

ANCLAJES COMO SISTEMA DE FIJACION DE TALUDES

EDISON OSWALDO ARIAS ROJAS

COD: 1094272901

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
PAMPLONA - NORTE DE SANTANDER

2016

ANCLAJES COMO SISTEMA DE FIJACION DE TALUDES

EDISON OSWALDO ARIAS ROJAS

COD: 1094272901

Trabajo de grado presentado como requisito para matricular la asignatura

TRABAJO DE GRADO en el programa de Ingeniería Civil

Director:

MARCELINO MALDONADO

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

PAMPLONA - NORTE DE SANTANDER

2016

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## **Dedicatoria**

Este trabajo es dedicado principalmente a DIOS por darme fuerzas de seguir día a día siempre adelante, fortaleciéndome, sin importar las consecuencias, obstáculos y dificultades que por cosas de la vida encontramos en nuestros caminos. A mis padres Luz Ángela Arias Rojas y William Galvis Flórez, que desde pequeño me enseñaron a valorar, respetar y recibir con los brazos abiertos cada oportunidad que la vida nos ofrece, a nunca desfallecer y a seguir luchando por mis metas sin importar que tan lejos estén. A mis hermanos que gracias a su amor me han dado fuerzas de culminar mi carrera.

## **1. TITULO**

ANCLAJES COMO SISTEMA DE FIJACION DE TALUDES

## TABLA DE CONTENIDO

1. TITULO.....	3
INTRODUCCIÓN.....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	9
4. JUSTIFICACION.....	10
5. DESARROLLO TEMÁTICO.....	12
5.1. DEFINICIÓN DE ANCLAJES.....	12
5.2. CRITERIOS DE DISEÑO.....	12
5.3. CLASIFICACIÓN.....	13
5.3.1. Clasificación de los anclajes según su aplicación en función de su tiempo de servicio. ....	13
5.3.2. Clasificación según su forma de trabajar.....	17
5.4. TIRANTES.....	19
5.5. TIPOS DE INYECCIÓN.....	22
5.6.PROCESO DE LECHADA.....	23
5.7. PARTES DE LOS ANCLAJES.....	24
5.8. PROTECCION CONTRA LA CORROSION.....	25
5.8.1. Tipos de corrosión.....	26

5.9. USO DE LOS ANCLAJES .....	27
5.10. PRUEBAS DE CARGA.....	28
5.11. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	30
5.12. APLICACIÓN E IMPORTANCIA.....	32
6. COCLUSION.....	33
7. RECOMENDACIONES.....	35
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	37

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: anclaje temporal.....	14
Ilustración 2: anclaje permanente.....	15
Ilustración 3: barras (permanente, temporal) .....	16
Ilustración 4: cables (permanente, temporal).....	16
Ilustración 5: anclajes pasivos.....	17
Ilustración 6: anclajes activos.....	18
Ilustración 7: anclaje barra.....	20
Ilustración 8: anclaje barra real.....	20
Ilustración 9: anclajes de cable.....	21
Ilustración 10: tipos de corrosión.....	27

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1: características de anclajes de barra.....	21
Tabla 2: características de anclajes de cable.....	22
Tabla 3: cargas en servicio para anclajes de barras.....	29
Tabla 4: cargas de servicio para anclajes de cable.....	29



## INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas de la ingeniería civil, es que los suelos no son siempre ideales para un buen manejo y más si hablamos de suelos que por gravedad están sujetos a factores o elementos que pueden inducir a problemas de estabilidad de las estructuras que soportan a diario.

De allí viene la necesidad de implementar unos de los mecanismos más utilizados en obras civiles como son los anclajes, que trabajan a tensión y soportan gran cantidad de esfuerzos. Son piezas metálicas muy comunes incrustadas en el suelo, donde esencialmente se manejan en terrenos con declives y pendientes muy altas, para la fijación y estabilización de taludes, donde alcanzan a superar los 30 m de profundidad. Los anclajes son construidos frecuentemente en carbón y vienen en diferentes formas como en L o rectos, los cuales categorizamos según el terreno.

De lo anterior se plantea esta monografía como parte esencial de formación y conocimiento para el lector, donde puede tomar como base en construcción de ingeniería civil y aplicarla en su vida laboral o académica.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta monografía se abordara la temática sobre anclajes, estos son unos sistemas de soportes muy usados en construcción, en terrenos de condiciones especiales como con altas pendientes, con el fin de estabilizar el talud. En la actualidad se está usando con mayor frecuencia gracias a sus múltiples ventajas, garantizando la estabilidad de diversas estructuras, usándose en forma muy ventajosa en situaciones en las que se necesite soportar un determinado estado de esfuerzos o tensiones.

Para este estudio analizamos su uso en Colombia, este sistema de fijación se ajusta perfectamente a las condiciones y al comportamiento de las laderas o declines del terreno por procesos geodinámicos externos, buscando así disminuir los daños que se pueden ocasionar en diferentes sectores viales y poblacionales.

En cada proyecto de construcción, se hace un estudio del terreno buscando de ese modo hallar el tipo de anclaje que presente mayor número de características favorables para aplicarse en dicho terreno, presentando así un plan ordenado de estudio, proyección y ejecución, que pretende un manejo más favorable del proyecto de construcción, en cuanto a su desarrollo

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar los beneficios que brindan la implementación de anclajes en zonas de alto riesgo de deslizamiento.

#### **3.2.OBJETIVO ESPECIFICO**

- ❖ Obtener y fortalecer los conocimientos sobre la temática relacionados a anclajes, tales como; Diseño, Construcción y Control.
- ❖ Conocer la importancia del anclaje en un perfil estratigráfico del terreno
- ❖ Categorizar e investigar los diferentes tipos de anclajes utilizados para implementación de estabilización de taludes.
- ❖ Precisar el tipo de anclaje más conveniente para una buena ejecución
- ❖ Evaluar factores que se deben tener en cuenta con la compaginación de la obra, en los anclajes respectivos.

