

# Postensado Multitorón



**DEL**<sup>®</sup>  
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

**MEXPRESA**

# Introducción

El Sistema de Presfuerzo, **DEL** es el resultado de una constante evolución de técnicas, equipos y materiales de presfuerzo, utilizados en la construcción de todo tipo de estructuras en México, donde ha sido desarrollado enteramente y donde tiene efecto su fabricación.

Desde 1982 el Sistema ha sido utilizado para la instalación de todas las modalidades DEL Presfuerzo a un ritmo superior a 1000 toneladas anuales de acero.

Este catálogo **DEL** está dedicado a la variedad del presfuerzo de POSTENSADO CON CABLES DE MÚLTIPLES TORONES y se presentan los materiales, equipos y técnicas de instalación inherentes, dentro de la más amplia gama de posibilidades ya sean fuerzas de tensado, como los tipos de anclajes adecuados a cada situación, lo cual puede proporcionar la respuesta apropiada a cualquier solicitud estructural.

El Sistema **DEL** todos sus componentes son 100% compatibles con los aceros de presfuerzo para torones contemplados por las principales normas internacionales vigentes (ASTM, DIN y BS) y están concebidos para obtener el mejor partido de dichos aceros. Lo mismo cabe decir de su compatibilidad con toda clase de procedimientos constructivos, desde los más tradicionales con obra falsa o trabes precoladas, a los más avanzados de construcción por dovelas (colados en voladizos sucesivos, dovelas precoladas, empujado, atirantado), estructuras metálicas y mixtas.

Las características y ventajas de los materiales y equipos **DEL** que se muestran en las distintas páginas de este catálogo, los hacen idóneos para su utilización por personal técnico de nivel medio de cualquier Constructora, requiriéndose simplemente una atenta observación de los Instructivos de cada caso.

El Sistema **DEL** cumple con las normas y recomendaciones Internacionales vigentes para aceptación de Sistemas de Presfuerzo.



\* Un cable, también llamado TENDÓN, se forma por agrupación paralela de TORONES, también llamados CORDONES, que a su vez consisten en una serie de ALAMBRES o HILOS trenzados, conforme a normas establecidas.

# Aplicaciones



## **En Traves, Losas y Columnas:**

Para resistir las flexiones y cortantes.

## **Puentes Construidos por Voladizos:**

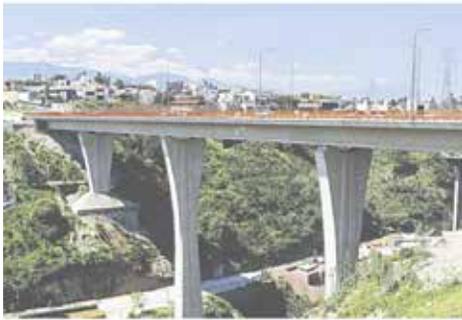
Para rigidizar la fase ya construida y para resistir las flexiones y cortantes en la fase de servicio.

## **Puentes Empujados:**

Para unir dovelas entre sí y para resistir las flexiones y cortantes durante el empujado y en servicio.

## **Puentes por Dovelas Prefabricadas:**

Para unir dovelas entre sí y para tomar flexiones y cortantes en servicio.



## **Puentes y otras Estructuras Atirantadas:**

Para soportar el peso de la Superestructura y resistir sus flexiones y cortantes.

## **Anclajes al Terreno:**

Para pre-comprimir una estructura con el terreno y evitar hundimientos y colapsos del mismo.



## **Silos, Tanques y Torres:**

Para resistir los empujes internos impidiendo fisuraciones.

## **Estructuras sobre el Agua:**

Para anclarlas al fondo.

## **Izajes, Descensos y Desplazamientos de Cargas:**

Para fijarlas en los puntos de amarre.

## **Unión de Elementos Estructurales:**

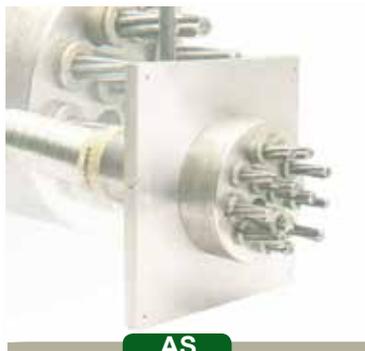
Para evitar su movimiento relativo



## Ventajas

- Fuerzas de tensado de hasta 1200 toneladas.
- Escala de gatos adaptada a los cables de composición más usual.
- Gatos con amarre y desamarre frontal, simultáneo y automático con acuífado hidráulico.
- Mínimo desperdicio de cable; puntas de tensado de 25 cm.
- Velocidad de operación: tensado de un cable 12 T 1/2" en 5 minutos.
- Optimo peso, tamaño, manejabilidad y durabilidad de los equipos.

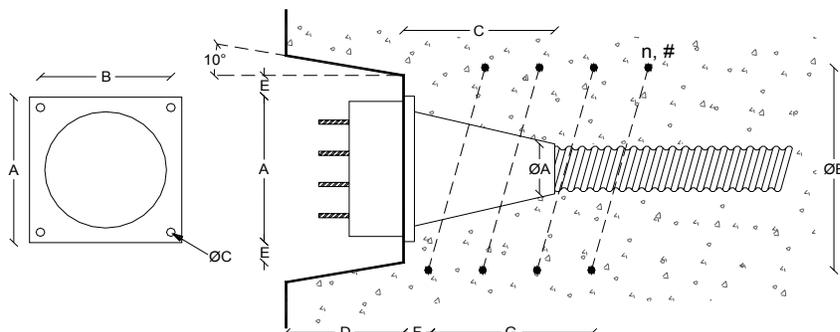
## Anclajes



AS

### Anclaje Activo

Los anclajes activos o móviles son los que van situados en el extremo de los cables desde el que se aplica la fuerza de tensado.



