alinear; el empuje para la inserción deberá hacerse con presión constante, protegiendo el tubo que se empuja con madera o algún elemento similar para prevenir que el equipo de empuje cause algún deterioro.

663.4.5 Relleno de atraque

El material de atraque que le dará soporte a la parte inferior de tubo, en sus costados, será granular, con las características que se indiquen en los planos y documentos del proyecto.

El material de atraque se deberá compactar hasta alcanzar grado de compactación establecido en Artículo 610, numeral 610.5.2.2.1. El espesor de las capas para construir el atraque será el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor del mismo; el avance del relleno de atraque deberá ser parejo a ambos lados del tubo para evitar el desplazamiento del mismo. La compactación del material de atraque debe lograr que el tubo quede totalmente apoyado, sin vacíos o zonas de baja densidad.

663.4.6 Rellenos laterales y superiores

Los rellenos laterales se deberán ejecutar con los materiales y grados de compactación mostrados en los planos; los rellenos deben avanzar en capas de espesor no mayor que quince centímetro (15 cm), a ambos lados del tubo, sin que se presenten diferencias de altura superiores a quince centímetros (15cm) entre ellos.

El relleno seguirá avanzando lentamente de la misma manera hasta cubrir el tubo con un espesor no menor de treinta centímetros (30 cm).

El material de relleno se deberá compactar hasta alcanzar grado de compactación establecido en Artículo 610, numeral 610.5.2.2.1. El espesor de las capas para construir el relleno será el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor del mismo.

663.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Constructor deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Interventor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

663.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores y trabajos que se lleven a cabo se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

663.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

663.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado de funcionamiento de equipo de construcción;
- Comprobar que los tubos y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación;
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado;
- Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos;

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Constructor.

663.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

663.5.2.1 Calidad de la tubería

Los tubos de plástico deben cumplir con los criterios de aceptación establecidos en la norma aplicable de las mencionadas en el numeral 663.2.1, según el tipo de tubo.

663.5.2.2 Materiales de relleno

En relación con la calidad y compactación de los materiales para solado, atraque y relleno diferentes al concreto, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 600.5.2.1 y 610.5.2.2.1 del Artículo 610.

663.5.2.3 Calidad del producto terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento de más de diez milímetros por metro de longitud (10 mm/m).

El Interventor tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

663.6 MEDIDA

La unidad de medida de la tubería será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de plástico suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites autorizados por el Interventor.

663.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará a los precios unitarios del Contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro en el lugar de los tubos y su instalación; el suministro de los demás materiales requeridos para las juntas y conexiones; la ejecución de las juntas; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; el suministro e instalación de los entibados que puedan requerirse; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de las obras; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte, disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se exceptúan los costos de desmonte y limpieza, los cuales se cubrirán con cargo al Artículo 200; los de excavación, los cuales se deberán considerar en el Artículo 600, los de rellenos de solado, atraque y relleno de zanja, que se cubrirán con cargo al

Artículos 610; y los de la construcción de cabezales, cajas de entrada y aletas, los cuales quedarán cubiertos por los Artículos 630 y 640.

663.8 ÍTEM DE PAGO

663.1 Tubería de plástico tipo ____, norma ____, de Metro lineal (m)
diámetro _____ mm

Nota: Se deberá elaborar un sub-ítem para cada tipo de tubería y cada diámetro incluido en el contrato.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAC

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

DISIPADORES DE ENERGÍA Y SEDIMENTADORES EN GAVIONES DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO O EN CONCRETO CICLÓPEO

ARTÍCULO 670 – 13

670.1 DESCRIPCIÓN

670.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la construcción de disipadores de energía y sedimentadores en gaviones de alambre de acero entrelazado o en concreto ciclópeo.

En todos los casos, la construcción comprende el suministro de materiales y equipos, así como la colocación de formaletas, preparación y vaciado de mezclas de concreto y mortero, colocación de gaviones, acabado y curado de las obras y, en general, todas las operaciones requeridas para su terminación, de acuerdo con los planos, este Artículo y las instrucciones del Interventor.

670.1.2 Clasificación

Los disipadores de energía y los sedimentadores se clasifican de acuerdo al tipo de construcción y a sus elementos constitutivos. Estos pueden ser en gaviones de alambre de acero entrelazado o en concreto ciclópeo.

A su vez, los disipadores de energía y los sedimentadores en gaviones de alambre de acero entrelazado se clasificarán en cuatro clases, en función del tipo de revestimiento del alambre, como se establece en el numeral 681.2.1.2 del Artículo 681.

La construcción de disipadores de energía y sedimentadores con otros materiales, deberá ser objeto de una especificación particular.

670.2 MATERIALES

670.2.1 Gaviones

Las canastas, las piedras de llenado para los gaviones y todos los materiales constitutivos de los mismos deberán cumplir los requisitos indicados en el numeral 681.2 del Artículo 681, "Gaviones".

670.2.2 Concreto ciclópeo

Los materiales para el concreto ciclópeo deberán cumplir las exigencias establecidas en el numeral 630.2 del Artículo 630, "Concreto estructural". Si los documentos del contrato no establecen otra cosa, el concreto ciclópeo estará constituido por concreto con resistencia a la compresión simple de 14 MPa a los 28 días, y agregado ciclópeo en una proporción de 40 %, como máximo, del volumen total.

670.2.3 Geotextil de separación

Si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación, el cual deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 231, numeral 231.2.1.

670.3 EQUIPO

Los equipos para la ejecución de los trabajos dependerán del material que se utilice. Si se construyen en gaviones, resulta aplicable lo descrito en el numeral 681.3 del Artículo 681, mientras que si se construyen en concreto, se aplicará lo pertinente del numeral 630.3 del Artículo 630.

670.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

670.4.1 Preparación de la superficie de apoyo

El Interventor sólo autorizará la iniciación de los trabajos cuando se compruebe que la superficie sobre la cual se deben apoyar los disipadores de energía y sedimentadores tenga las cotas y los niveles de compactación indicados en los planos o definidos por el Interventor.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación correspondiente a la unidad de obra con la cual se obtuvo, el Constructor deberá efectuar las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.

En el caso de disipadores y sedimentadores en gaviones, si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación, labor que deberá adelantarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 231, numeral 231.4.3.

670.4.2 Disipadores y sedimentadores en gaviones

Las canastas vacías y completamente ensambladas deberán ponerse en su posición final sobre la superficie preparada. No se permite el transporte de canastas llenas.

Antes del llenado, cada canasta se deberá amarrar y/o anclar a las adyacentes, laterales e inferiores, a lo largo de todas las aristas en contacto, tanto horizontales como verticales, y se deberán poner los tirantes tanto permanentes como temporales.

Para obtener un mejor alineamiento y terminado, se deberá tensar la malla de las canastas metálicas, antes del llenado, utilizando una palanca o una barra metálica; como alternativa para garantizar la regularidad del gavión y facilitar su llenado, se podrá utilizar una formaleta de madera en las caras que no estén en contacto con otros gaviones.

Los gaviones serán colocados de abajo hacia arriba, y serán empotrados convenientemente en las laderas, de acuerdo los planos del proyecto y las indicaciones del Interventor.

En todo caso, los trabajos de construcción de disipadores de energía y sedimentadores de gaviones se deberán ceñir a lo establecido en el Artículo 681, numeral 681.4.

Si los documentos del proyecto así lo indican, contra las caras de los gaviones que van a quedar en contacto con los rellenos laterales se deberá instalar un geotextil de separación, labor que se deberá realizar según lo indicado en el numeral 681.4.7 del Artículo 681.

670.4.3 Disipadores y sedimentadores en concreto ciclópeo**670.4.3.1 Construcción de las estructuras**

Una vez preparada la superficie de apoyo, se procederá a colocar las formaletas, las cuales deberán tener una resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se produzcan deformaciones entre soportes o en las líneas y contornos que se muestran en los planos.

Una vez terminada la colocación de las formaletas, se deberán revisar todos los soportes y corregir cualquier defecto que pueda dar lugar a deformación o falla. Si durante la colocación del concreto se advierten fallas en los soportes, ésta se suspenderá hasta que los puntales débiles hayan sido reforzados suficientemente.

Antes de iniciar la colocación del concreto se deberán limpiar las formaletas de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño.

La mezcla de concreto se deberá diseñar, fabricar, descargar, transportar, entregar, colocar, compactar y curar, conforme se establece en el numeral 630.4 del Artículo 630, "Concreto estructural", de estas especificaciones.

Las juntas de construcción y de expansión se deberán construir en los sitios y en la forma indicada en los planos o determinada por el Interventor.

670.4.3.2 Ejecución de rellenos laterales

Una vez construidas las estructuras y retiradas las formaletas, se ejecutarán los rellenos laterales según el Artículo 610, "Rellenos para estructuras", empleando los materiales indicados en los documentos del proyecto. Los equipos y procedimientos deberán ser los adecuados para lograr la densidad especificada en los documentos del proyecto.

670.4.4 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de estructuras hidráulicas en gaviones o concreto ciclópeo deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

Entre otras, se deberán tomar las siguientes precauciones:

- Todo material excedente de la excavación o sobrante deberá ser removido de las proximidades de la obra, evitando que coadyuve en su taponamiento.
- Los materiales excedentes deberán ser trasladados a los sitios de depósito autorizados y, por ningún motivo, se permitirá que puedan ser arrastrados hacia cursos de agua.
- Los desagües de las estructuras construidas no deberán provocar erosiones de las vertientes o arrastre de sólidos hacia cursos de agua.

670.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Según el material utilizado en la construcción, se tendrán en cuenta las condiciones señaladas en el numeral 681.5 del Artículo 681, "Gaviones", o en el numeral 630.5 del Artículo 630, "Concreto estructural".

670.6 MEDIDA

La unidad de medida de los disipadores de energía y sedimentadores en gaviones será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico. El volumen se determinará sumando los volúmenes de las canastas de gavión instalado y recibido a satisfacción del Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La unidad de medida de los disipadores de energía y sedimentadores en concreto ciclópeo será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico. El volumen se determinará según el numeral 630.6 del Artículo 630. El resultado de la

medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Se medirán por aparte para efectos de pago las excavaciones y los rellenos requeridos para la preparación de la fundación, los rellenos laterales y los geotextiles.

670.7 FORMA DE PAGO

670.7.1 Disipadores de energía y sedimentadores en gaviones

El pago de los disipadores de energía y sedimentadores en gaviones se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir los costos del suministro, transporte e instalación de las canastas; explotación, cargue, transporte, descargue y colocación del material de relleno; cosida y anclada de las mallas, así como todos los demás costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

670.7.2 Disipadores de energía y sedimentadores en concreto ciclópeo

El pago de los disipadores de energía y sedimentadores en concreto ciclópeo se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir los costos de suministro del concreto o su elaboración en el sitio de la obra, incluyendo el suministro y transporte de los materiales componentes del concreto, así como el diseño y la preparación de las mezclas; el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el transporte y colocación de las mezclas, su vibrado, el curado del concreto terminado, la construcción de juntas y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de las obras especificadas.

670.7.3 Consideraciones adicionales

En ambos casos, el precio unitario deberá incluir los costos de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la adecuación de las fuentes al término de la explotación para

recuperar sus características hidrológicas superficiales y la obtención de todos los permisos y derechos de explotación.

El precio unitario en los dos casos deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se pagarán por aparte las excavaciones y rellenos requeridos para la preparación de la fundación, los rellenos laterales y los geotextiles, de acuerdo con las siguientes secciones:

- Excavaciones: Artículo 600, "Excavaciones varias"
- Rellenos: Artículo 610, "Rellenos para estructuras"
- Geotextiles: Artículo 231, "Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil"

670.8 ÍTEM DE PAGO

670.1	Disipadores de energía y sedimentadores en gaviones de alambre de acero entrelazado clase 1: recubrimiento de zinc (galvanizado)	Metro cúbico (m ³)
670.2	Disipadores de energía y sedimentadores en gaviones de alambre de acero entrelazado clase 2: recubrimiento de aleación Zn-5A1-MM	Metro cúbico (m ³)
670.3	Disipadores de energía y sedimentadores en gaviones de alambre de acero entrelazado clase 3: recubrimiento de zinc (galvanizado) y PVC	Metro cúbico (m ³)
670.4	Disipadores de energía y sedimentadores en gaviones de alambre de acero entrelazado clase 4: recubrimiento de aleación Zn-5A1-MM y PVC	Metro cúbico (m ³)
670.5	Disipadores de energía y sedimentadores en concreto ciclópeo	Metro cúbico (m ³)

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO

ARTÍCULO 671 – 13

671.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto prefabricadas o fundidas en el lugar. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las cunetas revestidas de concreto deberán ser las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

En caso necesario, incluye también las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte.

671.2 MATERIALES

671.2.1 Concreto para cunetas vaciadas in situ

El concreto para la construcción de las cunetas vaciadas in situ será del tipo definido en los documentos del proyecto, y su elaboración se hará según lo especificado en el Artículo 630, "Concreto estructural". Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, las cunetas vaciadas in situ sin refuerzo y que no tienen la función de berma-cuneta se construirán con concreto de 14 MPa de resistencia a la compresión a 28 días.

671.2.2 Acero para cunetas vaciadas in situ

Si los documentos del proyecto lo requieren, el acero de refuerzo para la construcción de las cunetas deberá cumplir lo estipulado en el Artículo 640, "Acero de refuerzo".

671.2.3 Piezas prefabricadas

Las piezas prefabricadas deberán cumplir con norma NTC-4109 "Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas, topellantas".

Cada pieza prefabricada tendrá una longitud no menor de un metro (1 m) y sus dimensiones serán las señaladas en los planos del proyecto, sobre las cuales se admiten las tolerancias que se indican en la Tabla 671 - 1.

Tabla 671 – 1. Tolerancia para las dimensiones de las piezas prefabricadas

DIMENSIÓN	TOLERANCIA (mm)
Espesor	± 2
Ancho	± 5
Longitud	± 5

671.2.4 Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie de apoyo

Todos los materiales de relleno requeridos para el adecuado soporte de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales, según lo establezcan los documentos del proyecto, y deberán cumplir con la condición de seleccionados, según el Artículo 220, "Terraplenes", de estas especificaciones.

671.2.5 Sellante de juntas

Para el sello de las juntas transversales de las cunetas vaciadas en el lugar y todas las longitudinales entre el pavimento y la cuneta se empleará el material indicado en los documentos del proyecto, el cual podrá ser de uno de los siguientes tipos:

- Relleno premoldeado bituminoso, de acuerdo con la especificación AASHTO M 33.
- Relleno premoldeado no bituminoso, resiliente y no extruible, de los tipos I, II, o III de acuerdo con la especificación AASHTO M 33, a no ser que los documentos del proyecto establezcan otra cosa.
- Relleno premoldeado de fibra impregnada de bitumen, resiliente y no extruible, de acuerdo con la especificación AASHTO M 213.
- Sello premoldeado elastomérico para juntas, de acuerdo con la especificación AASHTO M 220.

671.2.6 Juntas con mortero entre piezas prefabricadas de concreto

En el caso de cunetas con piezas prefabricadas, los documentos del proyecto pueden indicar que la unión entre ellas sea con mortero. El mortero estará formado por una (1) parte de cemento hidráulico y tres (3) partes, en masa, de agregado que cumpla los requisitos de la norma NTC 2240 y cuya granulometría se ajuste a lo indicado en la Tabla 671 - 2.

Tabla 671 – 2. Granulometría del agregado para mortero

TAMIZ (mm)	4.75	2.36	0.15	0.075
U.S. Standard	No. 4	No. 8	No. 100	No. 200
% PASA	100	95-100	0-25	0-10

671.3 EQUIPO

Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente del numeral 630.3 del Artículo 630, "Concreto estructural". En caso de que el acondicionamiento de la superficie se efectúe con cargo al presente Artículo, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, cargue y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

671.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

671.4.1 Preparación de la superficie de apoyo

El Constructor deberá acondicionar la superficie de apoyo de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos del proyecto o establecidas por el Interventor.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, el cargue, el transporte y la disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, la colocación y la compactación de los materiales de relleno que se requieran para obtener la sección típica prevista.

Cuando el terreno natural sobre el cual se vaya a colocar o construir la cuenta no cumpla la condición de suelo tolerable, será necesario colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el Artículo 220, "Terraplenes" de estas especificaciones, mínimo de diez centímetros (10 cm) de espesor, convenientemente nivelada y compactada, de acuerdo con el mismo Artículo.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características de la superficie de apoyo. A estos efectos, el tiempo que la superficie de apoyo pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del concreto y, en ningún caso, será superior a ocho (8) días.

671.4.2 Elaboración del concreto

El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en el numeral 630.4 del Artículo 630, "Concreto estructural".

671.4.3 Cunetas vaciadas in situ

671.4.3.1 Colocación de formaletas para la construcción de cunetas vaciadas en obra

Sobre la superficie preparada, el Constructor instalará las formaletas de manera de garantizar que las cunetas queden construidas con las secciones y los espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.

671.4.3.2 Construcción de la cuneta

Previo retiro de cualquier materia extraña o suelta y con la superficie de apoyo debidamente preparada, ésta se humedecerá y se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, diez centímetros (10 cm) o el señalado en los planos si este es mayor.

El concreto deberá ser consolidado y curado conforme a lo establecido en el Artículo 630, “Concreto estructural”, numerales 630.4.10 y 630.4.15.

El Constructor deberá nivelar cuidadosamente las superficies expuestas para que la cuneta quede con las formas y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante la aplicación de un mortero de cemento de un tipo aprobado por el Interventor.

Tanto sí es fundida en sitio como si es prefabricada, la cuneta deberá quedar en permanente contacto en toda su área con el suelo de fundación.

671.4.3.3 Remoción de las formaletas

Si las operaciones de campo están controladas por ensayos de resistencia a compresión de cilindros, la remoción de formaletas se realizará cuando se alcance la resistencia fijada en el diseño. En caso contrario, el Interventor establecerá el plazo para ello, el cual no podrá ser menor de cuarenta y ocho horas (48h).

671.4.3.4 Curado

El curado de la cuneta de concreto fundida en el lugar se realizará atendiendo las instrucciones contenidas en el numeral 630.4.15 del Artículo 630.

671.4.4 Cunetas de piezas prefabricadas

En el caso de que la cuneta se construya uniendo elementos prefabricados, no se aceptarán piezas para la instalación que se encuentren con astilladuras, fisuras, grietas, defectos, imperfectos o roturas. Para tal fin, el Constructor deberá garantizar que el transporte, el almacenamiento, el acopio y su manipulación sean adecuados, sin que las piezas sufran tensiones de más del cincuenta por ciento (50 %) de su resistencia característica en ese proceso.

Las piezas de las cunetas prefabricadas se deberán colocar perfectamente alineadas, tan próximas entre sí como sea posible, y con la rasante de la fundación a las cotas previstas. Las piezas se deben asentar firmemente sobre la superficie preparada, de manera que queden en contacto en toda su área con el suelo de fundación.

671.4.5 Juntas

Durante la construcción de cunetas vaciadas in situ, se deberán dejar juntas de contracción a intervalos no mayores de tres metros (3 m) y con la abertura que indiquen los planos u ordene el Interventor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento de la cuneta. Cuando las cunetas se construyan adosadas a un pavimento rígido, las juntas deberán coincidir con las juntas transversales del pavimento.