#### 4. JUSTIFICACION

EL motivo principal de la realización de este trabajo es conocer la importancia y los beneficios de la utilización de los anclajes para lograr la disminución de problemas en obras de altas pendientes, donde se pueden presentar pérdidas económicas considerables en regiones con altos riesgos geodinamicos, que están relacionadas con el deslizamiento de taludes.

En toda obra civil referente a taludes, declives y pendientes se tiene una alta probabilidad que por cuestiones de las mismas se presenten deslizamientos por precipitaciones, movimiento de tierra, sismos entre otros, lo que presenta un gran riesgo y problemas para la población, de allí nace la necesidad de implementar el sistema de anclajes en taludes altamente inestables.

El estudio y desempeño de los anclajes aporta a la ingeniería una herramienta más al momento de desarrollar ideas en las construcciones civiles, este proceso se ha venido implementando en los últimos dos siglos, teniendo gran acogida en la ingeniería y en las obras civiles; por lo cual dependiendo del problema sobre el que se busque aplicar un anclaje, el ingeniero civil busca adaptar y esquematizar el diseño del anclaje, para implementarlo en un estudio particular, como en el caso de contrarrestar las presiones debidas al agua o sencillamente en el caso de buscar la estabilidad del suelo y de la obra en sí.

Los anclajes y su utilización se presentan como un método novedoso y de interés debido a la interacción entre las condiciones del suelo, las de los cimientos, así como la de los materiales usados como medio de transición entre el problema de discusión y la estructura nueva como proyecto en sí, que brindara a la pendiente estabilidad y seguridad que requiere el terreno.

Entre sus beneficios más reconocidos encontramos su adaptabilidad a las superficies irregulares, además resiste cargas elevadas de empuje del suelo; permitiendo de este modo desarrollar obras civiles en cualquier terreno, haciendo de este un espacio aprovechable en un 100% buscando proteger así la armonía de la pendiente, ladera o del terreno; además de este beneficio al estudiar cada anclaje de modo independiente para su implementación se busca reducir costos y optimizar recursos, además al usar el tipo de anclaje adecuado estamos reduciendo los riesgos de seguridad; tanto en el momento de su construcción, como para el momento en el que comience su vida útil.

## **5. DESARROLLO TEMÁTICO**

### **4.1. DEFINICIÓN DE ANCLAJES**

Los anclajes constituyen en la actualidad un medio esencial para garantizar la estabilidad de diversas estructuras. Pueden usarse en forma muy ventajosa en cualquier situación en que le se necesite su ayuda de la masa de suelo para soportar un determinado estado de esfuerzos o tensiones. (UNE-EN 1537, 2001)

### **5.2. CRITERIOS DE DISEÑO**

El criterio actual de diseño puede ser clasificado en dos grandes grupos, el primero se basa en la teoría de la elasticidad, la cual presenta limitaciones cuando se trata de masas rocosas heterogéneas.

El segundo criterio involucra la selección de parámetros mediante reglas empíricas. La brecha entre los dos métodos es todavía muy real y las razones son que al diseñar un sistema de anclajes el proceso es muy complejo y requiere un conocimiento detallado de la geología del sitio, de las propiedades de las rocas, de las condiciones hidráulicas del suelo, conjuntamente con el estado de las presiones originadas por el flujo de agua a través de la masa de subsuelo. Y

adicionalmente es importante conocer la magnitud y dirección de los esfuerzos antes y después de la excavación.

Paralelamente, al diseñar y ejecutar el sostenimiento mediante tirantes anclados se requiere estudiar detalle los conceptos principales de diseño en relación a los cuatros modos de ruptura:

- ❖ Ruptura de la masa rocosa o de suelo.
- ❖ Ruptura en la interface acero - lechada de cemento.
- ❖ Ruptura en el contacto roca / suelo - lechada de cemento.
- ❖ Ruptura de la barra o guayas de acero.

Por lo tanto, al establecer un factor de seguridad el anclaje como elemento estabilizador, cada uno de los modos de falla antes mencionados deben ser considerados. (Cardozo Adenay, Chacón, 2010)

### **5.3.CLASIFICACIÓN**

#### **5.3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ANCLAJES SEGÚN SU APLICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU TIEMPO DE SERVICIO**

##### **a. Anclajes temporales**

Tienen carácter de medio auxiliar y proporcionan las condiciones de estabilidad a la estructura durante el tiempo necesario para disponer otros elementos resistentes que lo sustituyan. La vida útil no debe de ser mayor a 18 meses.  $F_s = 1,33$

