



Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional

*El Pueblo, Presidente!*



**MEFCCA**

MINISTERIO DE ECONOMÍA FAMILIAR, COMUNITARIA, COOPERATIVA Y ASOCIATIVA

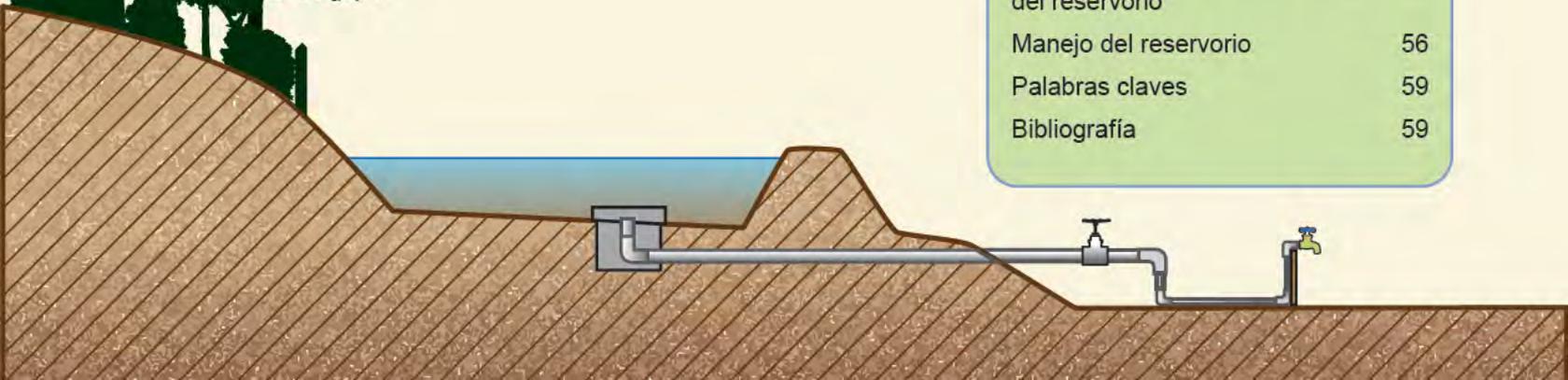


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza  
en América Central

# Guía de selección de sitio y construcción **RESERVORIOS**





## Índice

Presentación	1
Qué es un reservorio	2
Partes de un reservorio	4
Sistema de cosecha de agua	7
Por qué construir reservorios	9
Cómo seleccionar el mejor sitio	11
Cuánta agua necesito almacenar	15
Cuánta agua se pierde por infiltración	19
Cuánta agua se pierde por evaporación	21
Qué tamaño deberá tener el reservorio	24
Métodos para construir reservorios	26
Cuál es el mejor momento para construir reservorios	29
Paso a paso en la construcción del reservorio	32
Manejo del reservorio	56
Palabras claves	59
Bibliografía	59

# Presentación

La **Guía Técnica de Selección del Sitio y Construcción de Reservorios** es una propuesta informativa para capacitadores y productores, que describe, con bastante sencillez, el paso a paso necesario para construir este tipo de obras en una finca.

La guía es un aporte del **Proyecto de adaptación de la agricultura al cambio climático a través de la cosecha de agua en Nicaragua**, que ejecuta el Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA) con financiamiento de la Cooperación Suiza en América Central (COSUDE) y el apoyo técnico del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

En estos tiempos en que las sequías, lluvias torrenciales y huracanes golpean con más fuerza la agricultura, la ganadería y la vida rural, en especial en el corredor seco de Nicaragua, se vuelve esencial recolectar agua de lluvia para aprovecharla productivamente.

En la primera parte de este documento compartimos mensajes claves que ayudarán a seleccionar el mejor sitio de la finca para

construir la obra. Luego explicamos al detalle cómo se construye, compacta e impermeabiliza la obra usando maquinaria o tracción animal.

Con la construcción de reservorios comienza la transformación de la finca. Si se cuenta con agua, la familia puede planificar, con menos riesgos, la siembra y/o la cría de ganado y aves de corral.

Pero no se trata solo de construir la obra. Hay que garantizar agua para llenarla y eso significa trabajar en reforestación y conservación de suelos en las partes altas de la finca donde cae la lluvia y se escurre.

También resulta esencial promover entre la población beneficiaria una cultura de educación sobre el uso eficiente del agua.

El MEFCCA pone en sus manos esta guía, para transmitir lo mejor de la experiencia de investigadores y agricultores, con el propósito de que pueda aplicar ese conocimiento en su sistema productivo para mejorar la calidad de vida de su familia.

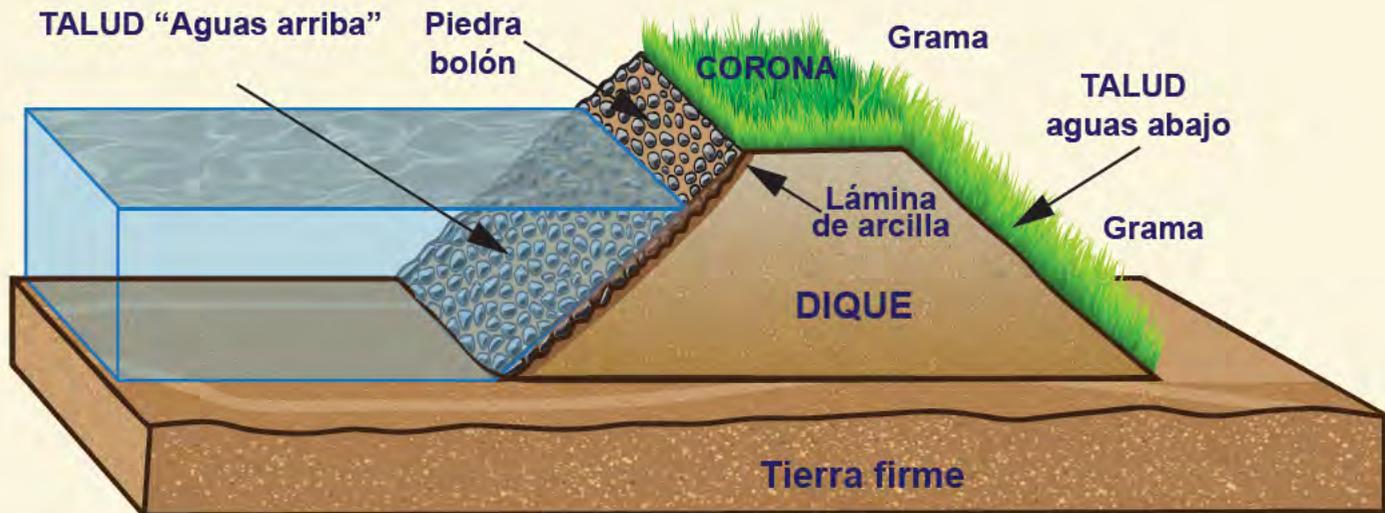
## Qué es un reservorio

Es una estructura de tierra compactada e impermeabilizada con arcilla o, en último caso, plástico negro, grueso. Se construye en un sitio estratégico de la finca donde se pueda recolectar el agua de lluvia que escurre por pendientes ligeras. Se usa para riego y abrevadero de ganado.



## Partes de un reservorio

1. **DIQUE:** Es un muro formado con la tierra que se excava para formar el vaso donde se almacena el agua de lluvia. Soporta toda la presión del agua recolectada.
2. **CORONA:** Es la parte superior del dique. Se recomienda protegerla con grama, arena o piedrín para evitar que se erosione por la lluvia o se agriete por el sol intenso.
3. **TALUD “AGUAS ARRIBA”:** Es la pared interna del dique, la que entra en contacto con el agua almacenada. Se construye con una pendiente del 60 %, para que resista la presión del agua acumulada. Por cada metro de elevación del dique se recomiendan 2.5 metros de ancho de la base. Un dique de 2.5 metros de alto debería tener una base de 6.75 metros de ancho.

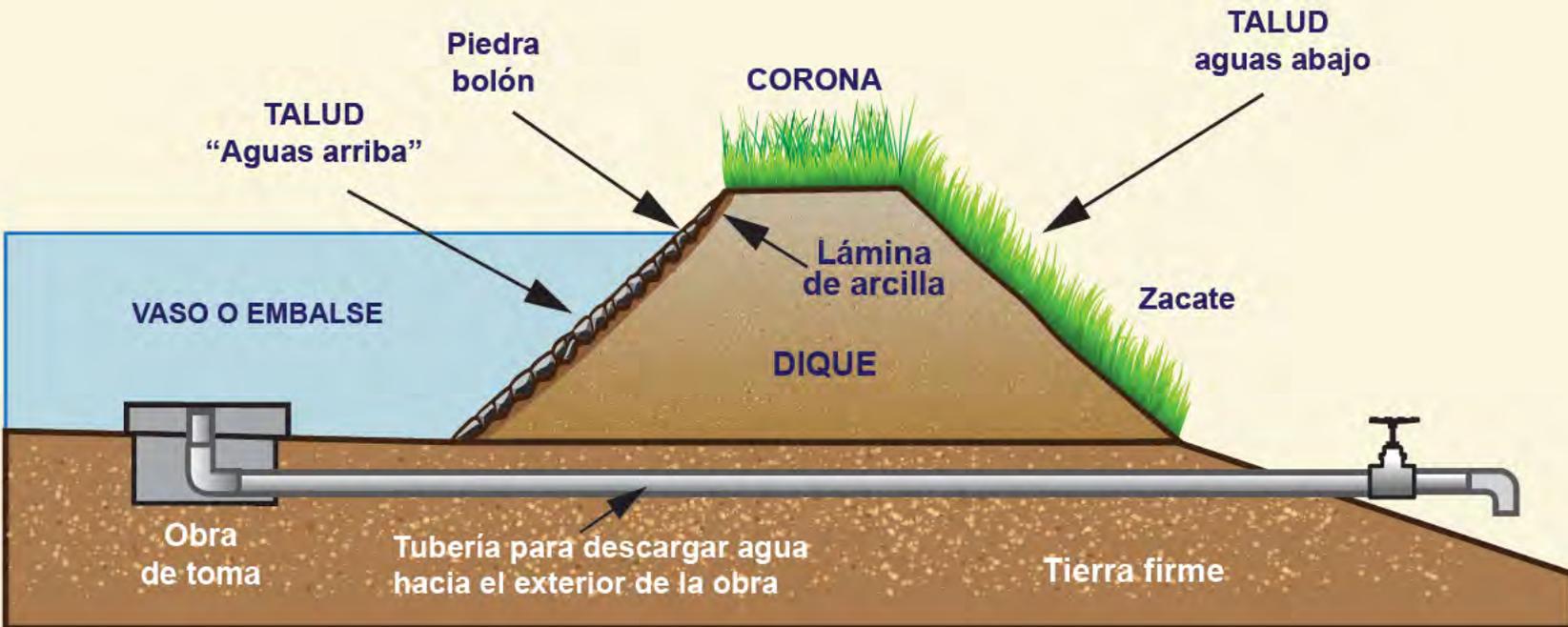


**4. TALUD “AGUAS ABAJO”:** Es la pared exterior del dique. Junto con el talud interno se encargan de soportar la presión del agua acumulada en el vaso.

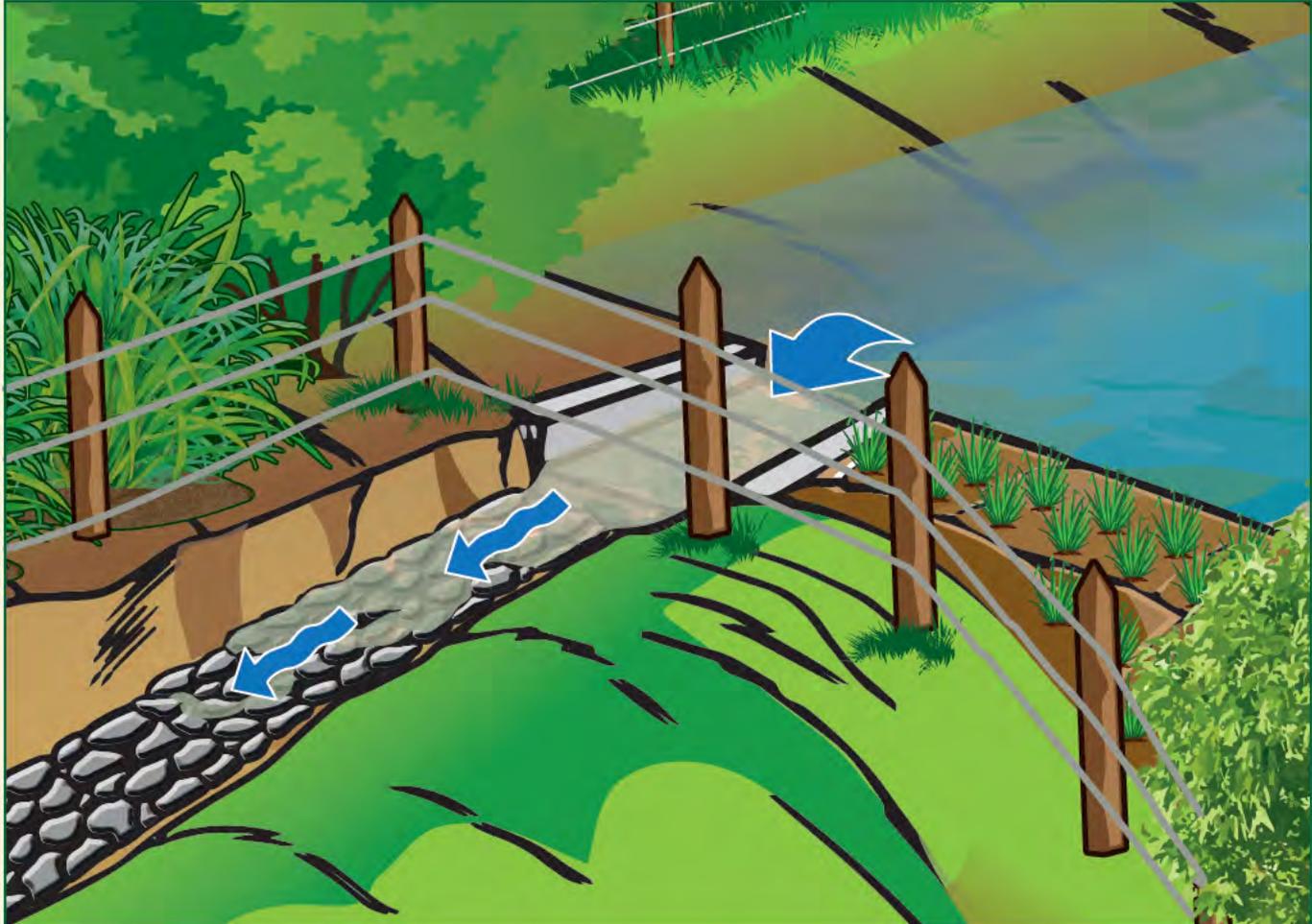
El talud se protege de la erosión con grama o zacate, preferiblemente Vetiver o Taiwán.

El vetiver produce raíces profundas, ideales para amarrar el suelo.

**5. VASO O EMBALSE:** Es el cuerpo del reservorio donde se almacena toda el agua de lluvia recolectada durante el invierno.



6. **VERTEDERO:** Se llama también *aliviadero*. Es un canal de concreto o de arcilla reforzada con piedra bolón. Se construye en uno de los lados del embalse. Sirve para sacar el exceso de agua y evitar que el vaso se rebalse y dañe los taludes.



# El Sistema de Cosecha de Agua

Los reservorios son la parte de un sistema de cosecha de agua en la finca que comprende:

## ÁREA DE RECARGA Y ESCORRENTÍA EN LA FINCA

- Es un área de terreno de ladera, grande o pequeña, localizada en la parte alta de la finca.
- El terreno recibe una buena parte del agua de lluvia. Alguna se infiltra y otra se escurre por las laderas sin que sea aprovechada.
- Este volumen de agua que corre por la superficie del suelo se puede trasladar hacia el reservorio, a través de surcos o acequias a desnivel, para que pueda ser aprovechada en labores agrícolas o pecuarias.

## RESERVORIO

- De preferencia se ubica en el punto donde se junta el drenaje natural del terreno. En ese punto se construye un dique de contención usando maquinaria o manualmente.
- El nivel ideal de pendiente del terreno no debería ser mayor del 5 por ciento.
- Si se construye con maquinaria, el sitio debe permitir su acceso.
- Debe estar próximo al área de cultivo y/o del abrevadero de los animales domésticos.
- Se bordea con árboles para que la sombra reduzca la evaporación del agua.
- Se protege con cortinas rompevientos para reducir la evaporación eólica.

## AREA DE CULTIVO Y/O ABREVADERO

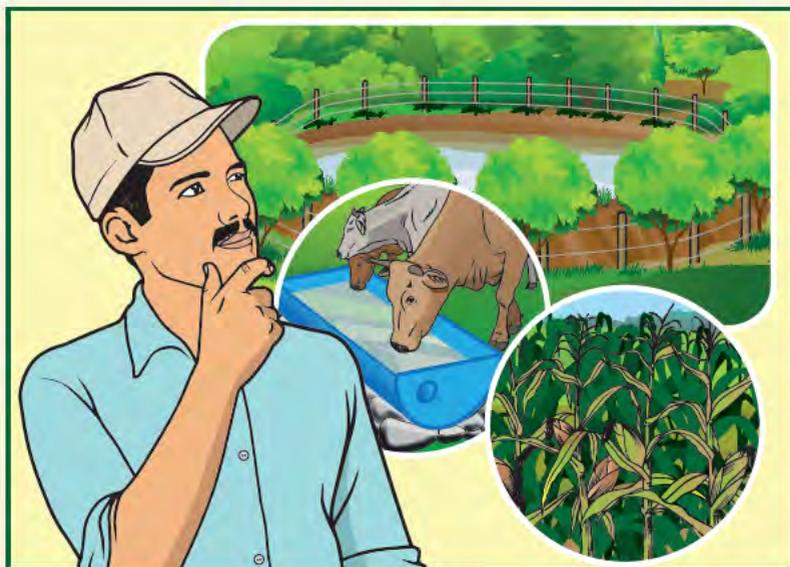
- Debe estar en la parte baja de la finca. Es el área destinada a la producción de alimentos y para abrevar el ganado. El agua recolectada en el reservorio llega por gravedad.



# ¿Por qué debemos construir reservorios?

La lluvia es el medio natural y gratuito de aporte de agua para la finca. Pero los daños provocados a la naturaleza por el ser humano son tantos que ahora los inviernos son más irregulares.

En el corredor seco de Nicaragua el agua es todavía más escasa y los períodos de sequía mucho más largos.



El productor no puede controlar la lluvia, pero tiene la opción de usar diversas técnicas para recolectar parte de la escorrentía y aprovecharla en actividades agrícolas y ganaderas.

Si cosecha agua de lluvia puede realizar riego complementario en invierno, sembrar en verano y criar animales domésticos durante todo el año.

# ¿Qué debe saber para seleccionar el mejor sitio?

Estas son las preguntas que debe responder la familia agricultora antes de construir una obra de recolección de agua en su finca.



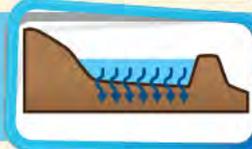
**1** ¿Cuáles son los aspectos claves a tomar en cuenta para seleccionar el sitio más apropiado para construir la laguneta?



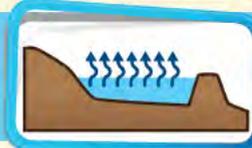
**2** ¿Cuánta agua necesito almacenar para cultivar o abrevar ganado?



**3** ¿Cuánta agua se pierde en un reservorio por infiltración?



**4** ¿Cuánta agua se pierde en un reservorio a causa de la evaporación?



**5** ¿Qué tamaño debe tener el reservorio?



**6** ¿Cómo voy a construir el reservorio: con maquinaria o de forma manual?



**7** ¿Cuál es el momento más apropiado para construir el reservorio?



# 1 ¿Cómo seleccionar el mejor sitio para construir un reservorio?

## 1.1. Ubicación del sitio

La finca debe contar con un área de escorrentía de agua de lluvia de por lo menos el doble del área que planea cultivar con riego.

El área de escorrentía debe estar ubicada en la parte alta de la finca, para dirigir por gravedad el agua hacia el reservorio.

El mejor sitio para construir el reservorio es aquel donde se juntan dos faldas de ladera que forman una depresión. Por esta depresión o canal natural, corre el agua cuando llueve.

Una buena elección es el punto donde se encharca el agua de lluvia.

Prefiera un sitio cercano al área de cultivo y del abrevadero, para no invertir mucho dinero en tubería pvc.

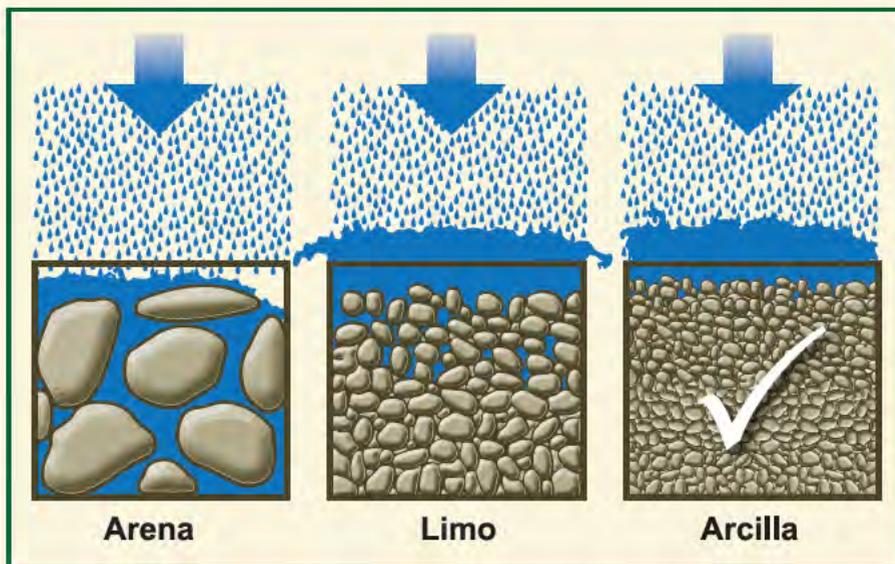


## 1.2. Tipo de suelos

Los mejores suelos para construir reservorios son los arcillosos, porque dificultan la infiltración del agua.

A estos suelos el agricultor los conoce como *tierra pesada*, *barrialosa*, *chagüitosa*, *sonsocuitoza*.

Si en la finca no hay terrenos arcillosos, busque arcilla en un lugar cercano.



Si no consigue arcilla, la obra se impermeabiliza con plástico negro de mil micrones, equivalentes a un milímetro de grosor.

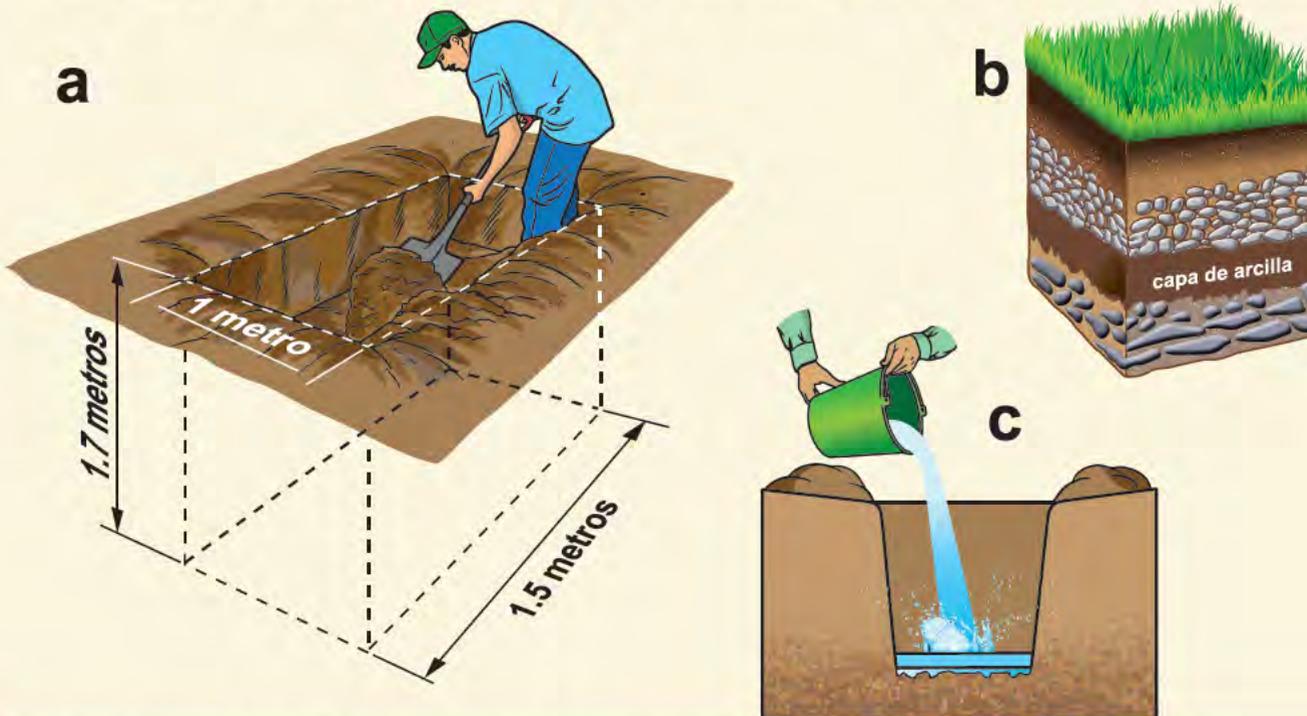
El sitio seleccionado debe tener una capa de suelo de por lo menos 60 centímetros de profundidad. Este suelo se remueve para formar los taludes.



### 1.3. Excave una calicata para verificar el tipo de suelo

Una calicata es un hoyo de 1 m ancho x 1.5 m de largo x 1.7 m de profundidad.

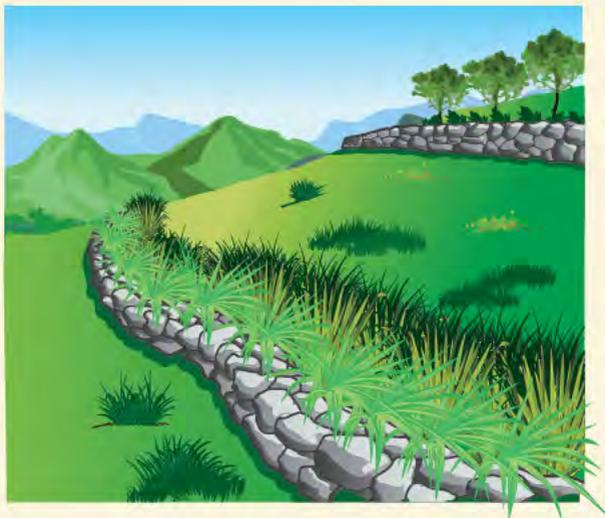
- Excave en el sitio seleccionado para verificar si el suelo tiene al menos 60 cm de profundidad.
- Después de comprobar ese dato, revise si en las capas de suelo se encuentra alguna que sea de arcilla. En caso positivo, debe avisar al personal que construirá la obra, para que al momento de la excavación separe esa arcilla y la use para impermeabilizar el vaso o embalse.
- Para comprobar la impermeabilidad del suelo, coloque en la calicata un poco de agua marcando el nivel. Al siguiente día revise para comprobar cuánta agua se ha infiltrado o no. Así sabrá si el sitio tiene buena impermeabilidad, o no, y lo qué deberá hacer al momento de su construcción.



## 1.4. Zona de recarga y escurrimiento del agua de lluvia

Esta zona se localiza en la parte alta de la finca. Lo ideal es que tenga vegetación, para que pueda atraer y guardar más humedad.

El sitio donde se construirá la obra debe estar conectado a esta zona de recarga y escurrimiento, para llevar por gravedad el agua de lluvia hacia el reservorio.



La zona de recarga y escurrimiento se debe reforzar con trabajos de regeneración y reforestación y con obras de conservación de suelos y agua.

La vegetación y las obras de conservación retienen los sedimentos y reducen la velocidad de la escurrentía. De esa forma reducen la erosión del suelo, alargan la vida útil del reservorio y disminuyen las labores de mantenimiento y limpieza.

## 2 ¿Qué cantidad de agua necesita almacenar?



El agua recolectada le puede servir para hacer riego complementario en invierno, riego por goteo en verano y para abreviar el ganado.

Para comenzar, necesitará saber el número de días que no llueve en el año, en su comunidad. Ese dato le ayudará a calcular el agua que debe recolectar para usar en sus actividades productivas en la época seca.

1. Escriba la fecha que comienza y termina el verano en su comunidad. **Ejemplo:** 12 de noviembre al 30 de abril = **156 días.**
2. Anote la fecha en que se presenta el veranillo en su territorio. **Ejemplo:** 15 de julio al 15 de agosto = **30 días.**
3. Total **186 días** sin lluvias en su territorio.
4. Si, por ejemplo, tiene 10 cabezas de ganado y cultiva un octavo de manzana con riego por goteo, va a necesitar agua para todos esos días de verano.
5. Para el ganado va a necesitar  $50.8 \text{ m}^3$  de agua. Cada cabeza de ganado bovino consume un promedio de 30 litros diarios.
6. Para regar el tomate necesitará 678 metros cúbicos.
7. Agregue el agua que se pierde por evaporación. Se estima un promedio diario de 0.5 cm, o sea 93 cm en 186 días.
8. Para este ejemplo necesitaría un reservorio con capacidad para 1,300 metros cúbicos, porque el agua que se perdería por evaporación sería de  $560 \text{ m}^3$ .

En las siguientes páginas presentamos detalles de este ejemplo.

## 2.1. Tamaño de un reservorio para uso agrícola

El área de captación del agua de lluvia siempre debe ser mayor que el área de cultivo.

En zonas secas, la lluvia no siempre es suficiente para garantizar agua durante todo el ciclo del cultivo. Para completar lo que falta, se recolecta escorrentía de áreas vecinas altas, no cultivadas, para luego conducirla por gravedad al área de cultivo.

Antes de construir el reservorio, debe saber qué área y qué cultivos planea sembrar, para saber cuánta agua necesitará.

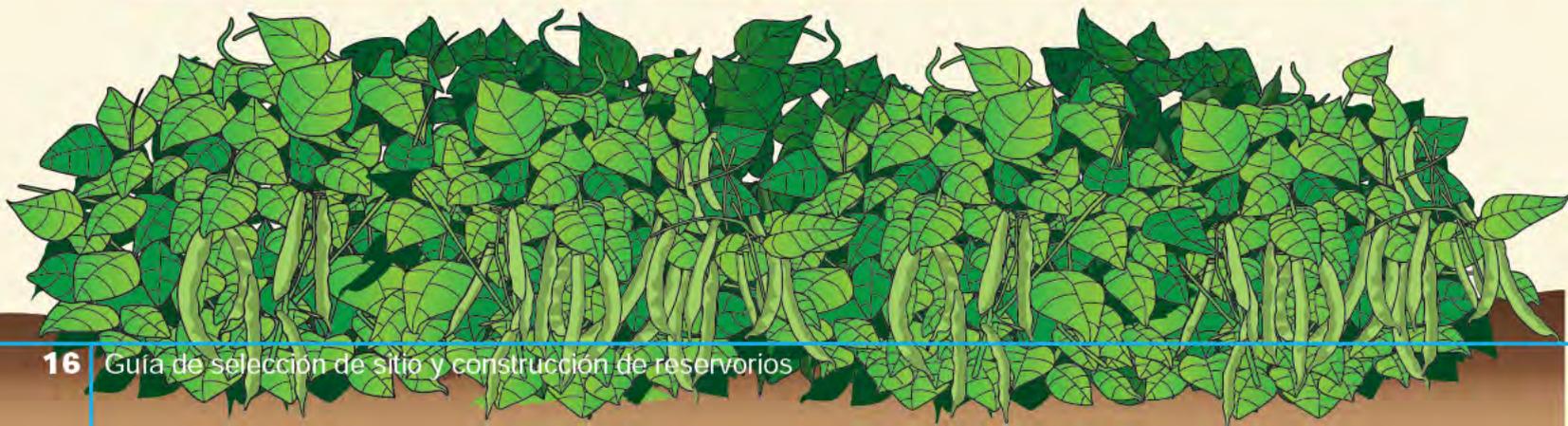
Recuerde que cada cultivo tiene sus propias exigencias de agua para completar su ciclo, sin sufrir el llamado "estrés hídrico" o falta de agua.



## ¿Cuánta agua necesita un cultivo con riego por goteo en verano?

El reservorio se puede usar para realizar riego complementario en invierno, es decir, cuando deja de llover por varios días. Pero en el siguiente cuadro, lo que se muestra es una estimación de necesidades de agua de algunos cultivos, que pueden sembrarse en verano utilizando riego por goteo. Estos son valores promedio que deberán ajustarse para cada variedad.

Cultivo	Ciclo días	Consumo promedio diario por planta	Consumo total por planta	# plantas por mz	Consumo total por mz
Maíz	120	1.02 litros	121 litros	40,000	4,865 m <sup>3</sup>
Frijol	90	0.57 litros	52 litros	130,000	6,750 m <sup>3</sup>
Tomate	135	1.6 litros	217 litros	25,000	5,424 m <sup>3</sup>
Chiltoma	135	2.5 litros	375 litros	35,000	11,812 m <sup>3</sup>
Pepino	90	17 litros	1,556 litros	3,250	5,058 m <sup>3</sup>



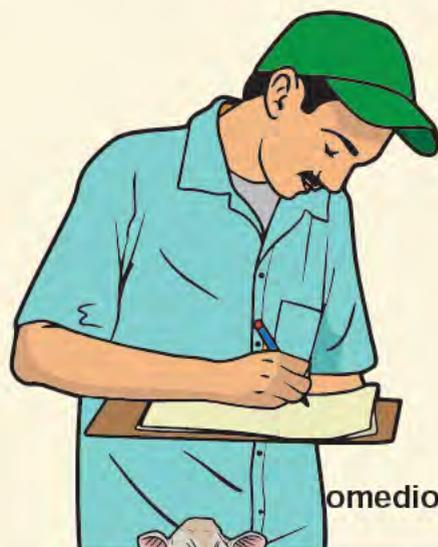
## 2.2. Tamaño de reservorio para abreviar ganado en verano

Anote cuántos animales tiene en la finca: vacunos, equinos, caprinos, cerdos, aves.

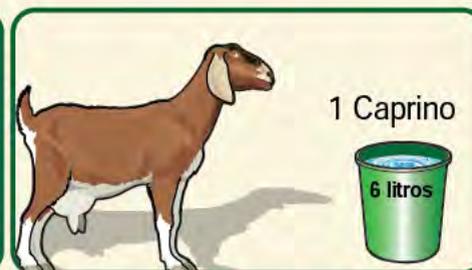
Saque un estimado de la cantidad de agua que consumen al día y la que consumirán en todos los días secos.

Como regla general, se asume que la necesidad óptima de agua de los animales domésticos equivale al 10 por ciento de su peso.

Para las condiciones de escasez de agua en el corredor seco, organismos como la FAO estiman los siguientes valores promedio:



Promedio de consumo diario de agua de animales domésticos en litros

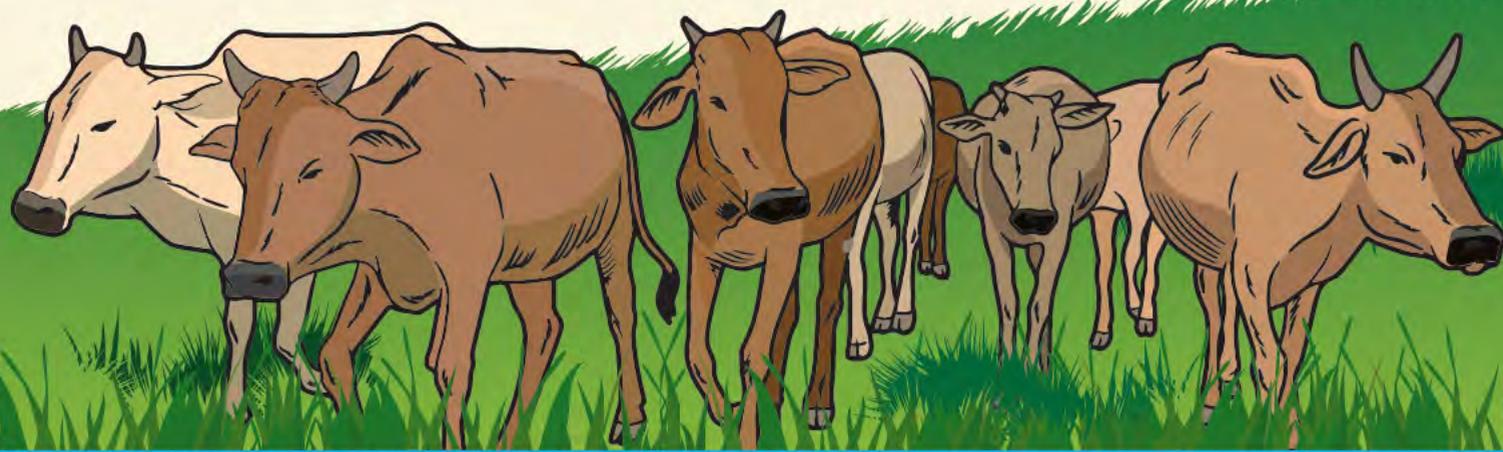


FAO. Captación y almacenamiento de agua de lluvia.

## ¿Cuánta agua necesita un hato de 10 bovinos en época seca?

El siguiente cuadro ayuda a estimar las necesidades de agua para 10 cabezas de ganado vacuno.

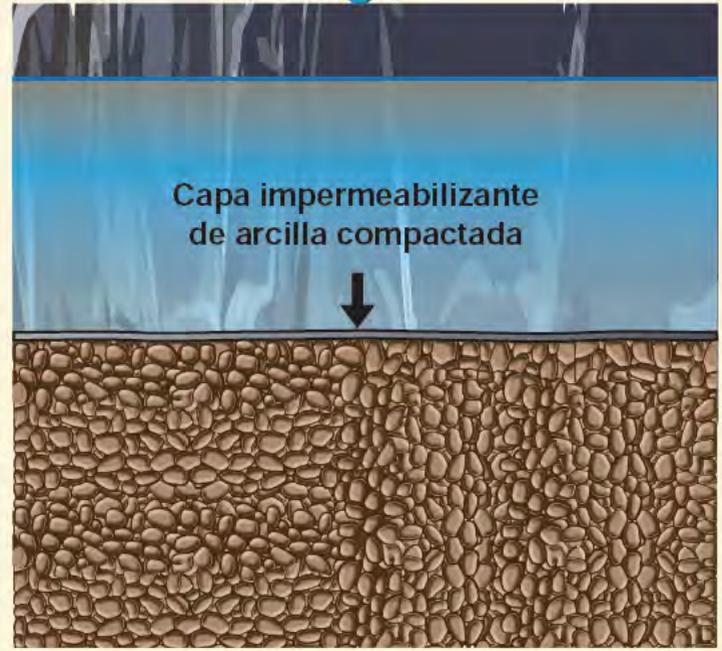
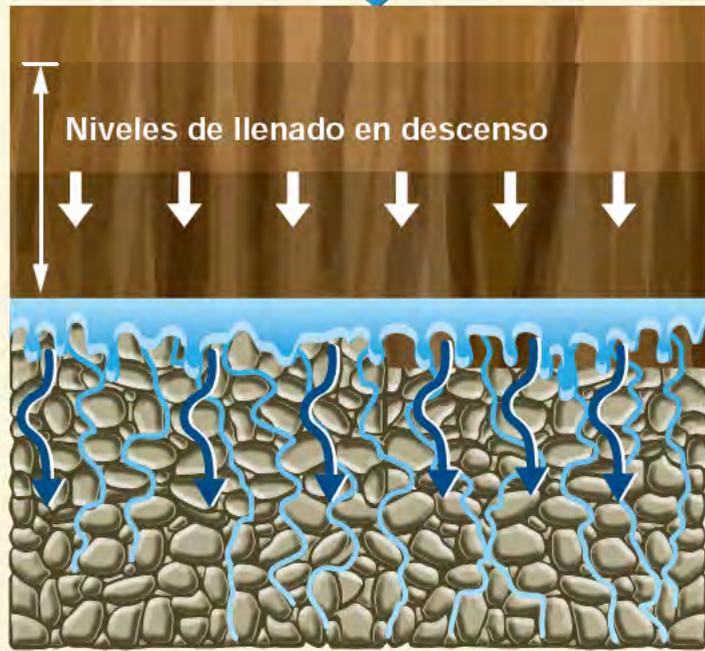
Descripción	Cantidad de agua requerida
Consumo promedio de un bovino por día	30 litros
Total de animales	10 bovinos
Consumo del total de 10 bovinos por día	300 litros
Consumo mensual de los 10 bovinos	9,000 litros
Consumo estimado durante seis meses de período seco (180 días)	54,000 litros (54 m <sup>3</sup> )
<b>Consumo total en metros cúbicos</b>	<b>54 m<sup>3</sup></b>



### 3 ¿Cuánta agua se pierde por infiltración?

En reservorios construidos sobre terrenos porosos, arenosos o franco arenosos no impermeabilizados con arcilla o plástico grueso, la infiltración puede vaciar en pocas horas el agua cosechada.

Si la obra se construye en suelo pesado, arcilloso, con el piso y taludes bien compactados e impermeabilizados con lodo arcilloso, las pérdidas por infiltración se pueden eliminar casi por completo.

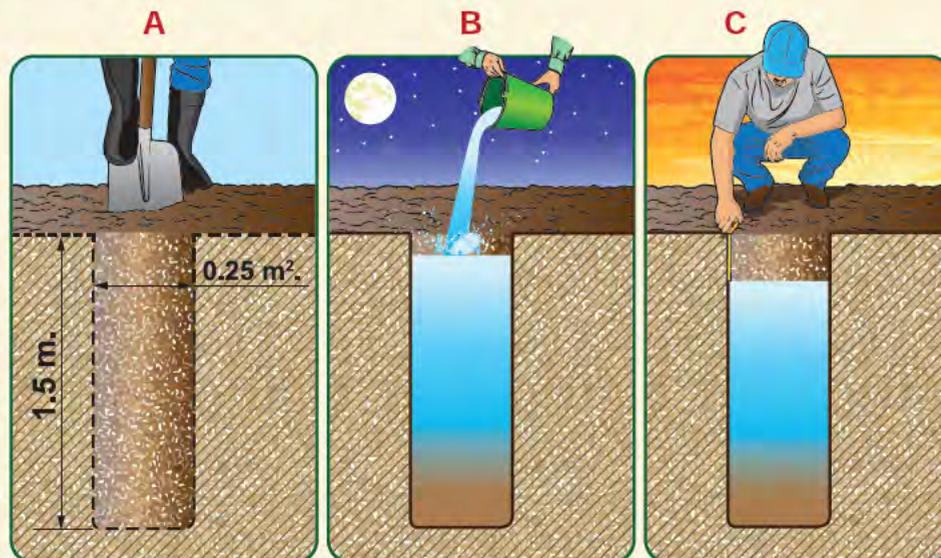


## Métodos para determinar la permeabilidad del suelo

### MÉTODO 1

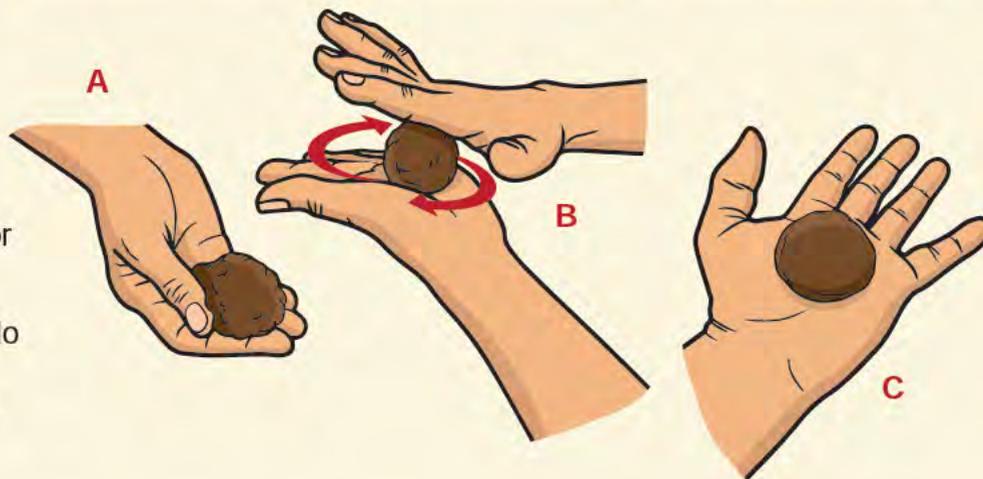
Excave un pozo de 1,5 m de profundidad x 0,25 m<sup>2</sup> de boca.

Llénelo con agua al anochecer y mida el volumen a las seis de la mañana, antes que salga el sol. La mayor o menor diferencia le mostrará lo permeable que es su suelo.



### MÉTODO 2

- Tome un puñado de suelo húmedo.
- Haga una bola de barro presionando con las manos por un minuto.
- Si la bola no se cuartea el suelo es, en principio, lo suficientemente impermeable para construir un reservorio.



## 4 ¿Cuánta agua se pierde por evaporación?

Siempre hay pérdidas de agua por evaporación en los reservorios, porque no se pueden tapar por completo del sol y del viento. Pero las pérdidas son menores cuando la obra cuenta con una sombra de árboles que protege parte del espejo de agua.

Un reservorio sin sombra puede perder alrededor de 0.6 centímetros diarios de agua, en climas del trópico seco nicaragüense.



La sombra ayuda a reducir hasta un 40% las pérdidas por evaporación. Es decir, en vez de 0.6 cm, el reservorio protegido solo perdería 0.2 cm diarios.

## 4.1. Cómo se mide el nivel de evaporación de agua en la finca

En un terreno arcilloso construya dos pozos iguales de 1.5 metros de profundidad x 0.50 metros cuadrados de boca. Asegúrese que ninguno reciba sombra.

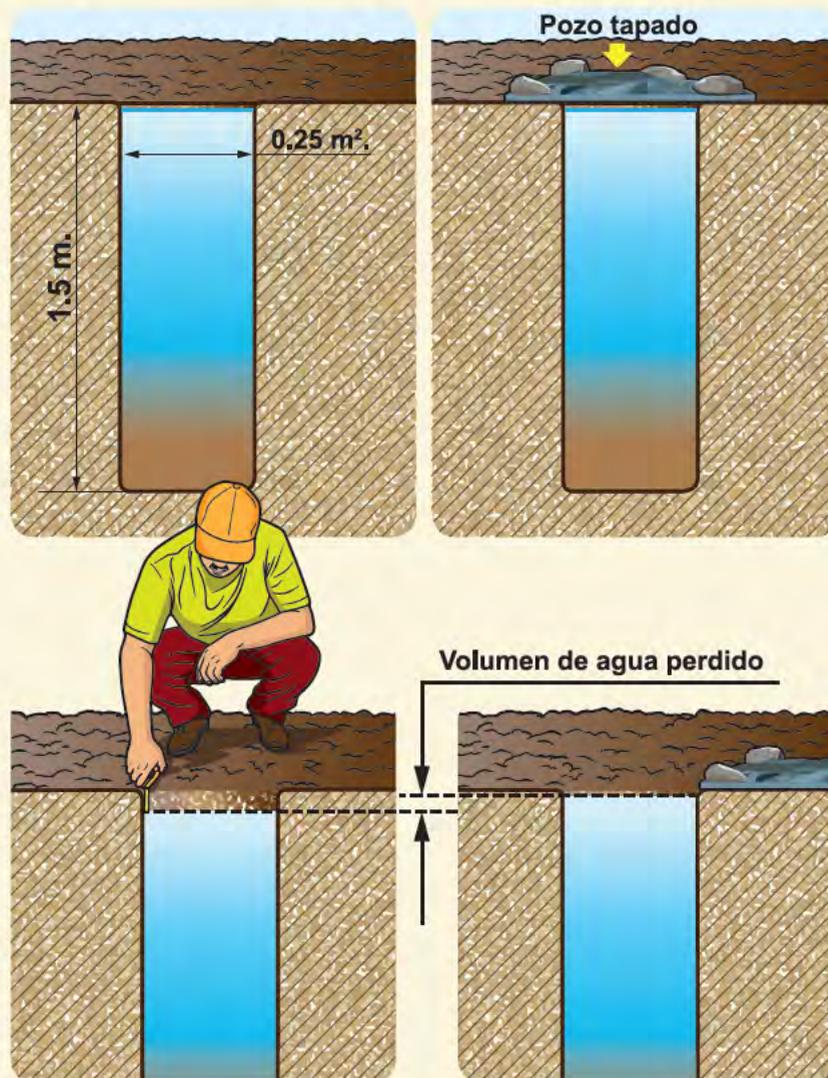
Llene ambos pozos con agua y tape solo uno de los pozos.

Veinticuatro horas después destape el pozo cerrado.

Mida en centímetros el nivel de agua que perdió el pozo destapado.

Mida la pérdida de agua del pozo cubierto para comprobar si hay infiltración.

Si no la hay, la diferencia entre ambas, será el volumen diario de evaporación en la zona donde está ubicada su finca.



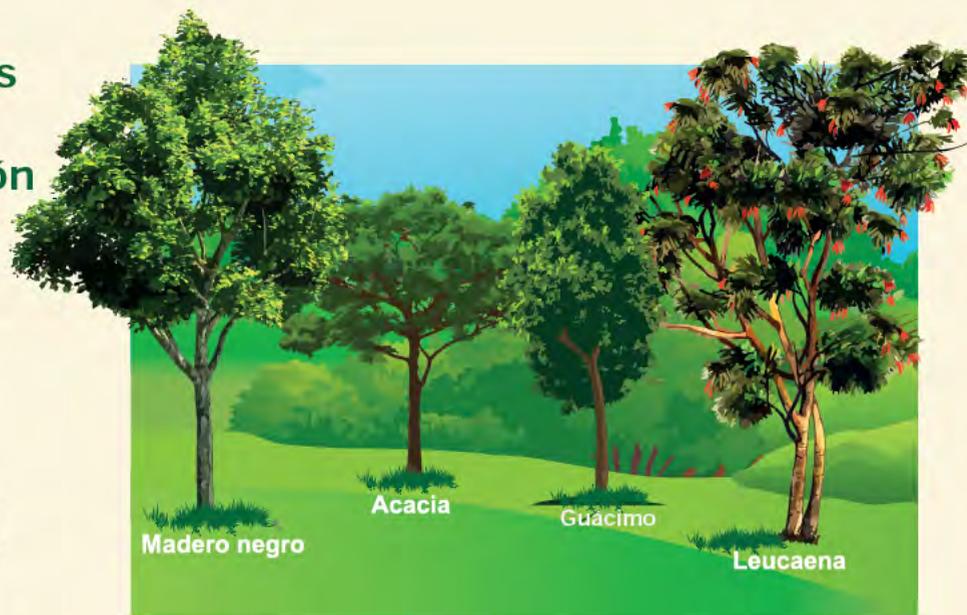
## 4.2. Especies de árboles de sombra sugeridos para reducir evaporación

Se recomienda sembrar variedades nativas de árboles a unos 5 metros alrededor del reservorio.

Prefiera árboles de rápido crecimiento, que desarrollen una raíz principal profunda, para que no pongan en riesgo los taludes del reservorio.

Los árboles dejan caer muchas hojas al reservorio de agua.

Se aconseja sacar toda la basura al menos dos veces por semana, para evitar que se pudra y afecte la calidad del agua.



## 5 ¿Qué tamaño deberá tener su reservorio?

El tamaño de un reservorio depende principalmente de:



El tamaño de la zona de infiltración y escorrentía. Mientras más grande, mayor capacidad para llenar el reservorio.



La cantidad de agua que se pierde por evaporación. Mientras más profundo el reservorio, menor la evaporación.

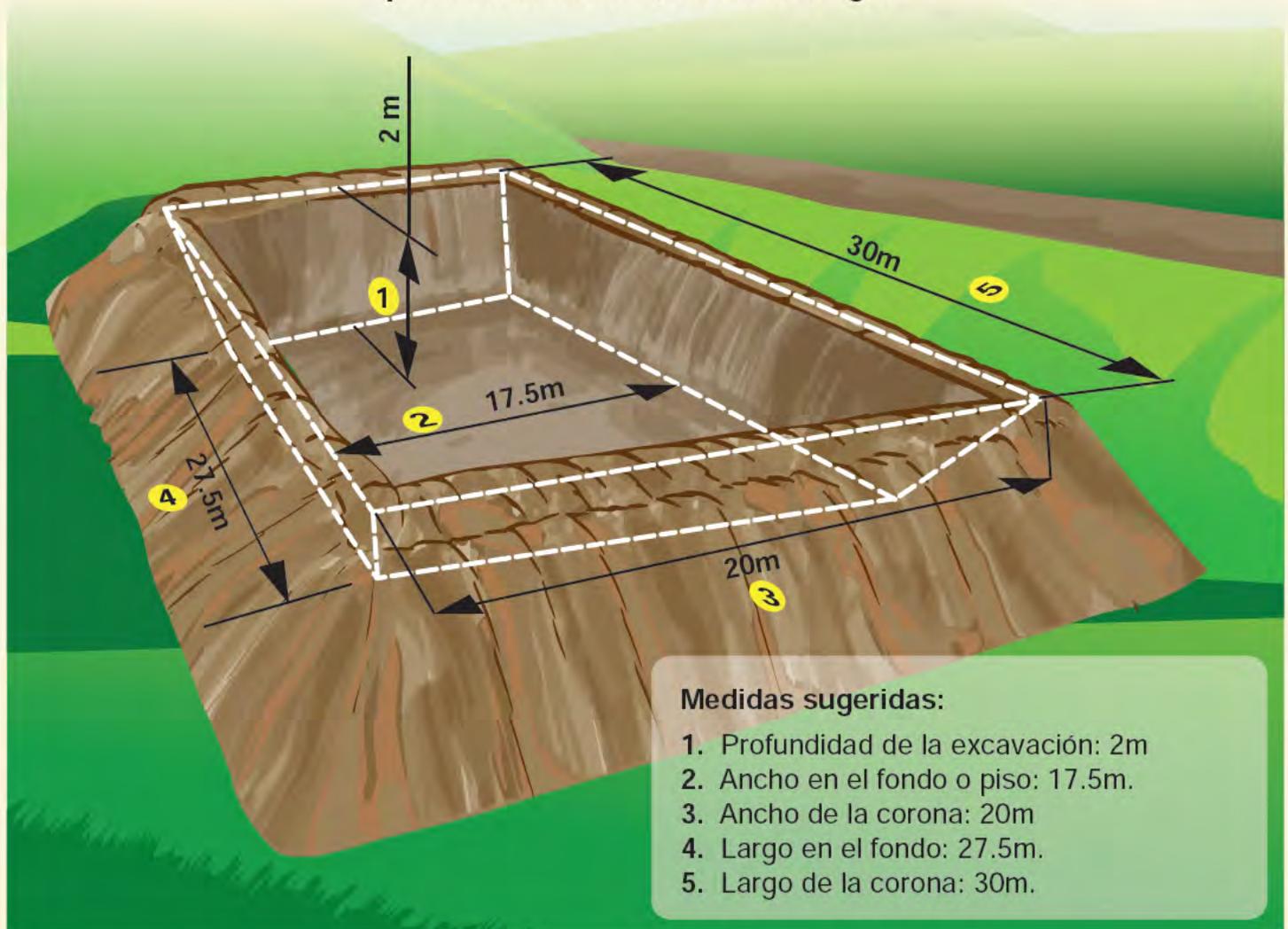


La cantidad de agua que necesita para abrear su ganado, el área de tierra que cultiva con riego en verano y con riego complementario en invierno.



Si el reservorio ha sido bien compactado e impermeabilizado con lodo arcilloso, las pérdidas por infiltración se reducen o se eliminan por completo.

## Dimensiones sugeridas para un reservorio trapezoidal con capacidad para almacenar 1,200 m<sup>3</sup> de agua



### Medidas sugeridas:

1. Profundidad de la excavación: 2m
2. Ancho en el fondo o piso: 17.5m.
3. Ancho de la corona: 20m
4. Largo en el fondo: 27.5m.
5. Largo de la corona: 30m.

## 6 Métodos y equipos para construir reservorios

### 6.1. Construcción con maquinaria

#### Ventajas:

- Remueven rápidamente el suelo, piedras y troncos.
- Las orugas y las llantas son buenas compactadoras del piso y los taludes.

#### Desventajas:

- Alto costo por el alquiler de la maquinaria pesada.
- El sitio de construcción debe ser accesible a la maquinaria. Si no hay caminos de acceso, el alquiler de las máquinas se encarece porque se necesita construir la trocha.
- Los tractores de oruga son los más apropiados, pero también se pueden usar retroexcavadoras o palas mecánicas.



## 6.2. Construcción a mano

La construcción manual de reservorios es una opción para reducir costos o cuando el sitio es inaccesible para maquinaria pesada.

### Ventajas:

- Seleccione un sitio con pendiente moderada del 5% donde se junten dos faldas de ladera que formen una depresión. En sitios así solo se construye un dique o represa para retener el agua.
- El trabajo demanda mucha mano de obra, que genera empleos temporales.

### Desventajas:

- La cantidad, el costo y la dificultad para encontrar y contratar mano de obra, en particular durante las temporadas de siembra y cosecha.
- Se necesita más tiempo y esfuerzo para excavar el suelo, removerlo hacia los extremos y formar los taludes.
- Es más difícil lograr una compactación e impermeabilización apropiada del fondo y los taludes.



Construcción manual de reservorio donde se juntan depresiones naturales.



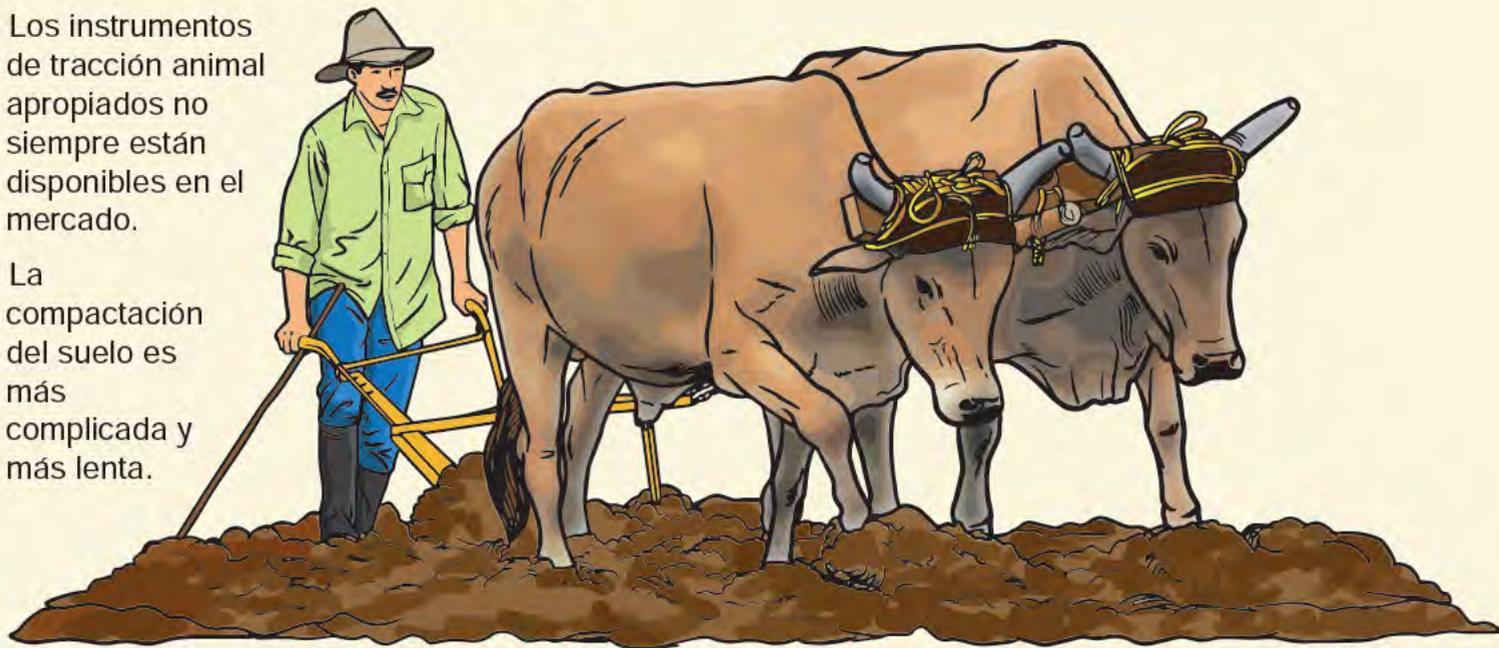
## 6.3. Construcción con tracción animal

### Ventajas

- La yunta de bueyes puede entrar a sitios muy difíciles para la maquinaria pesada.
- Cuando se usan implementos de tracción animal apropiados, como el arado cincel, pala niveladora, rodillo compactador, etc., se acelera el proceso de construcción de la obra.
- Los costos de construcción pueden bajar hasta la mitad, comparados con los costos de la maquinaria pesada.

### Desventajas

- La construcción de un reservorio es más lenta, en especial en terrenos pesados o arcillosos.
- El yuntero necesita capacitación adecuada.
- Los instrumentos de tracción animal apropiados no siempre están disponibles en el mercado.
- La compactación del suelo es más complicada y más lenta.



## 7 ¿Cuándo se deben construir los reservorios?

### 7.1. Con maquinaria

Debido a que los costos de contratación de maquinaria son altos, seleccionar el mejor momento es, también, una forma directa de reducir costos.

#### Ventaja:

Se recomienda la época seca y los veranillos, porque se facilita el acceso al sitio y el equipo pesado no daña cultivos ni potreros.

#### Desventaja:

Cuando la tierra está muy seca dificulta la compactación del fondo y los taludes, lo que obliga a estar echando agua con frecuencia.



## 7.2. Construcción manual con ayuda de tracción animal

Se sugiere trabajar cuando la tierra está húmeda. Un buen momento podría ser durante el veranillo de agosto o al finalizar el invierno.

### Ventaja:

En terrenos húmedos es más fácil excavar a mano, compactar y colocar el lodo arcilloso en el piso y los taludes para impermeabilizarlos.



### Desventajas:

- Hay poca mano de obra rural disponible durante el invierno.
- El trabajo para construir una obra es pesado. Eso limita la construcción a obras medianas y pequeñas.



### 7.3. Materiales básicos para construir un reservorio

La mayor parte se encuentran en la finca. Otros hay que comprarlos en tiendas cercanas:

- Arcilla para impermeabilizar el fondo y los taludes,
- Piedra bolón,
- Grama (zacate),
- Postes de madera para cercas.
- Alambre de púas para la cerca.
- Dos tubos pvc de 4 pulgadas.
- Arena y cemento.



Si no hay arcilla se recomienda plástico grueso de mil micrones = 1 milímetro.

La desventaja es que el sol daña el plástico con bastante rapidez.





PASO A PASO

# Construcción del reservorio

## Paso 1. Limpieza del lugar seleccionado

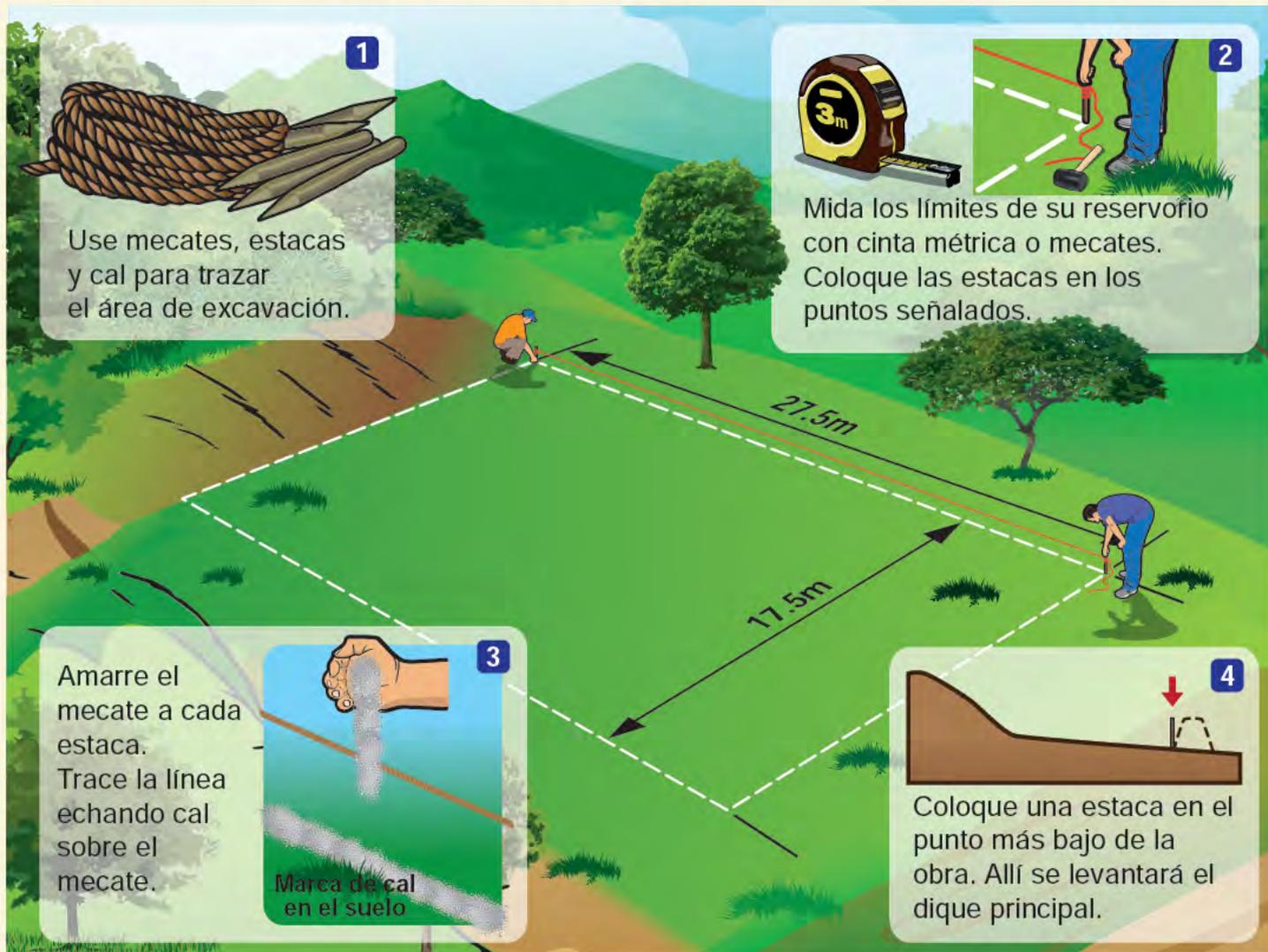
Se escombra y limpia completamente de vegetación el sitio seleccionado para construir el reservorio.

No deben quedar restos vegetales como raíces, ramas, troncos, porque dificultan la compactación y tardan meses en descomponerse.

Quite, también, las piedras.

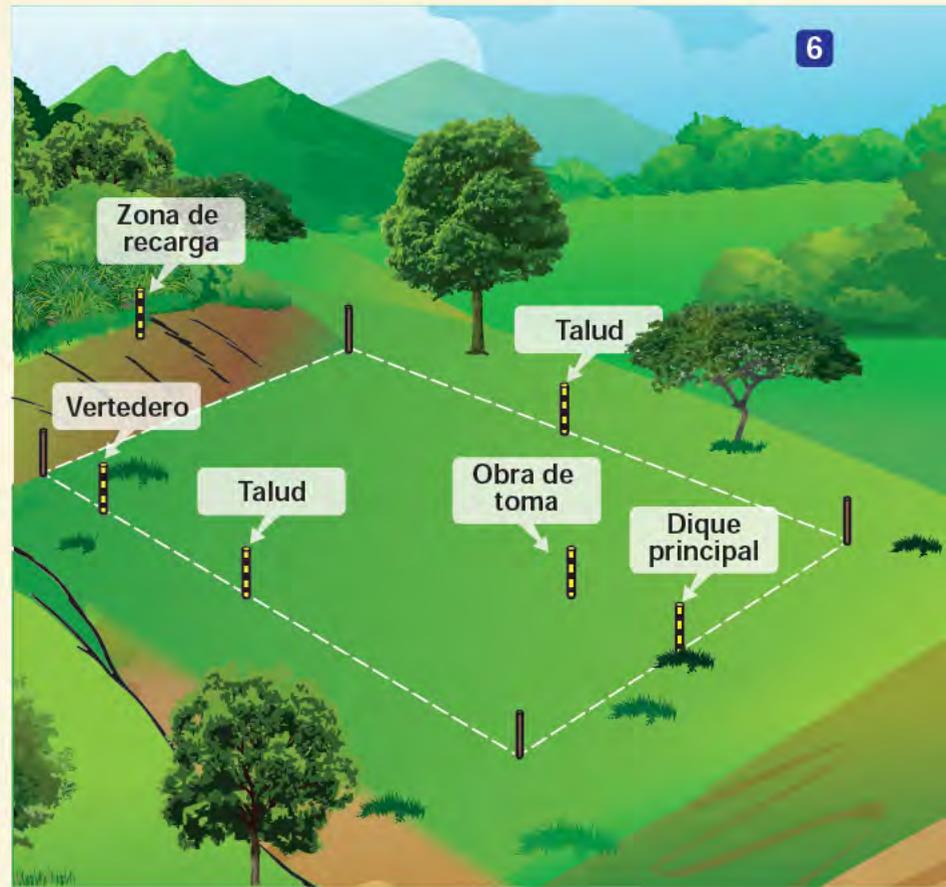


## Paso 2. Trazado del área de excavación





Con una cinta métrica mida desde el piso de la estaca (4) hasta la altura máxima que tendrá el dique. Puede cortar una estaca con esa medida y plantarla en ese punto, para que sirva de referencia.



Ponga señales para marcar la ubicación de cada una de las partes del reservorio. Recuerde, por cada metro de elevación del dique se recomiendan 2.5 metros de ancho de la base. Ejemplo, un dique de 2 m de alto, debería tener una base de 5 metros.

## Paso 3. Excavación y compactación

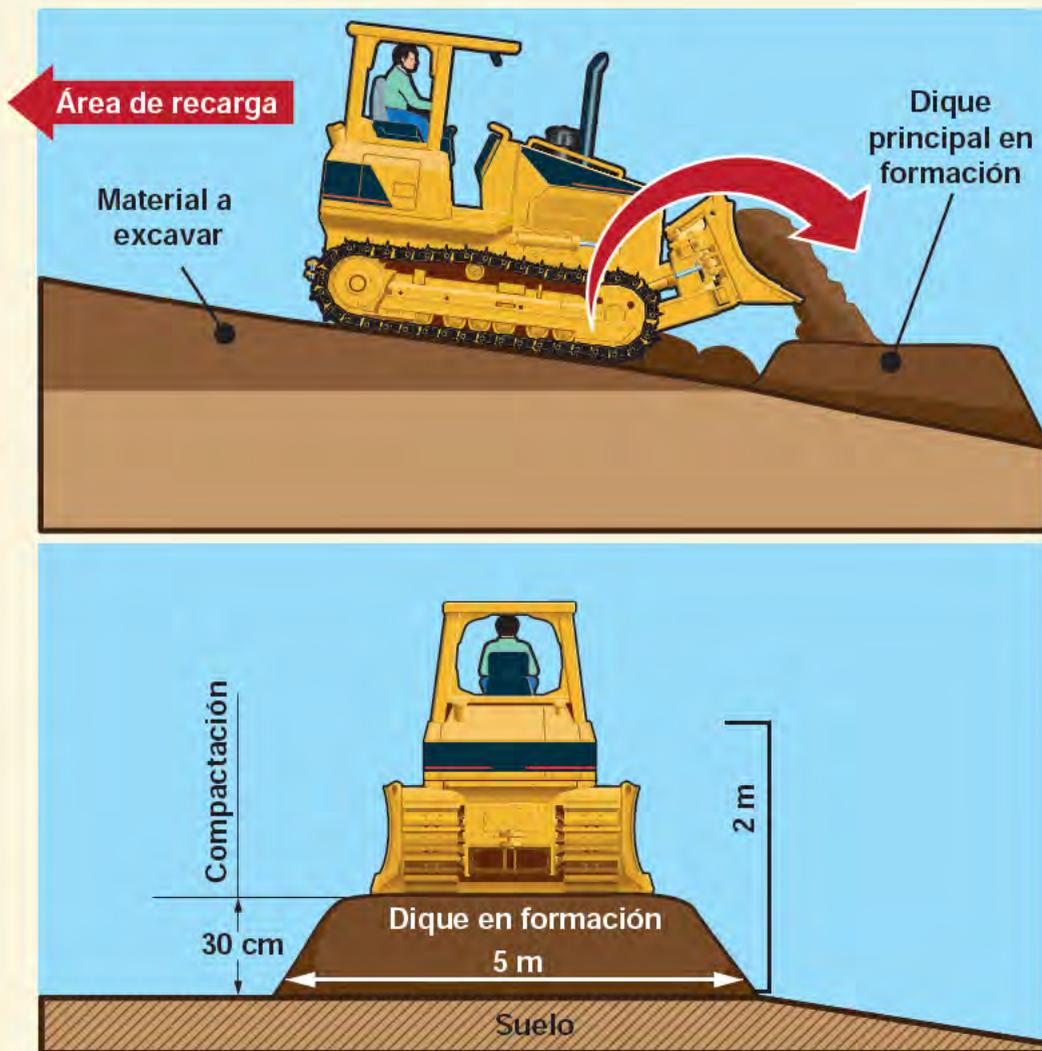
### 3.1. Con maquinaria

El operador del tractor excava y arrastra la tierra desde la zona de ingreso del agua de escorrentía hacia el punto donde levantará el dique principal.

Amontona capas de tierra de unos 30 cm de espesor y pasa varias veces las orugas del tractor sobre ellas para compactarlas.

Para lograr una efectiva compactación, se debe remojarse la tierra removida.

Este método es la mejor manera de garantizar la estabilidad del dique principal y los taludes laterales.





La excavación continúa desde el centro de la obra hacia los costados. El objetivo es remover la tierra, empujarla y compactarla para formar los taludes laterales.

Cuando construye el dique o talud principal, el operador del tractor debe valorar las siguientes dos opciones.

1. Dejar una abertura de un metro de ancho para facilitar la construcción de la acequia donde se instalará la tubería de salida de agua.
2. O construir todo el talud, para luego hacer la abertura con el mismo propósito de instalar la tubería.

### 3.2. Con tracción animal

Use bueyes con arado cincel o de vertedera para romper el suelo.

Comience desde el punto más alto del trazo hacia el punto del dique principal.

Traslade la tierra removida hacia el área del dique principal y los taludes laterales. Use carretas de mano.

Compacte cada capa de 20 cm de tierra. Use barriles rellenos con arena tirados por bueyes o apisonadores manuales. Haga varias pasadas.

Repita todo este proceso hasta que alcance la profundidad y la forma deseada para su obra.

Al centro del dique principal deje una zanja de un metro de ancho. Allí se abrirá un canal para instalar la tubería pvc por donde se sacará el agua hacia el área de cultivo y del abrevadero.



### 3.3. Labores a mano

Use picos, barras y piochas para romper el suelo.

Comience a cavar desde el punto donde estará el dique principal hacia la zona de recarga.

Traslade la tierra removida hacia el área del dique principal y taludes laterales. Use carretas de mano.

Compacte cada capa de 20 cm con mazos de cemento hechos en casa y con la carreta de mano rellena con tierra y piedras.

Al centro del dique principal deje una zanja de un metro de ancho sin rellenar. Allí abrirá el canal para instalar la tubería de salida de agua.

Continúe excavando el piso y rellenando los taludes hasta que alcance la profundidad deseada.



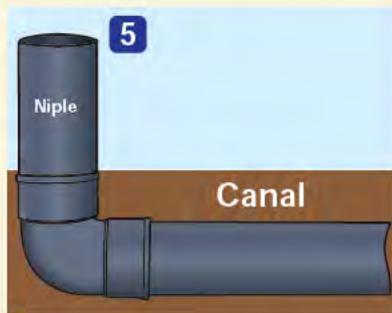
## Paso 4. Instalación de la tubería para sacar el agua

1. Ubíquese en el punto central del dique principal. Mida 3 metros desde la parte baja del talud interno hacia el centro del vaso y coloque una estaca.
2. Una las dos estacas con un mecate. Tome puños de cal y échela sobre el mecate para trazar la línea donde cavará la zanja.
3. Excave una zanja de 50 cm de ancho por 40 cm de profundidad. La zanja se extiende hasta por lo menos un metro después del borde inferior del talud aguas abajo.





Coloque el tubo en la zanja. Si hace falta junte dos tubos PVC estándar de 100 mm (4 pulgadas) de diámetro.



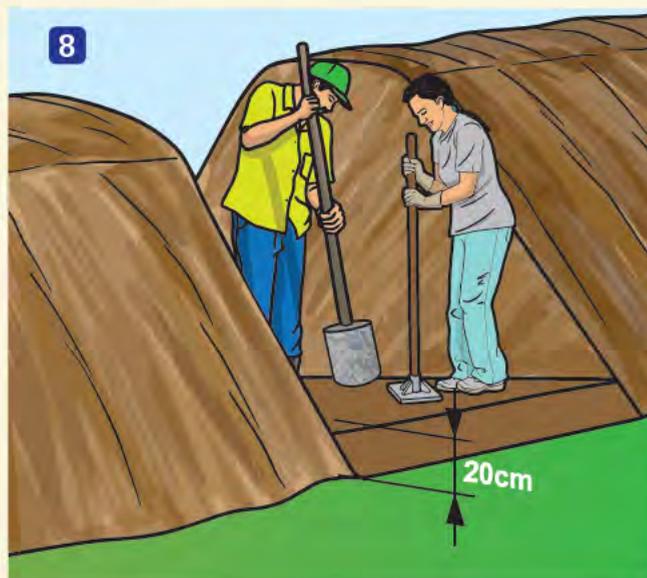
En el extremo que irá dentro del vaso pegue un codo y agregue un pedazo del mismo tubo.



Tape el tubo con papel para evitar que se llene de tierra.



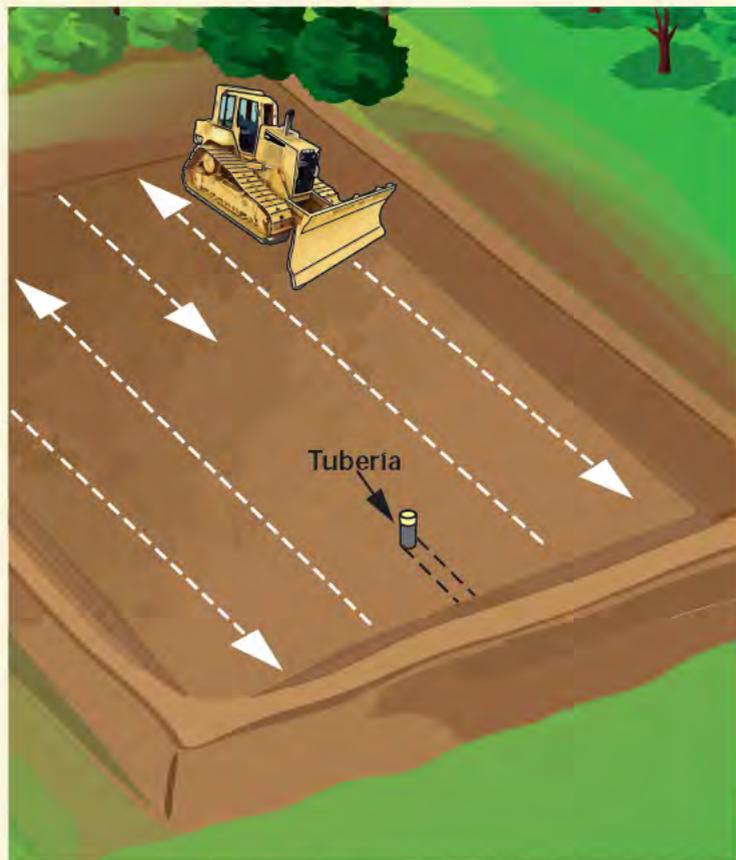
Rellene toda la zanja con arcilla y compáctela con máquina o con apisonadores. Deje unos 30 cm de tubería sobre el suelo.



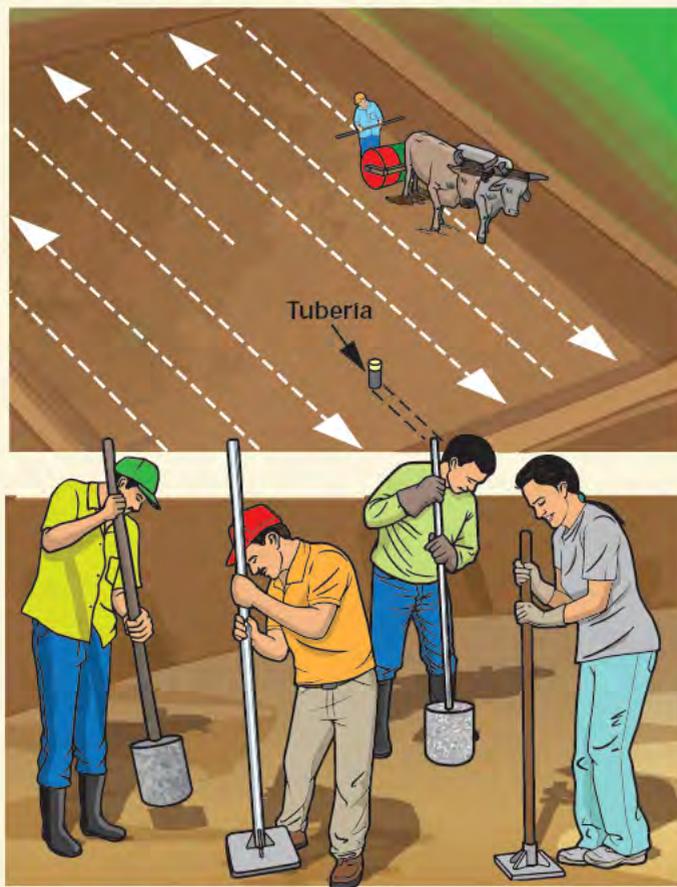
Ahora, coloque tierra arcillosa en capas de 20 cm en la abertura del dique principal. Cada capa se compacta con máquina o con apisonador. Repita el trabajo con cada capa, hasta rellenar toda la abertura.

## Paso 5. Compactación del piso

Cuando el piso del vaso tiene la profundidad deseada, el tractor termina de compactarlo haciendo varias pasadas sobre él. Debe tener cuidado de no dañar la tubería que sobresale en lo que será la obra de toma.



Si compacta con tracción animal haga más pasadas sobre el piso, usando un barril lleno de arena, tierra o piedras tirado por bueyes.



Para compactación manual, use apisonadoras.

## Paso 6. Reforzamiento y protección de taludes externos



El operador hace rodar el tractor varias veces sobre los taludes externos hasta lograr una completa compactación. Si la compactación es manual, use los apisonadores.

## Paso 7. Construcción y reforzamiento de la corona

La cima o corona de una laguneta debe tener por lo menos un metro de ancho. En estos casos, se debe usar una compactadora manual.



Si la corona tiene el ancho suficiente para el paso de un tractor, entonces la máquina debe rodar varias veces sobre ella para terminar de compactar el reservorio. Este paso sucede con frecuencia, en obras de grandes dimensiones.



Para evitar que el agua dañe la corona y la erosione, siembre grama o zacate.



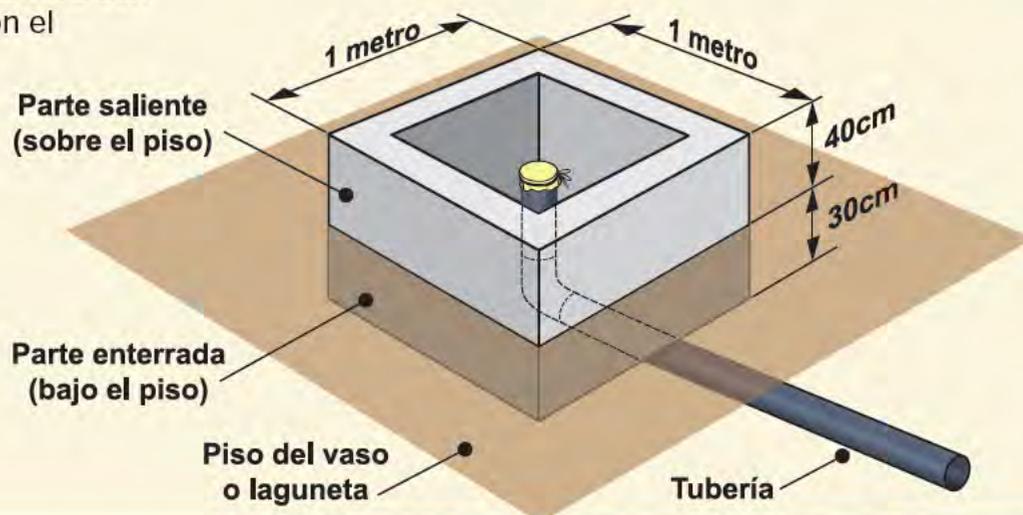
## Paso 8. Construcción de la obra de toma

Es una caja hecha con piedra bolón y relleno de concreto. Se recomienda hacerla de un metro cuadrado por 70 cm de profundidad. La caja protege la tubería y facilita la salida de agua desde el vaso al exterior de la obra. El piso de la caja se rellena también con piedra bolón y concreto, para asegurar que no haya infiltración de agua.

La caja se construye a 2 ó 3 metros del borde inferior del dique principal o talud aguas arriba.

Para garantizar estabilidad, la caja se entierra unos 30 cm en el vaso. El resto queda sobre el piso. De esa manera, garantiza que permanezcan unos 40 cm de agua en el vaso, protegiendo el piso del sol y la resequedad.

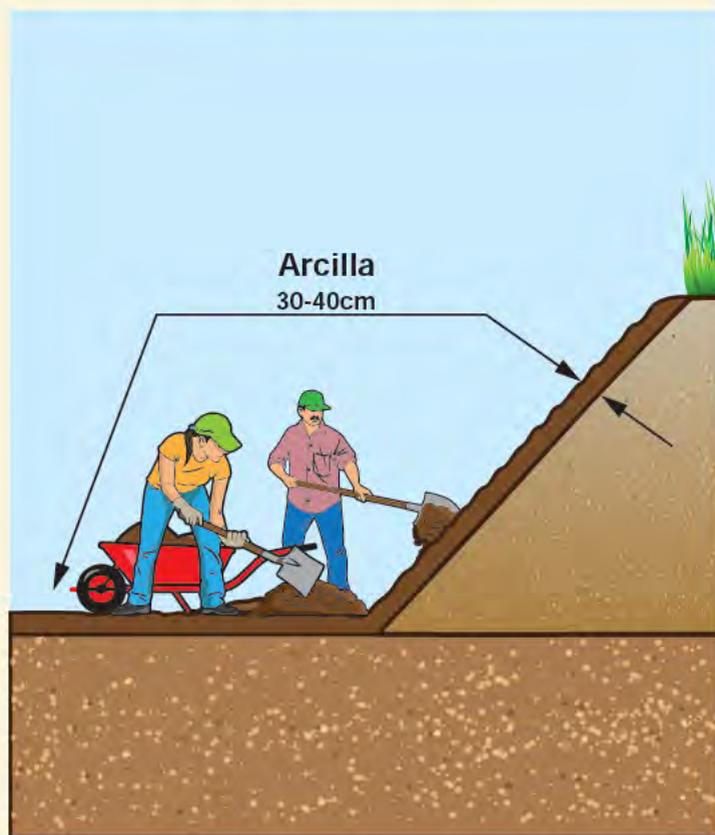
Dentro de la caja se fija la tubería conectada al exterior de la obra con el sistema de riego y/o con el abrevadero del ganado.



## Paso 9. Impermeabilización con arcilla

### Revestimiento del vaso

Coloque una capa de arcilla de 30 a 40 cm de grosor sobre el piso del reservorio. Haga lo mismo encima de los taludes internos.



### Compactación de la arcilla con el tractor

Sea precavido. Señale con estacas el área donde está la obra de toma, para evitar que el tractor pase sobre ella y la destruya.



## Compactación manual de la capa de arcilla en el piso

Use compactadoras mecánicas o apisonadores para compactar la capa de arcilla. Revise hasta que el piso quede uniforme e impermeabilizado.

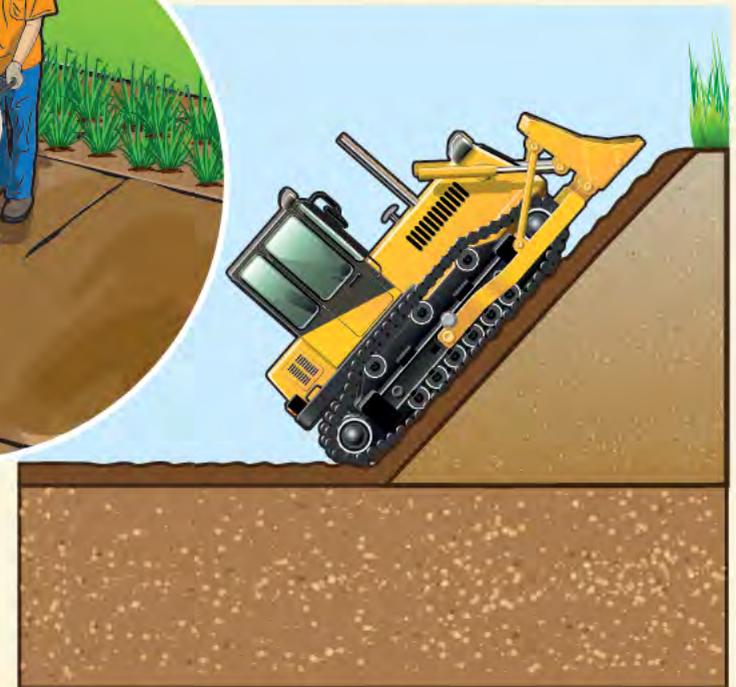


## Compactación de la capa de arcilla en los taludes internos

La mejor compactación se logra cuando el tractor rueda encima de los taludes. Pero existe un alto riesgo de que la capa de arcilla se pegue a la oruga del tractor.



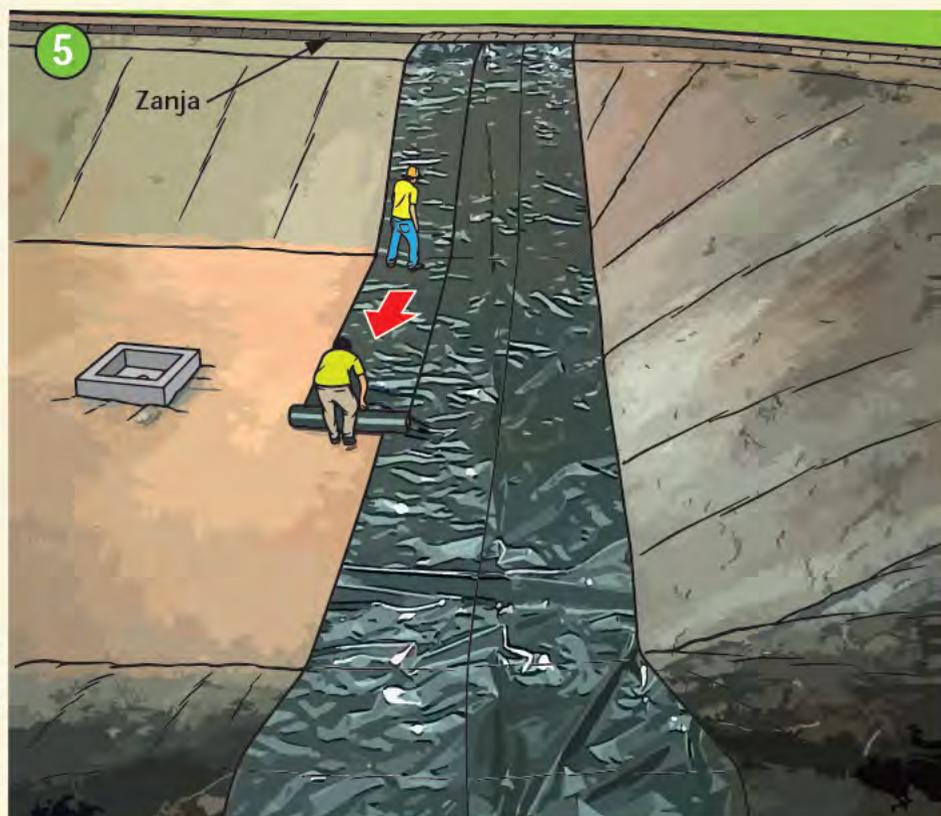
Por esa razón, para reservorios de menor tamaño se aconseja compactar la capa de arcilla en los taludes usando compactadoras manuales.



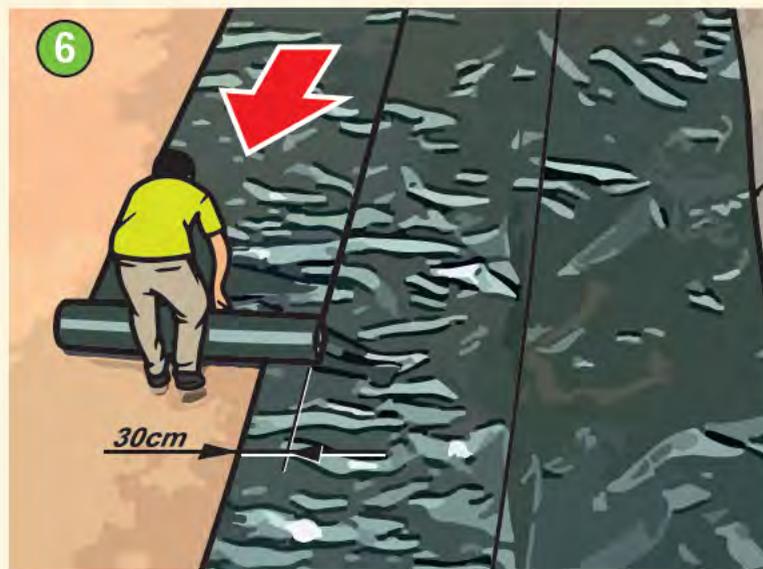
## Paso 10. Impermeabilización del vaso con plástico negro



- 10.3. Al centro de la corona abra una zanja de 30 cm de ancho por 30 cm de profundidad.
- 10.4. Coloque la punta de cada lámina de plástico negro en la zanja y tápela con la tierra removida.
- 10.5. Desenvuelva el plástico en dirección al vaso o embalse hasta que llegue a la zanja abierta al otro lado de la corona y cubra el plástico con la tierra removida. Esta operación funciona para reservorios con formas cuadradas, rectangulares o circulares.



**10.6.** Repita la operación con cada lámina de plástico. Tenga cuidado de montar cada lámina unos 30 centímetros con la siguiente.



**10.7.** En los costados donde se monta una lámina con la siguiente, péguelas con un sellador, para evitar que el agua se infiltre y se pierda. Para garantizar más vida al plástico, se recomienda tapanlo con arcilla en la parte del piso.



## Paso 11. Construcción del vertedero

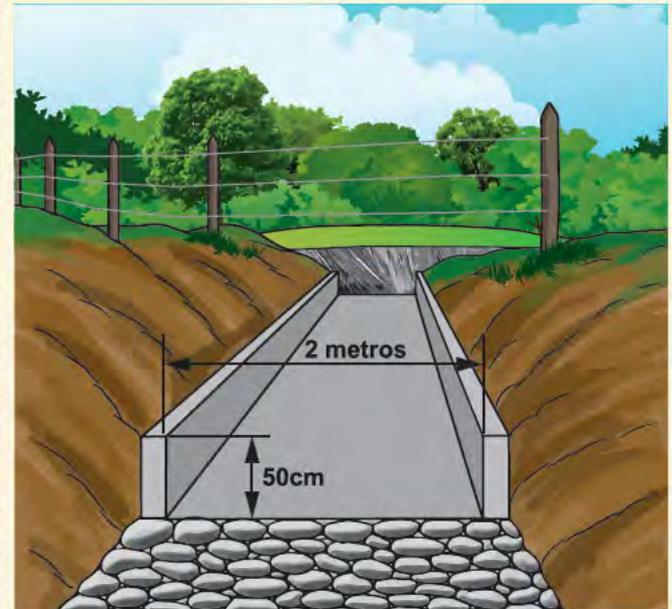
El vertedero cumple un papel vital en la vida de la obra: evita que el exceso de agua de lluvia recolectada rebalse el dique, erosione los taludes y destruya el reservorio.

Se recomienda construirlo en el lado del reservorio donde hay menos riesgo de erosión.

El concreto es el mejor material para construirlo. Pero, por cuestión de costos, se puede usar arcilla y reforzarlo con piedra bolón.

El ancho mínimo de un vertedero para un reservorio con capacidad para almacenar mil metros cúbicos de agua, debe ser de 2 metros por 50 cm de profundidad.

Este canal de "escape" de los excesos de agua debe extenderse por lo menos 10 metros fuera del borde de los taludes aguas abajo para no erosionarlos.



## Paso 12. Reforzamiento de taludes externos y la corona

Se recomienda sembrar grama o zacate en los taludes externos y la corona.

Las raíces de estas plantas amarran el suelo pero no consumen el agua recolectada.

Las hojas protegen al suelo de las salpicaduras que provoca la caída de las gotas de lluvia.



Si siembra zacate Taiwán o Vetiver, se recomienda podarlo para controlar su crecimiento antes que comience el invierno.

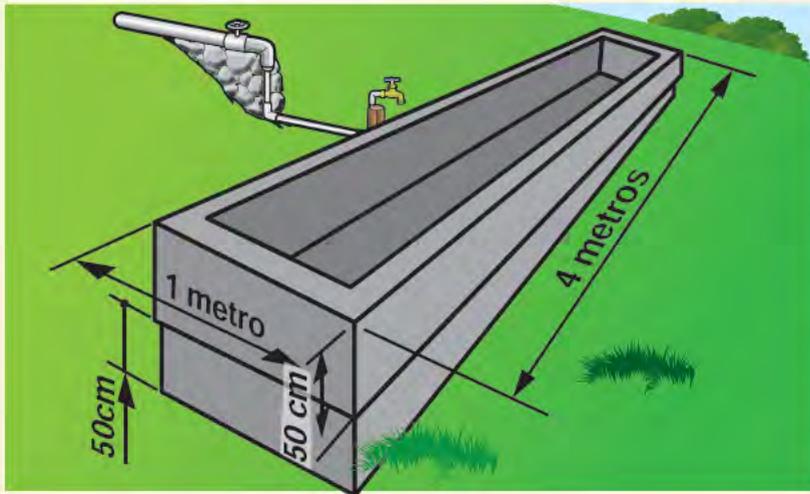
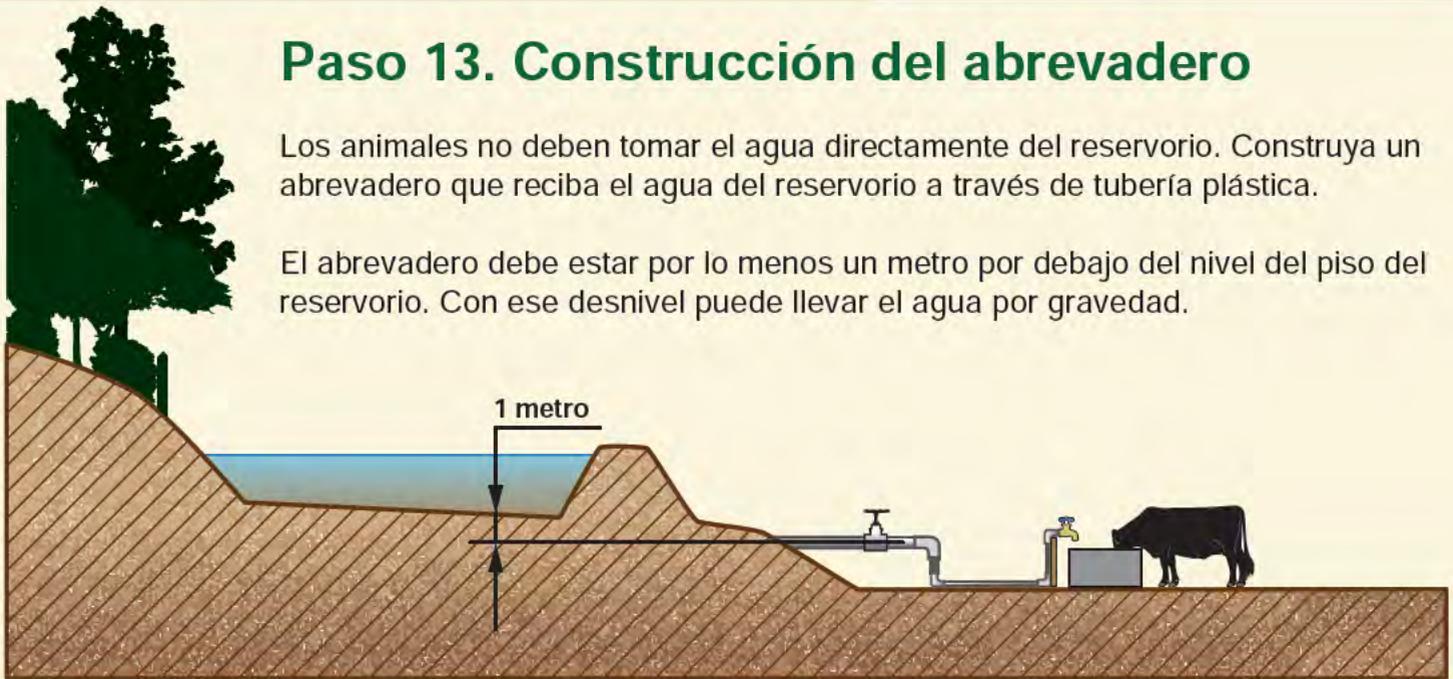
En verano se aconseja no podar el zacate, para que ayude a dar sombra al espejo del agua recolectada.



## Paso 13. Construcción del abrevadero

Los animales no deben tomar el agua directamente del reservorio. Construya un abrevadero que reciba el agua del reservorio a través de tubería plástica.

El abrevadero debe estar por lo menos un metro por debajo del nivel del piso del reservorio. Con ese desnivel puede llevar el agua por gravedad.



### ABREVADERO DE CONCRETO

Un abrevadero para unas diez cabezas de ganado se puede hacer con las siguientes dimensiones: 4 m de largo x 1 m de ancho x 50 cm de profundidad. La base debería tener 50 cm de alto.

El abrevadero no se debe llenar completamente, para evitar desperdicios de agua.

## ABREVADERO DE BARRIL

1. Consiga dos barriles, plásticos o metálicos, que se encuentren en buenas condiciones, en especial sin perforaciones. Prefiera barriles plásticos, porque no se oxidan, pero vea que sean resistentes a posibles golpes del ganado.



2. Mida el barril por la mitad y trace la división usando tiza, carbón o marcadores.
3. Corte cada barril por la mitad, usando una sierra de mano. Si el barril es metálico puede, también, usar acetileno, que lo encuentra en talleres de mecánica, soldadura o tornos. No olvide hacer un dobléz a los bordes del barril, para que el ganado no sufra heridas.

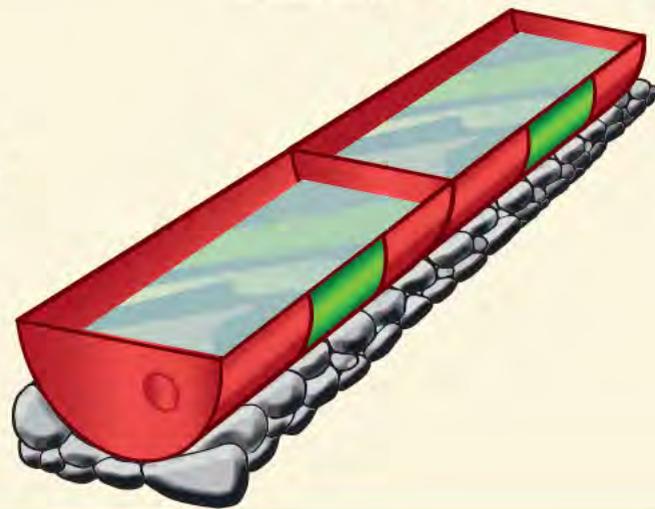


4. Construya un banco o cama de piedra para colocar los barriles cortados.

Puede hacer este banco usando troncos en forma de V.



5. Coloque los barriles recortados sobre el banco o cama de piedra. Asegúrelos, colocando cuñas de piedra.



## Paso 14. Instalación de la cerca perimetral

La cerca evita que entren personas no autorizadas y animales al reservorio. Así, la obra no sufre daños y el agua no se ensucia con lodo o con estiércol del ganado.

La cerca de postes de madera con el alambre de púas se coloca a unos dos metros de distancia de los taludes externos. Coloque al menos tres hileras de alambre de púas.



Lo más recomendable es utilizar cercas vivas, con postes de especies como madero negro.

Las cercas vivas retoñan y crecen con rapidez, hasta convertirse en árboles de sombra que protegerán el espejo de agua del reservorio.



## Manejo del reservorio

La actividad más importante de manejo de un reservorio es la vigilancia permanente, de manera especial cuando las lluvias son muy intensas y prolongadas.

Revise el vertedero para que no haya objetos que obstruyan la salida de agua.



Abra la llave de paso de la toma exterior cuando observe riesgos de que se pueda rebalsar el reservorio durante fuertes tormentas.



Para utilizar el agua en el riego o en el abrevadero abra la llave de paso de la obra de toma exterior. Vuelva a cerrarla cuando haya completado la actividad.



Después de cada lluvia revise la corona y los taludes. Arregle de inmediato los daños que pueda encontrar.



En la "Guía de manejo integrado del sistema de cosecha de agua", presentamos información detallada de este tema.

## Palabras claves

**Abrevadero:** Sitio al que se lleva el ganado para que tome agua.

**Arcilla:** Suelo o sedimentos de roca extremadamente pequeñas y lisas. Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y dureza al calentarla por encima de 800 grados centígrados.

**Calicata:** Son excavaciones de profundidad pequeña a media. Permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar. Normalmente entrega la información más confiable y completa.

**Cambio climático:** Modificación del clima con respecto al historial climático global, debido a causas naturales y por acción del ser humano.

**Cuenca hidrográfica:** Territorio con un único sistema que drena, de forma natural, sus aguas al mar a través de un río, o a un lago. Está delimitada por una línea de cumbres, también llamada divisoria de aguas.

**Embalse o vaso:** Espacio donde se acumula agua por la obstrucción en lechos de río, cauces o por una estructura construida por el ser humano.

**Escorrentía:** Agua de lluvia que circula sobre la superficie del suelo.

**Evaporación:** Proceso físico del agua que consiste en el paso de un estado líquido hacia un estado gaseoso, por acción del calor.

**Infiltración:** Penetración de agua de lluvia en el suelo.

**Riego por goteo:** Conocido también como “riego gota a gota”, es un método usado en zonas áridas, porque permite la utilización óptima del agua y los fertilizantes.

**Suelos permeables:** Alta capacidad para permitir el paso del agua sin alterar su estructura. La tierra porosa es muy permeable.

**Suelos impermeables:** No permiten fácilmente el paso del agua hacia las capas más profundas. Suelos arcillosos y compactados son los mejores.

**Reservorio:** Estructura natural o artificial que acumula agua de lluvia.

**Talud:** Pendiente de un muro más grueso en la parte inferior que en la superior, para que resista la presión de la tierra y del agua.

**Vertedero o aliviadero:** Estructura hidráulica que permite el paso del agua de escurrimiento. Sirve de forma exclusiva para el desagüe.

**Zona de recarga hídrica:** Parte de la cuenca hidrográfica donde se infiltra gran parte de las lluvias en el suelo.

## Bibliografía

CATIE, UNED, Unión Europea, CIFOR (2010). Cambio climático, somos el principio del cambio. Costa Rica.

CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2011). ¿Cómo construir mejores aguadas para el suministro de agua al ganado?. San José, Costa Rica.

CARE, Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO) (2014). Cosecha de agua para producir y enfrentar las sequías. Managua, Nicaragua.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. División de Salud y Ambiente. OPS. OMS. (2001). Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Lima, Perú.

FAO (2000). Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Experiencias en América Latina. Chile.

FAO (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y El Caribe. Santiago de Chile.

FUNICA, RELATA (2005). Proyecto de validación. Construcción de lagunetas con equipos de tracción animal. Managua, Nicaragua.

INTA, FAO-PESA (2011). Guía metodológica de alternativas técnicas de agua. Nicaragua.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2012 – 2013). Alternativas para enfrentar una sequía prolongada en la ganadería colombiana. Bogotá, Colombia. Cuarta edición.



Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional

*El Pueblo, Presidente!*



**MEFCCA**

MINISTERIO DE ECONOMÍA FAMILIAR, COMUNITARIA, COOPERATIVA Y ASOCIATIVA



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza  
en América Central



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

## Proyecto de Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a Través de la Cosecha de Agua en Nicaragua

[www.economiafamiliar.gob.ni](http://www.economiafamiliar.gob.ni)

