SERVICIO NAL. DE APRENDIZAJE
REGIONAL BOGOTA
BIBLIOTECA
UNIDAD DIDACTICA

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION

MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

MODULO 1: "EL SUELO Y EL AGUA"

CONSORCIO HIDRAULICO MUNDIAL S.A.
"CHIMU"

AMSA CONSULTORES
AGRO-INGENIERIA, S.A.

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO
USAID
BOGOTA – COLOMBIA

Manejo y Conservación de Suelos y Agua- Vol1.Suelos y Agua by Sistema de Bibliotecas Sena
is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.
Creado a partir de la obra en http://biblioteca.sena.edu.co/.

SERVICIO NAL. DE APRENDIZAJE
REGIONAL BOGOTA
SECRETO

CONTENIDO

Pág.

EL SUELO

Generalidades	1
Composición	2
Origen y formación	3
El perfil del suelo	5
Características del Suelo	6
Características Morfológicas	6
La Textura	7
Métodos para estimar y determinar la textura	10
La Estructura	12
La Consistencia	14
El Color	15
Características Físicas	16
La porosidad	16
Densidad Aparente	17
Densidad Real	17
Características Químicas	19
Salinidad y Alcalinidad	21

EL AGUA

Generalidades	29
Ciclo Hidrológico	32
Fuentes de Agua	33
Manejo del Agua	34
Calidad del Agua	35
El Agua en el Suelo	37
Capacidad de retención de agua por el suelo	38
Permeabilidad e Infiltración	39
Profundidad de Raíces	41
El Movimiento Capilar	42
Cantidad de Riego	43
Fisiología y Consumo de Aguas de la Plantas	44
Evapotranspiración, Uso Consuntivo	45

CLASIFICACION DE TIERRAS PARA RIEGO

Introducción	48
Factores Físicos Económicos	49
Clases de Aptitud	50
Mapas de Suelos	51
Manejo de Suelos Bajo Riego	52
Condición Física	54
Relación entre las Propiedades Físicas y Labores Agronómicas	55
Sistemas de Preparación de Terrenos	56
Glosario	57

EL SUELO: Generalidades

La creciente demanda de alimentos exige la utilización cada vez más eficiente del recurso SUELO sostén natural de las plantas. Estas son la fuente principal de la alimentación del hombre y de los animales.

El conocimiento de las propiedades generales del SUELO permite al agricultor usar y manejar este recurso racionalmente y en función de los cultivos a fin de obtener abundantes cosechas.

El SUELO conjuntamente con EL AGUA Y EL CLIMA son elementos determinantes para el desarrollo de los cultivos.



Para el agricultor es:

- La Tierra donde crecen y se desarrollan las plantas.

Para el agrónomo es:

- La capa superficial de la corteza terrestre, cuya profundidad puede variar desde unos pocos centímetros hasta un máximo de tres metros.

- El medio físico natural donde se cumple la relación agua-suelo-raíz que hace desarrollar las plantas y que produce el necesario movimiento del agua.

COMPOSICION DEL SUELO

El SUELO se puede considerar como un MATERIAL POROSO en el cual se encuentran COMPONENTES:

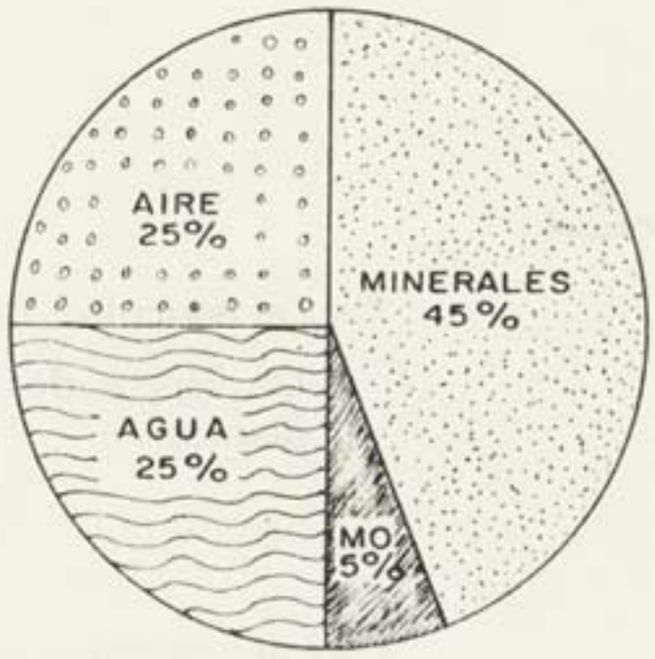
a) Los componentes SOLIDOS que estan formados por las PARTICULAS MINERALES que proceden de la desintegración y descomposición de las rocas, y por la MATERIA ORGANICA de plantas y animales vivos o muertos.

b) El componente GASEOSO es el AIRE que llena todos los espacios porosos libres.

La Proporción de estos CUATRO ELEMENTOS BASICOS del suelo agrícola depende del **tipo de suelo** que se analice.

En promedio un suelo debe contener:

1) Partículas minerales en una proporción del 45 o/o	
2) Materia orgánica en un 5 o/o	COMPONENTE SOLIDO
3) Agua en un 25 o/o	COMPONENTE LIQUIDO
4) Aire en un 25 o/o	COMPONENTE GASEOSO



OBSERVACIONES:

EL SUELO AGRICOLA debe proporcionar CONSTANTEMENTE a los cultivos:

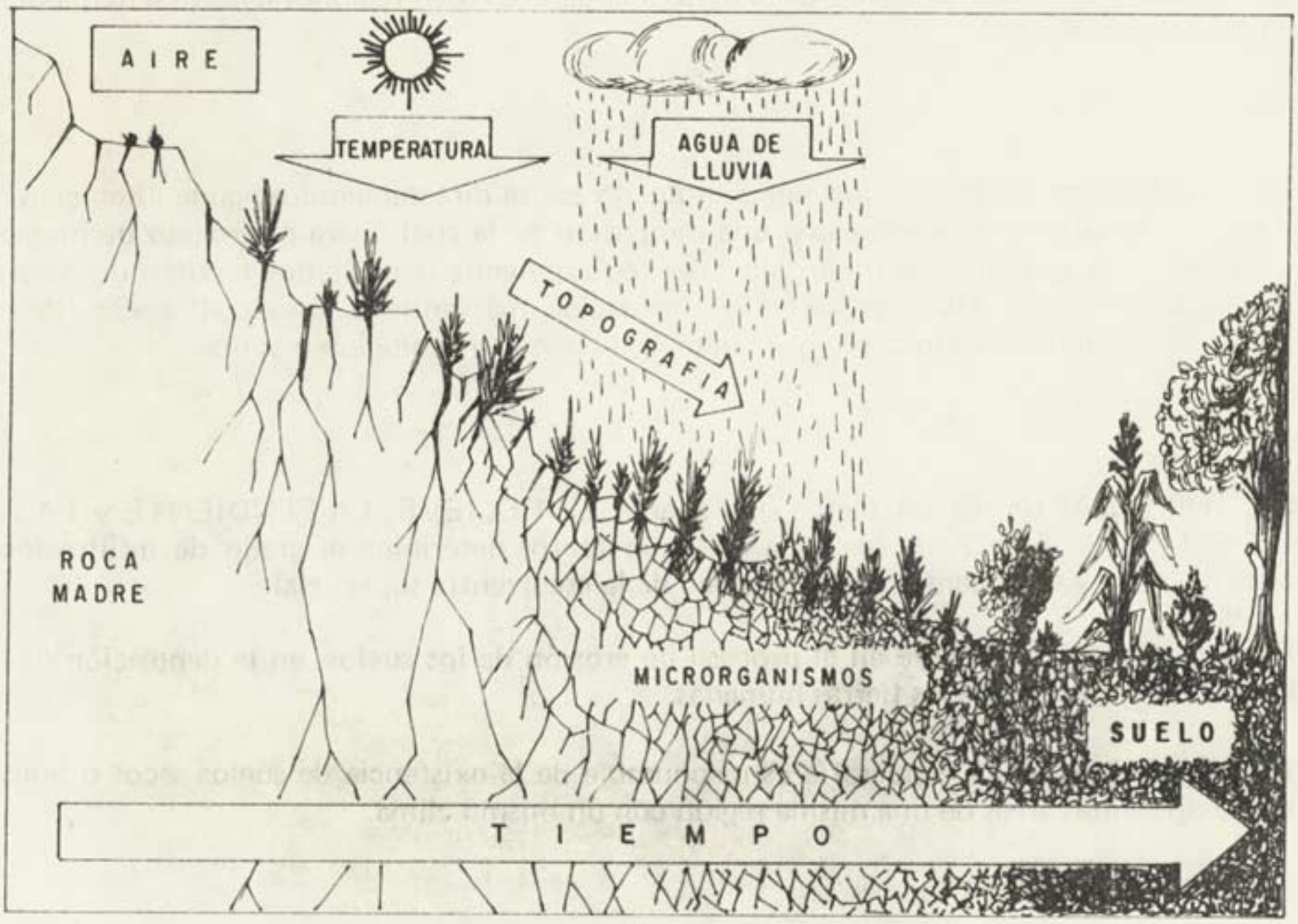
a) Los nutrientes MINERALES Y ORGANICOS para el desarrollo de las plantas,
b) EL AGUA, elemento fundamental para la vida, y
c) EL OXIGENO contenido en el aire, indispensable para la respiración de las raíces.

ORIGEN Y FORMACION DEL SUELO

El suelo es el producto de las modificaciones que sufre la ROCA MADRE situada en la superficie de la corteza terrestre, por acción del CLIMA, por el transcurrir del TIEMPO, por los cambios que se produce en la TOPOGRAFIA y en el CICLO HIDROLOGICO, así como por el desarrollo y acción de los AGENTES BIOLOGICOS (microorganismos).

Los diferentes tipos de suelo que existen en el mundo son el resultado de la amplia variación y grado de participación de estos elementos y/o factores en el proceso de formación del suelo o de meteorización de la **Roca Madre.** Su **COMPOSICION MINERAL** determina el tipo de suelo. Por ejemplo: el basalto, que es una roca de grano fino con poco cuarzo, da origen a suelos arcillosos como consecuencia de su alteración.

Existen suelos ácidos, alcalinos, calizos, etc. según haya sido la composición mineral de la ROCA MADRE.



FORMACION DEL SUELO

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO FORMACION DE LOS SUELOS

a) El clima
b) El tiempo
c) La topografía
d) Los agentes biológicos

a) **EL CLIMA:** determina la distribución de la vegetación en las diferentes regiones del mundo y consecuentemente influye en la descomposición de la ROCA MADRE dando lugar a variados tipos de suelo.

Dentro del elemento CLIMA hay que considerar la influencia de la TEMPERATURA, PRECIPITACION, VIENTOS, RADIACION SOLAR y HUMEDAD RELATIVA.

Por ejemplo, la descomposición de la materia orgánica en las regiones frías será más lenta que en las zonas tropicales.

b) **EL TIEMPO:** es un factor que por sí solo no causa directamente ninguna alteración en el suelo. **El tiempo sólo proporciona una dimensión en la cual opera el proceso de meteorización.** Así, por ejemplo, los suelos aluviales recientemente depositados tendrán un desarrollo casi nulo del perfil. Mientras suelos de formación más antigua, donde el proceso de transformación viene operando desde hace tiempo, tienen una evolución mayor.

c) **LA TOPOGRAFIA:** Es un factor que abarca EL RELIEVE, LA PENDIENTE y LA POSICION FISIOGRAFICA de los suelos. Por lo tanto, **determina el grado de infiltración del agua de lluvia y en la cantidad e intensidad de la escorrentía superficial.**

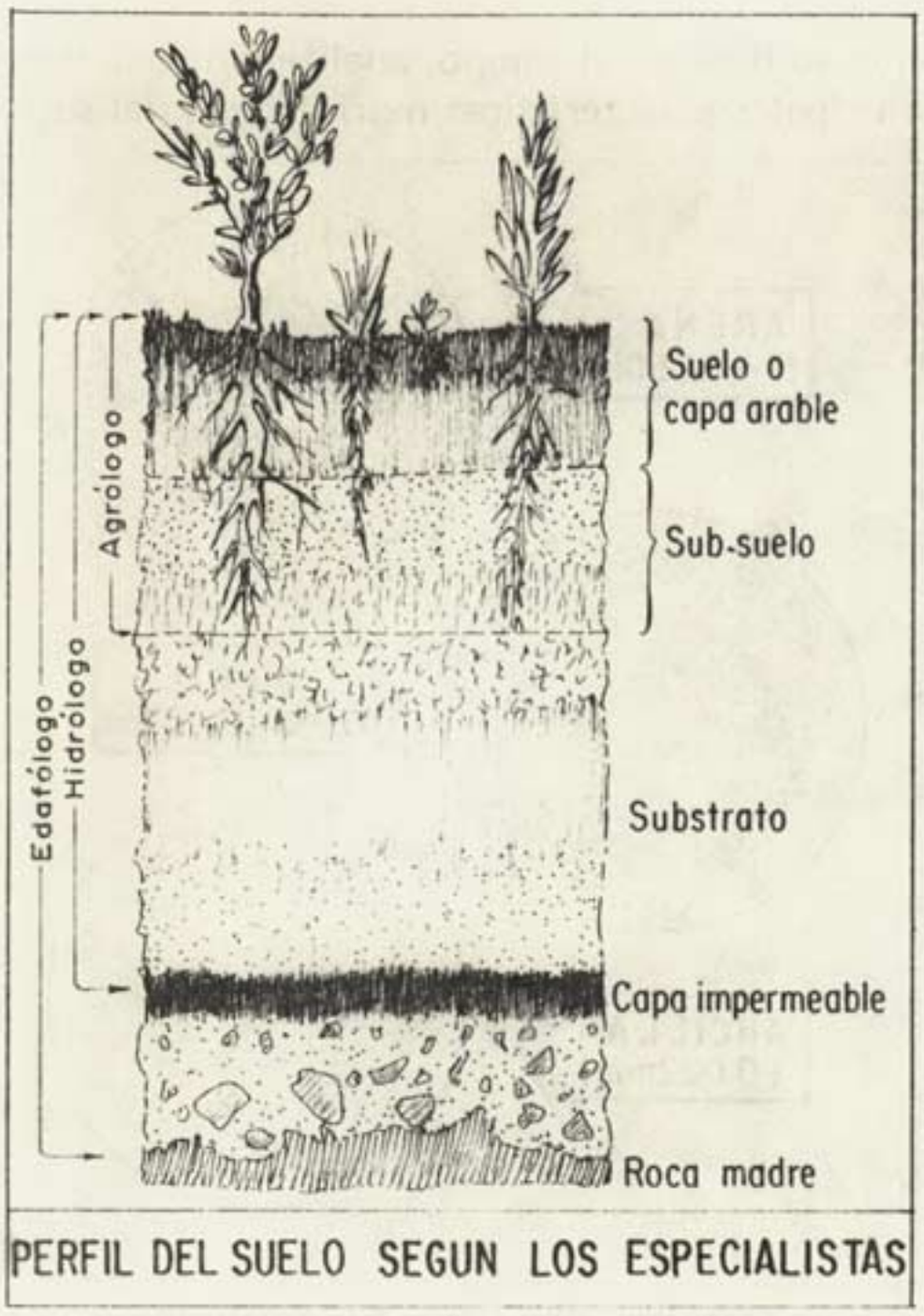
Por eso, este factor **influye en el proceso de erosión de los suelos, en la deposición de éstos y en el nivel freático de las tierras húmedas.**

La irregularidad de la topografía es responsable de la existencia de suelos secos o húmedos en las diferentes áreas de una misma región con un mismo clima.

d) **LOS AGENTES BIOLOGICOS:** La descomposición de hojas y raíces de árboles, arbustos y hierbas da lugar a la formación de sustancias orgánicas (Humus) y de ácidos húmicos que tienen influencia sobre el proceso de formación del suelo.