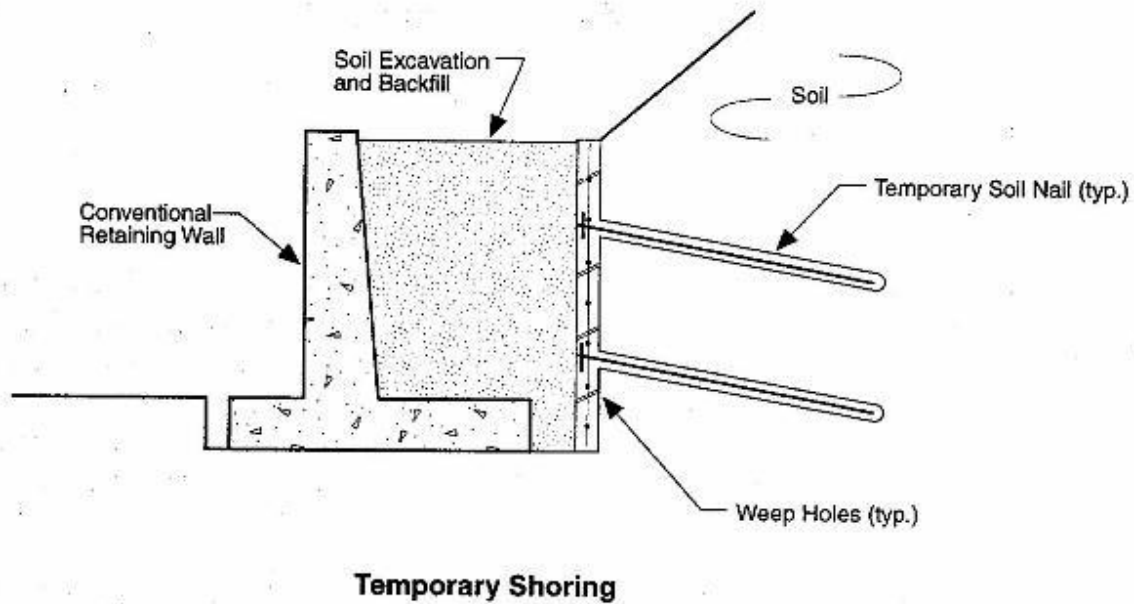


Ilustración 1: anclaje temporal

Fuente: [http://www.ecured.cu/Archivo:Anclaje\\_temporal.JPG](http://www.ecured.cu/Archivo:Anclaje_temporal.JPG)

### b. Anclajes permanentes

Se instalan con carácter de acción definitiva. Se dimensionan con mayores coeficientes de seguridad y han de estar proyectados y ejecutados para hacer frente a los efectos de la corrosión. Dichos anclajes están diseñados para una vida de servicio superior a 18 meses.  $f_s = 1,66$  (Cardozo Adenay, Chacón, 2010)



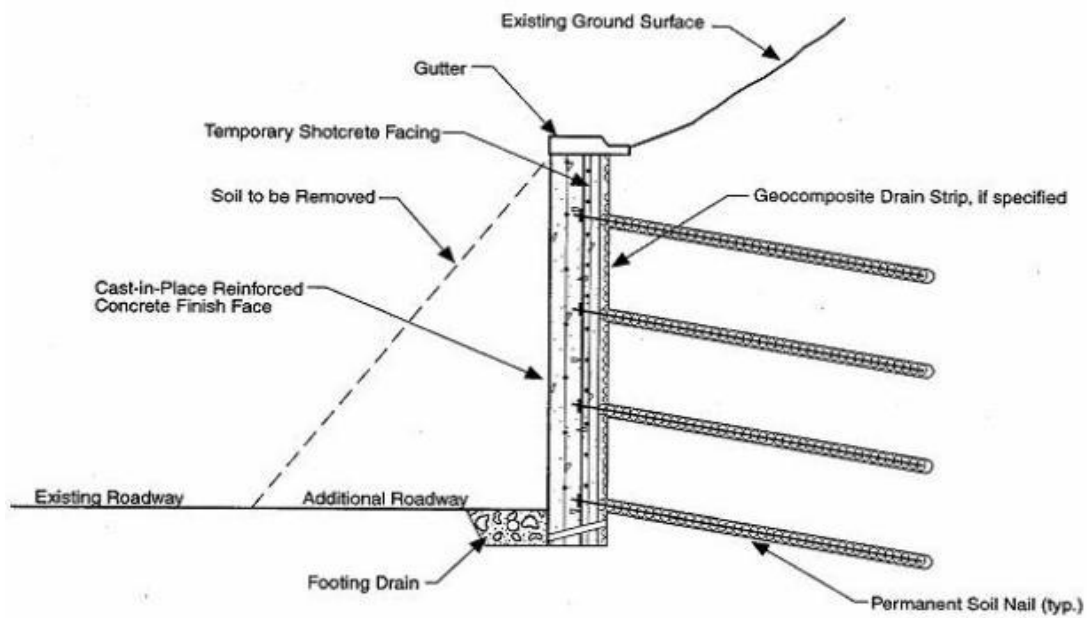


Ilustración 2: anclaje permanente

Fuente: [http://www.ecured.cu/Archivo:Anclaje\\_permanente.JPG](http://www.ecured.cu/Archivo:Anclaje_permanente.JPG)

### Diferencias de anclajes( permanentes y temporales)

## BARRAS

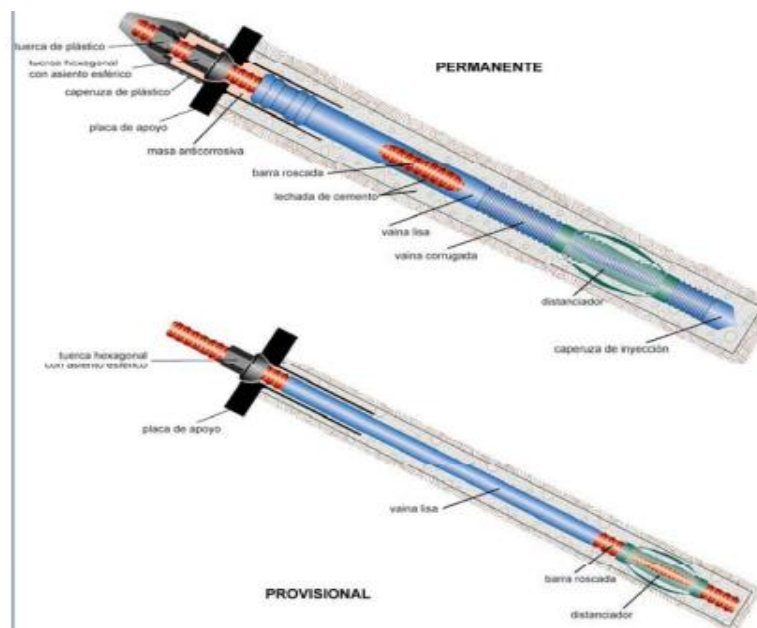


Ilustración 3: barras (permanente, temporal)

