

**ANTONIO MANUEL HINESTROZA SERNA**

**Constructor en Arquitectura e Ingeniería**

**Especialista en Gestión Ambiental**

**Magister en Proyectos de Arquitectura y Urbanismo**

**Docente Programa de Arquitectura**

**TECNOLOGÍA II**  
**Cimentaciones y Desagües**

**Quibdó, 2023**

**ANTONIO MANUEL HINESTROZA SERNA**  
**Constructor en Arquitectura e Ingeniería**  
**Especialista en Gestión Ambiental**  
**Magister en Proyectos de Arquitectura y Urbanismo**  
**Docente Programa de Arquitectura**

**MODULO II**

**Volumen I**

**Quibdó, 2023**

## PRESENTACIÓN

La cimentación es la parte estructural de una edificación o de cualquier otra obra civil (pavimento, puente, muro de contención entre otras), esta es la encargada de transferir las cargas (vivas, muertas entre otras) al suelo. Existen varias razones para elegir una cimentación como: se debe construir de acuerdo al tipo del suelo, de acuerdo a la resistencia del mismo entre otras razones, las cuales son importante al momento de aplicar el tipo de la cimentación.

Se hace entonces necesario tener un conocimiento adecuado acerca de sus tipologías, interacción con el suelo, procesos constructivos, control de calidad entre otras. Para esta forma garantizar, que este tan importante elemento estructural cumpla con el equilibrio de las 4 características de un proyecto a saber calidad, tiempo, costo y seguridad.

Entonces, no se busca con este documento reemplazar al Ingeniero civil o geotecnista el cual es él que establece los planos de diseño, cálculos de ingeniera y las recomendaciones de una cimentación para algún tipo de obra. Pero en algunos lugares hablese de municipio, corregimientos entre otros. Que es imposible hallar un Ingeniero de civil o geotecnista solamente en ese caso, el Arquitecto tiene la posibilidad por medio de la simple inspección visual, su examen al tacto entre otros factores (los cuales se explican más adelante) puede establecer algún tipo de cimentación adecuada para esa construcción.

Se establece entonces en este documento que el Arquitecto comprenda, analice y conozca las características y el funcionamiento de las cimentaciones tanto para una obra Arquitectónica y/o Civil. Además, este ejercicio le permite al Arquitecto trabajar mancomunadamente con el Ingeniero de civil y el Constructor en Arquitectura e Ingeniería para así llegar a la construcción de una cimentación establecida. Además, adicionalmente a la construcción de esta cimentación en el caso de las obras arquitectónicas se debe conocer, analizar, diseñar y construir los desagües, con los cuales nos permitirán evacuar de las construcciones las aguas no deseadas y otras que se pueden reutilizar en los quehaceres diarios de las labores domésticas.

En la actualidad el medio ambiente está presentando impactos ambientales negativos por la manipulación inadecuada de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de algunas personas encargadas de dichos proyectos, en ese orden de ideas se estableció un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para estos RCD sencillo y práctico de aplicar en las obras, con el fin de darle a estos RCD un buen manejo ambiental para que así se mitiguen los impactos negativos al medio ambiente.

## CONTENIDO

<b>Unidad 1. El suelo.</b> _____	<b>10</b>
Suelo o terreno.	
Origen de los suelos	
Clasificación de los suelos (normatividad internacional)	
Clasificación de los suelos para las otras profesiones	
Propiedades mecánicas de los suelos	
Identificación de los suelos en el campo.	
<b>Unidad 2. Estudio de suelos</b> _____	<b>20</b>
Estudios geotécnicos o de suelos.	
Aumento en las propiedades mecánicas del suelo	
<b>Unidad 3. Cimentación.</b> _____	<b>33</b>
Cimentación.	
Clasificación de cimentaciones.	
Plano de cimentación	
Materiales	
Proceso constructivo de cimentación superficial	
Recomendación para la construcción de cimentaciones	
Patologías en las cimentaciones.	
<b>Unidad 4. Desagües.</b> _____	<b>80</b>
Desagües o red de Instalaciones sanitarias	
Clasificación de los desagües	
Plano de la red o instalaciones sanitarias	
Proceso constructivo de la instalación sanitaria para edificación	
Alcantarillado	
Planta de tratamiento para agua residuales (PTAR)	
Pozo séptico	
<b>Unidad 5 Muros de contención</b> _____	<b>95</b>
Muros de contención	
Clasificación de los muros de contención	
Proceso constructivo muro en voladizo	

**Unidad 6. Plan de Manejo Ambiental** \_\_\_\_\_ **108**

Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Procedimiento para la elaboración de un P.M.A.

Plan de Manejo Ambiental para la construcción de cimentación superficial

**Referencias Bibliográficas.** \_\_\_\_\_ **123**

## GLOSARIO

**Acero:** Aleación o unión de hierro más carbono que tiene mayor resistencia que el hierro comúnmente la gente lo llama hierro para la losa.

**Aditivo:** Sustancia química que se le agrega al hormigón para cambiar sus propiedades ejemplo aditivo para llama hacer el hormigón más resistente.

**Agregado:** Es la mezcla de arena y piedra.

**Compactación:** Consiste en el aumento de la densidad del suelo expulsando el aire que contiene.

**Concreto:** Mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua y cuyo resultado es un material resistente. Algunas veces un aditivo para cambiar su propiedad.

**Concreto ciclópeo:** es la mezcla de concreto simple con piedras de un diámetro aproximado de 20 a 25 cm llamadas rajón o piedra bola.

**Concreto reforzado:** es el material constituido por concreto simple y acero (refuerzo).

**Concreto simple o pobre:** es la mezcla de cemento, arena, agua y triturados.

**Dosificación:** dosis, cantidades que se toman para preparar algo.

**Encofrado:** madera que se coloca para formar el molde de vigas, losas y columnas de una construcción, llamadas también formaletas.

**Hormigón:** Es el mismo concreto, este nombre lo recibe en otros países.

**Hormigueros:** Son los vacíos que se forman por el aire que se queda atrapado dentro de la mezcla por falta de vibración al momento de la colocación del concreto fresco.

**Mortero:** mezcla de cemento, arena y agua.

**Plastificantes:** Son aditivos que suavizan los materiales a los que se añaden.

**Recebo:** arena o piedra muy menuda que se extiende sobre una superficie para igualarlo y consolidarlo.

**Refuerzo:** El refuerzo es el que se coloca para absorber y resistir esfuerzos provocados por cargas y cambios volumétricos por temperatura y para quedar ahogado dentro de la masa del concreto, el refuerzo es la varilla corrugada o lisa.

**Relleno o terraplén:** Es la ubicación, en un sitio específico, de tierra, la piedra u otros materiales con el propósito de llenar un hueco del suelo o terreno, para compensar un desnivel o conseguir una mayor elevación.

**Rigidez:** solides, fortaleza.

**Solado:** Capa delgada hecha de cemento y agua que se coloca en la base de las excavaciones de zapatas o en vigas de cimentación y que sirve de piso nivelado para apoyar los refuerzos.



**Subestructura:** son todos los elementos que están por debajo de una edificación cimentaciones, sobrecimientos entre otras.

**Suelos cohesivos:** son de grano fino y cuando absorben humedad se vuelven plásticos y pegajosos por ejemplo las arcillas, las turbas y los limos.

**Suelos no cohesivos:** son de grano grueso y son cohesivos cuando se humedecen por ejemplo las rocas, los cantos rodados, las gravas y las arenas.

**Superestructura:** son todos los elementos que carga una edificación vigas, columnas entre otras

**Tongada.** Capa de suelo granular con que se cubre otras capas.

## **SUELO**

Es el resultado de todos los procesos que han transformado el material original, es decir, la roca que antes había donde hoy se halla el suelo. Es un material terreo no homogéneo y poroso cuyas propiedades son influenciadas por los cambios de humedad y densidad.

El entendimiento de estos procesos permite conocer mejor y prever el comportamiento del suelo. La palabra suelo tiene varias definiciones de acuerdo a los diferentes grupos de profesionales que la utilizan ya sean Agrónomos, Geólogo, Ingenieros civiles entre otros.

### **Origen de los suelos.**

Desde el punto de vista de su origen, los suelos pueden identificarse como suelos residuales y transportados.

#### **Suelos residuales.**

Estos se forman in situ (en el sitio) por la descomposición o intemperización química de las rocas y, puesto que jamás han sido transformados físicamente, conservan las características geológicas menores del material rocoso de origen.

Las capas de suelo residual pueden ser muy profundas en lugares de gran descomposición o pueden ser de poco espesor. En regiones montañosas estos extractos pueden producir deslizamientos con superficie de falla en las zonas de contacto del suelo con la roca propiamente dicha. Estas superficies de contacto no se pueden identificar exactamente, lo que hace muy difícil el cálculo y predicción de deslizamientos.

## **Suelos transportados o sedimentados.**

Son transportados y depositados por la acción de ríos, mares, glaciales y viento o la misma fuerza de gravedad erosiona, transporta y deposita los suelos. Inician un proceso de acomodamiento y cementación, al mismo tiempo que continúa la descomposición interna de los granos.

### **Clasificación de los suelos (Normatividad internacional).**

Es una categorización o clasificación de tierras basada en características distintivas y en criterios de uso. El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos USCS (Unified Soil Classification System) fue incluido por la American Society for Testing Material (ASTM) entre sus métodos normalizados.

Esta clasificación es utilizada en muchos países. De acuerdo a este sistema los suelos se clasifican así:

Tabla 1. Clasificación de suelos

División principal			Símbolo del grupo	Nombre típico del material	Posibles usos
Gravas		Grava limpias	GW	Gravas bien gradadas: mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	Mantos de presas, terraplenes, erosión de canales
			GP	Gravas mal gradadas: mezcla grava - arena con pocos finos o sin finos	Mantos de presas y erosión de canales.
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas: mezclas de grava, arena y limo	Cimentaciones con flujo de agua.
			GC	Gravas arcillosas: mezclas de grava arena y arcilla	Núcleos de presas, revestimientos de canales
SUELOS GRANOS GRUESOS	Arenas	Arenas limpias	SW	Arenas bien gradadas: con pocos finos y sin finos	Terraplenes y cimentación con poco flujo.
			SP	Arenas mal gradadas: con pocos finos y sin finos	Diques y terraplenes de suave talud
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas: mezclas de arena y limo	Cimentación con flujo, presas homogéneas
			SC	Arena arcillosas: mezcla de arena y arcilla	Revestimiento de canales, capas de pavimento

**Grava:** conjunto de piedras pequeñas procedentes de piedras. **Gravas bien gradadas:** tamaños iguales  
**Gravas mal gradadas:** tamaños no iguales

Fuente: Elaboración a partir del autor

Tabla 2. Clasificación de suelos

División principal		Símbolo del grupo	Nombre típico del material	Posibles usos
SUELOS GRANOS FINOS		ML	Limos inorgánicos: arenas muy finas, polvo de rocas, arenas finas limosas y arcillosas	Inaceptable en pavimentos.
	Limos y arcillas (limite liquido inferior a 50%)	CL	Arcilla inorgánica de plasticidad baja a media: arcilla arenosa, arcillas limosas	Revestimiento de canales, pero es erodable (suelo a la erosión).
		OL	Limos orgánicos: arcilla limosas orgánicas de baja plasticidad.	No recomendable, máximo si hay agua.
	Limos y arcillas (limite liquido superior a 50%)	MH	Limos inorgánicos: suelos limosos o arenosos finos micáceos (ambiente marino) suelos elásticos	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad: arcillas gruesas	Inaceptable en cimentación (hinchable)
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta: limos orgánicos	Inaceptable en cimentaciones o terraplenes.
Suelos altamente orgánicos		PT	Turba: estiércol y otros suelos altamente orgánicos	

**Suelos micáceos:** con minerales (hierros). **Plasticidad:** indica el nivel de humedad  
**Elasticidad:** sometido a un nivel de tensión(fuerza opuesta que se somete un cuerpo)

PT: Turba. (Fácilmente identificable por el color, olor, tacto esponjoso y con frecuencia por su textura fibrosa.)  
 Los suelos orgánicos se reconocen por su color negro y por su olor característico.

## **Clasificación de los suelos para las otras profesiones**

Consiste en una clasificación efectiva, sencilla y práctica, con la cual los profesionales de la construcción (Arquitectos y Constructores en arquitectura e ingeniería) comprenderán la importancia de conocer estos suelos y contribuir a tomar la mejor decisión en cimentación. Esta clasificación es:

### **Suelos sin cohesión.**

Son aquellos cuya estructura granular (piedras) está formada por partículas independientes unas de las otras, no tienden a juntarse o adherirse. Su granulometría (permite conocer la medida de los granos) se clasifican en suelos de grano grueso y de grano fino y mezclado, en los granos gruesos están las gravas y gravillas, en los granos fino los limos.

### **Suelos cohesivos.**

Son suelos cementados (endurecidos) que se presentan en estados sólido, tienen buenas condiciones para recibir la cimentación. Por esta causa (cementación) estos suelos son muy resistentes a la compresión, están secos. En los cohesivos de grano grueso están las mezclas de cascajo, arena, grava y finos, cementados por calizas o aglomerados (reunión) por arcillas.

### **Suelos inestables.**

Son suelos orgánicos, pantanosos y los rellenos artificiales.

- **Los orgánicos.** Son los que contienen gran cantidad de sustancias de origen vegetal en estado de descomposición, siendo por esta razón inestables, esto se da en gran porcentaje en los limos y arcillas. En estos suelos se debe rechazar la posibilidad de construir cimientos sin un estudio especializado.

- **Los pantanoso.** Tienen una composición granular (pequeñas piedras) inestable por que el nivel de las aguas es poca profunda, es por ello que son inadecuados para la cimentación, sin embargo, se utilizan sistemas de pilotes buscando las capas más firmes.
- **Rellenos artificiales.** Son elaborados sin una compactación, generalmente inadecuada, son bastantes inestables. En estos suelos se pueden compactar y consolidar, sin embargo, es necesario consultar con un especialista para construir una cimentación.

### **Propiedades mecánicas del suelo**

Las propiedades del suelo varían sustancialmente de un sitio a otro y debe tenerse especial cuidado en conocer las características del suelo antes de diseñar una cimentación. Una gran cantidad de variables afectan la estabilidad de un suelo como material de cimentación, ya que estas se pueden determinar por medio de un laboratorio especializado. Algunas propiedades son:

**Humedad.** La resistencia de un suelo varía de acuerdo a su humedad o contenido de agua. Un suelo muy húmedo comúnmente resiste menos carga que el mismo suelo a un grado de humedad menor. La posición del nivel freático determina en la mayoría de los casos la húmeda de un suelo.

**Saturación.** La humedad de un suelo varía desde cero hasta un valor máximo en el cual todos los vacíos están llenos de agua. Entonces el grado de saturación es el porcentaje de vacíos ocupados por el agua.

**Permeabilidad.** La permeabilidad es la medida con que el agua puede atravesar un suelo. Su valor depende principalmente del tamaño de los vacíos y el arreglo de las partículas, un suelo arcilloso tendrá una permeabilidad mucho menor mientras que un suelo conformado por grava o arena esta será mucho mayor.

**Compresibilidad.** Al colocar una carga sobre el piso se produce una deformación o asentamiento, esta deformación puede ser de tal magnitud que ponga en peligro la estabilidad de una estructura. En los suelos arcillosos los asentamientos ocurren debido a la expulsión de agua o aire al aumentar las presiones internas dentro de la masa de suelo.

**Sensitividad.** La mayoría de los suelos cohesivos pierden una parte de su resistencia y dureza al remodelarse. La principal causa de este fenómeno puede ser la reorientación de las partículas. Esta sensitividad de un suelo se puede medir por la relación de la resistencia en estado inalterado y en estado remoldado compactado.

**Porosidad.** Es el volumen de poros expresado en porcentaje (%) del volumen total, es decir la relación de dividir el volumen sólido entre el volumen de sólido más aire más agua que contiene el suelo.

**Elasticidad.** Es la tendencia del suelo a recuperar su forma original al quitar la carga que lo comprime. Un suelo muy elástico es muy difícil de compactar y requiere técnicas especiales.

**Esponjamiento.** Capacidad del material para aumentar o disminuir su volumen por la pérdida o acumulación de humedad.



**Consistencia.** Es el grado de resistencia de un suelo a fluir o deformarse. Con poca humedad los suelos se disgregan fácilmente, con más humedad el suelo se torna más plástico. Las pruebas de Atterburg determinan los límites de consistencia del suelo que son: Líquido, plástico y sólido, se expresan generalmente por el contenido de agua.

### **Identificación de los suelos en el campo**

Para comprender efectivamente esta clasificación de los suelos se necesita su perfecta identificación. Se pretende entonces con esta se contribuya a tomar decisiones acertadas para algún tipo de cimentación a construir. Así la habilidad de identificarlos en el campo por simple inspección visual. Estos son:

Figura 1. Gravas



Fuente: Elaboracion a partir del autor

**La grava.** Está formada por grandes granos minerales con diámetros mayores de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Las piezas grandes se llaman piedras como se muestra en la figura 1, mientras que cuando son mayores a 10 pulgadas se llaman morrillos.

Figura 2. Arena



Fuente: Elaboración a partir del autor

**La arena.** Masa desagregada e incoherente de materias minerales en estado granular fino como se muestra en la figura 2, que consta normalmente de cuarzo (sílice) con una pequeña proporción de mica, feldespato, magnetita y otros minerales resistentes. Se componen de partículas minerales

que varían aproximadamente desde 0.002 pulgadas de diámetro.

Figura 3. Proceso de tamizaje resultado Limo



Fuente: Elaboración a partir del autor

**El limo.** Consiste en partículas minerales naturales, más pequeñas de 0.02 pulgadas de diámetro como se muestra en la figura 3, las cuales carecen de plasticidad y tienen poca o ninguna resistencia en seco.

**La arcilla.** Contienen partículas de tamaño coloidal que producen su plasticidad como se muestra en la figura 2. La plasticidad y resistencia en seco están afectadas por la forma y la composición mineral de las partículas.

Figura 4. Montaña de arcilla



Figura 3.  
<http://emocionarseconelarte.blogspot.com/2014/06/eterno-retorno.html>

Figura 5. Plantas con materia orgánica



Fuente: Elaboración a partir del autor

### **Materia orgánica.**

Consiste en vegetales (ramas, hojas, frutos entre otros) parcialmente descompuestos como se muestra en la figura 5.