EL PERFIL DE UN SUELO

La sección vertical de un suelo se denomina PERFIL. Muestra los diferentes HORIZONTES O CAPAS DEL SUELO con sus variados tamaños y colores.



PERFIL DEL SUELO SEGUN LOS ESPECIALISTAS

Existen diferentes tipos de análisis del perfil según el interés particular de cada especialista.
A nosotros nos interesa más el punto de vista agronómico. El **perfil agrológico** del suelo coincide con la zona radicular de los cultivos. Generalmente se estudia hasta 1.20 m. de profundidad para cultivos normales y en algunos casos hasta 3.00 m.

EL PERFIL AGROLOGICO del suelo abarca dos capas principales:

a) La primera capa superficial es la parte de la zona radicular que es considerada como arable.

b) La segunda capa o subsuelo es la zona que no sufre mayores modificaciones y/o que está en formación.

EL PERFIL indica las CUALIDADES AGRICOLAS de la capa superficial arable y su CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA. Lo que posibilita DOSIFICAR EL RIEGO DE ACUERDO A LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DE LAS RAICES.

También el perfil permite conocer las PROPIEDADES DE TRASMISION DE AGUA DEL SUBSUELO para establecer el drenaje correspondiente.

CARACTERISTICAS DEL SUELO

El estudio de un suelo implica siempre una descripción de sus características observadas y medidas en el **campo** y en el **laboratorio.**

Las más importantes y de mayor uso en la agricultura son las siguientes características:

1) MORFOLOGICAS 2) FISICAS 3) QUIMICAS

1) CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

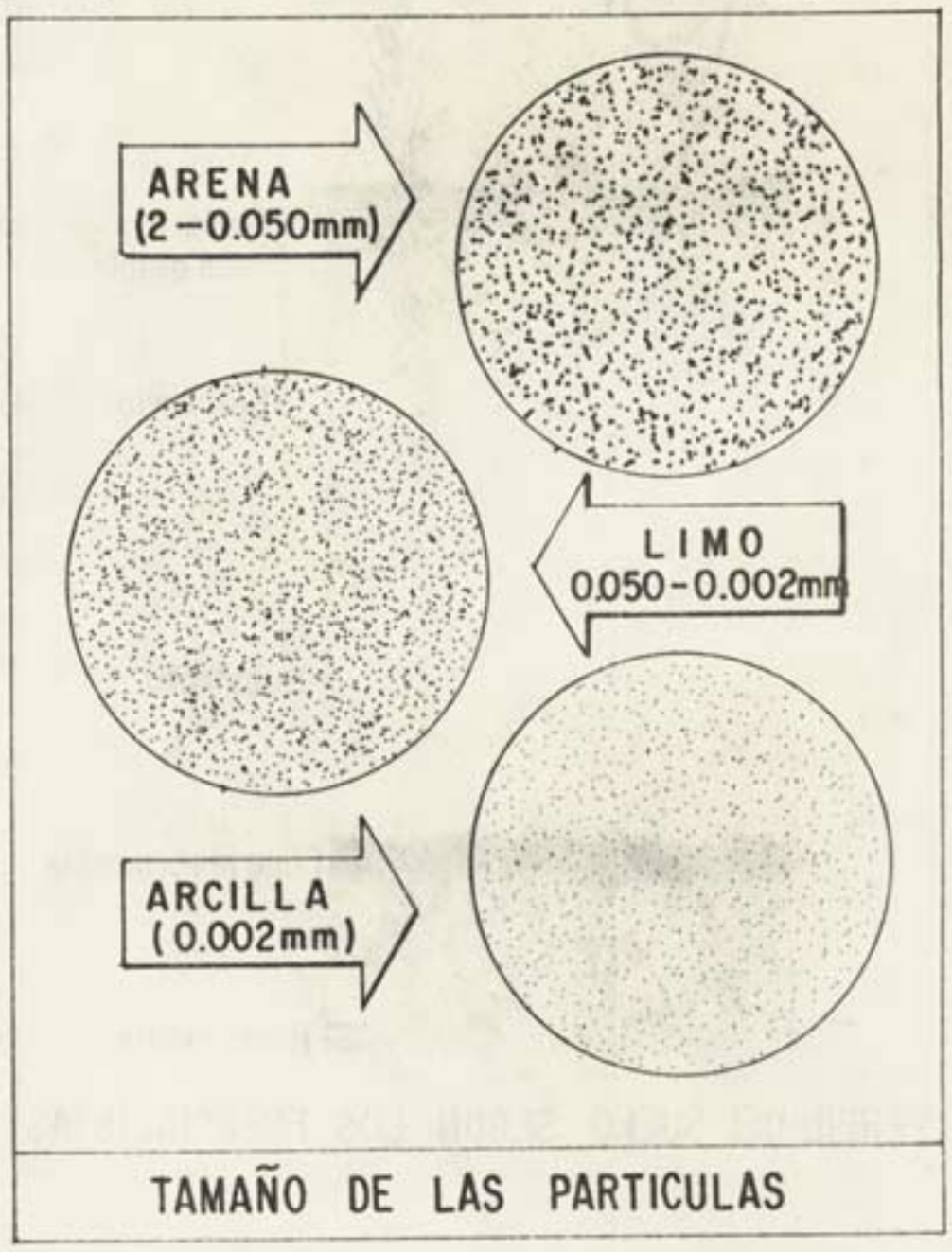
La descripción de estas características generalmente se hace en el campo, analizando cada horizonte que comprende el perfil del suelo. Las principales características morfológicas del suelo son:

a) Textura
b) Estructura
c) Consistencia
d) Color

A. La TEXTURA es la composición de los diferentes tamaños de partículas de un suelo determinado.

Estas partículas son:

– Arena
– Limo
– Arcilla



TAMAÑO DE LAS PARTICULAS

LA TEXTURA:

LOS SUELOS LIVIANOS Y PESADOS

Hay suelos LIVIANOS Y PESADOS

Los SUELOS LIVIANOS o de textura gruesa contienen más **arena.** Estos suelos son de fácil labranza.

En los SUELOS PESADOS de textura fina predominan las partículas de **limo y arcilla.** Estos suelos son más difíciles de trabajar por su plasticidad y adherencia.

Por lo tanto, los términos "liviano" o "pesado" circunscriben la facilidad o la dificultad para la labranza en relación a la textura de los suelos.

LA TEXTURA Y LA PERMEABILIDAD DEL SUELO

Igualmente, la PERMEABILIDAD de un suelo agrícola depende, en gran medida, de su textura. Así, el SUELO LIVIANO o arenoso tiene mayor **permeabilidad y menor capacidad de retención** de agua y nutrientes. El SUELO PESADO o arcilloso tiene menor **permeabilidad** pero mayor **capacidad de retención** de agua y nutrientes.

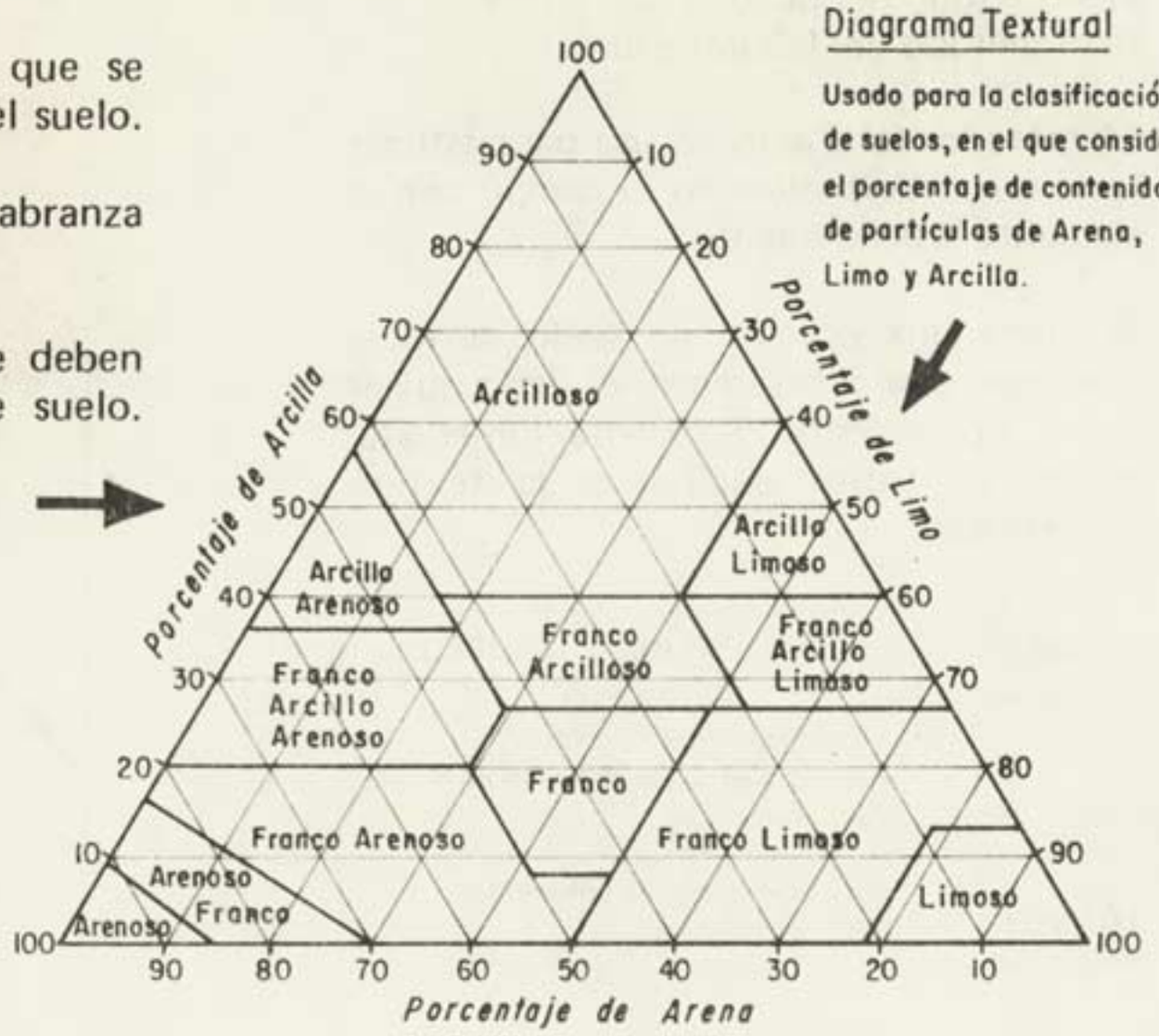
CLASE TEXTURAL

Conocer con la mayor aproximación posible la TEXTURA de un suelo, es muy importante para el agricultor porque permite:

a) Escoger el tipo de cultivo que se adapte mejor a la textura del suelo.

b) Escoger el equipo de labranza adecuado.

c) Programar los riegos que se deben efectuar para cada tipo de suelo.



GRUPOS TEXTURALES

La textura que le corresponde a un suelo agrícola se califica según el diagrama del TRIANGULO TEXTURAL. Este relaciona el porcentaje de partículas de arena, limo y arcilla que contiene un suelo.

La proporción relativa determina su CLASE TEXTURAL, y existen 12 clases texturales.

Estas 12 o más CLASES TEXTURALES se agrupan con fines agronómicos en 7 GRUPOS TEXTURALES.

GRUPO TEXTURAL	CLASES TEXTURALES QUE INCLUYEN
1. Muy liviano o textura muy gruesa	Arena, arena gruesa
2. Liviano o textura gruesa	Arenoso Franco fino y arena franca
3. Moderadamente liviano o textura moderadamente gruesa	Franco arenoso fino y Franco arenoso.
4. Medio o textura media	Franco Limosa, Limosa, Franco arenoso muy fino y Franco.
5. Moderadamente pesado	Franco arcillosa, Limosa, Franco arcillosa y Franco arcillosa y Franco Arcillosa Arenosa.
6. Pesado o textura fina	Arcilla, Arc. Limosa y Arcilla Arenosa.
7. Muy pesado o textura muy fina	Muy arcillosa (más del 60 o/o de arcilla.

METODOS PARA ESTIMAR Y DETERMINAR LA TEXTURA DE LOS SUELOS

Hay dos métodos para estimar y determinar la textura de los suelos:
a) el método del tacto
b) el método del laboratorio

a) **El método del Tacto** se usa para **estimar la textura.** Se realiza en el campo con el siguiente procedimiento:

Se toma una porción de suelo, se moja con agua y se amasa entre el dedo pulgar y los otros dedos. Se siente inmediatamente en forma cualitativa la textura aproximada.

CLASE TEXTURAL	APRECIACION DEL SUELO AL TACTO
1 Arena	Aspera, suelta, sin cohesión en húmedo y en seco.
2 FRANCO ARENOSA	Muy áspera, alguna cohesión por el material coloidal.
3 FRANCA	Predomina la aspereza, pero existen partículas adherentes.
4 FRANCO LIMOSA	Suave y harinosa
5 FRANCO ARCILLOSA	Poco áspera, plástica con tendencia al brillo al estrujarla entre los dedos cuando está húmeda. Trozos secos se aplastan con dificultad.
6 FRANCO ARCILLOSA LIMOSA	Suave y harinosa, poco áspera, muy plástica, al estrujarla presenta brillo cuando húmeda y al cortarla cuando seco. Se pueden aplastar trozos secos con dificultad.
7 ARCILLAS	Fuerte, plástica, no áspera, tendencia a mucho brillo al frotarla. Al cortar trozo seco presenta cara pulida; no se puede estrujar entre dedos.



b) **Los métodos de Laboratorio** son usados para determinar más exactamente la textura del suelo.
Los más comunes son los métodos de la "Pipeta" y del "Hidrómetro de Bouyoucos". Se basan en la ley de "Stokes" que establece la velocidad de caída de los cuerpos dentro de un fluído, en función de las características de éste.
Los especialistas determinan la textura en el laboratorio en análisis físicos de suelos cuyos valores obtenidos son muy exactos. Estos procedimientos nos expresan la textura en forma cualitativa y cuantitativa.