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

## CABLES

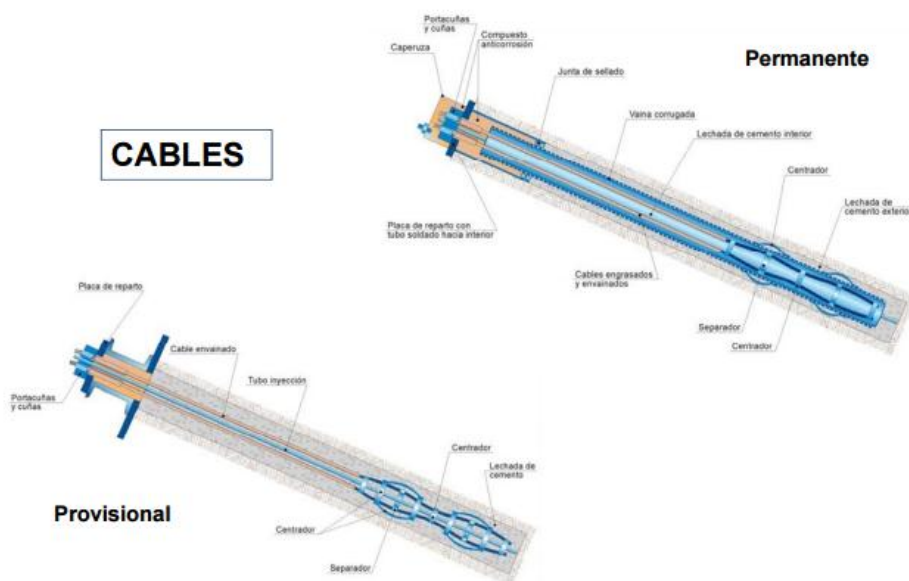


Ilustración 4: cables (permanente, temporal)

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

### 5.3.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FORMA DE TRABAJAR

#### a. Anclajes pasivos:

Un anclaje sometido a una carga inicial baja, normalmente comprendida entre el 10 y el 25% de la máxima prevista en proyecto para el mismo. No se pretensa la armadura después de su instalación. El anclaje entra en tracción al empezar a producirse la deformación de la masa de suelo o roca.

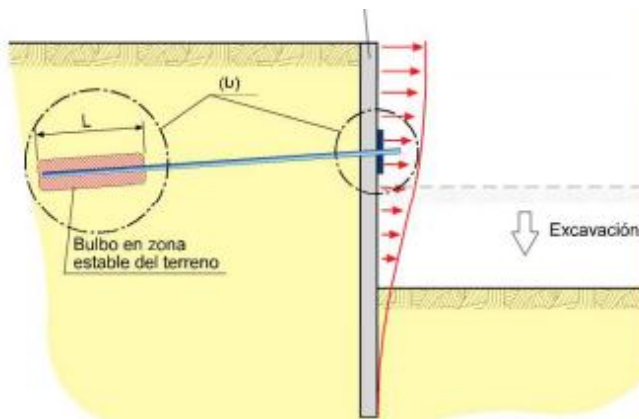


Ilustración 5: anclajes pasivos

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

#### b. Anclajes activos:

Un anclaje sometido a una carga de tesado, después de su ejecución, no inferior al 50% de la máxima prevista en proyecto. Una vez instalado se pretensa la armadura hasta alcanzar su

carga admisible, comprimiendo el terreno comprendido entre la zona de anclaje y la placa de apoyo de la cabeza.

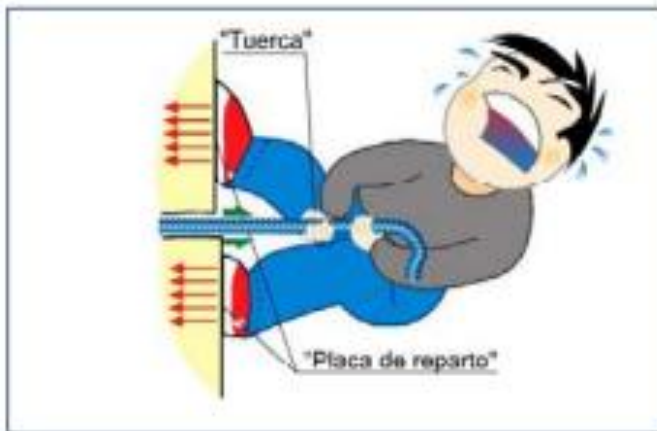


Ilustración 6: anclajes activos

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

### c. Anclaje mixto:

La estructura metálica se pretensa con una carga menor a la admisible, quedando una fracción de su capacidad resistente se reserva para hacer frente a posibles movimientos aleatorios del terreno.

NOTA: los anclajes activos ejercen una acción estabilizadora desde el mismo instante de su puesta en tensión incrementando la resistencia al corte de la masa de suelo o roca como consecuencia de las tensiones normales adicionales al esqueleto mineral. Los anclajes pasivos entran en acción, oponiéndose al desplazamiento, cuando la masa deslizante ha comenzado a

moverse. De aquí se obtienen dos importantes ventajas de los anclajes activos sobre los pasivos. En los primeros se logra aprovechar la resistencia intacta del terreno, por cuanto, el movimiento de la masa que produce unas propiedades resistentes. Por otro lado, dicho movimiento puede causar la rotura del revestimiento protector a la corrosión, precisamente en el momento en el que la resistencia delo anclaje es necesaria.

