

Capítulo 16

Estructuras de concreto Postensado

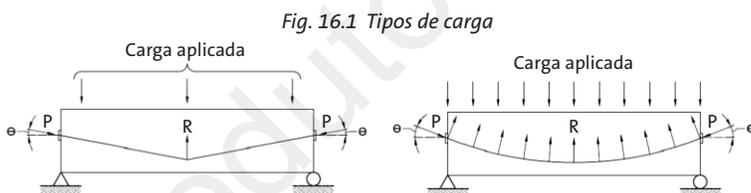
El concreto postensado es una forma de concreto preesforzado en donde los cables de preesfuerzo son tensados directamente contra el concreto una vez que este ha endurecido. Los cables pueden ubicarse en ductos dentro de la sección de concreto o inclusive fuera de ella.

La base principal del concreto preesforzado es someter al concreto a compresiones antes de que existan cargas externas que produzcan tracciones excesivas. Es así que las cargas externas deben vencer a las fuerzas de compresión producto del preesfuerzo para que en el concreto aparezcan esfuerzos de tracción.

De este modo se eleva la carga que puede soportar el elemento antes que el concreto presente fisuramiento excesivo. Esto se traduce en elementos con secciones menores o en la posibilidad de resolver luces más largas.

Después de tensados los cables, los ductos son llenados con una lechada con el fin de dar protección a los torones y además completar la sección de concreto para que esta participe en la capacidad de la pieza.

Una de las ventajas principales de la postensión es la variedad de trayectorias que se logran definir por medio de los ductos, lo cual hace posible la optimización del preesfuerzo cuando este se coloca basado en el diagrama de momentos del elemento. En la figura 1, se esquematiza lo anterior para dos distintos tipos de carga.



16.1 Materiales

Concreto

El concreto utilizado en los elementos postensados debe cumplir con la resistencia requerida para que en las diferentes etapas de carga no se sobrepasen los esfuerzos admisibles, tanto de tensión como de compresión.

Los límites de esfuerzos se pueden encontrar en el capítulo 18 del ACI 318 o en el manual de La Asociación Americana de Carreteras del Estado y Funcionarios de Transporte (AASHTO) en el capítulo de Diseño de concreto preesforzado.



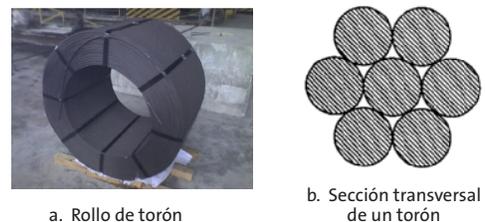
Una ventaja del postensado sobre el pretensado es que el concreto puede ganar resistencia fuera del molde, por lo que no es necesario obtener altas resistencias iniciales para optimizar la producción.

Acero

Los cables de postensión consisten usualmente de conjuntos de torones de acero de alta resistencia. Esta es una característica importante pues el uso de aceros de resistencias de fluencia menores lleva a altos porcentajes de pérdida de fuerza.

En Productos de Concreto S.A se utilizan torones de acero de baja relajación con grado 270 el cual cumple con la norma ASTM A416 (Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete).

Fig. 16.2 Acero de preesfuerzo



a. Rollo de torón

b. Sección transversal de un torón

Ductos

Los ductos en los cuales se enhebran los cables pueden ser de diversos materiales. La Asociación Americana de Carreteras del Estado y Funcionarios de Transporte (AASHTO por sus siglas en inglés) tienen requerimientos básicos para ductos de algunos materiales, como los metálicos y los plásticos. En Productos de Concreto S.A. se utilizan ductos de fleje metálico en diversos diámetros según así lo requiera el cable a enhebrar.

Fig. 16.3 Ductos metálicos para el enhebrado de cables



Lechada de inyección

Esta se utiliza para completar los ductos una vez que ha concluido la operación de tensado. La lechada debe ser lo suficientemente fluida como para garantizar el correcto llenado de toda la longitud del ducto.

Normalmente la lechada se compone de cemento más agua y se suele incluir un plastificante retardante, sin embargo si el ducto es muy grande puede emplearse un material de relleno como arena fina.

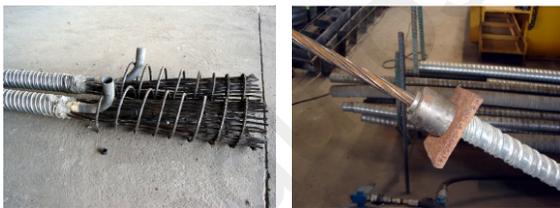
Anclajes

Los anclajes tienen la función de transmitir la fuerza de tensado de los cables a la superficie de concreto endurecido. Estos pueden ser de dos tipos, anclajes muertos o fijos y anclajes vivos o activos.

Los anclajes muertos son aquellos que quedan embebidos en la pieza de concreto y no permiten la operación de tensado a través de ellos. Trabajan por adherencia y tienen la ventaja que suelen ser más económicos.