En las uniones de las cunetas con las cajas de entrada de las alcantarillas se ejecutarán juntas de dilatación, cuyo ancho estará comprendido entre quince y veinte milímetros (15 - 20 mm). Después del curado del concreto, las juntas se deberán limpiar, colocando posteriormente los materiales de relleno, sellado y protección que figuren en el proyecto.

Las juntas verticales de unión de las piezas prefabricadas se deberán rellenar, cuidadosamente, con un mortero de las características señaladas en el numeral 671.2.6.

Las juntas longitudinales entre el pavimento y la cuneta se deberán rellenar con el producto sellante previsto en los planos, el cual deberá corresponder a uno de los tipos mencionados en el numeral 671.2.5. El empleo de un producto de otras características implicará la elaboración de una especificación particular.

671.4.6 Limpieza final

Al terminar la obra y antes de la aceptación definitiva del trabajo, el Constructor deberá retirar del sitio de las obras todos los materiales excavados o no utilizados, desechos, sobrantes, basuras y cualquier otro elemento de similar característica, restaurando en forma aceptable para el Interventor toda propiedad pública o privada que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo, y dejando el lugar limpio y presentable. El material retirado se deberá depositar en un sitio aprobado por el Interventor.

671.4.7 Limitaciones de la ejecución

Rigen las mismas indicadas en el numeral 630.4.18 del Artículo 630, “Concreto estructural”.

671.4.8 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de cunetas revestidas en concreto se deberán tomar considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular. Entre otros, se deberán atender los siguientes procedimientos:

- Todo material sobrante o proveniente de excavaciones deberá ser retirado de las proximidades de las cunetas, transportado y depositado en vertederos autorizados, donde no contamine cursos ni laminas de agua.
- En los puntos de desagüe se deberán disponer las obras de protección requeridas, de manera de evitar procesos de erosión.

671.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

671.5.1 Controles

En adición a los descritos en el numeral 630.5.1 del Artículo 630, el Interventor deberá exigir que la superficie de apoyo quede correctamente acondicionada, antes de colocar la formaleta y verter el concreto o colocar la cuneta prefabricada.

Para las cunetas prefabricadas se deberán comprobar, en el momento del recibo de las mismas, su geometría y sus dimensiones.

671.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**671.5.2.1 Aspectos generales**

El Interventor sólo aceptará cunetas cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no difieran de las señaladas en los planos o autorizadas por él por encima de las tolerancias indicadas en el presente Artículo.

Las juntas deberán encontrarse adecuadamente selladas con el producto aprobado, para que el interventor manifieste su conformidad con esta parte del trabajo.

El Interventor se abstendrá de aceptar cunetas terminadas con depresiones excesivas, traslapos desiguales o variaciones apreciables en la sección, que impidan el normal escurrimiento de las aguas superficiales. Las deficiencias superficiales de las cunetas vaciadas en el lugar que, a su juicio sean pequeñas, serán corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el INVÍAS.

Se cuidará la terminación de las superficies, no permitiéndose irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm), medidas con respecto a una regla de tres metros perfectamente alineada y derecha.

671.5.2.2 Calidad del concreto

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4, respectivamente, del Artículo 630, "Concreto estructural".

En relación con la calidad de la mezcla, se aplicará lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del mismo Artículo, excepto lo pertinente a la ejecución de pruebas de carga a expensas del Constructor. En consecuencia, si en caso de discusión, la resistencia de los núcleos tomados de la obra ejecutada no resulta satisfactoria, el Interventor rechazará las piezas o el tramo representado por dichos núcleos.

En el caso de las piezas prefabricadas, se impedirá su colocación y en el caso que la cuneta haya sido fundida en el lugar, el Constructor deberá demoler la obra ejecutada, remover los escombros, cargarlos, transportarlos y depositarlos en sitios aprobados y mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor, y reconstruirá la cuneta en acuerdo al presente Artículo, operaciones que deberá realizar sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

671.5.2.3 Cunetas vaciadas in situ

Para el concreto vaciado in situ, aplicarán las disposiciones del Artículo 630, según se ha descrito en el numeral 671.5.2.2 del presente Artículo.

La tolerancia para el espesor es de un centímetro (1 cm) por defecto.

671.5.2.4 Cunetas con piezas prefabricadas

Para las piezas prefabricadas, aplicarán las disposiciones de la norma NTC 4109. No se aceptarán piezas para la instalación que se encuentren con astilladuras, fisuras, grietas, defectos, imperfectos o roturas, o con dimensiones que no satisfagan las tolerancias indicadas en la Tabla 671 - 1.

671.6 MEDIDA

671.6.1 Cunetas vaciadas in situ

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando el área por el espesor de construcción señalados en los planos u ordenados por el Interventor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de la medida se deberán incluir, también, los descoles y bajantes de agua revestidos en concreto, correctamente contruidos.

Se medirá por aparte el acero de refuerzo efectivamente colocado, en kilogramos (kg) con aproximación al entero, según los detalles de los planos. No se medirá para efectos de pago el acero constructivo (soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio).

671.6.2 Cunetas de piezas prefabricadas

En el caso de cunetas de piezas prefabricadas, la unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al entero, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El Interventor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de cunetas cuyas dimensiones o resistencia sean inferiores a las de diseño.

671.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de explotación, suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales apropiados de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; la elaboración, el suministro, la colocación y el retiro de formaletas cuando corresponda; la explotación de agregados, incluidos todos los permisos y derechos para ello; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, su diseño, elaboración, descargue, transporte, entrega, colocación, vibrado y curado; la manufactura, el transporte, la entrega en obra y la correcta instalación de las piezas prefabricadas de concreto; la ejecución de las juntas, incluyendo el suministro y la colocación del material sellante; el suministro de materiales, la elaboración y la colocación del mortero requerido para las pequeñas correcciones superficiales y para la unión de las piezas prefabricadas; la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos; la limpieza final del sitios de las obras; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Solamente habrá pago separado, si se requiere, por concepto del suministro y colocación del acero de refuerzo en las cunetas vaciadas in situ, actividad que se pagará bajo el Artículo 640, "Acero de refuerzo".

En relación con la conformación de la superficie de apoyo, se considera cubierta por el Artículo 210, “Excavación de la explanación, canales y préstamos”, o por el Artículo 310, “Conformación de la calzada existente” y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por dicho concepto, salvo que una o ambas actividades no estén comprendidas en el mismo contrato, caso en el cual su costo se deberá incluir dentro del precio unitario de la cuneta revestida en concreto. En el caso de los descoles, la preparación de la superficie quedara cubierta por el Artículo 600, “Excavaciones Varias”.

671.8 ÍTEM DE PAGO

671.1	Cuneta de concreto vaciada in situ; no incluye la conformación de la superficie de apoyo.	Metro cúbico (m ³)
671.2	Cuneta de piezas prefabricadas de concreto; no incluye la conformación de la superficie de apoyo.	Metro lineal (m)
671.3	Cuneta de concreto vaciada in situ; incluye la conformación de la superficie de apoyo.	Metro cúbico (m ³)
671.4	Cuneta de piezas prefabricadas de concreto; incluye la conformación de la superficie de apoyo.	Metro lineal (m)

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

BORDILLOS EN CONCRETO

ARTÍCULO 672 – 13

672.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste la construcción de bordillos de concreto con piezas prefabricadas o vaciados in situ, en los sitios y con las dimensiones, alineamientos y cotas indicados en los planos u ordenados por el Interventor.

En caso necesario, incluye también la preparación de la superficie de apoyo.

672.2 MATERIALES

672.2.1 Concreto para bordillos vaciados in situ

El concreto para la construcción de los bordillos vaciados in situ será del tipo definido en los documentos del proyecto, y su elaboración se hará según lo especificado en el Artículo 630, “Concreto estructural”. Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, el concreto tendrá una resistencia mínima a la compresión de 14 MPa a 28 días, y el tamaño máximo nominal del agregado pétreo no será mayor que 19.0 mm (3/4”).

672.2.2 Mortero

Cuando se requiera mortero para el asiento o unión de bordillos, deberá tener una dosificación mínima de cuatrocientos cincuenta kilogramos de cemento hidráulico por metro cúbico (450 kg/m³) de mortero.

672.2.3 Acero de refuerzo para bordillos vaciados in situ

Si el bordillo de concreto requiere acero de refuerzo, éste deberá cumplir con lo estipulado en Artículo 640, “Acero de refuerzo”.

672.2.4 Piezas prefabricadas

Las piezas prefabricadas deberán cumplir con la norma NTC 4109 “Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas, topellantas”.

672.2.5 Sellante de juntas

Para el sello de las juntas transversales de los bordillos vaciados in situ y todas las longitudinales entre el pavimento y el bordillo se empleará el material indicado en los documentos del proyecto, el cual podrá ser de uno de los siguientes tipos:

- Relleno premoldeado bituminoso, de acuerdo con la especificación AASHTO M 33.
- Relleno premoldeado no bituminoso, resiliente y no extruible, de los tipos I, II, o III de acuerdo con la especificación AASHTO M 33, a no ser que los documentos del proyecto establezcan otra cosa.
- Relleno premoldeado de fibra impregnada de bitumen, resiliente y no extruible, de acuerdo con la especificación AASHTO M 213.
- Sello premoldeado elastomérico para juntas, de acuerdo con la especificación AASHTO M 220.

En general, se aceptarán sellantes de juntas del tipo elastomérico sintético, morteros especiales o perfiles elásticos, con materiales de relleno y protección cuando sea necesario, que cumplan con los requerimientos definidos por las especificaciones particulares del proyecto.

672.2.6 Juntas con mortero entre piezas prefabricadas de concreto

En el caso de bordillos con piezas prefabricadas, los documentos del proyecto pueden indicar que la unión entre ellas sea con mortero. El mortero estará formado por una (1) parte de cemento hidráulico y tres (3) partes, en masa, de agregado que cumpla los requisitos de la norma NTC 2240 y cuya granulometría se ajuste a lo indicado en la Tabla 672 - 1.

Tabla 672 – 1. Granulometría del agregado para mortero

TAMIZ (mm) U.S. Standard)	4.75	2.36	0.15	0.075
	No. 4	No. 8	No. 100	No. 200
% PASA	100	95-100	0-25	0-10

672.3 EQUIPO

Al respecto, rige todo lo que sea aplicable del numeral 630.3 del Artículo 630, "Concreto estructural".

Los bordillos también podrán ser prefabricados, caso en el cual se deberá disponer de formaleta metálica que permita su confección con las dimensiones especificadas.

Se podrán emplear, además, máquinas que fundan los bordillos en el lugar con las dimensiones especificadas.

672.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

672.4.1 Preparación de la superficie de apoyo

Si la superficie de apoyo corresponde a una capa granular, ésta deberá ser nivelada y compactada, como mínimo, al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad seca máxima del ensayo modificado de compactación de referencia (norma de ensayo INV E-142), previa la corrección que se requiera por presencia de partículas gruesas según se establece en la norma INV-E-143. La superficie compactada, deberá ser humedecida inmediatamente antes de colocar el concreto sobre ella.

Si la superficie de apoyo es un pavimento existente o un piso rígido, se deberá picar con cincel y martillo u otro elemento que produzca el mismo efecto, en los sitios y con la intensidad que establezca el Interventor.

Cuando la construcción se realice con piezas prefabricadas, la superficie granular o pavimentada, preparada como se acaba de indicar, deberá ser tratada con una capa del mortero mencionado en el numeral 672.2.2, en la cantidad que autorice el Interventor.

En el caso de bordillos fundidos sobre las losas de un pavimento construido en el mismo contrato, al fundir éstas se deberán dejar ancladas las varillas de refuerzo del bordillo.

La construcción de bordillos de concreto sobre suelos blandos o expansivos u otros materiales inadecuados no está permitida. En tal caso, se deberán efectuar los reemplazos que establezcan los documentos del proyecto o autorice el interventor.

672.4.2 Bordillos vaciados in situ manualmente**672.4.2.1 Colocación de formaletas para vaciado manual**

Sobre la superficie preparada, el Constructor instalará la formaleta. La formaleta, que deberá ser metálica, salvo que el Interventor autorice expresamente el empleo de formaleta de madera, se colocará y asegurará firmemente, de manera que el alineamiento y las dimensiones del bordillo correspondan a lo previsto en los documentos del proyecto.

La formaleta deberá tener la rigidez suficiente para soportar la presión del concreto fresco sin sufrir distorsiones.

672.4.2.2 Elaboración del concreto

El Constructor deberá diseñar la mezcla de concreto, elaborarla para que alcance la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en el numeral 630.4.2, del Artículo 630 "Concreto estructural".

672.4.2.3 Construcción del bordillo

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre en la superficie sobre la cual se va a construir el bordillo, el concreto se colocará, vibrará y curará según se establece en el numeral 630.4 del Artículo 630.

En el caso de requerir anclajes, éstos se deberán ceñir a lo establecido en los documentos del proyecto o lo que determine el Interventor, en cuanto a su geometría, profundidad de fijación y materiales de colocación.

672.4.2.4 Juntas

Se deberán proveer juntas de expansión a intervalos no mayores de seis metros (6.0 m), las cuales deberán tener el ancho que fijen los planos. Dicho espacio se rellenará con el material sellante aprobado.

En el caso de bordillos vaciados sobre pavimentos de concreto, sus juntas deberán coincidir con las juntas transversales del pavimento.

672.4.2.5 Acabado

Las formaletas se quitarán antes de que haya fraguado totalmente el concreto y luego se alisarán las caras superiores y adyacentes al pavimento, con llana o palustres, para producir una superficie lisa y uniforme.

672.4.2.6 Curado

El curado se deberá efectuar mediante un método aprobado por el Interventor y durante el período que fije éste, el cual no podrá ser inferior a diez (10) días.

672.4.3 Concreto vaciado con máquina

Los bordillos se podrán fabricar con un equipo diseñado especialmente para esta clase de trabajo, si se garantiza que con él se obtienen los alineamientos, dimensiones y acabados previstos en los documentos del proyecto.

En este caso, la mezcla se diseñará y elaborará conforme se indica en el numeral 672.4.2.2, pero se deberá tomar la precaución de que su consistencia sea tal, que el bordillo conserve su forma al ser retirada la formaleta de la máquina.

El concreto se verterá en la máquina constructora del bordillo, la cual lo elaborará siguiendo el alineamiento previsto. Cualquier desprendimiento o imperfección pequeña, podrá ser reparada manualmente con ayuda de llanas y palustres.

Al bordillo se le harán ranuras en su parte superior en el espesor y con la separación que determinen los planos del proyecto.

El curado del bordillo se efectuará conforme se indica en el numeral 672.4.2.6.

672.4.4 Bordillos de piezas prefabricadas**672.4.4.1 Diseño y elaboración de la mezcla**

El Constructor someterá a consideración del Interventor los materiales para la elaboración del concreto. Una vez aprobados, diseñará la mezcla, de manera de garantizar la resistencia especificada, y la elaborará, conforme se establece en los numerales 630.4.2 y 630.4.5, respectivamente, del Artículo 630.

672.4.4.2 Fabricación

Los bordillos prefabricados se elaborarán en piezas de longitud mínima de un metro (1.0 m) y con las formas y demás dimensiones establecidas en los planos del proyecto.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos, y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

672.4.4.3 Colocación de los bordillos

Las piezas se asentarán sobre el lecho de mortero, siguiendo el alineamiento previsto y se colocarán dejando entre ellas un espacio de, aproximadamente, cinco milímetros (5 mm), el cual se rellenará con mortero del mismo tipo que el empleado en el asiento.

En el caso de requerir anclajes, éstos se deberán ceñir a los planos del proyecto o a las indicaciones del Interventor.

672.4.5 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de bordillos deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

672.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

672.5.1 Controles

Resultan aplicables los descritos en el numeral 630.5.1 del Artículo 630, de las presentes especificaciones.

672.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor sólo aceptará bordillos cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no difieran de las señaladas en los planos o autorizadas por él y siempre que éstas no se encuentren por encima de las tolerancias indicadas en el presente Artículo.

En lo que se refiere a la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4, respectivamente, del Artículo 630, "Concreto estructural".

En relación con la calidad de la mezcla, se aplicará lo indicado al respecto en el numeral 671.5.2.2 del Artículo 671, "Cunetas revestidas en concreto".

En relación con la calidad del acero para el refuerzo, se aplicarán los criterios del numeral 640.5.2 del Artículo 640, "Acero de refuerzo".

En relación con la calidad del producto terminado, el Interventor no aceptará bordillos que presenten desperfectos de alineamiento o cuya sección transversal presente variaciones, en ancho o altura, superiores a diez milímetros (10 mm), con respecto a las dimensiones señaladas en los planos.

Las juntas se deberán encontrar adecuadamente selladas con el producto aprobado, para que el Interventor manifieste su conformidad con esta parte del trabajo.

El Interventor no aceptará bordillos que presenten desperfectos de alineamiento o cuya sección transversal presente variaciones, en ancho o altura, superiores a diez milímetros (10 mm), con respecto a las dimensiones señaladas en los planos.

Todo bordillo de concreto donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberá ser corregido por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

En el caso de piezas prefabricadas, aplicarán, además, las disposiciones de la norma NTC-4109. No se aceptarán piezas para la instalación que se encuentren con astilladuras, fisuras, grietas, defectos, imperfectos o roturas.

672.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de bordillo satisfactoriamente elaborado y terminado, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

En el caso de bordillos vaciados "in situ", se medirá por aparte el acero de refuerzo efectivamente colocado, en kg con aproximación al entero, según los detalles de los planos. No se medirá para efectos de pago el acero constructivo (soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio).

No se medirán, para efectos de pago, longitudes de bordillos en exceso de las indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.

672.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por elaboración, suministro, colocación y retiro de formaletas; la explotación de agregados, incluidos los permisos y derechos para ello, el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto y el mortero; el diseño, la elaboración, la descarga, el transporte, la entrega, la colocación, el vibrado y el curado del concreto; la elaboración del mortero cuando se requiera su empleo, su transporte y su

colocación; la ejecución de juntas, incluyendo el suministro y la colocación del material sellante, la señalización preventiva de la vía durante la construcción de los bordillos, todo equipo y mano de obra requeridos para su elaboración y terminación y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

La preparación de la superficie de apoyo se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, salvo que dicho ítem no forme parte del mismo contrato, caso en el cual el Constructor deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del bordillo de concreto.

Solamente habrá pago separado, si se requiere, por concepto del suministro y colocación del acero de refuerzo de los bordillos de concreto vaciados in situ, actividad que se pagará bajo el Artículo 640, "Acero de refuerzo".

672.8 ÍTEM DE PAGO

672.1	Bordillo de concreto vaciado in situ; no incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)
672.2	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; no incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)
672.3	Bordillo de concreto vaciado in situ; incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)
672.4	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro lineal (m)

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR

ARTÍCULO 673 – 13

673.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de subdrenes con geotextil y material granular, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial, reteniendo el suelo adyacente. Las características del geotextil para filtración serán función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo.

El presente Artículo establece los criterios y procedimientos para garantizar la calidad del geotextil y su supervivencia frente a los esfuerzos producidos durante la instalación, de conformidad con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

Si los documentos especifican el suministro e instalación de una capa de arena de filtro entre el suelo y el geotextil y/o la instalación de una tubería perforada dentro del material filtrante, estos aspectos deberán ser objeto de una especificación particular.

673.2 MATERIALES

673.2.1 Geotextil

En general, se podrán emplear geotextiles cuyas fibras estén elaboradas a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95 % en masa de poliolefinas o poliéster; la misma composición aplica para los hilos de las costuras. Las fibras del geotextil deberán conformar una red estable que mantenga la estabilidad dimensional entre ellas, incluyendo los bordes.