## **ESTUDIOS GEOTÉCNICOS O ESTUDIO DE SUELOS**

El estudio geotécnico o estudio de suelo el cual se efectúa mucho antes de iniciar la construcción del proyecto, es una herramienta, en la cual se investiga el suelo y se plantea la solución de cimentación. En él se realiza una descripción detallada de las características físicas y mecánicas de los estratos de subsuelo en donde se va a llevar a cabo el proyecto.

Para efectos de diseño, el ingeniero geotecnista o civil, basado en el análisis de muestras del subsuelo extraídos del lugar donde se planea la construcción, determina las propiedades mecánicas como plasticidad, humedad, capacidad portante del suelo entre otras propiedades y de acuerdo al tamaño, peso del edificio a construir, función del mismo entre otras, recomienda el tipo de cimentación, calcula la presión de contacto a la que se someterá el suelo, los asentamientos esperados entre otras recomendaciones.

Además, recomienda algunos procesos constructivos los cuales deben seguirse en la obra, con esta información el ingeniero estructural o civil, realiza el diseño estructural de la cimentación recomendada por el ingeniero geotecnista (superficial o profunda), también de cada elemento estructural que se complementara con la cimentación determinada (vigas cimentación, columnas, viga de amarre entre otras) con el fin, para que la cimentación resista las cargas transmitidas por la estructura (cargas vivas y muertas) y esta a su vez entregarlas al estrato del suelo.

Generalmente el estudio geotécnico o de suelo debe suministrar:

- Información suficiente para determinar el tipo y profundidad de la cimentación.
- Ensayos suficientes que permitan predecir los asentamientos aproximados que van a ocurrir a mediano y largo plazo.
- Localización del nivel de agua si puede afectar las excavaciones o los cimientos.
- Información de los problemas que pueden ocurrir durante la construcción y las soluciones más apropiadas.
- Identificación y solución de problemas potenciales.
- Entre otras.

Este estudio de suelos o geotécnico cubre casi siempre los siguientes aspectos:

- Exploración del terreno, ensayos de campo y toma de muestra.
- Predicción de cargas.
- Ensayos de laboratorios.
- Evaluación de la información obtenida y elaboración de una solución de cimentación y de medidas preventivas y correctivas cuando estas sean necesarias.
- En las recomendaciones del ingeniero geotecnista pueden estar profundidad de la cimentación, sistema de subdrenajes, métodos de excavaciones, tipo de cimentación más apropiado para la estructura propuesta, estabilización de taludes, problemas que se pueden presentar entre otras.
- Entre otras.

Algunas consideraciones al momento de la ejecución de un estudio geotécnico o la construcción del proyecto

- La exploración de terreno es importante para observar el comportamiento de las edificaciones en las zonas aledañas, localización de zonas verdes, arboles, alcantarillados, postes, estratificación de taludes cercanos, nacimientos o humedades dentro o en las proximidades del lote entre otras.
- La toma de muestra se hace mediante apiques o muestreo para determinar las condiciones y calidades geotécnicas del suelo llevando algunas al laboratorio.
- Los ensayos de campo varían de acuerdo al tipo de edificación que se va a construir, la disponibilidad de los equipos. Estos ensayos son: Ensayo de penetración estándar, Ensayo de penetración con cono. Se utilizan otros ensayos menos populares como son la veleta, el presuómetro y el compresómetro.
- La predicción de cargas requiere el conocimiento pleno del tipo de edificación que se planea construir, número de pisos, tipo de cubierta separación de columnas, sistema estructural, dimensión de placas de entrepisos, densidad de los muros divisorios entre otras.

- Los ensayos de laboratorios deben incluir cuando sea el caso, para todas las muestras ensayos de humedad, granulometría, límites Atterberg. Para niveles de base de cimentación ensayos de resistencia al corte. El suelo es compresible ensayos de consolidación. En algunos casos se requiere realizar otros ensayos tales como Expansibilidad, C.B.R y Permeabilidad.
- Es conveniente que el ingeniero que hace un estudio asesore todo lo referente a la construcción de cimientos. Ocurre con frecuencia que durante la construcción se hace necesario modificar datos y detalles del estudio de suelos
- Debe entenderse que el hecho de realizar un estudio de suelos no garantiza el comportamiento perfecto de los suelos, ya que muchos factores pueden pasar desapercibidos durante el estudio o la construcción y los problemas no se presentan hasta después de construida las estructuras.

### **Aumento en las propiedades mecánicas del suelo**

Antes de empezar la construcción de la cimentación se debe mejorar las características mecánicas del suelo (esto lo determina el estudio de suelo anteriormente descrito) en algunos casos se hace de la siguiente manera:

#### **Mejoramiento del suelo.**

Se aplica en el suelo de cimentación cuando este no tiene la capacidad de soporte suficiente o los asentamientos calculados son superiores a los especificados, existen sistemas para mejorar la calidad del suelo, como la compactación por capas

## **Estabilización de suelos.**

La estabilización consiste en colocar capas de suelo densificándolo para mejorar sus propiedades mecánicas (humedad, saturación, densidad entre otros). Para este efecto se colocan capas de material de determinado espesor y se pasa sobre él un equipo que logre el efecto deseado. Al aumentar la densidad aumenta la capacidad de soporte y disminuye en la compresibilidad (disminución a deformación o asentamiento) y permeabilidad (disminución del agua al atravesar el suelo).

En un proceso de estabilización deben especificarse la densidad máxima requerida, el equipo a utilizar, espesor de la capa, número de pasadas y el rango de humedad. Se exige que el relleno sea uniforme en el caso de arcillas expansivas, estas deben compactarse con humedad superior a la óptima. En todos los casos el relleno compactado debe tener las propiedades necesarias de resistencia y compresibilidad para soportar eficientemente los cimientos proyectados.

La estabilización comprende:

- Compactación
- Mezcla granulométrica

Los estabilizadores son de tres tipos:

- Cemento.
- Material bituminoso (asfalto, por ejemplo)
- Productos químicos (óxidos e hidróxidos de Ca, cloruro de Ca y Na, cloruro férrico, silicato Na y resinas)



## **Compactación.**

La compactación es un proceso mecánico destinado a mejorar las características del comportamiento de los materiales pétreos que constituyen la sección estructural de las carreteras, los ferrocarriles o las construcciones arquitectónicas con la eliminación de vacíos para aumentar su capacidad de soporte.

El objetivo primario que se busca al compactar un suelo es lograr obtener una densidad específica que le permita soportar cargas sin asentarse, se consigue utilizando un aparato conocido genéricamente como compactador, de los cuales hay cuatro tipos diferentes: rodillos pata de cabra, rodillos lisos, unidades de llantas neumáticas y planchas apisonadoras.

Los distintos equipos nos llevan a hablar de diferentes métodos:

- **Fuerza estática:** Se utiliza una máquina de mucho peso que comprime las partículas de suelo por presión. Ejemplo: Compactador de rodillos lisos.
- **Fuerza de impacto:** La compactación se produce por una zapata apisonadora que golpea el suelo repetidamente a gran velocidad (percusión). Ejemplo: rana, apisonador canguro.
- **Vibración:** La compactación se logra aplicando vibraciones de alta frecuencia con un dispositivo en movimiento. Ejemplo: Compactador de rodillo vibratorio.

## Compactadores de fuerza estática

Estos son:

- Rodillo pata de cabra.
- Cilindros lisos
- Compactadores de llantas.

Figura 6. Rodillo compactador



Fuente: <https://riwelsa.com.ar/producto/rodillo-compactador-bitelli-tornado-c180/>

### **Rodillo pata de cabra.**

Consiste en un cilindro de acero, de aproximadamente 1 m de diámetro y 1,5 m de ancho el cual se le fijan púas o patas de acero de diferentes formas y tamaños, como se observa en la figura 6.

## Cilindros lisos.

Figura: 7 compactador monocilindrico vibratorio liso

Consiste en un vehículo de tracción mecánica provista de uno o más cilindros lisos de acero como se observa en la figura 7



Fuente: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/03/15/compactador-monocilindrico-vibratorio-autopropulsado-de-rodillo-liso/>

Figura: 8 Compactador de neumáticos



Fuente: <https://mx.etwinternational.com/3-1-tire-road-roller-7652.html>

## Compactadores de llantas.

Consiste básicamente en un bastidor que aloja dos ejes de llantas neumáticas oscilantes, las ruedas están alternadas de manera que su huella es lisa y no dejan ningún espacio lateral entre ellas. Como se observa en la figura 8

## Compactadores de impacto o percusión

Estos son:

Figura: 9 Compactador vertical



Fuente: <https://www.ingemaq.com.co/equipos/compactador-vertical-mikasa-mtx60/>

### **Apisonador canguro.**

Herramienta de percusión que funciona con aire comprimido (suministrado por un compresor) como se observa en la figura 9, el aire hace que el embolo que se desliza con movimiento alternativo en el interior del cilindro mueva la plancha de compactación (pisón) hacia arriba y abajo repetidamente (percusión) lo que le permite hacer la compactación.

## Compactadores de vibración.

Estos son:

Figura: 10 Compactador de vibración



Fuente: <https://www.casece.com/latam/es-la/productos/rodillos-compactadores/rodillos-compactadores/modelos/dv213>

### Compactador liso de vibración.

El cilindro vibrador es una de las más sofisticadas e importantes maquinas del equipo de construcción como se observa en la figura

10. Dispone en su interior de un sistema que le

permite transferir energía al suelo mediante una serie de pequeños y rápidos impactos verticales.

### Algunas ventajas al realizar la compactación.

Aumenta la capacidad para soportar cargas: Los vacíos producen debilidad del suelo e incapacidad para soportar cargas pesadas. Estando apretadas todas las partículas, el suelo puede soportar cargas mayores.

Impide el hundimiento del suelo: Si la estructura se construye en el suelo sin afirmar o afirmado con desigualdad, el suelo se hunde dando lugar a que la estructura se deforme (asentamientos diferenciales). Donde el hundimiento es más profundo en un lado o en una esquina, por lo que se producen grietas o un derrumbe total.

Reduce el escurrimiento del agua: Un suelo compactado reduce la penetración de agua. El agua fluye y el drenaje puede entonces regularse.

Reduce el esponjamiento y la contracción del suelo: Si hay vacíos, el agua puede penetrar en el suelo y llenar estos vacíos. El resultado sería el esponjamiento del suelo durante la estación de lluvias y la contracción del mismo durante la estación seca.

### **Control de la compactación**

El control de la compactación se puede realizar de cuatro (4) formas diferentes:

#### **1.- Control del proceso de ejecución.**

Este tipo de control consiste en controlar la forma en que se va a ejecutar la compactación fijando, según las características del suelo y del tipo de maquinaria a emplear, que deberá ser fijada, cual es el espesor de las tongadas y cuál es el número de pasadas que se deben efectuar hasta dar por terminada la compactación

#### **2.- Control del producto terminado**

En este caso se establecen las condiciones que debe cumplir el material que compone la capa granular una vez colocado en obra. En general se utiliza la densidad seca del material colocado como un porcentaje de la densidad máxima obtenida en el laboratorio en uno de los dos ensayos relacionados, Proctor normal o Proctor modificado.

### **3.- Control a posteriori**

Es un tipo de control no recomendable pero que a veces es necesario realizar bien porque existe alguna duda del resultado final de la compactación o por no haberse realizado ningún tipo de control de los dos indicados anteriormente. Para este proceso se pueden realizar pruebas (ensayos como Proctor modificado) que permiten analizar la compactación obtenida, aunque luego es preciso rellenarlas y compactarlas a niveles similares al resto de la capa.

### **4.- Control de la humedad**

Como se ha visto en la teoría, la influencia de la humedad del suelo en el proceso de compactación es importante, por lo que parece obvio que debería controlarse el contenido de humedad de la capa granular objeto de la compactación. Si esto no se realizase, las variaciones de humedad que se produzcan después de la construcción, al provocar cambios de volumen con determinados tipos de suelos, pueden producir deformaciones.

### **Mezcla granulométrica.**

Es aquella mezcla de un suelo (grava, arena entre otros) con otro para conseguir una mejor granulometría.

Existen dos formas de mezcla:

1.- **Estabilización granulométrica, mecánica o natural:** se mezclan dos, o más, tipos de suelo de diferente granulometría, y que sean complementarios.

2.- **Estabilización química:** se le añade al suelo algún producto industrial, o un ligante, para darle cohesión (unión), o disminuir la excesiva plasticidad. Se le suele añadir cemento, cal o productos bituminosos. Realizado el mejoramiento del suelo se procede a la construcción de la cimentación.



## **CIMENTACIÓN**

El objeto de una cimentación es proporcionar el medio para que las cargas de la estructura concentrada en columnas, muros, vigas de amarre entre otras. Se transmitan al terreno produciendo en este último un sistema de esfuerzos que puedan ser resistidos con seguridad, produciendo asentamientos tolerables y evitar la posibilidad de que se presenten asentamientos diferenciales. En cual caso, se debe evaluar el efecto de estos asentamientos sobre la edificación y sobre las construcciones vecinas.

El diseño de la cimentación, debe involucrar no solo la labor conjunta del ingeniero geotecnista especialistas en mecánica de suelos y el ingeniero estructural sino también al constructor quien aporta sus conocimientos sobre excavaciones, manejo de agua, estabilización de taludes, selección del equipo más adecuado para determinada obra entre otras.

La función de una cimentación ante un sismo es brindar al edificio una base rígida y capaz de transmitir al suelo las acciones que se generan por la interacción entre los movimientos del suelo y de la estructura, sin que se produzcan fallas o deformaciones excesivas en la construcción.

### **Clasificación de cimentaciones**

Para la selección de la cimentación obedece a los tipos de suelos, resistencia del mismo, saturación de agua, filtración de agua entre otras características. Estas se establecen en un estudio de suelo. De acuerdo con este estudio se establece la cimentación para ese tipo de suelo y además determinan algunas recomendaciones para unos procesos constructivos. Estas cimentaciones son superficiales y profundas.

## **Cimentaciones superficiales.**

Son aquellas conformadas por elementos estructurales, encargados de transmitir las cargas al suelo firme, situado a poca profundidad. Por lo general estas cimentaciones se utilizan en terrenos de buena resistencia o suficiente capacidad portante con adecuada capacidad de carga.

Según la norma de sismo resistencia Título H estudios geotécnicos se establecen:

- Zapatas. (Aisladas, Corridas o continuas, Combinadas, excéntricas, unidas con viga de amarre)
- Losas o placas de cimentación
- Viga de cimentación.

### **Zapatas.**

Esta cimentación constituye una solución de cimentación para edificaciones de poca altura o para construcciones localizadas en suelos de aceptable capacidad portantes. Es el agrandamiento en la base de la columna, que le sirve para mejorar su apoyo y repartir las cargas recibidas sobre una mayor área al terreno.

Tiene como funciones:

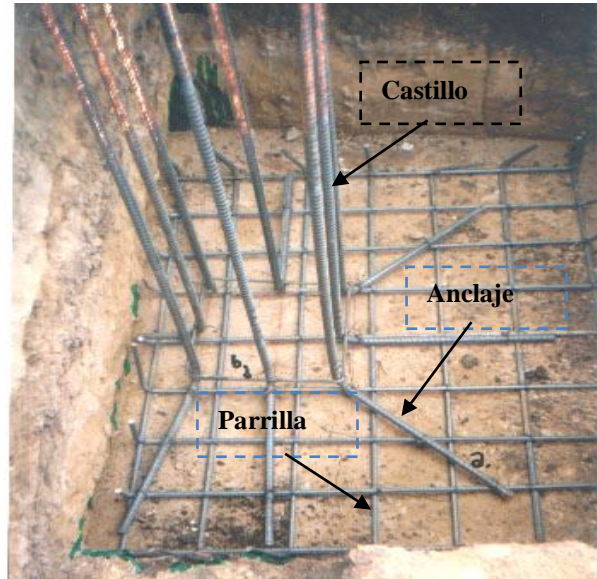
- Transmitir al terreno, el peso de la estructura.
- Repartir los esfuerzos uniformemente en el terreno.

## Partes de una zapata

Estas son:

- Castillo. Varillas de refuerzo de 5/8" sirven para aumentar la resistencia a la columna.
- Anclaje. Extensión del castillo, con el cual se amarra a la parrilla.
- Parrilla. Refuerzo en varillas de 1/2", las cuales se embeben con el concreto de la cimentación para soportar los movimientos y asentamiento permisibles.

Figura 15 Partes de una zapata



Fuente: Elaboración a partir del autor

## Tipos de zapatas

Estas son:

Figura 16 Zapata aislada con refuerzo



Fuente: <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/zapatas/>

**Zapatas aisladas o independientes con carga centrada.**

Si se trata de una sola columna, la zapata se denomina aislada como se muestra en la figura 16.

En ese orden de ideas recibe la carga de la columna; en esta cimentación se agranda su superficie logrando con esto soportar adecuadamente la carga de este elemento.

Figura 17 Zapata corrida con refuerzo



Fuente: [https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/zapata-corrída\\_307042](https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/zapata-corrída_307042) 17

### Zapata corrida o continúa.

Su construcción es en concreto reforzado, esta zapata se construye a lo largo o longitudinalmente, con profundidad y ancho dependiendo del suelo.

Se utiliza generalmente para cerramiento de lotes. La figura 17 muestra una zapata corrida para cerramiento.

Figura 18 Zapata excéntrica con refuerzo

### Zapata excéntrica o medianera

Son zapatas que se construyen al límite de la propiedad del lote donde se construirá el proyecto arquitectónico. Como lo muestra la figura 18.



Fuente: <https://shop11920.tinerahbek.com/content?c=zapat as%20medianeras&id=3217>

Figura 19 Zapata unidad con viga con refuerzo



Fuente: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/01/09/zapata-arriostrado-atada/>

### **Zapatas unidad con viga de amarre.**

Siempre es conveniente establecer un amarre entre zapatas para impedir sus desplazamientos horizontales, eliminar o minimizar los asentamientos diferenciales de zapatas esta unión puede elevar la capacidad de soporte de la cimentación. El Reglamento Colombiano de Construcciones

Sismo resistentes NSR- 10 lo exige para todas las zonas sísmicas. Como lo muestra la figura 19.

