

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**CONSTRUCCIÓN PRESA Y OBRAS ANEXAS**

**CAPÍTULO 8**  
**PERNOS Y BARRAS DE ANCLAJE**

**TABLA DE CONTENIDO**

8.	PERNOS Y BARRAS DE ANCLAJE .....	8-2
8.1	ALCANCE .....	8-2
8.2	GENERALIDADES .....	8-2
8.3	ESPECIFICACIONES DE OBRA .....	8-2
8.3.1	Tipos de pernos .....	8-2
8.3.2	Materiales .....	8-4
8.3.3	Instalación .....	8-5
8.3.4	Pernos para excavaciones a corte abierto y en taludes naturales .....	8-6
8.3.5	Pernos para excavaciones subterráneas .....	8-6
8.3.6	Ensayos .....	8-7
8.4	MEDIDA Y PAGO .....	8-8
8.4.1	Generalidades .....	8-8
8.4.2	Trabajos que tendrán medida y pago por separado .....	8-9
8.4.3	Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado .....	8-9
8.4.4	Requisitos para la medida y pago de los pernos y barras de anclaje .....	8-9
8.4.5	Medida .....	8-9
8.4.6	Pago .....	8-10
8.5	ÍTEMS DE PAGO .....	8-11

## **8. PERNOS Y BARRAS DE ANCLAJE**

### **8.1 ALCANCE**

Este capítulo comprende los requisitos para el suministro, instalación y ejecución de ensayos para determinar la calidad de los pernos y barras de anclaje y establece los procedimientos para medida y pago de estos elementos que se utilizarán para soporte de las superficies naturales o excavadas en las diferentes partes de la obra, las cuales incluyen:

- Pernos en las superficies naturales del terreno.
- Pernos en las excavaciones en corte abierto.
- Pernos en las excavaciones subterráneas.
- Barras de anclaje en las excavaciones a corte abierto y en las excavaciones subterráneas.

### **8.2 GENERALIDADES**

Los pernos y barras de anclaje deberán consistir en varillas y tubos de acero anclados firmemente en perforaciones, mediante un material aprobado por LA SUPERVISIÓN que garantice la protección contra la corrosión, con excepción del caso en que se presente terreno colapsable, donde las varillas se deberán hincar y posteriormente inyectar según se indica más adelante. Los pernos deberán estar provistos de una platina de asiento de acero, de una arandela plana, de una o dos arandelas biseladas y de una tuerca hexagonal pesada.

El anclaje de los pernos y barras podrá hacerse usando mortero de cemento con acelerante o resinas sintéticas, que garanticen que la barra pueda ser esforzada a tensión hasta el punto de fluencia del acero sin que falle el anclaje. El sistema de anclaje de los pernos y barras estará sujeto a aprobación de LA SUPERVISIÓN para lo cual El Contratista deberá presentar a ésta, la información técnica completa sobre el sistema que se propone emplear así como efectuar las pruebas de campo especificadas en el numeral 8.3.6.

Los detalles de los patrones de instalación se muestran en los planos, pero la longitud, la orientación y el espaciamiento podrán ser variados por LA SUPERVISIÓN, o El Contratista podrá hacerlo con la previa aprobación de LA SUPERVISIÓN, a medida que progrese la excavación. La longitud máxima de los pernos de varilla será de 9,0 m.

### **8.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA**

#### **8.3.1 Tipos de pernos**

Los pernos de anclaje deberán ser de cualquiera de los siguientes tipos, cuyos detalles se muestran en los planos.

##### **8.3.1.1 Perno Tipo A1**

Este tipo de perno de anclaje deberá consistir en una varilla de acero corrugado de un diámetro no menor de 25,4 mm, sin tensionar. Los pernos se utilizarán como soporte en las excavaciones subterráneas, en corte abierto y en superficies naturales; el anclaje se deberá obtener mediante el uso de mortero de cemento con acelerante o de resinas sintéticas, con excepción de los siguientes casos:

- Si las condiciones del terreno hacen necesaria la colocación de pernos hacia adelante en el frente de excavación (spilling) antes de avanzar, o que flujos excesivos de agua laven el mortero, o que así lo requiera LA SUPERVISIÓN, los pernos Tipo A1 necesariamente se deberán colocar con resinas sintéticas.
- En caso que el terreno donde se vaya a instalar el perno sea de tales condiciones de estabilidad, que los huecos para la instalación de los pernos se colapsen, se deberá utilizar pernos que se hincarán dentro del material, previo acople de las tuberías plásticas requeridas para la posterior inyección del mortero.