ANALISIS EN EL LABORATORIO

B) LA ESTRUCTURA

Es la forma cómo se agrupan las partículas del suelo, o cómo se acomodan y distribuyen las partículas en **agregados.**

El agregado (terrón) es la unidad relativamente estable formada por la unión de dos o más partículas del suelo.

La estructura de los suelos se clasifican según:

a) su forma de agregación
b) tamaño de agregación
c) grado de agregación

a) Según su forma de agregación las estructuras de suelos más importantes son las siguientes:



Laminar



Columnar



Prismática



Blocosa angular



Blocosa sub-angular



Granular

ESTRUCTURAS DE SUELO

Laminar. Cuando las partículas forman láminas horizontales (costras). La estructura laminar no favorece el desarrollo de las raíces de las plantas ya que en estos suelos difícilmente penetran.

Columnar. Cuando se agregan en columnas con bordes redondeados. Esta estructura es favorable para las plantas.

Prismática. Cuando los agregados forman columnas pero con bordes angulosos.

Blocosa. Cuando las partículas de suelo se unen en forma de bloques con bordes angulosos y semi angulosos. Esta estructura también es favorable para lo cultivos.

Granular. Cuando las partículas se agrupan en gránulos de forma esferoidal. También esta estructura es buena para el desarrollo de las plantas.

Suelos amorfos. Son los que no tienen estructura definida, como los suelos arcillosos que forman una masa que no se rompe en terrones o los arenosos donde las partículas no se unen, o los suelos coloidales desagregados.

b) Según el tamaño de los agregados que constituyen la estructura de los suelos, estos se clasifican en la siguiente forma:

- **Sin estructura o Amorfo,** cuando no existen agregados ya sea porque es masiva o porque es grano simple.
- **Débil,** cuando los agregados están escasamente formados y son apenas visibles.
- **Moderada,** cuando la estructura está constituída por agregados bien formados y diferenciados.
- **Fuerte,** cuando los agregados son duros, enteros y toleran desplazamientos sin deformarse.

Estructura buena

Los suelos con **buena estructura** tienen las siguientes características:

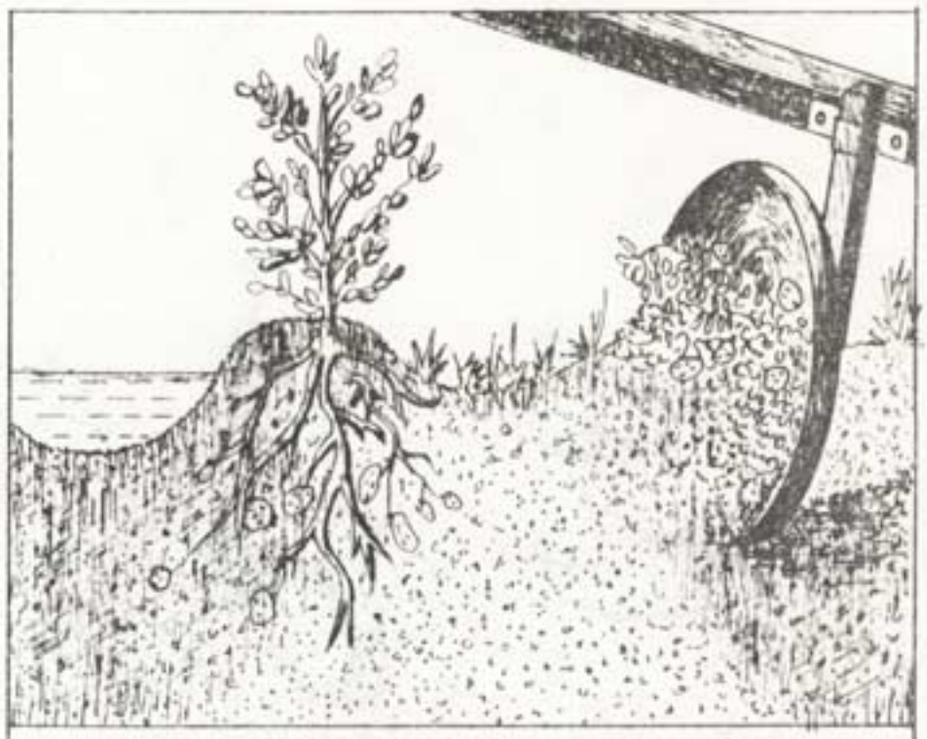
a. Alta capacidad de infiltración y conducción del agua en el suelo.

b. Buena aireación y como consecuencia buena porosidad.

c. Rápida penetración de las raíces.

d. Fácil para labrar.

e. No se erosionan fácilmente.



SUELO CON BUENA ESTRUCTURA



LA LABRANZA MEJORA LA ESTRUCTURA DEL SUELO

Estructura pobre

Los suelos de **estructura pobre** tienen las siguientes características:

a. Drenaje lento y por lo tanto pobre aireación.

b. Duros cuando secos, pegajosos cuando húmedos y por tanto siempre difíciles de labrar.

c. Los vientos y las aguas arrastran las partículas cuando no están bien aglomeradas en terrones y erosionan el suelo.

C) LA CONSISTENCIA

La CONSISTENCIA determina en mayor o menor grado:

1o. LA RESISTENCIA QUE EL SUELO OFRECE A LA PENETRACION DE RAICES.

2o. LA FIRMEZA O FRIABILIDAD DEL SUELO MAS FAVORABLE O DIFICIL PARA SU LABRANZA.

La CONSISTENCIA depende principalmente de:

- Estado de Humedad
- Textura
- Estructura
- Contenido de materia orgánica del suelo

En suelo seco se determina la dureza de los agregados (al aire)

En suelo húmedo se determina su firmeza o friabilidad (a capacidad de campo).

En suelo mojado se determina su adhesividad y plasticidad (saturado).

D) EL COLOR

El COLOR indica las características de un suelo su desarrollo y conservación. Por eso es muy importante para el agricultor.

El suelo agrícola de la capa arable, generalmente, es de color más oscuro que el subsuelo, debido a que esa zona contiene mayor cantidad de materia orgánica y por consiguiente, es más fértil.

Igualmente el color oscuro hace que estos suelos absorban más energía calórica que los claros; conservan mayor temperatura y como consecuencia, tienen mayor evaporación.

El **color** también **determina la condición de drenaje del suelo.** Por ejemplo:

a) Los suelos de color pardo uniforme indican que tienen un buen drenaje.

b) Los suelos de color gris, verdoso o azulado indican un alto contenido de humedad durante mucho tiempo.

c) Los suelos con moteaduras o manchas grises o amarillentas indican que están sometidos a fluctuaciones de la humedad y por lo tanto necesitan drenaje.

El color del suelo es determinado por el elemento mineral que predomina en su constitución. Por ejemplo, los suelos con alto contenido de hierro libre son de color rojizo y los de alto contenido de material calcáreo o yeso son de color blanquecino, de poca fertilidad.

c. **Sales y Conductividad Eléctrica**

La medida del contenido de sales a través de la conductividad eléctrica es muy importante en áreas con déficit de humedad o áreas bajo riego. Un exceso de sales reduce la absorción de agua por la planta y por lo tanto su crecimiento y rendimiento. Incluso ciertas sales como el Boro son muy tóxicas para muchos cultivos. Valores menores de 2 milimhos/cm indican que no hay peligro de sales para muchos cultivos. Valores superiores a 8 milimhos/cm sólo son permitidos por plantas altamente tolerantes. (Por ser un tema principal se trata ampliamente en la siguiente sección sobre salinidad y Alcalinidad).

d. Capacidad de intercambio catiónico

Medida de la cantidad total de cationes intercambiables que puede ser retenida por el suelo; se expresa en forma de miliequivalentes por 100 gramos de suelo. Esta capacidad es proporcionada al suelo principalmente por los minerales de arcilla y los compuestos de la materia orgánica. Los minerales arcillosos tienen diferentes rangos de intercambio, así la CAOLINITA tiene 3.15 miliequivalentes/100 gr. de arcilla, y la VERMICULITA de 100 a 150 miliequivalentes/100 gr. de arcilla.

e. Cationes Cambiables

Los suelos con mayores capacidades de cambio podrán retener mayores cantidades de cationes y constituir hasta niveles mayores, su estado de fertilidad.

Los cationes cambiables que comúnmente se determinan son: el calcio, el potasio, magnesio y sodio.

Milimho/centímetro (mmho/cm). Es la milésima parte del mho/cm. siendo ésta (mho/cm) la unidad standard de medida de la conductividad eléctrica (CE) que expresa el contenido total de sales de un suelo y es la recíproca de la resistencia eléctrica (OHM).

Miliequivalente. Es el milésimo de un equivalente, donde un equivalente es el peso atómico o peso de la fórmula dividido por su valencia.

SERVICIO NAL. DE APRENDIZAJE BIBLIOTECA UNIDAD AGROPECUARIA

METODOS PARA DETERMINAR EL COLOR

Existen diversos métodos para determinar el color de los suelos, pero comúnmente se utiliza la TABLA DE MUNSELL que posee un sistema numérico de descripción que considera aspectos de matriz, intensidad y pureza del color.

Para determinar el color con la TABLA DE MUNSELL, el suelo debe humedecerse a capacidad de campo y luego hacer la respectiva comparación con el color que más se parezca a los codificados en la tabla.

2) CARACTERISTICAS FISICAS

Las principales características físicas del suelo son las relacionadas con:

a) Porosidad
b) Permeabilidad
c) Constantes hídricas o de humedad

La POROSIDAD y la PERMEABILIDAD dependen del grado de dureza y compactación de un suelo; describen la mayor o menor facilidad con la que se mueven el aire y el agua contenidos en los suelos.

a) **La POROSIDAD** es el porcentaje del volumen total de los espacios o poros que quedan entre las partículas del suelo.

   Los VALORES de la porosidad fluctúan entre 30 o/o en suelos arenosos y 65 o/o en suelos arcillosos. Los suelos francos o de textura media tienen alrededor de 50 o/o de porosidad.

   La porosidad del suelo de acuerdo AL TAMAÑO DE LOS POROS puede ser

   a) Capilar - espacios finos
   b) No capilar - espacios grandes.

   Por ejemplo, en un suelo arcilloso que tiene 50 o/o de porosidad, los espacios están distribuídos así 47 o/o de poros capilares y 3 o/o de poros no capilares.

b) **PERMEABILIDAD.** Propiedad específica de la cual depende el grado o rapidez con que un medio poroso transmite fluidez bajo condiciones standard.

c) **Las CONSTANTES HIDRICAS o de HUMEDAD** expresan con valores numéricos las relaciones que existen entre el agua contenida en el suelo y su textura, estructura y porosidad.

DENSIDAD APARENTE Y DENSIDAD REAL

La DENSIDAD APARENTE es la relación que existe entre el peso de un volumen dado de suelo seco y el peso de un volumen igual de agua.

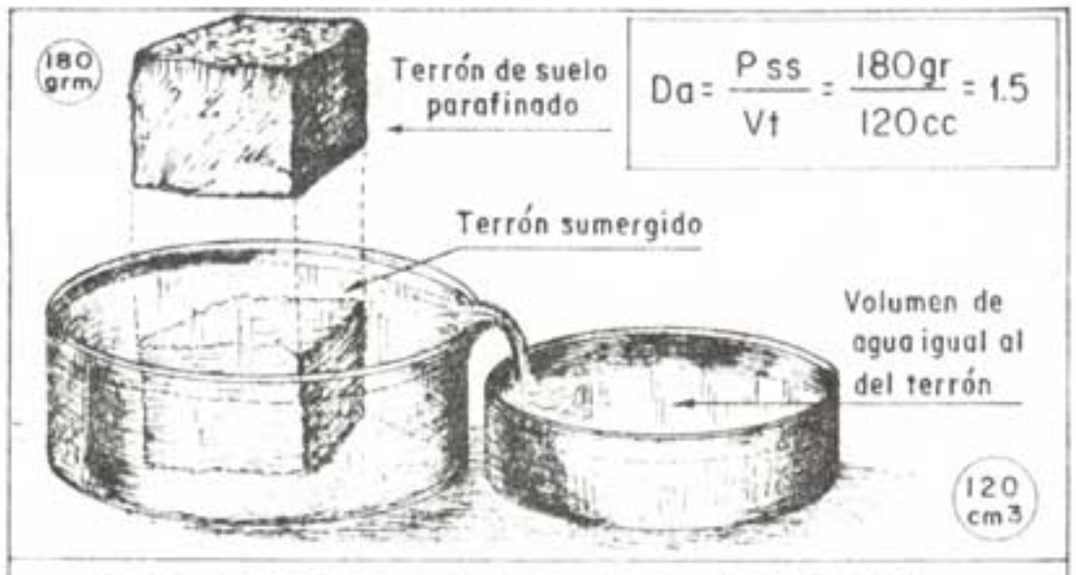
El volumen del suelo o volumen total incluye el espacio ocupado por los poros.

LOS METODOS MAS CONOCIDOS PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE SON:

a) El terrón parafinado. Consiste en cubrir un terrón de suelo con una capa de parafina, pesarlo y luego determinar su volumen sumergiéndolo en un recipiente de agua.

b) Cilindro de suelo no disturbado. Consiste en extraer un volumen conocido de suelo (de forma cilíndrica) con un muestreador, de manera que la muestra no se deforme por compactación o hinchazón y luego determinar su peso.

En ambos casos tales valores de peso se relacionan a valores de peso de igual volumen de agua.



DETERMINACION DE DENSIDAD APARENTE

LOS VALORES DE LA DENSIDAD APARENTE más comunes de los suelos agrícolas se encuentran entre 1.0 a 1.6, variando según la textura y el contenido de materia orgánica. Estos son los valores medios.

