

MANUAL TÉCNICO
PISOS POSTENSADOS

DEACERO®

Postensado 1

Torón de presfuerzo 2

Sistemas de Pisos Postensados 3

Zonas de suelos expansivos o Colapsables 4

Procedimientos de construcción de Pisos Postensados 5

Inversión para Postensados (Equipos y accesorios) 12

Ventajas del Sistema de Pisos Postensados 13

Diseño de un Piso Postensado 14

Información Técnica 15

Bibliografías 16

Deacero Presfuerzo 17

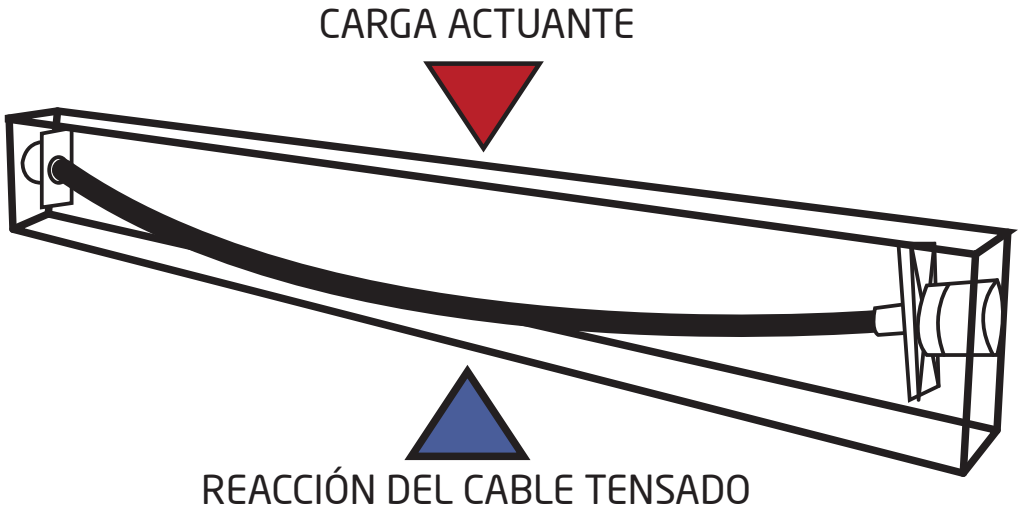
Socios 17

Postensado

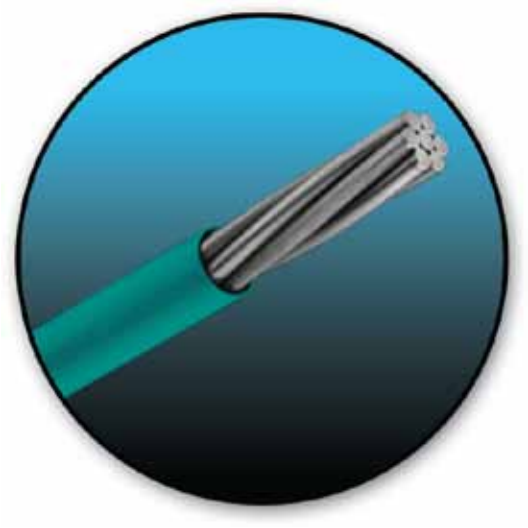
Una estructura POSTENSADA es aquella en la cual el concreto se somete después de vertido y fraguado (endurecido) a esfuerzos de compresión por medio de TORONES de acero de alta resistencia que son tensados y acuñados mediante anclajes en los extremos de la pieza.

A diferencia de las estructuras pretensadas en las que el acero se tensa antes del colado del concreto, en el POSTENSADO el acero se tensa una vez el concreto ha adquirido su resistencia característica.

Por medio del POSTENSADO se aumenta la capacidad de carga y se disminuyen los espesores de los pisos en relación con los pisos tradicionales.



Torón de Presfuerzo



El TORÓN DE PRESFUERZO es un producto formado por un grupo de alambres que tiene un alambre central encerrado firmemente por 6 alambres exteriores, colocados en forma helicoidal con una pendiente no menos de 12 y no más de 16 veces el diámetro nominal del torón.