El tipo y las propiedades requeridas del geotextil serán los establecidos en los documentos del proyecto en función de las características y condiciones del mismo y los procedimientos de instalación, así como de la granulometría, de la plasticidad y de las condiciones hidráulicas del suelo.

En este numeral se indican las propiedades mínimas que deberá tener el geotextil para aplicaciones rutinarias de separación y drenaje.

El geotextil escogido en el diseño deberá tener las siguientes características de comportamiento:

- Deberá tener la capacidad para dejar pasar el agua, a largo plazo, hacia el material drenante.
- Deberá retener las partículas de suelo en su sitio y prevenir su movimiento a través del geotextil.
- Si algunas partículas de suelo se mueven, el geotextil deberá dejarlas pasar sin que se obstruyan los poros del mismo o se forme una película que restrinja el paso del agua.

Se deberán usar geotextiles no tejidos o tejidos, siempre y cuando estos últimos no sean de hilos o cintas planas; dependiendo de las condiciones hidráulicas y del suelo, así como de la función definida en el diseño, podrá ser preferible usar uno u otro tipo de geotextil, para lo cual se deberán tener en cuenta las indicaciones dadas en la siguiente publicación:

- FHWA NHI-07-092, NHI Course No. 132013, *Geosynthetic Design & Construction Guidelines* (Guías para el diseño y construcción con geosintéticos)

Las propiedades de los geotextiles se expresan en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.

673.2.1.1 Propiedades mecánicas

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y de los procedimientos de instalación. Las propiedades mecánicas para condiciones normales de instalación se especifican en la Tabla 673 - 1 en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR).

Tabla 673 – 1. Propiedades mecánicas del geotextil en términos de VMPR
(Medidas en el sentido más débil del geotextil)

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO (VMPR)	
		GEOTEXTILES TEJIDOS	GEOTEXTILES NO TEJIDOS
Elongación	D 4632	< 50%	≥ 50%
Resistencia a la tensión Grab (N), valor mínimo	D 4632	1100	700
Resistencia a la costura (N), valor mínimo	D 4632	990	630
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro (N), valor mínimo	D 6241	2200	1375
Resistencia al rasgado trapezoidal (N), valor mínimo (Nota 1)	D 4533	400	250

Nota 1: El VMPR para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

673.2.1.2 Propiedades hidráulicas y de filtración

Las propiedades hidráulicas y de filtración mínimas que deberá cumplir el geotextil se indican en la Tabla 673 - 2 en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR); estas propiedades están en función del contenido de finos (porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200) del suelo que va a quedar en contacto con el geotextil.

Adicionalmente a los requisitos de permitividad, los documentos del proyecto podrán especificar requisitos de permeabilidad, determinada según la norma de ensayo ASTM D 4491 (por ejemplo, que sea una o varias veces superior a la permeabilidad del suelo) y/o de ensayos de comportamiento basados en los diseños para sistemas de drenaje en condiciones de suelos problemáticos.

Se requerirán diseños particulares del geotextil para drenaje y filtración especialmente para las siguientes condiciones de suelos problemáticos: suelos inestables o altamente erosionables, tales como limos no cohesivos; suelos de gradación discontinua; suelos estratificados con alternancia de capas arenosas y limosas; suelos dispersivos o polvo de roca.

Tabla 673 – 2. Propiedades hidráulicas y de filtración mínimas del geotextil en términos de VMPR

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	PORCENTAJE DE SUELO PASA TAMIZ 0.075 mm (No. 200) (Nota 1)		
		< 15	15 a 50	> 50
		REQUISITO (VMPR)		
Permitividad, valor mínimo (s^{-1}). (Nota 3)	D 4491	0.5	0.2	0.1
Tamaño de abertura aparente (TAA), valor máximo (mm). (Nota 3)	D 4751	0.43 (Tamiz No. 40)	0.25 (Tamiz No. 60)	0.22 (Tamiz No. 70) (Nota 2)
Estabilidad ultravioleta después de 500 h de exposición, valor mínimo	D 4355	50 %		

Nota 1: El porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200 corresponde a la fracción de la granulometría (norma de ensayo INV E-123) del suelo aguas arriba del geotextil.

Nota 2: El valor del tamaño de abertura aparente (TAA) representa el valor máximo promedio por rollo. Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a siete (7), el valor máximo promedio por rollo de tamaño de abertura aparente deberá ser de treinta centésimas de milímetro (0.30 mm).

Nota 3: Estos valores de las propiedades de filtración se basan en la granulometría predominante del suelo.

673.2.1.3 Control de calidad de la producción

El fabricante de los geotextiles deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI.

El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen

los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto.

673.2.2 Material granular drenante

Podrá provenir de la trituración de roca o ser de cantos rodados, o una mezcla de ambos, y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes del intemperismo. Además, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

673.2.2.1 Granulometría

El material drenante deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de setenta y cinco milímetros (3") y el tamiz de diecinueve milímetros (3/4"). No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño. Las partículas podrán ser angulares o redondeadas o una combinación de ellas.

673.2.2.2 Calidad de las partículas minerales

El material deberá estar libre de partículas finas y de material orgánico. En la Tabla 673 - 3 se indican los requisitos que deberá cumplir el material granular para filtros.

673.2.3 Material de cobertura

El material de cobertura para el subdrén deberá cumplir los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; podrá ser material proveniente de la excavación; material impermeable, con contenido de finos (% que pasa el tamiz No. 200) mínimo de 35% e índice de plasticidad mínimo de 10 %; material de recebo (Artículo 610, numeral 610.2.2) o material granular tipo SBG (Artículo 610, numeral 610.2.3).

Tabla 673 – 3. Requisitos del material granular drenante

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (%)	E-219	≤ 40
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos	E-220	≤ 12
- Sulfato de sodio (%)		≤ 18
- Sulfato de magnesio (%)		
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	0,25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1,0
Contenido de materia orgánica (%)	E-121	0

673.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, triturar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material drenante. También para colocar y compactar el material que sellará el filtro, así como para su explotación, trituración, procesamiento, cargue y transporte.

673.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

673.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de apertura de la excavación y de construcción del subdrén, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones iniciales.

Las labores de explotación de materiales y elaboración de agregados para el material drenante y material de cobertura diferente al material de excavación, se deberán ejecutar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 105, "Desarrollo y control de los trabajos", numeral 105.13.3.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día.

673.4.2 Preparación del terreno

La construcción del subdrén solo será autorizada por el Interventor cuando la excavación haya sido terminada, de acuerdo con las dimensiones, las pendientes, las cotas y las rasantes indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor. La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 600 “Excavaciones Varias” de estas especificaciones

673.4.3 Condiciones normales de instalación del geotextil

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando que se produzcan arrugas y asegurando el contacto permanente con el suelo, sin que queden vacíos entre geotextil y suelo. Se deberá dejar por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslapo mínimo de treinta centímetros (0.30 m) o mediante la realización de una costura industrial. Los tramos sucesivos de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0.45 m) como mínimo y se deberá traslapar o coser el geotextil aguas arriba sobre el geotextil aguas abajo.

El Constructor deberá tener el suficiente cuidado durante el manejo e instalación del geotextil, de manera que éste no se contamine. Si el geotextil se contamina, el Constructor deberá removerlo y reemplazarlo con material nuevo, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

673.4.4 Elaboración de costuras

Las costuras deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- El tipo de hilo deberá ser kevlar, aramida, polietileno, poliéster o polipropileno. No se permitirán hilos elaborados totalmente con fibras naturales, ni hilos de nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que

tengan diez por ciento (10 %) o más, en peso, de fibras naturales. Tampoco se permitirán costuras elaboradas con alambres.

- El tipo de puntada podrá ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).
- La densidad de la puntada deberá ser, como mínimo, de ciento cincuenta a doscientas (150 – 200) puntadas por metro lineal.
- La tensión del hilo se deberá ajustar en el campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, se deberán tener los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil.
- Dependiendo del tipo de geotextil y del nivel de esfuerzos a que se va a solicitar, el tipo de costura se podrá realizar en diferentes configuraciones y con una o varias líneas de costura, siempre y cuando se asegure la correcta transferencia de la tensión.
- La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo con la norma ASTM D 4632, deberá ser, como mínimo, el 90 % de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo, medida de acuerdo a la misma norma de ensayo.

673.4.5 Colocación del material granular drenante

El material drenante se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. La compactación del material drenante se deberá realizar utilizando procedimientos apropiados, buscando el acomodamiento de las partículas y el contacto permanente y completo entre el geotextil y el suelo.

Para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder un metro (1 m).

El relleno de material drenante se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la autorizada por el Interventor.

673.4.6 Cobertura del subdrén

Completado el relleno del subdrén con el material drenante, éste se cubrirá totalmente con el geotextil haciendo los traslajos o las costuras según los numerales 673.4.3 y 673.4.4 de este Artículo.

El geotextil se cubrirá inmediatamente con el tipo de material especificado en los documentos del proyecto, que cumpla con los requisitos pertinentes entre los mencionados en el numeral 673.2.3.

El material de cobertura se colocará y compactará en capas sucesivas de espesor no mayor a quince centímetros (15 cm), hasta la altura requerida en los planos u ordenada por el Interventor. La densidad seca del material de cobertura, una vez compactado, deberá ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la norma INV E-142, corregida por la presencia de sobretamaños, si se requiere, según la norma de ensayo INV E-143.

673.4.7 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la permanente seguridad del tránsito de vehículos y equipos de construcción.

673.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados Celsius (5° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

673.4.9 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en excavación de la zanja; en la extensión, en los traslajos, en las costuras, en los cortes o en los dobleces del geotextil; en la colocación y compactación tanto del material drenante como de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

673.4.10 Manejo ambiental

Todas las labores de fabricación de subdrenes con geotextil y material granular se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los documentos o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

673.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

673.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los planos o las ordenadas por el Interventor, antes de iniciar la construcción del filtro.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y la colocación de los agregados, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de cobertura del subdrén.

- Supervisar la correcta disposición de los materiales sobrantes en los sitios definidos para este fin.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades
- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante o proveedor, y al material granular drenante. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, se deberán hacer de conformidad con lo establecido en las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759.

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a satisfacción.

673.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

673.5.2.1 Calidad del geotextil

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geotextil, donde se establezca el nombre del producto, la composición química relevante de los filamentos o cintas y toda la información que describa al geotextil, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en las Tablas 673 - 1 y 673 - 2. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geotextil que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor ni implica, necesariamente, la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un

área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m²) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m²).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 ml) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia. El número de especímenes se determinará de conformidad con las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759. Tales especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante o proveedor, para que les sean realizadas las pruebas especificadas en las Tablas 673 - 1 y 673 - 2.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tablas 673 - 1 y 673 - 2. Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

673.5.2.2 Calidad del material granular drenante y de los materiales de cobertura distintos al material de excavación

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se verificará su calidad y granulometría, según los requisitos indicados en los numerales 673.2.2 y 673.2.3. Los resultados deberán satisfacer las exigencias allí establecidas; si los materiales no cumplen con la totalidad de los requisitos serán rechazados.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y al mínimo especificados.

673.6 MEDIDA

673.6.1 Geotextil

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m^2), aproximado a la décima de metro cuadrado, de geotextil medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta especificación y debidamente aceptado por el Interventor. No se medirán los traslajos.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

673.6.2 Material granular drenante

La unidad de medida del material granular drenante será el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material drenante indicadas en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

673.6.3 Materiales de cobertura

La unidad de medida del material de cobertura será el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material de cobertura indicados en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

673.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario del ítem 673.1, Geotextil, deberá incluir el suministro del geotextil en obra, su almacenamiento, transportes, colocación, costuras; traslapes y desperdicios.

El precio unitario del ítem 673.2, Material granular drenante, deberá incluir los costos del suministro, equipos y mano de obra para la adecuada colocación y compactación del material en la zanja del subdrén; la obtención de permisos de explotación del material; la extracción y eventual trituración y/o lavado; la clasificación del material; cargues; transportes; descargues; almacenamiento; la adecuada disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén; la señalización y el control del tránsito durante la etapa de construcción y en general todos los costos necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra correspondiente a esta especificación.

El precio unitario del ítem 673.3, Material de cobertura, deberá incluir todos los conceptos de costo enunciados para el ítem "673.2 Material granular drenante", excepto la disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén y la señalización y control del tránsito durante la etapa de construcción, conceptos ya incluidos en el ítem 673.2

En todos los casos, el precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se excluyen del precio unitario de los ítems anteriores la excavación de las zanjas, la cual se pagará de acuerdo con el Artículo 600, "Excavaciones varias".

673.8 ÍTEM DE PAGO

673.1	Geotextil tipo _____	Metro cuadrado (m ²)
673.2	Material granular drenante	Metro cúbico (m ³)
673.3	Material de cobertura tipo _____	Metro cúbico (m ³)

Nota: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada tipo de geotextil y cada tipo de material de cobertura que se especifiquen en el contrato.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

DRENES HORIZONTALES EN TALUDES

ARTÍCULO 674 – 13

674.1 DESCRIPCIÓN

Los drenes horizontales de penetración transversal constituyen un sistema de subdrenaje, que consiste en la introducción de tuberías ranuradas insertadas transversalmente en los taludes de cortes y eventualmente en terraplenes, para aliviar la presión de poros.

Este trabajo consiste en la perforación de barrenos en los taludes del proyecto, y la instalación de tubería perforada de drenaje dentro de los mismos, con o sin recubrimiento de geotextil, en los sitios establecidos en los planos o en los que indique el Interventor.

674.2 MATERIALES

Salvo que los documentos del proyecto indiquen algo en contrario, la tubería de drenaje será de poli(cloruro de vinilo) (PVC), norma ASTM D 1785, con diámetro interior de cincuenta milímetros (50 mm), Schedule 80, perforada de acuerdo con lo establecido en los planos o las instrucciones del Interventor.

En el caso de que se requiera la utilización de un geotextil para el recubrimiento externo de la tubería, éste deberá cumplir con lo que se especifique en los documentos del proyecto; como mínimo, deberá cumplir con lo que sea pertinente del numeral 673.2.1 del Artículo 673.

674.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para la instalación de drenes de penetración transversal, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el rendimiento establecido en el programa de trabajo, siendo responsabilidad del Constructor su selección pero deberá contar con la aprobación del Interventor. Dicho equipo deberá ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado.

El equipo deberá ser el adecuado para perforar barrenos en cualquier dirección y en profundidad hasta de treinta (30) metros. Podrá ser equipo ligero rotatorio o a percusión con martinete en el frente (down the hole), que permita obtener perforaciones con diámetros de cincuenta milímetros (50 mm) a ciento cincuenta milímetros (150 mm), en suelo o en roca.

Las plataformas contarán con canastillas telescópicas, de accionamiento hidráulico o neumático, cuya versatilidad de movimientos permitan acercar y retirar el equipo, materiales y personal para la perforación e instalación de los drenes de penetración transversal.

674.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

674.4.1 Trabajos previos

Previamente a la perforación de los barrenos, éstos se ubicarán mediante el auxilio de trazos topográficos, con base en la distribución espacial establecida en el proyecto.

Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se instalarán los drenes horizontales se deberá encontrar limpia y libre de zonas que puedan presentar riesgos de desprendimientos. No se permitirá la instalación de drenes de penetración transversal sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por el Interventor.

674.4.2 Ejecución de las perforaciones e instalación del dren

En general, la instalación de los drenes horizontales se hará de acuerdo a la ubicación indicada en los planos del proyecto; sin embargo, la ubicación exacta se determinará conforme se acuerde con el Interventor.

El esviaje y la inclinación de las tuberías horizontales serán los establecidos en el proyecto o aprobados por el Interventor, pudiéndose realizar los últimos ajustes en campo, según las condiciones del terreno en el punto de instalación de cada dren.

Si, a juicio del Interventor, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados durante la ejecución del trabajo, éste se suspenderá inmediatamente en tanto que el Constructor corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el

programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables exclusivamente al Constructor.

Si la perforación se hace en materiales sueltos o inestables, se colocará inmediatamente tubería de revestimiento, la cual se removerá después de haber instalado la tubería ranurada de PVC. Durante la perforación, se cuidará que el agua, si ésta se usa en la perforación, no contamine los cauces de agua superficiales.

A menos que el proyecto indique otra cosa o el Interventor apruebe algo diferente, se conectará una extensión redondeada o en punta de bala al extremo de la tubería ranurada para facilitar su introducción en la perforación.

La tubería se colocará con la ayuda del equipo de perforación para introducirla en el barreno. Para formar una línea de tubería continua se conectarán los tramos de tubería que sean necesarios. Los tubos de cloruro de polivinilo (PVC) se pegarán entre sí, con el sistema indicado en los documentos del proyecto o el autorizado por el Interventor.

A menos que el proyecto indique otra cosa o el Interventor autorice algo en contrario, en el último tramo, de entre tres (3) a seis (6) metros de longitud, se utilizará tubería no ranurada que constituya la salida del dren.

El espacio entre la perforación y el tramo de tubería no perforada se sellará en un tramo de al menos tres (3) metros hacia adentro a partir de cara del talud, con un material impermeable que cumpla lo establecido en el proyecto o aprobado por el Interventor. El espacio entre el barreno y la tubería perforada en el resto de la longitud del dren no se deberá sellar.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Interventor, se colocarán tuberías de salida en los extremos de todos los drenes horizontales, utilizando una pieza "T" para conectarlos a la tubería colectora.

Se deberá instalar un sistema colector del tipo, características y dimensiones indicadas en el proyecto o aprobadas por el Interventor.

674.4.3 Limitaciones en la ejecución

No se podrán ejecutar los trabajos de colocación de drenes horizontales en taludes en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella

ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de construcción de drenes horizontales se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

674.4.4 Manejo ambiental

Todas las labores de ejecución de obras de drenes horizontales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

674.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

674.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar permanentemente el estado de funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que los tubos y demás materiales por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación, y estén de acuerdo con los documentos del proyecto o sus indicaciones.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento y la longitud del dren estén de acuerdo con los requerimientos de los planos o lo autorizado por el Interventor.

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Constructor.

674.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

674.5.2.1 Calidad de los materiales

674.5.2.1.1 Tubos de PVC

Se deberán verificar los siguientes aspectos:

- Que el lote de tubos que llegue a la obra cumpla con las especificaciones exigidas. El Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante con los resultados de los ensayos de calidad pertinentes. Esta certificación no implica necesariamente la aceptación del lote de tubos por parte del Interventor.
- Que ningún tubo presente roturas, aplastamientos o deformaciones. Todos los tubos que presenten algún desperfecto serán rechazados.
- Que el diseño y la ejecución de las ranuras de cada uno de los tubos esté de acuerdo con los documentos del proyecto o lo indicado por el Interventor.
- Que la unión de los tubos, a medida que se van introduciendo en el barreno, se ejecute conforme a las indicaciones establecidas en los documentos del proyecto o a las indicaciones del Interventor.

674.5.2.1.2 Geotextil

El geotextil deberá cumplir con estipulado en el numeral 674.2. El Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante con los resultados de los ensayos de calidad pertinentes. Esta certificación no implica

necesariamente la aceptación del lote de geotextil por parte del Interventor.

674.5.2.2 Calidad del producto terminado

Se deberá verificar la adecuada colocación del material impermeable de sello en el último tramo del dren. Además, se deberá verificar que cada uno de los drenes esté correctamente conectado al sistema colector del agua, de acuerdo con los planos del proyecto o las indicaciones del Interventor.