Para propósitos de pago de los pernos hacia adelante (spilling) se consideran como pernos Tipo A1.

#### 8.3.1.2 Pernos Tipo A2

Este tipo de perno de anclaje consistirá en una varilla de acero corrugado de un diámetro no menor de 38 mm sin tensionar. Se deberán utilizar como soporte en excavaciones a corte abierto o en superficies naturales, según lo indicado en los planos o aprobado por LA SUPERVISIÓN. El anclaje de estos pernos será obtenido mediante el uso de mortero de cemento con acelerante o de resinas sintéticas, para lo cual deberá tener en cuenta que la rotación requerida en el caso de utilizar resinas sintéticas se dificulta al aumentar la longitud de los pernos.

#### 8.3.1.3 Pernos Tipo B

Este tipo de perno de anclaje consistirá en una varilla de acero corrugado de un diámetro efectivo no menor de 25,4 mm, tensionado. Se entiende por diámetro efectivo, el diámetro mínimo de la varilla en toda su longitud, incluyendo el tramo roscado. Estos pernos se deberán utilizar en los sitios donde LA SUPERVISIÓN lo exija. La tensión nominal requerida será de 100 kN (10 tf). El anclaje de estos pernos se deberá obtener mediante el uso de mortero de cemento con cápsula de acelerante o de resinas sintéticas, para lo cual se deberá tener en cuenta que la rotación requerida en el caso de utilizar resinas sintéticas se dificulta al aumentar la longitud de éstos.

Para el caso de utilizar anclajes mecánicos, después de anclado y tensionado el perno por el sistema mecánico aprobado por LA SUPERVISIÓN, el hueco deberá rellenarse con mortero o lechada.

#### 8.3.1.4 Pernos Tipo C

Los pernos Tipo C deberán consistir en un tubo de acero de diámetro externo no menor de 30 mm, con una longitud hasta de 9,0 m, relleno de lechada o mortero. Estos pernos se deberán instalar en cualquier parte de la sección de una excavación subterránea en la forma mostrada en los planos o indicada por LA SUPERVISIÓN y cuando ésta lo solicite. Los pernos Tipo C se requieren para disminuir la luz del arco de roca no soportada inmediatamente después de la excavación, por lo cual deberán instalarse hacia adelante, antes de ejecutar la excavación del tramo a soportar.

#### 8.3.1.5 Barras de anclaje

Las barras de anclaje deberán consistir en varillas de acero corrugado de un diámetro no menor de 25,4 mm o varillas de acero corrugado de un diámetro no menor de 38 mm, según se indique en los planos o lo ordene LA SUPERVISIÓN. Se deberán utilizar para conexión entre las estructuras de hormigón y las superficies de roca natural o excavada, tanto a corte abierto como subterránea, o para conexión de estructuras en el cuerpo de la presa. El extremo libre de la barra de anclaje, que sobresale de la superficie de roca, será de la forma y dimensiones mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. Las barras que no requieran de perforación para su instalación serán consideradas como acero de refuerzo.

Para efecto de materiales, instalación y ensayos, estas barras de anclaje sin tensionar se considerarán y deberán cumplir con lo especificado en este capítulo para los pernos Tipo A1 y Tipo A2, excepto que no será necesario el uso de tuercas, arandelas y platinas.

### 8.3.2 Materiales

#### 8.3.2.1 Varillas

Las varillas para los pernos y barras de anclaje deberán cumplir la especificación ASTM A615-77-a para acero grado 60; toda varilla para perno deberá tener por lo menos 15,0 cm de rosca fina en un extremo.

#### 8.3.2.2 Agua y cemento

El agua y el cemento que se utilicen en la preparación de mortero deberán cumplir con todos los requisitos estipulados para estos materiales en el Capítulo 11 – Hormigón convencional.