El TORÓN DE PRESFUERZO de bajo relajamiento se fabrica de acuerdo a la norma ASTM A-416 en GRADO 270 ksi.

DEACERO fabrica torones desnudos y no adherentes (recubiertos de grasa y con una funda de polietileno de alta densidad) en diámetros de 0.5" y 0.6", los cuales se usan en PISOS POSTENSADOS.

ESPECIFICACIONES DEL TORÓN

NORMA A-416, BAJA RELAJACIÓN Y RELEVADO DE ESFUERZOS, GRADO 270

DIAM. NOMINAL		RESISTENCIA ÚLTIMA		CARGA DE RUPTURA		FLUENCIA AL 90%		CARGA DE FLUENCIA		AREA NOMINAL			ELONGACIÓN	RENDIMIENTO	
plg	mm	PSI (lb/in^2)	kg/cm^2	lb fuerza	kg fuerza	PSI (lb/in^2)	kg/cm^2	lb fuerza	kg fuerza	in^2	mm^2	cm^2	%	lb/ft	gr/mt
3/8	9.53	270,000	18,654	23,000	10,230	243,000	16,789	20,655	9,207	0.085	54.840	0.548	3.5 MIN	0.290	432
1/2	12.70	270,000	18,610	41,300	18,370	243,000	16,749	37,179	16,533	0.153	98.710	0.987	3.5 MIN	0.520	775
0.60	15.24	270,000	18,621	58,600	26,070	243,000	16,759	52,731	23,463	0.217	140.000	1.400	3.5 MIN	0.740	1102

MÁS INFORMACIÓN DEL TORÓN PLASTIFICADO

TORON NOMINAL	DIÁMETRO ALAMBRES EXTERIORES	DIÁMETRO ALAMBRE CENTRAL	DIÁMETRO FINAL	ESPESOR PLASTIFICADO	RENDIMIENTO
0.5"	0.168"	0.174"	0.605" - 0.615"	0.050" MIN	860 gr/mt
0.6"	0.198"	0.204"	0.702" - 0.708"	0.050" MIN	1221 gr/mt

Densidad del plástico: 0.956 gr/cm^3, MIN: 0.941 gr/cm^3

Sistemas de Pisos Postensados

Desde 1950 en Estados Unidos, las cimentaciones postensadas han demostrado su efectividad y se han usado ampliamente en pisos para vivienda, plazas comerciales, naves industriales, canchas deportivas, estacionamientos, pavimentaciones y aeropuertos.

Solamente en el año del 2003 en Estados Unidos 72,000 toneladas de TORÓN fueron usadas para las cimentaciones o pisos postensados de 375,000 viviendas (fuente PTI).

Los pisos pueden tener cargas o fuerzas que deben soportar de distintas fuentes. Un piso construido en un suelo activo (EXPANSIVO o COLAPSABLE) puede recibir cargas derivadas del encogimiento o hinchazón del suelo al humedecerse o secarse.

El uso del POSTENSADO incrementa la RESISTENCIA del piso o cimentación contra los movimientos del suelo, así como reduce o elimina las juntas y agrietamiento.

Además el sistema de PISO POSTENSADO es una solución económica cuando se tienen suelos activos, reduciendo el espesor del piso (MENOS CONCRETO) y acero solicitado.

Tabla 1. Equivalencia de un piso REFORZADO a POSTENSADO.

