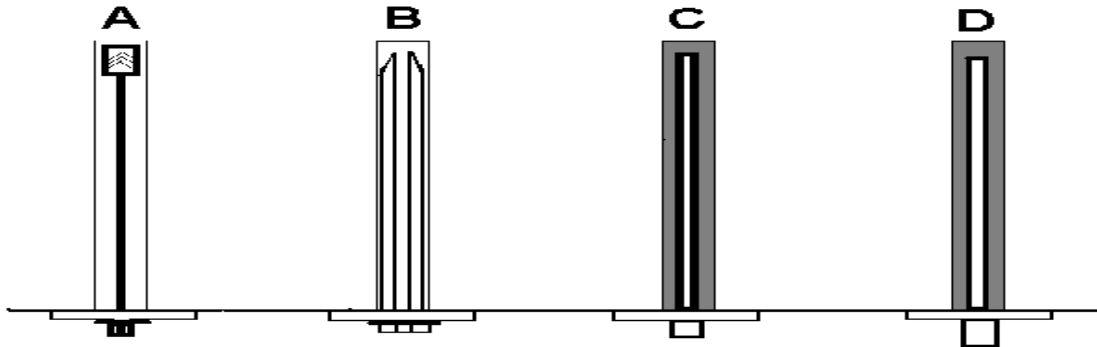


ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EL SOSTENIMIENTO DE TERRENOS

Tipos Comunes de Elementos para Sostenimiento de Terrenos;

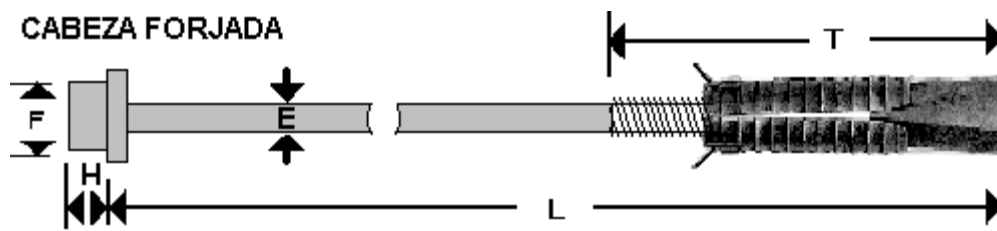


A-Perno con Anclaje **B**-Estabilizadores de Fricción **C**-Barra de Construcción **D**-Cable de Acero

Los tipos de elementos más comunes en el sostenimiento de terrenos son los Pernos con Anclajes Expansivos, Estabilizadores de Fricción, Pernos deformados cementado con resina o cemento y los Cables de Acero. En la selección de los elementos para sostenimiento es muy importante tener un conocimiento de las funciones y las resistencias de cada elemento. También toma en cuenta la altura de los labores, el tipo de roca y su clasificación, el tipo de maquinaria disponible, el tiempo de vida útil de la labor, etc.

➤ PERNOS PARA ROCA CON ANCLAJE DE EXPANSIÓN 5/8"

Un Perno para roca con Anclaje de Expansión controla el movimiento o el desplazamiento de la masa rocosa induciendo la presión de la tensión de la barra entre el anclaje y la platina de apoyo. Este tipo de soporte produce una tensión de aproximadamente 3.5 toneladas y tiene una resistencia en tracción máxima de 12,5 toneladas.

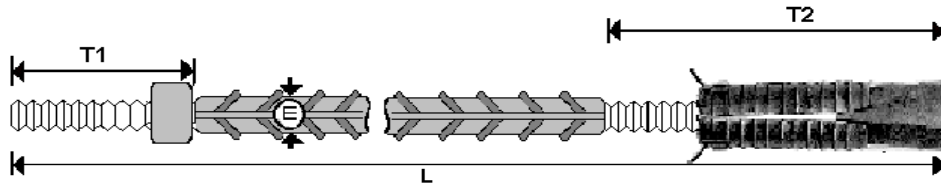


L	Longitud según especificaciones	+/- 6,4mm
T	Roscas 139,7mm (5 1/2")	5/8" - 11 NC laminada
H	Altura de la cabeza, min.,	0,476"
F	Espesor de la cabeza,	1,088" a 1,125"
E	Diámetro de la barra,	9/16" 0,559" +/-0,007"

ACERO - C1060 9/16" (14.3 mm)

Sección	Fluencia	Ruptura
mm ²	KN	KN
161	60.4	100.4

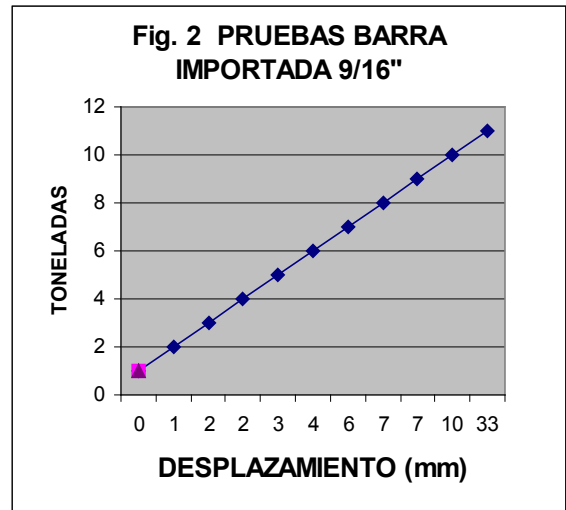
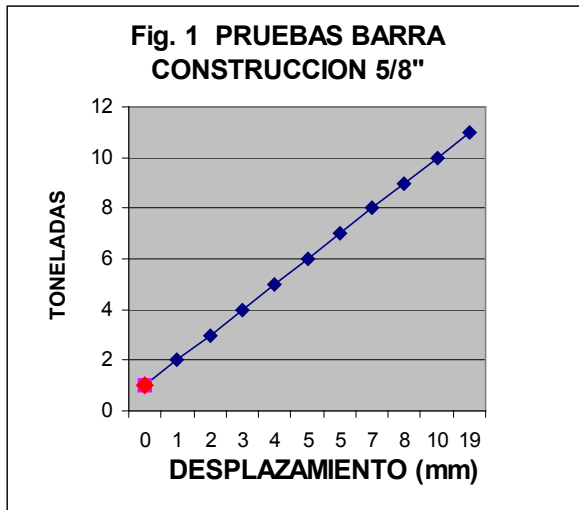
Hecho de Barra de Construcción, Grado 60, Diámetro Nominal 5/8"



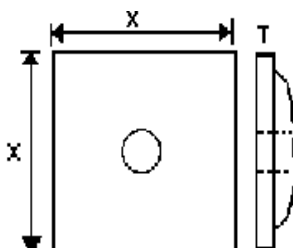
- E** Diámetro nominal 5/8" (15.8 mm)
- T1** Longitud de roscas 5/8" extremo de la tuerca 25 – 100 mm (1 – 4 pulgadas)
- T2** 5/8" x 140 mm (5 1/2 pulgadas)
- L** Longitud del perno en pies o metros + - 6.4 mm
- Tuerca** Grado 2, roscas 5/8" NC. x 1 1/8" cuadrada

Sección	Peso	Fluencia	Ruptura
mm ²	Kg/M	KN	KN
199	1.552	82.1	123.2

Comparación del Acero de Barra de Construcción De 5/8" y Barra Lisa de 9/16"



NOTA 1: En el gráfico **Fig. 1** se puede apreciar un desplazamiento total de 19 mm, ante una carga de 11 toneladas, en el gráfico **Fig. 2** para una carga de 11 toneladas se produce un desplazamiento total de 33 mm. NOTA 2: Estas pruebas fueron realizadas sólo con la barra de acero (sin anclajes). Las pruebas demostraron que la barra de construcción es más rígida que la barra lisa, por lo tanto, tiene menor elongación por su longitud.

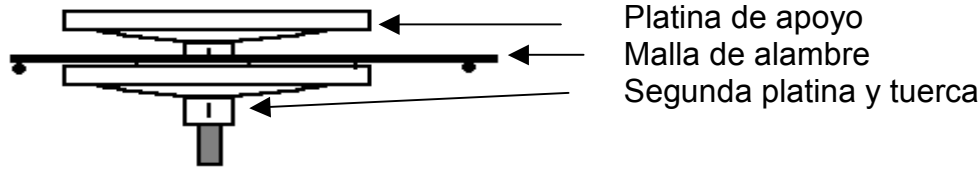


Platina De Apoyo;

Acero A36, 6 mm x 5 x 5", Tipo cúpula, hueco de 9/16 "

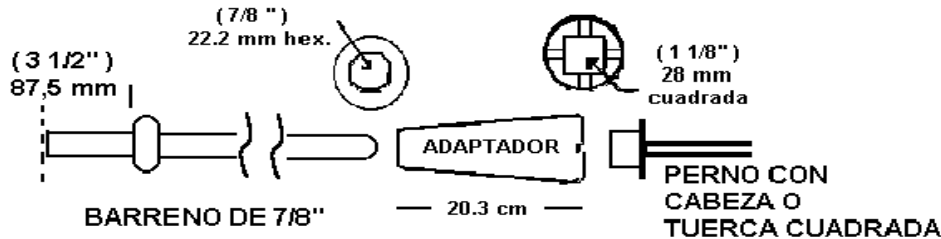
$T = 6 \text{ mm (1/4")}$, $X = 127 \text{ mm (5")}$

Platina y Tuerca Para la Instalación de la Malla de Alambre



Primero instalar los pernos para sostenimiento y después colgar la malla de alambre utilizando una platina y tuerca ajustadas por las roscas. Para éste trabajo los pernos necesiten roscas al extremo de la tuerca de por un mínimo de 76 mm (3 pulgadas)

Adaptador Para La Instalación De Pernos Con Anclajes



Se emplea para la instalación de los pernos con cabezas cuadradas o con tuercas de 29 x 29 mm (1 1/8" –cuadrada) Trabaja con un barreno corto de 7/8" hexagonal. Es muy importante cortar el colatín del barreno a 87 mm (3.5") para evitar el contacto con el martillo de la perforadora, evitando así la posibilidad de dañar los anclajes o tuercas de los pernos. Los pernos deben ser instalados con solamente la rotación del adaptador.

Instalación Típica;

- Diámetro de la perforación- 32 a 38 mm
- Profundidad de la perforación - Longitud del perno más 50 mm
- "Torque" torsión instalada - 136 - 272 NM (100 - 200 Ft. Lb.)



- camisa plástica
- alas de fricción

Al Instalar Los Pernos De Expansión;

- Revisar el estado del perno, las roscas y el anclaje
- Asegurar que los anclajes giren libremente
- Ajustar el anclaje al diámetro del taladro
- Sacar la camisa plástica del anclaje antes de insertarlo
- Se recomienda un "torque" y tensión adecuados

Relación Entre Torque (Torsión) Y La Tensión De Un Perno Para Roca :

$$P = C \times T$$

Tensión del perno kN = P = Tensión del perno en libras

Constante métrico = C = Constante estándar

"Torque" en NM = T = "Torque" en libra pies (Lb- Ft.)

(Tipo de perno)	CONSTANTES - MÉTRICO	ESTÁNDAR
Perno de 5/8" tipo cabeza forjada	.147	45
Perno de 5/8" punta roscada	.165	50
Roscas de 3/4" (barra corrugada)	.179	55

Ejemplos 6,975 Lb. = 45 X 155 Ft. - Lb.

31 kN = .147 X 211 NM

(Perno de 5/8" con cabeza forjada)

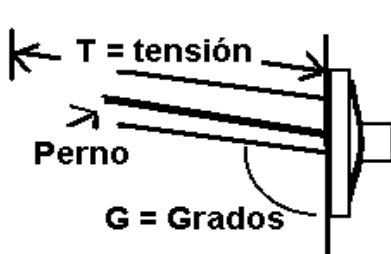
Recomendaciones referente a la Tensión al Momento de la Instalación;

ACERO DIÁM.	Fluencia MIN.		Tensión Instalada			
	(LBS)	(KN)	MIN.		MAX.	
C1060 9/16"	13,600	60.5	6,800	30.25	10,880	48.4

$$\text{kN} \times 225 = \text{Lbs} \times .00445 = \text{Kn}$$

Nota : Tensión del perno instalado = 50% - 80% de Fluencia del Acero

Pérdida de la Tensión y la Resistencia - Instalación Angulado;



Ejemplo -

Tensión de la instalación = 180 Ft. - Lb.

Acero C1060

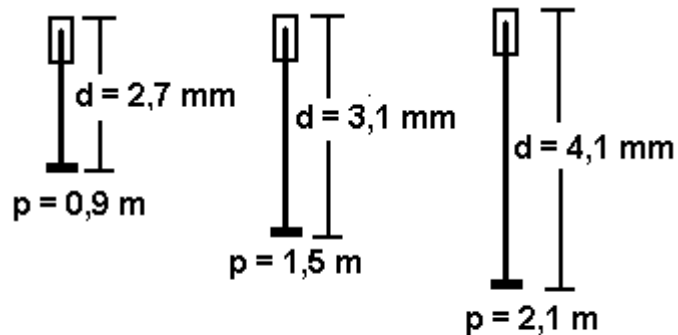
Cabeza forjada

TENSIÓN APLICADA (T)

RESISTENCIA

ANGULO (G)	(LBS)	(KN)	(LBS)	(KN)
0°	13,030	57.9	26,780	119.1
10°	10,280	45.7	25,690	114.3
20°	5,230	23.3	25,060	111.5
30°	3,280	14.6	23,050	102.6

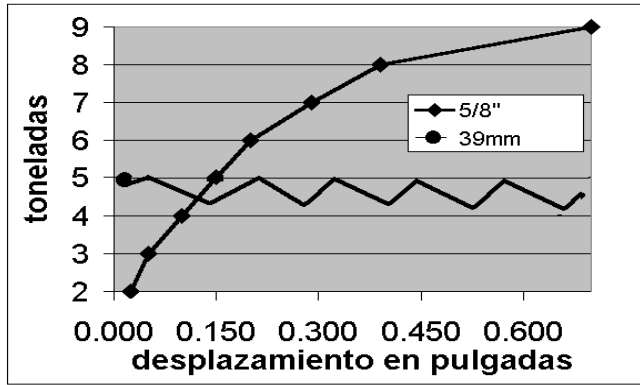
Elongación de Pernos con Anclajes



p = longitud del perno

d = elongación del acero a 6 Tn (13,227.6 Lb)

La elongación de los pernos con anclajes es un parámetro muy importante en su selección y en la capacidad de su carga de diseño. Por ésta razón es importante que en la instalación de los pernos con anclajes expansivos, éstos tengan una tensión adecuada en el momento de la instalación de 3 – 3,5 TN.



- ◆ Perno para Roca de 5/8", 1,5 m L, "Torque" de la instalación de 150 lb -Ft. anclaje de expansión.
- Estabilizador de Fricción, diámetro de 39mm, 1,5 m L, diámetro de la perforación 37 mm.

La gráfica arriba muestra las diversas características exhibidas en el transcurso de una prueba de arranque por los pernos para roca con anclajes y los estabilizadores de fricción cuando son instalados en situaciones similares, en lo que se refiere al tipo de roca.

➤ Estabilizadores de Fricción "Split Sets"

Estabilizadores de fricción, están constituidos por un trozo de tubo de acero más ancho que el diámetro de la perforación, además de ser cortado por el centro por toda su longitud.



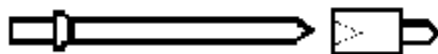
Dimensiones comunes - L = 1.5M (5'), 2.1M (7')

D = 39.5 mm

ACERO - Carga de Rotura 39mm = 11 toneladas

Diámetro del anillo - 8 mm espesor del acero – 2,5 mm

Empujadores Para La Instalación De "Split Sets":

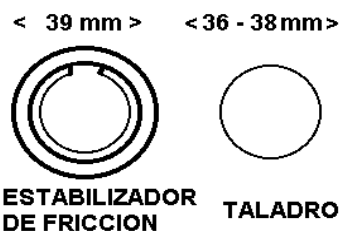


Tipo "Hembra", utilizado con Barreno Cónico - 7/8" o 1" Se puede cambiar la longitud del barreno para techos altos



Tipo "Estándar", para Perforadora - 7/8" mandril

Para Controlar La Calidad De La Instalación:



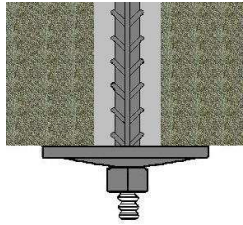
- Para un Estabilizador de 39 mm, se recomienda un diámetro de la perforación: 36 – 38 mm.
- Las Perforaciones de 90 grados con la superficie de la roca
- Las Platinas de apoyo bien ubicada, plana y bien pegado contra la roca
- Verificar la resistencia del "Split Set" durante la instalación
- La resistencia a la tracción: 1-1.5 toneladas por cada 305mm (1pie)

La resistencia de un estabilizador de fricción puede variar con;

1. Diámetro del taladro perforado
2. Tipo y calidad de la roca
3. Presencia de fallas y fracturas

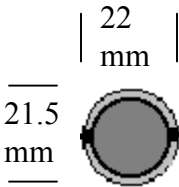


Pernos - Barra De Construcción Roscado

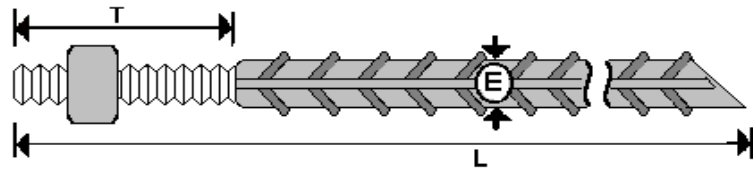


DESCRIPCIÓN: Pernos de Barra de Construcción, barras laminadas en caliente con resaltes, con roscas cortadas en un extremo para aceptar una tuerca cuadrada. Las roscas conformen con 3/4" – 10 NC o 1" – 8 NC.

TUERCAS: 3/4" x 1 1/8"
Cuadrada



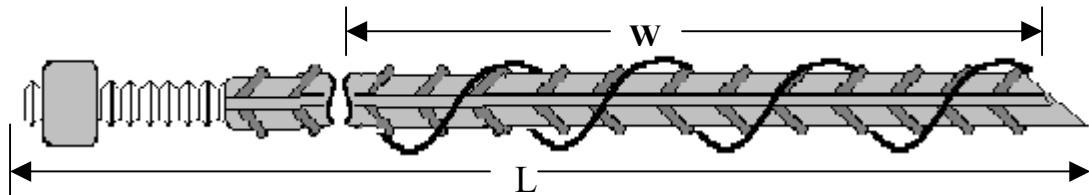
E Diámetro nominal de la barra 3/4" (19.01 mm)
Sección 284 mm²
L Longitud según especificaciones + - 6,4mm
T Roscas 3/4" - 10 NC X 150 mm (6")



ASTM A615-89 GRADO 60 400 MPa				
FLUENCIA		RUPTURA		MODULUS YOUNG
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi	N/mm ²
42.2	58,016	63.3	78,321	40,000
diámetro nominal mm (")	Sección mm ²	Peso Kg/M	Fluencia kN	Ruptura kN
19.1 (3/4")	284	2.235	113.5	153.2
25.4 (1")	510	3.973	201.1	271.5

Pernos de Barra de Construcción - Estilo "Posi-Mix"

Es un perno hecho de barra de construcción con punta roscada a la cual se le incorpora un alambre que envuelve en un extremo del perno.



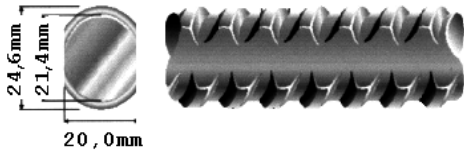
Este alambre cumple la función de mejorar el mezclado de los cartuchos de resina, y contribuye a incrementar la resistencia del perno.

W = 0,5 m L = Longitud del perno

➤ **BARRA HELICOIDAL**

DESCRIPCIÓN: (BH)- Barras laminadas en caliente con resaltes en forma de rosca helicoidal de amplio paso. El diseño de hilo permite colocar una tuerca que puede rodar longitudinalmente por los resaltes a lo largo de la barra.

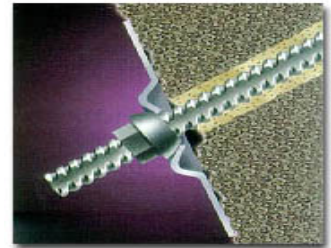
DIMENSIONES



DIAMETRO NOMINAL mm	MASA (*) Kg/M	PASO DEL HILO mm	ANCHO RESALTE mm
22	2.98	11.09 +0.1 / -0.2	3.6 +0.5 / -0.3



Tuerca Hemisférica



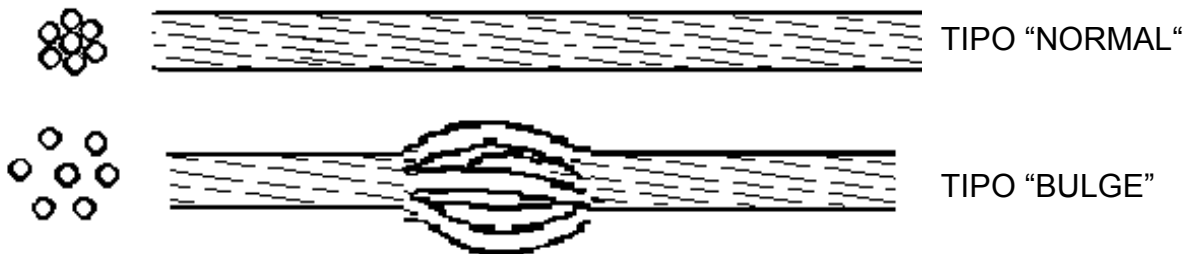
ASTM A615-89 GRADO 60 400 MPa				
FLUENCIA		RUPTURA		MODULUS YOUNG
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi	N/mm ²
42.2	58,016	63.3	78,321	40,000
diámetro nominal mm (")	Sección mm ²	Peso Kg/M	Fluencia kN	Ruptura kN
22.0 (7/8")	389	2.980	157.0	211.9

Barra Helicoidal

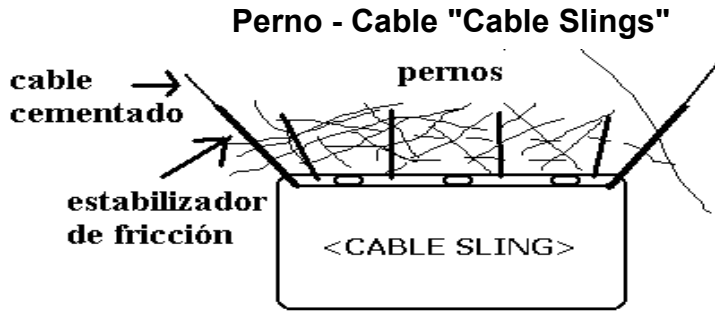
➤ **Cable De Acero Grado 270, ASTM A-416**

CABLE 5/8"- RESISTENCIA	Elasticidad (Kn)	Tracción (kN)
		176.0

Elongación promedia de 3.5% en 610mm
 Diámetro 15.2mm (0,600 ") 5/8"
 Pre-tensado / sin grasa



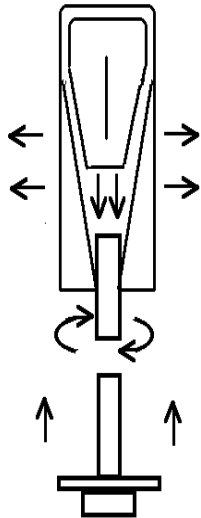
Otros tipos de Cables de Acero deformado, también disponible.



Existen un sistema combinado que utiliza Estabilizadores de Fricción y Cable de Acero "Cable Sling" compuesto de una sección de cable de acero cementado. Recomendado para sostener terrenos muy fracturados en galerías.