#### 8.3.2.3 Arena

La arena a emplearse en la preparación de mortero deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 11 para la arena que se utilice en las mezclas de hormigón, además de las siguientes limitaciones en cuanto a granulometría:

#### GRANULOMETRÍA DE LA ARENA

Tamiz Estándar U.S	Porcentaje de peso que pasa
No. 8	100
No. 50	20 – 60
No. 200	0 – 3

#### 8.3.2.4 Acelerante

El acelerante para mortero no deberá utilizarse en proporciones mayores a las que garanticen una protección contra la corrosión y la resistencia a largo plazo del mortero.

#### 8.3.2.5 Resina sintética

La resina sintética deberá ser de una marca aceptada por LA SUPERVISIÓN. Deberá ser almacenada y manejada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se deberán suministrar dos tipos de resina sintética: una de fraguado rápido de 3 minutos a 5 minutos a 25° C y otra de fraguado lento de 15 minutos a 30 minutos a 25° C.

Las resinas deberán desarrollar una resistencia mínima de 90 MPa a la compresión inconfiada cuando están mezcladas y fraguadas completamente de acuerdo con la última versión de la Norma AASHO T-22. Adicionalmente se deberá remitir la información técnica de la resina propuesta incluyendo como mínimo:

- Marca del material y nombre del fabricante
- Resistencia a la compresión inconfiada
- Relación entre el tiempo de fraguado y la temperatura
- Viscosidad
- Requisitos de almacenamiento

#### 8.3.2.6 Platinas

Las platinas de asiento deberán cumplir la especificación ASTM A-36 y se utilizarán en los pernos Tipo A1, A2 y B, excepto en los pernos Tipo C y los pernos Tipo A1 que se coloquen en spilling. Las platinas deberán tener un espesor mínimo de 9,5 mm y un área neta no inferior de 225 cm<sup>2</sup>.

En el caso de pernos tensionados, las platinas deberán tener un espesor mínimo de 15 mm y un área neta no inferior a 625 cm<sup>2</sup>.

#### 8.3.2.7 Arandelas

Las arandelas planas y biseladas se deberán utilizar en los pernos Tipo A1, A2 y B, excepto en los pernos Tipo A1 que se coloquen en spilling y tipo C. Las arandelas deberán cumplir con la norma ASTM F 436-77.

#### 8.3.2.8 Tuercas

Las tuercas hexagonales se deberán utilizar en los pernos Tipo A1, A2 y B, excepto en los pernos Tipo A1 que se coloquen en spilling y tipo C. Todas las tuercas deberán ser de tipo hexagonal pesado y deberán cumplir con la norma ASTM 563-76-a.

#### 8.3.2.9 Tubos de acero

Los tubos de acero para los pernos Tipo C deberán cumplir con la especificación ASTM A501-88, para tubos circulares.

### 8.3.3 Instalación

#### 8.3.3.1 Generalidades

El Contratista deberá instalar los pernos que sean necesarios para soportar las superficies naturales o excavadas en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN.

#### 8.3.3.2 Procedimientos de instalación

El Contratista deberá someter a revisión y aprobación de LA SUPERVISIÓN una memoria técnica detallada donde se describa el procedimiento y el equipo a utilizar en la instalación de cada tipo de perno de anclaje, el personal encargado de la ejecución del trabajo, los diseños de las mezclas de la lechada y mortero, incluyendo los materiales por utilizar y los resultados de las resistencias inconfiadas a los 7 días y 28 días.

Las perforaciones para la instalación de los pernos se deberán hacer exactamente del diámetro recomendado por el fabricante de la resina o del diámetro que LA SUPERVISIÓN indique o apruebe y a las profundidades mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. Antes de instalar un perno dentro de una perforación, ésta se deberá limpiar con aire y agua a presión a fin de remover las virutas de laminado, óxido suelto, mugre, grasa o cualquier otra sustancia objetable. A su vez, el perno no deberá tener costras de óxido, mugre, grasa o cualquiera otra sustancia objetable. La rosca del perno deberá estar limpia y sin rebabas, de tal forma que la tuerca enrosque libremente en el mismo; estas roscas deberán cubrirse con un lubricante.

En caso de requerirse el uso de malla de refuerzo ésta se deberá sujetar a los pernos mediante las tuercas y platina que se deberán colocar con cada perno según lo establecido en la Sección 8.2.