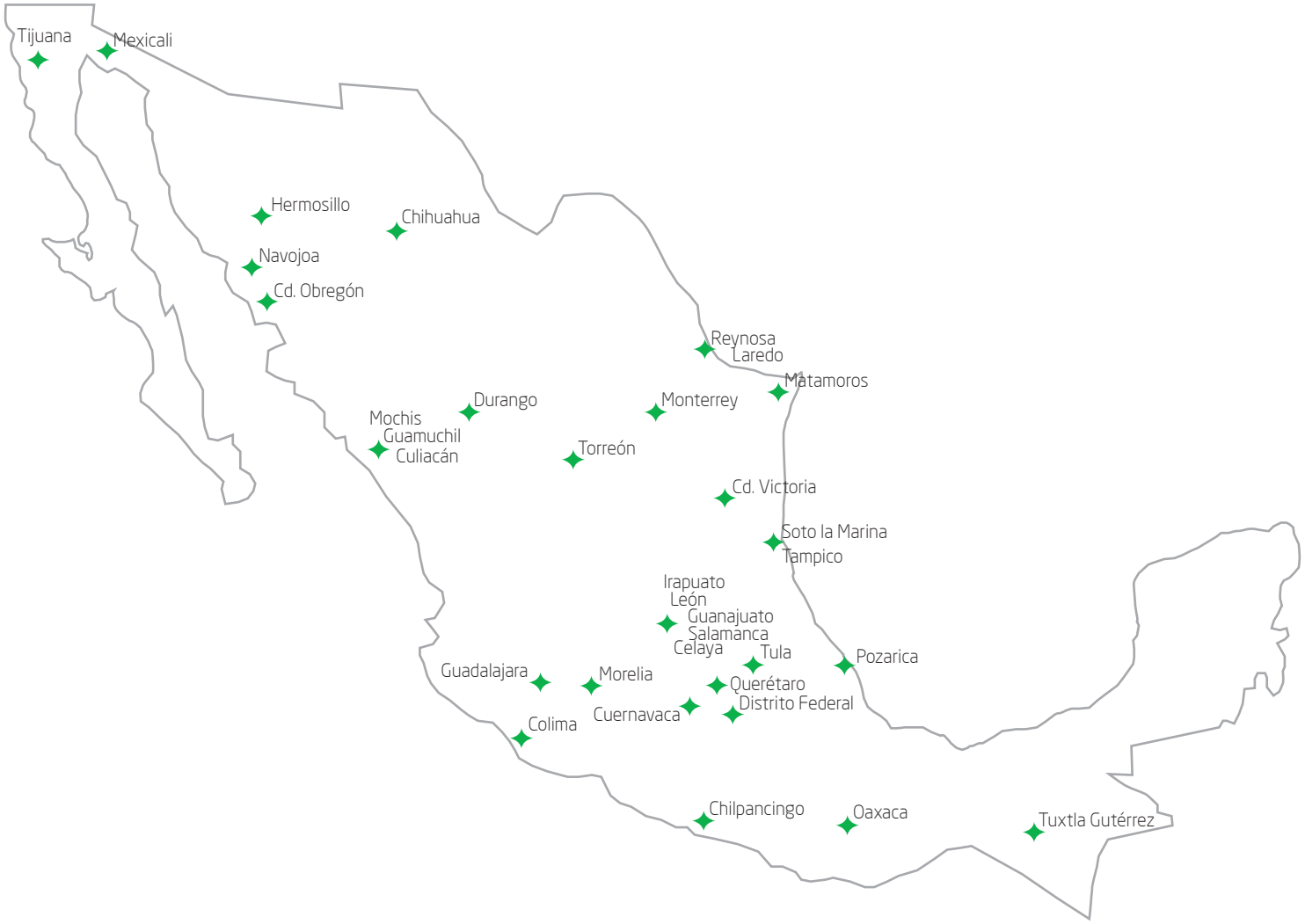
ESPESOR PISO ***REFORZADO***		ESPESOR PISO ***POSTENSADO***	
plg	cm	plg	cm
5"	12.70	4"	10.16
6"	15.24	4.5"	11.43
7"	17.78	5"	12.70
8"	20.32	5.5"	13.97



Los materiales más comúnmente usados en el Sistema de PISOS POSTENSADOS son:

- TORÓN DEACERO de 0.5" de diámetro, no adherente, 270 ksi
- Concreto a 200 kg/cm2

Zonas de Suelos Expansivos ó Colapsables



Información obtenida del estudio de "Distribución de suelos expansivos en la República Mexicana" Universidad Autónoma de Querétaro