Figura 20 Losa de cimentación con refuerzo



Fuente: <https://eadic.com/blog/entrada/cuando-recurrir-la-losa-de-cimentacion/>

### **Losas o placas de cimentación.**

Llamadas también placas flotantes, constituyen una solución en los casos en que se necesita transmitir las cargas al suelo con la ayuda de una gran área, para que la presión de contacto sea relativamente baja.

Se emplean en suelos poco resistentes o de poca capacidad portante, para integrar superficialmente la cimentación de varias columnas. En la figura 20 se muestra el proceso de armado con refuerzo de la placa de cimentación con sus respectivas columnas.

Tiene como funciones:

- Repartir uniformemente las cargas de columnas, entresijos y muros al terreno.
- Evitar asentamientos diferenciales debido a la deformación del suelo.
- Mejorar el suelo de apoyo cuando no está en buenas condiciones.

Sirve además de soporte a la edificación y como losa de primer piso. Se puede vaciar en el sitio o ser prefabricada. Reemplaza los cimientos individuales y continuos.

Figura 21 Losa de cimentación con refuerzo



Fuente: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/viga-de-cimentacion/>

### **Viga de cimentación.**

Se entiende por viga de cimentación aquella sobre la que se apoyan tres o más columnas, de sección transversal puede ser rectangular o bien adoptar la forma de T invertida con economía de concreto y refuerzo como se observa

en la figura 21.

Pero con un mayor costo de formaleta y mano de obra. Una ventaja a considerar en este tipo de cimentación reside en la menor sensibilidad que presenta, con respecto a la zapata aislada frente a un posible defecto local del terreno que ocasione cualquier tipo de cimentación.

En nuestro medio la humedad es muy alta (lluvias casi todo el año) por tal razón se le debe instalar a estos cimientos un impermeabilizante con el fin de prevenir la aparición algunos tipos de humedades (capilaridad, accidentales, condensación y filtración)

### **Impermeabilización.**

Son mantos y/o sustancias químicas que se colocan o instalan en el cimiento para evitar que las humedades del piso o del suelo asciendan hacia el muro de ladrillo o bloque u otro material, para que así estos no se deterioren por la acción de estas humedades.

## Tipos de Impermeabilizantes.

Figura 22 Viga de cimentación con impermeabilizante plástico



Fuente: <https://www.polietilenos.com.ar/polietileno-negro-2/>

Algunos son:

Polietileno negro coextruido (plástico). Tiene una resistencia física y mecánica, también son resistentes a la intemperie y al paso del tiempo, se instala entre el cimiento y el contrapiso como se muestra en la figura 22, creando una barrera impermeabilizante impidiendo el paso de la humedad por capilaridad.

Aplicación de material asfáltico como se muestra en la figura 23, este se debe aplicar tal cual como viene o sin mezclar con otro material, la aplicación se realiza con espátula o llana metálica ya el material es muy consistente o espeso.

Figura 23 Viga de cimentación con impermeabilizante asfáltico



Fuente: <https://ingeniateproyectandorv.com/2021-12-29/impermeabilizacion-de-dala-con-material-asfaltico-para-desplante-de-muros/>



Cuando se está elaborando el concreto para la cimentación, a este se le adiciona un aditivo de impermeabilizante, ya que este va a estar en contacto directo con el suelo el cual tiene humedad, ayuda a mejorar las condiciones de durabilidad del concreto expuesto a las condiciones climáticas de nuestro medio.

## Cimentaciones profundas

Cuando por cualquier circunstancia el suelo superficial no es apto para cimentar las estructuras propuestas se hace necesario profundizar la cimentación para que las cargas sean soportadas por el suelo con una capacidad de soporte suficiente. Para este caso se utilizan cimentaciones profundas

Estas son las establecidas por la Norma de Sismo resistencia:

- Pilotes (fundidos en sitio o pre-excavados, prefabricados)
- Pozo de cimentación o caissons

Figura 24 Maquinaria piloteadora



Fuente <http://pilotes.co.cr/>

### **Pilotes fundidos en sitio o pilotes pre excavados.**

Son cimentaciones profundas construidas con maquinaria piloteadora produciendo un hueco como se muestra en la figura 24, se coloca el refuerzo establecido y se vierte el concreto, con el propósito de transmitir las cargas estructurales a un estrato de suelo muy por debajo del nivel inferior de la estructura.

Estas se utilizan cuando las condiciones geotécnicas del terreno no son suficientes para soportar las cargas se debe recurrir a un estrato competente y profundo que obligan la construcción de pilotes pre excavados de diámetro usualmente entre .60 y 1.20 m y profundidades entre 12.00 y 60.00 m. Hace algunos años atrás estos pilotes eran excavados manualmente exponiendo a las personas a todo tipo de riesgos como derrumbamiento de las paredes, a altas temperaturas entre otros.

Figura 24 Maquinaria para hincar pilotes prefabricados



Fuente: <https://fernandeztadeo.com/?p=2647>

### **Pilotes prefabricados**

Los pilotes constituyen la forma principal de una cimentación profunda, los prefabricados son elementos estructurales de madera, concreto reforzado o acero, estos son hincados o clavados con la maquinaria hincador de pilotes como se muestra en la figura 24, estos elementos son utilizados para transmitir cargas a niveles profundos dentro de la masa del suelo. Son elementos esbeltos que se hincan en el suelo por percusión (golpes) o perforación (excavación) hasta una profundidad determinada en donde se encuentra el

estrato con las propiedades de resistencia adecuadas para la cimentación de la estructura.

Figura 25 Excavación pozo de cimentación



Fuente:

[http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Acondicionamiento\\_del\\_terreno/AD\\_Movimiento\\_de\\_tierras\\_en\\_edifi/Excavaciones/ADE021\\_Excavacion\\_de\\_caissons\\_con\\_anillo\\_p.html](http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Acondicionamiento_del_terreno/AD_Movimiento_de_tierras_en_edifi/Excavaciones/ADE021_Excavacion_de_caissons_con_anillo_p.html)

## Pozo de cimentación o caissons

El caissons es un elemento que se asimila a los pilotes como cimentación profunda pero que su proceso constructivo es totalmente diferente. El caissons es una solución que no requiere de equipo especializado, ya que se elabora básicamente a mano, por lo cual cobra ventaja en algunos proyectos

donde el acceso de equipos se dificulta o porque la topografía del lote no lo hace practicable.

En términos generales la construcción de un caissons comprende una excavación manual de forma cilíndrica como se observa en la figura 25, con una profundidad entre 1,00 y 1,50 m donde se recubren las paredes con un anillo de concreto fundido in situ, que puede ser reforzado, para contener el suelo. Esta operación se repite hasta alcanzar el nivel de cimentación requerida. La forma del caissons no tiene que ser cilíndrica, puede ser rectangular, elíptica o semicircular, sin embargo, la forma cilíndrica se considera como la ideal ya que el anillo para contener estable la excavación al ser ejecutado en concreto tiene la forma perfecta para la distribución de esfuerzos.

En muchos casos la excavación y los anillos se ejecutan en forma de tronco de cono con el fin de facilitar el vaciado siguiente anillo. La dimensión mínima recomendable para un caissons es 1,30 m de diámetro, dimensión por debajo de la cual es casi imposible excavar a mano. Es su parte inferior, si se requiere, puede ser acampanado con el fin de contar con una mayor área de contacto con el suelo de fundación, lo cual es una práctica normal en nuestro medio. Otra de las grandes ventajas, del caissons frente a los pilotes, es la inspección que se puede hacer del material de fundación pues en todo momento hay acceso al personal.

### **Elementos estructurales adicional a los pilotes.**

Los pilotes pueden constituir por si solos el soporte de una edificación, pero en algunos casos se combinan con otros elementos estructurales para que entre los dos repartan las cargas al terreno adecuadamente.

Estos son:

Figura 26 Dados con sus refuerzos



Fuente: Construcción, interventoría y supervisión técnica de las edificaciones de concreto estructural, parte IV, especificaciones técnicas, Pag. 333

### **Dados.**

Como complemento de los pilotes pre excavados o fundidos "in situ" se construyen los llamados Dados como se observa en la figura 26, los cuales se construyen de gran rigidez con el fin de que sean capaces de distribuir la carga que posee la columna y la distribuya de forma uniforme entre los pilotes que agrupa.

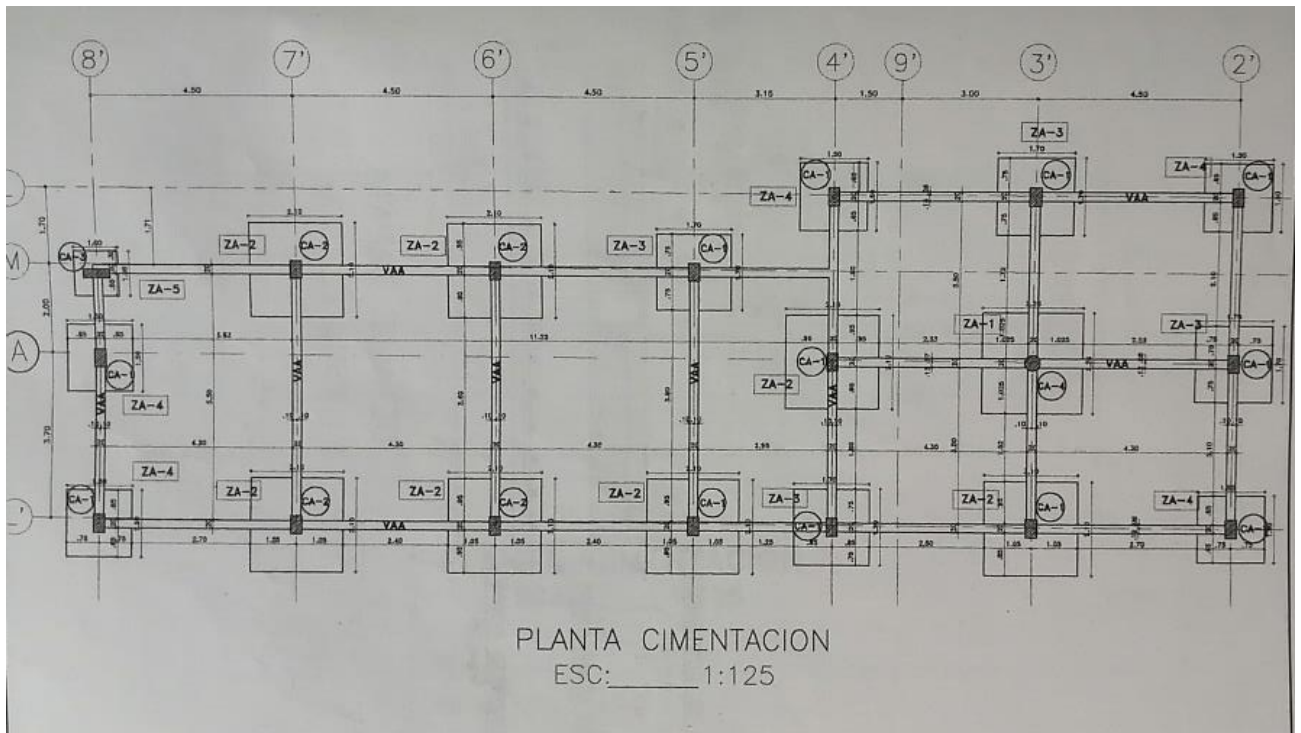
Los dados poseen gran peralte y alto contenido de acero de refuerzo en búsqueda de esa rigidez. Para el caso del pozo de cimentación o caisson se le construye un pequeño dado o macizo para cumplir con el propósito de distribuir las cargas al suelo.

### **Plano de cimentación superficial.**

La información suministrada por el estudio geotécnico por el ingeniero de suelos que conlleva a que el ingeniero civil realiza las memorias de cálculo estructural en el cual establece dimensiones de las columnas, de la cimentación, viga de amarre, diámetro de las varillas de refuerzo entre otras informaciones, las cuales soportaran las cargas de dicha estructura y por ende esta no tendrá fallas en la misma.

En ese mismo orden de ideas el ingeniero civil es el profesional facultado para elaborar el diseño estructural (cimentación, entrepiso, columnas entre otros) en dicho diseño se establece la cimentación y los detalles constructivos, en los cuales se muestra la cimentación recomendada por el ingeniero geotecnista y el ingeniero civil le aplica todos los cálculos estructurales necesarios para que esta resista las cargas de la estructura y de los otros elementos que se alojaran o se ubicaran en dicha estructura. A continuación, se muestra un plano de cimentación zapatas aisladas.

Figura 27 Plano de cimentación zapata aislada



Fuente: Construcción de estructuras, pg.141

Este plano contiene información, dimensiones de las zapatas con sus respectivos nombres, dimensiones de las vigas de amarre y sus nombres, dimensiones de las columnas y sus nombres, cotas entre ejes de las columnas, nombre del plano y su respectiva escala, se muestran los ejes verticales y horizontales entre otras informaciones. En este plano faltaron los detalles constructivos.

## **MATERIALES**

Son todos los materiales naturales (arena, agua entre otros) procesados (triturados), prefabricados (varillas) y artificiales (aditivos) con los cuales se materializan estas estructuras. A continuación, se detallan estos y se da recomendaciones adecuadas para su uso correcto para lograr unas estructuras durables y de calidad.

Estos son:

### **Agua.**

Generalmente en la construcción utilizamos el agua en su forma natural, es decir, cruda. Pero no hay problema en construcción al utilizar el agua tratada que ofrecen los acueductos de la mayoría de nuestras ciudades. En todo caso, si se utiliza agua cruda, debe cuidarse que no contenga barro (arcilla disuelta) y mucho menos materia orgánica (hojas, ramas entre otros). Algunas aguas son duras o salobres (que tiene sabor de alguna sal) y no pueden usarse en la construcción porque actúan nocivamente sobre el cemento.

En la construcción el agua se utiliza casi para todo (mezclas, limpieza, en mampostería, para instalaciones entre otras) por lo mismo, es muy importante garantizar su suministro y proveer buenas instalaciones de almacenamiento y si fuere necesario, equipos de bombeo que ofrezcan buena presión aun en los pisos más altos de cualquier obra.

Para el consumo del personal de construcción se debe exigir agua tratada a veces por sistemas de provisión separados del agua que se emplean en los trabajos de construcción en estos casos se emplean agua cristal que viene embotellada o se instalan filtros u oxigenadores que garanticen su potabilización.

La unidad de medida es el m<sup>3</sup> y su flujo o caudal se acostumbra a medir en litros por segundo. Si el proyecto a construir esta en cualquiera de las ciudades del país que dispone de acueducto público, se debe solicitar a la autoridad correspondiente una conexión provisional llamada comúnmente un hidrante que es simplemente una conexión sin contador ni matrícula a tarifa fija, casi siempre de ½ pulgada. Esta conexión provisional debe conducir el agua a un tanque superficial, tan grande como sea posible, donde la red terminara en una lleve para manguera.

Si se trata de un lugar rural, donde no existen redes de acueducto público, el sistema de aprovisionamiento de agua debe terminar un tanque subterráneo o superficial aún más grande, que pueda almacenar por lo menos el consumo de tres días y que este provisto se bombas manuales o de motor que permitan trasegar (mudar las cosas de un lugar a otro) el líquido con facilidad.

Es muy importante tratar de aprovechar las aguas lluvias, no solo porque son gratuitas, sino porque son las más indicadas para su uso en la construcción. Si es necesario recurrir a aguas subterráneas o de pozo profundo, debe hacerse un análisis de laboratorio, que determine exactamente la calidad de agua encontrada cualitativa y cuantitativamente.

### **Arena de rio**

Es el producto del desgaste de las piedras al darse golpes movidas por la corriente de los ríos. Igualmente es el origen y la materia básica de que se forman las piedras que mueven los ríos, ya que al sedimentarse se aglutinan y compacta, pegándose un grano al otro ya sea con cementos naturales, con arcilla o simplemente por la acomodación que producen las grandes presiones.



Se presenta en forma de granos unos más grandes que otros, nunca mayores de 6.5 mm, lo que nos permite, al cribarla (colarla de impurezas), separarla y clasificarla por el tamaño de sus granos y obtener arena fina (la que pasa por una malla No 200 a No 100) arena media (mallas 50 y 30) arenas gruesas (mallas 20, 10 y 6). Debe entenderse que una malla es de 6, 10, 20, 30, 50, 100, 200, según el número de huecos que esta tiene por pulgadas cuadradas, (ejercicio de materiales regionales sobre los tamices) como es natural el mayor número de huecos en la misma área hace que los espacios sean más pequeños.

Si la arena se lava, se elimina el fango y las impurezas que la contaminan, por la cual se llama arena lavada, la usamos en la preparación de morteros y concretos. La arena más gruesa que no pasa por el tamiz No 6, la llamamos granzón o gravilla y se emplea para la preparación de concretos especiales o para preparar pisos o enchapes de gravilla lavada.

En las playas de los ríos se encuentran bancos de arena, que comúnmente están llenos de arcilla, de hojas entre otras. Esta arena de playa, que generalmente usamos para preparar morteros, para lo cual es necesario cribarla solamente a fin de quitarle los gruesos y los restos de vegetales.

Los áridos se consiguen por metro cúbicos, generalmente son transportados de los ríos a las obras en volquetas que por el camino pierden parte del agua que contiene, pero, aun así, conservan un volumen considerable de agua que oscila entre el 10 y el 25% de su volumen. Prácticamente jamás se obtiene arena seca, por ello las medidas de los áridos se hacen por volúmenes, a pesar de que las tablas se refieren a peso. El peso específico de los áridos varía mucho por el tamaño de sus granos y la densidad del material, se estima entre 1.500 y 2.200 Kg/m<sup>3</sup>.

En las obras los áridos deben guardarse preferiblemente bajo techo, facilitando e incentivando su secamiento y en cualquier caso protegerlo de corriente de agua para que a si no los arrastren

### **Agregado (Triturado.)**

Para obtener triturado, solo debe emplearse piedras o rocas conformada por minerales durables, resistentes y duros, exentos de partículas deterioradas que motiven alteraciones volumétricas o que afecten la hidratación del cemento, después de trituradas las piedras, el material deberá ser clasificado y graduado de acuerdo con las exigencias particulares de la obra que se va a ejecutar, la eficiencia en la clasificación debe ser tal, que cualquiera de los agregados clasificados no debe contener más del 10% de partículas menores que el tamaño mínimo estipulado, ni más del 5% del tamaño máximo respectivo.