674.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al décimo de metro lineal, de dren horizontal instalado de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

674.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra terminada y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de preparación de la superficie del talud; la perforación de los barrenos y la eventual instalación y posterior retiro de tubería de revestimiento; el suministro, adecuación e instalación de la tubería de PVC, incluyendo sus ensambles; el suministro y la instalación del geotextil, si se requiere; la colocación del sello impermeable; los costos de cargue, transporte, descargue, desperdicios, disposición adecuada de sobrantes; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos, y en general todos los costos requeridos para la correcta ejecución de los trabajos objeto de esta especificación.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

En caso de que se requiera instalar un sistema colector al cual se deban conectar los drenes, su forma de pago se definirá mediante una especificación particular.

674.8 ÍTEM DE PAGO

674.1	Dren horizontal de longitud menor o igual a diez (10) metros.	Metro lineal (m)
674.2	Dren horizontal de longitud mayor a diez (10) metros.	Metro lineal (m)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIALS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON PANELES DE CONCRETO

ARTÍCULO 680 – 13

680.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de rellenos con material granular recubiertos con paneles de concreto, sostenidos con armaduras metálicas, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

680.2 MATERIALES

680.2.1 Paneles de concreto

El concreto para la construcción de los paneles será del tipo definido en los documentos del proyecto, y su elaboración se hará según lo especificado en el Artículo 630, "Concreto estructural". Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, el concreto tendrá una resistencia mínima a la compresión de 28 MPa a 28 días. Los paneles estarán reforzados con barras de acero, que cumplan los requisitos del Artículo 640, "Acero de refuerzo".

La forma y las dimensiones de los paneles, así como la cuantía del refuerzo, serán las indicadas en los planos de construcción.

Los paneles deberán disponer de sistemas de espigos y tubos para su entrelazamiento, así como de arranques de armaduras sobre las cuales se atornillarán éstas y un sistema de levantamiento que permita su izada en posición vertical durante su colocación.

Las juntas verticales de los paneles deberán tener un empaque consistente en una cinta de poliuretano y en las juntas horizontales se podrán dar apoyos de neopreno que sirvan de apoyo al panel superior.

680.2.2 Armadura y tornillería

Las armaduras serán de acero, calidad A-663 ASTM, laminado en caliente, provisto de un recubrimiento de zinc por galvanizado en caliente, dotadas

en ambas caras de estrías transversales. Estarán constituidas por elementos lineales de la sección y la longitud indicadas en los planos o modificadas por el Interventor. Los tornillos serán de alta resistencia, calidad 8.8, norma DIN 933, diámetro de doce milímetros (12 mm), de cabeza hexagonal, con acabado singado, provistos de tuercas.

Las armaduras se deberán enviar a la obra preparadas para su uso, es decir, cortadas a la medida y perforadas en su extremidad para atornillarlas a los arranques metálicos que salen de los paneles.

680.2.3 Concreto para solera

El concreto de la solera será del tipo definido en los documentos del proyecto, y su elaboración se hará según lo especificado en el Artículo 630, "Concreto estructural". Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, tendrá una resistencia mínima a la compresión de 14 MPa a 28 días.

680.2.4 Relleno

Los documentos del proyecto definirán los requisitos que deberá cumplir el material de relleno, el cual podrá ser: material granular tipo SBG (Artículo 610, numeral 610.2.3), material granular tipo BG (Artículo 610, numeral 610.2.3), o un material de características diferentes, definidas en los documentos del proyecto.

Los materiales de relleno deberán cumplir, también, las propiedades electroquímicas que se indican en la Tabla 680 – 1.

El pH del material de relleno, determinado según la (norma de ensayo INV E-131, deberá estar entre 5.0 y 9.0.

Tabla 680 - 1. Propiedades electroquímicas de los materiales de relleno

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Resistividad	AASHTO T 288	> 3000 ohm-cm
pH	AASHTO T 289	5 a 10
Cloruros	ASTM D 4327	< 100 PPM
Sulfatos	ASTM D 4327	< 200 PPM
Contenido de material orgánica	AASHTO T 267	≤ 1 %

680.3 EQUIPO

Al respecto, rige todo lo que sea aplicable del numeral 630.3 del Artículo 630, “Concreto estructural”.

Las formaletas o moldes para la fabricación de los paneles serán metálicos, con acceso para el vibrado de concreto.

Se requiere, además, equipo para la explotación, procesamiento, extensión, humedecimiento, conformación y compactación del material de relleno, así como vehículos para el transporte de todos los elementos constitutivos de la tierra mecánicamente estabilizada con paneles de concreto, sin procesar o procesados.

También, se deberá disponer de equipo para el izado y la colocación de los paneles de concreto, y los elementos auxiliares requeridos para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

680.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

680.4.1 Fabricación de los paneles

680.4.1.1 Generalidades

La fabricación de los paneles se hará de acuerdo con las partes pertinentes de los Artículos 630, “Concreto estructural” y 640, “Acero de refuerzo”. Los materiales y procedimientos empleados en la fabricación deberán contar con la aprobación previa del Interventor y estarán sujetos a su inspección durante la ejecución de los trabajos; deberán permitir la producción de una manera ordenada, que garantice la obtención de un producto de características uniformes, de acuerdo con los diseños y dentro de las especificaciones. La zona de trabajo deberá ser adecuada para el desarrollo de todas las operaciones. El Interventor podrá exigir todos los cambios que considere necesarios para cumplir estos preceptos.

680.4.1.2 Elaboración

El Interventor sólo autorizará la colocación del concreto, cuando haya aprobado la correcta colocación del refuerzo.

El vaciado del concreto para cada panel deberá ser continuo hasta su terminación y el vibrado posterior se deberá efectuar empleando procedimientos adecuados que no produzcan segregación de los agregados, ni desplacen el acero de refuerzo o las formaletas.

680.4.2 Descarga y almacenamiento de los paneles

Los paneles se deberán descargar y manipular por medio de los arranques de armaduras.

Se deberán almacenar sobre una superficie plana, con el paramento hacia abajo, en filas de cinco (5) paneles, como máximo.

El panel inferior de cada fila se deberá proteger del contacto con el suelo por medio de tabloncillos puestos de canto u otro sistema autorizado por el Interventor. Durante estas operaciones se deberá tener cuidado de no doblar los arranques de las armaduras. Los paneles sólo se podrán instalar luego de veintiocho (28) días de su fabricación.

680.4.3 Solera de asiento

Los paneles de la fila inferior se deberán apoyar sobre el suelo por medio de una solera de concreto simple, con resistencia mínima a compresión de 14 MPa a los 28 días; esta solera tendrá, como mínimo, treinta y cinco centímetros (35 cm) de ancho por quince centímetros (15 cm) de altura y deberá ser perfectamente nivelada y alisada.

680.4.4 Montaje de los paneles y colocación del relleno

El montaje de los paneles se efectuará por filas horizontales sucesivas, sobre toda la longitud de la obra. Los paneles de la primera fila se apoyarán directamente sobre la solera de asiento; su colocación comenzará con paneles de media altura entre los cuales se intercalarán paneles enteros.

Antes de efectuar el relleno, todos los paneles de la primera fila deberán ser calzados para que no se produzca ningún movimiento mientras se efectúa el relleno. Además, los paneles deberán mantenerse con puntales al lado opuesto del relleno, los cuales se podrán retirar cuando éste haya

cubierto un metro y medio (1.50 m) de altura o cuando lo indique el Interventor.

El relleno detrás de los paneles se deberá efectuar por capas, extendiendo el material de forma paralela a la fila de los paneles. Los niveles superiores de estas capas deberán corresponder a la parte alta de los paneles enteros y al nivel de las capas de armaduras.

El material deberá ser humedecido o aireado según se precise y luego se compactará, evitando la acción de compactadores pesados a menos de un metro (1.0 m) del paramento, para prevenir el desplazamiento de los paneles. En dicha zona, la compactación se realizará empleando máquinas accionadas manualmente.

El montaje de una nueva fila de paneles sólo se podrá iniciar cuando el relleno haya sido construido en toda la altura de la anterior. Este montaje deberá comenzar por los espacios entre los paneles de la fila inferior.

La última fila del macizo llevará, también, paneles de media altura.

680.4.5 Colocación de las armaduras

Las armaduras se colocarán perpendicularmente al paramento, en capas horizontales y sujetas a los paneles mediante tornillos de fijación.

El relleno deberá estar cuidadosamente nivelado, para que la armadura se apoye completamente sobre su superficie.

680.4.6 Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

680.4.7 Limitaciones en la ejecución

No se podrán ejecutar los trabajos de tierra mecánicamente estabilizada en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de construcción de la tierra mecánicamente estabilizada se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

680.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores de ejecución de obras de tierra mecánicamente estabilizada se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

680.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

680.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por esta especificación.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y en la elaboración de las mezclas de hormigón.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de las mezclas.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.

- Verificar que el alineamiento, pendiente, sección y acabado de los paneles cumplan los requerimientos de los planos del proyecto.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Constructor.

680.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

680.5.2.1 Calidad de los ingredientes de la mezcla de concreto y de los productos de curado

En lo referente a la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios del Artículo 630, “Concreto estructural”, numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4, respectivamente.

680.5.2.2 Calidad de las mezclas

680.5.2.2.1 Dosificación

Al respecto, se aplican los criterios del Artículo 630, numeral 630.5.2.5.1.

680.5.2.2.2 Consistencia

Al respecto, se aplica los criterios del Artículo 630, numeral 630.5.2.5.2.

680.5.2.2.3 Resistencia de las mezclas

En relación con el concreto utilizado para elaborar los paneles, se tomarán al azar muestras para fabricar tres (3) cilindros por cada “lote”.

Se entenderá por “lote”, veinticinco (25) paneles prefabricados o los elaborados en una jornada de trabajo, lo que resulte menor.

Las muestras se tomarán según el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-401. Con ellas se elaborarán y curarán cilindros, conforme se

establece en la norma INV E-402, los cuales se romperán por compresión a los veintiocho (28) días, de acuerdo con la norma de ensayo INV E- 410.

El promedio de las resistencias de estos cilindros elaborados y rotos simultáneamente, se tomará como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto se considerará satisfactoria, si ningún ensayo presenta una resistencia inferior a la especificada en más de tres con cinco megapascals (3.5 MPa) y, simultáneamente, el promedio de tres (3) ensayos consecutivos iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si una o las dos exigencias recién descritas no se cumplen, se rechazarán los paneles representados por dicho cilindros.

En lo que respecta al concreto para la solera de asiento, el Interventor determinará el número de cilindros por elaborar, cuyo promedio de resistencias deberá ser, como mínimo, el especificado en los planos.

680.5.2.3 Refuerzo de los paneles

El Interventor no aceptará ninguna tolerancia en relación con la calidad establecida para el acero en el numeral 640.2 del Artículo 640, "Acero de refuerzo".

En relación con la colocación de las armaduras, se aceptarán las tolerancias indicadas en el numeral 640.5.2 del mismo Artículo.

680.5.2.4 Aceptación de los paneles

Los paneles solamente serán aceptados para su colocación, si cumplen con las dimensiones del diseño y demás requisitos establecidos en esta especificación y en las particulares del contrato. Sus superficies deberán ser lisas, uniformes, libres de bordes salientes, hormigueros u otros defectos.

Todos los paneles que presenten defectos en la superficie a la vista o señales de haber sido averiados durante su manejo, serán rechazados por el Interventor.

680.5.2.5 Armaduras y tornillería

No habrá ninguna tolerancia en relación con los requisitos establecidos en el numeral 680.2.2 para las armaduras y tornillería.

680.5.2.6 Relleno

La calidad del material de relleno se evaluará en función de las características del mismo y de los requisitos aplicables de las presentes especificaciones, según sea el tipo de material por utilizar, de acuerdo con lo señalado en el numeral 680.2.4.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, el porcentaje de compactación será, como mínimo, del 95 % de la densidad seca máxima de acuerdo con la norma INV-E 142, efectuando, de ser necesaria, la corrección por la presencia de partículas gruesas de acuerdo con la norma INV-E 143.

680.5.2.7 Calidad del producto terminado

La superficie a la vista del muro de tierra mecánicamente estabilizada con paneles de concreto no podrá presentar irregularidades que sean notorias, a juicio del Interventor.

En lo que respecta a las dimensiones del muro y su localización en planta, se aceptarán las tolerancias que resulten pertinentes del Artículo 630, numerales 630.5.2.6.1 y 630.5.2.6.2.

Toda obra ejecutada donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregida por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Interventor, y a plena satisfacción de éste.

680.6 MEDIDA

680.6.1 Paneles en concreto

La unidad de medida de los paneles en concreto será el metro cuadrado (m^2), aproximado al décimo de metro cuadrado, de paneles realmente suministrados, colocados y terminados, debidamente aceptados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

El área se determinará multiplicando el área de un panel completo y uno de media altura por el número de paneles de cada clase aceptados por el Interventor. El área total será la suma de las dos multiplicaciones.

680.6.2 Armadura

La unidad de medida de la armadura será el metro lineal (m), aproximado a la centésima de metro, de acero galvanizado, incluyendo empalmes, suministro y colocación de acuerdo con los planos y la presente especificación. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La longitud se determinará sobre la armadura colocada y aprobada por el Interventor.

680.6.3 Relleno

La unidad de medida del relleno granular será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material suministrado, colocado y terminado de acuerdo con los planos y debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Los volúmenes serán determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de relleno. Dichas áreas estarán limitadas por las líneas de pago teóricas mostradas en los planos o autorizadas por el Interventor.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor, ni el concreto utilizado para la solera de asiento.

680.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con los planos, esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

680.7.1 Paneles en concreto

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales empleados en la fabricación de los paneles con las dimensiones especificadas, incluyendo formaletas o moldes, el acero de refuerzo, los espigos y tubos para entrelazamiento, los arranques de armaduras, los materiales para las juntas y su colocación; la elaboración de la mezcla de fabricación de los paneles de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor; los equipos, la mano de obra y los accesorios requeridos; patentes, transporte, almacenamiento, desperdicios, colocación de los paneles y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos.

Deberá incluir, así mismo, los costos de materiales, elaboración, transporte y colocación en el lugar indicado por el Interventor, del concreto para la solera de asiento; así como los costos de señalización preventiva de la vía y el eventual ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberán incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

680.7.2 Armadura galvanizada

El precio unitario deberá cubrir todos los costos que se deriven del suministro de las platinas galvanizadas, incluidas las patentes, los tornillos de unión, tuercas y otros materiales accesorios; el equipo y mano de obra requeridos; los cargues, transportes, descargues, instalación de las armaduras, desperdicios y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo objeto del pago.

El precio unitario deberán incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

680.7.3 Relleno granular para muros de tierra mecánicamente estabilizada

El precio unitario deberá cubrir los costos de extracción, preparación y suministro de los materiales; la obtención de los permisos y derechos de explotación, la construcción o adecuación de las vías de acceso a las zonas de préstamo; la adecuación de dichas zonas una vez extraído el material, para recuperar las características hidrológicas superficiales; los cargues, transportes, compactación y conformación del relleno granular para tierra mecánicamente estabilizada; todo equipo y mano de obra requeridos para ejecutar esta labor y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberán incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Si la superficie de apoyo del muro se debe preparar mediante una excavación, ésta se pagará con cargo al Artículo 600, "Excavaciones Varias".

680.8 ÍTEM DE PAGO

680.1	Paneles de concreto	Metro cuadrado (m ²)
680.2	Armadura galvanizada	Metro lineal (m)
680.3	Relleno granular para tierra mecánicamente estabilizada con paneles de concreto	Metro cúbico (m ³)

GAVIONES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO

ARTÍCULO 681 – 13

681.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas de mallas hexagonales de alambre de acero con revestimiento metálico, entrelazado en triple torsión, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. También incluye las canastas de alambre de acero con doble revestimiento, metálico y poli(cloruro de vinilo) (PVC), cuando los documentos del proyecto así lo requieran.

681.2 MATERIALES

681.2.1 Canastas metálicas

681.2.1.1 Requisitos

Las canastas metálicas deberán estar formadas de alambre de acero con recubrimiento metálico (o con recubrimiento metálico y recubrimiento posterior de PVC) de triple torsión, con huecos hexagonales: deberán cumplir los requisitos de materiales y de fabricación establecidos en la norma ASTM A 975 "Standard Specification for Double-Twisted Hexagonal Mesh Gabions and Revet Mattresses (Metallic-Coated Steel Wire or Metallic-Coated Steel Wire With Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Coating)".

681.2.1.2 Clasificación

Los gaviones se clasifican en 4 clases, en función del recubrimiento del alambre, como se menciona en la Tabla 681 – 1.

Tabla 681 – 1. Clases de gaviones según el tipo de recubrimiento del alambre

CLASE	TIPO DE RECUBRIMIENTO
1	Metálico tipo 1: zinc (galvanizado)
2	Metálico tipo 2: aleación Zn-5A1-MM
3	Metálico tipo 1 y PVC
4	Metálico tipo 2 y PVC

Los gaviones de clase 1 estarán elaborados con alambres de acero recubiertos con zinc (galvanizado).

Los gaviones de clase 2 estarán elaborados con alambres de acero recubiertos con una aleación de zinc, aluminio y tierras raras, denominada Zn-5A1-MM.

Los gaviones de clase 3 estarán elaborados con alambres de la clase 1 (recubiertos con zinc) sobre los cuales se aplica un segundo recubrimiento en poli(cloruro de vinilo) (PVC).

Los gaviones de clase 4 estarán elaborados con alambres de la clase 2 (recubiertos aleación Zn-5A1-MM) sobre los cuales se aplica un segundo recubrimiento en poli(cloruro de vinilo) (PVC).

Para todas las clases de gaviones, todos los alambres que constituyen las canastas, tanto principales como secundarios (alambre de las canastas propiamente dicho, de las aristas o bordes, de los templetos, de los amarres y de los anclajes) deberán tener el revestimiento especificado en los documentos del proyecto. El recubrimiento especificado se deberá aplicar a los alambres antes de entrelazarlos entre sí con triple torsión para la elaboración de las mallas para las canastas.

681.2.1.3 Características del alambre

681.2.1.3.1 Resistencia a la tensión

Todos los alambres serán de acero de bajo temple; su resistencia a la tensión deberá estar entre cuatrocientos quince y quinientos megapascals

(415 a 500 MPa), cuando se verifique de acuerdo a lo establecido en el método de ensayo ASTM E 8.

681.2.1.3.2 Diámetro de los alambres

El diámetro mínimo de los alambres deberá cumplir los requisitos mencionados en la Tabla 681 – 2.

Tabla 681 – 2. Diámetro mínimo nominal de los alambres

CARACTERÍSTICA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	
	METÁLICO (Clases 1 y 2)	METÁLICO Y PVC (Clases 3 y 4)
Malla	3.00 mm	2.70 mm
Aristas y bordes	3.80 mm	3.40 mm
Templetes: - Elaborados en obra para conectar las caras anterior y posterior de cada panel de gavión - Preformados para enlazar las esquinas de una misma celda	2.20 mm 3.80 mm	2.20 mm 3.40 mm
Amarres	2.20 mm	2.20 mm

681.2.1.3.3 Recubrimiento metálico

El alambre con recubrimiento metálico deberá estar libre de astillas, escamas y otras imperfecciones que no sean consistentes con las buenas prácticas de fabricación de estos elementos. El recubrimiento deberá ser continuo y razonablemente homogéneo; se permitirá la soldadura en fábrica de los extremos del alambre para conseguir la longitud necesaria en los rollos de empaque.