Anclaje AS

Anclaje AS

Tipo	Fuerza	A	B	C	D	E	F	G	ØA	ØB	ØC	n	#
4-5	60	140	120	139	108	20	25	175	48	195	5/32"	4	4
7-5	105	180	160	160	110	20	25	250	63	265	5/32"	7	4
9-5	135	210	190	190	110	20	25	270	68	305	5/32"	4	5
12-5	180	250	225	225	110	25	30	285	73	350	5/32"	5	5
15-5	225	290	260	260	115	30	35	310	88	410	9/32"	9	5
19-5	285	310	280	280	120	30	35	340	98	450	9/32"	9	5
23-5	344	350	315	315	125	35	40	410	103	470	9/32"	10	5
28-5	419	390	350	350	130	40	50	500	108	510	9/32"	12	6
31-5	464	410	370	370	135	40	55	555	113	565	9/32"	13	6
37-5	554	430	390	390	140	45	65	560	133	620	9/32"	14	6
4-6	85	180	160	150	110	20	25	220	53	235	5/32"	6	4
7-6	149	210	190	170	110	20	25	255	63	270	5/32"	8	4
9-6	191	250	225	225	110	25	30	305	78	280	5/32"	5	5
12-6	255	290	260	260	115	30	35	310	88	410	9/32"	9	5
15-6	319	320	290	290	125	30	40	400	98	465	9/32"	9	6
19-6	404	360	325	325	130	35	50	480	108	520	9/32"	13	6
28-6	595	440	395	395	140	44	70	710	118	600	9/32"	13	6
31-6	659	470	425	425	145	50	80	785	123	670	9/32"	14	6
37-6	786	510	460	460	150	55	95	940	143	740	7/16"	16	8
55-6	1168	620	560	560	155	65	140	1400	168	890	7/16"	18	8

NOTA:

Fuerzas nominales, en Ton = Capacidades  
Dimensiones en mm.

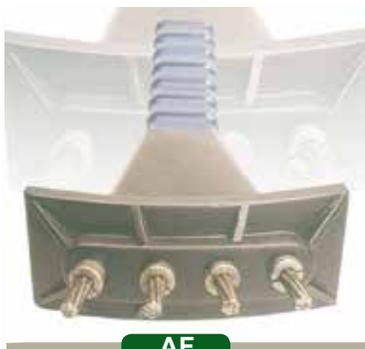
Reforzo de reventamiento (n,#), a instalarse sólo cuando el diseño no lo prevé.  
Tipos no listados, se suministran bajo pedido.



AR

### Anclaje Activo con Rosca

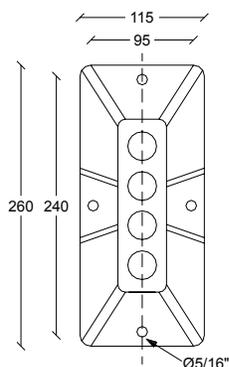
Se usan cuando el Proyecto exige ajustes en la fuerza de tensado posteriormente al gateo.



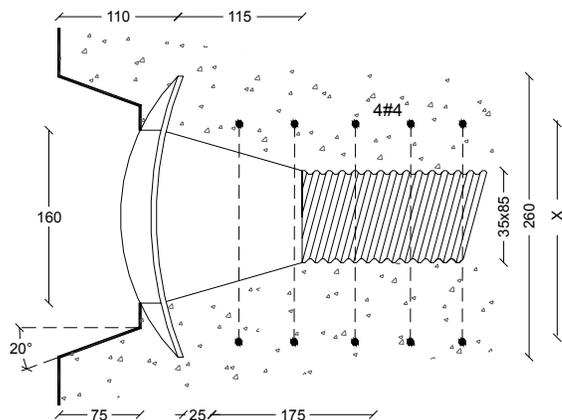
AF

### Anclaje Activo para tendones planos

Usados normalmente en trabajos de solidificación (losas de entrepiso postensadas) y en puentes, para tensado transversal de la losa superior de secciones de concreto en cajón. Postensado torón por torón.



Anclaje AF



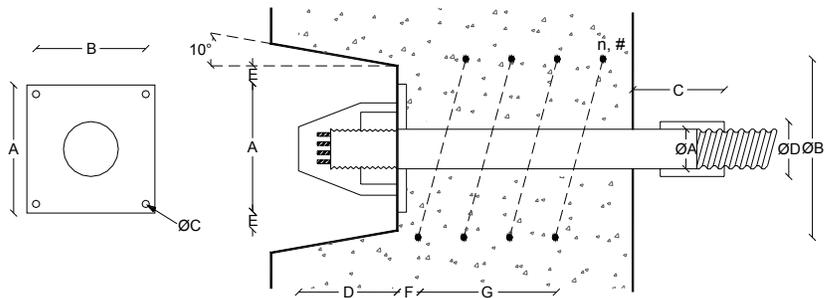
NOTA: AR y AF Iguales a los AS, con dimensiones en D dependiendo del proyecto.



**AE**

### Anclaje Activo para postensado

Diseño especial para trabajar ante sollicitaciones dinámicas en los extremos de tendones externos y asegurar la correcta protección anticorrosiva.



**Anclaje AE**

NOTA:

Fuerzas nominales, en Ton = Capacidades

Dimensiones en mm.

Refuerzo de reventamiento (n,#), a instalarse sólo cuando el diseño no lo prevé.

Tipos no listados, se suministran bajo pedido.

Dimensiones no listadas, cómo en AS.

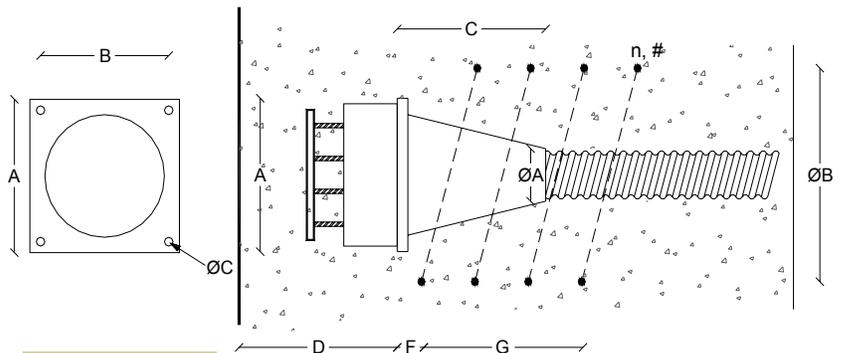
Anclaje AE																				
Tipo	4-5	7-5	9-5	12-5	15-5	19-5	23-5	28-5	31-5	37-5	4-6	7-6	9-6	12-6	15-6	19-6	28-6	31-6	37-6	55-6
Fuerza	60	105	135	180	225	285	344	419	464	554	85	149	191	255	319	404	595	659	786	1168
C	100	115	131	157	183	187	187	187	254	262	115	135	151	183	183	183	252	252	262	312
ØA	48	60	73	89	114	114	114	114	168	168	60	73	89	114	114	114	168	168	168	219
ØD	60	75	91	107	137	137	137	137	194	202	75	91	111	143	143	143	202	202	202	252



**PC**

### Anclaje Pasivo con Cabezas

Se usan en el lado desde el cuál no se tensa, cuando no se admiten los PA, ni existe acceso para utilizar los AS como pasivos.



**Anclaje PC**

NOTA:

Fuerzas nominales, en Ton = Capacidades

Dimensiones en mm.

Tipos no listados, se suministran bajo pedido.

Dimensiones no listadas, cómo en AS.

Anclaje PC																				
Tipo	4-5	7-5	9-5	12-5	15-5	19-5	23-5	28-5	31-5	37-5	4-6	7-6	9-6	12-6	15-6	19-6	28-6	31-6	37-6	55-6
Fuerza	60	105	135	180	225	285	344	419	464	554	85	149	191	255	319	404	595	659	786	1168
D	148	150	150	150	155	160	165	170	175	180	150	150	150	155	160	160	180	185	190	200

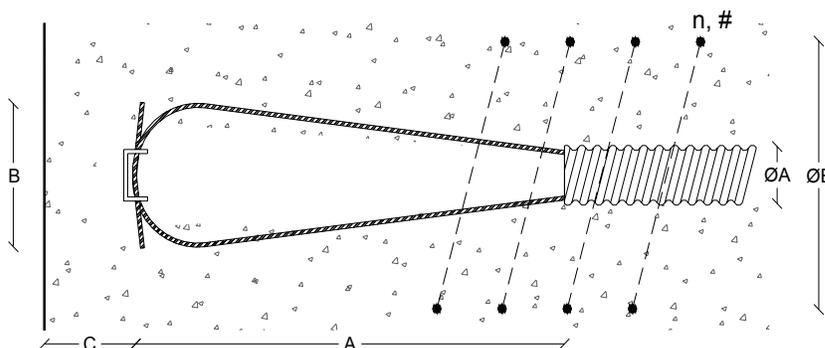
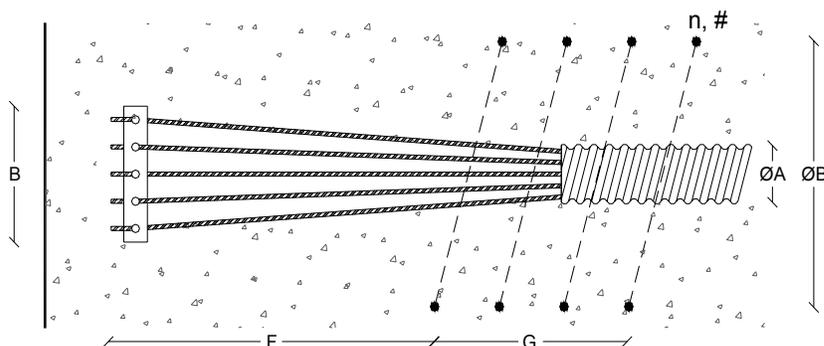
# Materiales



## Anclaje Pasivo por adherencia

Pasivos o fijos, se usan cuando el proyecto sólo exija el tensado desde un extremo del cable.

Si existe espacio para la longitud de adherencia, los PA son los más apropiados.



Anclaje PA

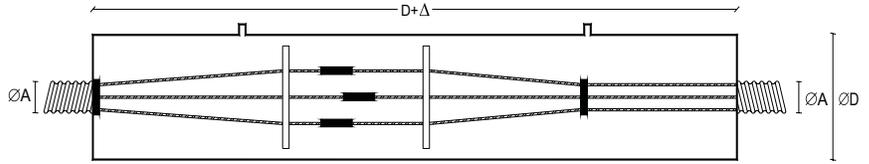
Anclaje PA																				
Tipo	4-5	7-5	9-5	12-5	15-5	19-5	23-5	28-5	31-5	37-5	4-6	7-6	9-6	12-6	15-6	19-6	28-6	31-6	37-6	55-6
Fuerza	60	105	135	180	225	285	344	419	464	554	85	149	191	255	319	404	595	659	786	1168
A	600	600	700	700	800	800	900	1100	1200	1300	600	700	800	800	900	900	1300	1300	1400	1500
B	100	180	250	300	346	480	585	710	785	935	150	200	262	346	430	510	794	878	1046	1550
C	70	70	70	70	70	70	100	100	100	100	70	70	70	70	70	100	100	100	120	120
F	450	450	500	550	600	610	710	942	1110	1110	450	500	604	642	700	742	1095	1095	1130	1190
G	200	200	240	264	316	316	316	316	316	380	200	240	272	316	316	316	405	450	535	795
ØB	170	170	200	220	260	260	260	260	260	310	170	200	230	260	260	260	385	425	500	750
n	5	5	5	6	8	8	8	8	8	9	5	5	7	8	8	8	10	11	13	19
#	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	4	5	5	5	5	5	6	6	8	8

NOTA:  
 Fuerzas nominales, en Ton = Capacidades  
 Dimensiones en mm.  
 Refuerzo de reventamiento (n,#), a instalarse sólo cuando el diseño no lo prevé.  
 Tipos no listados, se suministran bajo pedido.