1.-MECÁNICA DE SUELOS

Estudio sobre las características del suelo el cuál debe contener los siguientes puntos:

- Presión de Expansión.
- Porcentaje de índice de plasticidad.
- Cálculo del porcentaje de arcilla fina.
- Porcentaje de humedad en el suelo.
- Porciento de cloruros.
- Movimientos de suelos máximos, diferencias ó elevación.
- Cambio de volumen de suelo para un cambio de succión para arcilla fina del 100%
- Límites de consistencia (Comportamiento de los suelos)



Dependiendo de las condiciones del suelo podemos tener un piso uniforme postensado o requerir excavación para mayor rigidez del piso postensado. Por lo que la determinación del tipo de suelo determinará el tipo de sistema constructivo.

2.-DISEÑO DE PISOS POSTENSADOS.

Ver apartado de diseño.



3.-PREPARACIÓN DEL TERRENO.

La excavación típica en vivienda en suelos muy agresivos es de 12" (30.48 cm) a 24" (60.96 cm) de ancho por 24" (60.96 cm) a 32" (81.28 cm) de alto.



4.-CORTE Y PREPARACIÓN DE TORONES

Cada TORÓN es cortado según la longitud indicada en los planos, adicionando los accesorios requeridos para el tensado (anclas de empotramiento en cada extremo). Cada torón es etiquetado para su fácil identificación y colocación. Los torones son embalados en rollos hasta de 2 metros de diámetro y transportados al sitio de armado.



5.-COLOCACIÓN DE LA FRONTERA DE MADERA

Se procede a hacer la instalación de la frontera de madera donde se instalarán los torones. La frontera debe marcarse para indicar el centro de cada TORÓN con base a las indicaciones del plano.



Perfore o corte orificios sobre las marcas hechas en la frontera donde se colocarán las anclas de los torones.



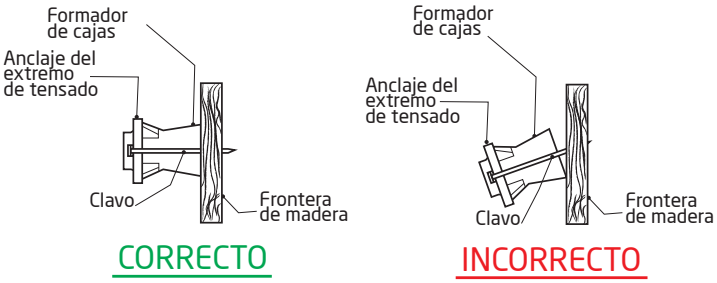
6.-COLOCACIÓN DE PLÁSTICO U HOJA DE POLIETILENO

El plástico se coloca dependiendo la humedad de la zona, si la zona es muy húmeda y no se instala el plástico, la tierra absorberá el agua del concreto modificando su resistencia.

Se coloca el rollo de plástico a lo largo del terreno compactado, se estira lo mejor posible para poder cubrir esas áreas donde el plástico no alcance a llegar, posteriormente se fija al asentamiento para que no se mueva en el transcurso de la instalación.

7.-COLOCACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS TORONES Y SUS ANCLAJES

Los anclajes deben de quedar firmemente fijos en posición perpendicular a la frontera de madera.







Los TORONES deben tener una distancia mínima de 6" (15.24 cm) de cualquier esquina del piso.

Las puntas de los TORONES se identifican como extremo pasivo y extremo activo, del lado activo es donde se tensa y por consiguiente queda el TORÓN expuesto sujetado por unos pernos para que el TORÓN quede con una mínima tensión.