La piedra de donde se fabrica el triturado no debe ser atacable por los álcalis (hidróxido metálico muy soluble en el agua que se comporta como una base fuerte) lo cual motiva expansión en el concreto, como la hacen el ópalo, la calcedonia, el pedernal y el vidrio volcánico.

En general, el triturado debe lavarse para quitarle el limo, la arcilla y la materia orgánica que pudiere contener. El triturado también puede hacerse de escoria de altos hornos. Cuando se desee preparar un concreto liviano se emplean agregados ligeros, en ese caso el triturado será fabricado con piedras pómez, lava y escorias de baja densidad, limpias, bien gradadas y que no produzcan cambios volumétricos en el concreto.

Generalmente el triturado es el material que resulta de triturar la piedra del río o el bolo y otras piedras que aparecen en el suelo. En este proceso es necesario hacer pasar el material por una zaranda clasificadora, que lo separa de acuerdo con su tamaño así: el más grande, que pasa por huecos de 1" a 2", el mediano, que pasa por huecos de 1/2" a 1" y la gravilla que pasa por huecos menores a 1/2" adicionalmente que da en polvo de trituración que conforma una arena muy apetecida para ejecutar algunos trabajos.

El triturado grueso se emplea poco en obras de arquitectura, en filtros para agua y afirmados para carreteras y ferrocarriles. El triturado mediano o común es el más usado en construcción, especialmente para la fabricación de concretos, su tamaño máximo no debe pasar de 1" para que pueda pasar entre las varillas y el triturado fino o gravilla, se emplea para la fabricación de concretos especiales que deban bombearse o para un acabado de concreto a la vista; así como para la fabricación de obras de concreto prefabricado.

El polvo de trituración se emplea espacialmente para la fabricación del mortero asfáltico, para el sello y la capa de rodadura en los pavimentos asfálticos, su unidad de medida es el m<sup>3</sup>.

## **Cemento**

Es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí, formado un todo compacto, en la construcción, se ha generalizado la utilización de la palabra cemento para designar un tipo de aglutinante específico que se denomina cemento portland, debido a que es el más común.

El cemento portland es la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales que contienen sílice, alúmina u óxidos de hierro, procesados a altas temperaturas y mezclados con yeso. El nombre obedece a la similitud en el aspecto del cemento endurecido con una piedra que abunda en portland, Inglaterra.

Este material tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia del agua, presentándose un proceso de reacción química que se conoce como hidratación. El avance que ha tenido en el último siglo la tecnología permite contar con varias clases de cemento, las cuales están diseñadas para proporcionar propiedades adecuadas para la producción de los diferentes tipos de concreto, es por esto que se hace necesario conocer sus bondades en beneficio de obtener mezclas económicas y de buen desempeño.

Para esta estructura se utilizan estos cementos:

Figura 28 *Cemento uso estructural*



Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/363656/cemento-argos-estructural-425kg/363656/>

### **Cemento estructural Max.**

Brinda una eficacia adecuada y un aumento considerable en la resistencia a edades iniciales y finales del concreto. Se consigue en el mercado en sacos o bultos de 42.5 Kg.

### **Algunas aplicaciones.**

- Estructuras de concreto, las cuales se necesita que estén en servicio casi inmediatamente
- Reparaciones de tipo estructural.
- Para pavimentos y pisos industriales.
- Lechadas de inyección.

### **Algunas características de sostenibilidad de este cemento.**

- El saco o bulto vacío, se puede devolver a la empresa donde se le realizara un adecuado aprovechamiento ambiental.
- Este producto es fabricado con mínimas exposiciones de Compuestos Orgánicos Volátiles.
- Se fabrica con materiales reciclados, con lo cual disminuye la utilización de recursos naturales no renovables.

Figura 29 *Cemento estructural*



Fuente:  
<https://www.argos.com.pa/catalogo/cemento/estructural/>

presentación es en sacos de 42.5 kg.

### **Cemento gris de uso estructural.**

Este cemento cumple con la norma DGNTI-COPANIT 5-2019 como cemento tipo HE, las materias primas y las adiciones utilizadas para este cemento presentan altos estándares de calidad controlados durante el proceso de producción logrando importantes beneficios medio ambientales como la reducción en el consumo de productos combustibles y disminución en las emisiones de dióxido carbono. Su

### **Algunas aplicaciones.**

- Preparación de morteros y concretos estructurales en los que se requieren altas resistencias iniciales.
- Elaboración de concretos para la construcción en general.
- Elaboración de concretos de tipo estructural como vigas, columnas, entrepisos, muros, cimentaciones entre otros.
- Producción de concretos premezclados.
- Elaboración de bloques estructurales.

Figura 30 Diferentes tipos de aditivos



Fuente: <https://blog.paqsa.com.mx/aditivos-para-el-concreto/>

## Aditivos

Son aquellos ingredientes del concreto o mortero que además del agua, agregados (triturados), cemento hidráulico y en algunos casos fibra de refuerzo, son adicionados a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado. Los

aditivos son tan viejos con el concreto, es sabido que durante el imperio romano se empezaron a adicionar sustancias tales como, sangre y leche de animales a los materiales cementantes, y así mejorar las propiedades y aumentar la durabilidad.

Sin embargo, solo hasta el siglo XX con la industrialización del cemento y del concreto, se ha iniciado estudio sistemático de los aditivos para las múltiples aplicaciones que hoy en día tiene el concreto, en las cuales el comportamiento de una mezcla sin aditivos, en muchos casos no es el deseado.

Se utilizan con el objeto de modificar las propiedades del concreto o mortero, en estado fresco, durante el fraguado o en estado endurecido, para hacerlo más adecuado según el trabajo a realizar y siendo así cumpliendo con los requisitos exigidos para cada tipología de estructura.

## Clasificación de los aditivos.

La norma NTC 1299 presenta la clasificación de los aditivos convencionales en cuatro (4) grupos de acuerdo con el efecto que producen, estos son los más frecuentemente utilizados, sin embargo, el desarrollo en los últimos años de nuevas tecnologías, hace necesaria una clasificación más amplia que incluya los aditivos especializados.

Los Superplastificantes, Superplastificantes retardantes e inclusores de aire no están en la norma NTC1299, sin embargo ya son de amplia difusión en nuestro medio.

Tipo de aditivo	Efecto deseado
<b>Aditivos convencionales</b>	
Plastificantes	Plastificar o reducir el agua entre el 5% y el 12%
Retardantes	Retardar el tiempo de fraguado
Acelerantes	Acelerar el fraguado y el desarrollo de la resistencia a edades tempranas.
Plastificantes retardantes	Plastificar o reducir agua entre el 5% y el 12% y retardar el fraguado.
Plastificantes Acelerantes	Plastificar o reducir agua entre el 5% y el 12% y acelerar el fraguado.
Superplastificantes	Superplastificar o reducir agua entre el 12% y el 30% y retardar el tiempo de fraguado.
<b>Inclusores de aire</b>	Aumentar la impermeabilidad y mejorar la trabajabilidad



<b>Aditivos minerales</b>	
Cementantes	Aumentar propiedades cementantes, sustituir parcialmente el cemento.
Puzolanas	Mejorar la trabajabilidad, la plasticidad, la resistencia a los sulfatos. Reducir la reacción álcali-agregado, la permeabilidad y el calor de hidratación. Sustituir parcialmente el cemento y rellenar.
Inertes	Mejorar la trabajabilidad y rellenar.
<b>Aditivos misceláneos</b>	
Formadores de gas	Provocar expansión antes del fraguado
Impermeabilizantes	Disminuir la permeabilidad
Ayudas de bombeo	Mejorar la capacidad de bombeo
Inhibidores de corrosión	Reducir el avance de la corrosión
Colorantes	Colorear el concreto

Figura 31 Diferentes tipos de varillas



Fuente: <https://www.acecomaderas.com/varilla-corrugada-de-14-635-mm>

longitudes de 6.9 mts y 12 mts.

## **Varillas o barras de refuerzo.**

Es uno de los materiales más utilizados en las construcciones tanto arquitectónicas como civiles. Se emplea en forma de varillas redondas corrugadas y lisas dependiendo del proceso constructivo se consigue en el mercado en pulgada de  $\frac{1}{4}$  " -  $\frac{3}{8}$  " -  $\frac{1}{2}$  " -  $\frac{5}{8}$  " entre otras y de

En el mercado nacional se consigue el hierro en varillas redondas (establecidas para la construcción) desde la calidad A-36, que soporta 36.000 P.S.I., hasta el hierro estirado en frío, que produce un mejoramiento sustancial de las características mecánicas del material, consistente en aumentar su límite de elasticidad, y el de la carga de rotura; lo que nos lleva a obtener aceros de alta resistencia cuyo límite elástico mínimo es de 4.200 Kg/cm<sup>2</sup>, o  $f_y = 60.000$  libras /pulgada<sup>2</sup>, esfuerzo de rotura mínima 5.000 Kg/cm<sup>2</sup>, deformación mínima en el punto de rotura 12% y módulo de elasticidad 2.1X10<sup>6</sup> Kg/cm<sup>2</sup>.

Dentro de estas características se consigue el hierro P.D.R. – 60 y otros de marcas o referencias en forma de varillas lisas y de palo de yuca o corrugadas. Estas últimas son las más utilizadas en la construcción por tal razón deben de cumplir con las normas establecidas a saber:

## **La Norma Sismoresistente en las barras de refuerzo.**

Las barras de construcción constituyen una materia prima indispensable para las obras de concreto reforzado en Colombia, este debe cumplir con normas, estándares de calidad y requisitos técnicos que garanticen la seguridad del ser humano contemplados en la Norma Colombiana de Sismo resistencia. Por esta razón, las barras fabricadas en las siderúrgicas nacionales y de países vecinos como Venezuela, se destinan exclusivamente al mercado colombiano, se manufacturan específicamente bajo la normatividad colombiana, basada en serios estudios del riesgo sísmico de nuestro país.

Otros países tienen sismicidad diferente y por ello tienen otra clase de requisitos, lo cual impide que el producto se pueda considerar estándar, como si ocurre con otros bienes procedentes del sector metalúrgico. Por lo mismo, todo constructor o comercializador de acero debe verificar que las barras que llegan a su obra o depósito cumplan la Norma Colombiana, así todas ellas tengan apariencia semejante.

El acero como elementos estructural del concreto, cumple una función esencial en la resistencia del mismo cual implica que, si la construcción no se realiza siguiendo todos los parámetros técnicos, es probable que colapse ante un sismo, en este caso, si el acero que utiliza no cumple las debidas propiedades mecánicas de máxima resistencia, máxima fluencia, alargamiento mínimo y relación máxima de resistencia sobre máxima fluencia, además de composición química con porcentajes máximos de carbono, manganeso, sílice, fosforo y azufre.

El cumplimiento de normas técnicas no debe limitarse a la construcción, sino extenderse a los materiales a utilizar. Lo anterior cobra mayor importancia en países como Colombia, donde alrededor del 86% de la población reside en zonas de amenaza sísmica alta (como en el departamento del Choco) o media.

### **Efectos de las diferencias en las barras de refuerzo.**

Las barras de acero corrugadas de baja aleación, así como las termotratadas, se utilizan principalmente como refuerzo del concreto en construcciones sismo resistente que, en caso de sismo están diseñadas para preservar la vida de las personas que se encuentran en ellas. Venezuela es el mayor proveedor extranjero de productos de acero a Colombia y las normas nacionales de los dos países no son homólogas entre sí, pero las diferencias entre ambos productos son imperceptibles para el consumidor.

El producto importado está regido por la COVENIN 316 – barras y rollo de acero con resaltes para uso como refuerzo estructural - cuando proviene de un distribuidor venezolano o por la NTC 2289 si la vende directamente al productor venezolano bajo exigencias del importador colombiano. La COVENIN 316 no es comparable con la NTC- 2289 para el producto nacional.

Mientras que la NTC 2289 solo regula un tipo de barras de acero corrugado, la venezolana COVENIN 316 incluye varias calidades, entre ellas dos tipos diferentes de barras corrugadas denominadas S. y W. de estas, solo el tipo W es comparable con las barras y rollo que el código Colombina de Sismo resistencia permite utilizar en el país (cabe resaltar que el acero fabricado bajo la norma COVENIN 316, tipo S, no posee propiedades de soldabilidad).

Los consumidores finales no están en condiciones de percibir ni de evaluar las diferencias entre un producto y otro por que las variaciones de calidad solo son detectables a través de ensayos destructivos de producto y en laboratorios equipados para tal fin. La calidad de las barras y rollos corrugados importados (salvo los fabricados especialmente para el mercado colombiano) es similar a la del producto nacional en los tipos W, pero inferior en los tipos S.

Todas las barras corrugadas y rollos corrugados producidos bajo la NTC 2289 son aptas para usar como refuerzo de concreto en construcciones sismo resistente, pero no todas las barras y rollos corrugados importados tiene propiedades de sismo resistencia porque en muchos casos el país de origen no posee riesgo sísmico. El producto importado debe especificar claramente que cumple la normatividad colombiana.

Las principales siderúrgicas venezolanas fabrican barras especiales para el mercado colombiano que cumplen la norma NTC 2289, pero algunos negociantes adquieren barras de otro tipo, destinadas al mercado interno del país vecino y luego las traen a Colombia. La aparente reducción de costos que se logra al ingresar al país barras con menores especificaciones no solo distorsiona el mercado, sino que pone en riesgo la vida humana al no cumplir los normas sismo resistente.

### **Proceso constructivo de cimentación superficial**

Consiste en todos los pasos o procedimientos con los cuales se materializa o se construye el elemento de soporte que hace parte de una estructura el cual es la cimentación. A continuación, se describe el proceso constructivo de una zapata unidad con viga de amarre.

Consiste de la siguiente manera:

## **Preliminares**

Se entiende por la localización, descapote (limpieza del lote), y replanteo del proyecto con lo cual se asegura la posición exacta del mismo y el montaje del campamento en el que se pueda almacenar los materiales de construcción e instalar la oficina donde se pueda controlar las actividades de ejecución del proyecto.

- **Localización**

Esta consiste en la demarcación del lote, en ella se determinan los linderos (límites del lote) del mismo. Además, por razones de seguridad y privacidad de los proyectos son cerrados al público perimetralmente con el uso de lona verde extendida y fijada con postes de madera.

- **Descapote (limpieza del lote)**

Esta se realiza de dos formas por medio maquinarias adecuadas para este fin (bulldozers o retroexcavadoras) o manualmente (pala, picos, barras, carretas). Consiste en retirar todo tipo de materia orgánica e inorgánica como la capa vegetal, escombros, arbustos, maleza y otros elementos que puedan entorpecer el rendimiento de las labores de ejecución.

Además, en este descapote se realiza la nivelación del lote, esta se presenta si en él se observa que no está plano o recto y en el cual existen montones de tierras entre otros. Ya que esta permite una ejecución adecuada de las labores de construcción.

- **Replanteo**

Es el trazado en el terreno de los ejes (tomado de los planos de cimentación y desagüe) del proyecto los cuales determinan los lugares por donde se realizan las excavaciones para la cimentación establecida por el ingeniero geotecnista. Los cuales deberán ser trazados por un equipo de topografía verificados por el supervisor, interventor o quien haga sus veces.

Estos trabajos deben ser con la mayor precisión posible para evitar errores que se pueden presentar más adelante. Durante este proceso se fijan las referencias necesarias para controlar los alineamientos, niveles del edificio, cálculos de volúmenes de excavación y rellenos entre otros.

Generalmente se dejan en el terreno una serie de hilos alineados de acuerdo a los ejes y sobre los cuales se hará la excavación de la cimentación.

- **Excavación**

Es básicamente la extracción de tierra la cual nos lleva a una zanja, en donde se construirá la cimentación establecida en los planos, estos trabajos deben ser coordinados entre el ingeniero geotecnista, el ingeniero estructural y el constructor en arquitectura e ingeniería conservando las dimensiones, procedimientos y especificaciones que se desprenden de los estudios pertinentes.

Para efectos de la construcción el estudio geotécnico debe contener una serie de recomendaciones en especial para el proceso de excavación. En las cuales se indiquen los pasos a seguir y las precauciones que se debe tener con el terreno durante esta etapa.

El contenido del estudio debe ser tenido en cuenta durante todo el proceso de excavación y cimentación, ya que cualquier cambio con relación al estudio en las propiedades de humedad, estratificación del suelo u otras debe ser informado al ingeniero geotecnista para solucionar cualquiera de estas eventualidades.

Para la excavación de zapatas y viga de amarre, se debe tener en cuenta lo siguiente:

### **Excavación de zapata**

Esta excavación puede ser manual o con máquinas dependiendo de las dimensiones de la obra a construir, hasta llegar a la profundidad establecida en los planos. Generalmente se excava hasta encontrar suelo firme. Se debe tener mucho cuidado con la construcción de las zapatas que están en el límite de la propiedad vecina, ya que esta excavación puede debilitar la estructura de dicha edificación implicando gastos adicionales.

Una vez realizada la zanja, se debe colocar una capa de concreto de limpieza (concreto pobre) de 5 cm de espesor, cuya superficie debe alcanzar la cota inferior de la cimentación indicada en los planos.

Luego, se instala la parrilla (malla con varilla de refuerzo  $\frac{1}{2}$ " ) se arman las formaletas correspondientes a las caras laterales de las zapatas; estas pueden ser de madera o metálicas y deben ser aceitadas previamente para facilitar el desencofrado una vez se hayan fundido las zapatas en concreto.



## **Excavación de viga de amarre**

Esta se realiza de acuerdo a los datos establecidos en planos de cimentación y desagües (dimensiones), está va uniendo todas las zapatas. Una vez excavada la zanja se instala la formaleta bien anclada para que resista las presiones del concreto.

## **Colocación de la armadura (varillas)**

Se procede a colocar el armazón de la zapata (parilla) y el castillo con sus anclajes (varillas para conformar la columna) de acuerdo con los planos de cimentación con los debidos traslapos mostrados en los planos estructurales.