El recubrimiento con zinc de todos los alambres para los gaviones de clases 1 y 3 deberá cumplir los requerimientos la norma ASTM A 641 para acero de bajo temple con recubrimiento clase 3.

El recubrimiento con aleación Zn-5A1-MM de todos los alambres para los gaviones de clases 2 y 4 deberá cumplir los requerimientos la norma

ASTM A 856 para acero de bajo temple con recubrimiento clase 3.

La cantidad mínima del recubrimiento metálico, en masa por unidad de área de la superficie del alambre sin recubrir, deberá cumplir lo indicado en la Tabla 681 – 3; el ensayo se ejecutará según la norma de ensayo ASTM A 90.

Tabla 681 – 3. Masa mínima del recubrimiento metálico del alambre

DIÁMETRO DEL ALAMBRE (mm)	MASA DEL RECUBRIMIENTO METÁLICO (ZINC O ALEACIÓN Zn-5 AL-MM) POR UNIDAD DE ÁREA DE LA SUPERFICIE DEL ALAMBRE SIN RECUBRIR (g/m ²)
2.20	230
2.70	245
3.00	260
3.40	260
3.80	275

El alambre, con su recubrimiento metálico, deberá poder ser enrollado alrededor de un mandril cilíndrico de acero formando una espiral apretada a razón de 15 giros por minuto sin que el recubrimiento metálico se agriete o descascare hasta tal punto que cualquier partícula del recubrimiento (zinc o aleación Zn-5A1-MM) se pueda remover frotando con los dedos desnudos. El mandril para la prueba de adherencia deberá tener el diámetro indicado en la Tabla 681 – 4, el cual está en función del diámetro nominal del alambre, D.

Tabla 681 – 4. Diámetro del mandril para la prueba de adherencia del recubrimiento metálico

DIÁMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE , D (mm)	DIÁMETRO DEL MANDRIL (mm)
2.20 a 3.69	3 D
≥ 3.70	4 D

El aflojamiento o desprendimiento durante la prueba de pequeñas partículas del recubrimiento metálico (zinc o aleación Zn-5A1-MM) que se hayan formado por pulimiento mecánico de la superficie

del alambre recubierto no se considerará como causa de rechazo del recubrimiento metálico.

681.2.1.3.4 Recubrimiento en PVC

El recubrimiento con poli(cloruro de vinilo) (PVC) de todos los alambres para los gaviones de clases 3 y 4, que se coloca sobre el recubrimiento metálico, deberá cumplir los requerimientos de la norma ASTM A 975; su espesor deberá cumplir los requisitos indicados en la Tabla 681 – 5.

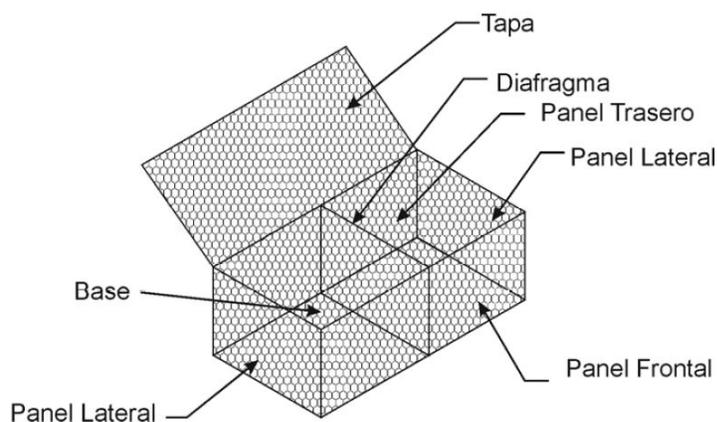
Tabla 681 – 5. Espesor del recubrimiento de PVC

CARACTERÍSTICA	REQUISITO
Espesor nominal (mm)	0.50
Espesor mínimo (mm)	0.38

681.2.1.4 Características de la malla para gavión

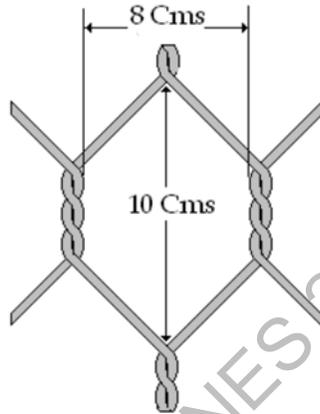
En las normas ASTM A 975 y NTC 3555 se indica la nomenclatura de los elementos que integran el gavión, así como su configuración y detalles de fabricación; las partes del gavión se ilustran en la Figura 681 – 1.

Figura 681 – 1. Partes de un gavión



La abertura de malla deberá ser tipo ocho (8) por diez (10) centímetros; estas medidas se obtienen tomando las longitudes en ángulo recto en sentidos vertical y horizontal, como se muestra en la Figura 681 – 2.

Figura 681 –2. Abertura de la malla de gavión



La canasta metálica deberá llevar diafragmas conformando celdas de largo no mayor a 1.0 m. Las medidas nominales de los gaviones y su número de celdas se muestran en la Tabla 681 – 6.

Tabla 681 – 6. Medidas nominales y número de celdas de los gaviones

LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	NÚMERO DE CELDAS	VOLUMEN (m ³)
2.0	1.0	1.0	2	2.0
3.0	1.0	1.0	3	3.0
4.0	1.0	1.0	4	4.0
2.0	1.0	0.5	2	1.0
3.0	1.0	0.5	3	1.5
4.0	1.0	0.5	4	2.0

Todos los bordes y aristas deberán ser rematados, como mínimo, envolviendo los alambres de la malla alrededor del alambre de borde por lo menos dos veces y media, con excepción de la unión de los paneles laterales y diafragmas con la base, que podrán ser doblados con una sola abertura de malla.

Los requisitos de resistencia mínima de la malla, de las conexiones de la malla con los alambres de las aristas o bordes, de las conexiones entre paneles y de las pruebas de punzonamiento son los mostrados en la Tabla 681 – 7. Los ensayos se deberán realizar siguiendo los métodos descritos en la norma ASTM A 975.

Tabla 681 – 7. Resistencia mínima de la malla y las conexiones

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	TIPO DE RECUBRIMIENTO	
	METÁLICO (Clases 1 y 2)	METÁLICO Y PVC (Clases 3 y 4)
Resistencia de la malla, mínimo (kN/m)		
- Ensayo paralelo al entorchado de los alambres	51.1	42.3
- Ensayo perpendicular al entorchado de los alambres	26.3	20.4
Resistencia de las conexiones, mínimo (kN/m)		
- Conexiones a los bordes y aristas	20.4	17.5
- Conexiones entre paneles	20.4	17.5
Ensayo de punzonamiento	26.7	23.6

681.2.2 Material de llenado - piedras

El material de llenado podrá consistir en piedras o rocas de canto rodado o de cantera; las piedras deberán ser duras y durables, no susceptibles a desintegración por la exposición al agua o a la intemperie. Deberán estar razonablemente libres de materia orgánica; no deben tener óxido de hierro con excesiva alcalinidad o compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

Deberá cumplir, además, los requisitos descritos en la Tabla 681 - 8.

681.2.3 Geotextil de separación

Si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación, el cual deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 231, numeral 231.2.1.

681.3 EQUIPO

Se requieren, principalmente, equipos para transporte del material de relleno y para la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales para las operaciones de tensionamiento, amarre y cierre de las canastas metálicas.

681.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

681.4.1 Generalidades

Los procedimientos que adopte el Constructor para la construcción de gaviones deben prevenir el daño del revestimiento de los alambres de las canastas.

Tabla 681 – 8. Características del material granular para llenado de gaviones (piedras)

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Granulometría (F)		
- Tamaño máximo (mm)	Nota 1	200
- Tamaño mínimo (mm)		100
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación 1), máximo (%)	INV E-219	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	12
- Sulfato de sodio		
- Sulfato de magnesio		
Resistencia mecánica (O)		
$\text{Relación } \frac{\text{Resistencia a la compresión simple}}{\text{Máximo esfuerzo de trabajo}}$	ASTM D7012 Método C	≥ 250
- La muestra para el ensayo se obtendrá tomando núcleos de piedras representativas		
Geometría de las partículas <i>Nota 3</i>		
Partículas con relación largo / espesor mayor que 3, máximo (%)	-	10 %
Masa unitaria (F)		
Masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, mínimo (kg/m ³) <i>Nota 3</i>	Nota 2	1250
Absorción (O)		
Absorción de agua, máximo (%)	E-223	2.0
- La muestra para el ensayo se obtendrá fragmentando una muestra representativa de las piedras		

Nota 1: El Constructor debe tener en obra unas mallas con aberturas de 100 y 200 mm para control de la granulometría. En ningún caso, el material de relleno podrá ser menor de diez centímetros (10 cm)

Nota 2: El procedimiento constructivo que debe elaborar el Constructor para aprobación de la Interventoría debe incluir un método para la verificación de la masa unitaria de las canastas llenas. El material deberá presentar una adecuada distribución de tamaños para cumplir el requisito establecido.

Nota 3: Los documentos podrán especificar un valor mayor de masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, por ejemplo 1600 kg/m³. Así mismo, podrán requerir el uso de material granular triturado para el relleno de las canastas.

681.4.2 Preparación de la superficie de apoyo

Cuando los gaviones requieran una base firme y lisa para apoyarse, ésta podrá consistir en una simple adecuación del terreno o una cimentación diseñada y construida de acuerdo con los detalles de los planos del proyecto o las indicaciones del Interventor.

Antes de iniciar la colocación de las canastas de los gaviones, la superficie del terreno se deberá preparar según las indicaciones de los documentos del proyecto y con los niveles allí señalados; si se encuentran suelos inadecuados al nivel de fundación de los gaviones, estos deberán ser removidos y reemplazados.

681.4.3 Colocación del geotextil de separación sobre la superficie de apoyo

Si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación, labor que deberá adelantarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 231, numeral 231.4.3.

681.4.4 Colocación y ensamble de las canastas

Las canastas vacías y completamente ensambladas se deberán poner en su posición final sobre la superficie preparada. Su amarre y llenado se deberán realizar en su posición final; no se permitirá el transporte de canastas llenas.

Los paneles que conforman las canastas metálicas se deberán amarrar a través de las cuatro aristas en contacto y los diafragmas con las paredes laterales.

Antes del llenado, cada canasta se deberá amarrar a las adyacentes, laterales e inferiores, a lo largo de todas las aristas en contacto, tanto

horizontales como verticales, y se deberán poner los tirantes permanentes y temporales.

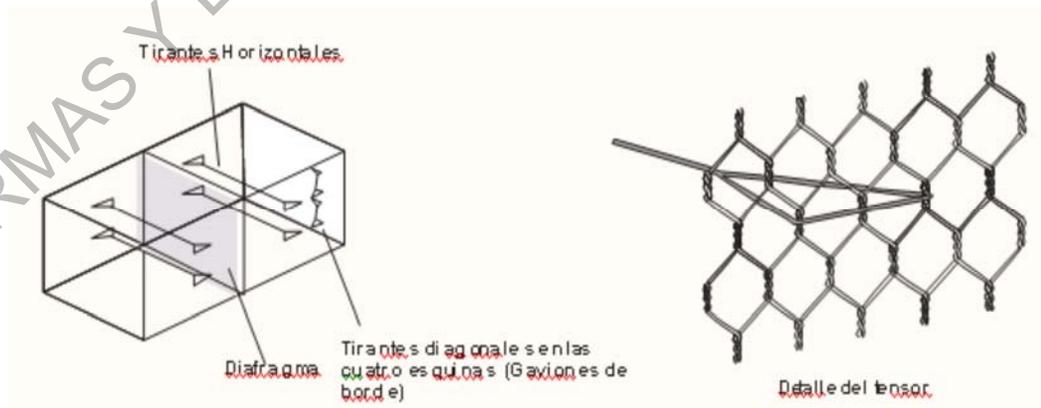
Para obtener un mejor alineamiento y terminado, se deberá tensar la malla de las canastas metálicas antes del llenado, utilizando una palanca o una barra metálica; como alternativa para garantizar la regularidad del gavión y facilitar su llenado, se podrá utilizar una formaleta de madera en las caras que no estén en contacto con otros gaviones.

681.4.5 Llenado y atirantado de las canastas

El proceso de llenado se deberá hacer de forma que se obtengan superficies de contacto parejas y libres de bordes entrantes o salientes entre gaviones; así mismo, que se obtenga el mínimo porcentaje de vacíos y una buena trabazón de las piedras. Para el efecto, el material de relleno se colocará dentro de la canasta manualmente, distribuyendo las piedras por tamaño de la manera más compacta posible, logrando que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro y la más grandes junto a la malla; finalmente, el material de llenado se apisonará por capas; no se deberán dejar espacios en la parte superior de la canasta.

Durante el relleno, se deben colocar tirantes o tensores internos transversales, para volver solidarios los paneles opuestos de las canastas, así como tirantes diagonales en las esquinas, con el fin de evitar la deformación de las canastas debido a la presión ejercida por el relleno. En la Figura 681 – 3 se ilustra la disposición de estos elementos:

Figura 681 –3. Disposición de tirantes o tensores



Las canastas de una misma fila o capa deberán irse rellenando por etapas, de manera que el nivel de llenado de ninguna canasta supere en más de 300 mm el nivel de llenado de las canastas adyacentes.

Las canastas se deberán llenar a tope; al cerrar la tapa, no deben quedar vacíos en la parte superior de la canasta.

681.4.6 Costura y cierre

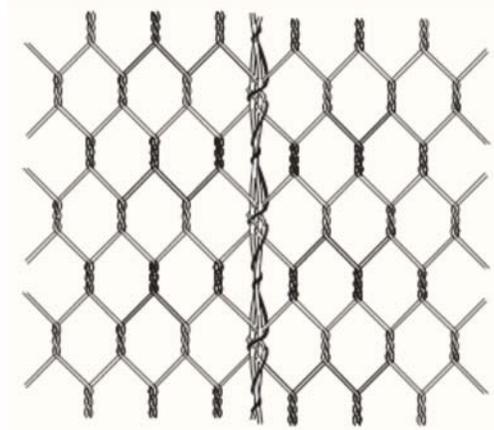
Terminadas las operaciones de relleno, se deberá instalar la tapa de la canasta sobre la base y coserla a los bordes superiores de la base y de los diafragmas. Todas las costuras o amarres deberán ser realizados de forma continua, atravesando todas las mallas con el alambre, alternativamente, con una vuelta simple y una doble, como se ilustra en la Figura 681 – 4. Las uniones deberán ser resistentes y deberán asegurar una estructura monolítica y apta para soportar fuertes solicitaciones y deformaciones; su resistencia deberá cumplir los requisitos de la Tabla 681 – 7.

681.4.7 Colocación del geotextil de separación detrás de las canastas

Si los documentos del proyecto así lo indican, contra las caras de los gaviones que van a quedar en contacto con los rellenos laterales se deberá instalar un geotextil de separación; el geotextil se deberá asegurar a las canastas por medios mecánicos suficientemente resistentes y convenientemente separados, de manera que el geotextil no se desplace durante la colocación y compactación de los rellenos laterales.

Los traslapos deberán ser como mínimo de 30cm o se deberán usar costuras. En el caso de traslapos, la tela superior deberá traslaparse sobre la tela inferior; en el caso de las costuras, deberán cumplir lo indicado en el Artículo 231, numeral 231.4.3.2, con los requisitos adicionales que señale el fabricante.

Figura 681 -4. Detalle de las costuras o amarres



681.4.8 Ejecución de rellenos laterales

Los rellenos laterales de las estructuras de gaviones se deberán ir adelantando a medida que avanza la construcción de los gaviones, según el Artículo 610, "Rellenos para estructuras", empleando los materiales indicados en los documentos del proyecto. Los equipos y procedimientos deberán ser los adecuados para lograr la densidad especificada en los documentos del proyecto; en el caso de uso de geotextiles de separación, los equipos y procedimientos deberán lograr los requisitos de compactación sin afectar el geotextil.

681.4.9 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la construcción de gaviones en momentos en que haya lluvia o fundado temor que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de construcción de gaviones se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVIAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

681.4.10 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de gaviones deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

681.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

681.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad estipulados en la presente especificación.
- Verificar que el alineamiento y las pendientes y dimensiones de la obra se ajusten al diseño.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

681.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Se verificará que las canastas metálicas y el material de llenado satisfagan las exigencias de los planos y de esta especificación y que la estructura construida esté en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los documentos del proyecto y las eventuales modificaciones aprobadas por el Interventor.

681.5.2.1 Calidad de las canastas

Por cada lote de canastas y alambres complementarios que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación de calidad de estos elementos, expedida por el fabricante de los mismos, con los respectivos reportes de ensayos de laboratorio, los cuales deberán satisfacer todos los requisitos establecidos en el numeral

681.2.1. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor ni implica, necesariamente, la aceptación de la entrega.

681.5.2.2 Tolerancias en las canastas metálicas

Las dimensiones en la abertura hexagonal de la malla de triple torsión no deberá diferir en más de tres milímetros (± 0.3 cm) en el sentido horizontal ni en más de un centímetro con cuatro décimas (± 1.4 cm) en el sentido vertical, tomando las medidas en ángulo recto en sentido vertical y horizontal como se indica en la norma ASTM A 975, con respecto a lo indicado en el numeral 681.2.1.4.

El ancho, la altura y la longitud de una canasta para gavión al fabricarse, no deberá diferir, antes de su llenado, en más o menos cinco por ciento (± 5 %) en la menor dimensión y en más o menos tres por ciento (± 3 %) en las otras dos dimensiones, con respecto a lo indicado en el numeral 681.2.1.4.

La tolerancia en los diámetros de los alambres será de más o menos ocho centésimas de milímetro (± 0.08 mm), con relación a lo indicado en la Tabla 681 – 2.

En caso de deficiencias en los materiales o en la ejecución de la obra, el Constructor deberá acometer, sin costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías, las correcciones necesarias de acuerdo con las instrucciones de Interventor, a plena satisfacción de éste.

681.5.2.3 Calidad de los materiales de llenado de los gaviones

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se verificará su calidad y granulometría, según los requisitos indicados en el numeral 681.2.2. Los resultados deberán satisfacer las exigencias allí establecidas; si los materiales no cumplen con la totalidad de los requisitos serán rechazados.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y al mínimo especificados.

681.6 MEDIDA

La unidad de medida de los gaviones será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico. El volumen se determinará sumando los volúmenes de las canastas de gavión instaladas y recibidas a satisfacción por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las recién indicadas.

Se medirán por aparte para pago las excavaciones y los rellenos requeridos para la preparación de la fundación, los rellenos laterales y los geotextiles.

681.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de equipos, herramientas y mano de obra; suministro e instalación de las canastas; la extracción, preparación y suministro de los materiales para el llenado de los gaviones; la construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes, la obtención de los permisos y derechos de explotación; la adecuación de las fuentes al terminar la explotación para recuperar sus características hidrológicas superficiales, el cargue, transporte y descargue de los fragmentos de roca; el llenado, amarre y anclaje de los gaviones; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto del suministro e instalación de abrazaderas, alambre, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el gavión en su sitio, así como la

señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se pagarán por aparte las excavaciones y rellenos requeridos para la preparación de la fundación, los rellenos laterales y los geotextiles, de acuerdo con los siguientes Artículos:

- Excavaciones: Artículo 600, "Excavaciones varias"
- Rellenos: Artículo 610, "Rellenos para estructuras"
- Geotextiles: Artículo 231, "Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil"

681.8 ÍTEM DE PAGO

681.1	Gaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 1: recubrimiento de zinc (galvanizado)	Metro cúbico (m ³)
681.2	Gaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 2: recubrimiento de aleación Zn-5A1-MM	Metro cúbico (m ³)
681.3	Gaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 3: recubrimiento de zinc (galvanizado) y PVC	Metro cúbico (m ³)
681.4	Gaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 4: recubrimiento de aleación Zn-5A1-MM y PVC	Metro cúbico (m ³)

COLCHOGAVIONES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO ARTÍCULO 682 – 13

682.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas de mallas hexagonales de alambre de acero con revestimiento metálico, entrelazado en triple torsión, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. También incluye las canastas de alambre de acero con doble revestimiento, metálico y poli(cloruro de vinilo) (PVC), cuando los documentos del proyecto así lo requieran.