(Cardozo Adenay, 2010)

## 5.4.TIRANTES

### a. Anclajes en barra (pasivos o activos).

- **Roscadas:** facilidad de empalme y fijación
- **Corrugadas:** precisan torneear rosca para fijación o empalme. Peor calidad (corrosión, debilidad)
- **Vidrio**

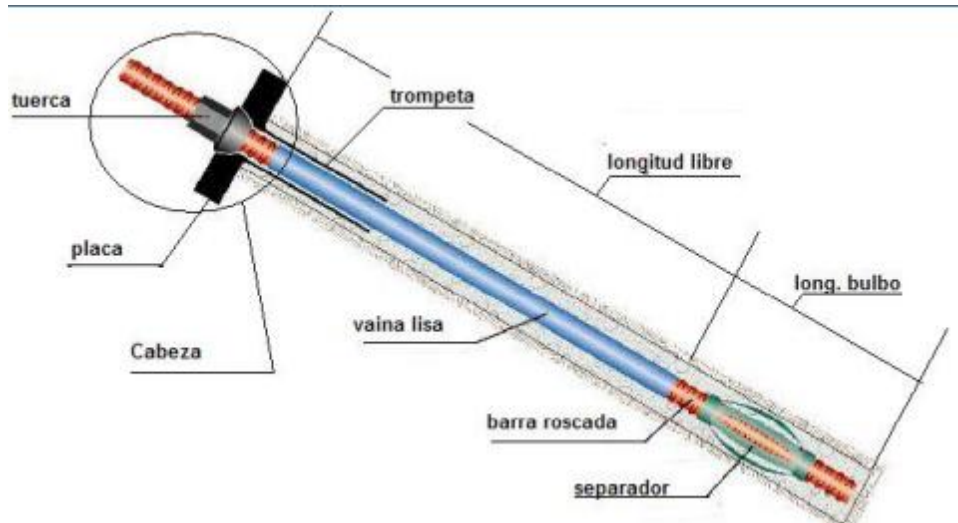


Ilustración 7: anclaje barra

Fuente:

[https://www.google.com.co/search?q=anclajes+pasivos+y+activos&espv=2&biw=1366&bih=667&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiD1\\_2CrYzNAhULWh4KHTcRCakQ\\_AUIBigB#imgcr=EzujDA0ZUzbvGM%3A](https://www.google.com.co/search?q=anclajes+pasivos+y+activos&espv=2&biw=1366&bih=667&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiD1_2CrYzNAhULWh4KHTcRCakQ_AUIBigB#imgcr=EzujDA0ZUzbvGM%3A)



Ilustración 8: anclaje barra real

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

**TABLA 1: Características de las barras de anclaje más habituales.**

Tipo de barra	Límite elástico (MPa)	Carga de rotura (MPa)
Corrugada, Gewi o similar	500	550
Dywidag	850	1.050

Tabla 1: características de anclajes de barra

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

### b. Anclajes de cable (siempre activos)

- Armadura constituida por uno o varios cables (cordones o torones)
- Cables compuesto por un conjunto de alambres de acero (habitualmente 7)

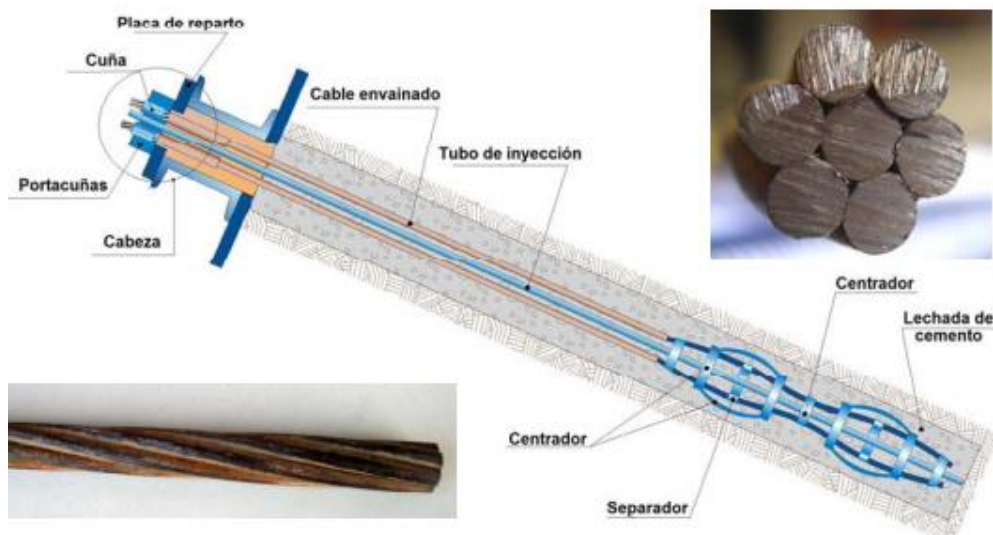


Ilustración 9: anclajes de cable

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

**Características de los cables  
más empleados actualmente  
(Y 1860 S7 15.20)**

Límite elástico (MPa)	1670
Carga de rotura (MPa)	1860
Nº de alambres	7
Diámetro nominal (pulgadas - milímetros)	0.6 – 15.2
Área (mm <sup>2</sup> )	140
Límite elástico unitario (kN)	229
Carga de rotura unitaria (kN)	260
Módulo de deformación (N/mm <sup>2</sup> )	200.000

Tabla 2: características de anclajes de cable

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

## 5.5. TIPOS DE INYECCIÓN

### a. Anclajes con inyección única global (IU) ó (IGU)

Se realiza de una vez, rellenando el taladro a baja presión mediante un conducto que llega hasta el fondo.

### b. Anclajes con inyección repetitiva (IR)



Se inyecta en varias fases y a través de varios puntos. Previamente se realiza una inyección IU.