Los anclajes vivos sí permiten la labor de tensado y normalmente consisten en una placa o bloque de acero que reacciona contra el concreto.

Fig. 16.4 Anclajes fijos y detalle de anclaje vivo



El sistema para anclajes vivos utilizado por Productos de Concreto S.A. se conoce como "Sistema K de Freyssinet". Este anclaje consiste en un bloque de acero previsto para la sujeción de los torones por medio de cuñas, donde el bloque reacciona contra una placa también de acero colocada sobre el concreto.

El tamaño de los anclajes va a depender del número de torones por cable, a continuación se adjunta una tabla donde se resumen las dimensiones de los accesorios para el sistema K.

Fig. 16.5 Esquema de anclaje de postensión, sistema K de Freyssinet

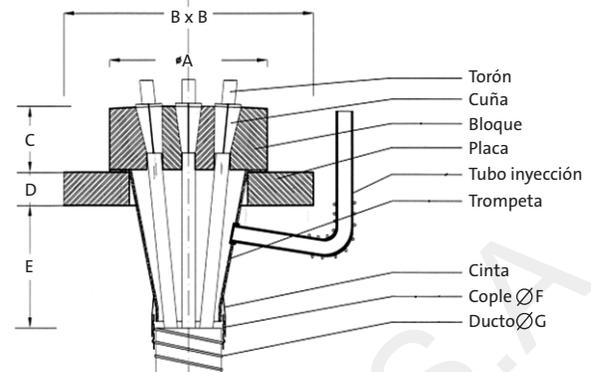


Fig. 16.1 Dimensiones de los accesorios para el sistema K

Torón	Tipo	Dimensiones en mm							Posición torones
		A	B	C	D	E	F	G	
Torón T 13	2 K13	80	120	45	15	65	42	39	⊙*
	3 K13	80	120	45	15	65	42	39	⊙*
	7 K13	120	190	50	25	93	53	50	⊙*
	12 K13	140	240	55	32	140	66	63	⊙*
	19 K13	162	280	63	38	182	78	75	⊙*
	23 K13	220	350	65	44.5	344	105	100**	⊙*
Torón T 15	27 K13	220	350	65	44.5	344	105	100**	⊙*
	4 K15	120	190	50	25	93	53	50	⊙*
	7 K15	140	240	55	32	140	66	63	⊙*
	12 K15	162	280	64	38	182	78	75	⊙*
	19 K15	220	350	65	51	338	108	100**	⊙*

* No hay purga en la trompeta.

** Ducto va directo a trompeta, no hay cople.

16.2 Procedimiento de postensión

1. Enhebrar el cable en el ducto respectivo (puede existir más de un ducto en la pieza). Los torones deben estar limpios y aislados de sustancias que puedan perjudicar la adherencia contra el concreto, además de encontrarse libres de corrosión.
2. Colocar el bloque de postensión, así como las cuñas en cada torón.
3. Proceder con la maniobra de tensado.

Se deben registrar las elongaciones obtenidas para diferentes etapas de carga. Estas mediciones se deben verificar contra los valores teóricos para asegurarse que la maniobra se está realizando correctamente.

Para llevar este control, el encargado de la operación debe contar con la "Tabla de tensado", en la cual se presenta la información necesaria para que se vaya revisando en sitio los valores obtenidos contra los teóricos, según AASTHO los valores no deben diferir entre sí más de un 5% en cables de más de 15 m o un 7% en cables de menos de 15 m.

Si los valores de error son excesivos, es un indicador de problemas y debe ser corregido, a continuación se enumeran una serie de razones por las que se pueden elevar los porcentajes de error.

- Mayor elongación que la esperada para una fuerza de tensado definida:
 - Equipo mal calibrado
 - Fricción entre los cables y el concreto menores que lo supuesto.
 - Menor sección de acero que la supuesta
 - Módulo de elasticidad del acero menor que el supuesto
 - Asentamiento de los anclajes o deslizamiento del torón en la cuña: Esta se caracteriza por un aumento de elongación sin elevación en la fuerza aplicada.
 - Falla de un torón: Normalmente esta falla va acompañada de un estallido y un descenso repentino en el manómetro.
- Menor elongación que la esperada para una fuerza de tensado definida:
 - Sección de acero mayor a la supuesta
 - Módulo de elasticidad del acero mayor al supuesto
 - Fuerza de fricción mayor que la esperada: Esto se puede dar por oxidación del cable o por entrada de lechada al ducto.
- 4. Una vez que se ha realizado el tensado de los cables y se han obtenido porcentajes de error admisible, se procede con la inyección de los ductos.

Uso de la postensión en Costa Rica

- Vigas de puente
- Edificios
- Pisos industriales
- Tanques
- Naves industriales
- Instalaciones deportivas



Vigas sobre puente Salitral



Edificio híbrido. Centro de Negocios
Paseo de las Flores, Módulo A



Piso industrial postensado.
Nave industrial Kimberly Clark.

Productos de Concreto S.A.