Las canastas de colchogaviones tienen un espesor que es varias veces menor que su largo y su ancho.

682.2 MATERIALES

682.2.1 Canastas metálicas

682.2.1.1 Requisitos

Las canastas metálicas deberán estar formadas de alambre de acero con recubrimiento metálico (o con recubrimiento metálico y recubrimiento posterior de PVC) de triple torsión, con huecos hexagonales: deberán cumplir los requisitos de materiales y de fabricación establecidos en la norma ASTM A 975 "Standard Specification for Double-Twisted Hexagonal Mesh Gabions and Revet Mattresses (Metallic-Coated Steel Wire or Metallic-Coated Steel Wire With Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Coating)".

682.2.1.2 Clasificación

Los colchogaviones se clasifican en 4 clases, en función del recubrimiento del alambre, como se menciona en la Tabla 682 – 1.

Tabla 682 – 1. Clases de colchogaviones según el tipo de recubrimiento del alambre

CLASE	TIPO DE RECUBRIMIENTO
1	Metálico tipo 1: zinc (galvanizado)
2	Metálico tipo 2: aleación Zn-5A1-MM
3	Metálico tipo 1 y PVC
4	Metálico tipo 2 y PVC

Los colchogaviones de clase 1 estarán elaborados con alambres de acero recubiertos con zinc (galvanizado).

Los colchogaviones de clase 2 estarán elaborados con alambres de acero recubiertos con una aleación de zinc, aluminio y tierras raras, denominada Zn-5A1-MM.

Los colchogaviones de clase 3 estarán elaborados con alambres de la clase 1 (recubiertos con zinc) sobre los cuales se aplica un segundo recubrimiento en poli(cloruro de vinilo) (PVC).

Los colchogaviones de clase 4 estarán elaborados con alambres de la clase 2 (recubiertos aleación Zn-5A1-MM) sobre los cuales se aplica un segundo recubrimiento en poli(cloruro de vinilo) (PVC).

Para todas las clases de colchogaviones, todos los alambres que constituyen las canastas, tanto principales como secundarios (alambre de las canastas propiamente dicho, de las aristas o bordes, de los templetos, de los amarres y de los anclajes) deberán tener el revestimiento especificado en los documentos del proyecto. El recubrimiento especificado se deberá aplicar a los alambres antes de entrelazarlos entre sí con triple torsión para la elaboración de las mallas para las canastas.

682.2.1.3 Características del alambre

682.2.1.3.1 Resistencia a la tensión

Todos los alambre serán de acero de bajo temple; su resistencia a la tensión deberá estar entre cuatrocientos quince y quinientos megapascales

(415 a 500 MPa), cuando se verifique de acuerdo a lo establecido en el método de ensayo ASTM E 8.

682.2.1.3.2 Diámetro de los alambres

El diámetro de mínimo de los alambres deberá cumplir los requisitos mencionados en la Tabla 682 – 2.

Tabla 682 – 2. Diámetro mínimo nominal de los alambres

CARACTERÍSTICA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	
	METÁLICO (Clases 1 y 2)	METÁLICO Y PVC (Clases 3 y 4)
- Malla	2.20 mm	2.20 mm
- Aristas y bordes	2.70 mm	2.70 mm
- Amarres	2.20 mm	2.20 mm

682.2.1.3.3 Recubrimiento metálico

El alambre con recubrimiento metálico deberá estar libre de astillas, escamas y otras imperfecciones que no sean consistentes con las buenas prácticas de fabricación de estos elementos. El recubrimiento deberá ser continuo y razonablemente homogéneo; se permitirá la soldadura en fábrica de los extremos del alambre para conseguir la longitud necesaria en los rollos de empaque.

El recubrimiento con zinc de todos los alambres para los colchogaviones de clases 1 y 3 deberá cumplir los requerimientos la norma ASTM A 641 para acero de bajo temple con recubrimiento clase 3.

El recubrimiento con aleación Zn-5A1-MM de todos los alambres para los colchogaviones de clases 2 y 4 deberá cumplir los requerimientos la norma ASTM A 856 para acero de bajo temple con recubrimiento clase 3.

La cantidad mínima del recubrimiento metálico, en masa por unidad de área de la superficie del

alambre sin recubrir, deberá cumplir lo indicado en la Tabla 682 – 3; el ensayo se ejecutará según la norma de ensayo ASTM A 90.

Tabla 682 – 3. Masa mínima del recubrimiento metálico del alambre

DIÁMETRO DEL ALAMBRE (mm)	MASA DEL RECUBRIMIENTO METÁLICO (ZINC O ALEACIÓN Zn-5 AL-MM) POR UNIDAD DE ÁREA DE LA SUPERFICIE DEL ALAMBRE SIN RECUBRIR (g/m ²)
2.20	230
2.70	245

El alambre, con su recubrimiento metálico, deberá poder ser enrollado alrededor de un mandril cilíndrico de acero formando una espiral apretada a razón de 15 giros por minuto sin que el recubrimiento metálico se agriete o descascare hasta tal punto que cualquier partícula del recubrimiento (zinc o aleación Zn-5A1-MM) se pueda remover frotando con los dedos desnudos. El mandril para la prueba de adherencia deberá tener el diámetro indicado en la Tabla 682 – 4, el cual está en función del diámetro nominal del alambre, D.

Tabla 682 – 4. Diámetro del mandril para la prueba de adherencia del recubrimiento metálico

DIÁMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE , D (mm)	DIÁMETRO DEL MANDRIL (mm)
2.20 a 3.00	3 D

El aflojamiento o desprendimiento durante la prueba de pequeñas partículas del recubrimiento metálico (zinc o aleación Zn-5A1-MM) que se hayan formado por pulimiento mecánico de la superficie del alambre recubierto no se considerará como causa de rechazo del recubrimiento metálico.

682.2.1.3.4 Recubrimiento en PVC

El recubrimiento con poli(cloruro de vinilo) (PVC) de todos los alambres para los colchogaviones de clases 3 y 4, que se coloca sobre el recubrimiento metálico, deberá cumplir los requerimientos de la norma

ASTM A 975; su espesor deberá cumplir los requisitos indicados en la Tabla 682 – 5.

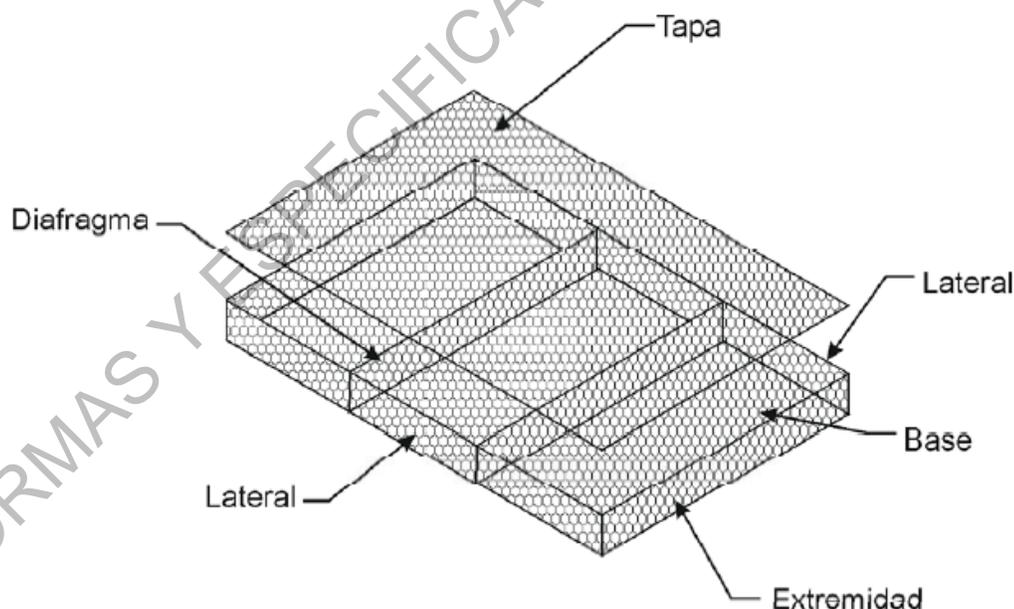
Tabla 682 – 5. Espesor del recubrimiento de PVC

CARACTERÍSTICA	REQUISITO
Espesor nominal (mm)	0.50
Espesor mínimo (mm)	0.38

682.2.1.4 Características de la malla para colchogavión

En las normas ASTM A 975 y NTC 3555 se indica la nomenclatura de los elementos que integran el colchogavión, así como su configuración y detalles de fabricación; las partes del colchogavión se ilustran en la Figura 682 – 1.

Figura 682 – 1. Partes de un colchogavión



La abertura de malla deberá ser tipo seis (6) por ocho (8) centímetros; estas medidas se obtienen tomando las longitudes en ángulo recto en sentidos vertical y horizontal, como se muestra en la Figura 682 – 2. La canasta metálica

deberá llevar diafragmas conformando celdas de largo no mayor a 1.0 m. Las medidas nominales de los colchogaviones y su número de celdas se muestran en la Tabla 682 – 6.

Figura 682 –2. Abertura de la malla de colchogavión

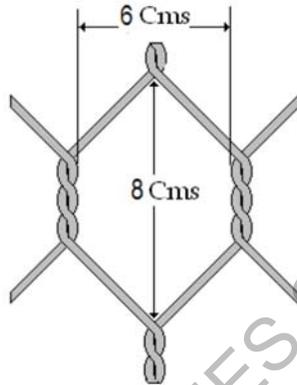


Tabla 682 – 6. Medidas nominales y número de celdas de los colchogaviones

LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	NÚMERO DE CELDAS	VOLUMEN (m ³)
3.0	2.0	0.17	3	1.02
4.0	2.0	0.17	4	1.36
3.0	2.0	0.23	3	1.38
4.0	2.0	0.23	4	1.84
3.0	2.0	0.30	3	1.80
4.0	2.0	0.30	4	2.40

Todos los bordes y aristas deberán ser rematados, como mínimo, envolviendo los alambres de la malla alrededor del alambre de borde por lo menos dos veces y media, con excepción de la unión de los paneles laterales y diafragmas con la base, que podrán ser doblados con una sola abertura de malla.

Los requisitos de resistencia mínima de la malla, de las conexiones de la malla con los alambres de las aristas o bordes, de las conexiones entre paneles y de las pruebas de punzonamiento son los mostrados en la Tabla 682 – 7. Los ensayos se deberán realizar siguiendo los métodos descritos en la norma ASTM A 975.

Tabla 682 – 7. Resistencia mínima de la malla y las conexiones

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	TIPO DE RECUBRIMIENTO	
	METÁLICO (Clases 1 y 2)	METÁLICO Y PVC (Clases 3 y 4)
Resistencia de la malla, mínimo (kN/m)		
- Ensayo paralelo al entorchado de los alambres	33.6	33.6
- Ensayo perpendicular al entorchado de los alambres	13.1	13.1
Resistencia de las conexiones, mínimo (kN/m)		
- Conexiones a los bordes y aristas	10.2	10.2
- Conexiones entre paneles	10.2	10.2
Ensayo de punzonamiento	17.8	17.8

682.2.2 Material de llenado - piedras

El material de llenado podrá consistir en piedras o rocas de canto rodado o de cantera; las piedras deberán ser duras y durables, no susceptibles a desintegración por la exposición al agua o a la intemperie. Deberán estar razonablemente libres de materia orgánica; no deben tener óxido de hierro con excesiva alcalinidad o compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

Deberá cumplir, además, los requisitos descritos en la Tabla 682 - 8.

682.2.3 Geotextil de separación

Si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación, el cual deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 231, numeral 231.1.2.

682.3 EQUIPO

Se requieren, principalmente, equipos para transporte del material de relleno y para la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los colchogaviones, así como herramientas manuales para las operaciones de tensionamiento, amarre y cierre de las canastas metálicas.

Tabla 682 – 8. Características del material granular para llenado de colchogaviones (piedras)

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Granulometría (F)		
- Tamaño máximo (mm)	Nota 1	150
- Tamaño mínimo (mm)		80
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación 1), máximo (%)	INV E-219	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Resistencia mecánica (O)		
$\text{Relación} \frac{\text{Resistencia a la compresión simple}}{\text{Máximo esfuerzo de trabajo}}$	ASTM D7012 Método C	≥ 250
- La muestra para el ensayo se obtendrá tomando núcleos de piedras representativas		
Geometría de las partículas Nota 3		
Partículas con relación largo / espesor mayor que 3, máximo (%)	-	10 %
Masa unitaria (F)		
Masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, mínimo (kg/m ³) Nota 3	Nota 2	1250
Absorción (O)		
Absorción de agua, máximo (%)	E-223	2.0
- La muestra para el ensayo se obtendrá fragmentando una muestra representativa de las piedras		

Nota 1: El Constructor debe tener en obra unas mallas con aberturas de 80 y 150 mm para control de la granulometría. En ningún caso, el material de relleno podrá ser menor de ocho centímetros (8 cm)

Nota 2: El procedimiento constructivo que debe elaborar el Constructor para aprobación de la Interventoría debe incluir un método para la verificación de la masa unitaria de las canastas llenas. El material deberá presentar una adecuada distribución de tamaños para cumplir el requisito establecido.

Nota 3: Los documentos podrán especificar un valor mayor de masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, por ejemplo 1600 kg/m³. Así mismo, podrán requerir el uso de material granular triturado para el relleno de las canastas.

682.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La ejecución de los trabajos de colchogaviones deberá adelantarse siguiendo lo indicado en el numeral 681.4 del Artículo 681, “Gaviones de malla de alambre de acero entrelazado”.

682.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

682.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad estipulados en la presente especificación.
- Verificar que el alineamiento y las pendientes y dimensiones de la obra se ajusten al diseño.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

682.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Se verificará que las canastas metálicas y el material de llenado satisfagan las exigencias de los planos y de esta especificación y que la estructura construida esté en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los documentos del proyecto y las eventuales modificaciones aprobadas por el Interventor.

682.5.2.1 Calidad de las canastas

Por cada lote de canastas y alambres complementarios que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación de calidad de estos elementos, expedida por el fabricante de los mismos, con los respectivos reportes de ensayos de laboratorio, los cuales deberán satisfacer todos los requisitos establecidos en el numeral

682.2.1. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor ni implica, necesariamente, la aceptación de la entrega.

682.5.2.2 Tolerancias en las canastas metálicas

Las dimensiones en la abertura hexagonal de la malla de triple torsión no deberá diferir en más de seis milímetros (± 0.6 cm) en el sentido horizontal ni en más de nueve milímetros (± 0.9 cm) en el sentido vertical, tomando las medidas en ángulo recto en sentido vertical y horizontal como se indica en la norma ASTM A 975, con respecto a lo indicado en el numeral 682.2.1.4.

El ancho, la altura y la longitud de una canasta para colchogavión al fabricarse, no deberán diferir, antes de su llenado, en más de dos centímetros (± 2 cm) en la menor dimensión y en más de cinco centímetros (± 5 cm) en las otras dos dimensiones, con respecto a lo indicado en el numeral 682.2.1.4.

La tolerancia en los diámetros de los alambres será de más o menos ocho centésimas de milímetro (± 0.08 mm) , con relación a lo indicado en la Tabla 682 – 2.

En caso de deficiencias en los materiales o en la ejecución de la obra, el Constructor deberá acometer, sin costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías, las correcciones necesarias de acuerdo con las instrucciones de Interventor, a plena satisfacción de éste.

682.5.2.3 Calidad de los materiales de llenado de los gaviones

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se verificará su calidad y granulometría, según los requisitos indicados en el numeral 682.2.2. Los resultados deberán satisfacer las exigencias allí establecidas; si los materiales no cumplen con la totalidad de los requisitos serán rechazados.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y al mínimo especificados.

682.6 MEDIDA

La unidad de medida de los colchogaviones será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico. El volumen se determinará sumando los volúmenes de las canastas de colchogavión instaladas y recibidas a satisfacción por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las recién indicadas.

Se medirán por aparte para pago las excavaciones y rellenos requeridos para la preparación de la fundación, los rellenos laterales y los geotextiles.

682.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por conceptos de equipos, herramientas y mano de obra; suministro e instalación de las canastas; la extracción, preparación y suministro de los materiales para el llenado de los colchogaviones; la construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes, la obtención de los permisos y derechos de explotación; la adecuación de las fuentes al terminar la explotación para recuperar sus características hidrológicas superficiales, el cargue, transporte y descargue de los fragmentos de roca; el llenado, amarre y anclaje de los colchogaviones; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto del suministro e instalación de abrazaderas, alambre, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el colchogavión en su sitio, así

como la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se pagarán por aparte las excavaciones y rellenos requeridos para la preparación de la fundación, los rellenos laterales y los geotextiles, de acuerdo con los siguientes Artículos:

- Excavaciones: Artículo 600, "Excavaciones varias"
- Rellenos: Artículo 610, "Rellenos para estructuras"
- Geotextiles: Artículo 231, "Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil"

682.8 ÍTEM DE PAGO

682.1	Colchogaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 1: recubrimiento de zinc (galvanizado)	Metro cúbico (m ³)
682.2	Colchogaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 2: recubrimiento de aleación Zn-5A1-MM	Metro cúbico (m ³)
682.3	Colchogaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 3: recubrimiento de zinc (galvanizado) y PVC	Metro cúbico (m ³)
682.4	Colchogaviones de malla de alambre de acero entrelazado clase 4: recubrimiento de aleación Zn-5A1-MM y PVC	Metro cúbico (m ³)

MUROS DE TIERRA ESTABILIZADA MECÁNICAMENTE CON GEOSINTÉTICOS

ARTÍCULO 683 – 13

683.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de muros de tierra estabilizada mecánicamente con geosintéticos, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

683.2 MATERIALES

683.2.1 Geosintéticos

Los geosintéticos por emplear en las capas de refuerzo y en las fachadas podrán ser geotextiles o geomallas. Los tipos y las propiedades requeridas de los geosintéticos serán los establecidos en los documentos del proyecto; las propiedades de los geosintéticos relacionadas con los requisitos de diseño serán, como mínimo, las indicadas en la Tabla 683-1.

Las propiedades de los geosintéticos se expresan en general en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.