# Acopladores



**M**



$\Delta$  = Alargamiento del tramo de cable entre su anclaje pasivo y el acoplador

**Acoplador M**

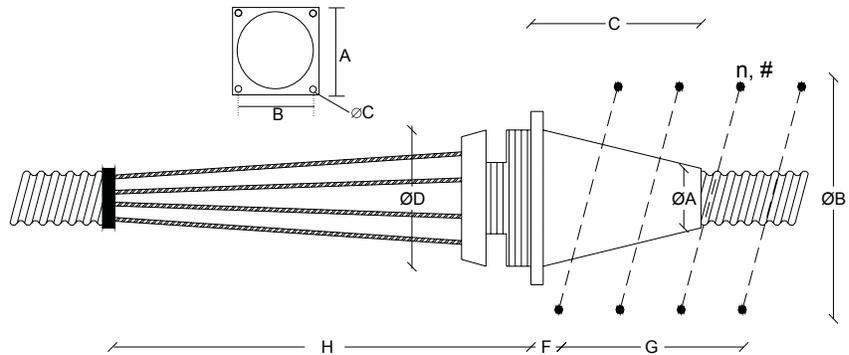
## Móviles "M"

Se utilizan para prolongación de cables de postensado.

Acoplador M																				
Tipo	4-5	7-5	9-5	12-5	15-5	19-5	23-5	28-5	31-5	37-5	4-6	7-6	9-6	12-6	15-6	19-6	28-6	31-6	37-6	55-6
Fuerza	60	105	135	180	225	285	344	419	464	554	85	149	191	255	319	404	595	659	786	1168
D	350	350	360	372	505	600	640	735	784	791	350	380	430	505	600	685	915	990	1140	1595
ØD	112	114	178	205	233	233	280	312	328	344	114	178	200	232	265	288	352	376	408	496



**F**



NOTE:  
A,B,C,D,F,G,ØA,ØB,ØC, n,# as for AS

**Acoplador F**

## Fijos "F"

Se utilizan para unión postensada de elementos de concreto presfuerzo (anclajes de continuidad).

Acoplador F																				
Tipo	4-5	7-5	9-5	12-5	15-5	19-5	23-5	28-5	31-5	37-5	4-6	7-6	9-6	12-6	15-6	19-6	28-6	31-6	37-6	55-6
Fuerza	60	105	135	180	225	285	344	419	464	554	85	149	191	255	319	404	595	659	786	1168
H	1221	1276	1451	1566	1620	1652	1977	2159	2250	2250	1252	1327	1561	1678	1805	1886	2341	2471	2562	3277
ØD	100	140	170	200	210	260	300	330	350	370	110	170	185	210	240	275	335	365	400	500

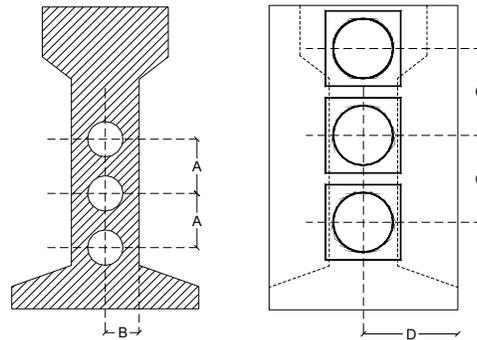
# Ductos



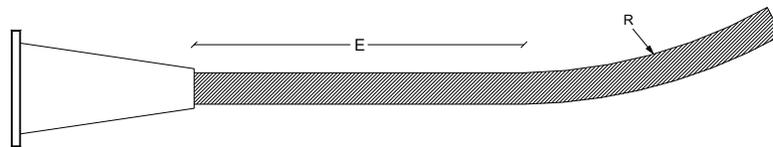
En el postensado Multitorón adherente, el ducto para formar el hueco para el paso del cable debe ser metálico o plástico y engargolado.

De esta manera se garantizan tanto la estanqueidad del hueco destino del cable durante el colado, como la transmisión de la adherencia acero-cemento de concreto, una vez fraguada la lechada de inyección.

Para este tipo de cable existe el ducto engargolado del diámetro adecuado, como se aprecia en la tabla de cables.



NOTA:  
 Fuerzas nominales, en Toneladas = Capacidades  
 Dimensiones en mm.  
 Peso del cable + Ducto  
 Cemento necesario para inyección  
 ØDucto Nominal = Interior



## Ductos D

Ductos D																					
Tipo	4-5	7-5	9-5	12-5	15-5	19-5	23-5	28-5	31-5	37-5	4-6	7-6	9-6	12-6	15-6	19-6	28-6	31-6	37-6	55-6	
Fuerza	60	105	135	180	225	285	344	419	464	554	85	149	191	255	319	404	595	659	786	1168	
Ø Ducto	50	55	60	75	80	90	95	100	105	125	45	55	70	80	90	100	110	115	135	160	
A	80	95	105	110	120	130	135	140	145	165	85	95	110	120	130	140	150	155	175	205	
B	50	65	80	100	105	110	125	140	145	150	65	80	95	100	110	125	140	140	150	175	
C	160	200	240	270	310	330	370	410	430	450	200	230	270	310	350	380	460	490	540	640	
D	95	115	135	150	170	180	200	220	230	240	115	130	150	170	190	205	245	360	280	335	
E	600	800	900	1000	1000	1200	1200	1200	1400	1400	1000	1000	1000	1000	1000	1200	1400	1400	1600	2100	
R	3000	3000	3000	4000	4000	4000	4000	5000	5000	5000	4000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	6000	
Peso kg/ml	3.5	6	8	10	14	16	19	23	25	30	5	8.5	11	14	18	22	32	35	42	63	
Cemento kg/ml	1	2.5	3	4	5.5	6.5	7	7.5	8.5	13	1.5	2.1	4	5.5	7.5	8.5	9	10	15	22	

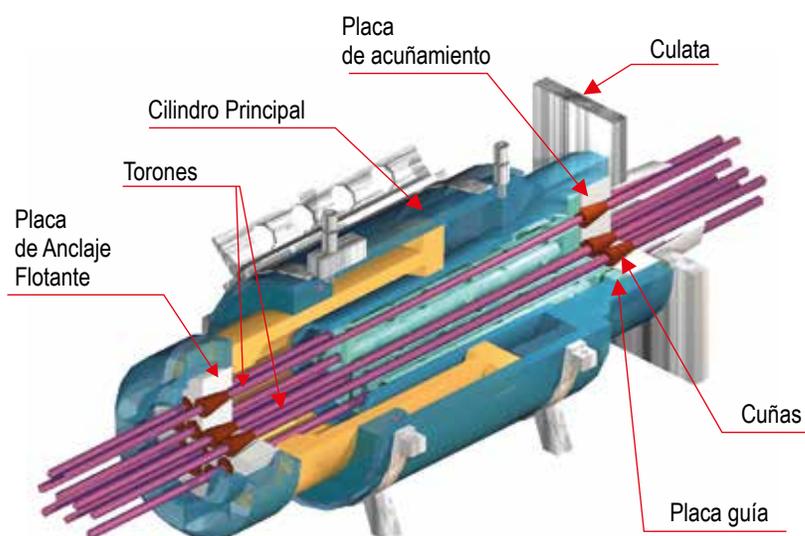
## Gatos



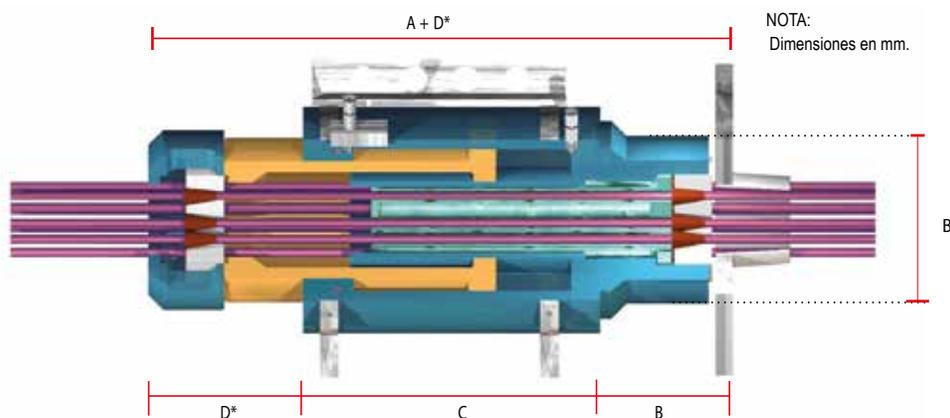
### Gato E

Existen dos líneas de gran rendimiento y durabilidad de los Gatos para tensado de cables de torón, con ó sin acuñado y soldado automático, de peso y tamaño adecuado para sus funciones y para los tamaños y longitudes de los cables.

Los Gatos multitorón más ligeros, más fáciles de manejar y de mantener. Estos ofrecen operación manual básica para acuñamiento y soldado semiautomático; la pérdida en el asiento esta limitada a 10 mm.



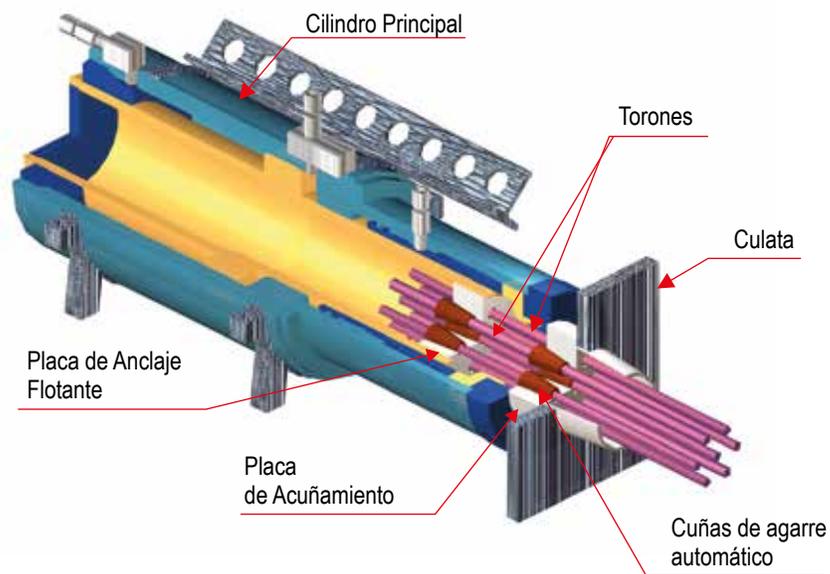
Gato E										
Modelo	Max. Cable		Area de Presión	Peso	A	B	C	D*	ØB	ØC
E-105	7-5		215.1 cm <sup>2</sup>	65 Kg	575	135	330	200	160	225
E-195	12-5	9-6	401.8 cm <sup>2</sup>	134 Kg	595	155	390	250	225	3000
E-285	19-5	12-6	589.0 cm <sup>2</sup>	250 Kg	730	165	505	320	250	375
E-420	28-5	19-6	854.6 cm <sup>2</sup>	415 Kg	785	180	535	335	285	465
E-555	37-5	28-6	1123.7 cm <sup>2</sup>	585 Kg	840	195	570	345	345	535





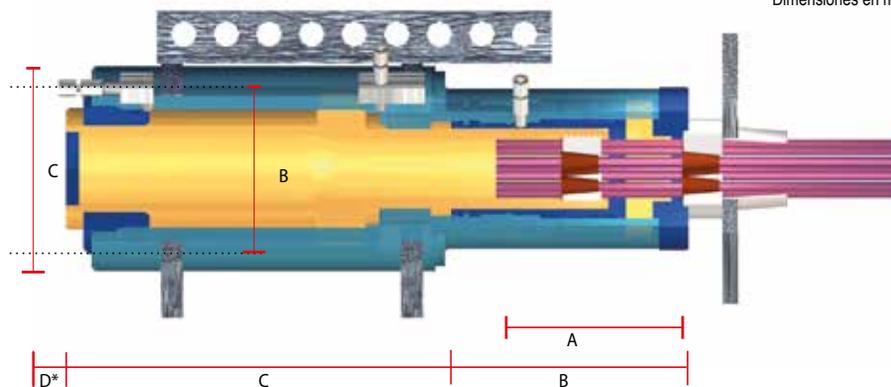
### Gato T

La línea de Gatos T son equipados con amordazados/soltado automático frontales y dispositivo de asiento de cuñas, realizan una operación de tensado/acuñado, en menos de 10 minutos y requieren puntas de torón de sólo 0.3 m para medidas normales de torón. Son la opción recomendada para tendones cortos y operaciones precisas de tensado, incluyendo control de pérdida en el asiento de las cuñas.



Gato T										
Modelo	Max. Cable		Area de Presión	Peso	A	B	C	D*	ØB	ØC
T-105	7-5		154.4 cm <sup>2</sup>	110 Kg	195	275	350	210	180	245
T-195	12-5	9-6	290.4 cm <sup>2</sup>	275 Kg	195	330	390	250	245	330
T-285	19-5	12-6	424.7 cm <sup>2</sup>	395 Kg	225	405	535	320	285	405
T-420	28-5	19-6	617.6 cm <sup>2</sup>	660 Kg	255	425	560	335	345	485
T-555	37-5	28-6	812.8 cm <sup>2</sup>	830 Kg	290	460	580	345	365	545
T-825		37-6	1213.2 cm <sup>2</sup>	1390 Kg	315	470	590	350	445	680
T-1170		55-6	1718.7 cm <sup>2</sup>	1940 Kg	330	475	600	355	525	795

NOTA:  
Dimensiones en mm.



## Unidad de Bombeo

Incluye todos los dispositivos de control hidráulico necesarios para la operación. Han sido diseñadas ergonómicamente para trabajo pesado y bajo mantenimiento. Pueden suministrarse con motor eléctrico o de gasolina.

### Bombas T

Tienen tres circuitos: para tensado, retracción y asentado de cuñas y ofrecen dos escalas para un control supresor. Se usan con gatos

ESPECIFICACIONES	T-690-4	T690-10	E-500- 4
Gatos que accionan:	T-105 AL 420	T-555 AL 1170	
Presión Nominal: (bar)	690	690	500
Gato Nominal (lt/min)	3.8	3.9 y 10.0	3.7
Tipo de Aceite			
Hidráulico (SAE)	10	10	10
Peso Neto (Kg)	490	252	210
Capacidad de Aceite (lt)	40	50	20
Dimensiones Exteriores (mm)	1150x750x1030	1308x850x1000	720x700x1050
Potencia Eléctrica requerida (kW)	10	20	4

### Bombas E

Doble circuito, para tensado y retracción; trabajan a presión de aceite medio-alto para menor mantenimiento en concordancia con su correspondiente Gato E.

(Corriente trifásica 220 ó 440 Volts)



## Inyectadora

La mezcla de cemento, agua y aditivos debe ser hecha bajo un control estricto de tiempo y velocidad de mezclado y no debe contener terrones ni burbujas de aire durante el inyectado dentro de los ductos.

Las inyectadoras **DEL** incluyen la operación de mezclado e inyectado en una simple pieza de equipo fácilmente maniobrable, con presiones hasta de 25 bar, sin presencia de burbujas de aire, usando cualquier tipo de cemento .



### ESPECIFICACIONES

Capacidad de Tanque:	100 lts
Velocidad de mezclado:	9 y 16.5 r.p.m.
Tipo de Bombeo	Flujo continuo
Volumen de Flujo:	12.5 l/min a 8 bar
Altura a la que se puede bombear la lechada de cemento:	80 m.
Peso en vacío:	350 Kg.
Dimensiones Exteriores:	1150 x 700x 1750 mm
Potencia Eléctrica requerida:	8 kW

(Trifásica a 220 ó 440 Volts)

## Insertadora



### ESPECIFICACIONES

Operación:	Hidráulica (2 velocidades)
Velocidad de inyección:	2 y 4 m/seg
Alcance:	200 mts.
Diámetro de Torón:	0.5" y 0.6"
Peso Neto:	356 Kgs.
Dimensiones Exteriores:	850 x 700 x 1340 mm
Potencia Eléctrica requerida: (Trifásica a 220 a 440 Volts.)	8 Kw

Se usa para colocar los torones dentro de los ductos cuando la colocación manual se dificulta. La máquina insertadora **DEL** de acción hidráulica ha sido usada con éxito con cables de más de 100 mts de longitud y en todos los diámetros y tipos de curvaturas.

## Engargoladora de Ductos

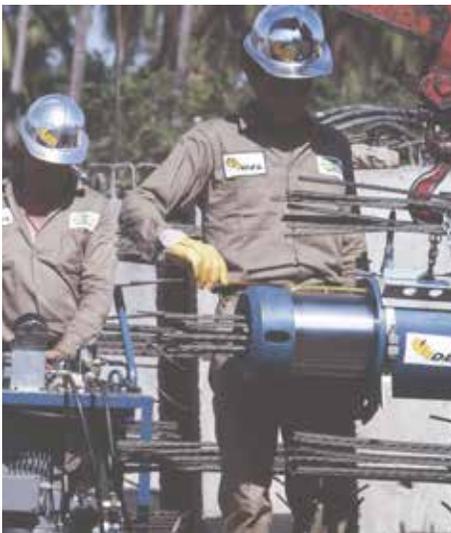
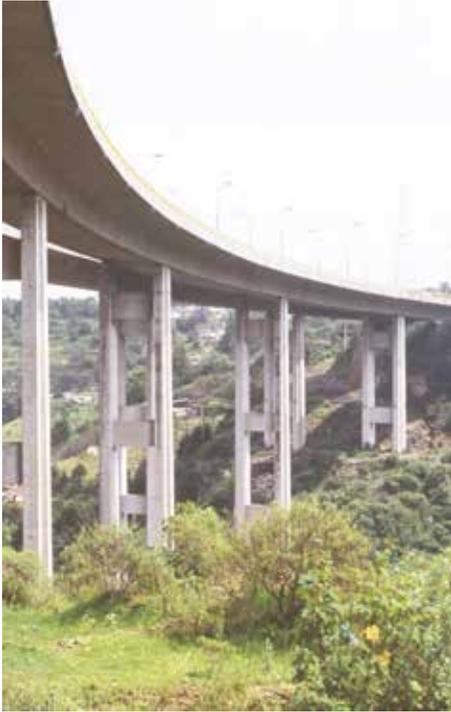


### ESPECIFICACIONES

Capacidad de Producción	1500 m / 8 hrs (Ø 45) 800 m / 8 hrs (Ø 160)
Longitud de Tramo:	6 m.
Peso Neto:	500 Kgs.
Dimensiones Exteriores:	1500 x 650* x 1050mm *Agregar un contenedor para tramos de 6m
Potencia Eléctrica requerida: (Trifásica a 220 a 440 Volts.)	Máquina Principal: 12Kw Cortadora: 1Kw

Nota: Los materiales que figuran en este catálogo son los de las líneas **DEL**.  
Para capacidades dimensiones o equipos específicos diferentes, contactar a los Servicios de Ingeniería **DEL**.

# Instalación



A continuación se da una serie de recomendaciones para llevar a cabo, en forma completa, un trabajo de postensado multitorón, desde las previsiones hasta la recepción final de los trabajos.

La lista no es exclusiva de elementos de concreto. Para el caso de presforzado de otros elementos o para otras aplicaciones del Postensado Multitorón, **DEL** proporcionará el asesoramiento precedente.

## ¿Qué Suministra el Proyecto?

Un diseño correcto debe incluir como mínimo, en planos y especificaciones:

- Definición geométrica de cada uno de los cables: Trazo del eje y posición de los anclajes y acopladores.
- Características del acero de presfuerzo: Resistencia a la tensión y área o diámetro nominal.
- Función de los anclajes: Activos o Pasivos
- Definición del refuerzo local en las proximidades de los anclajes: Refuerzo de revestimiento.
- Secuencia del tensado e Inyectado
- Fuerza de gateo (máximo) y de acuñado (mínimo) para cada extremo de tensado.
- Variación esperada de fuerza de tensado a lo largo de cada cable, por fricción, en el instante del tensado y en tiempo infinito. De la primera se deduce el alargamiento esperado del cable.
- Características del concreto: Consistencia y resistencia a la compresión, requerida para poder tensar.
- Definición de la Inyección de ductos\*:
- Proporcionamiento y tipo de cemento y agua.
- Propiedades exigibles a los aditivos en su caso.
- Presión de Inyección.
- Deformaciones esperadas de la estructura presforzada.

En las tablas anteriores se indican las dimensiones necesarias para el diseño con el Sistema **DEL**



\* Nota: El proyecto puede exigir una inyección distinta a la mezcla de concreto. En tal caso **DEL** proporcionará el material, equipo y/o asesoramiento adecuado

## Manejo y Almacenamiento

- El torón de presfuerzo se suministra en rollos. Estos no deben ni desbaratarse ni someterse a la intemperie, para lo cual deben ser almacenados sobre bases que impidan su vuelco y en local cubierto. Si el ambiente exterior es demasiado húmedo o salino, se debe aplicar aceite soluble a la capa exterior del rollo.
- Cada rollo de torón debe tener su identificación y su reporte de características (como mínimo: Diámetro, área nominal, peso unitario, y curva de esfuerzo-deformación hasta la rotura). Estas características se requieren en distintos momentos de la instalación.
- Los anclajes, ductos, acopladores y materiales complementarios deben estar, asimismo, preservados de la acción de la intemperie y almacenados de forma que se eviten daños a las piezas.
- Las instalaciones de obra deben incluir también un espacio cubierto donde puedan resguardarse los equipos y donde se les puedan practicar las operaciones de mantenimiento.

## Colocación de Materiales

Deben realizarse conjuntamente con el ARMADO de los elementos a colar. La secuencia más común es la siguiente:

1. Trazado de los cables y colocación de siletas para los ductos. Para esta operación deben estar ajustados los moldes, a los cuales se refieren las distancias que definen sus trayectorias en el Proyecto. En las tablas se señalan los diámetros exteriores de los ductos.
2. Habilitado, tendido y cierre estanco de ductos engargolados. Los tramos de ducto se empatan por medio de coples a los cuales se enroscan. Después se sellan todas las uniones y todos los puntos para prevenir que pudiera entrar el cemento en el momento del colado, mediante cintas para unión.
3. Colocación de culatas de anclaje y refuerzos de reventamiento. Cada culata debe ir fijada al molde que forma la cara del concreto en el extremo del anclaje. Este

molde debe llevar la inclinación que marque el Proyecto con el fin de que la cara de concreto sea perfectamente perpendicular a la trayectoria del cable. El extremo del ducto engargolado se introduce en el cono de anclaje y la unión se sella con cinta. Si el Proyecto no define el refuerzo de reventamiento, se coloca el recomendado en las tablas de ANCLAJES.

4. Colocación de aditamentos para inyección. Los respiraderos se amarran a los ductos en los siguientes puntos:
  - En los extremos.
  - Cada 20 metros del ducto.
  - En los puntos altos cuando el cable tiene varias curvaturas.Las boquillas se colocan en los orificios previstos en las culatas de anclaje. En ambos casos se conectan ductos para la salida de la mezcla.

En el caso de utilizar anclajes pasivos ahogados en el concreto (PA o PC), debe colocarse el cable dentro del ducto antes del colado. En ese caso, dependiendo de los medios de izaje con que se cuente en la obra, se puede pre-insertar el cable y colocar el conjunto cable-ducto. La colocación de acopladores sigue los mismos pasos que la de anclajes, con ciertas instrucciones de preparación que DEL proporciona con el suministro.

## Colado

Si no están previamente insertados los torones dentro de los ductos es necesario rellenar éstos con camisas de poly-ducto o similar para evitar que, si llega a introducirse cemento, éste llegue a taponar el ducto. A las 2 horas de terminado el colado, se procede a mover las camisas en el interior de los ductos para pulverizar cualquier residuo de cemento en el interior.

El vibrado debe ser muy cuidadoso, para evitar golpear los ductos y, en las proximidades de los anclajes, para asegurar que no queden huecos que podrían provocar hundimientos al tensar. También debe vigilarse extremadamente para no dañar los ductos de salida del cemento de inyección. De ser posible es preferible el vibrado de contacto con los moldes.

## Tensado

La secuencia de operaciones es la siguiente:

1. Se cortan las puntas de los cables a una distancia de 40 cm. de la placa de reparto (70 cm. si se prevé la posibilidad de destensar) del lado del anclaje activo y de 15 cm. del lado del anclaje pasivo, se eliminan los sobrantes de ducto que hayan quedado en el interior de los conos de anclaje y se coloca la placa de anclaje con sus cuñas.
2. Se coloca el marco portante, la placa de acuñado y luego el gato, estando éste suspendido del dispositivo que lleva para el efecto.
3. Se efectúa el tensado por escalones graduales de presión hidráulica de 100 Kg./cm<sup>2</sup> o 100 bar, según las unidades del manómetro. Ello se hace simplemente accionando la palanca de TENSADO de la unidad de bombeo. El amarre de los torones tiene lugar automáticamente.
4. Durante el tensado se anotan los desplazamientos parciales del pistón en todos los escalones, excepto el de 0 a 100 Kg./cm<sup>2</sup>, el cual se obtiene como el promedio de todos los parciales de 100 Kg./cm<sup>2</sup>, con lo que se absorbe el desplazamiento aparente causado por el acomodo inicial del gato y del cable.
5. La suma de todos los parciales da el alargamiento real del cable relativo a la estructura, el cual debe constatarse con el alargamiento esperado, que se deduce de los datos del Proyecto y de las características del torón (ver Manejo y Almacenamiento).
6. Se realiza el acuñado, simplemente accionando la palanca de ACUÑADO de la unidad de bombeo. La presión hidráulica puede observarse en el manómetro y sube hasta un límite previamente fijado, inferior a 200 Kg./cm<sup>2</sup>.
7. Se regresa el pistón, simplemente accionando la palanca de RETROCESO de la unidad de bombeo. El desamarre se realiza automáticamente al final del retroceso, quedando el gato listo para tensar de nuevo.

## Inyectado

Una vez aprobado el tensado por la Supervisión y en un plazo que no conviene exceda de una semana:

1. Se cortan las puntas a una distancia de 3 cm. de las cuñas.
2. Si el elemento de concreto que se presfuerzó lleva cajetines en los extremos de anclaje, éstos se cuelan con concreto de por lo menos 250 Kg./cm<sup>2</sup>. para formar los tapones para la inyección. Si no los lleva, se colocan capuchas atornilladas a las placas de reparto, que cumplen la misma función.
3. Se introduce aire comprimido por uno de los ductos de inyección (En ocasiones el Proyecto no lo requiere).
4. Se conecta la inyectora a uno de los ductos de inyección.
5. Se bombea agua a través del ducto. De esta manera se facilita el posterior paso de la mezcla.
6. Se pasa la mezcla a la cubeta de inyección, donde se mantiene agitada en forma automática.
7. Se bombea la mezcla hasta que salga con su propia consistencia por todos los ductos del cable que se inyecta. En ese momento se procede a cerrarlos sin detener el bombeo, con lo cual sube la presión. Cuando ésta alcanza 8 Kg./cm<sup>2</sup>. o el valor indicado en el Proyecto, se cierra el conducto de entrada y se desconecta. El bombeo se puede interrumpir en cualquier momento haciendo reciclar la mezcla a la cubeta de inyección.



# MEXPRESA

Av Nativitas 429 • 16090 Xochimilco, CDMX • México  
Tel: +(52)(55) 5334 0330  
E-mail [mexpresa@mexpresa.com](mailto:mexpresa@mexpresa.com)  
[www.mexpresa.com](http://www.mexpresa.com)