En la viga de amarre se debe colocar algunas calzas o pedazos de bloques por debajo de la armazón, esto permite que el refuerzo quede sumergido en el concreto y además está (armazón) no tenga contacto con el suelo ya que el suelo tiene muchos agentes químicos que alteran la resistencia de la varilla. En algunos casos se le vierte a la viga de amarre un concreto pobre para que el concreto definitivo no sea atacado por los agentes dañinos del suelo.

## **Vaciado del concreto**

Finalmente, se hace el vaciado del concreto en las zapatas. Es recomendable realizar la mezcla con maquinaria (concretadora) para que la mezcla tenga la resistencia adecuada. Primero se realiza el vaciado del concreto en las zapatas, posteriormente se realiza el vaciado del concreto en la viga de amarre. Este concreto debe tener la resistencia para este tipo de cimentación.

Antes de vaciar el concreto en las vigas de amarre se humedece el área de la viga, posteriormente es vaciado del concreto en las vigas. Ya sea por medio de maquina o manualmente. Una vez vaciado con una varilla se le proporciona unos movimientos circulares para que el concreto compacte correctamente o también con un vibrador. Además, para que no quede con aire generando hormigueros.

### **Recomendación para la construcción de cimentaciones**

Para obtener un producto que satisfaga las necesidades y cumpla las normas, es necesario no solo controlar los problemas perceptibles o visibles por el cliente, si no verificar que todas las etapas tanto de diseño como de la construcción se realicen bajo estándares de excelencia y calidad. En la construcción de cualquier edificio, uno de los procesos que exige máximo cuidado es la cimentación, puesto que cualquier error en la solución de un problema imprevisto durante esta etapa repercutirá en alteración de toda la estructura y en cuantiosos costos de reparación.

A continuación, se describe la manera de evitar los problemas más comunes en esta etapa y el manejo que debe dárseles según las condiciones de la obra. Antes de entrar en materia es necesario comprender que la construcción no se refiere únicamente a la etapa de ejecución de un proyecto, sino que forma parte de un esquema integral que incluye las siguientes etapas:

- Planeación
- Instalación
- Ejecución

Cualquier error o imprevisto en alguna de estas etapas puede llevar a problemas en la construcción de los cimientos, por lo cual se abordarían a continuación las precauciones que deben tenerse y el problema a ser evitado o solucionado.

## **La planeación.**

La planeación consiste en reunir el equipo de trabajo alrededor del plano de instalación para distribuir con eficacia cada una de las dependencias, de tal forma que el espacio disponible sea suficiente para la operación de cada una de los vehículos, maquinarias, cuadrillas y almacenamiento. Así mismo, es necesario trazar las rutas de circulación y tanto de personal como de maquinaria para evitar accidentes por la demarcación de senderos.

Una vez establecido la distribución zonal y las rutas de circulación, se selecciona el equipo necesario para la cimentación, esto depende del tipo de cimentación (superficial o profunda), del suelo, de la profundidad que tendrán los cimientos, la facilidad de adquirir los equipos en el mercado y las recomendaciones del ingeniero de suelos.

En muchas ocasiones no se cuenta, con el equipo adecuado, lo cual se traduce en ineficiencias operativas, daño de herramientas y maquinarias por emplearlas para funciones diferentes a las establecidas por el fabricante y por último errores constructivos puesto que el resultado final de emplear maquinaria inadecuada va a incumplir los estándares y la calidad exigidos.

Para cimentaciones superficiales no representan mayor problema, puesto que solo se requiere excavar y fundir. Para las cimentaciones profundas a rasgos generales se recomiendan:

- Para evitar problemas tener un equipo de trabajo idóneo: En lo posible contratar personas que tengan experiencia en obras similares y tengan las habilidades necesarias para desempeñar la labor.

- Equipos y maquinarias: de acuerdo a lo anterior el equipo de trabajo seleccionado deberá tener el mejor conocimiento posible de la maquinaria empleada.
- Seguridad industrial: es imperativo que cada operario de la obra sea consciente de su propia seguridad y de su compromiso con la seguridad de visitantes y terceros.

El siguiente punto se concentra en la solicitud de insumos (formaletas, herramientas, maquinarias entre otros) y materia prima (concreto, hierro entre otros) deben de coincidir con las especificaciones de diseño. Las variaciones que se introduzcan deben ser consultadas y avaladas previamente por los diseñadores, puesto que un suministro equivocado no solo lleva a errores y confusiones en la etapa constructiva sino a baja calidad en el producto final.

### **La instalación.**

Como primer paso de la instalación, es necesario adecuar al terreno, en la zona de tránsito se debe conformar una superficie de trabajo lo más nivelada posible, con drenaje suficiente para permitir las circulaciones y cuya compactación este acorde con el tipo de tráfico esperado. De esta forma se establecen vías de acceso adecuadas que, con mantenimiento frecuente prestaran buen servicio, no hay que olvidar señalar adecuadamente cada sendero y zona de tránsito y descarga de material.

De esta forma se atacarán problemas de volcamiento y estancamiento de maquinaria, como también accidentes derivados de la circulación de personal, maquinaria y descarga de materiales. Esta acción contribuirá además a mejorar los rendimientos de obra al hacer más rápidas, seguras y eficientes las labores de transporte y descarga de materiales.

### **La ejecución.**

La inspección durante la ejecución consiste verificar que el proceso constructivo, los materiales y los procedimientos se encuentran bajo el esquema planteado y cumplan con todos los estándares establecidos.

A continuación, se describe la inspección necesaria para cimentaciones superficiales y profundas.

### **Cimentaciones superficiales.**

En el caso de las cimentaciones superficiales (zapatas, placas, vigas de amarre entre otras) es necesario realizar tres tipos de inspecciones antes del vaciado del concreto a saber:

- **Inspección del terreno.**

Se realiza tan pronto se haya terminado la excavación y estén construidos la formaleta para el vaciado, no sin antes aprobar las condiciones del terreno para dispones los moldes, verificando su compactación, humedad, forma y dimensiones establecidas en el diseño, así como la revisión de la pendiente del alud de la excavación y su estabilidad, con el fin de evitar problema de desplazamiento de accidentes.

De igual manera debe de disponerse y verificarse el drenaje para evitar encharcamientos durante la construcción.

Debe eliminarse los charcos de agua antes de colocar el concreto, pues el líquido aumentara la relación agua/cemento y afectara directamente la resistencia de diseño de la mezcla. El refuerzo se puede colocar una vez aprobada la disposición del molde. En esta fase de inspección se verifica la correcta alineación de la zapata según los ejes establecidos por el diseñador, para evitar problemas de localización y posibles inconvenientes de alineación de las cimentaciones.

Es importante aclarar que el concreto se dispondrá directamente sobre el terreno, por lo cual debe protegerse por completo de la penetración de agua antes de ser colocado, si el suelo fue ablandado por acción del agua, deberá ser excavado y compactado con material estructural de relleno siguiendo las recomendaciones del ingeniero de suelo. Esta medida evitara problemas constructivos de colocación del concreto y dificultades futuras de estabilidad. Los puntos suaves y todas las porciones de la sub-rasante que pudieran estar sometidos a asentamientos deben ser eliminados, incluyendo fisuras, capas inclinadas, capas de arcilla y capas de arena que contengan exceso de agua.

- **Inspección pre-vaciado**

Una vez la formaleta y el refuerzo estén en su lugar para el vaciado del concreto, se debe realizar una inspección detallada del refuerzo, verificando que los diámetros, espaciamientos y amarres cumplan a cabalidad las especificaciones de los diseños. Tiene gran importancia garantizar que el recubrimiento del refuerzo este acorde con lo estipulado por el diseñador puesto estos elementos tendrán contacto permanente con sulfatos provenientes del suelo, y por ende reclaman especial cuidado (ver capítulo C4, NSR-10).

Esto evitara errores derivados de la deficiente colocación, disposición y amarre del refuerzo y garantizara la duración y buen comportamiento de la estructura. De igual forma, debe verificarse que el molde se encuentre limpio y en buen estado general, con las uniones debidamente cerradas.

Si se va a fundir concreto nuevo sobre uno previamente colocado, la superficie del concreto viejo debe encontrarse libre de aceite, grasas, materiales extraños y sustancias ajenas a la mezcla en ocasiones es necesario limpiarla con arena húmeda o chorro de arena a alta presión para exponer una superficie de contacto rugosa y que garantice buena adherencia entre ambas mezclas.

No debemos olvidar que antes de vaciar el concreto es necesario comprobar que la mezcla cumpla las propiedades estipuladas en su diseño. Para este fin se recomienda tomar muestras por lo menos una vez al día por cada 40m<sup>3</sup> de concreto vaciado, o al menos una vez por cada 200m<sup>2</sup> por superficie de losa. Generalmente se prueba la manejabilidad con el ensayo de asentamiento utilizando el cono de Abrahams y con la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días.

- **Inspección durante y después de la fundición.**

Este control debe realizarse durante e inmediatamente después de la fundición del concreto, aquí se revisa su buena vibración, compactación y superficie homogénea. Es importante que la cimbra o formaleta se retire en el periodo específico de diseño y no antes de este; el ACI 347 recomienda para losas y zapatas de cimentación manejar un tiempo mínimo de 7 días. Esto se ha establecido para la temperatura media de 10 °C, suponiendo que se usa cemento portland Tipo I (uso general); si las temperaturas son inferiores a las establecidas los tiempos mínimos deben incrementarse.

El cumplimiento de estos tiempos garantizara que la estructura mantenga las propiedades de diseño y que no presenten fallas por descimbrado prematuro. Si se cumplen las anteriores recomendaciones y se siguen los alineamientos de diseño, podrán evitarse varios inconvenientes durante y después de la construcción de cimentaciones superficiales.

### **Cimentaciones profundas.**

En cuanto a la inspección del terreno, las cimentaciones profundas exigen los mismos cuidados de las cimentaciones superficiales como delimitación de las áreas, senderos de tránsito y una zona estable para situar la maquinaria, como también una pre-excavación, tal como ya se indicó. Pero en este caso y debido a que todo el proceso no es fácilmente visible, se requieren herramientas y pruebas adicionales (ensayos) más complejas para determinar problemas presentes durante la construcción.

Algunos de ellos son:

- Excavación e inspección visual
- Reflexión de ondas sónicas
- Carga dinámica
- Perforación
- Crosshole.

Estos ensayos son aplicables al tipo de problemas que se presente. Puesto que la gran mayoría de estas fallas ocurren en grandes profundidades, se recomienda que antes de tomar una decisión al respecto se consulte con el mismo ingeniero de suelos para tener un concepto técnico y acertado de las posibles soluciones.



Como se puede observar la mayoría de los problemas de cimentaciones debe tratarse de manera preventiva desde la etapa de planeación y preparación, de esta manera disminuir al máximo cualquier eventualidad durante la ejecución del proyecto. Siendo la cimentación la base de la estructura, y hay que prestar atención especial a los problemas que surjan en este aspecto y consultar con especialista en el tema antes de tomar decisiones que puedan afectar la calidad y el comportamiento del producto final.

### **Patologías en las cimentaciones.**

En un concepto general la patología en construcción, son agentes que por distintos medios y por el empleo de diferentes elementos originan, producen y desarrollan las patologías o enfermedades que se comportan instintivamente o involuntariamente según el material como ladrillo, bloque, concreto, metal entre otros.

Para mejorar las condiciones de las cimentaciones afectadas por algunas patologías, se realiza por medio de recalces y se consigue actuando a un nivel próximo por debajo de la cimentación existente o mejorar la resistencia del terreno de apoyo. Las causas que obligan a ejecución de un recalce son: una cimentación defectuosa, alteración de suelos por causas exteriores, reformas y cambios de uso.

	<b>Cimentación defectuosa</b>	Errores de proyecto
		Errores de ejecución
		Deterioro en tiempo
		Estudios de suelo
		Asientos calculados no tolerados por las estructuras

<b>Causas que obligan a recalzar</b>		La no homogeneidad de un suelo
		Materiales.
	<b>Alteraciones del suelo por causas exteriores</b>	Rellenos adjuntos en terrenos compresibles
		Excavaciones en el terreno colindante
		Variación del terreno por escape de agua
		Desecación del terreno
		Descompresión del suelo
		Socavaciones, erosiones.
	<b>Reformas o cambios de uso</b>	Aumento en el número de placas
		Aumento de sobrecargas
		Suprimir muros o columnas
		Construcción de sótanos
		Aumento de sobrecargas

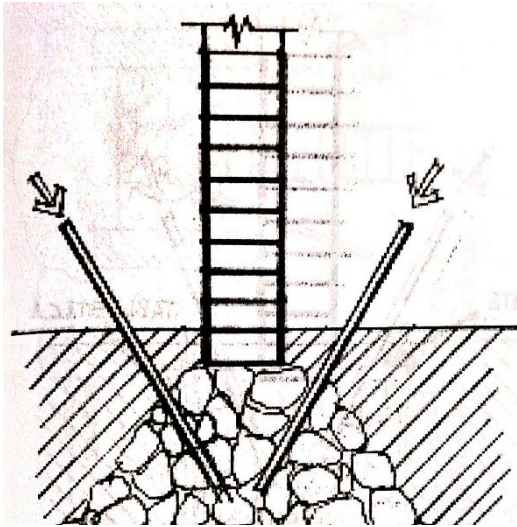
### **Recalces superficiales.**

Consiste normalmente en la transferencia de cargas a elementos de cimentación de mayor superficie que las cimentaciones originales o apoyadas en níveles inferiores más competentes, pero sin llegar a profundidades importantes. Tipológicamente se consideran las enunciadas en el siguiente cuadro:

<b>Recalces superficiales</b>	<b>Refuerzo</b>	Inyección
		Inyección confinada tablestacas
		Inyección confinada muros
		Introducción de armaduras
	<b>Creación de placas de contrapiso</b>	
	<b>Sustitución</b>	Zapatas corridas
		Zapatas aisladas
		Punteado
		Punteado
	<b>Ensanche de zapatas</b>	Contorno
		Debajo
		Mejora del terreno

En algunos casos estos recalces se hacen eliminando totalmente el apoyo, una vez desmontada la columna o muro y transmitiendo su carga a otras zonas hasta la reconstrucción del cimiento, pero normalmente al descalce es solo parcial, construyendo la nueva cimentación por puntos.

Figura 32 cimentaciones antiguas



Fuente: introducción a la patología y rehabilitación de edificios, figura 421

## Refuerzo.

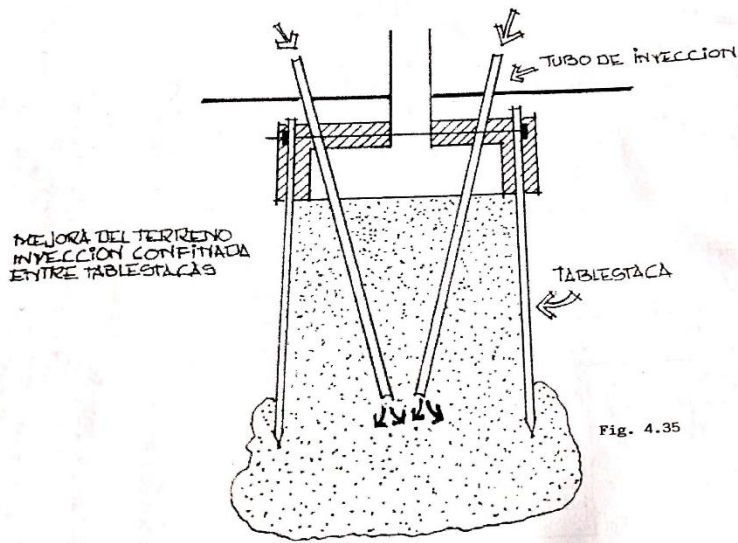
En construcciones antiguas donde las cimentaciones no están bien consolidadas por que se encuentran piedras sobre piedras o sillares sobre sillares sin ningún mortero aglutinante o que por el paso del tiempo se ha deteriorado, para solucionar estos problemas, podemos hacer inyecciones de mortero con bombas de gran presión. Para estar más seguro que el mortero penetre por entre las piedras o

sillares, se puede construir un tablestacado hincado o excavado a lado y lado del cimiento con materiales como maderas o laminas metálicas recuperables o con muretes en ladrillo o concreto e inyectar después por entre estas el mortero de inyección.

## Creación de placas de contrapiso.

Consiste en aumentar el área de reparto de la cimentación en áreas de placas de contrapiso, adosadas o por debajo de los muros o de las cimentaciones.

Figura 33 Cimentaciones contemporáneas



Fuente: Introducción a la patología y rehabilitación de edificios, figura 4.35

## Sustitución.

En cimentaciones corridas o continuas podemos crear una nueva zapata por debajo de la antigua cimentación o del muro, excavando y fundiendo dados alternados que llegarían hasta el centro del eje del muro.

Podemos sustituir también una zapata aislada de una

columna o machón de ladrillo con la misma técnica fundiendo alternamente los dados. Otra técnica es la de recalzar o sumurar una zapata en concreto armado por debajo. También podemos inyectar mortero por debajo de las zapatas para mejorar las condiciones del terreno aumentando su capacidad portante.

## Ensanche de zapatas.

Es una operación de fácil ejecución y de poco peligro para los obreros porque se excava en el perímetro o contorno de la antigua zapata y se aumenta su nueva área con alguno de los sistemas: ampliando armadura con taladro, bulones inyectado, pretensados, postensado, o con recortes inclinados, dentados cajeados para lograr una mayor adherencia entre el viejo y el nuevo concreto.

## **Recalces profundos.**

Estos son:

Recalces profundos	Ejecución por pozos
	Mediante pilotes
	Para construir sótanos

Puede decirse que resulta necesario un recalce profundo cuando se reflejan asientos importantes bajo las cargas actuales, el estrato de apoyo es insuficiente, una posible carga nueva al edificio, cuando sus recalces superficiales son dificultosos debido a la poca inestabilidad del terreno, niveles freáticos, realización de futuras excavaciones y túneles continuos a la obra que puedan afectar la estabilidad, cuando se desean hacer sótanos, sustituir un pilotaje o mejorar su capacidad de carga.

## **Ejecución de pozos.**

Podemos ejecutar estos recalces por medio de dados o puntos alternos en una cimentación o zapata corrida con la misma técnica del recalce por sustitución superficial con la diferencia de que su excavación es más profunda, basta localizar un estrato de capacidad de carga suficiente y fundir desde este hasta la cimentación antigua tramos alternados punteando la viga de cimentación ya existente.

### **Mediante pilotes.**

Este recalce tiene como característica principal reforzar aéreas de cimentación en concreto armados como zapatas aisladas, corridas, vigas de cimentación transmitiendo la carga a estratos profundos o que por fricción lleguen a obtener la estabilidad del edificio por intermedio de pilotes o micropilotes fundidos por debajo, rodeando la cimentación, punteado o atravesando la misma.

Los micropilotes fundidos por debajo de la viga son pilotes prefabricados indicados uno seguido de otro por intermedio de un gato hidráulico ayudado por un apoyo en la viga, que permite realizar un empuje (hincado) al pilote dentro del terreno, sobreponiendo los pilotes necesarios para el tonelaje calculado por intermedio de un manómetro instalado al gato, el espacio del gato, una vez concluida la operación, es reemplazado por vigas metálicas y se funde el espacio de trabajo con un bulón de concreto( PRETEST).

### **Para construcción de sótanos.**

Podemos utilizar también los pilotes y micropilotes para la construcción de sótanos debajo de los edificios ya construidos, transmitiendo la carga del edificio a estratos portantes bajo el nivel del espacio de sótano requerido, utilizando la cimentación del edificio antiguo apoyándonos con algunos de los métodos anteriormente mencionados dependiendo de la situación a intervenir y fundiendo muros en concreto alrededor de los pilotes o micropilotes que nos servirán de pilares, columnas o muros de carga por debajo de la cimentación primitiva.

## DESAGÜES O RED DE INSTALACIONES SANITARIAS

En una edificación se necesita evacuar las aguas de los inodoros, duchas, lavaplatos entre otros aparatos y las aguas lluvias, esto se logra instalando tuberías y estructuras que reciben estas aguas, las cuales son conducidas o evacuadas a la red de alcantarillado, en su caso a un pozo séptico, tinas o tanques subterráneos.

### Clasificación de los desagües.

Estos son:

**Sanitario.** Recibe las aguas producidas de las actividades fisiológicas de los seres humanos, desperdicios domésticos entre otras. Las aguas sanitarias son de dos tipos:

- Residual. Provenientes o se producen en la taza sanitaria o sanitarios. Estas no se pueden reutilizar y su tratamiento es muy costoso.
- Servidas. Provenientes o se producen en los lavaplatos, lavadora, lavamanos. Estas se pueden reutilizar y su tratamiento es menos costoso.

**Pluvial.** Recibe el agua de lluvia, la cual puede ser llevada a las tinas (nivel de piso), tanques subterráneos si es caso.

**Combinado.** Recibe las aguas sanitarias y de lluvias, es poco usual en la actualidad por las normas de salud.

**Industrial.** Recibe las aguas las cuales son de naturaleza acida e inconvenientes, este desagüe no debe estar conectado al alcantarillado sanitario así evitar la contaminación de las fuentes hídricas, por tal razón deben de ir estas a un área colectora para su tratamiento.



## Planos de la red o instalaciones sanitarias.

Este comprende dos partes:

La primera es conocer las tuberías y accesorios, con los cuales se construye la red sanitaria. A saber:

Figura 34 Tubería en PVC de 6"



Fuente: Elaboración propia a partir del autor

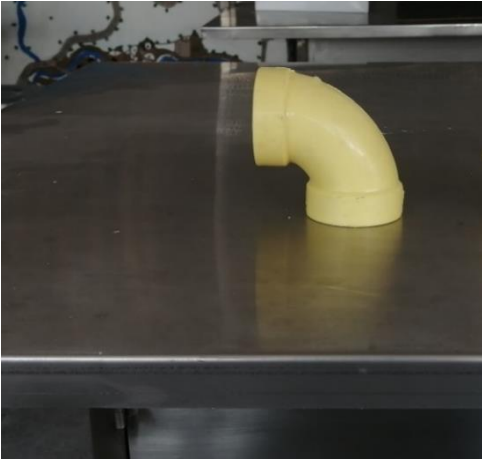
- La tubería empleada para la red sanitaria y de lluvias es de PVC (policloruro de vinilo)
- Para aguas residual y servida es de color marfil o crema.
- Para el desagüe del sanitario o taza sanitaria el diámetro de la tubería es de 4"
- El desagüe para el lavaplatos, lavamanos, ducha el diámetro de la tubería es de 2"
- Para aguas lluvias es de color anaranjado
- Para el desagüe de aguas lluvias el diámetro es de 3"
- Longitud de la tubería es de 6 m

Accesorios o conexiones.

Estos vienen con los diámetros de las tuberías respectivas.

Algunos son:

Figura 35 Codo en PVC



Codo 90° de 2"

Fuente: Elaboración propia a partir del autor

Figura 36 Semi codo en PVC

Semicodo 45° de 2"



Fuente: Elaboración propia a partir del autor

Figura 37 Semi codo en PVC



Semicodo 45° de 4"

Fuente: Elaboración a partir del autor

Figura 38: codo de PVC

Codo 90° de 4"



Fuente: Elaboración a partir del autor

Figura 39 representación gráfica (simbología) de tubería y accesorios

Tubería de desagüe		Yee doble	
Tubería de ventilación		Reducción	
Codo 45		Sentido del flujo	
Codo 90		Trampa "p"	
Codo 90 con ventilación		Tapón hembra	
Cruz		Terminal de ventilación en el techo	
Tee		Registro roscado en piso	
Tee sanitaria		Sumidero	
Tee sanitaria doble		Caja de registro	
Yee simple			

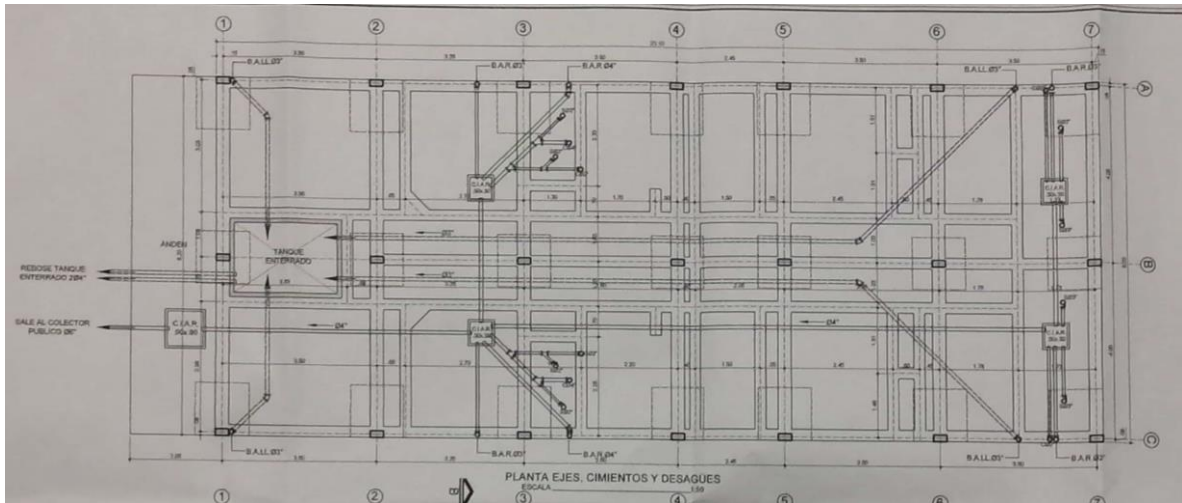
Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/657384876846073838/>

La segunda parte es conocer cómo se representa gráficamente esta tubería y accesorios como se muestra en la figura 39, para ser plasmados en el plano respectivo además información adicional la cual contribuye a comprender dicho diseño.

El diseño de las instalaciones sanitarias se elabora en los planos arquitectónicos, este diseño se puede elaborar en el plano de cimentaciones como se observa el figura 40, o en el plano del primer piso, segundo, así sucesivamente si fuera el caso como se observa en la figura 41, en este plano arquitectónico del primer piso y sucesivos estos no deben contener

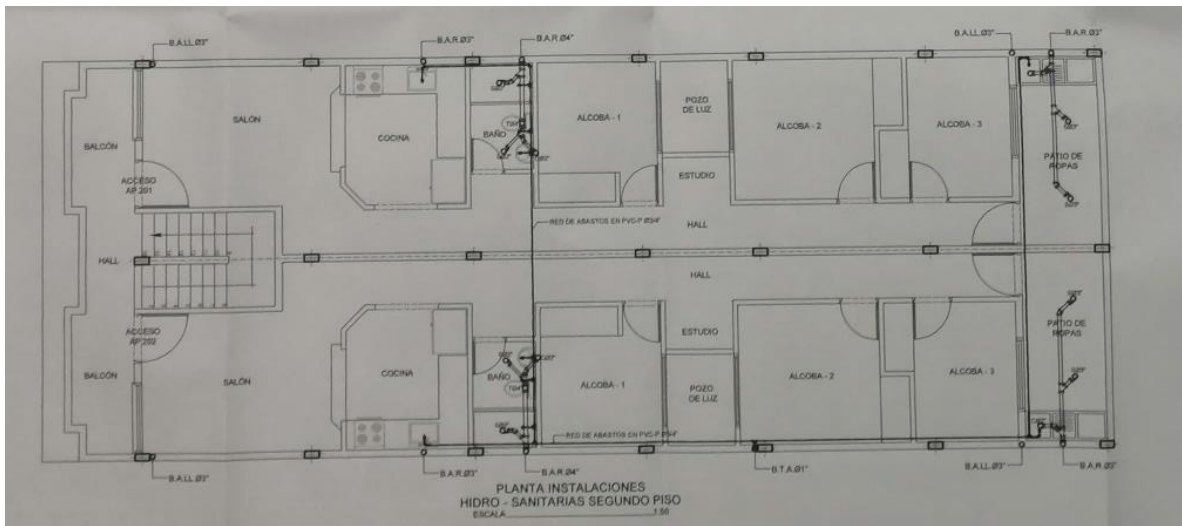
cotas parciales y totales, pero si deben contener nombres de los espacios, los muebles fijos, columnas, escaleras, puertas entre otros elementos arquitectónicos.

Figura 40 : Diseño en cimentación de la red instalaciones sanitarias o desagües



Fuente: Elaboración propia a partir del autor

Figura 41: Diseño en el primer piso red instalaciones sanitarias primer piso

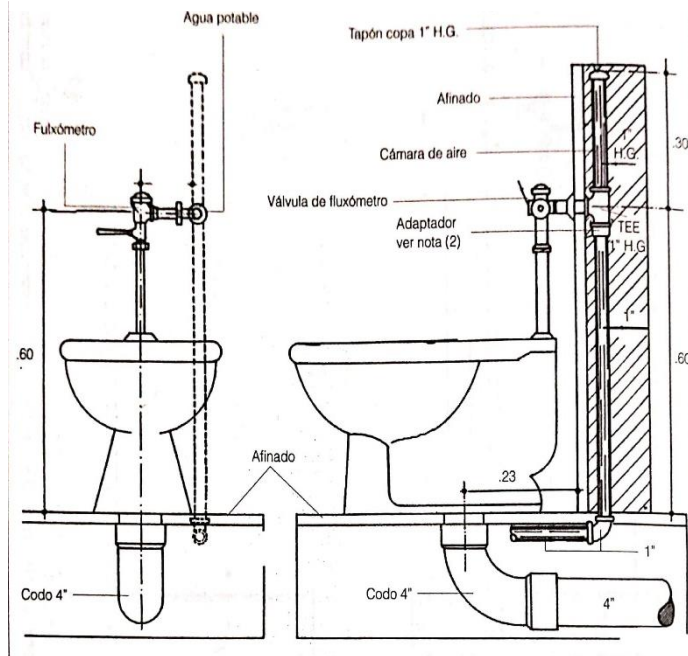


Fuente: Elaboración propia a partir del autor

Para comprender mejor estos planos en algunos casos se les debe realizar los detalles constructivos en los cuales muestra como es la instalados de los aparatos sanitarios, dimensiones, diámetros de las tuberías entre otra información que muestran estos detalles.

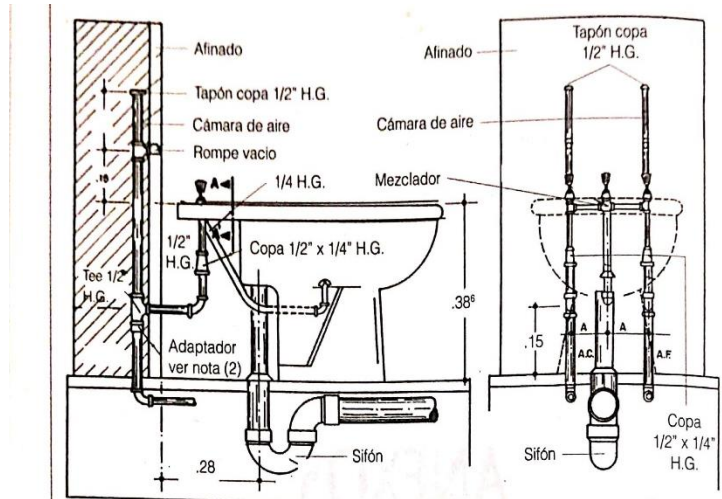
Algunos son:

Figura 43: Detalle constructivo sanitario



Fuente Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones, figura 10.19, Pg 386

Figura 44: Detalle constructivo bidet



Fuente Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones, figura 10.17, Pg 384

## **Proceso constructivo de la red o instalación sanitaria para una edificación**

La empresa de los servicios públicos realiza la conexión de la acometida desde la tubería del alcantarillado hasta la caja de empalme, la cual se encuentra dentro del lote del propietario, ya que con esta conexión realizada por la empresa queda el propietario como suscriptor ante la empresa. Vale recordar la empresa de servicios públicos es la entidad autorizada para realizar esta instalación de la acometida, si es lo contrario acareara sanciones legales para el propietario del inmueble.

Una vez realizado el diseño de la red sanitaria se debe ubicar en el terreno las cajas de inspección (la que está fuera de la edificación y las que están por dentro de la edificación) si fuera el caso, estas tendrán dimensiones de 40 x 40 hasta de 80 x 80, se excava con la dimensión deseada, se construye con muro vaciado con altura mínima de 0.50 cms, la base en con concreto simple, se debe impermeabilizar con la realización de la mezcla o una vez construida se puede aplicar emulsión asfáltica.

Se debe tener presente de darle a las cajas de inspección las pendientes teniendo presente el último punto sanitario de la edificación, con el fin que dichas aguas evacuen adecuadamente para evitar olores no deseados.

Para construir esta red de desagües se debe tener consideraciones muy claras para que esta quede totalmente adecuada para evitar futuros problemas como fugas, malos olores entre otros.

Algunas de estas consideraciones.

- Interpretar el plano, el cual indica por donde van a quedar las tuberías de desagües, las cajas de empalme y las ramificaciones que recogen las aguas sanitarias y de lluvias.
- Es importante coordinar el trabajo con los contratistas de la estructura, eléctricas, hidráulicas, ya que a menudo se presentan problemas, en especial cuando hay que modificar la localización de los puntos.

Figura 45: Tubería atravesando la vigueta



Fuente: <https://www.cyrgo.com.co/sin-categoria/viguetas-alveolares-gerdau/>

- Si fuera el caso de atravesar el tubo en un elemento estructural (viga o vigueta) debe hacerse perpendicularmente al elemento estructural como muestra en la figura---- para no afectar en gran escala su sección transversal. Se debe diseñar este hueco para evitar graves consecuencias en la

estructura y al sistema de resistencia sísmica del edificio. No se debe realizar este hueco con cincel y mahana o mona ni con taladro percutor.

- Nunca se deben colocar los bajantes de aguas sanitarias o de lluvias dentro de los elementos estructurales (columnas) anulan por completo la sección y afecta directamente la seguridad de las estructuras en general.



Figura 46: Tubería sanitaria conformando su pendiente

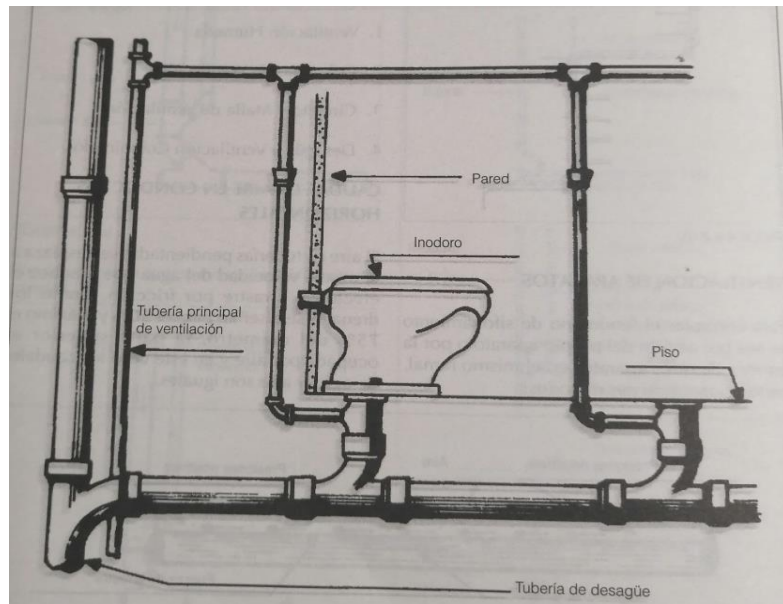


Fuente: construcción, interventoría y supervisión técnica de las edificaciones de concreta estructural, foto 10.10 Pg 207

- La tubería embebida en el entrepiso debe quedar bien asegurada y amarrada y debe dársele la pendiente adecuada apoyándola sobre bloques o trozos de ladrillos u otros elementos como se muestra en la figura 46

- Todo el sistema de desagüe de aguas sanitarias de toda edificación debe estar provisto con un sistema auxiliar de tuberías de ventilación, diseñado de tal manera que los gases y olores de todas las tuberías de desagüe circulen hacia arriba y escapen a la atmósfera por encima de la edificación.

Figura 47: Tubería de ventilación en sanitario



Fuente: Instalaciones hidráulicas sanitarias y de gas en edificaciones, figura 6.9 Pg 204

## **Alcantarillado.**

Es el conjunto de tuberías en PVC u otro material, a través del cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas sanitarias (residuales y servidas) de edificios entre otras construcciones, hacia una planta de tratamiento y posteriormente a un sitio de vertido (Rio) donde no causen daños ambientales al sitio de vertido ni molestias a los habitantes de las orillas.