Tabla 683 - 1. Propiedades de los geosintéticos relacionadas con los requisitos de diseño

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
Resistencia a la tensión última en la dirección del refuerzo, mínimo (kN/m): - Geotextiles - Geomallas	D 4595 D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Resistencia a la tensión a largo plazo en la dirección del refuerzo, mínimo (kN/m):	Numeral 683.2.1.1	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Resistencia de las uniones o nodos de las geomallas	GRI GG2	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Coefficiente de interacción geosintético/suelo por extracción para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	D 6706	0.85
Coefficientes de deslizamiento pico y residual en la interfaz geosintético/suelo, para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	D 5321	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición, valor mínimo (%)	D 4355	70

Nota 1: GRI método de ensayo del Geosynthetic Research Institute

683.2.1.1 Resistencia a largo plazo

Los valores de resistencia a largo plazo de los geosintéticos deberán cumplir los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; estos valores se deberán determinar a partir de la resistencia última, aplicando los factores de reducción (ecuación 683.1) determinados mediante ensayos o establecidos como valores por defecto, según las recomendaciones de las siguientes guías del *Geosynthetic Research Institute* (Instituto de Investigaciones sobre Geosintéticos):

- GRI GG4(a) *Determination of the Long-Term Design Strength of Stiff Geogrids* (Determinación de la resistencia a largo plazo de geomallas rígidas);
- GRI GG4(b) *Determination of the Long-Term Design Strength of Flexible Geogrids* (Determinación de la resistencia a largo plazo de geomallas flexibles);
- GRI GT7 *Determination of Long-Term Design Strength of Geotextiles* (Determinación de la resistencia a largo plazo de geotextiles).

$$RF = RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_D \quad [683.1]$$

Siendo:

RF = Factor de reducción de resistencia combinado, que tiene en cuenta el potencial de degradación a largo plazo debido a daños de instalación, fluencia y degradación química y biológica.

RF_{ID} = Factor de reducción de resistencia para tener en cuenta los daños de instalación.

RF_{CR} = Factor de reducción de resistencia para prevenir la rotura del refuerzo a largo plazo por fluencia (creep).

RF_D = Factor de reducción de resistencia para prevenir la rotura del refuerzo por degradación química y biológica.

Así mismo, se deberán tener en cuenta los criterios indicados en las siguientes publicaciones de la AASHTO y la FHWA:

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Customary U.S. Units.
- FHWA-NHI-00-043, *Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Design & Construction Guidelines* (Guías de diseño y construcción de muros de

tierra mecánicamente estabilizada y taludes de suelo reforzado).

- FHWA-NHI-10-024, *Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I* (Diseño y construcción de muros de tierra mecánicamente estabilizada y taludes de suelo reforzado - volumen I).
- FHWA-NHI-10-025, *Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume II* (Diseño y construcción de muros de tierra mecánicamente estabilizada y taludes de suelo reforzado - volumen II)

El Constructor deberá entregar las certificaciones de los ensayos efectuados para determinar los factores de reducción específicos para las condiciones del proyecto, suministradas por el proveedor del geosintético; en ausencia de estos ensayos, se deberán emplear los valores por defecto mencionados en las guías del *Geosinthetic Research Institute* y de la FHWA.

Para la determinación de los factores de reducción se deberán tener en cuenta, además, las consecuencias que pueda tener la falla o el comportamiento deficiente del geosintético, según los criterios establecidos en los documentos de la AASHTO y la FHWA citados anteriormente.

Algunas de las pautas que se deberán tener en cuenta para la selección de los factores de reducción son las siguientes:

- Para geosintéticos que cuenten con todos los ensayos y pruebas específicas para el producto, relacionados con daños durante la instalación, fluencia (creep) y degradación (química y biológica), el valor de reducción de resistencia combinado, RF, deberá estar típicamente entre 3.0 y 6.0. En ningún caso, el valor de RF podrá ser menor que 2.0.

- Para geosintéticos que no cuenten con todos los ensayos y pruebas específicas para el producto como soporte para la determinación de los factores de reducción, y sea necesario emplear valores por defecto, el valor de reducción de resistencia combinado, RF , no deberá ser menor que 7.0.
- El período de diseño para la selección de los factores de reducción será el definido en los documentos del proyecto, pero no será menor de 100 años para obras permanentes.
- El factor de reducción por daños durante la instalación, RF_{ID} , se deberá escoger en función del tipo de material de relleno por emplear.
- En cualquier caso, los valores de RF_{ID} y RF_D no podrán ser menores a 1.1.

683.2.1.2 Empalmes en la dirección del refuerzo

Si los documentos del proyecto contemplan la ejecución de empalmes en la dirección del refuerzo (costuras de geotextiles o empalmes mecánicos de geomallas), las resistencias última y a largo plazo a la tensión de esos empalmes, en la dirección perpendicular al empalme, deberán cumplir con los valores especificados en la Tabla 683 – 1; la medición de la resistencia última y el cálculo de la resistencia a largo plazo de los empalmes se realizarán con los mismos procedimientos de ensayo y análisis que se utilizan para determinar las resistencias del geosintético.

683.2.1.3 Documentación de soporte de la resistencia a largo plazo

Para la aprobación de los geosintéticos de refuerzo, el fabricante o proveedor deberá suministrar la información sobre las propiedades que se mencionan en la Tabla 683 – 2, relacionada con la resistencia a largo plazo para diseño.

Tabla 683 - 2. Información de soporte para la determinación de la resistencia a largo plazo de los geosintéticos

PROPIEDAD	MÉTODO o NORMA DE ENSAYO
Comportamiento en fluencia para un rango de niveles de carga, para una duración mínima de 10,000 horas	ASTM D 5262
Resultados de ensayos de laboratorio y metodología para la extrapolación de los datos de fluencia para 75 y 100 años	FHWA-NHI-10-025 Vol II Apéndice D
Resistencia última a la tensión: - Geotextiles - Geomallas Los ensayos se ejecutarán a una tasa de deformación de 10 % por minuto	ASTM D 4595 ASTM D 6637
Resultados de ensayos de laboratorio y técnicas de extrapolación que documenten las siguientes características para todos los componentes del geosintético: - Resistencia a la hidrólisis del poliéster (PET) - Resistencia a la oxidación del polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (HDPE) - Resistencia al agrietamiento por esfuerzos del polietileno de alta densidad (HDPE) - Factores de seguridad parciales por degradación por envejecimiento para 75 y 100 años.	Métodos recomendados en el documento FHWA RD 97-144
Resultados de ensayos de campo y laboratorio, así como criterios utilizados de la literatura especializada, que soporten los factores de reducción por deterioro en la instalación en función de la gradación del material de relleno	Guías del documento FHWA-NHI-10-025 Vol II
Resultados de ensayos de laboratorio y metodología para la extrapolación que documenten la resistencia a la degradación biológica de todos los materiales que componen el geosintético y los valores de reducción correspondientes (Nota 1)	Guías del documento FHWA-NHI-10-025 Vol II
Resistencia de las uniones o nodos de las geomallas	GRI GG2
Coeficientes de interacción geosintético/suelo por extracción para varios tipos de suelo	ASTM D 6706
Coeficientes de deslizamiento en las interfaces geosintético/suelo, para varios tipos de suelo, y	ASTM D 5321

PROPIEDAD	MÉTODO o NORMA DE ENSAYO
geosintético/geosintético	
Información sobre la resina primaria usada en la fabricación del geosintético: <ul style="list-style-type: none"> - Resina tipo HDPE (polietileno de alta densidad): identificación de tipo, clase, grado y categoría - Resina tipo PP (polipropileno): identificación de grupo, clase y grado - Resina tipo PET (poliéster): <ul style="list-style-type: none"> - viscosidad intrínseca mínima - grupo carboxilo final máximo 	ASTM D 1248 ASTM D 4101 ASTM D 4603 ASTM D 2455
Estabilidad ultravioleta mínima	ASTM D 4355

Nota 1: Para proyectos con riesgo de que se presente degradación biológica.

683.2.1.4 Control de calidad de la producción

El fabricante de los geosintéticos deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI.

El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto; los criterios de aceptación contemplados en el programa de control de calidad del fabricante deberán ser, como mínimo, los indicados en la Tabla 683 – 3.

Tabla 683 - 3. Criterios mínimos de aceptación que debe contemplar el programa de control de calidad del fabricante

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM
Resistencia a la tensión: - Geotextiles: resistencia en tira ancha - Geomallas: resistencia individual de las costillas	D 4595 D 6637
Resistencia de las uniones o nodos de las geomallas	GRI GG2
Productos de polietileno de alta densidad (HDPE): - Gravedad específica - Índice de fluidez	D 1505 D 1238
Productos de polipropileno (PP): - Índice de fluidez	D 1238
Resina de poliéster (PET): - Viscosidad intrínseca - Grupo carboxilo final	D 4603 D 2455

683.2.1.5 Geotextiles

En general, se podrán emplear geotextiles tejidos elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de un porcentaje mínimo del 95 % en masa de poliolefinas o poliéster; las fibras del geotextil deberán conformar una red estable que mantenga la estabilidad dimensional entre ellas, incluyendo los bordes. El geotextil deberá permitir el libre paso del agua en todo momento.

El geotextil deberá ser fabricado con un 100 % de resina virgen, con un máximo de 5 % de material re-molido en planta. La resina de poliéster deberá tener un peso molecular mínimo de 20,000 (métodos de ensayo GRI-GG6 y ASTM D 4603) y un grupo carboxilo final máximo de 50 (método de ensayo GRI-GG7); los productos de polietileno y polipropileno deberán ser estabilizados con antioxidantes de largo plazo.

Las propiedades mecánicas por supervivencia y las propiedades hidráulicas serán las establecidas en los documentos del proyecto; en este numeral se indican las propiedades mínimas que deberá tener el geotextil.

683.2.1.5.1 Propiedades mecánicas por supervivencia a la instalación

Las propiedades mecánicas para condiciones normales de instalación se especifican en la Tabla 683 - 4, en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

Tabla 683 - 4. Propiedades mecánicas del geotextil por supervivencia en términos de VMPR (Medidas en el sentido más débil del geotextil)

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
Elongación, valor máximo	D 4632	50 %
Peso por unidad de área, mínimo (g/m ²)	D 5261	270
Resistencia a la tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	1400
Resistencia de la costura a tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	1260
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro, valor mínimo (N)	D 6241	2750
Resistencia al rasgado trapezoidal, valor mínimo (N) (Nota 1)	D 4533	500

Nota 1: El VMPR para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

683.2.1.5.2 Propiedades hidráulicas

El geotextil de refuerzo deberá ser permeable; deberá permitir el flujo libre del agua dentro del relleno, sin atraparla ni generar empozamientos. Salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa, las propiedades hidráulicas que deberá

cumplir el geotextil se indican en la Tabla 683 - 5, en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

Tabla 683 - 5. Propiedades hidráulicas del geotextil en términos de VMPR

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
Permitividad, valor mínimo (s^{-1})	D 4491	0.5
Permeabilidad	D 4491	Según lo establecido en los documentos del proyecto. Debe ser mayor que la permeabilidad del suelo.

683.2.1.6 Geomallas

La geomalla deberá tener una geometría regular de elementos resistentes a la tensión interconectados, con apertura suficiente para permitir una adecuada trabazón mecánica con los materiales de relleno; deberá ser capaz de mantener su estabilidad dimensional durante su instalación y el tráfico normal de construcción que circule sobre la capa de relleno que se coloque sobre ella. Debe resistir el daño durante construcción, la degradación ultravioleta y debe tener resistencia a largo plazo a la degradación química y biológica.

La geomalla de refuerzo deberá ser, preferiblemente, uniaxial.

La geomalla deberá ser fabricada con un 100 % de resina virgen consistente en polietileno, polipropileno o poliéster, con un máximo de 5 % de material re-molido en planta. La resina de poliéster deberá tener un peso molecular mínimo de 25,000 (métodos de ensayo GRI-GG6 y ASTM D 4603) y un grupo carboxilo final máximo de 30 (método de ensayo GRI-GG7); los productos de polietileno y polipropileno deberán ser estabilizados con antioxidantes de largo plazo.

El fabricante deberá documentar la supervivencia de las uniones a la instalación mediante pruebas a escala real, según la norma ASTM D 5818, que demuestren la integridad de las mismas bajo las condiciones del proyecto (suelo de apoyo, espesor de capas, materiales de relleno, equipo de construcción). La geomalla se cubrirá con una capa de material de relleno de 15 cm de espesor mínimo y será sometida al paso repetido de una volqueta cargada hasta producir un ahuellamiento de 10 cm; el informe de las pruebas deberá incluir un registro fotográfico de la geomalla recuperada, que muestre claramente que las uniones no se han desplazado ni sufrido deterioro alguno durante el proceso de instalación.

683.2.1.7 Suministro y manejo de los geosintéticos

Los geosintéticos deberán estar debidamente empacados; la identificación, el almacenamiento y el manejo de los rollos de geosintético se deberán hacer atendiendo lo dispuesto en la norma ASTM D 4873.

Los rollos de geosintético se deberán almacenar, preferiblemente, en sitios cubiertos y protegidos de la luz solar. Si el almacenamiento se hace a la intemperie, el empaque deberá ser opaco e impermeable y los rollos de geosintético se deberán colocar elevados sobre soportes o estantes y no sobre el piso.

Los rollos de geosintéticos no podrán ser arrastrados, izados por un extremo, levantados por medio de cables o cadenas o lanzados al piso.

683.2.2 Elementos especiales de fachada

Los documentos del proyecto pueden especificar elementos de fachada diferentes a los geosintéticos de fachada, como bloques prefabricados de concreto especialmente diseñados para su uso en muros de tierra mecánicamente estabilizada, con elementos de sujeción a los geosintéticos de refuerzo. Estos elementos se deberán definir mediante especificación particular, junto con los elementos de sujeción de estos elementos a los geosintéticos; la especificación particular deberá indicar, también, los requisitos de resistencia a largo plazo para las uniones de los

elementos especiales de fachada con los geosintéticos y los procedimientos y las normas para su evaluación, teniendo en cuenta los criterios y métodos establecidos en el documento FHWA NHI-10-025 Vol II, apéndice B.

683.2.3 Material de relleno

Los documentos del proyecto definirán los requisitos que deberá cumplir el material de relleno, el cual podrá ser: material granular tipo SBG (Artículo 610, numeral 610.2.3), material granular tipo BG (Artículo 610, numeral 610.2.3), o un material de características diferentes, definidas en los documentos del proyecto. El tamaño máximo del agregado deberá ser de 19 mm (3/4").

El pH del material de relleno, determinado según la norma de ensayo AASHTO T 289, deberá estar entre 5.0 y 9.0. El contenido de materia orgánica, determinado según la norma de ensayo INV E-121 para la porción de material que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10), no podrá ser mayor que 1 %.

683.2.4 Materiales accesorios

Los materiales accesorios, tales como grapas, arandelas, elementos de fijación y demás elementos necesarios para la instalación del geosintético y su conexión con los elementos de fachada, deberán cumplir con los requisitos establecidos por el fabricante del mismo.

683.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para instalar los geosintéticos correctamente, así como de elementos de corte y costura y, además, de todos aquellos que se requieran para explotar, procesar, cargar, transportar, extender y compactar el material de relleno, de conformidad con esta especificación y los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

El equipo que se use para compactar las capas de relleno sobre el geosintético deberá ser acorde con la clase del geosintético, el espesor de capa y las características de los materiales de apoyo y relleno.

Para la colocación del geosintético de fachada, el Contratista deberá suministrar formaletas metálicas o de madera suficientemente fuertes para resistir la compactación del material adyacente.

683.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

683.4.1 Generalidades

Durante el transporte y el almacenamiento, los geosintéticos deberán tener empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

El Constructor deberá presentar al Interventor, para su aprobación, los planos detallados de disposición de los geosintéticos y los elementos de fachada, secuencias y procedimientos constructivos, con los detalles de los empalmes (traslapos, empalmes mecánicos, etc), con anticipación no menor a 7 días con respecto a la iniciación de los trabajos.

Los trabajos se deberán efectuar con una adecuada coordinación entre las actividades de colocación del geosintético y la colocación, conformación y compactación del material de relleno, de manera que el geosintético quede expuesto el menor tiempo posible.

683.4.2 Preparación del terreno

Antes de iniciar la construcción de los muros de tierra mecánicamente estabilizada con geosintéticos, el terreno de apoyo deberá ser preparado como se indica en el numeral 220.4.2 del Artículo 220, "Terraplenes".

La superficie deberá quedar nivelada y deberá ser firme. La firmeza se comprobará por medio del paso de una volqueta completamente cargada; toda zona débil deberá ser excavada y reemplazada con un suelo adecuado y compactado. La superficie preparada del terreno deberá ser inspeccionada y aprobada por el Interventor.

La superficie del terreno de apoyo preparado deberá estar libre de rocas, piedras grandes u otros elementos que puedan deteriorar el geosintético.

Además, de deberán adelantar las labores adicionales de preparación del terreno que indiquen los documentos del proyecto. Para el caso de sistemas de elementos prefabricados de fachada, los documentos indicarán el sistema de apoyo en concreto que se requiere instalar a nivel de cimentación.

683.4.3 Colocación de los geosintéticos**683.4.3.1 Extensión**

El geosintético de refuerzo se deberá instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; se colocará entre las capas de relleno compactado, según lo indicado en los planos y demás documentos del proyecto, con los ajustes y modificaciones que apruebe el Interventor.

Los rollos se deberán extender en la dirección del refuerzo principal, perpendiculares al talud (vista en planta), sobre la superficie compactada y aceptada del terreno de apoyo o de la capa subyacente de relleno, sin arrugas o dobleces. No se permitirán empalmes en la dirección del refuerzo, a no ser que éstos se muestren en los planos. Los geosintéticos se deberán instalar según las cotas de los planos, sin que difieran de éstas en más de 50 mm, y en una longitud nunca menor que la señalada en ellos.

El geosintético se deberá templar manualmente y asegurar a la superficie para mantener la tensión y prevenir movimientos durante la colocación del relleno; la sujeción a la superficie se deberá hacer según las recomendaciones del fabricante, por medio de grapas o elementos similares.

Los rollos adyacentes se colocarán con o sin traslapes entre ellos, o con conexiones mecánicas entre ellos, según lo indiquen los documentos del proyecto; las conexiones mecánicas (costuras de geotextiles o ganchos en geomallas, etc) se deberán hacer usando los materiales y siguiendo las recomendaciones del fabricante del geosintético.

El traslapo (mínimo de 15 cm) o conexión mecánica entre rollos adyacentes es indispensable cuando los planos del proyecto indiquen que el geosintético debe envolver la superficie del talud; las conexiones mecánicas (costuras de geotextiles o ganchos en geomallas, etc) se deberán hacer usando los materiales y siguiendo las recomendaciones del fabricante del geosintético.

No se permitirá que el geosintético quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

No se permitirá la circulación de equipos sobre el geosintético antes de que esté cubierto con una capa de relleno de por lo menos 15 cm de espesor. Se debe evitar el frenado brusco o los giros cerrados que ocasionen algún desplazamiento del material de relleno.

683.4.3.2 Empalmes

No se permiten los empalmes de geosintéticos en la dirección del refuerzo, a no ser que su uso esté expresamente indicado en los planos del proyecto.

En caso de que estén contemplados en los documentos del proyecto, los empalmes (costuras de geotextiles o empalmes mecánicos de geomallas) se deberán realizar según las recomendaciones del fabricante del geosintético y deberán cumplir los requisitos de capacidad última y a largo plazo establecidos en el numeral 683.2.1.2.

683.4.4 Colocación del material de relleno

El relleno se colocará por capas sensiblemente horizontales; la operación de extensión del material de relleno sobre el geosintético se deberá realizar cuidadosamente, empleando un método que no dé lugar a daños en el mismo. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geosintético hasta que se conforme y compacte adecuadamente la primera capa de relleno sobre el mismo. En el caso de geotextiles, no se permitirá el giro de maquinaria sobre la primera capa de relleno sobre él.