Las tuercas de los pernos se deberán localizar de tal manera que, por lo menos, los primeros cuatro centímetros de la rosca queden libres después de la instalación del perno y de cualquier malla de acero sostenida por el mismo.

Para la instalación de pernos que requieran ser tensionados y su anclaje se logre por medio de mortero de cemento con acelerante se deberá utilizar el sistema GD-Topac-Anker, o cualquier otro sistema similar aprobado por LA SUPERVISIÓN, que consiste en llenar el hueco parcialmente con mortero, luego introducir hasta el fondo del mismo un cartucho que contiene un acelerante especial, terminar el llenado del hueco con mortero y por último introducir la varilla del perno haciendo que se rompa el cartucho de fondo para que el acelerante reaccione con el mortero presente en el fondo del hueco. En esta forma el fraguado en el fondo del barreno es mucho más rápido y permitirá el tensionamiento de los pernos que así lo requieran. El Contratista deberá asegurarse de que el acelerante del cartucho de fondo sea compatible con las características del cemento que se utilice en la obra.

Los pernos Tipo B se deberán tensionar en un tiempo no mayor de 5 horas después de su instalación en el caso que se utilice mortero como anclaje del perno. Si el anclaje de los pernos se realiza con resinas sintéticas este tiempo deberá ser mucho menor y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; en este caso se deberán utilizar dos tipos diferentes de resina, tal como se muestra en los planos. Para el caso de anclajes mecánicos El Contratista deberá suministrar toda la información técnica sobre el tipo de anclaje propuesto para aprobación de LA SUPERVISIÓN.

El tensionamiento de los pernos se deberá realizar con una llave de impacto de par controlado, de modo que el perno tome una tensión de no menos del 50% y no más del 90% de su límite de fluencia.

Donde la superficie de roca o de hormigón proyectado no sea perpendicular a la dirección del hueco, El Contratista se deberá cerciorar de que la carga del perno sea transmitida uniformemente a la roca usando arandelas biseladas sobre la platina de apoyo y una arandela plana entre estas arandelas y la tuerca hexagonal. Para el caso de los pernos tensionados El Contratista deberá proporcionar adicionalmente un apoyo de mortero al cual se deberá añadir acelerante, con el objeto de apoyar y posicionar la platina en dirección perpendicular a la del perno.

El anclaje de los pernos Tipo C deberá obtenerse mediante mortero de cemento, inyectado en el hueco previamente a la instalación del tubo metálico, de tal forma que se garantice el relleno con mortero del espacio interno del tubo y entre éste y las paredes de la perforación. El mortero que se utilice para el anclaje de estos pernos estará sujeto a la aprobación de LA SUPERVISIÓN. Cuando LA SUPERVISIÓN lo ordene se deberá agregar al mortero aditivos acelerantes.

#### **8.3.4 Pernos para excavaciones a corte abierto y en taludes naturales**

Los pernos necesarios para soportar los taludes finales de una excavación a corte abierto se deberán instalar tan pronto como sea posible, después de remover cada etapa de excavación y antes de hacer las voladuras correspondientes a la etapa de excavación siguiente.

El lapso entre la perforación del hueco y la instalación del perno deberá ser el mínimo necesario y en ningún caso podrá exceder de 6 horas.

Los pernos que se requieran para reforzar los taludes naturales se deberán instalar después de ser ordenados o aprobados por LA SUPERVISIÓN.

#### **8.3.5 Pernos para excavaciones subterráneas**

Los pernos necesarios para soportar las excavaciones subterráneas se deberán instalar donde las condiciones de la roca los hagan necesarios, de acuerdo con las indicaciones estipuladas en el Capítulo 4 – Excavaciones subterráneas.

Cualquier perno que sufra daños por causa de voladuras o de cualquier otra operación deberá ser reemplazado por El Contratista, a su costa, cuando así lo requiera LA SUPERVISIÓN; se exceptúan los pernos situados a menos de 4,5 m del frente de excavación que sufran daños por la voladura, los cuales se deberán reemplazar y se pagarán al precio unitario correspondiente de la Lista de cantidades y precios.