### **Tipos de alcantarillados.**

Estos son:

- Un alcantarillado que conduce solamente aguas sanitarias se le conoce como alcantarillado sanitario.
- Un alcantarillado que conduce solamente aguas lluvias se llama alcantarillado pluvial o de aguas lluvias.
- Un alcantarillado que conduce simultáneamente aguas sanitarias, aguas industriales y aguas lluvias se llama alcantarillado combinado.

Un alcantarillado sanitario, se emplea en pequeñas poblaciones, en a las cuales, debido a las condiciones topográficas especiales, no es indispensable la evacuación de las aguas lluvias por estas tuberías, se efectúa por las cunetas de las calles. Desde luego este alcantarillado resuelve económicamente el problema desde el punto de vista sanitario, este se aplica en poblaciones en donde las aguas lluvias no presentan ningún problema.

El alcantarillado combinado, por el hecho de evacuar por una sola tubería las aguas sanitarias y de lluvia, resuelve económicamente el desagüe simultaneo de estas aguas, pero tiene el siguiente inconveniente: con el crecimiento de las ciudades se impone el tratamiento de las aguas sanitarias para evitar la contaminación de los ríos o quebradas y el costo de estas obras de tratamiento se aumenta considerablemente, por lo cual en la actualidad el uso de este tipo de alcantarillado se ha ido restringiendo.

En la actualidad en algunas ciudades se están implementando el alcantarillado separado, el cual consiste en una red de tuberías se evacuan las aguas sanitarias y en otras tuberías se evacuan las aguas lluvias o sea cada agua se evacua en tuberías separadas.

Pero este alcantarillado presenta algunas ventajas y desventajas a saber:

#### Ventajas

- Se elimina las inundaciones del alcantarillado combinado, previniendo la contaminación.
- Permite que las aguas pluviales o de lluvia se utilicen para algunas actividades.
- Mejora el rendimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

#### Desventajas.

- Este alcantarillado es demasiado costoso.
- Al construir este alcantarillado en el caso de agua lluvia interrumpirá las actividades económicas del sector.
- Puede resultar con contaminantes por causa de las escorrentías.

## **Planta de tratamiento para aguas residuales (PTAR)**

Consiste en un conjunto de instalaciones (edificaciones) en donde se eliminan los contaminantes de estas aguas (residuales y servidas) mediante procesos físicos, químicos y biológicos que tiene como objetivo tratarlas, alcanzando una calidad adecuada para estas, con la finalidad de ser vertidas en ríos y quebradas.

Además de la Planta de tratamiento de agua residual (PTAR) existen otras plantas como Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI) con todas las anteriores se busca preservar el planeta y además la conservación del agua para ser utilizada como un recurso hídrico para la vida de los seres vivos.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) realiza las siguientes funciones a saber:

- Limpieza de las aguas sanitarias (residual y servidas) siendo esta una de las formas para devolverlas al medio ambiente
- Elimina los residuos sólidos inorgánicos como plásticos, vidrios entre otros. También partículas pequeñas encontradas en dichas aguas.
- Reduce los residuos orgánicos y los contaminantes.
- Restaura el oxígeno perdido en el agua.

## Pozo séptico.

Este pozo séptico se construye en la parte posterior de la edificación o sea en el patio exterior, es un hueco elaborado con pico, barra y pala, es una alternativa económica para las edificaciones que en dichos lugares o zonas no existe el alcantarillado sanitario, una vez construido el pozo se lleva hasta el mismo la tubería de desagüe ppal. para depositar las aguas sanitarias, estas aguas en ese momento no tenía un tratamiento adecuado, el agua contaminada se transportaba por el suelo buscando la parte más baja hasta llegar a alguna fuente hídrica contaminándola.

Figura 48: Sistema séptico cónico



En la actualidad existen varias alternativas para construir un pozo séptico estas son en concreto vaciado, en mampostería y prefabricados. Esta última alternativa ofrece un sistema capaz de limpiar estas aguas.

Fuente: <https://www.suministroslym.co/copia-de-filtro-bio-pack-rosetones>

Consiste en tres tanques plásticos cerrados en policloruro de vinilo, en el cual se depositan las aguas sanitarias como se muestra en la figura 49, dentro de los tanques se realiza la dispersión o separación y a la vez se realiza el cambio físico-químico de la materia orgánica contenida en dichas aguas, se puede diseñar con

Figura 49: Sistema séptico cónico esférico diagrama

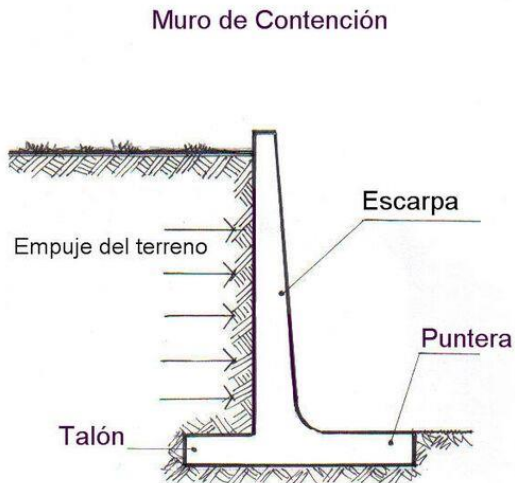


Fuente: <https://www.suministroslym.co/sistemas-de-pozos-spticos>

uno, dos o más tanques, los cuales se conectan entre si adecuadamente.

Se establece realizar la instalación del sistema séptico completo de esta forma se garantiza que las aguas sanitarias cumplan con la desinfección establecida por las normas ambientales para este fin.

Figura 50. Muro de contención y sus partes



Fuente:  
[https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Muro\\_de\\_Contentenci%C3%B3n\\_Partes\\_Componentes.jpg](https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Muro_de_Contentenci%C3%B3n_Partes_Componentes.jpg)

## MUROS DE CONTENCIÓN.

Es una subestructura rígida continúa soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de algún material natural (talud) o artificial (rellenos). tiene la función de cerramiento, sin embargo, en ocasiones el muro desempeña una segunda función que es la de transmitir cargas verticales al terreno, desempeñando una función de cimiento. Este consta de las siguientes partes:

- Escarpa, alzado o cuerpo: es la parte del muro que se levanta sobre los cimientos dependiendo de su altura y su espesor para soportar las cargas.
- Puntera o base del muro: parte de la base del muro de contención (cimiento) que no se introduce en el suelo.
- Talón: Parte de la base del muro de contención (cimiento) que está introducido o tapado por el suelo.
- Empuje del terreno o tierra. La acción que ejerce el terreno situado en la parte posterior de la escarpa, sobre el muro y la cimentación.

## Clasificación de los muros de contención.

Estos son:

- **Muros de gravedad**

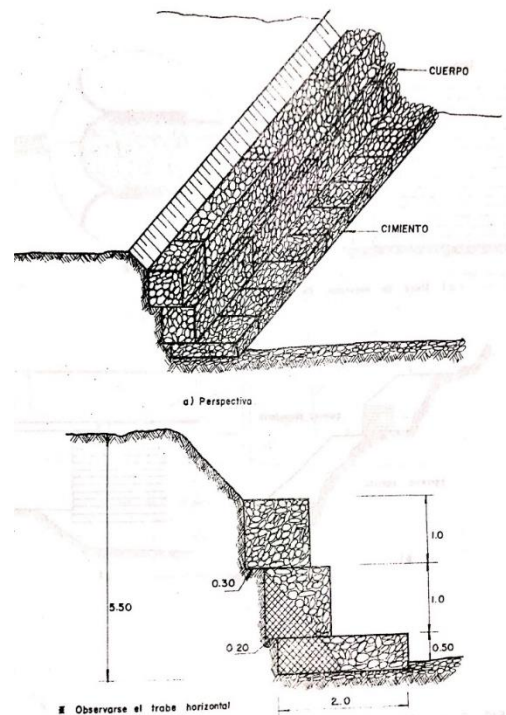
Consisten en grandes masas de contención que por su peso y resistencia al volcamiento (empuje) pueden soportar las presiones ejercidas por la tierra.

Algunos son:

Gaviones.

Es una estructura consistente en mallas metálicas las cuales se rellenan con gravas de ciertas características y de tamaños generalmente iguales. Por su flexibilidad, permeabilidad y compactación, estos muros son utilizados en zonas para la consolidación de taludes, carreteras, ferrovías entre otras.

Figura 51. Muro en gavión



Fuente: Diseño de cimientos, figura 9.18 Muros en gaviones



Figura 53. Muro piedra formando bloque



Fuente: <https://blog.structuralia.com/tipos-de-muros-de-contencion>

## Mampostería.

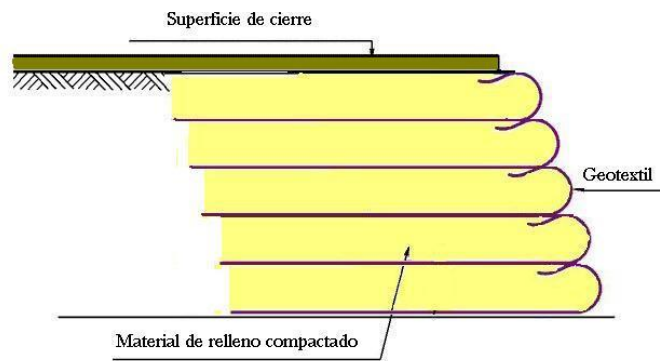
Consiste en elementos macizos naturales (piedras) simulando el tamaño y la forma de bloques como se muestra en la figura 53, en algunos casos, en otros casos las piedras se van ubicando buscando su estabilización unas encima de otras. Esto permite que por el peso de

estos elementos pueden resistir la acción del empuje de la tierra. Claro esto se debe calcular por los profesionales para tal fin (ingeniero civil)

## Muros en tierra armada.

Son aquellos muros de contención, los cuales que están formados por sacos los cuales son rellenos con tierra (grava), el material adecuado para estos muros son los sacos en geotextil como se muestra en la figura 54, su construcción es escalonada

Figura 54. Muro en geotextil



Fuente: [https://www.wikiwand.com/es/Muro\\_de\\_contenci%C3%B3n](https://www.wikiwand.com/es/Muro_de_contenci%C3%B3n)

o sea un saco encima del otro buscando la forma de escalera. Uno de los objetivos de este tipo de muro de contención es brindarle unión o cohesión al suelo, para disminuir el empuje del suelo que tiene que resistir el muro.

Figura 55. Muro en geotextil



Fuente: <https://blog.virtuallantas.com/reciclaje-de-llantas-el-programa-verde-de-virtual-llantas/>

de muros, convirtiéndose en una solución medio ambiental efectiva. En la construcción de este muro de contención no necesita mano de obra calificada.

## Muros en llantas usadas.

Actualmente las llantas se pueden reutilizar por medio de una trituración se utiliza en la conformación de pavimentos asfálticos, como asiento en parque barriales entre otros usos. Estas llantas tienen una degradación aproximadamente 350 años, por tal motivo es de suma importancia en la fabricación

Figura 56: Muro en voladizo prefabricado

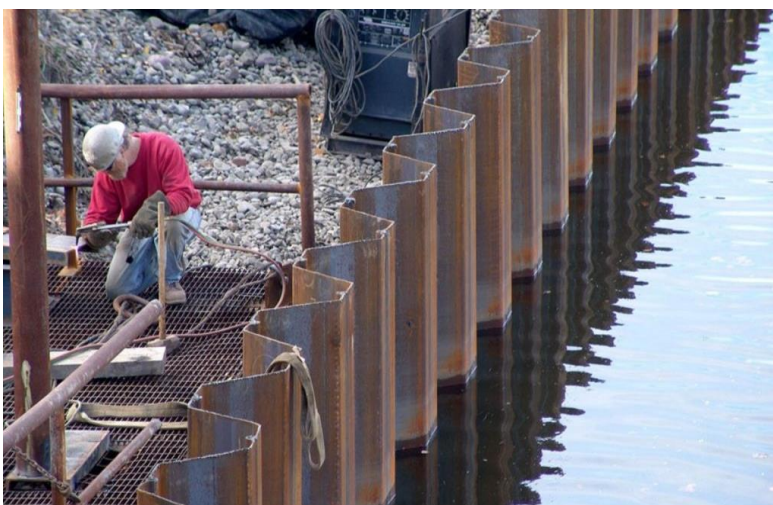


Fuente: <https://www.ecocret.com.pe/estructuras-de-contencion/muros-de-contencion-en-voladizo>

## • Muro en voladizo.

Es un elemento estructural vertical (muro) que se apoya en otro elemento estructural horizontal (talón), (definición para este caso), su cuerpo (muro) es delgado, se construye en concreto reforzado en situ o en prefabricado, este muro funciona como un voladizo y soporta grandes cargas a flexión.

Figura 57: Muro tablestaca en acero



Fuente: <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/tablestaca/>

muestra en la figura 57, . En nuestro medio en el Malecón Jairo Varela Martínez el muro de contención fue construido en Tablestaca.

- **Tablestacas.**

Son piezas delgadas y alargadas generalmente de acero, las cuales se hincan dentro del suelo por medio de martillos hidráulicos proporcionando los golpes adecuados o por medio de vibración, estas están unidas entre sí formando el muro de contención como se

Figura 58: Muro pantalla anclada al talud



Fuente: <https://konstrutecnia.com/blog/muros-anclados-una-vision-general>

- **Pantallas atirantadas.**

En una superficie (talud) se instala una malla, esta malla debe estar anclada o con tirantes logrando así dos funciones importantes estabilizar el talud y al mismo tiempo la pantalla. La pantalla es conformada por concreto proyectado como se muestra en la figura 58.

El cual consiste en impulsar el concreto por medio de una manguera a alta velocidad sobre una superficie.

### **Proceso constructivo muro en voladizo**

Consiste de la siguiente manera:

#### **Excavación**

Para construir este tipo de muro de contención se debe realizar un estudio de suelo o geotécnico, el cual lo realiza el ingeniero de suelo, este documento o informe entre otras informaciones establece el tipo de suelo, las prevenciones y recomendaciones a aplicar en dicha excavación. Esta información la analiza el ingeniero civil o estructura y la plasma en un documento o informe, este entre otras informaciones establece las dimensiones (ancho, largo, profundidad), pulgadas de la varilla a utilizar entre otras informaciones.

Ya teniendo y analizado estos informes se procede a construir dicho muro, esta excavación dependiendo del lugar y del presupuesto se puede realizar por medio de maquinaria (excavadora) o en efecto manualmente (pica, pala, barra) utilizando una cuadrilla de ayudantes.

Si el suelo es cohesivo las paredes zanja deben quedar totalmente verticales y a su vez el fondo totalmente horizontal, si el suelo es sin cohesión se debe colocar una vez se realiza la zanja unas estructuras de contención (entibados), la cual protegerá a los trabajadores de derrumbes entre otras situaciones. El fondo de la zanja se humedece para posteriormente aplicar un concreto pobre esto permitirá que la varillas no esté en contacto con el suelo y a su vez le servirá de anclaje a las varillas de refuerzo.

## **Armadura de las varillas de refuerzo**

Se amarran o se sujetan entre si las varillas de refuerzo para formar el espesor o gruesor del muro, el cual la hará mucho más resistente a los esfuerzos (flexión) a dicho muro. Estas varillas de refuerzo deben estar libres de óxido, aceites, pintura, grasas entre otras sustancias las cuales disminuyan la adherencia al concreto. En los planos esta la información detalla de la cantidad de varillas de refuerzo a utilizar tanto horizontales como verticales, longitud del anclaje, empalmes, ángulo del doblado, distancia de las varillas horizontales y verticales entre otras informaciones, esta información se debe aplicar como se indica en los planos estructurales porque de lo contrario carreara en situaciones legales.

Una vez amarada las varillas horizontales y verticales dentro, se instalan dentro de la zanja verificando que esta armadura quede en el lugar establecido, luego se debe fijar esta armadura con elementos maderables si fuera el caso, para evitar los movimientos bruscos al momento del vaciado del concreto.

## **Vaciado del concreto en el cimiento**

Se debe vaciar un concreto pobre, entre tantas funciones impermeabilizar el suelo para así la humedad no afecte al muro. En el informe del ingeniero civil o calculista está el tipo de concreto a utilizar en este cimiento. En este informe está la información detallada del concreto como la calidad, preparación, dosificación, PSI entre otras.

Como las paredes de la zanja están totalmente verticales y bien conformadas si fuera el caso, de caso contrario se tendrá que instalar formaletas para poder vaciar el concreto.

Las varillas deben estar lo suficientemente bien sujetas y totalmente vertical para cuando se esté vaciando en concreto estas no se desplacen, a este concreto en su mezcla se le agrega aditivo impermeabilizante o una vez endurecido se puede aplicar una o dos capas de emulsión asfáltica o en el proceso de la construcción se le puede instalar alrededor de la cimentación plástico para que así no suba la humedad y afecte el muro. Una vez vaciado el concreto se debe vibrar para que no existan los hormigueros espacios entre las piedras.

### **Formaleta o encofrado para el muro**

Esta formaleta debe ser en metal contribuyendo a la conservación de las especies forestales maderables, ya que desde hace algunos años atrás se viene utilizando madera para este fin. Esta formaleta debe estar totalmente vertical, arriostrada, sujeta o con anclajes con elementos metálicos para este propósito, la formaleta debe ser lo suficientemente resistente con el fin de soportar las presiones del concreto.

### **Vaciado del concreto para el muro**

Este tipo de concreto debe estar establecido por el ingeniero civil, ya que en sus cálculos determina la resistencia del mismo, se debe usar concretadora o mezcladora, ya que este equipo permite una mejor mezcla de los materiales del concreto dando la resistencia establecida. En caso contrario o sea manual se debe buscar personas expertas para realizar dicha mezcla

Una vez vaciado el concreto se debe utilizar un vibrador para evitar los hormigueros en el muro, si fuera necesario se utilizará un martillo de caucho golpeando las paredes, también se podría utilizar una varilla de  $\frac{1}{2}$  "introduciendo y dándole movimientos circulares para que los agregados logren tener una ubicación adecuada y así evitar los hormigueros.