El espesor de la primera capa compactada de material de cobertura sobre el geosintético deberá estar definido en los documentos del proyecto, en función de la granulometría del material, de las características del geosintético y del equipo de construcción. En general, para materiales pétreos de tamaño máximo igual o mayor a treinta milímetros (≥ 30 mm), el espesor de la primera capa compactada de material de cobertura deberá ser de veinte centímetros como mínimo (≥ 20 cm); para materiales pétreos de tamaño máximo menor de treinta milímetros (< 30 mm), el espesor de la primera capa compactada deberá ser de quince centímetros como mínimo (≥ 15 cm).

El material de relleno se deberá compactar con el equipo adecuado, hasta lograr el grado de compactación definido en el numeral 683.5.2.3.2, antes de comenzar las labores de colocación de la siguiente capa. El relleno se llevará a cabo hasta la cota indicada en los planos o la ordenada por el Interventor.

En la cercanía de la cara del muro (1 o 1.5m), se deberán utilizar equipos manuales para garantizar la adecuada compactación de esta zona; en este caso, el espesor de capas deberá reducirse para que los equipos manuales permitan alcanzar el grado de compactación especificado.

683.4.5 Construcción de la fachada del muro

Los documentos del proyecto deberán indicar el sistema de fachada del muro de tierra estabilizado mecánicamente con geosintéticos. En ningún caso, los geosintéticos que envuelven la cara del talud deben quedar expuestos a la luz solar para evitar su deterioro con el tiempo.

683.4.5.1 Empradización de la cara del talud con bloques de césped

Los documentos del proyecto pueden requerir que la fachada sea empradizada mediante la instalación de bloques de césped contra los geosintéticos de fachada, que en este caso deberán ser geomallas para que permitan que el césped atraviese sus espacios libres.

Los bloques de césped deberán cumplir los requisitos establecidos en el Artículo 810, numeral 810.2.1, y se deberán instalar, regar y conservar según lo indicado en los numerales 810.4.3 y 810.4.7 del mismo Artículo.

683.4.5.2 Protección de la cara del talud con malla y mortero

Si los documentos del proyecto indican que la cara del talud se debe proteger con malla de alambre de acero y mortero de cemento hidráulico, el trabajo correspondiente se deberá ejecutar según el Artículo 812.

683.4.5.3 Fachada en gaviones de malla de alambre de acero entrelazado

Si los documentos del proyecto especifican que la fachada se debe construir con gaviones de malla de alambre de acero entrelazado, los materiales y el trabajo correspondiente se deberán atender lo especificado en el Artículo 681. La conexión entre los geosintéticos de refuerzo y los gaviones será por fricción que se desarrollará en la longitud de geosintético que se coloque entre gaviones verticales adyacentes, según los detalles de los documentos del proyecto.

683.4.5.4 Colocación de elementos especiales de fachada

Si los documentos del proyecto especifican que la fachada se debe construir con bloques especiales de concreto provistos de elementos de sujeción a los geosintéticos de refuerzo, las características de los bloques y los elementos, así como su instalación, se deberán definir mediante especificación particular. En este caso, la especificación particular definirá también las características del sistema de apoyo que requiere esta fachada a nivel de cimentación, como viga de concreto o similar.

683.4.6 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la permanente seguridad, tanto del personal y de los equipos de construcción, como de usuarios y transeúntes.

683.4.7 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad,

siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

683.4.8 Manejo ambiental

Al respecto, rige en un todo lo especificado en el Artículo 106, "Aspectos ambientales".

683.4.9 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en la extensión, en los traslajos, en las uniones, en los elementos de sujeción, en los cortes de los geosintéticos; en la extensión y compactación del material de relleno; en la instalación de los materiales de fachada, así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

683.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

683.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Verificar que cada rollo de geosintético tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geosintéticos tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

- Verificar que el sistema de almacenamiento garantice la protección de los geosintéticos contra cualquier tipo de deterioro.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado en cuanto a la colocación del geosintético de refuerzo, del geosintético de fachada, de los bloques de césped (si es el caso) y la construcción de las capas de relleno.
- Verificar que los diferentes niveles de geosintéticos sean colocados con las separaciones definidas en los documentos del proyecto, con los ajustes que haga el Interventor.
- Efectuar ensayos de control sobre el geosintético, en un laboratorio independiente al del fabricante o proveedor. Los ensayos de control relacionados con el geosintético, se deberán hacer de conformidad con lo establecido en las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759.
- Efectuar ensayos de control sobre el material de relleno.
- Comprobar la compactación de las capas de relleno.
- El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

683.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

683.5.2.1 Calidad del geosintético

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geosintético, donde se establezca el nombre del producto, la composición química y toda la información que lo describa, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en los documentos del proyecto o en las Tablas 683 - 1, 683 - 4 y 683 - 5, según los que prevalezcan. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geosintéticos que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de

ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m²) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m²).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geosintético para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 m) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia.

Para la evaluación de las costuras en los geotextiles, se deberán tomar muestras de juntas cosidas cuyo largo sea al menos dos metros (2 m) en el sentido de la costura, y cuyo ancho sea al menos uno punto cinco metros (1.5 m).

El número de especímenes para ensayo y la conformidad con las especificaciones se determinará según las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759. Los especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante, para la realización de las pruebas especificadas en los documentos del proyecto o las Tablas 683 - 6 y 683 - 7, según corresponda.

Tabla 683 - 6. Pruebas de verificación de la calidad del geotextil

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM
Propiedades de refuerzo	
Resistencia última a la tensión en prueba de tira ancha (kN/m)	D 4595
Resistencia última a la tensión de las costuras, medida perpendicularmente al empalme (kN/m)	D 4884

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM
Área abierta, como % del área total	Medido
Tamaño de abertura, mm	Medido
Propiedades de supervivencia	
Elongación (%)	D 4632
Peso por unidad de área (g/m ²)	D 5261
Resistencia a la tensión Grab (N)	D 4632
Resistencia de la costura a tensión Grab (N)	D 4632
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro (N)	D 6241
Resistencia al rasgado trapezoidal (N)	D 4533
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición (%)	D 4355
Propiedades hidráulicas	
Permitividad (s ⁻¹)	D 4491
Permeabilidad (cm/s)	D 4491

Tabla 683 - 7. Pruebas de verificación de la calidad de la geomalla

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO
Propiedades de refuerzo	
Resistencia última a la tensión del geosintético en prueba con costillas múltiples (kN/m)	ASTM D 6637
Resistencia última a la tensión de los empalmes mecánicos, medida perpendicularmente al empalme (kN/m)	ASTM D 6637
Área abierta, como % del área total	Medido
Tamaño de abertura, mm	Medido
Propiedades de supervivencia	
Resistencia de las uniones o nodos (N)	GRI GG2
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición (%)	D 4355

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tablas 683 - 1, 683 - 4 y 683 - 5, o los se establezcan en los documentos técnicos del proyecto, según los que

prevalezcan. No se aceptarán geosintéticos rasgados o usados; en el caso de los geotextiles, no se aceptará la presencia de agujeros en ellos.

683.5.2.2 Calidad del material de relleno

La calidad del material de relleno se evaluará en función de las características del mismo y de los requisitos aplicables de las presentes especificaciones, según sea el tipo de material por utilizar, de acuerdo con lo señalado en el numeral 683.2.3.

683.5.2.3 Calidad del producto terminado

683.5.2.3.1 Relleno estabilizado

El geosintético instalado deberá tener las dimensiones establecidas y deberá estar libre de dobleces y arrugas; deberá estar templado y sujeto a la superficie de apoyo, según lo indicado en el numeral 683.4.3. Los empalmes deberán tener las características y dimensiones definidas para el proyecto, según se establece en el numeral 683.4.3.2.

Cada capa terminada de relleno deberá presentar una superficie uniforme, ajustada a la rasante y a las pendientes establecidas.

La fachada terminada no deberá acusar irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de la capa final del relleno, conformada y compactada, no deberá variar en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada, medida verticalmente hacia abajo; si la capa final del relleno corresponde a la subrasante del pavimento, en ningún caso la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto o la autorizada por el Interventor.

No se aceptará la presencia de irregularidades que impidan el normal escurrimiento de las aguas en las obras concluidas.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

683.5.2.3.2 Compactación del relleno

Para efectos de la verificación de la compactación de cada una de las capas del relleno, se define como “lote”, que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total del relleno;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²);
- El volumen de relleno colocado y compactado en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca de cada capa en el terreno se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de relleno, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

- Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{Y_{d,i}}{Y_{d,m\acute{a}x}} \times 100 \quad [683.2]$$

- Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{Y_{d,i}}{C_{Y_{d,m\acute{a}x}}} \times 100 \quad [683.3]$$

Siendo:

GC_i : Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$Y_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños, de manera que corresponda a la muestra total.

$Y_{d,m\acute{a}x}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$C_{Y_{d,m\acute{a}x}}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total;

Sobretamaños (fracción gruesa) (P_{FG}): Porción de la muestra total retenida en el tamiz de

control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C_{y_{d,máx}}$) que se use para calcular el grado de compactación individual GC_i se obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños, P_{FG} , presente en ese sitio.

Para la aceptación del lote se aplicarán los siguientes criterios:

$GC_i (90) \geq 95.0 \%$	se acepta el lote	[683.4]
$GC_i (90) < 95.0 \%$	se rechaza el lote	[683.5]

Siendo:

$GC_i(90)$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, "Control y aceptación de los trabajos", a partir de los valores individuales del grado de compactación GC_i .

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los rellenos de los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada. Este procedimiento deberá ser adelantado por el Constructor de manera que no se

afecte el geosintético subyacente; si el geosintético sufre algún deterioro, se deberá remover la capa de relleno correspondiente al lote rechazado, se deberá reemplazar el geosintético por uno nuevo y se procederá a colocar de nuevo la capa de terraplén hasta lograr el grado de compactación especificado.

683.5.2.3.3 Fachada con elementos especiales

Si los documentos del proyecto especifican que la fachada se debe construir con bloques especiales de concreto, las condiciones específicas para el recibo y tolerancias de instalación se deberán definir mediante especificación particular.

683.6 MEDIDA

683.6.1 Geosintéticos

La unidad de medida de los geosintéticos será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de geosintético colocado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la presente especificación. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirá ningún área por fuera de tales límites, ni se considerarán, para efecto del pago, los traslapos.

683.6.2 Relleno

La unidad de medida del relleno será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material suministrado, colocado, compactado y terminado de acuerdo con los planos y debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

683.7 FORMA DE PAGO

683.7.1 Geosintéticos

El pago de los geosintéticos se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m²), para todo trabajo ejecutado de acuerdo con la presente especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir el suministro, almacenamiento y transporte del geosintético y los elementos accesorios a que hace referencia el numeral 683.2.4; la colocación del geosintético con sus uniones y elementos de fijación entre geosintéticos y con los elementos de fachada; los traslajos y costuras; los desperdicios; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento de todo tipo de tránsito durante la ejecución de los trabajos y el período posterior en que se deba impedir o controlar, de acuerdo con las instrucciones del Interventor; así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

683.7.2 Relleno

El precio unitario deberá cubrir los costos de extracción, preparación y suministro de los materiales en el sitio de la obra; la obtención de los permisos y derechos de explotación, la construcción o adecuación de las vías de acceso a las zonas de préstamo; la adecuación de dichas zonas una vez extraído el material, para recuperar las características hidrológicas superficiales; los cargues, transportes, compactación y conformación del relleno; los costos de los desvíos que fuese necesario construir con motivo de la ejecución de las obras; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento de todo tipo de tránsito durante la ejecución de los trabajos y el período posterior en que se deba impedir o controlar, de acuerdo con las instrucciones del Interventor; todo equipo y mano de obra requeridos para ejecutar esta labor y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado. Además, deberá cubrir los costos por concepto de desperdicios.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se pagarán por aparte las excavaciones y rellenos requeridos para la preparación de la fundación y los elementos de fachada diferentes a los geosintéticos, de acuerdo con los siguientes Artículos:

- Excavaciones: Artículo 600, "Excavaciones varias"
- Rellenos: Artículo 610, "Rellenos para estructuras"
- Protección de la fachada del muro con malla y mortero: Artículo 812, "Recubrimiento de taludes con malla y mortero".
- Empradización de la fachada con bloques de césped: Artículo 810, "Protección vegetal de taludes".
- Fachada en gaviones de malla de alambre de acero galvanizado: Artículo 681, "Gaviones de malla de alambre de acero entrelazado".

Los elementos especiales de fachada, como bloques de concreto, y los elementos especiales de apoyo asociados, se pagarán según la especificación particular correspondiente.

683.8 ÍTEM DE PAGO

683.1	Geotextil de refuerzo tipo _____ para muros de tierra estabilizada mecánicamente con geosintéticos	Metro cuadrado (m ²)
683.2	Geomalla de refuerzo tipo _____ para muros de tierra estabilizada mecánicamente con geosintéticos	Metro cuadrado (m ²)
683.3	Geotextil de fachada tipo _____ para muros de tierra estabilizada mecánicamente con geosintéticos	Metro cuadrado (m ²)
683.4	Geomalla de fachada tipo _____ para muros de tierra estabilizada mecánicamente con geosintéticos	Metro cuadrado (m ²)

683.5 Relleno tipo _____ para muros de tierra
estabilizada mecánicamente con geosintéticos

Metro cúbico
(m³)

Nota: se deberá establecer un ítem de pago para cada tipo de geosintético y cada tipo de relleno que se especifique en el contrato

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS

ARTÍCULO 690 – 13

690.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la impermeabilización de superficies de estructuras de concreto, previa a la aplicación de pavimentos o rellenos. También, consiste en el tratamiento que se debe dar a los paramentos de estructuras en contacto con rellenos de tierra, como es el caso de muros de contención de tierras y/o estribos de puentes.

690.2 MATERIALES

690.2.1 Láminas impermeabilizantes para tableros

Las láminas de impermeabilización estarán confeccionadas con una película de asfalto con polímeros de polipropileno atáctico (APP), reforzada con un tejido continuo de filamentos de poliéster. Las láminas deberán ser completamente impermeables, resistentes al envejecimiento y de gran flexibilidad, debiendo cumplir lo especificado en la Tabla 690 - 1.

En los documentos del proyecto se indicará el espesor de lámina por emplear.

Tabla 690 – 1. Requisitos para láminas impermeabilizantes para tableros

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Espesor, mínimo (mm)	ASTM D 5147	3.50
Resistencia a la tracción longitudinal, mínimo (kN/m)		20
Resistencia a la tracción transversal, mínimo (kN/m)		17
Elongación longitudinal, mínimo (%)		45
Elongación transversal, mínimo (%)		45
Punto de ablandamiento, mínimo (° C)	INV E-712	140
Penetración a 25° C, mínimo (1/10 mm)	INV E-706	30

690.2.2 Impermeabilizantes de paramentos de estructuras

Se deberán utilizar productos impermeabilizantes según lo indiquen las especificaciones particulares del proyecto o aquellos que hayan sido autorizados por el Interventor y que garanticen ser completamente estancos, resistentes al envejecimiento y de gran flexibilidad, de acuerdo a los requerimientos de la obra.

Cuando se utilice un material impermeabilizante con una base de cemento asfáltico, éste deberá tener, como mínimo, las características consignadas en la Tabla 690 - 2:

Tabla 690 – 2. Requisitos para material impermeabilizante para paramentos

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Ductilidad, mínimo (cm)	E-702	100
Punto ablandamiento, mínimo (° C)	E-712	60
Penetración a 25° C (1/10 mm)	E-706	60 a 100

690.3 EQUIPO

La maquinaria y los equipos utilizados en la impermeabilización de las estructuras de concreto serán los adecuados para que dicha operación se lleve a cabo correctamente.

690.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

690.4.1 Preparación de la superficie

La superficie de concreto debe quedar lisa y libre de protuberancias o depresiones. Se deberán reparar oquedades, protuberancias, hormigueros, armaduras o alambres que puedan dar un mal acabado o dañar los elementos impermeabilizantes.

Para la colocación de láminas impermeabilizantes, pinturas o cualquier material impermeabilizante, se debe dejar que las superficies de concreto se sequen al menos 10 días luego de completar el curado. La aplicación se deberá hacer en clima seco, sin riesgo de lluvias, con la superficie seca, exenta de polvo, arena, aceites, grasas o de cualquier otra suciedad que

afecte la adherencia del material impermeabilizante en los sitios por impermeabilizar.

690.4.2 Impermeabilización de tableros

Se deberá garantizar que todos los detalles para las obras de desagüe estén perfectamente terminados al nivel donde va la impermeabilización.

Sobre la superficie preparada, de acuerdo con el numeral 690.4.1, se aplicará un imprimante asfáltico de buena penetración y adherencia, a razón de 300 g/m², o la dosificación establecida por el fabricante.

Luego del proceso de imprimación, se extenderá la membrana de impermeabilización, adhiriéndola a la losa mediante un proceso establecido por el fabricante (termofusión o cualquier otro proceso aceptado por el Interventor). La lámina se deberá extender sobre la superficie considerando traslajos de, al menos, 10 cm en el sentido longitudinal y 15 cm en el sentido transversal, medidos estos en la línea y longitud del tablero. La lámina de impermeabilización continuará hasta los extremos del tablero, pasando por debajo de defensas o barreras de seguridad.

Antes de la colocación del pavimento, se deberá supervisar el trabajo de impermeabilización, efectuando pruebas para garantizar su impermeabilidad en los sitios que determine el Interventor, las cuales correrán por cuenta del Constructor.

690.4.3 Impermeabilización de paramentos de estructuras

Una vez fraguado el concreto de muros o estribos y antes de la colocación del relleno, se pintarán las paredes que estarán en contacto con el material de relleno, en los sitios indicados en los documentos del proyecto, con la pintura impermeabilizante especificada.

La impermeabilización de estribos y muros se realizará con dos manos de pintura impermeabilizante, como mínimo. Manos adicionales de pintura se aplicarán de acuerdo con lo especificado en los planos del proyecto o con las indicaciones del interventor.

690.4.4 Manejo ambiental

Todas las labores de impermeabilización de concretos se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

690.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

690.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Comprobar que los materiales se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.
- Verificar que los trabajos se ejecuten de acuerdo con lo que establece la presente especificación.
- Verificar la adhesión y el acabado del material impermeabilizante efectivamente colocado.
- Medir, para efectos de pago, las impermeabilizaciones de estructuras ejecutadas de acuerdo con esta especificación.

690.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor sólo aceptará las impermeabilizaciones que se hayan elaborado con materiales adecuados y realizadas conforme lo establecen los documentos del proyecto y la presente especificación.

690.6 MEDIDA

La unidad de medida para la impermeabilización de estructuras será el metro cuadrado (m²), aproximado a la centésima de metro cuadrado, de superficie efectivamente impermeabilizada, medida en el terreno y aceptada por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirá ninguna impermeabilización por fuera de los límites autorizados por el Interventor

690.7 FORMA DE PAGO

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación del material impermeabilizante, incluyendo los refuerzos necesarios. Igualmente se determinarán los costos de todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplicará la impermeabilización. Además, se considerará la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos, la ejecución de pruebas de estanqueidad en sitios de dudoso acabado y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

Además, deberá incluir los costos de la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

690.8 ÍTEM DE PAGO

690.1	Impermeabilización de estructuras	Metro cuadrado (m ²)
-------	-----------------------------------	-------------------------------------

Nota: Habrá un ítem de pago para cada sistema de impermeabilización que requiera el proyecto

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente
NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS