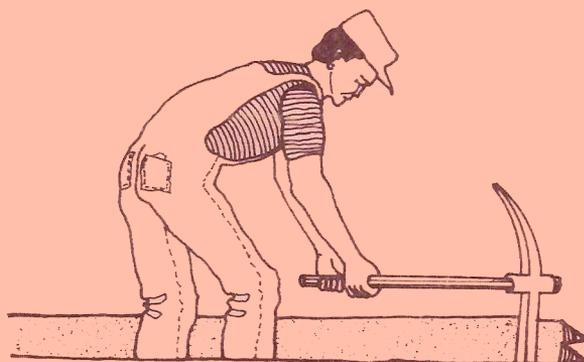


SENA

FORMACION ABIERTA Y A DISTANCIA

AUTOCONSTRUCCION



EXCAVACIONES

OBRA
NEGRA

9



Servicio Nacional
de Aprendizaje



CAMPAÑA DE INSTRUCCION NACIONAL



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

AUTOCONSTRUCCION

EXCAVACIONES

Especialidad

AUTOCONSTRUCCION

Bloque modular

OBRA NEGRA

Unidad No.

09

Grupo de Trabajo

Coordinación General:	Maria Mercedes Turbay Digeneral
Asesoría Técnica	Luis Enrique Martínez Digeneral
Contenidos Técnicos:	Dario Cobaleda Zapata Reg. Antioquia — Chocó Guillermo Beltrán Gamboa Reg. Norte de Santander Jorge Aristizábal Gómez Reg. Rizaralda José de los Reyes Torres B. Reg. Cartagena Miguel Angel Omaña Duarte Reg. Antioquia Chocó Pedro Pablo González B. Reg. Bogotá Rodrigo Alcázar López Reg. Cauca
Adecuación Pedagógica y Corrección de Estilo:	Stella M Pérez C.
Ilustraciones:	Luis Fernando Molena Leopoldo Ramírez Gabriel Sánchez Carlos Albero Molina
Diagramación:	Marco Fidel Suarez
Fotocomposición:	<i>Computextos</i>

Derechos Reservados a Favor del Servicio Nacional de Aprendizaje **SENA**

CONTENIDO

INTRODUCCION	5
1. Excavaciones	7
Concepto	
Clases de excavaciones	
2. Pasos previos para efectuar una excavación	9
Preparar sitio de trabajo	
Replantear	
Trazar	
Clasificar suelos	
3. Tipos de excavaciones	11
Para cimentación directa	
Para cimentación indirecta	
Para cimentación escalonada	
Para cimentación aislada	
AUTOCONTROL No. 1	23
4. Excavación para red de desagües	25
AUTOCONTROL NO. 2	29
5. Entibar	30
Recapitulación	33
Autoevaluación final	35
Respuestas a los autocontroles	37
Evaluación final	
	3

INTRODUCCION

Amigo Constructor:

Las excavaciones son de gran importancia en las construcciones, porque sobre ellas van a descansar los cimientos, que transmiten las cargas al terreno.

Si se construyen los cimientos en excavaciones que no tengan la profundidad o el ancho necesario, la vivienda va a tener problemas de asentamiento, produciéndose grietas en los muros.

El estudio atento de ésta cartilla le va a permitir efectuar en forma correcta las diferentes clases de excavaciones, utilizadas en construcción, para cimientos y desagües. O sea que la vivienda de su familia va a estar sobre fundaciones resistentes y sólidas. En síntesis, este estudio significa seguridad para los suyos y para su comunidad.

Antes de comenzar con esta unidad revise los conocimientos de las unidades de replanteo de la vivienda, interpretación de planos, materiales y herramientas. Le van a ser de mucha utilidad.

No se desanime con las dificultades que se le presenten debido a la variedad de los suelos. Con la ayuda del constructor y demás compañeros hallará soluciones para llevar a feliz término su labor.

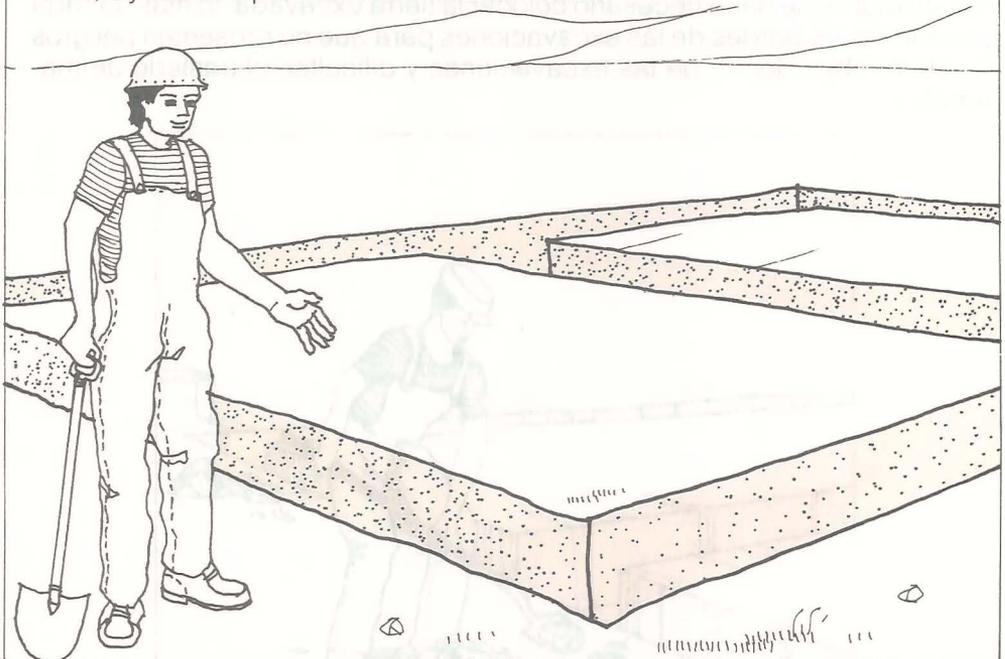
Esta unidad se basa fundamentalmente en la ejecución de las excavaciones para la construcción de cimientos e instalación de desagües.

1. EXCAVACIONES

Son zanjas o brechas que se ejecutan después del trazado de una construcción según el diseño previsto, hasta encontrar el terreno ideal o resistente para asentar la cimentación.

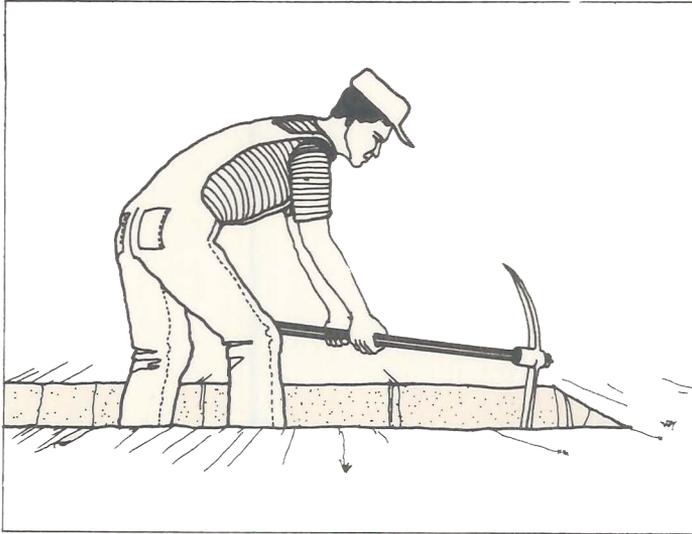
CLASES DE EXCAVACION

a. EXCAVACION MANUAL: La que efectúan operarios a base de fuerza física, ayudados por herramientas de mano.



Lote con Excavación

- b. **EXCAVACION MECANICA:** La que se efectúa con equipo pesado o máquinas excavadoras, cuyo rendimiento es superior.



Tenga en cuenta que siempre que se está ejecutando cualquier excavación, la tierra que se saca, aumenta de volumen, entre un 20% a 50% de acuerdo con la naturaleza del terreno.

Por tal motivo se hace necesario colocar la tierra excavada, lo más retirada posible de los bordes de las excavaciones para que no presenten peligros de derrumbes dentro de las excavaciones y dificulten el traslado de materiales.



Retiro de tierra

2. PASOS PARA EFECTUAR UNA EXCAVACION

A. PREPARAR SITIO DE TRABAJO:

Se debe iniciar por la revisión de las herramientas, materiales y equipos que van a ser utilizados, y luego trasladarlos al puesto de trabajo.

Elementos necesarios:

Materiales:

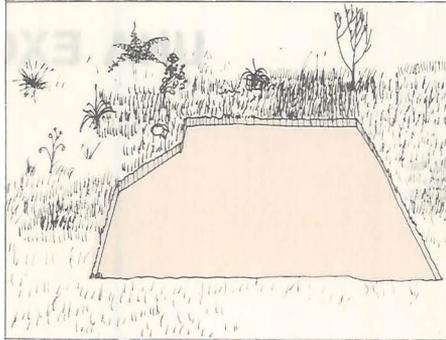
Madera redonda, 15 centímetros de diámetro
Tablón 3.0 metros x 0.20 metros x 0.05 metros.
Puntillas de 2" y 3"
Alambre No. 18.

Herramientas:

Picas
Palas
Barras
Macetas
Serruchos
Machete
Martillo de uña
Plomada
Manguera para niveles
Hilo o piola
Crayola

Equipos: Cinta métrica, flexómetro, carretilla.

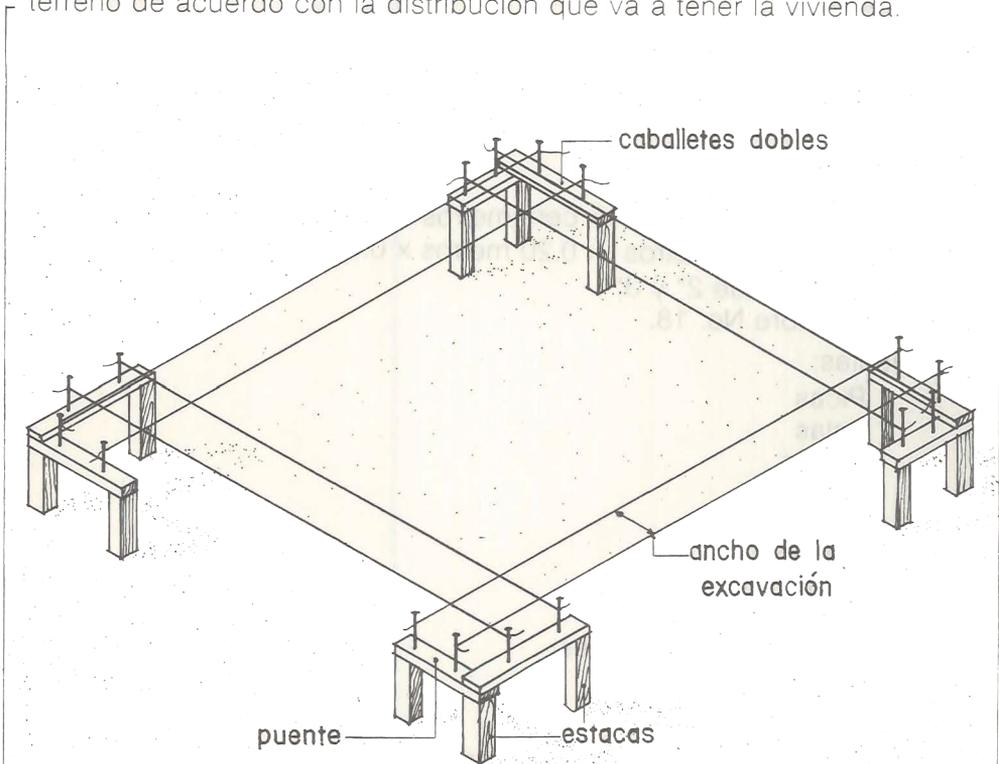
Con la herramienta adecuada, proceda a la limpieza del terreno, para facilitar así la labor del replanteo.



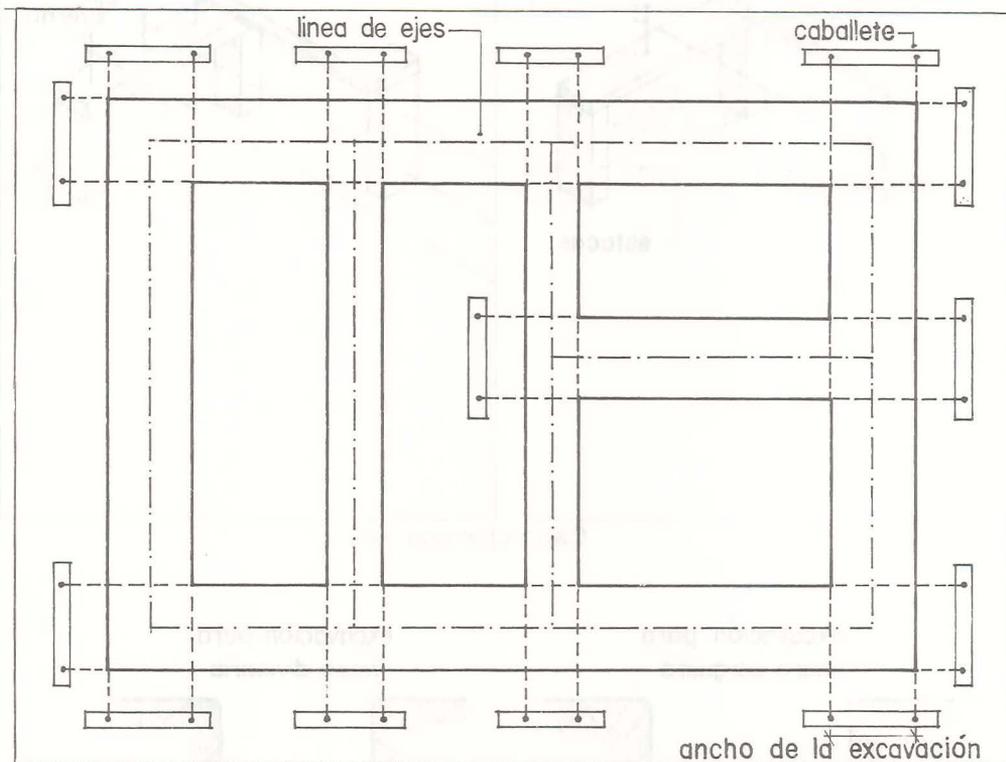
Lugar limpio y ordenado, puesto de trabajo seguro.

B. REPLANTEAR

Es el traslado de las medidas exactas, dadas en el dibujo o plano, al terreno de acuerdo con la distribución que va a tener la vivienda.



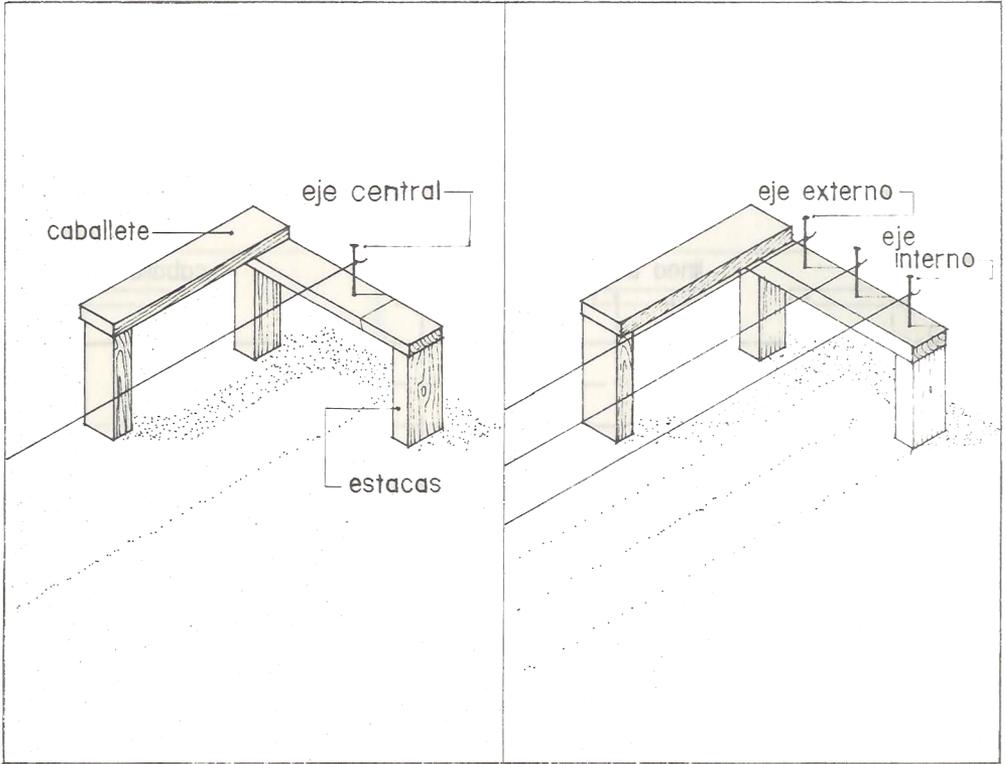
Procedimiento: En la unidad de localización y trazado de lotes, se vió la tecnología de replanteo, por medio de caballetes, como lo muestra la figura.



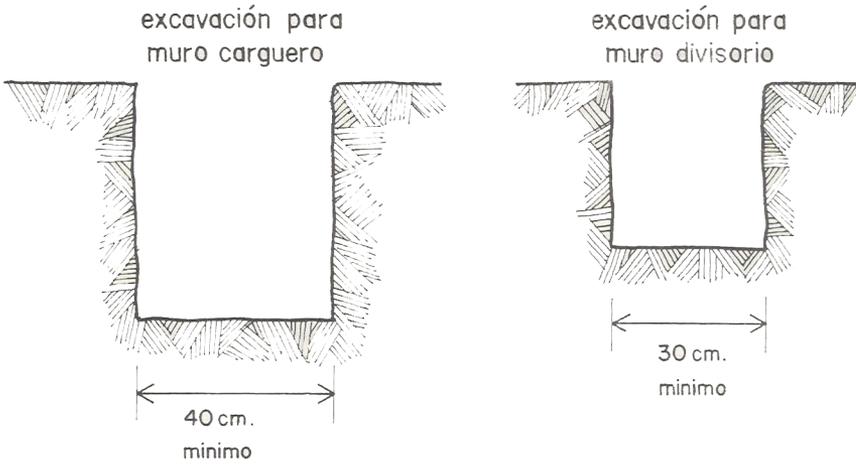
Proceda a tomar medidas para las excavaciones interiores de la construcción a partir de una línea de referencia que puede ser la de paramento. Trazando paralelas y perpendiculares, logrará el trazo total de la vivienda.

En los caballetes se marcan con puntillas los ejes, el ancho de la excavación y el espesor de los muros. El ancho de la excavación varía de acuerdo al muro que se va a levantar.

Muros divisorios: Son aquellos cuyo espesor es de 10 centímetros como máximo y se utilizan para divisiones que no van a soportar ningún peso o carga.



Caballetes con ejes



Anchos de excavación

Para este tipo de muros, el ancho de la excavación debe ser máximo de 30 centímetros.

Muros cargueros: Son los que van a soportar cargas, y su espesor debe tener como mínimo 15 centímetros y el ancho de la excavación 40 cm.

Los anchos de las excavaciones para viviendas normales, son los vistos anteriormente y con los cuales usted va a trabajar.

Estos anchos de excavaciones pueden variar de acuerdo con lo siguiente:

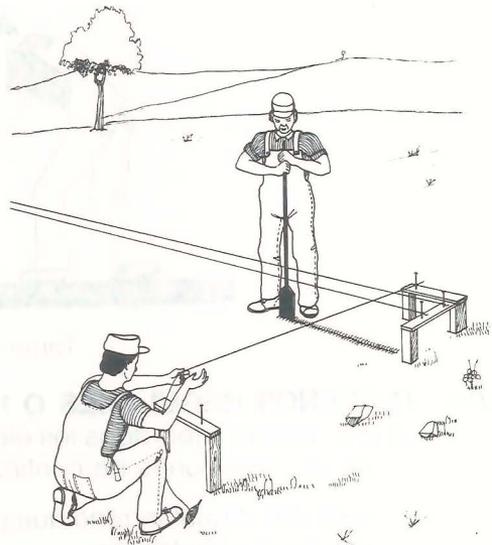
- Peso o carga que se le va a aplicar a la fundación.
- Clase de terreno.
- Tipo de construcción.

“Cuidese de los golpes por leves que estos sean”

C. TRAZAR:

Proceda a colocar los hilos en los clavos que indican el ancho de la excavación y llévelos hasta el caballete opuesto. Repita la operación en todos los sentidos interiores del terreno.

Colocados los hilos, empiece a marcar sobre el terreno, utilizando la barra, palín o barretón. Utilice el hilo como guía. Después de marcar sobre el terreno, inicie la excavación con la pala, la pica y la barra. Profundice hasta encontrar terreno firme.



Trazado

Con los conocimientos obtenidos dispóngase a hacer el trazado de su terreno o lote. Ponga en practica lo que va aprendiendo.

D. CLASIFICAR SUELOS:

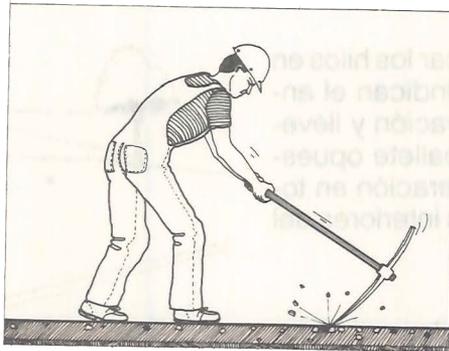
Cuando inicie una excavación observará que los suelos se encuentran divididos según su resistencia en tres grupos:

a) TERRENOS BUENOS O DUROS:

Se consideran como buenos terrenos de cimentación:

La roca, el terreno semirrocoso, los bancos de cascajo o gravilla de cantos vivos, los de arena en las mismas condiciones, marga** y arcillas compactas en grandes bancos con superficie suficiente.

Si usted utiliza una pica, logra excavar pero a gran presión, ésta es la prueba para conocer un buen terreno.



Terreno duro

(b) TERRENOS REGULARES O MEDIOS: Son aquellos en los que se encuentran integrados los elementos del grupo anterior, pero que presentan soluciones de continuidad en su constitución.

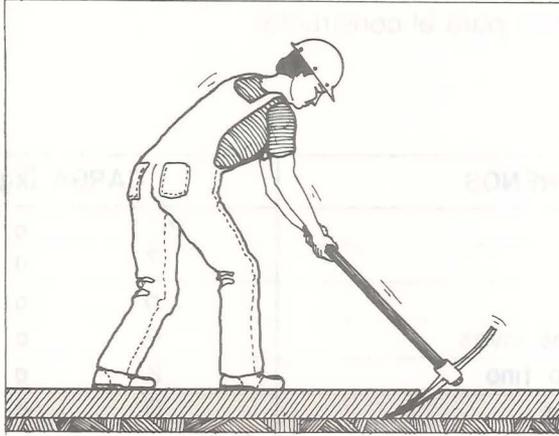
Por ejemplo: Aquel terreno que presenta parte rocosa con alternativa de gravilla de canto vivo.

En este grupo se pueden incluir las arenas de grano fino, arcillas mezcladas con arena, arcilla húmedas y rocas en descomposición.

* Resistencia: capacidad portante del terreno.

** Marga: Roca que se compone de carbonatos de cal y arcilla, se emplea como abono en terrenos poco arcillosos.

Usted puede medir la resistencia, de este tipo de terreno utilizando la pica. Si ésta penetra con facilidad, se trata de un terreno regular.



Terreno regular

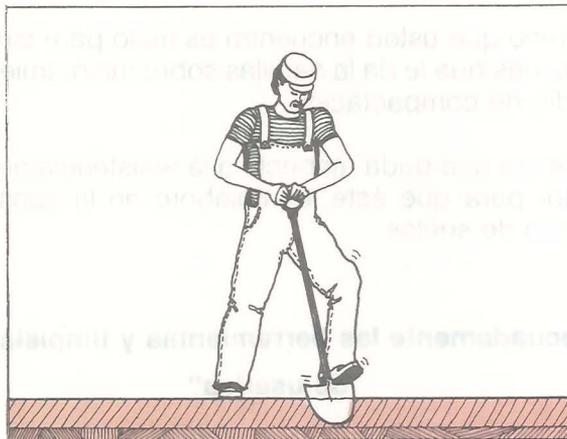
c) TERRENOS MALOS O BLANDOS

Al hacer excavaciones usted puede encontrar los siguientes terrenos considerados malos para cimentar sobre ellos.

- Depósitos de tierras.
- Terreno de turba.
- Terreno vegetal y toda clase de terreno suelto sin consistencia.

También deben considerarse como terrenos malos los formados por fangos y arena movediza, aunque éstos se encuentren conformados por elementos buenos y regulares.

No obstante los terrenos malos pueden ser mejorados, con material óptimo compactado, hasta llegar a convertirlos en aptos para soportar determinadas cargas.



Terrenos blandos

En estos terrenos malos, la pala penetra con facilidad. Se ha establecido una tabla de resistencia para distintas clases de terrenos o suelos la cual se transcribe a continuación a título de orientación para el constructor.

TERRENOS	CARGA (kg./cm ²)		
roca dura	20	a	50
roca blanda	7	a	25
gravilla	5	a	7
arena de cantos vivos	4	a	5
arena de grano fino	2	a	3
arena movediza	0	a	3
marga compacta	3	a	4
arcilla con arena	2	a	3
arcilla húmeda	0.5	a	1
fango	0		

El ancho del cimiento depende del peso de muros, techos y de la calidad del suelo. Para una misma carga en terreno blando, el cimiento será más ancho que en terreno duro.

En la cartilla se dan anchos de cimientos para una vivienda de un piso, con muros de ladrillo y en terrenos de condiciones normales. Inicie la práctica en su lote para determinar la resistencia del terreno. Utilice la pica y la pala.

Si el terreno que usted encuentra es malo para cimentar, siga las instrucciones que le da la cartillas sobre mejoramiento de terrenos por medio de compactación.

Nota: Si encuentra una duda respecto a la resistencia del terreno, remítase al instructor para que éste les colabore en la consecución de un estudio adecuado de suelos.

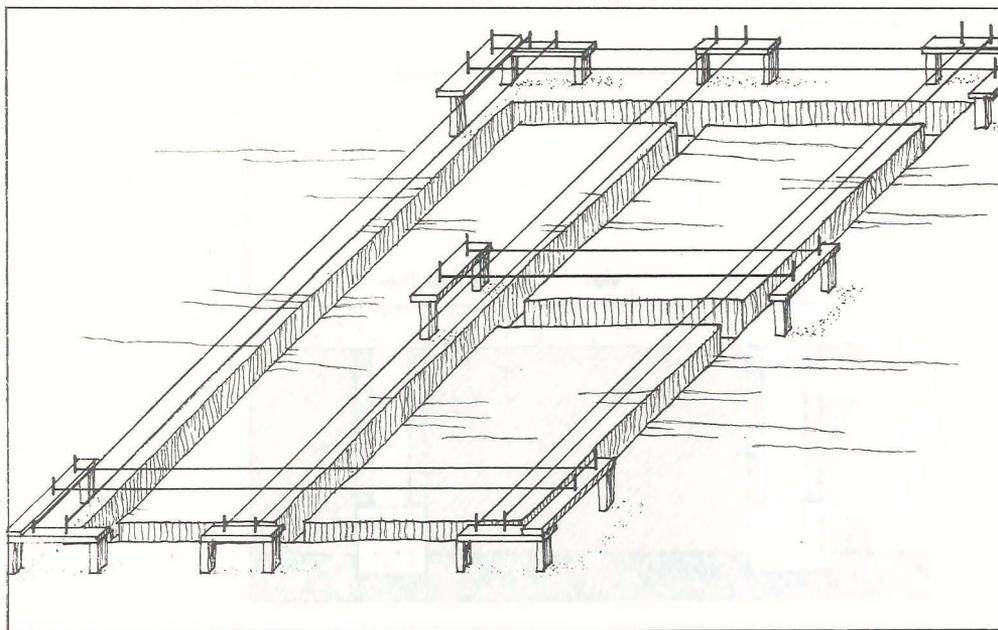
“Utilice adecuadamente las herramientas y límpielas después de usarlas”

3. TIPOS DE EXCAVACIONES

EXCAVACION PARA CIMENTACION DIRECTA:

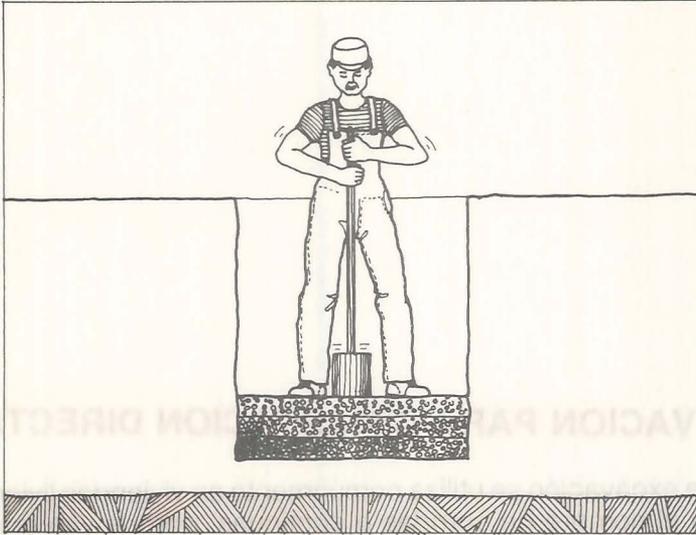
Este tipo de excavación se utiliza comúnmente en viviendas livianas, y se les da el nombre de corridas o continuas, porque van unidas entre sí formando un solo conjunto.

Estas excavaciones se ejecutan cuando la firmeza del terreno se encuentra a poca profundidad.



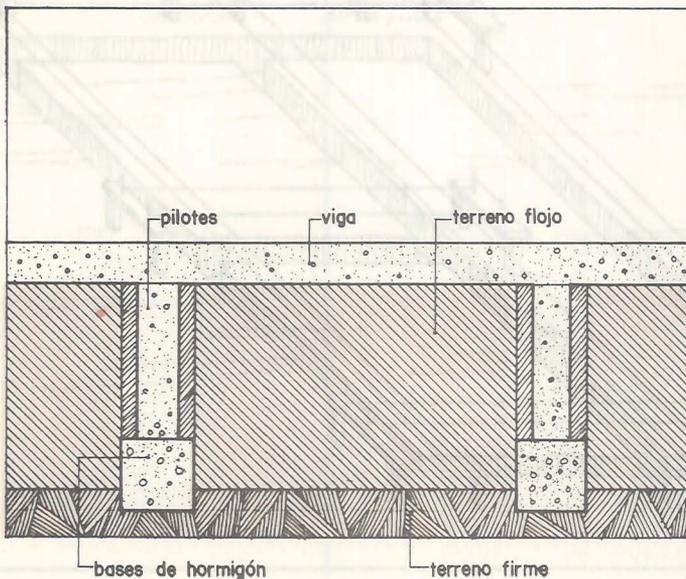
B. EXCAVACIONES INDIRECTAS:

Son aquellas que se deben ejecutar cuando el terreno firme se encuentra a bastante profundidad (a más de 1.50 metros).



En estos casos se debe recurrir al mejoramiento por medio de compactación con capas de cascajo o suelo arenoso de 10 cm. de espesor.

Cada una de estas capas se van compactando hasta llegar a la altura requerida.



El número de capas compactadas, depende de la calidad del suelo. Coloque tantas capas como sean necesarias para llegar a la altura precisa. Si tiene dudas el instructor se las solucionará.

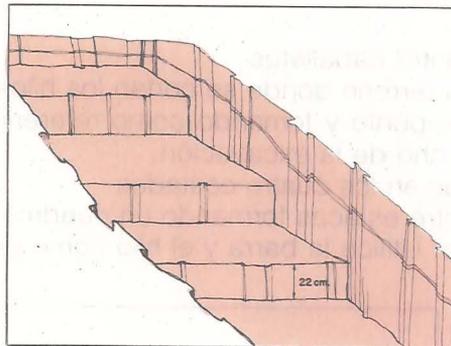
“El fondo de la excavación debe quedar completamente horizontal para que las cargas descansen uniformemente.

C. EXCAVACION PARA CIMENTACION ESCALONADA:

Las excavaciones escalonadas se ejecutan principalmente en sitios donde la firmeza se encuentra en forma caída o desnivel. Por que el terreno es accidentado.

Procedimiento: Las excavaciones escalonadas se inician por la parte más baja. Organice escalones con módulos o alturas de 22 centímetros. Si la altura es mucha, pueden quedar escalones de 44 o 66 centímetros.

El corte del terreno tanto horizontal como vertical debe quedar firme. La longitud o distancia horizontal lo mismo que los escalones varían de acuerdo con la inclinación del terreno.



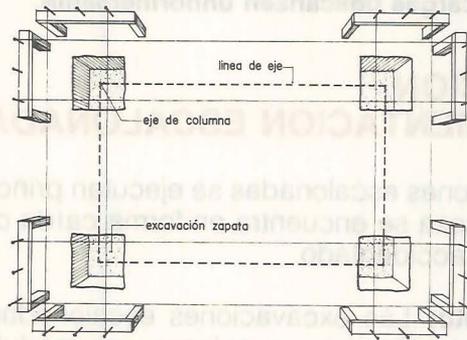
Excavación escalonada

Ejemplo: Un terreno muy inclinado requiere de distancias horizontales cortas y por consiguiente más cantidad de escalones. En cambio si el terreno es poco inclinado, las distancias horizontales serán más largas y menos escalonadas.

“ Cuando efectúe la fundida de un cimiento escalonado, inicie de abjo hacia arriba, traslapando la fundación superior sobre la inferior con una distancia igual al ancho de la fundación

D. EXCAVACION PARA CIMENTACION AISLADA:

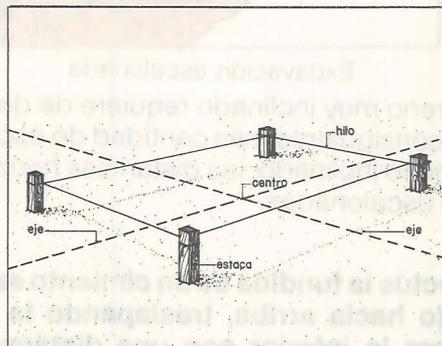
La ejecución de excavaciones para zapatas, columnas, pilotes es de uso especial en aquellos terrenos irregulares que ofrecen poca garantía para la estabilidad de la vivienda. Con este tipo de construcción se evitan los asentamientos de las viviendas y se rebajan los costos.



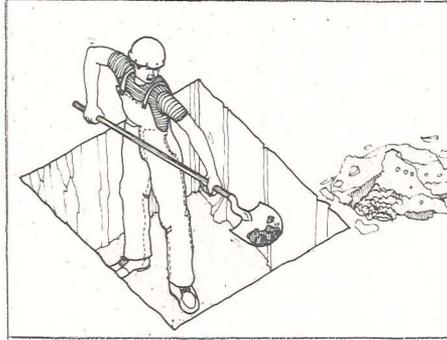
La seguridad es un factor importante en la labor diaria, "Utilice casco y botas"

Procedimiento

- 1 Coloque hilos entre caballetes
- 2 Baje el punto al terreno donde se cortan los hilos
- 3 A partir de este punto y tomando como referencia la línea de ejes, determine el ancho de la excavación.
- 4 Coloque estacas en los cuatro costados
- 5 Amarre hilos entre estacas formando un cuadro.
- 6 Inicie el trazado. Utilice la barra y el hilo como guía.



7 Proceda a efectuar la excavación con las herramientas adecuadas.



8 Debe bajar a excavar hasta encontrar terreno firme. Si éste se encuentra muy profundo, mejore el terreno.

Recuerde: Se debe trabajar con honestidad en la elaboración de excavaciones y llegar hasta el terreno firme, porque de una buena excavación depende la estabilidad de la vivienda y la seguridad de las personas que la habitan

AUTOCONTROL

No. 1

Elija la respuesta correcta y márquela con una X

1. Excavación es:
 - a. Un cimiento ciclópeo.
 - b. Zanjas o brechas que se ejecutan para hacer un cimiento.
 - c. La acción de llenar con tierra una zanja.
 - d. Ninguna de las anteriores.
2. Terreno bueno para fundación es:
 - a. Terreno fangoso.
 - b. Arena movediza.
 - c. Arcilla Húmeda
 - d. Roca blanda.
3. La acción de trazado es:
 - a. Quitar las malezas o limpiar el terreno.
 - b. Colocar caballetes dobles.
 - c. Tender hilos y marcar con barra.
 - d. La a. y b. son correctas.
4. Cuándo se deben hacer excavaciones escalonadas?

Compare sus respuestas con las que aparecen al final de la Cartilla

Si ha respondido bien continúe con su estudio!

5 EXCAVACION PARA RED DE DESAGÜES:

Esta labor es tan importante como la excavación para cimientos . Requiere de una buena distribución. En el plano de fundaciones debe ir dibujada la red de desagües, con indicación de el diámetro de tuberías y los accesorios que llevarán cada boca o salida.

Antes de iniciar la excavación tenga presente lo siguiente:

- a. Halle la profundidad del colector o alcantarillado principal de la calle.
- b. Seguidamente determine la pendiente que va a tener la red de desagües, en el interior de la vivienda.
La pendiente normal está entre el 1% y el 3%.
- c. Halle la distancia total de la red de desagües en línea recta. Tome como referencia el paramento de la vivienda.

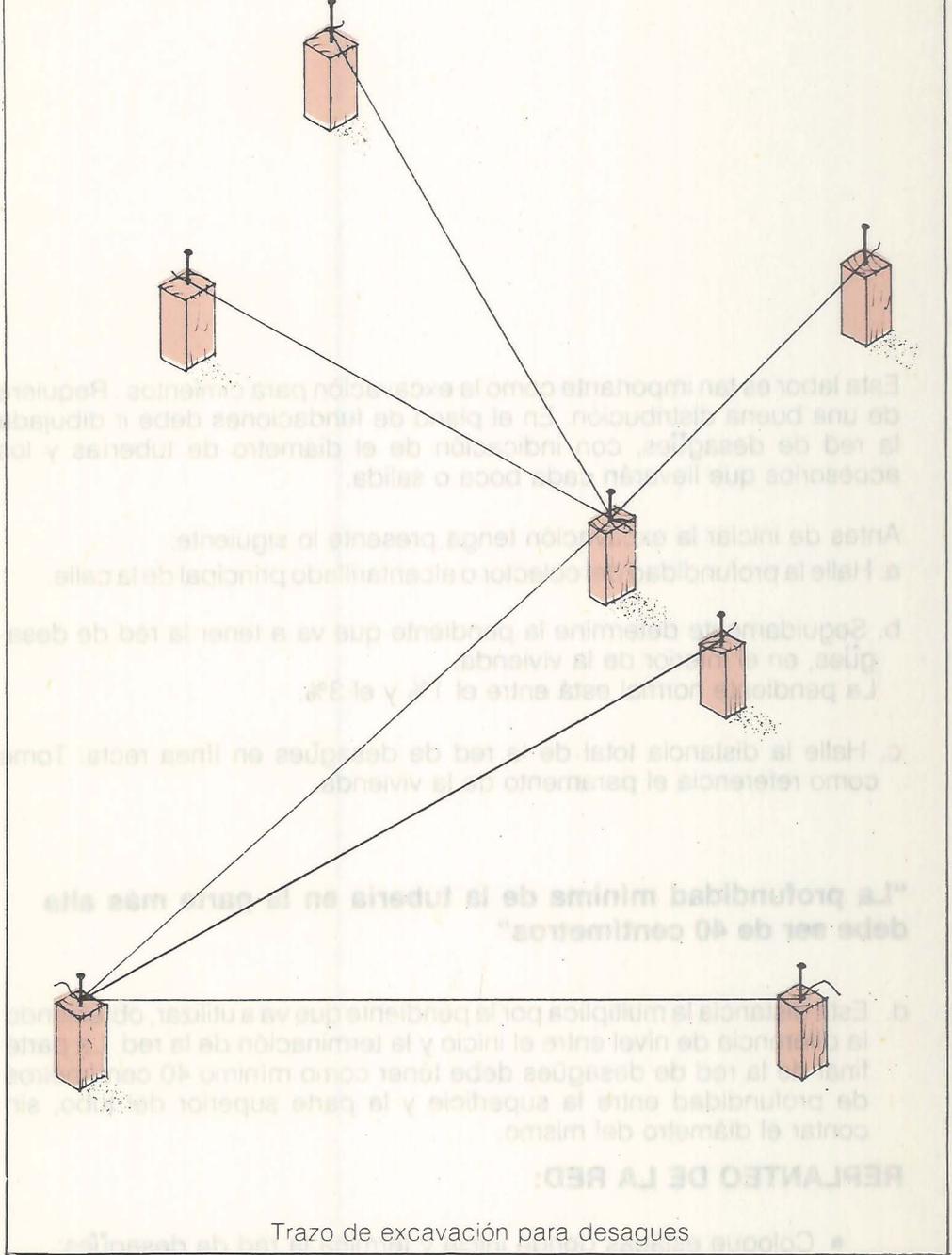
“La profundidad mínima de la tubería en la parte más alta debe ser de 40 centímetros”

- d. Esta distancia la multiplica por la pendiente que va a utilizar, obteniendo la diferencia de nivel entre el inicio y la terminación de la red. La parte final de la red de desagües debe tener como mínimo 40 centímetros de profundidad entre la superficie y la parte superior del tubo, sin contar el diámetro del mismo.

REPLANTEO DE LA RED:

- Coloque estacas donde inicia y termina la red de desagües:

5. EXCAVACION PARA RED DE DESAGÜES



Trazo de excavación para desagües

- Sobre estas estacas, marque niveles.
- Coloque hilos entre estacas que determinarán el eje de la excavación. Reparta medidas a lado y lado y así obtendrá el ancho de la excavación.
- Coloque hilos e inicie el trazado.

Ejemplo :

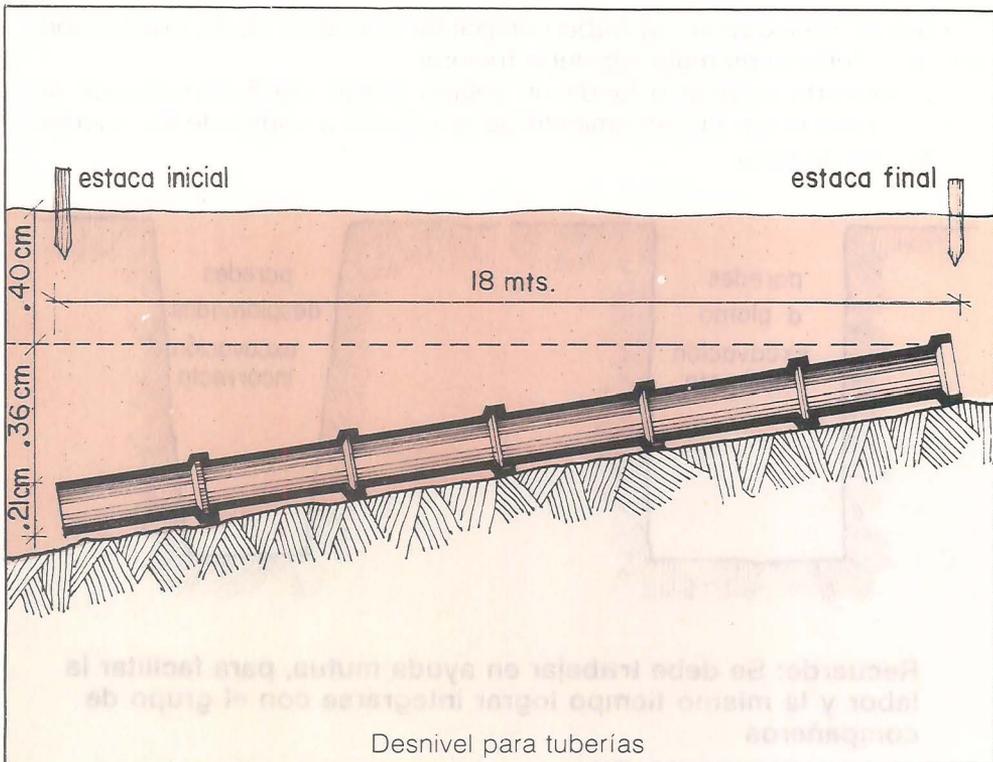
Se van a colocar 18 metros de tubería con el 2% de pendiente, altura del tubo 21 centímetros.

Hallar:

- Desnivel.
- Profundidad inicial y final de la excavación.
- Elaborar gráfico de distancia = 18 mts.

$$\text{Desnivel} = \frac{\text{distancia} \times \text{pendiente}}{100} = \frac{1800 \text{ cms} \times 2}{100} = 36$$

Desnivel = 36 cms.



Desnivel es la diferencia de altura entre dos puntos

**Profundidad inicial – profundidad mínima – desnivel
– altura de tubo (diámetro).**

Profundidad mínima = 40 centímetros.

Desnivel = 36 centímetros.

Altura del tubo = 21 centímetros.

Entonces con los datos hallados proceda a determinar la profundidad inicial.

Profundidad inicial = 40 cms. + 36 cms. + 21 cms. = 97 cms.

Profundidad inicial = 97 centímetros

Profundidad final = profundidad mínima + altura tubo.

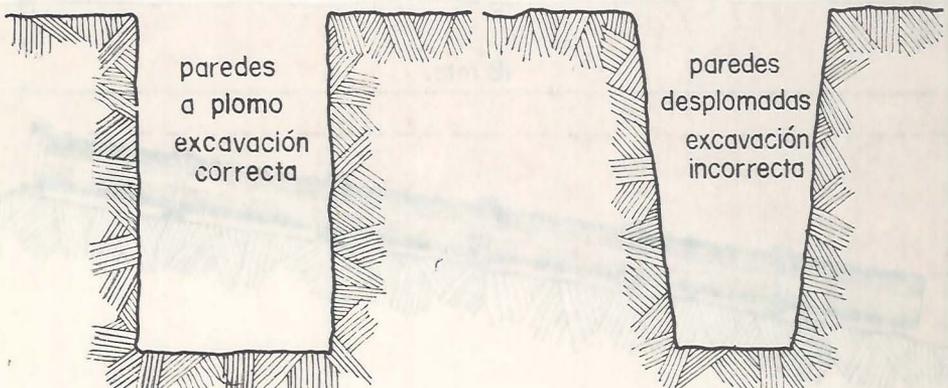
Profundidad final = 40 centímetros + 21 cms = 61 cms.

Profundidad final = 61 centímetros

Con este ejemplo ilustrativo se le facilitará el aprendizaje del proceso visto. Inicie la excavación por la parte más profunda o sea de afuera hacia adentro controlando constantemente la diferencia de altura.

Al terminar de excavar, se debe compactar el interior de la excavación, pero si el terreno es malo, se debe mejorar.

Se recomienda colocar o fundir un solado pobre, de 8 centímetros de espesor para evitar el rompimiento de la tubería a causa de los asentamientos del terreno.



Recuerde: Se debe trabajar en ayuda mutua, para facilitar la labor y la mismo tiempo lograr integrarse con el grupo de compañeros

AUTOCONTROL

No. 2

1. La pendiente normal para excavaciones de desagües internos de una vivienda, debe estar entre:

- a. 1% — 3%
- b. 3% — 5%
- c. 4% — 7%
- d. Ninguna de las anteriores

2. Cómo se halla la diferencia de altura entre dos puntos?.

Consulte las respuestas al final de la cartilla

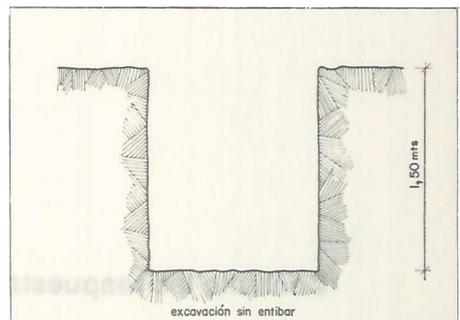
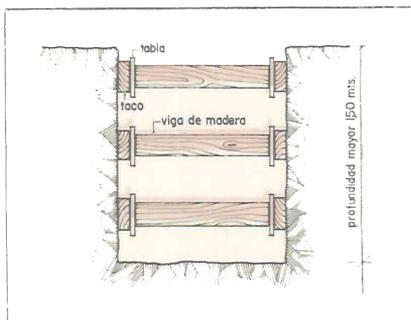
5. ENTIBADOS

Son estructuras falsas en madera, que se utilizan para proteger los operarios que están laborando en excavaciones profundas. También sirven para evitar que las excavaciones en suelos flojos se cierren o derrumben.

Estos entibados se van retirando de abajo hacia arriba a medida que se llenan las excavaciones. Cuando haga excavaciones de poca anchura y profundidad, las paredes deben quedar completamente a plomo, como lo muestra la figura.

Las excavaciones sobre terrenos firmes se deben hacer hasta 1.5 metros de profundidad sin necesidad de proteger la zanja con entibados. Si es mayor de esta medida se recomienda utilizarlos.

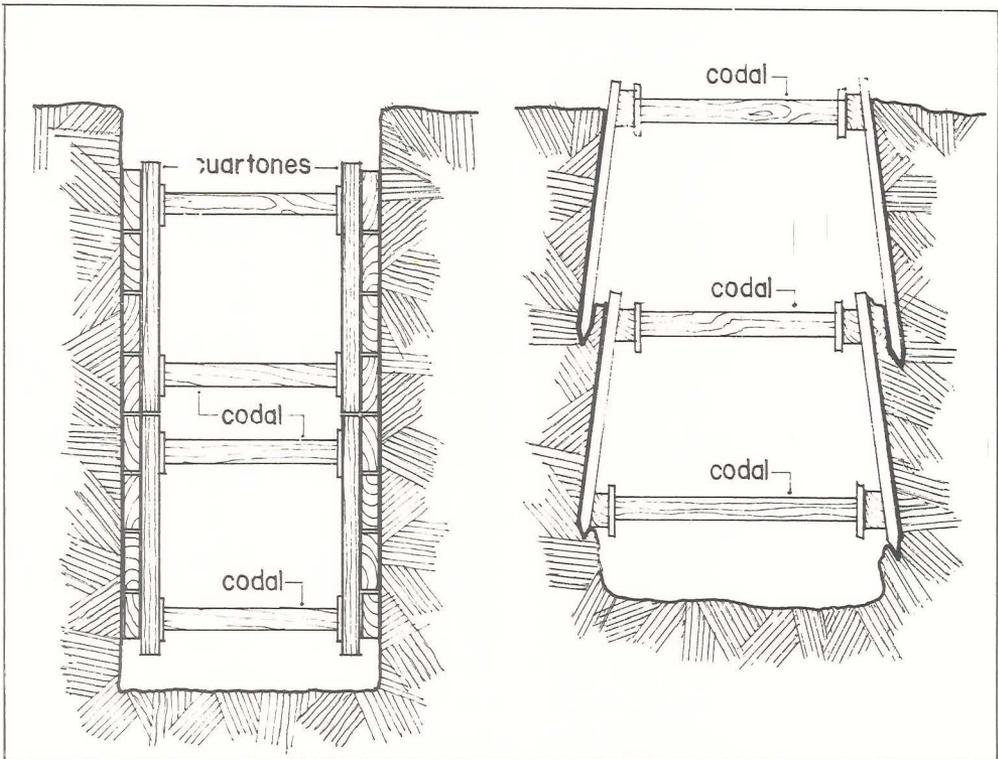
Los entibados se deben construir con tablones. Van colocados horizontalmente. Se sostienen verticalmente con puntales de madera redonda de 15 centímetros de diámetro como mínimo.



Cuando se trabaje en terrenos muy sueltos o malos es necesario entibar con tablonces cortos y colocarlos en sentido vertical con ligera inclinación hacia el interior, para poder ejecutar la excavación con un ancho constante.

Las maderas para dichos entibados deben ser tablonces de 2.50 metros de largo, 5 centímetros de espesor o grueso y 15 a 20 centímetros de ancho.

Los tablonces verticales se van hincando por medio de una maceta o martinete a medida que avanza la excavación. Para que penetre fácilmente se debe labrar en punta la parte inferior del tablón y en la parte superior se protege con una abrazadera de zuncho o lámina delgada.



Cuando trabaje con entibados hágalo en compañía de otra persona

RECAPITULACION

A. Preparar sitio de trabajo: Revisar materiales, herramientas y equipos y trasladarlos al puesto de trabajo.

B. Replantear: Es el traslado de las medidas exactas dadas en el dibujo o plano al terreno.

C. Trazar: Coloque hilos en los clavos de los caballetes, que indican el ancho de la excavación, para luego marcar sobre el terreno con la barra.

D. Clasificar suelos: Los suelos se encuentran divididos en tres grupos:

- Terrenos buenos
- Terrenos regulares
- Terrenos malos.

E. Excavación para cimentación directa: Utilizada comúnmente en viviendas livianas. Se efectúan cuando la firmeza del terreno se encuentra a poca profundidad.

F. Excavaciones indirectas: Se efectúan cuando el terreno firme se encuentra a bastante profundidad sobrepasando los 1.50 metros.

G. Excavaciones escalonadas: Se elaboran principalmente en sitios en donde la firmeza se encuentra en forma caída o en desnivel.

H. Excavaciones para cimentación aislada: La ejecución de excavaciones para zapatas, columnas y pilotes es de uso especial en aquellos terrenos irregulares que ofrecen poca garantía para la estabilidad de la vivienda.

I. Excavación para red de desagües: Esta labor es tan importante como la excavación para cimientos y requiere de una buena distribución.

J. Entibar: Son estructuras falsas en madera que se utilizan para proteger los operarios que están laborando en excavaciones profundas.

AUTOEVALUACION FINAL

1. Efectue una revisión total a las excavaciones que ha venido realizando con la ayuda de esta cartilla.

Tenga en cuenta aspectos como:

- Clasificación de suelos.
- Ancho de las excavaciones de acuerdo con el muro a levantar y al terreno.
- Profundidad de la excavación hasta obtener la firmeza.
- Corte vertical de las excavaciones.

RESPUESTAS A AUTOCONTROLES

Autocontrol No. 1

1. — b
2. — d
3. — c
4. Cuando la firmeza del terreno se encuentra en pendiente.

Autocontrol No. 2

2. a
3. Se multiplica la distancia por la pendiente.

CARTILLAS DEL BLOQUE OBRA NEGRA

- 1 Conocimientos Básicos de Aritmética y Geometría
- 2 Herramientas y Equipos
- 3 Materiales de Construcción
- 4 Mezclas
- 5 Bloques Prefabricados
- 6 Construcción de Caseta y Programación de Obra
- 7 Cómo Puede Usted Entender un Plano?
- 8 Localización y Replanteo de Lotes
- 9 Excavaciones**
- 10 Cimentaciones
- 11 Desagues y Cajas de Inspección
- 12 Sobrecimientos
- 13 Muros A
- 14 Muros B
- 15 Estructuras Superiores
- 16 Entrepisos
- 17 Escaleras
- 18 Cubiertas

EVALUACION FINAL

Nombre y Apellido: _____

Código: _____

Dirección: _____ Ciudad: _____

Teléfono: _____ Cartilla No.: _____

1. Defina:

- a. Excavación manual.
- b. Excavación mecánica

2. Marque con X la respuesta correcta

Replantar es:

- a. Plantar árboles.
- b. Abrir excavaciones.
- c. Traslado de medidas del plano al terreno.
- d. Ninguna de las anteriores.

3. Defina qué son muros divisorios, para qué se utilizan y dé el ancho de la excavación.

4. Defina qué son muros cargueros, para qué se utilizan y dé el ancho de la excavación.

5. Por qué varían los anchos de las excavaciones?

6. Indique el procedimiento a seguir para efectuar un trazo.

7. Diga en cuántos grupos están divididos los suelos y cómo se llaman.

8. Cómo pueden ser mejorados los terrenos malos?

9. Enumere los tipos de excavaciones vistos en la cartilla.

10. Resuelva el siguiente ejercicio.

Se van a colocar 24 metros de tubería con una pendiente de 2.5%.

El diámetro exterior de la tubería es de 8" o sea, 21 centímetros de altura del tubo.

Hallar:

- Diferencia de altura o desnivel
- Profundidad inicial de la excavación.
- Profundidad final.
- Elabore gráfico o dibujo como lo muestra la cartilla.

11. A continuación usted encontrará en la columna de la izquierda los terrenos buenos, malos y regulares para cimentar y a la derecha la carga que resiste cada uno de ellos. Una con una flecha la carga que le corresponde a cada terreno.

Terrenos	Carga
Roca dura	0 kgs/cm ²
Fango	20 — 50 kgs/cm ²
Gravilla	2 — 3 kgs/cm ²
Arcilla húmeda	7 — 25 kgs/cm ²
Arena de canto vivo	5 — 7 kgs/cm ²
Arcilla con arena	4 — 5 kgs/cm ²
Arena de grano fino	0 — 3 kgs/cm ²
Marga compacta	3 — 4 kgs/cm ²
Arena movediza	2 — 3 kgs/cm ²
Roca blanda	0.5 — 1 kgs/cm ²

¡El conocimiento es paz . . . !
¡Capacitar es invertir en Colombia!