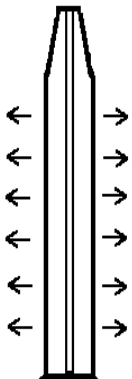
Efectos De Los Elementos De Sostenimiento

Pernos con Anclajes de Expansión



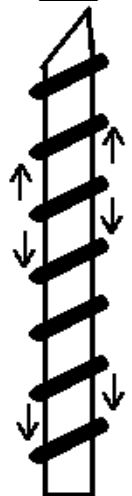
La acción de dar vuelta a la cabeza del perno hace que la cuña roscada se mueva a lo largo de la porción extrema roscada del perno, además de forzar las hojas laterales del anclaje hasta ampliar su diámetro y entrar en contacto con la pared del agujero perforado. Esto da lugar a una resistencia de fricción en el extremo del anclaje y produce así una tensión en el perno. Esta tensión es relativa a la cantidad de esfuerzo de torsión (torque) aplicada y del tipo de roca en que se apoyará. Los pernos para roca con anclajes se utilizan generalmente en las estructuras de roca masiva con bloques o estratificado. Se usa un adaptador con una caja de 28mm cuadrada y un barreno hexagonal de 7/8" para la rotación del perno para roca con anclaje.

Estabilizadores De Fricción



La fricción ejercida por los costados del perno lo mantienen en su lugar creando fuerzas que se extienden radialmente. Este proceso provee la fuerza de fricción que actúa previniendo el movimiento o separación del terreno. Se alcanzan valores de anclaje de 1 á 1.5 toneladas por cada 30,5 cm con éstos elementos, dependiendo principalmente del diámetro de la perforación efectuada, la longitud de la zona del anclaje y el tipo de la roca. Los estabilizadores se utilizan generalmente en roca severamente agrietada o fracturada sujeta a condiciones de baja tensión. Se usa un adaptador (empujador) para empujar el estabilizador dentro de la perforación.

Pernos Cementados (Lechada De Resina O Cemento)



Los pernos fabricados en barra construcción (fierro corrugado), el tipo helicoidal y Cables de Acero instalado en una lechada de resina o cemento resiste el movimiento del terreno debido a los puntos de contacto del enclavamiento mecánico del perno. La unión resina o lechada con la roca depende de las irregularidades encontradas dentro de la perforación y de la estructura de la roca. La resistencia de un elemento correctamente instalado de este tipo es aproximadamente 10 toneladas por 30.5 cm cuando está bien instalada en cartuchos de la resina, mortero o una lechada del cemento. La instalación de pernos cementados, es recomendado para todo tipo de estructuras de roca y especialmente en la instalación para el sostenimiento a largo plazo o donde la corrosión podría ser un problema.

Comparación de Los Sistemas de Sostenimiento para Roca

Tipo De Perno (Perforación Mm)	Acero		Capacidad 1,8 – 2 m kN**	Carga Diseño Anclaje 1 m kN***
	Fluencia kN*	Tracción kN*		
Perno anclaje 5/8" (9/16") C1060 (32 – 38 mm)	60,4	100,4	90	45
Perno anclaje 5/8" Gr 60 400 MPa (32 – 38 mm)	82,1	123,2	90	45
Estabilizador fricción 33 mm (30 – 32 mm)	N/A	97,9	50	25
Estabilizador fricción 39 mm (36 – 38 mm)	N/A	107,8	54	29
Swellex EXL 26 mm (32 – 39 mm)	72,9	88,2	99	45
Barra Helicoidal 22mm, Resina (32 – 36 mm)	157,0	211,9	235	118
Barra Helicoidal 22mm, Cemento (32 – 41 mm)	157,0	211,9	235	118
Barra construcción 19 mm, Resina (32 – 34 mm)	113,5	153,2	176	88
Barra construcción 19 mm, Cemento (32 – 41 mm)	113,5	153,2	176	88
Barra construcción 25,4 mm, Cemento (34 – 41 mm)	201,1	271,5	313	156
Barra construcción 25,4 mm, Resina (34 – 36 mm)	201,1	271,5	313	156
Cable de acero 15.9mm cementado (38 – 51 mm)	176,0	260,6	300	150

- * Especificaciones mínimas CAN/CSA - M430-90, ASTM F432-88, Informaciones de las fabricantes
 ** Longitud del perno 1,8 a 2 m, Roca competente con bloques o estratificada
 *** Longitud de la zona anclado = mínimo 1 M, Roca competente con bloques o estratificada, Carga de Diseño = capacidad del perno / 50% o con FS >= 3