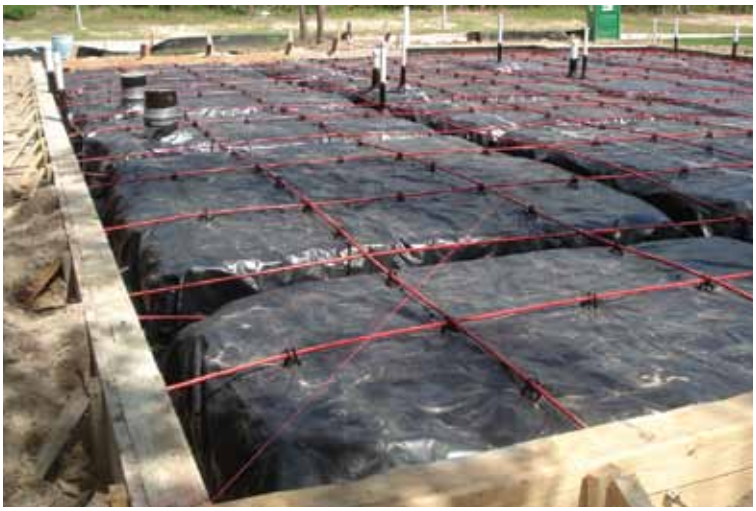


Procedimiento Constructivo de un Piso Postensado

En base al diseño del piso se definirán los armados, donde las desviaciones verticales deben mantenerse dentro de estas tolerancias:

- Pisos con espesor de hasta 5" (12.7 cm) desviación MAX de 0.5" (1.27 cm).
- Pisos con espesores mayores a 5" (12.7 cm) la desviación MAX será del 10% del espesor del piso no excediéndose de 1" (2.54 cm).

Normalmente, la ubicación horizontal de los torones no es crucial. No obstante, debe evitarse una oscilación excesiva (curvatura accidental) en los TORONES. Los puntos altos y bajos son lo más importante y debe mantenerse una curvatura suave entre estos.



Desenrolle los TORONES cerca de su destino final, empezando desde el extremo fijo hacia el extremo del tensado. Coloque todos los torones primero en una dirección y después lo que van en la dirección opuesta.

Una vez que todos los TORONES del piso están colocados en su lugar deben ENDEREZARSE. Esto puede lograrse al jalar el torón desde el extremo de tensado con el anclaje del extremo fijo que se ha fijado al encofrado de borde o frontera de madera. Es importante que todos los torones queden lo mas derechos posible para reducir el efecto de fricción.



- ***Los TORONES deben soportarse en la mitad del espesor del piso, donde usualmente se colocan silletas en la intersección de cada torón.***



8.-COLOCACIÓN DEL CONCRETO

El diseño de mezcla solicitado es de 200kg/cm2 el cuál una vez colado y vibrado se tendrá que esperar a que tenga como mínimo el 80% de su resistencia para la aplicación del postensado. El espesor típico de los pisos postensados para vivienda varía entre 4" (10.16 cm) a 6" (15.24 cm).





Apisonado y Pulido.







9.-TENSADO DE LOS TORONES

Una vez el concreto del piso tiene la resistencia mínima necesaria se procede a retirar los encofrados de borde o frontera de madera para el tensionamiento de los TORONES usando la unidad hidráulica de tensado la cuál aplicar´una tensión de 33,000 lbf ó de 7,500 a 8,000 psi medida en el manómetro.







10.-REVISIÓN DE ELONGACIONES

La elongación medida deberá tener una variación de 3mm cuando se compara con el valor calculado de los planos de instalación. Donde se marcará el torón con spray u otro medio a una distancia constante de referencia a partir del borde de la losa. Cuando las variaciones entre las reales y calculadas sobrepasen la tolerancia, el tensado debe suspenderse hasta que se identifique y se corrija la causa.









11.-TERMINADO DE TORONES

El corte de las colas del TORÓN debe llevarse a cabo inmediatamente después del tensado de los torones, pero siempre y cuando estén dentro de tolerancia las elongaciones.

Los TORONES pueden cortarse mediante oxicorte, disco ó cizalla hidráulica. En caso de usar soplete oxicorte debe tenerse cuidado de no aplicar la flama directamente en las cuñas.





Las cavidades del tensado deben llenarse con una lechada, después del tensado y corte del TORÓN.





EQUIPOS Y ACCESORIOS



ANCLAJES

Pieza de hierro fundido, que aloja al sistema de cuñas, diseñado para su uso en conjunción con las cuñas. Los anclajes pueden emplearse como activos o pasivos. El anclaje activo es donde se realiza el tensionamiento y el pasivo es el encargado en desarrollar la fuerza de reacción, ubicado en el extremo opuesto del TORÓN.

CUÑAS

Pequeñas piezas de acero aleado de alta resistencia con forma de tono truncado, con un agujero central con superficie dentada, que se encarga de ajustar los torones para bloquear los cables y sostener la tensión en el mismo.





EQUIPO DE TENSADO

El gato hidráulico el cual esta diseñado para medirse mediante un manómertro con el cuál se verifica las cargas aplicadas a los torones. Por tratarse de un equipo hidráulico, el manómetro indica lectura de presión, permitiendo calcular las cargas aplicadas a los TORONES.





Sistema **TOTALMENTE EFECTIVO** de construcción cuando se tienen suelos expansivos ó colapsables.

AHORRO en Concreto y **MENOR PERALTE** en pisos, reduciendo la sección hasta un 30%.

ESPESOR PISO ***REFORZADO***		ESPESOR PISO ***POSTENSADO***	
plg	cm	plg	cm
5"	12.70	4"	10.16
6"	15.24	4.5"	11.43
7"	17.78	5"	12.70
8"	20.32	5.5"	13.97

REDUCCIÓN de agrietamientos y juntas de construcción.





El propósito de un cimiento o piso es actuar como amortiguador entre el suelo de abajo y la superestructura de arriba para evitar deformaciones inaceptables en la superestructura. Un cimiento o piso postensado esta diseñado para resistir o liberar deformaciones inducidas por la humedad en el suelo mismo al tiempo que conserva su superficie superior dentro de los niveles permitidos.

En el caso de cimientos o pisos postensados, las cargas aplicadas a la losa vienen de arriba (estructura) y de abajo (la contracción y expansión de la tierra de soporte).

Las cargas resultantes de la contracción y expansión de la tierra varían constantemente durante toda la vida de la estructura, es decir, la tierra cambia constantemente de volúmen conforme experimenta los ciclos constantes de humedecimiento y secado. Por esta razón, la mayoría de las losas postensadas sobre el suelo no intentan sacar ventaja de las fuerzas de levantamiento mediante el solapamiento de los torones.

En lugar de esto, normalmente el perfil de los torones en estas cimentaciones es plano. Al usar un perfil plano, el diseñador usa solo la fuerza compresiva inducida en la cimentación por los torones al comprimir el piso de concreto, lo cual aumenta la resistencia a la tracción del cimiento (resistencia a la flexión).
El diseñador puede requerir que los torones se coloquen en la parte inferior de las vigas en cimientos nervurados. El perfil de estos torones también es plano, aunque los anclajes pueden elevarse a la parte superior de la viga para permitir el acceso al tensado.

En un cimiento de losa sobre el suelo expansivo esto puede resultar en una menor cantidad de vigas o vigas mas ligeras para reforzar una losa nervada, o una reducción en el grosor de una losa de grosor uniforme (en comparación a un cimiento reforzado convencional). Además, la compresión funciona para contrarrestar la figuración causada por la contracción del concreto al curarse.

El perfil y colocación de los torones en cualquier cimentación sobre el suelo postensada es tan importante como en una losa estructural elevada. Habitualmente, el diseñador proyecta que el perfil sea plano y que los torones se coloquen en la mitad de la cimentación. Si los torones se pliegan o se colocan por arriba o por abajo del eje neutral del concreto puede resultar en la inducción de fuerzas de elevación o descendentes no intencionales un una cimentación.

GEOTECNIA, Suelos Activos

Ip Indice Pástico	Presencia de Suelo Activo	Espesor de Firme	Espesor Contratrabes	Separación de Torón	Torón $/m^2 Aprox.
10 - 35%	Moderado	10cm	30 x 30 @ 3.60	150cm	$45.00
30 - 55%	Alto	10cm	50 x 30 @ 3.60	125cm	$60.00
50% > _	Crítico	10cm	80 x 30 @ 2.40	100cm	$80.00

Nota: La tabla es ilustrativa, no es válida para efectos constructivos ni de diseño.

Indice Plástico
IP=L.L.-L.P.
Si el IP es >20% es recomendable postensar.

Para poder calcular una cimentación postensada es necesario solicitar en la mecánica de suelos de los siguientes puntos:

1.-Límite Líquido, LL
2.-Límite Plástico, LP
3.- Indice de Plasticidad, PI
4.- Indice de Expansión, EI
5.- $ - # 200 (Porcentaje de suelo que pasa por la malla No. 200)
6.- % - 2M(Porcentaje de suelo fino a 2 micras)
7.- Porcentaje de Arcilla Fina %fc= $\left(\frac{\% - 2M}{\% - \#200}\right) \times 100$

Nota: Es importante que en todos los estratos se haga análisis de estos 7 puntos.

Concreto

f`c = 220kg/cm^2
Revenimiento:10-12cm(directo)
18cm (Bombeado)
Agregado MAX.: 20mm

Acero

Torón de presfuerzo plástificado de 172" diám. 270ksi, baja relajación. ASTM A416
La separación máxima entre los torones es de 5ft = 1.52m
El tensado es a 70% del RT, la elongación puede variar de acuerdo al recorrido del torón.

Firme

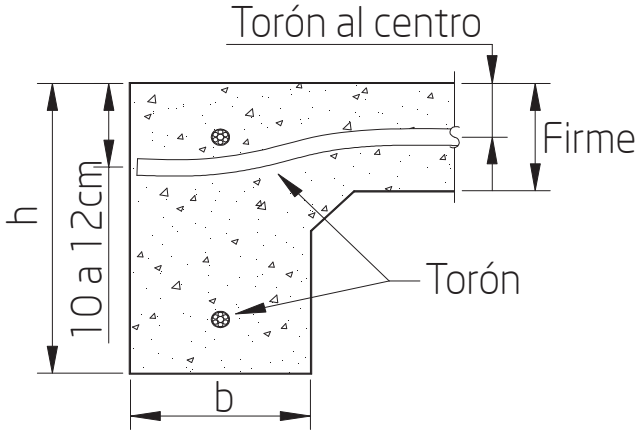
Espesor MIN.: 4in = 10cm

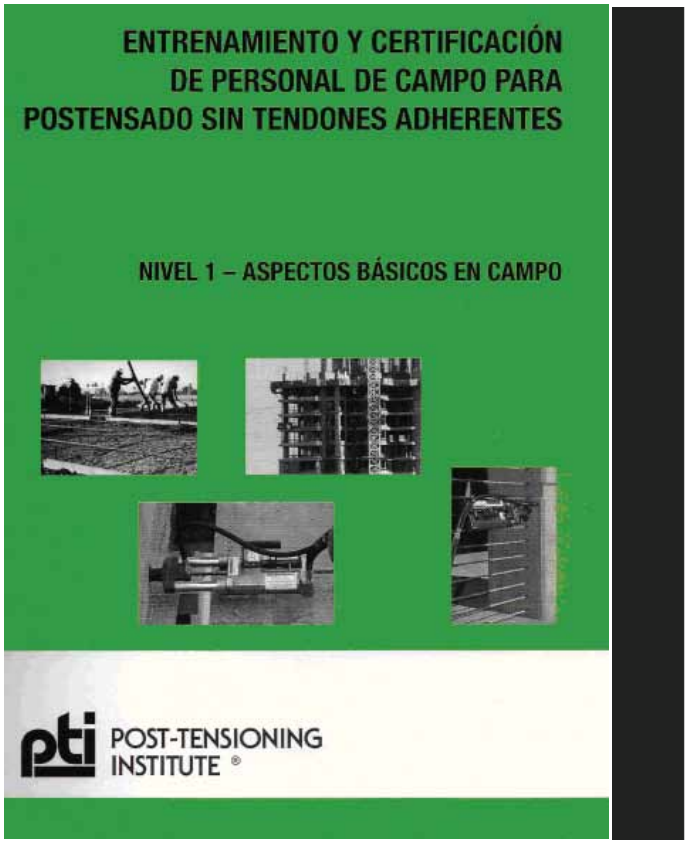
Contratrabes

Alto MIN. (h): 11in =27cm
Ancho MIN. (b): 6in = 15cm
Separación: no menor a 6ft = 1.80m
no mayor a 15ft = 4.50m