**c. Anclajes con inyección repetitiva selectiva (IRS)**

Se inyecta en varias fases y a través de varios puntos, pudiendo controlar en cada uno de ellos la presión y volumen alcanzado en cada fase de inyección. Previamente se realiza una inyección IU. (Luis Ortuño)

## **5.6.PROCESO DE LECHADA**

- Relación a/c entre 0.4 y 0.6 (0.4 para sellado de armadura y las vainas de corrosión). Es necesario el uso de aditivos.
- La importancia de conseguir lechadas tan espesas radica en la protección frente a la corrosión.
- Pueden emplearse también morteros, que puedan ser útiles para evitar pérdidas de lechada o taladros.
- Las lechadas para las reinyecciones en los métodos (IR) e (IRS). Son más fluidas para ellas se implementan dosificaciones a/c del orden 1.
- Fraguado de 3 a 7 días.

## 5.7.PARTES DE LOS ANCLAJES

- **La zona de anclaje**

El dispositivo mecánico más elemental y de más instalación es el casquillo expansivo dado su carácter puntual, está concebido para anclar la roca sana o estabilizar bloques o cuñas de roca que se han desarrollado por la intersección de unos pocos planos de debilidad.

La lechada se inyecta por la boca del barreno y el tubo de regreso llega hasta el final del mismo. La inyección termina después de la salida del aire y de la emisión de lechada por el tubo de regreso. De esta manera el anclaje actúa en forma permanente, evitándose efectos de corrosión.

Una forma de eliminar el sistema de inyección del mortero o lechada de cemento, es aplicando el método perfo, sin lugar a dudas más versátil pero también más costoso. La inyección se lleva a cabo a través de tuberías de PVC y es frecuente inyectar a presión, alcanzándose valores de hasta 3.00 Mpa. En este caso es necesario separar la zona de anclaje de la zona libre y evitar la lechada. Puede ser ventajoso el uso de aditivos para celebrar el fraguado y disminuir la retracción.

- **La zona libre**

Es la parte en la cual la armadura metálica se encuentra separada o independiente del terreno que la rodea, lo cual permite deformarse con plena libertad al ponerse en tensión. La zona libre, cuando el terreno de la perforación puede separarse, queda independizado del mismo

mediante camisas de PVC o metálicas. En cualquier caso debe protegerse de la corrosión mediante rellenos, productos y productores.

- **La cabeza**

Corresponde a la zona de unión de la armadura a la placa de apoyo. El anclaje de los tirantes se coloca mediante inyecciones de mortero o lechada de cemento. El tirante tiene uno o dos tubos que sirven para la inyección y salida del aire.

## **5.8.PROTECCION CONTRA LA CORROSION**

La vida útil de un anclaje está condicionada a los efectos de la corrosión. Un anclaje carente de este tipo de protección puede tener una duración de pocos meses.

Los principales factores que ayudan a contribuir con el proceso de corrosión, son los siguientes:

- a. Resistividad del suelo, la cual decrece a medida que la porosidad aumenta.
- b. Factores microbiológicos.
- c. Contenido de humedad (w): un incremento en esta genera un ambiente propicio para la corrosión bacterial.
- d. Contenido de sales en el suelo.

- e. Valor del PH:  $\text{PH} < 4$ , corresponde a suelos altamente ácidos, generando picaduras en metal.
- f. Contenido orgánico y transferencia de oxígeno: suelos orgánicos producen ácidos orgánicos los cuales atacan a metales enterrados; el flujo de aire o de oxígeno a través del suelo, retrasa la corrosión microbológica, pero aumenta la corrosión electroquímica.

(FIP, 1986)

### 5.8.1. Tipos de corrosión

- **Corrosión generalizada:** esta corrosión es la que se produce con el adelgazamiento uniforme producto de la pérdida regular del metal superficial.
- **Corrosión localizada:** este tipo de corrosión es en donde la pérdida de metal ocurre en partes discretas o localizadas.
- **Corrosión bajo tensión:** La rotura por corrosión por esfuerzo o bajo tensión (stress corrosion cracking SCC) de metales se refiere a la rotura originada por la combinación de efectos de tensiones intensas y corrosión específica que actúa en el entorno del metal. Durante la SCC el ataque que recibe la superficie del metal es generalmente muy pequeño mientras que las grietas aparecen claramente localizada y se propagan a lo largo de la sección del metal. (FIP, 1986)

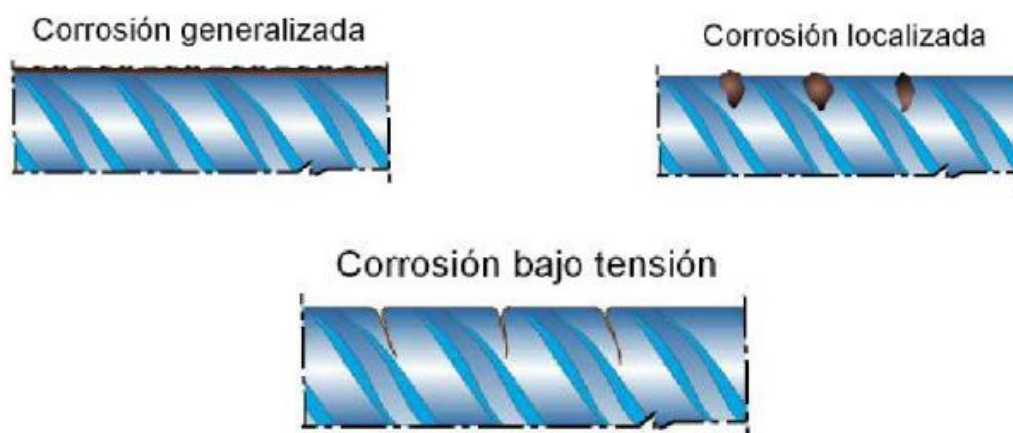


Ilustración 10: tipos de corrosión

Fuente: [http://www.delegacion.camino.s.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.s.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

## 5.9.USO DE LOS ANCLAJES

Los casos más comunes son los muros de tierra en donde es necesario garantizar la estabilidad de la masa de suelo, y por ende en la obra. En este sentido, cabe destacar que en las construcciones civiles se viene utilizando cada vez con mayor frecuencia y éxito los anclajes inyectados para sostener muros y absorber momentos volcadores.