Se debe estar seguro de estos anclajes instalados en la formaleta, ya que el concreto fresco ejerce fuerza sobre las paredes de la formaleta, de lo contrario ocasiona accidentes y por lo general pérdida de dinero.

### **Desarmar la formaleta o desencofrado del muro**

Esta formaleta metálica así mismo como se armó a si mismo de desarma, procurando evitar movimientos bruscos para la estructura, esta formaleta se retira como mínimo 24 horas después del vaciado del concreto, una vez retirada se inicia el curado, este se realiza rociándole agua máximo 7 días para que este concreto no tenga grietas ni fisuras. Se debe realizar una inspección visual verificando que no existan hormigueros y haberlos rellenar con cemento puro

### **Relleno artificial**

Días antes de entregar el muro como último proceso constructivo, se realizará un relleno con material seleccionado en lugares que así se requiera, se puede compactar este relleno con equipos como una rana claro dependiendo de la dimensión del lugar a compactar se utilizará maquinas compactadoras. Si fuera permitido se utilizaría el material excavado de la zanja para realizar este relleno.

Figura 59: proceso constructivo de un muro para sótano



Fuente: **Construcción, interventoría y supervisión técnica de las edificaciones de concreto, Pg., 217**

### **Muro de contención para edificaciones.**

Estos muros se construyen en edificaciones con uno o varios sótanos y son estructuras encargadas de proteger y mantener la estabilidad del suelo que retienen detrás de ellos y de los pisos que están limitando. Estos muros para sótanos se construyen generalmente en concreto, pero también se construyen en

mampostería confinada y reforzada. Tanto para el diseño como para la construcción de muros de contención es muy importante tener el concepto de un ingeniero de suelos quien estudia la estabilidad, parámetros de resistencia y deformación que debe tener el muro, así como la secuencia de ejecución de los trabajos en obras.



Figura 60: Muro en pantalla con anclaje para su estabilización



Fuente: **Construcción, interventoría y supervisión técnica de las edificaciones de concreto**, Pg., 218

En casos especiales en que por condiciones de inestabilidad de los taludes de excavación en sótanos profundos existe mayor riesgo de falla se utilizan muros pantallas anclados al suelo con varillas o tendones de acero inyectando mortero de cemento. Este tipo de trabajos requiere del concepto asesoría de un geotecnista, que define tanto la longitud del anclaje y la fuerza de

tensionamiento como las especificaciones constructivas.

Estos muros de contención para sótanos, se realizan generalmente al tiempo que se va avanzando en la excavación y los trabajos de cimentación, el trabajo de construcción es sistemático y de rápida ejecución; sin embargo, nunca está de más guardar ciertas precauciones ya que, como lo hemos visto, el suelo es un material de comportamiento heterogéneo y variable

### **Proceso constructivo muro de contención para edificaciones**

Como ya se mencionó se presenta en dos sistemas constructivos

#### **Muro vaciado en concreto reforzado**

No se baja totalmente hasta la profundidad del primer sótano, se recomienda por excavar bajando por niveles y respetando los taludes recomendados.

Se realiza la colocación del refuerzo según planos, dejando unos pelos a cada lado y abajo, en caso de que continúe la excavación para amarrar a ellos cada módulo continuo de muro que será fundido.

La longitud de estos pelos debe coincidir con el traslapo mínimo entre varillas.

Debe estar limpio el refuerzo, para evitar que se impregne excesivamente de barro o algún elemento del suelo que pueda afectar su adherencia al concreto.

La formaleta debe estar limpia y sin roturas o daños que afecten el acabado de la superficie del muro sobre todo si va a quedar a la vista.

Es recomendable utilizar un concreto con agregado de tamaño pequeño (tipo gravilla) y de buena manejabilidad.

Como se trata de colocar la mezcla en una formaleta estrecha debe cuidarse de golpear el concreto contra las paredes de la formaleta ni contra el refuerzo, ya que puede causar segregación, se puede utilizar una tolva o embudo que ayude a controlar la caída de la mezcla.

El concreto en muros debe ser vaciado en capas de 40 a 50 centímetros de altura en toda su longitud compactando cuidadosamente cada capa preferiblemente con vibrador.

Figura 61: Muro mampostería confinada



Fuente: **Construcción, interventoría y supervisión técnica de las edificaciones de concreto, Pg., 221**

## **Muro en mampostería confinada**

Estos pueden ser muros de cerramientos (perimetrales) deben quedar bien cimentados y con trabas adecuadas por medio de vigas y columnas de concreto.

Se colocará una viga de amarre o viga cinta a la mitad de la altura del muro y otra en el remate, no sobre pasar altura de 6 metros el muro comienza a ser menos resistente.

Los bloques serán de buena calidad sin grietas ni rajadura que disminuyan su resistencia y con una adsorción tal que mejore la adherencia con el mortero.

La columna para estos muros debe cimentarse en zapatas, su diseño realizado por un ingeniero calculista.

Las vigas de amarre proveen rigidez al muro, formando un anillo alrededor del mismo, las columnas deben construirse en todas las esquinas y por lo menos a cada 2.50 mts con la traba en muros y el anclaje adecuado con las vigas en cada uno de sus extremos.

## **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).**

Se debe considerar que este Plan de Manejo Ambiental se establece para construcciones de bajo impacto las cuales no requieren de licencia ambiental y ni de permisos ambientales por ejemplo para proyectos u obras como construcción de edificaciones de uno, dos y tres pisos, viviendas de un piso, muros de contención (tramos pequeños), pavimentación de vías entre otras. Pero si se debe solicitar la licencia de construcción para estas construcciones ante la entidad competente (planeación o curadurías).

Con este PMA se busca identificar posibles impactos negativos y a su vez se realice o tome las medidas adecuadas como de mitigación, prevención y/o compensación con el fin de evitar posibles daños al medio ambiente, a los recursos naturales renovables y a las personas que circundan estos proyectos u obras. Para elaborar y desarrollar este PMA se espera que el profesional de la construcción (Arquitecto, Ingeniero civil y Constructor en Arquitectura e Ingeniería) tenga conocimientos y/o estudios especializados en la gestión ambiental o afines.

### **Procedimiento para la elaboración de un P.M.A.**

Se debe proceder de la siguiente forma:

#### **1. Identificación de impactos ambientales.**

Es básicamente la identificación de los impactos o efectos negativos los cuales van a determinar las principales alteraciones que dañan al medio ambiente cuando se presenta una intervención del hombre o un efecto natural.

Son varios los pasos que se proponen cuando se está identificando y evaluando los impactos ambientales, no existe una regla para seguir, tampoco un modelo único, pero cualquier metodología usada nos llevara generalmente a identificar los impactos negativos sobre el medio ambiente, para posteriormente intentar dar solución que evite, prevenga o mitigue estas situaciones.

Para la identificación de los impactos ambientales generados por la construcción se debe de iniciar analizando cada una de los procesos constructivos que materializan una construcción a saber: limpieza y descapote, excavación, cimentación, estructura entre otras. Para estas se debe identificar los impactos (residuos generados, contaminación atmosférica, de fuentes hídricas, inadecuado manejo de los residuos entre otras) que pueden generar daños al medio ambiente si estos no son manejados adecuadamente.

## **2. Tipo de medida**

Es la medida más adecuada, practica, efectiva y económica a ejecutar en el proceso constructivo como mitigación, prevención, compensación entre otras.

## **3. Medidas a ejecutar**

Son todas aquellas actividades o acciones con las cuales contribuyan a conservar el medio ambiente.

## **4. Norma relacionada.**

Son todas las Leyes, Decretos, Resoluciones entre otros. Con las cuales se exige a las contratitas a cumplir con la conservación del medio ambiente y a la vez con estas se sancionan a los mismos.

Teniendo claro estos aspectos mencionados anteriormente se procede a elaborar el Plan de Manejo Ambiental respectivo. A continuación, se muestra el de la cimentación:

### **Plan de Manejo Ambiental para la construcción de cimentación superficial.**

Estableciendo lo anteriormente mencionado se plantea un formato básico y sencillo con el cual el contratista y/o la persona encargada del proyecto, obra y/o actividad constructiva pueda ejecutar todas las medidas ambientales que a continuación se detallan. Estas son algunas medidas ambientales existen muchas más, pero se considera que estas se pueden ejecutar sin costo adicional para el propietario y/o contratista.

Obra:	Construcción de cimentación superficial		
Capítulo: I Preliminares	Instalación de campamento, descapote, limpieza, nivelación y cerramiento.		
Actividad:	Instalación de campamento.		
Impacto generado	Tipo de medidas	Medidas a ejecutar	Norma legal relacionada
<p>Remoción de la cobertura vegetal</p> <p>Afectación a sistemas de drenaje existentes.</p> <p>Molestias a los vecinos, peatones y usuarios de los sitios donde se desarrolla la obra</p>	<p>Prevención.</p> <p>Control</p> <p>Mitigación</p>	<p>Esta instalación podrá ser del tipo prefabricada y/o en madera las cuales deben disponer de terminales para conexión de los servicios básicos de aguas lluvias y sanitarias. Estas resultan fáciles de desmontar una vez terminadas las labores de construcción.</p> <p>Para el manejo de aguas lluvias, se debe disponer de</p>	<p>Guía técnica colombiana GTA 24 Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.</p>

por la obstrucción total o parcial del espacio público (vías, andenes, entre otros).

un sistema de cunetas, las cuales deben tener revestimiento en suelo cemento, de manera que se evite su erosión y el arrastre de sedimentos durante la operación del campamento. Para evitar que se presente contaminación de aguas lluvias en zonas en donde se almacena materiales, equipos, herramientas y similares, sean adecuadas con una plaqueta de piso, bajo cubierta con canales y bajantes, de manera que se evite la contaminación de los mismos. La cubierta debe disponer de un alero que permita la recolección de aguas



mediante canal con bajante, las cuales deben entregarse al sistema de aguas lluvia más próximo. De lo contrario esta agua debe ser almacenada en canecas con tapa, para uso de lavado de equipos, limpieza general o abastecimiento de los tanques de suministro de aguas para uso sanitario. La placa de piso debe estar rodeada por cunetas de colección o bordillos de intercepción de forma que se evite el ingreso de aguas a su interior.

Almacenamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en recipientes dispuesto para tal fin, para su posterior

		disposición final por parte de la empresa de servicios públicos.	
Actividad:	Descapote, nivelación, limpieza y cerramiento		
Impacto generado	Tipo de medidas	Medidas a ejecutar	Norma legal relacionada
Remoción de la cobertura vegetal. Generación de residuos inorgánicos (plásticos, icopor, tarros entre otros) Generación de residuos orgánicos (maleza, follaje,	Preventivas Compensatorias	Desarrollar las actividades de desmonte únicamente en aquellos sitios estrictamente necesarios y en medida que se puede adaptar la vegetación a la edificación. Se deben tomar las precauciones necesarias para proteger de cualquier daño a arboles y/o arbustos. Se cortarán los arboles a ras del suelo y se conservarán los tocones(tronco) y raíces	Guía técnica colombiana GTA 24 Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.

<p>trozos de madera, tierra entre otros)</p> <p>Generación de ruido.</p> <p>Molestias a los vecinos, peatones y usuarios de los sitios donde se desarrolla la obra por la obstrucción total o parcial del espacio público (vías, andenes, entre otros).</p>		<p>sobre todo en los taludes para minimizar los riesgos de erosión de los suelos</p> <p>Evitar la quema de la vegetación.</p> <p>Preservar la vegetación relevante trasplantando los ejemplares más notables en otros lugares.</p> <p>Disponga de recipientes y sitios de acopio para el manejo separado de residuos sólidos para su posterior disposición final.</p> <p>La comunidad también podría acceder a estos residuos sólidos si la obra no los requiere, el encargado buscará la mejor manera de informarlo. Este hecho no sólo reduce impactos</p>	
---	--	--	--

ambientales, sino que mejora las relaciones con los vecinos.

Se debe trabajar sólo en jornada diurna y por períodos cortos de tiempo.

Almacenamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en recipientes dispuesto para tal fin, para su posterior disposición final por parte de la empresa de servicios públicos.

Capitulo: II Excavaciones	Excavación y movimiento de tierra.		
Actividad:	Excavación manual		
Impacto generado	Tipo de medidas	Medidas a ejecutar	Norma legal relacionada
Contaminación de fuentes hídricas. Generación de residuos de construcción y demolición (tierra entre otros). Generación de residuos inorgánicos (plásticos, icopor, tarros entre otros)	Preventivas Compensatorias	No mezclar residuos orgánicos con residuos de construcción y demolición para este caso la tierra. Capacitar al personal sobre un buen tratamiento para estos RCD Reutilizar siempre que sea posible este residuo en la misma construcción. Reutilizar la tierra que no sirva en la construcción hacia otros fines como ejemplo: abono para plantas Instalar barreras que impidan el arrastre de materiales de	<b>Decreto 1713 de 2002</b> "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".

<p>Contaminación de aguas subterráneas.</p> <p>Contaminación del suelo.</p>		<p>construcción y sobrantes por escorrentía.</p> <p>Impida el arrastre de materiales a cuerpos de agua o sumideros de la red de alcantarillado. Instale trampas de sedimentos en estos canales.</p> <p>Almacenamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en recipientes dispuesto para tal fin, para su posterior disposición final por parte de la empresa de servicios públicos.</p>	
---	--	---	--

Actividad:	Excavación con maquinaria		
Impacto generado	Tipo de medidas	Medidas a ejecutar	Norma legal relacionada
<p>Generación de emisiones atmosféricas.</p> <p>Generación de ruido.</p> <p>Molestias a los vecinos, peatones y usuarios de los sitios donde se desarrolla la obra por la obstrucción total o parcial del espacio público (vías, andenes, entre otros).</p>	<p>Preventivas</p> <p>Correctivas</p> <p>Compensatorias</p>	<p>Después de lluvias intensas, se debe suspender temporalmente la circulación de maquinaria, para evitar accidentes y generación de barro y afectación de la capa de rodadura de las vías de acceso a la obra.</p> <p>Minimizar el movimiento de la maquinaria para reducir la contaminación acuática y atmosférica</p> <p>Rociar agua y colocar una capa de virutas (aserrín) en los tramos de la vía.</p> <p>Reutilizar los materiales extraídos en la misma obra.</p> <p>Almacenamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en</p>	<p>Artículo 34 del decreto 948 de 1995</p> <p>Ley 769 de 2002 – Código Nacional de Tránsito.</p>

		<p>recipientes dispuesto para tal fin, para su posterior disposición final por parte de la empresa de servicios públicos.</p>	
--	--	---	--



Capítulo: III Estructura	Estructura en concreto.		
Actividad:	Cimentación (zapatas y viga de cimentación).		
Impacto generado	Tipo de medidas	Medidas a ejecutar	Norma legal relacionada
<p>Generación de residuos de construcción y demolición (trozos de varilla, alambre quemado, sacos de cemento entre otros)</p> <p>Generación de ruido.</p>	<p>Preventivas</p> <p>Correctivas</p>	<p>La caída libre de materiales (agregados) se efectuará a una altura adecuada, para minimizar la emisión de polvos.</p> <p>Evitar el vertimiento de aguas residuales con concreto u otros productos procedentes de la limpieza de maquinarias (concretadora) a las redes del alcantarillado.</p> <p>Confinar mediante una estructura adecuada la zona ruidosa y proteger la edificación de un</p>	<p><b>Decreto 1713 de 2002</b> "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".</p>

		<p>cerramiento con algún material aislante.</p> <p>Almacenamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en recipientes dispuesto para tal fin, para su posterior disposición final por parte de la empresa de servicios públicos.</p>	<p>Guía técnica colombiana GTA 24 Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.</p>
--	--	---	--

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ing. JAIME, Suarez Díaz, Diseño de Cimientos, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Civil, Publicación UIS, Bucaramanga, 1992.

Ing. HAROLD, Alberto Muñoz Muñoz, Construcción de Estructuras, SENA, Instituto del Concreto, Colección Básica del Concreto 2, Cuarta Impresión 2004.

Gómez Gómez, G. y Jhon Jairo Sánchez, C. (1994) Equipos y Movimiento de Tierra, Programa de Tecnología en Obras Civiles, Universidad del Quindío, Facultad de Educación abierta y a Distancia.

Documentos, Centro Nacional de la Construcción, Construcción de Casas Sismorresistentes de Uno y Dos Pisos, SENA, 2003.

CHING – ADAMS, Guía de Construcción Ilustrada, Linusa Wiley, 2008

Ing. Top. CARLOS, Mauricio Guevara Baracaldo, Ing. Civil ALDEMAR, Pinzón, Maquinaria y Equipos para la Construcción de Obras Civiles y Arquitectónicas. CD, 2005

Bailey, Curso Básico de Construcción; Volumen 1, 2, 3 Limusa, Noriega Editores, 2004.

INSTITUTO, del Concreto, Asocreto, Tecnología y Propiedades, Colección Básica del Concreto 1, Segunda Edición, 2000.

Chinchilla Prospero, P. (1999) Materiales para la Construcción, Universidad Santo Tomas, Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia, Santa Fe de Bogotá, D.C.

NOTICRETO, la Revista de la Técnica y la Construcción, Edición Bimestral, 111 Paginas N° 8 , 40 y 58, Marzo - Abril, 2012.

Arq. GUSTAVO Leal Ferro, Profesor Universidad Nacional de Colombia, Introducción a la Patología y Rehabilitación de Edificios.

Cimentaciones, Concepción, Construcción y Patologías, Instituto del Concreto, Sistema de Información, Asocreto, CD, 2005.

Conocimientos adquiridos en el transcurso de labores en la profesión del autor.

[www.scribd.com/.../Cimentaciones-ProfundasPilotes-teoria](http://www.scribd.com/.../Cimentaciones-ProfundasPilotes-teoria)

[www.cimentacionesymuelles.com/](http://www.cimentacionesymuelles.com/)

[es.wikipedia.org/wiki/Cimentación](https://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci3n)

[www.canalconstruccion.com/cimentacion-superficial.html](http://www.canalconstruccion.com/cimentacion-superficial.html)

<https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2021/09/FT-CEMENTO-ESTRUCTURAL-MAX-140521.pdf>

<https://argos.com.pa/wp-content/uploads/2020/12/Ficha-tecnica-cemento-gris-estructural-2019-V5-BAJA.pdf>