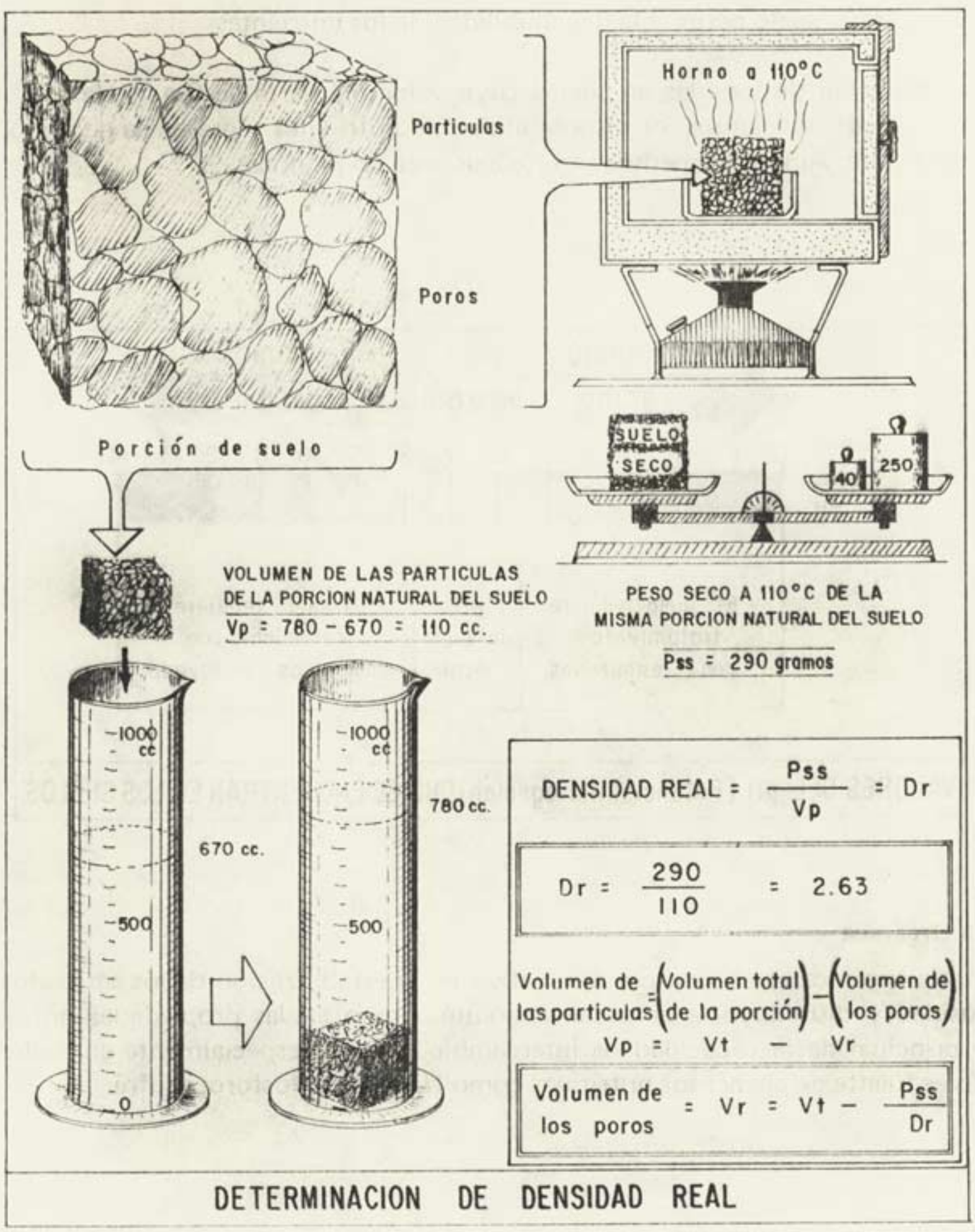
a) Suelos arenosos: 1.8
b) Suelos francos: 1.5
c) Suelos arcillosos y orgánicos: 1.6

LA DENSIDAD REAL. Es la relación existente entre el peso seco de una muestra de suelo y su volumen sin considerar el volumen de poros. También ésta es relacionada al peso de un volumen igual de agua, por lo cual dicho valor tampoco tiene unidades.

El método más común para determinar la densidad real es:

EL METODO DEL PICNOMETRO

LOS VALORES DE LA DENSIDAD REAL más frecuentes varían entre 1.5 en suelo orgánico y 5 en suelos donde predominan compuestos ferrosos (magnetitas o Hematitas).



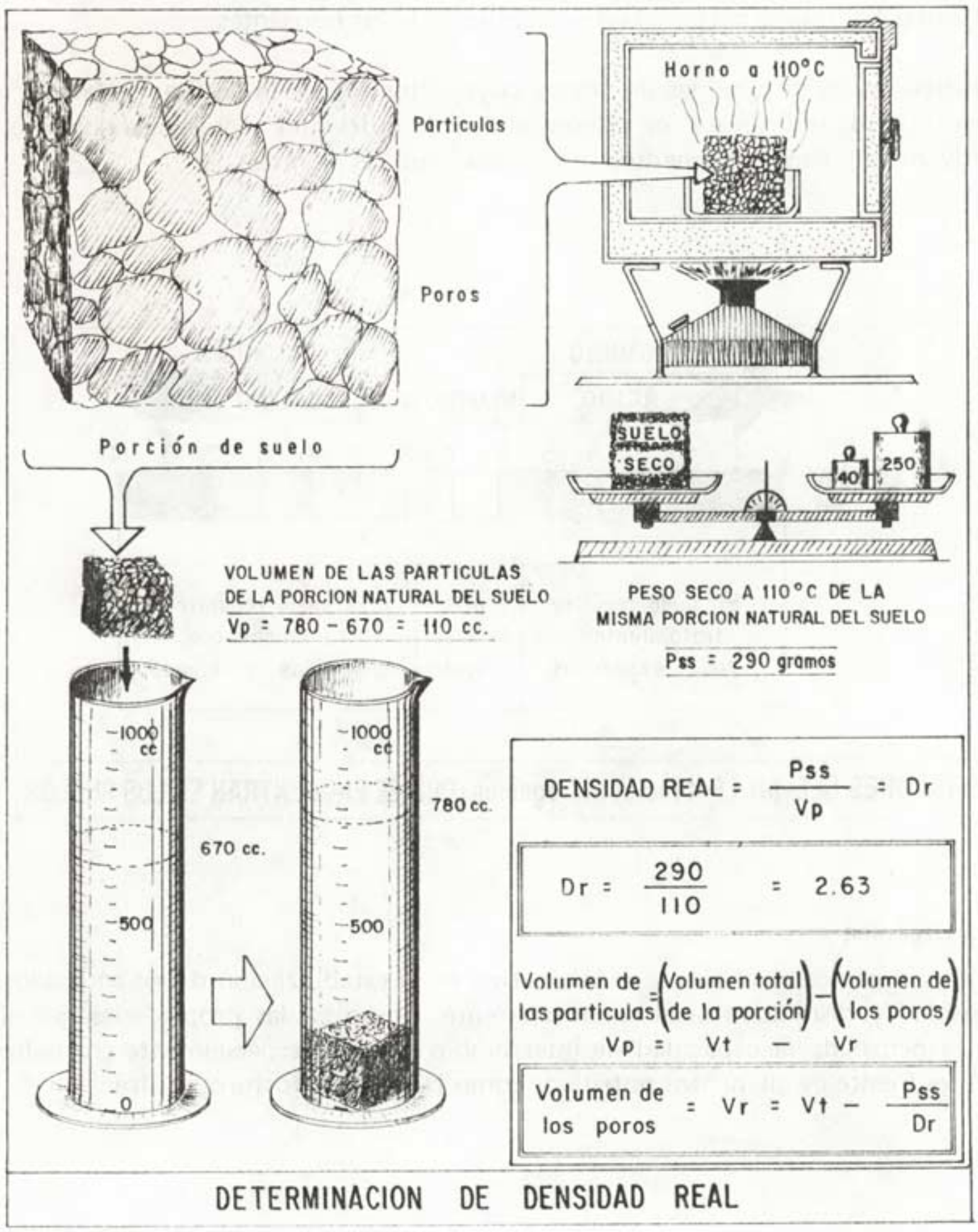
DETERMINACION DE DENSIDAD REAL

LA DENSIDAD REAL. Es la relación existente entre el peso seco de una muestra de suelo y su volumen sin considerar el volumen de poros. También ésta es relacionada al peso de un volumen igual de agua, por lo cual dicho valor tampoco tiene unidades.

El método más común para determinar la densidad real es:

EL METODO DEL PICNOMETRO

LOS VALORES DE LA DENSIDAD REAL más frecuentes varían entre 1.5 en suelo orgánico y 5 en suelos donde predominan compuestos ferrosos (magnetitas o Hematitas).



DETERMINACION DE DENSIDAD REAL

3. CARACTERISTICAS QUIMICAS

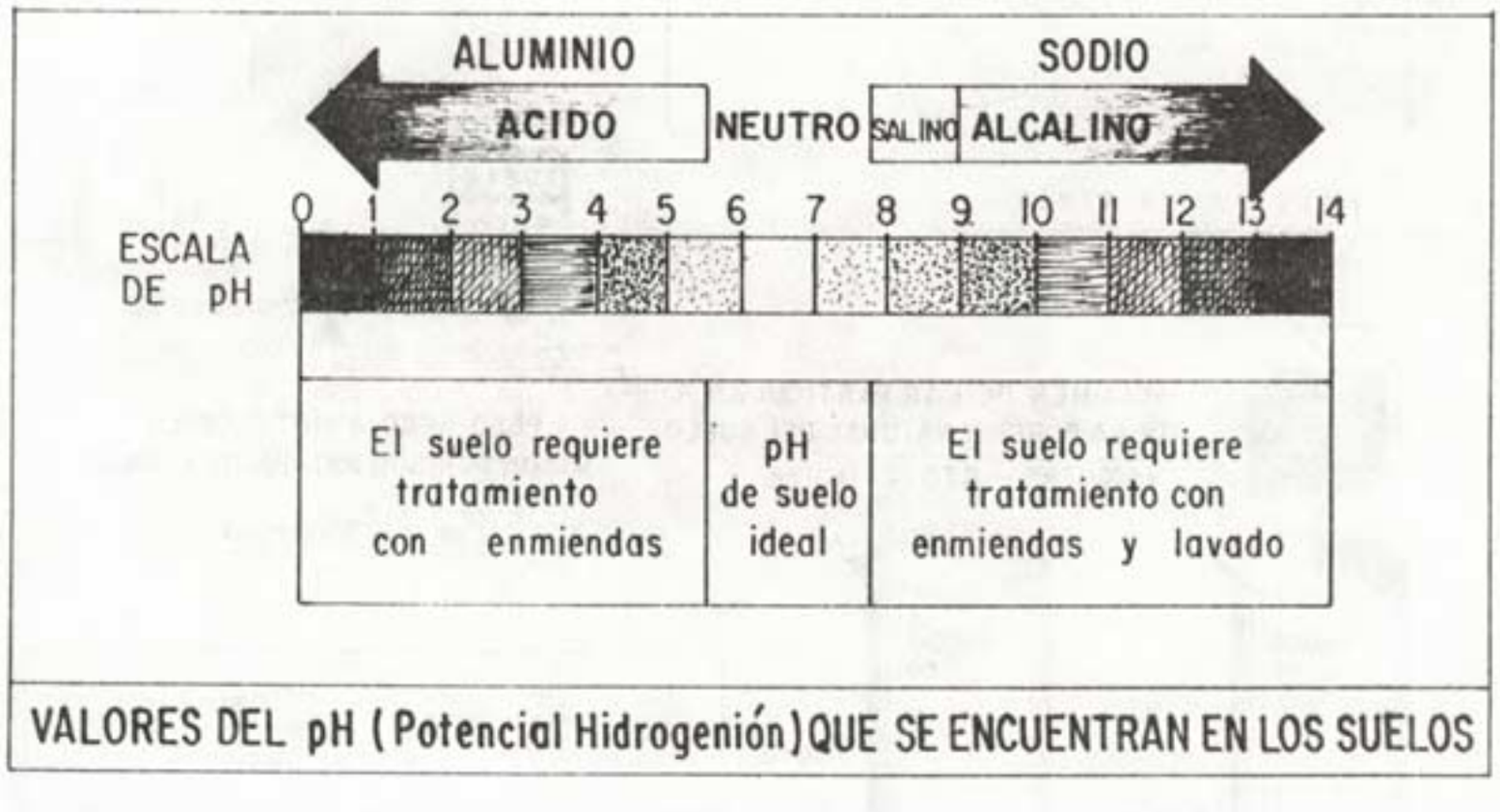
Las caracterización química del suelo nos aclara su condición química o fertilidad, que constituye la base alimenticia para las plantas.

Las características más importantes son:

a. El pH del suelo
b. La Materia Orgánica
c. Sales y Conductividad Eléctrica.
d. Capacidad de intercambio catiónico
e. Cationes cambiables.

a. **El pH es la medida del grado de acidez o de alcalinidad de un suelo.**
Además el pH del suelo permite la disponibilidad de los nutrientes.

La mayoría están disponibles en suelos cuyo valor pH varía de 6 a 7. Valores más altos o más bajos de pH indican menor disponibilidad de nutrientes y presencia de sodio y aluminio respectivamente. Ambos elementos son tóxicos para las plantas.



VALORES DEL pH (Potencial Hidrogenión) QUE SE ENCUENTRAN EN LOS SUELOS

b. **Materia Orgánica**

La materia orgánica es el agente más efectivo en la estabilización de los agregados. Aumenta la porosidad y disminuye la densidad aparente. Como en las propiedades químicas es una fuente principal de la capacidad de intercambio de iones especialmente en suelos arenosos. Además es fuente de elementos nutritivos como Nitrógeno, fósforo, azufre.

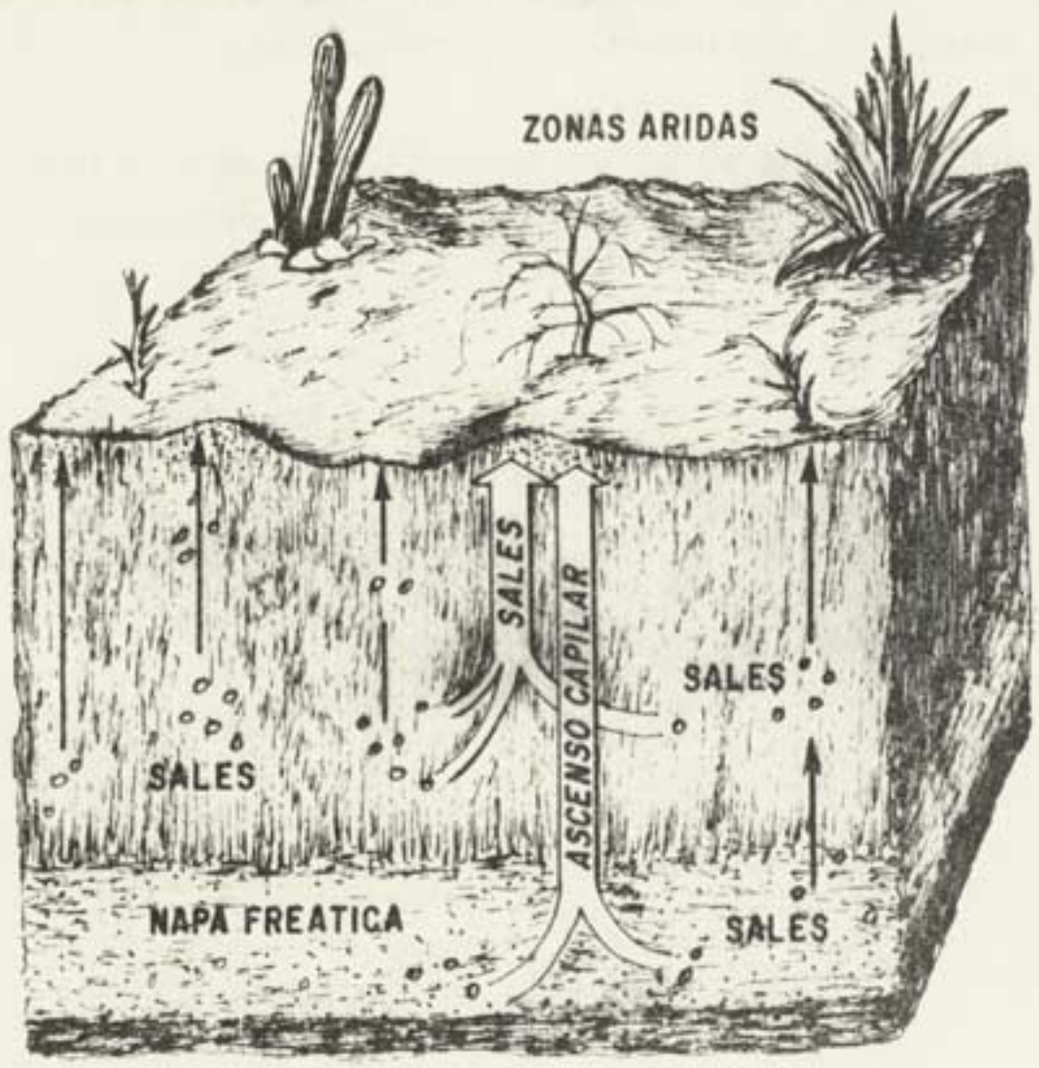
SALINIDAD Y ALCALINIDAD

Ambos constituyen características químicas fundamentales en el estudio del suelo y la planificación del riego.

ORIGEN

El origen de los suelos salinos y sódicos se halla condicionado a la acción de uno o más factores tales como:

a) Escasa precipitación que crea condiciones de aridez.
b) Extremo calor y evaporación que facilita la ascención capilar (vea dibujo)
c) Práctica de irrigación deficiente (aplicación de agua de riego con alto contenido de sales).
d) Tabla de agua alta (vea dibujo)
e) Relieve plano o plano cóncavo (facilita condiciones de mal drenaje).



EVOLUCION DE LAS SALES EN EL SUELO

La evolución de las sales en el suelo se produce de la siguiente manera; en el primer instante hay acumulación paulatina de sales solubles (Bicarbonato, Cloruro y Sulfato de calcio, magnesio y sodio entre otras). Posteriormente, al saturarse el suelo con estas sales, empiezan procesos de precipitación de acuerdo a sus grados de solubilidad, precipitando en primer lugar las sales menos solubles tales como los carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio lo cual induce a un aumento y enriquecimiento relativo del suelo en sales de sodio.

TIPOS DE SALES

La unión de aniones de carga negativa y de los cationes de carga positiva da lugar a la formación de sales. Por ejemplo la reacción entre el Cl - (Anión: Cloruro) y el Na (Cation : Sodio) crea el Cl Na (Cloruro de Sodio o sal común).

La concentración de sales en el suelo puede ser de una gran variedad. Entre los **aniones** tenemos: Cloruros, sulfatos, carbonatos, nitratos y boratos. Los principales cationes que acompañan estos aniones para formar las sales, son: Sodio, magnesio, calcio y potasio.

EFECTOS DE LAS SALES EN LOS CULTIVOS

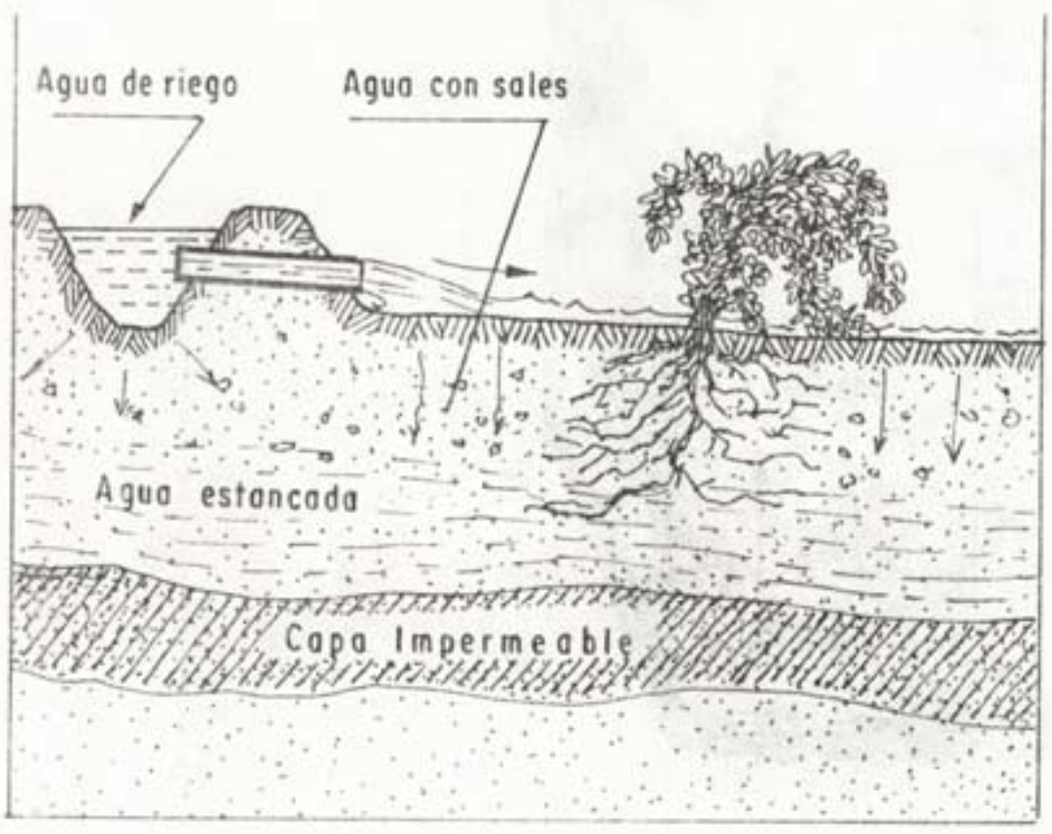
El efecto de una alta concentración de sales en el suelo y en los cultivos depende del tipo de sales, el tipo de cultivo y su estado de desarrollo, la clase de suelo y su manejo.

Las altas concentraciones de sales en los cultivos tiene los siguientes efectos perjudiciales:

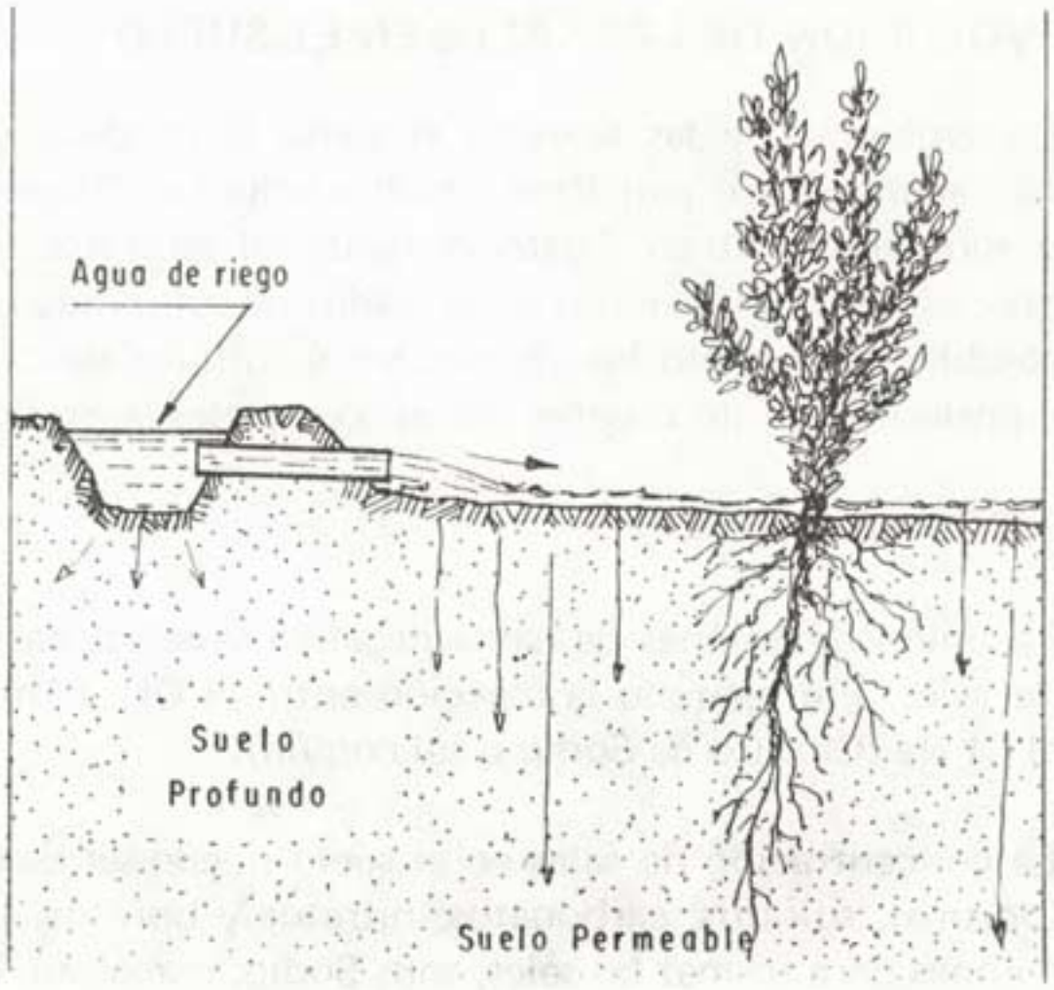
- Disminución de la disponibilidad de agua para las plantas, al producir un aumento de la presión osmótica de la solución suelo.
- Quemaduras de las márgenes de las hojas debido al efecto tóxico de algunos iones.
- Antagonismo iónico; es decir que la excesiva concentración de algún ion disminuye la absorsión de otro. Ejemplo: calcio vs. potasio.

Asimismo se ha observado que las altas concentraciones de sales, tienden a flocular el suelo formando agregados y por consiguiente aumentan la permeabilidad.

Por otro lado, altas concentraciones de sodio en ambientes no salinos provocan la dispersión de las arcillas, destruyen la estructura y crean condiciones de baja permeabilidad.



CUANDO NO TIENE DRENAJE INTERNO



PREVENCION Y MANEJO

Las labores de prevención para evitar la salinización y/o sodificación de un área requieren un diagnóstico inicial de las posibles causas.

En necesario usar aguas de riego apropiadas y en volúmenes adecuados, mantener los niveles freáticos bajos (cercano o más de 2 m) para evitar un enriquecimiento de sales por ascenso capilar. La práctica de mantener los terrenos bien nivelados es esencial para que la aplicación del agua sea uniforme sobre el terreno.

Las labores de manejo incluyen también labores de prevención. En este caso se asume que los suelos presentan problemas de sales y/o sodio, sin contemplar labores de recuperación. En cuanto al manejo del agua: en el suelo con alto contenido de sales, se debe mantener los suelos lo mas **húmedo posibles,** para obtener menores valores de conductividad eléctrica, lo que se logra aumentando la frecuencia de los riegos. Si el agua de riego tiene alto contenido de sodio, se puede añadir una fuente de calcio como el yeso para mejorar sus RAS (Relación de adsorción de sodio).

En cuanto al manejo de cultivos estos deben sembrarse en las áreas del terreno con la más baja salinidad. En caso de riego por surcos, debe hacerse en el mismo surco o en el lado del camellón. El lomo del camellón sería el peor sitio porque ahí se concentran más sales. Riegos fuertes para la siembra y germinación son favorables.

En los suelos sódicos se puede roturar el subsuelo si es que existen capas impermeables.

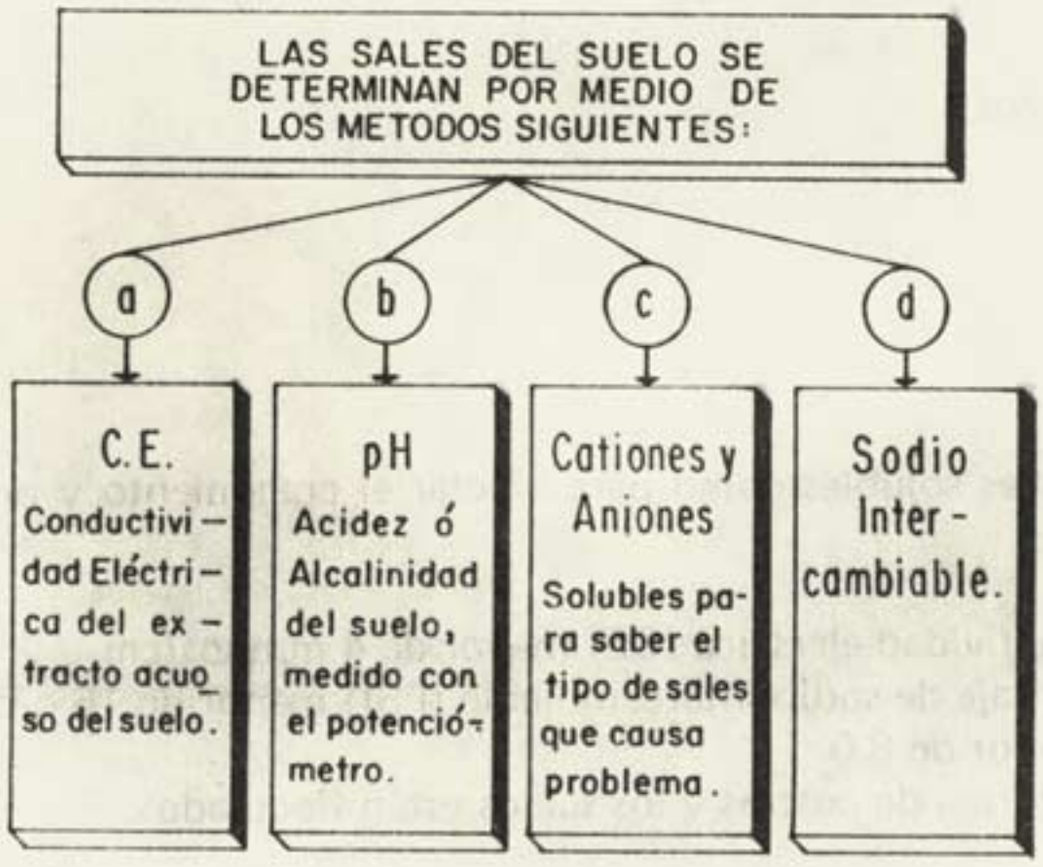


TOLERANCIA RELATIVA DE LOS CULTIVOS A LA SALINIDAD, MENCIONADOS DE ACUERDO CON SU MENOR TOLERANCIA DENTRO DE CADA GRUPO

CULTIVOS	TOLERANTES	MODERADAMENTE TOLERANTES	SENSIBLES
COMUNES	13-8 mmhos/cm	8 - 4 mmho/cm	3 - 2 mmhos/cm
	Cebada	Centeno	Maíz	Frijol
	Remolacha azucarera	Trigo	Arroz	
	Nabo	Avena		
	Algodón	Sorgo	Girasol	
		Soya		
HORTICOLAS	8 - 5 mmhos/cm	5 - 3 mmhos/cm	3 - 2 mmhos/cm
	Espárrago	Brócoli	Zanahoria	Rábano
	Espinaca	Col	Cebolla	Apio
	Remolacha	Coliflor	Melón	
		Lechuga	Calabaza	
CULTIVOS FORRAJEROS	12 - 6 mmhos/cm	6 - 3 mmhos/cm	3 - 1,5 mmhos/cm
		Trébol dulce	Trébol blanco
	Pasto bermuda	Pasto inglés	
	Pasto Rhodes	Sudán grass	
	Festuca alta	Alfalfa	Trébol híbrido
	Cebada (para heno)	Centeno (para heno)	Trébol ladino
		Trigo (para heno)	
FRUTALES	8 mmhos/cm	6 - 3 mmhos/cm	3 - 1,5 mmhos/cm
	Palma datilera	Granada	Naranja	Durazno
		Breva	Toronja	Zarzamoras
		Olivo	Limón	Frambuesa
		Vid	Manzana	Fresa
			Pera	
			Ciruela	
			Almendra	

MÉTODOS DE DIAGNOSTICOS DE SALINIDAD

Aún cuando los suelos muestren las características típicas de suelos salinos o sódicos, es necesario efectuar análisis de laboratorio. El gráfico adjunto muestra los diferentes métodos para determinar las sales del suelo.



- La conductividad eléctrica (CE) se expresa en mmho/cm y se basa en la conducción de la electricidad en el extracto acuoso de una pasta saturada de suelo (a mayor cantidad de sales mayor conductividad eléctrica).

- Por lo general valores bajos de pH indican mayor actividad de ion hidrógeno y presencia de aluminio, por el contrario valores de pH superiores o iguales a 8.5, indican presecia de altas concentraciones de sodio.

- Conociendo los tipos de sales será posible elegir el tratamiento más adecuado para la recuperación del suelo.

- La determinación del sodio intercambiable es dificultosa, ya que será necesario calcular la capacidad de intercambio catiónico (CIC) total del suelo para relacionarlo con la cantidad de sodio intercambiable extraído. Indirectamente se puede calcular el sodio intercambialbe a través del RAS. (Relación de adsorción de Sodio).

CLASIFICACION

La agrupación de suelos en diferentes clases de acuerdo a sus características de salinidad y sodicidad constituye una clasificación con fines de tratamiento y manejo de los suelos. Se considera las siguientes clases de suelos:

1) Suelos Salinos
2) Suelos salino-sódicos
3) Suelos sódicos

1) **Suelos Salinos:**

Poseen suficientes sales solubles como para afectar el crecimiento y producción en la mayoría de los cultivos.

Presentan: a) Conductividad eléctrica (CE) mayor de 4 mmhos/cm
b) Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) menor de 15 o/o
c) pH menor de 8.0

Las sales afloran en forma de costras y los suelos están floculados.

2) **Suelos Salino-Sódicos:**

Presentan: a) Conductividad eléctrica (CE) mayor a 4 mmhos/cm.
b) Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) mayor de 15 o/o.
c) pH entre 8.0 - 8.5

Cuando el contenido de sales supera al de sodio se produce una floculación del suelo. En caso contrario hay dispersión del suelo y disminuye la permeabilidad.

3) **Suelos Sódicos - No salinos:**

Presentan: a) Porcentaje de sodio intercambiable superior al 15 o/o.
b) Conductividad eléctrica (CE) menor de 4 mmhos/cm.
c) pH superior a 8.5

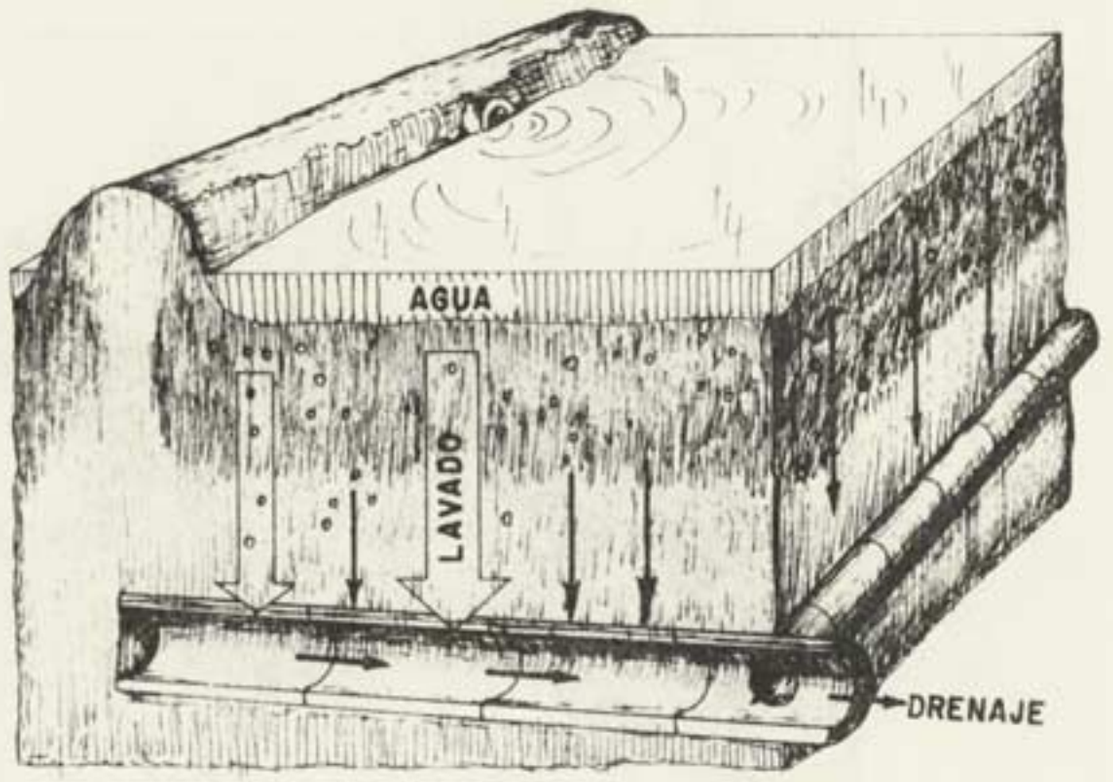
En este tipo de suelo se presenta el fenómeno de dispersión que se traduce en una destrucción de los agregados por lo que disminuye la permeabilidad, creando problemas de drenaje y aireación.

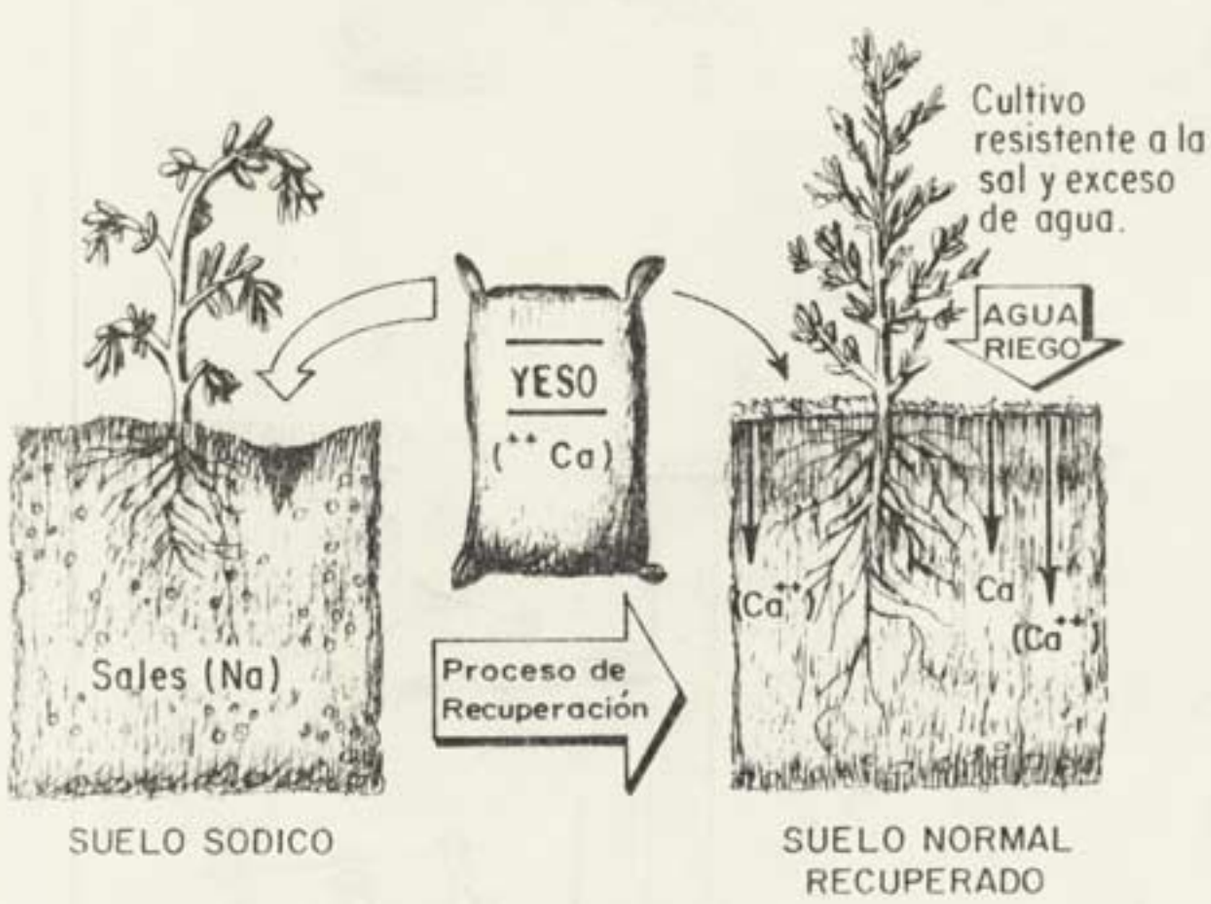
RECUPERACION

Se realiza labores de recuperación cuando los suelos tienen excesiva cantidad de sales o de sodio que necesitan un tratamiento más drástico para hacerlos productivos.

De suelos Salinos

Para llevar a cabo su recuperación, solamente es necesario lixiviar las sales mediante lavados, programados de acuerdo a las características texturales, niveles de sales y profundidad del suelo.





AL APLICAR YESO A UN SUELO SODICO, EL SODIO SOLUBLE $(Na)^{+}$ QUE ES TOXICO PARA LAS PLANTAS, ES DESPLAZADO POR EL CALCIO $(Ca)^{++}$ DEL YESO, FORMANDO UN COMPUESTO INSOLUBLE QUE LUEGO ES LAVADO Y ELIMINADO DE LA CAPA DE SUELO AGRICOLA.

De Suelos Salinos-Sódicos

La recuperación de estos suelos se efectúa en 2 fases sucesivas:

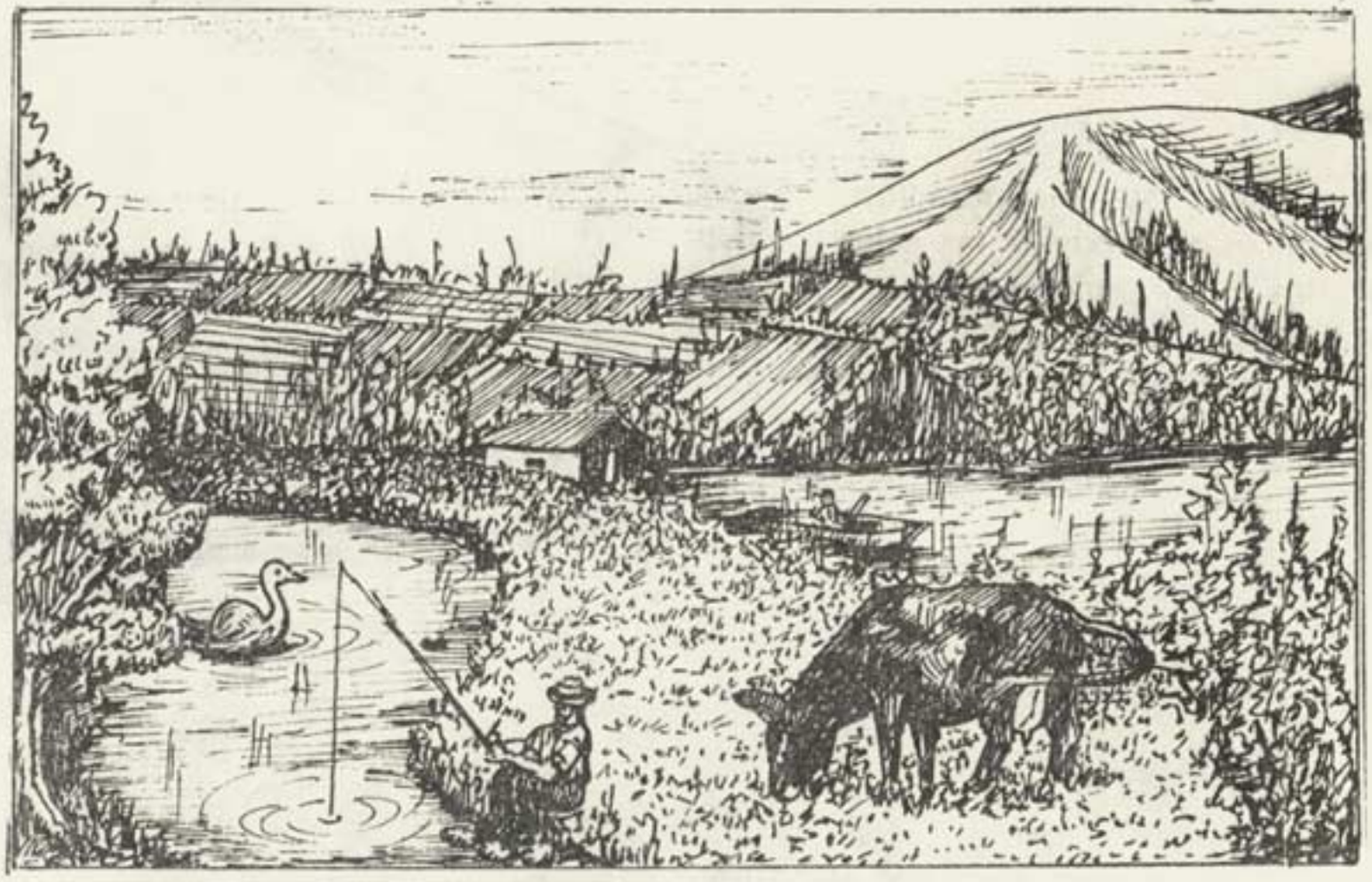
a) Aplicación de una sal soluble de calcio (yeso o cloruro de calcio), con el fin de sustituir el sodio intercambiable.

b) Lavado programado, con el objeto de lixiviar el sodio y las sales solubles.

De Suelos sódicos no salinos

Para la recuperación de estos suelos se debe conocer a través de análisis, si el suelo contiene yeso o carbonato de calcio. En el caso de tener yeso o carbonatos de calcio el proceso se limita solo a aumentar la solubilidad de estos compuestos para liberar el calcio. Si los suelos no poseen carbonato o yeso, se sigue los mismos pasos como en el caso de suelos salinos-sódicos.

EL AGUA ES UN ELEMENTO ESENCIAL PARA TODA FORMA DE VIDA. Es necesaria para la alimentación del hombre, animales y plantas. Alberga diversas especies vegetales y animales que forman actualmente parte importante de la alimentación del género humano.



EL AGUA .- Elemento básico para todo tipo de vida.



CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE AGUA

LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL AGUA LE CONFIEREN PROPIEDADES MUY ESPECIALES, COMPORTANDOSE COMO UN ACTIVO AGENTE EROSIVO Y TAMBIEN COMO AGENTE DISOLVENTE DE TODO TIPO DE COMPUESTOS QUIMICOS. SU PRESENCIA ES DETERMINANTE EN EL MODELADO DE LAS FORMAS TERRESTRES.



BUEN MANEJO

BUEN MANEJO:

- Beneficio para la humanidad;
- Uso Múltiple;
- Reutilización;
- Conservación y Preservación

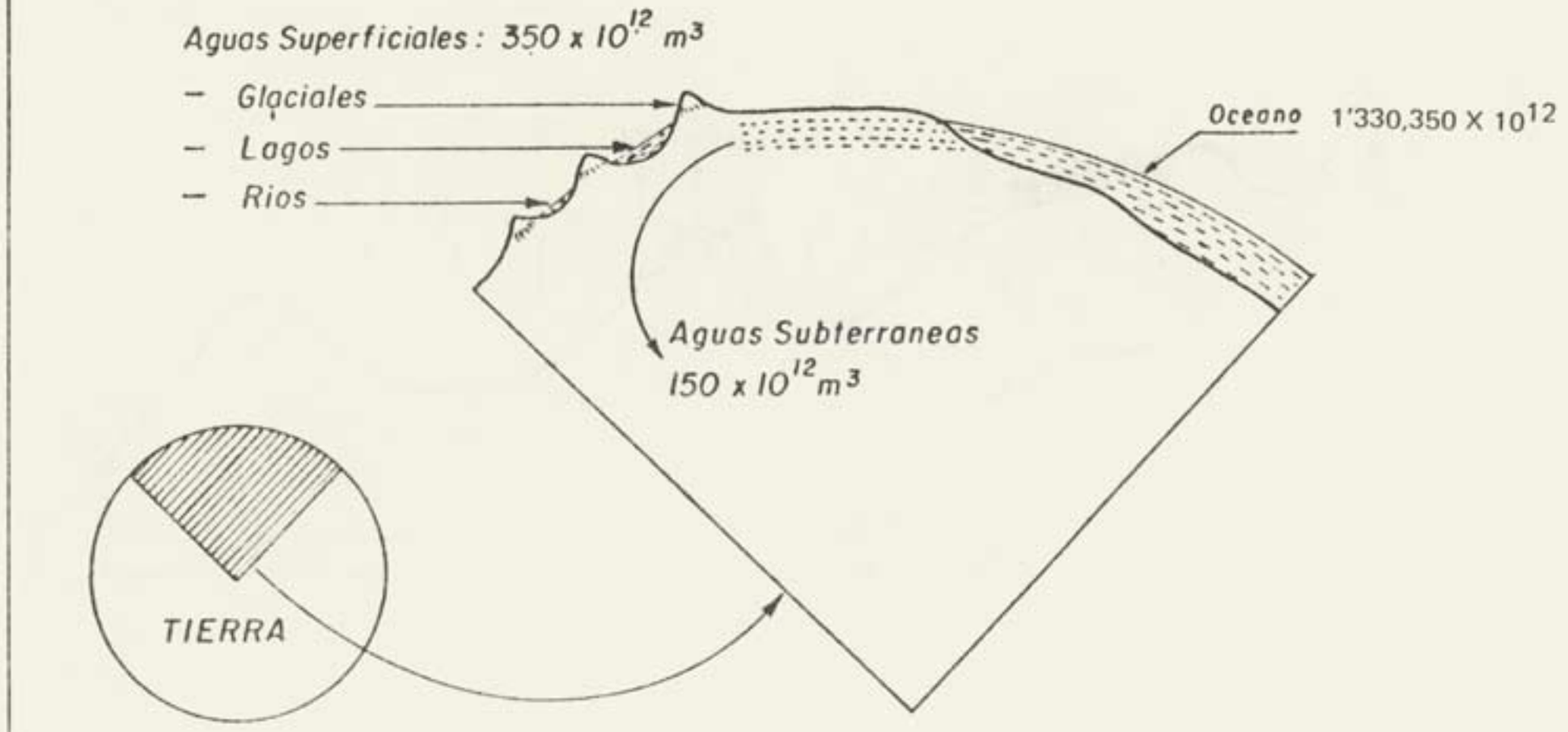
MAL MANEJO:

- Perjuicios;
- Erosión;
- Empantanamiento y Salinización de tierras;
- Avalanchas;
- Inundaciones



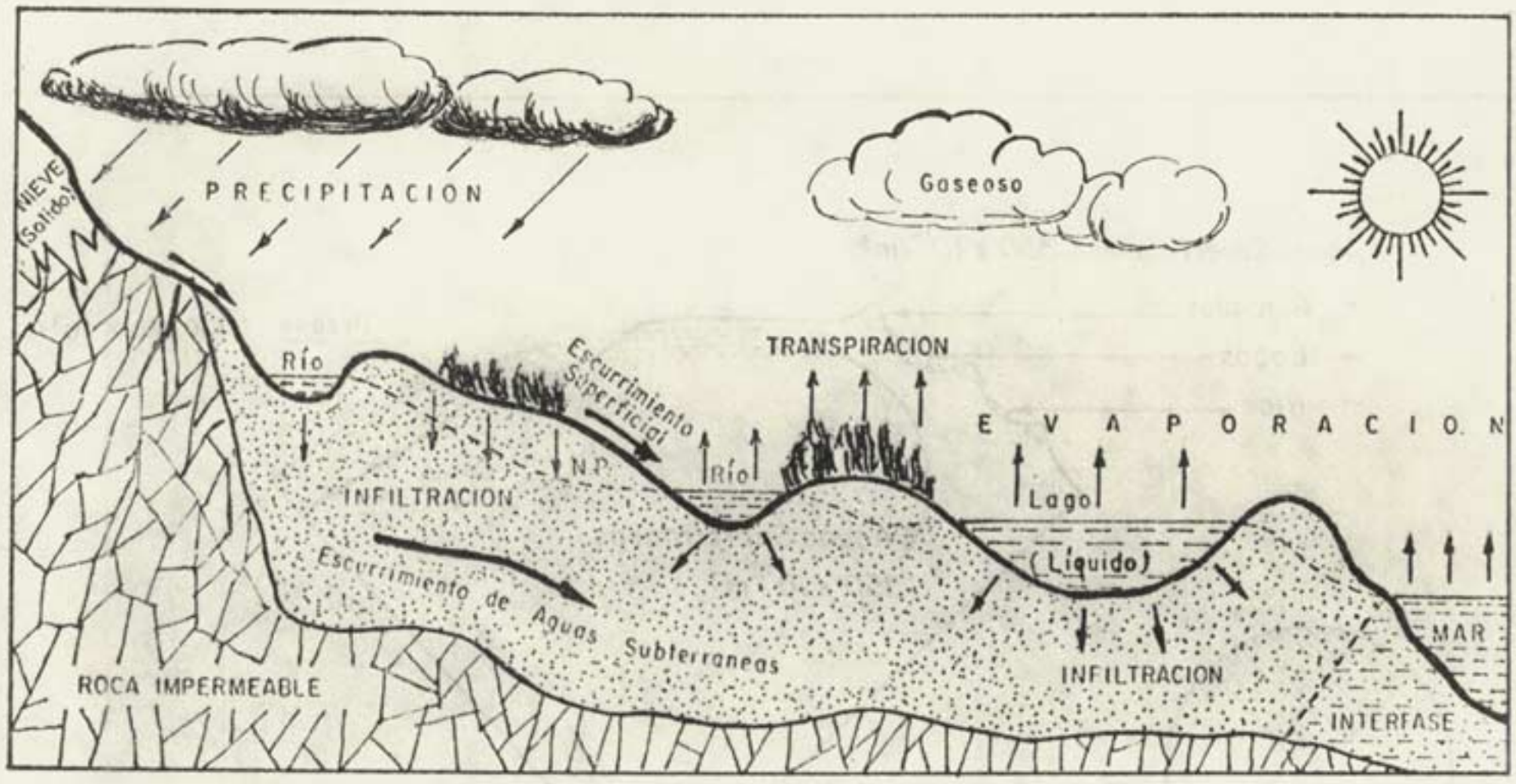
MAL MANEJO

Las aguas continentales, se estiman formadas por 350 x 10^{12} m3. de aguas superficiales y el resto son aguas subterráneas. Estas son las aguas de las que dispone el hombre para su alimentación, haciendo la salvedad que el íntegro de este volumen no es aprovechable puesto que equivaldría a secar los lagos, ríos y napas del planeta. Sólo puede aprovecharse la parte que se renueva anualmente debido al ciclo hidrológico.



DISPONIBILIDAD DE AGUA CONSTANTE VS. AUMENTO PROGRESIVO DE LA DEMANDA MUNDIAL DE AGUA.

Las aguas de los océanos, lagos, ríos e incluso las subterráneas que se encuentran a profundidad, se evaporan bajo la acción del aumento de temperatura provocado por los rayos solares. Se forman así las nubes, las que debido a nuevos cambios de temperatura se condensan y se precipitan sobre la corteza terrestre bajo la forma de lluvia, nieve o hielo.



CICLO HIDROLOGICO

Al llegar al suelo, estas aguas se escurren, hacia los puntos topográficamente más bajos, formando así los arroyos, lagos, ríos y océanos o mares que es donde finalmente se acumulan las aguas que caen sobre la tierra.

En este proceso una parte de las aguas se infiltra cuando encuentra terrenos porosos y permeables; esas son las aguas subterráneas que se escurren, como las aguas superficiales, hasta llegar a un punto de salida que puede ser un río, un lago o un mar. Llegadas las aguas superficiales y subterráneas a su nivel de base (océanos o mares, ríos, lagos), se reinicia el ciclo hidrológico por acción de los cambios de temperatura. Este fenómeno se representa por la ecuación o fórmula siguiente:

$$P = R + E_v + I$$

Donde:

P = Cantidad total de agua que cae sobre una región determinada (generalmente se toma una cuenca hidrográfica), sea como lluvia, hielo o nieve.

R = Escurrimiento de agua superficial (ríos, arroyos, etc.)

E_v = Evaporación y transpiración a través de la vegetación.

I = Cantidad de agua que se infiltra y forma las napas de aguas subterráneas.

Esto significa que la cantidad total de agua que cae en una cuenca en un lapso determinado (generalmente se toma el año hidrológico compuesto por las 4 estaciones climáticas), debe salir de la cuenca hacia su nivel de base, por escurrimiento superficial o subterráneo; o se evapora hacia la atmósfera.

SEGUN ESTADOS FISICOS	SOLIDO:	Nieve, hielo
	LIQUIDO:	Lluvias, ríos, mares, lagos.
	GASEOSOS:	Nubes, neblinas
SEGUN LOCALIZACION	SUPERFICIAL:	Océanos, lluvias, ríos, lagos, nieve, hielo, etc.
CON RESPECTO A LA CORTEZA TERRESTRE	SUBTERRANEA:	Napas freáticas y artesianas, volcánicas, geiseres, etc.



USO DOMESTICO



USO AGRICOLA



USO PECUARIO

Además: poblacional, recursos hidrobiológicos, terapéutico, recreacional, turístico, etc.

COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA

Cada molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Esta es la fórmula química del agua al estado puro. En la naturaleza no se encuentra jamás en este estado. Esto se debe a que en el recorrido sobre y (principalmente) bajo la superficie terrestre las aguas se cargan de materiales que conforman la corteza terrestre. Así, las aguas tienen siempre un contenido salino en solución y a veces hasta en suspensión. Esto sucede con las aguas de lluvia que son consideradas como las de más pura composición química.

Los elementos minerales más comunes presentes en el agua son los más solubles, como: calcio, sodio, potasio, magnesio, bajo la forma de cloruros, sulfatos o carbonatos. También se pueden cargar naturalmente con materias biológicas: plantas, micro-organismos, bacterias, etc.

Artificialmente las aguas también pueden cargarse con elementos minerales o biológicos. Cuando el agua se hace inutilizable para uso poblacional o agropecuario debido a la cantidad elevada de elementos minerales y biológicos se dice que está contaminada.

CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA REQUERIDAS PARA EL USO AGROPECUARIO

Es muy variable dependiendo del tipo de cultivo, clima, y eficiencia de riego en el caso agrícola. En el caso pecuario depende del tipo de animales.

Pecuario:

Para alimentación de animales mayores se considera entre 10 l/día/animal, hasta 80 l/día/animal.

Agrícola:

Para la agricultura se estima groseramente en 1 l/s/Ha.