Como elemento que contrarresta las subpresiones producidas por el agua, en el sostenimiento de techos y hastiales de obras en obras subterráneas de vialidad, de centrales

eléctricas y mineras, e igualmente en taludes construidos con masas de suelos y rocas. Las obras subterráneas tales como galerías y túneles de viabilidad el problema fundamental que se plantea es el de asegurar el sostenimiento mediante anclajes durante y posterior al periodo de excavación, definiendo y construyendo un soporte y revestimiento capaz de asegurar la estabilidad definitiva de la obra.

Uno de los grandes problemas que afronta la industria de la construcción, en las grandes excavaciones necesarias para edificios altos, es la implementación tradicional de grandes muros de contención, cuyo costo puede volverse prohibitivo, y cuyas dimensiones pueden afectar a la arquitectura de los proyectos. (Luis Ortuño)

## 5.10. PRUEBAS DE CARGA

- **Ensayos de investigación:** se recomienda de forma previa a los anclajes previstos para la obra “cuando los anclajes se utilicen en condiciones de terreno que no haya sido objeto de ensayos previos, o cuando las cargas de servicios son superiores a las adoptadas en condiciones de terrenos similares.
- **Ensayos de adecuación:** se realizan en algunos anclajes de la obra para confirmar que se hayan dado los requisitos marcados por las pruebas previas (al menos 3).

- **Ensayos de aceptación:** se realiza para cada anclaje, y sirve para dar validez a cada uno de los anclajes pactados. (UNE-EN 1537, 2001)

**TABLA 3: Cargas en servicio para algunas barras habituales  
(expresadas en kN)**

Diámetro (mm)	Acero convencional (500/550)		Acero tipo 900/1030	
	Provisional	Permanente	Provisional	Permanente
25	184	142		
26.5			372	288
32	302	233	543	420
36			687	531
40	471	364		
50	737	570		

Tabla 3: cargas en servicio para anclajes de barras

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

**TABLA 4: Cargas en servicio para anclajes de cable (expresadas en kN)**

n° de cables	Provisional	Permanente
2	344	266
3	515	398
4	687	531
5	859	664
6	1031	797
7	1202	930
8	1374	1063
9	1546	1195
10	1718	1328
11	1889	1461
12	2061	1594

NOTA: Cables tipo 1860 S7 15.20 (0.6 pulgadas)

Tabla 4: cargas de servicio para anclajes de cable

Fuente: [http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6\\_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf](http://www.delegacion.camino.upm.es/apuntes/ICCP/6_sexto/Cimentaciones/ANCLAJES%202010.pdf)

## 5.11. PROCESO CONSTRUCTIVO

### 1. Excavación de la primera franja superior de suelo:

Usualmente se realiza hasta unas pocas decenas de centímetros por debajo de la posición prevista para el primer nivel superior de anclaje. La profundidad de esta capa excavada y de todas las capas posteriores depende de las características de cohesividad del suelo.

### 2. Excavación de orificios para el primer nivel de anclajes:



Generalmente se utilizan taladros horizontales para perforar orificios cuyo diámetro sea el previsto para el primer nivel superior de anclajes.

### **3. Armado del primer nivel de anclajes:**

Se suelen colocar varillas centradas, de diámetro apropiado, en los orificios previamente perforados. Las varillas colocadas son roscadas en la parte exterior para facilitar su proceso de tensado.

### **4. Hormigonado parcial del primer nivel de anclajes:**

Se introduce una manguera flexible hasta el fondo del orificio excavado, la misma que exteriormente está conectada a una bomba de hormigón fluido o de mortero. El hormigón o el mortero incluyen componentes expansivos para compensar la retracción de fraguado.

### **5. Construcción del primer nivel superior de muro:**

Exteriormente se arma, encofra y funde el primer nivel superior del muro, teniendo cuidado de que no se integre a las varillas, para lo que se suele dejar un espacio alrededor de la varilla sin fundir.

### **6. Anclado del primer nivel superior de muros:**

Una vez fraguado el hormigón de un micro pilote y del muro superior al de la varilla de anclaje, se coloca una placa de acero que tiene un orificio centrado de un diámetro ligeramente superior al de la varilla. Se hace pasar la varilla a través del orificio, permitiendo que la placa se apoye parcialmente en la superficie del muro del hormigón.

#### **7. Integración del primer nivel de anclajes al primer nivel superior de muros:**

A través de la ventanilla que se dejó para la fundición complementaria del muro se introduce nuevamente la manguera en el orificio del micro pilote y se completa su fundición. Adicionalmente se funde el hormigón faltante del muro alrededor de la varilla de anclaje. (Jaime Espinel)

### **5.12. APLICACIÓN E IMPORTANCIA**

Los anclajes al terreno se utilizan para sostener y dar resistencia a una superficie de dudosa estabilidad. Los anclajes introducen tensiones y deformaciones adicionales en la masa de suelos mejorando la estabilidad general, y en donde el tipo de anclaje, el método de instalación, conjuntamente con los aspectos geológicos más resaltantes juegan un papel preponderante en el diseño del soporte.

Es importante mencionar que los anclajes activos ejercen una acción estabilizadora desde el mismo instante de su puesta en tensión incrementando la resistencia al corte de la masa de suelo o roca como consecuencia de las tensiones normales adicionales al esqueleto mineral. Los

anclajes pasivos entran en acción, oponiéndose al desplazamiento, cuando la masa deslizante ha comenzado a moverse.

## 6. CONCLUSION

El presente trabajo ha contribuido en el conocimiento e enriquecimiento de ideas referente a anclajes como método de estabilización de taludes. Gracias a este podemos diferenciar y evidenciar los tipos de anclajes, materiales y funcionalidades que tienen. Existen muchos métodos para estabilización de taludes pero ninguno presenta gran acogida como éste, ya que es un método muy práctico e interesante.