Tabla de Conversiones

1ft = 30.54cm
1in = 2.54cm
1kg/cm^2 = 14.2psi (lb/plg^2)





Standard Requirements for Analysis of Shallow Concrete Foundations on Expansive Soils

May 2008

pti POST-TENSIONING INSTITUTE ®
8601 N. Black Canyon Highway
Suite 103
Phoenix, Arizona 85021

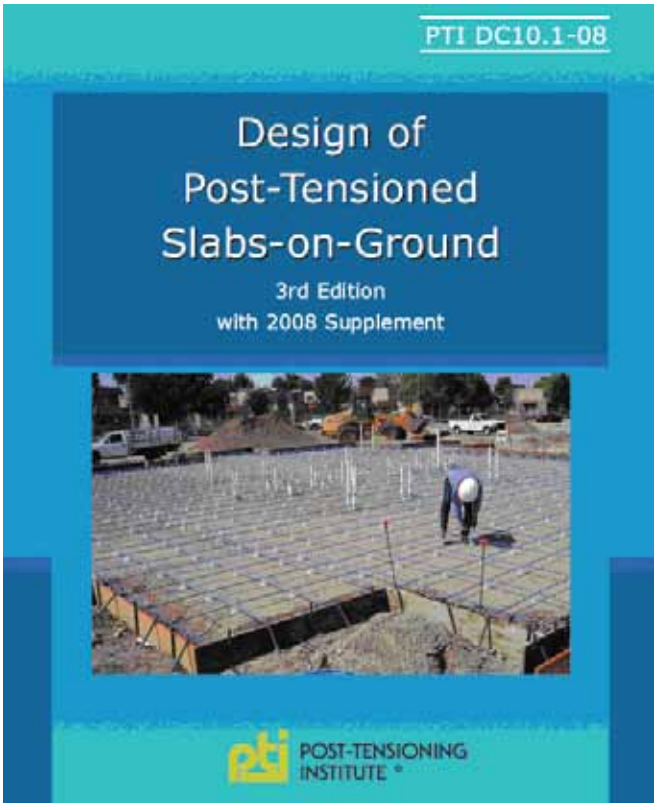
Telephone: (602) 870-7540
Fax: (602) 870-7541
Website: www.post-tensioning.org

Standard Requirements for Design of Shallow Post-Tensioned Concrete Foundations on Expansive Soils

May 2008

pti POST-TENSIONING INSTITUTE ®
8601 N. Black Canyon Highway
Suite 103
Phoenix, Arizona 85021

Telephone: (602) 870-7540
Fax: (602) 870-7541
Website: www.post-tensioning.org





ALAMBRE DE PRESFUERZO






VIGUETA PRETENSADA

¡AHORRO!
90% EN CIMBRA

25% COSTO CONTRA LOSAS TRADICIONALES

60% EN TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

TORÓN DE PRESFUERZO






APLICACIONES

ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

TRABES: AASHTO, DOBLE T, TRABES CAJÓN, PLACA ALVEOLAR, DELTAS, POSTENSADO DE TALUDES



Socios

ANIVIP

anippac

CANADEVI®



Plantas en México:
Monterrey | Ramos Arizpe | Saltillo | Puebla | Celaya | México | Morelia | Guadalupe | Mexicali | León | Querétaro
Plantas en E.U: New Braunfels, TX. | Houston, TX.

Llama sin costo al:

01 800.2235.333

deacero.com | jaraux@deacero.com

CLIMATE ACTION Member worldsteel ASSOCIATION

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL MEMBER

+VERDE