Los pernos se deberán usar como parte integral del sistema de soporte de las excavaciones subterráneas, y salvo en el caso de los terrenos Tipo I, se deberán instalar en forma sistemática de acuerdo con lo mostrado en los planos o indicado en el Capítulo 4 – Excavaciones subterráneas. Ocasionalmente se deberán utilizar para reforzar zonas que así lo requieran donde se hayan colocado pernos previamente y de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN. Debido a las características del terreno se anticipa que en terrenos Tipo I y II en algunas oportunidades será necesario colocar pernos hacia adelante (spilling) y más frecuentemente en terrenos Tipo III y IV o la instalación de pernos Tipo C, en el frente mismo de excavación, con alguna inclinación respecto a la tangente de la superficie de excavación. La longitud y la inclinación de esos pernos serán determinadas por LA SUPERVISIÓN.

### 8.3.6 Ensayos

#### 8.3.6.1 Equipos

El Contratista deberá proveer y mantener en condiciones óptimas de funcionamiento los equipos completos para efectuar el ensayo a tensión sobre los pernos.

Cada equipo deberá consistir en un gato hidráulico con una capacidad no menor de 500 KN (50 tf), con émbolo hueco de tal manera que se pueda instalar concéntricamente sobre el eje longitudinal del perno un aditamento que permita el acople entre el perno y el gato hidráulico, una bomba hidráulica y demás accesorios que se requieran. El recorrido del émbolo no deberá ser menor de 10 cm.

El Contratista deberá proveer una llave de torsión estándar para calibrar las llaves de impacto de par controlado que se usen en el trabajo. Esta llave no se podrá utilizar en la obra para ningún otro propósito.

#### 8.3.6.2 Ensayos previos

Para los pernos Tipo A1 y A2, por lo menos 45 días antes de iniciar las excavaciones El Contratista deberá probar en el sitio de la obra y en presencia de LA SUPERVISIÓN un mínimo de 10 pernos de anclaje de por lo menos 3,0 metros de largo, por cada tipo de anclaje. Tales pernos se deberán instalar en los sitios designados por LA SUPERVISIÓN de acuerdo con los procedimientos especificados en el numeral 8.3.3, y se deberán someter ocho días después de instalados a una carga axial de tracción que produzca en la barra un esfuerzo del 90% del límite de fluencia y se deberán mantener cargados por un mínimo de 72 horas. Si al cabo de este lapso, cualquiera de los pernos ensayados muestra una relajación de más del 10% de la carga inicialmente aplicada se considerará que el anclaje del perno ha fallado, y El Contratista deberá ensayar un grupo adicional de cinco pernos en las mismas condiciones. Cualquier tipo de anclaje que falle en esta segunda prueba será rechazado y no podrá utilizarse en la obra.

En el caso de los pernos Tipo B se deberán probar un mínimo de 10 pernos por cada tipo de anclaje, los cuales se deberán someter a una carga que produzca en la barra un esfuerzo del 80% del límite de fluencia y se deberán mantener cargados durante un mínimo de 72 horas. Si al cabo de este lapso cualquiera de los pernos ensayados muestra una relajación de más del 10% de la carga inicial se considerará que el anclaje ha fallado, y El Contratista deberá ensayar un grupo adicional de cinco pernos en las mismas condiciones. Cualquier tipo de anclaje que falle en esta segunda prueba será rechazado y no podrá ser usado en la obra. El tiempo que transcurra entre la instalación del perno y la aplicación de la carga deberá ser tal que haya fraguado únicamente el material localizado en el fondo del perno; en ningún caso este tiempo podrá ser mayor de una hora. La cantidad de cartuchos que contienen acelerante o la cantidad de resina de fraguado rápido utilizada en el ensayo antes descrito deberá ser la misma a utilizarse durante la construcción.

Para comprobar que con los materiales y sistemas empleados se obtienen las resistencias iniciales especificadas se deberá probar también un mínimo de 10 pernos adicionales por cada tipo de anclaje, los cuales se deberán someter dos horas después de instalados a una carga axial de 25 kN (2,5 tf).

El equipo necesario para realizar los ensayos de los pernos y el método a emplearse en la ejecución de los mismos estarán sujetos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

Para el ensayo de pernos inyectados con mortero de cemento o Tipo C, el porcentaje de aditivo a emplearse en estas pruebas deberá ser el mismo a utilizarse durante la construcción. La aceptación de cualquier tipo de anclaje estará sujeta a que éste cumpla los dos requisitos de resistencia aquí especificados. No habrá medida ni pago por separado por la ejecución de estos ensayos.

Los resultados de los ensayos antes descritos deberán garantizar que durante la construcción se dispondrá, para cada tipo de perno, excepto el Tipo C, de por lo menos un tipo de anclaje con lechada y de un tipo de anclaje con resina sintética.

#### 8.3.6.3 Ensayos durante la construcción

Con el objeto de llevar a cabo un estricto control de calidad de los pernos colocados durante la construcción, El Contratista deberá probar periódicamente cinco pernos por cada lote de cincuenta pernos que hayan sido colocados. Tales pernos serán escogidos por LA SUPERVISIÓN y se deberán someter a una carga axial de tracción que deberá alcanzar 8 días calendario después de haber sido colocado el perno, un valor de 10 toneladas para cualquier tipo de perno independientemente de su longitud.

Al Contratista no se le reconocerá pago por un lote de cincuenta pernos cuando en dos o más pernos de los cinco representativos del lote no se obtenga la resistencia especificada. Cuando ocurra este caso, El Contratista deberá reemplazar los pernos que no cumplieron y probar otro grupo de cinco pernos del mismo lote, seleccionados por LA SUPERVISIÓN. Si se repite el caso de que no se obtenga la resistencia, se deberá proceder de la misma forma hasta que se cumpla con el requisito establecido. El Contratista en ese caso, deberá instalar a su cuenta, el número de pernos necesarios para alcanzar la resistencia de soporte requerida por el aporte de los pernos.

El pago de los lotes de 50 pernos se hará únicamente después de efectuado el ensayo de control de calidad sobre los pernos representativos y de que se haya verificado que soportan la carga axial anteriormente especificada.

En el caso eventual de que la falla de los pernos se presente por adherencia roca-resina o roca-mortero, atribuible dicha falla a las condiciones del terreno, LA SUPERVISIÓN definirá las medidas de soporte, alternativas que se requieran estableciéndose el valor de la carga axial de tracción que deberá alcanzar el perno y redefiniendo, si es el caso, la frecuencia de colocación de los pernos.

Para el caso de los pernos tensionados el criterio de control de calidad antes indicado no será válido. La instalación misma constituirá un ensayo de control de calidad individual. Los pernos que no soporten la tensión especificada no se aceptarán, su instalación no se pagará y deberán ser reemplazados por y a cuenta del Contratista, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

## 8.4 MEDIDA Y PAGO

### 8.4.1 Generalidades

La parte de la obra por ejecutar a los precios unitarios de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de los pernos y barras de anclaje, en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN, o donde lo apruebe la misma a solicitud del Contratista.

Esta parte de la obra incluye el suministro de los pernos, barras de anclaje y sus accesorios, la perforación de los barrenos; la resina, lechada o mortero en la cantidad que sea necesaria para su instalación, el hincamiento de los pernos en caso de terreno de difíciles condiciones de estabilidad, la instalación y protección de los pernos y barras de anclaje, todo según lo especificado.

#### **8.4.2 Trabajos que tendrán medida y pago por separado**

En las barras de anclaje la longitud de varilla que no quede anclada se medirá y pagará como acero de refuerzo según lo establecido en el Capítulo 11 – Hormigón convencional.

#### **8.4.3 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado**

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos previos de carga axial de tracción, según lo especificado en el numeral 8.3.6.2.
- Ensayos durante la construcción para el control de calidad de los pernos, según lo especificado en el numeral 8.3.6.3.
- Suministro y operación de los equipos necesarios para efectuar los ensayos de carga axial de tracción sobre los pernos de anclaje, según lo especificado en el numeral 8.3.6.1.
- La llave de torsión estándar requerida para calibrar las llaves de impacto, según lo especificado en el numeral 8.3.6.1.
- El acelerante de fraguado, en caso de requerirse para las mezclas de los anclajes que no cumplan con las resistencias.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar El Contratista para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

#### **8.4.4 Requisitos para la medida y pago de los pernos y barras de anclaje**

LA SUPERVISIÓN no autorizará la medida y pago de los pernos y barras de anclaje hasta cuando El Contratista haya completado a satisfacción de la misma y en todo de acuerdo con las especificaciones los siguientes trabajos:

- Ejecución de los ensayos previos establecidos en el numeral 8.3.6.2.
- Ejecución de los ensayos para controlar la calidad de los pernos durante construcción, establecidos en el numeral 8.3.6.3.
- Colocación de la platina y aditamentos requeridos en cada perno instalado.
- Reemplazo de los pernos y barras cuyo anclaje no tenga la longitud mostrada en los planos o requerida por LA SUPERVISIÓN.

#### **8.4.5 Medida**

La medida para el pago de los pernos de anclaje será la longitud en metros lineales de varilla o tubo instalada, aproximada al decímetro, dentro del terreno y aceptada por LA SUPERVISIÓN. No se medirá para pago la longitud de varilla o tubo que quede por fuera del terreno.

La medida para el pago de las barras de anclaje será la longitud en metros de varilla instalada dentro del terreno o del cuerpo de la presa y aceptada por LA SUPERVISIÓN.

#### 8.4.6 Pago

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de los pernos y barras de anclaje y deberá incluir el suministro de todos los materiales y accesorios adicionales necesarios; perforación de los barrenos o hincamiento de los pernos en caso de terreno poco coherente; protección de los pernos y barras; suministro de equipos, energía y mano de obra, administración, imprevistos y utilidades necesarios para realizar todos los trabajos que no tendrán medida ni pago por separado y todos los trabajos que sean necesarios para completar esta parte de la obra.

##### 8.4.6.1 Pernos Tipo A1 en excavaciones en corte abierto y en superficies naturales del terreno - Ítem 8.1

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios del Ítem 8.1 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de pernos Tipo A1 en excavaciones en corte abierto y en superficies naturales del terreno.

##### 8.4.6.2 Pernos Tipo A1 en excavaciones subterráneas - Ítem 8.2

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario del Ítem 8.2 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de pernos Tipo A1 en excavaciones subterráneas.

##### 8.4.6.3 Pernos Tipo A2 en excavaciones en corte abierto y en las superficies naturales del terreno - Ítem 8.3

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario del Ítem 8.3 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro de pernos Tipo A2 en excavaciones en corte abierto y en superficies naturales del terreno de 38 mm de diámetro (1,5 ") instalados desde superficie o en excavaciones subterráneas.

##### 8.4.6.4 Pernos Tipo B en excavaciones subterráneas - Ítem 8.4

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario del Ítem 8.4 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de pernos Tipo B en excavaciones subterráneas.

##### 8.4.6.5 Pernos Tipo C en excavaciones subterráneas - Ítem 8.5

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario del Ítem 8.5 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de pernos Tipo C en excavaciones subterráneas.

##### 8.4.6.6 Barras de anclaje de $\phi$ 25,4 mm- Ítem 8.6

La parte de la obra por llevar el precio unitario del Ítem 8.6 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de barras de anclaje de diámetro 25,4 mm en los sitios indicados en los planos u ordenados por LA SUPERVISIÓN.

##### 8.4.6.7 Barras de anclaje de $\phi$ 32 mm- Ítem 8.7

La parte de la obra por llevar el precio unitario del Ítem 8.7 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de barras de anclaje de diámetro 32 mm en los sitios indicados en los planos u ordenados por LA SUPERVISIÓN.

**8.5 ÍTEMS DE PAGO**

Todo el costo de los trabajos especificados en este capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por El Contratista para los ítems ya especificados.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
8.1	Pernos Tipo A1 en excavaciones en corte abierto y en superficies naturales del terreno	m
8.2	Pernos Tipo A1 en excavaciones subterráneas	m
8.3	Pernos Tipo A2 en excavaciones en corte abierto y en superficies naturales del terreno	m
8.4	Pernos Tipo B en excavaciones subterráneas	m
8.5	Pernos Tipo C en excavaciones subterráneas	m
8.6	Barras de anclaje $\phi$ 25,4 mm (1")	m
8.7	Barras de anclaje $\phi$ 32 mm (1 1/4")	m