- Se obtuvo gran acogida a esta investigación, lo que nos muestra lo primordial y necesario que es la implementación de anclajes como estabilización de taludes, ya que lo hace más económico, práctico y menos peligroso a la hora de instalarlos. Además de eso es un mecanismo categorizado como los más utilizados por su adecuación y seguridad.
- Se observaron que existen dos tipos de tirantes, en barras y en cables, donde cada uno tiene su función dependiendo del terreno. Se debe fijar al exterior mediante una cabeza que transmite la carga a una estructura de reparto y se fija al interior del terreno a lo largo de un bulbo, entre ambas fijaciones se puede disponer de una longitud libre.
- Se debe hacer un estudio con anterioridad al suelo y evaluar los posibles fallos que puede tener, para luego poder reconocer que tipo de anclaje se debe utilizar, que tan grandes son los esfuerzos activos y pasivos, la inclinación que debe ir nuestro anclaje y la

profundidad a la cual vamos a llegar para encontrar un suelo estable al cual podamos fijar.

- Se analizó qué el tipo de anclaje es favorable para nuestro terreno, es necesario saber el nivel de carga inicial que se les aplica, en activos y pasivos. Activos para tensados no menor al 50% de la magnitud previsto en el proyecto, y pasivos la utilizamos con carga inicial baja no inferior a 10%.
- Se observó como para anclajes en estabilización de taludes y muros de contención se debe aplicar una inclinación de 15° a 35°, a partir de 45° el aprovechamiento de la de la fuerza horizontal es muy poca, como en el caso de pantallas.
- Si aumentamos la separación entre anclajes, menor serán los anclajes trabajando y aumentaría la carga de trabajo en cada uno de ellos, donde será mayor la concentración de cargas en la estructura de reparto o en la superficie del talud.

## 7. RECOMENDACIONES

- Es recomendable aplicar la inyección repetitiva selectiva (IRS), porque por este método estamos inyectando la lechada por distintos puntos y en varias fases lo que hace que nos quede mejor distribuida, donde podemos controlar la presión y volumen en cada fase.
- Para tirantes debería implementarse mejor la de cable ya que el tirante en barras precisa tornear para empalmar y su calidad es más baja (corrosión, debilidad).
- Para los anclajes es recomendable aplicar un grado de inclinación de  $15^{\circ}$  a  $35^{\circ}$  ya que se aplica más fuerza y resiste más esfuerzo.
- Es de gran importancia mantener limpios los taladros y los anclajes evitando que se arrastren por el suelo mientras los introducimos en la perforación, ya que porque siempre se trabaje con escombros no quiere decir que se debe mantener sucio, así no nos perjudicara y nos hará más fácil nuestro trabajo.
- Se obtiene una importante ventaja de los anclajes activos sobre los pasivos. En los primeros se logra aprovechar la resistencia intacta del terreno, por cuanto, el movimiento de la masa que produce unas propiedades resistentes. Los anclajes pasivos entran en

tracción a oponerse a la expansión o dilatancia que se produce en las discontinuidades de la roca cuando comienza a producirse un deslizamiento a lo largo de la misma

- Es de gran importancia conseguir lechadas tan espesas, esto radica en la protección frente a la corrosión, donde es necesario el uso de aditivos y se implementan dosificaciones a/c del orden 1, su fraguado tiende a ser de 3 a 7 días.
- La estructura de diseñarse de forma que cualquier momento sea posible remplazar cualquier anclaje que falle con otro nuevo y más equivalente.
- El empleo de aire no es recomendable en suelos en los que exista nivel freático, o suelos cohesivos “húmedos”, ya que su eficacia al barrer disminuye, la perforación queda menos limpia de sobros, y por lo tanto el bulbo puede tener menos adherencia.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, E., Casanova, J. (1996), *Anclajes* /Simposio sobre estructuras de contención de terrenos, SEMSC

Casanova, J., *Tensión de transferencia y capacidad de carga de anclajes inyectados*/revista ingeniería civil nº72, Madrid

Murillo, T., Ortuño, L. (2004), *curso sobre taludes naturales y de desmonte en obras lineales*/Sevilla. Intevia.

2016, de <http://es.slideshare.net/cimentadom/anclajes-para-taludes>.

ARQUBA (1999), de <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/anclajes/>

Bustamante, M. (1986), *un método para el cálculo de los anclajes y de los micro pilotes inyectados*/boletín de la SEMSC, nº 81-82, Madrid



Jiménez Salas, J.A. (1979). *Geotecnia y cimientos III*. Segunda parte/Editorial rueda.

Cardozo Adenay, Chacón "tierra armada, muros de contención y anclajes" Facultad De Ingeniería. Intensivo 2010. Universidad de los Andes. [webdelprofesor.ula.ve/ingeniería/nbelandria/materias/](http://webdelprofesor.ula.ve/ingeniería/nbelandria/materias/)

2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Anclaje\\_\(fijaci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Anclaje_(fijaci%C3%B3n))

Índigo construcciones, (2016). *Anclajes activos y pasivos* Ltda. <http://www.indigoconstrucciones.com/anclajes-activos-y-pasivos-pernos/nggallery/page/2>

Santamaría, A., Álvaro, P., Fernando, M., (2001). *Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno*/ Madrid.

Frederick, S., Merritt, (1983). *Corrosión de anclajes* /Manual del ingeniero civil, editorial McGraw-Hill.

Bowles, J. (1981). *Manual de Suelos de Ingeniería*. Bogotá-Colombia: McGraw-Hill.

Zapata, L. (1991). *Diseño Estructural en Acero*. Lima-Perú: Colección del Ingeniero Civil.

Guerrero, J., Tañes (1983). *Trabajos Selectos de Ingeniería Civil*. México D.F.- México:  
Alejandro Flores Muñoz.