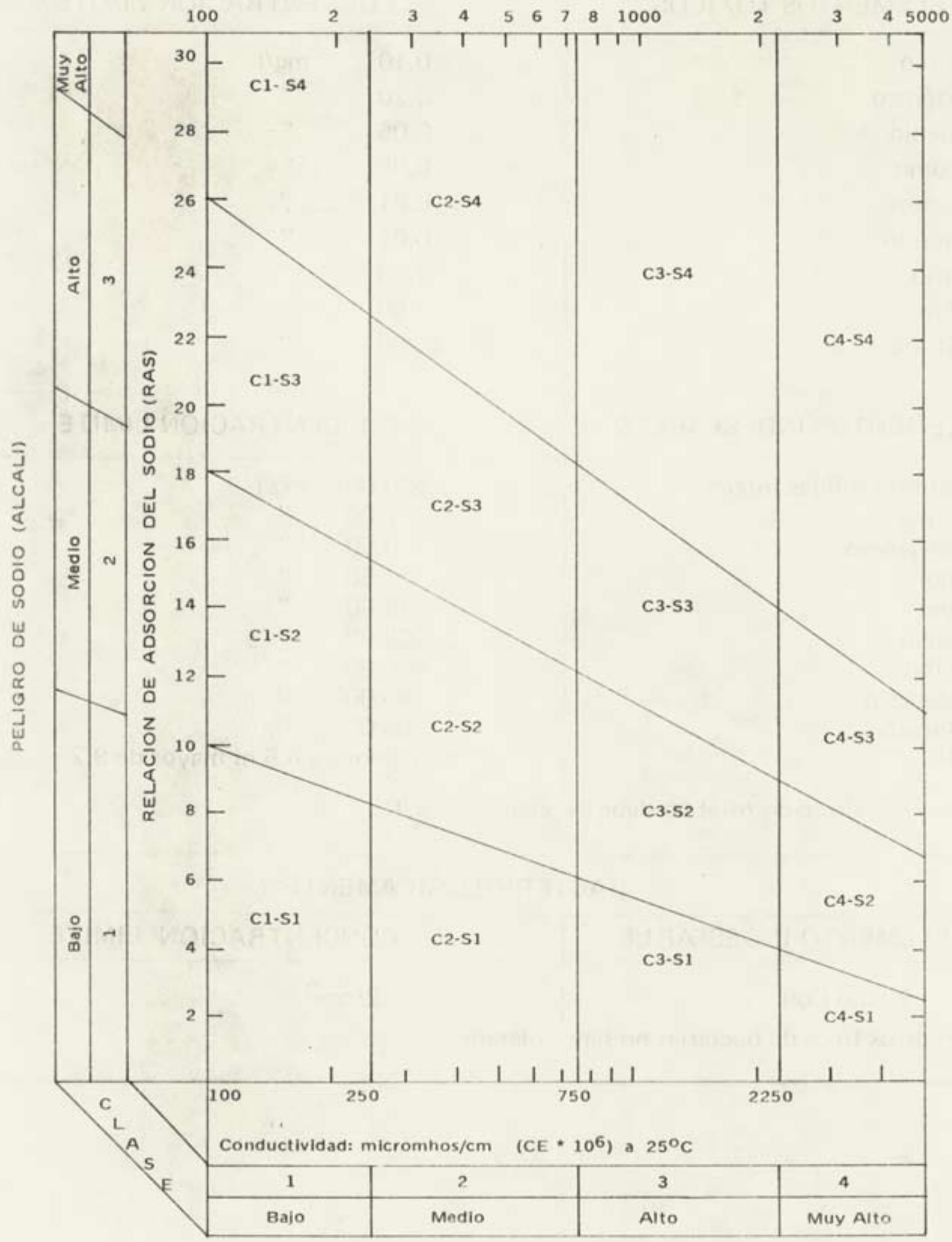
CANTIDAD	
Uso Poblacional:	200 a 500 l/día/habitante
Uso Doméstico:	40 a 150 l/día/habitante
Uso Agrícola:	1 l/s/Ha
Uso Pecuario:	De 10 a 80 l/día/animal

CALIDAD AGUA POTABLE	
MINERALOGICAMENTE	
ELEMENTOS TOXICOS	CONCENTRACION LIMITE
Plomo	0.10 mg/l
Arsénico	0.20 "
Selenio	0.05 "
Cromo	0.05 "
Cianuro	0.01 "
Cadmio	0.01 "
Bario	1.00 "
Fluor	1.50 "
Nitrato	45.00 "
ELEMENTOS INDESEABLES	CONCENTRACION LIMITE
Materias sólidas totales	1,500.00 mg/l
Fierro	1.00 "
Manganeso	0.50 "
Cobre	1.50 "
Zinc	15.00 "
Calcio	200.00 "
Sulfato	400.00 "
Magnesio	150.00 "
Cloruro	600.00 "
pH	no menor de 6.5 ni mayor de 9.2
La mineralización total no debe exceder de 2 gr/l	
BACTERIOLOGICAMENTE	
ELEMENTO INDESEABLE	CONCENTRACION LIMITE
Bacilo Coli	2/cm^3
En otros tipos de bacterias no hay tolerancia	

Para conocer la aptitud del agua con respecto al uso agrícola se utiliza EL DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS PARA RIEGO. Este diagrama clasifica las aguas de acuerdo al peligro de sodio y a su mineralización global. Esta se expresa en unidades de conductividad eléctrica: micromhos/cm. En efecto a mayor cantidad de sales disueltas en el agua la conductividad eléctrica que se registra mediante un equipo especial, será mayor.

Otro elemento importante es la concentración de boro que no debe estar ausente ni depasar una parte por millón

DIAGRAMA



PELIGRO DE SALINIDAD

Agua de Baja Salinidad (C1)

Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

Agua de Salinidad Media (C2)

Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales.

Agua Altamente Salina (C3)

No pueden usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad debiendo, por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales, muy tolerantes a sales.

Agua Muy Altamente Salina (C4)

No es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales.

La clasificación de las aguas de riego con respecto a la RAS, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. No obstante, las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación del sodio en sus tejidos cuando los valores del sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física del suelo.

Agua Baja en Sodio (S1)

Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Agua Media en Sodio (S2)

En suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, a menos que el suelo contenga yeso. Estas aguas sólo pueden usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

Agua Alta en Sodio (S3)

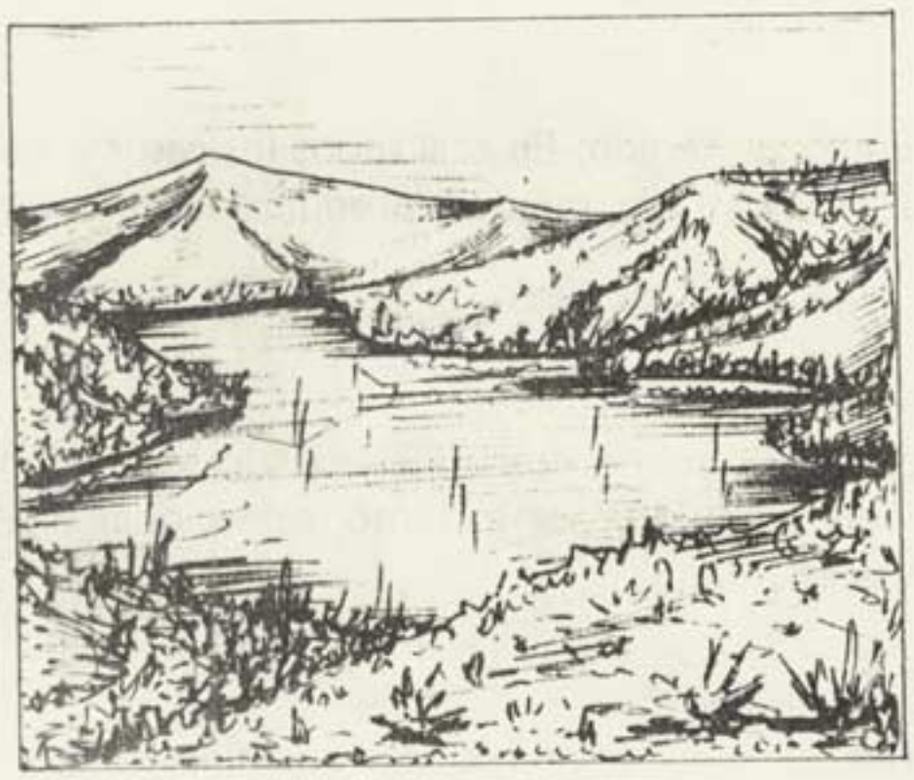
Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitan prácticas especiales de manejo - buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Los suelos yesíferos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de sodio intercambiable, cuando se riegan con este tipo de aguas. Puede requerirse el uso de mejoradores químicos para sustituir el sodio intercambiable; sin embargo, tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas de muy alta salinidad.

Agua Muy Alta en Sodio (S4)

Es inadecuada para riego, excepto cuando su salinidad es baja o media, y cuando la disolución del calcio del suelo y/o la aplicación de yeso u otros mejoradores no hace antieconómico el empleo de esta clase de aguas.

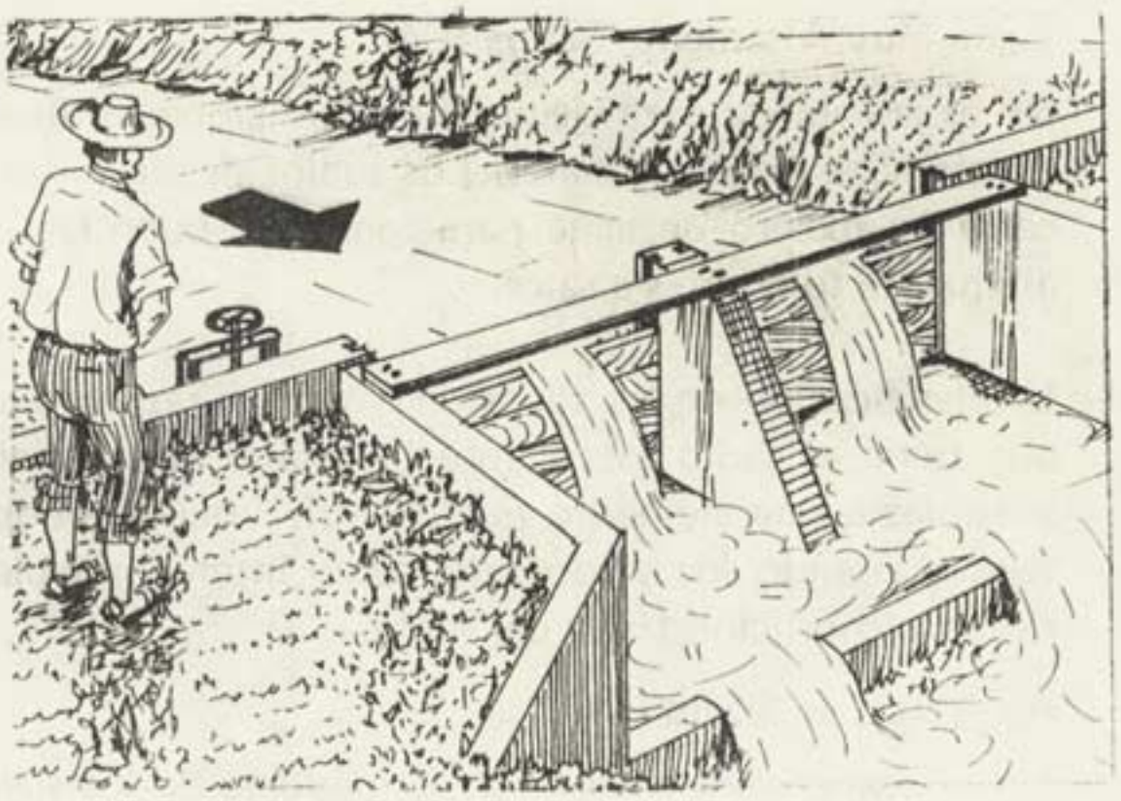
El agua es aprovechable directamente de cualquiera de sus estados.

FUENTES SUPERFICIALES



Naturales:

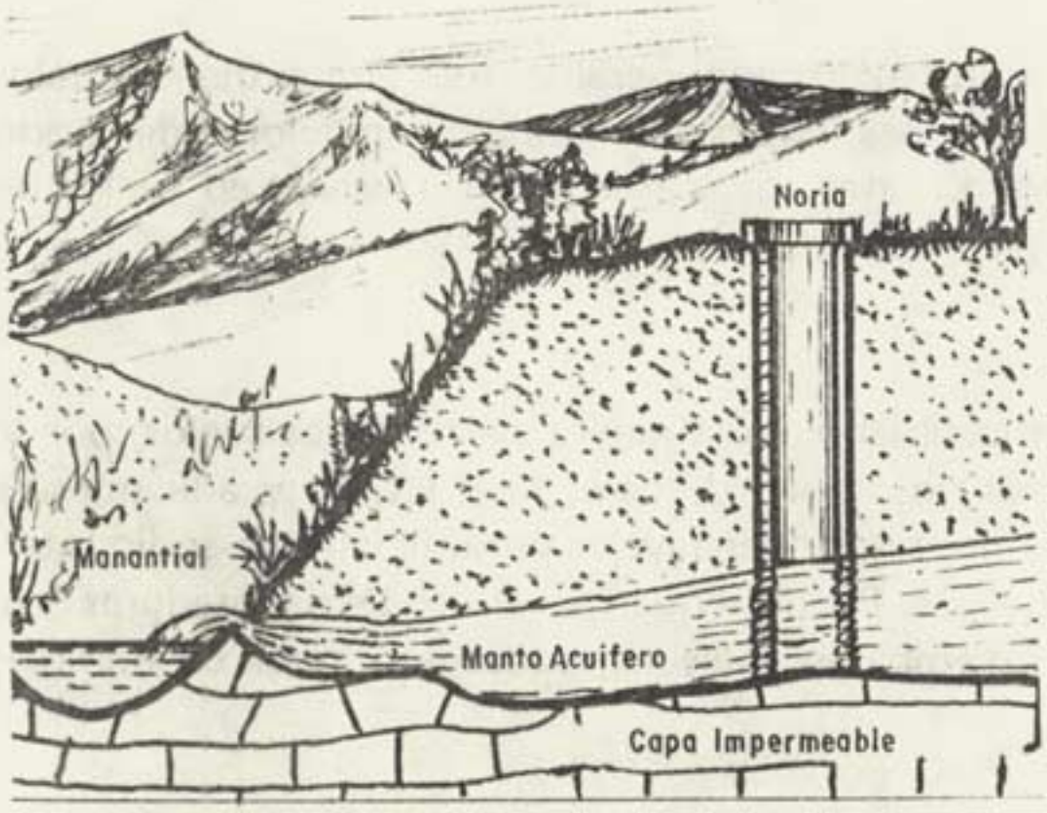
Aprovechamiento de lluvias, agua de deshielos, tomas directas de los ríos, etc.



Artificiales:

Tomas de agua del río, concebidas como obras de ingeniería civil, represas o acueductos construídos en material noble, represamiento de lagunas; túneles para transvase de agua de una cuenca a otra, etc.

FUENTES SUBTERRANEAS



Naturales: Manantiales

Artificiales: Pozos y galerías filtrantes

Es recomendable el uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas. Por ejemplo: en época húmeda se pueden captar y utilizar las aguas de lluvia y de ríos. El excedente puede ser almacenado en pequeñas presas o jagueyes, para ser utilizado en épocas de sequía conjuntamente con las aguas subterráneas.

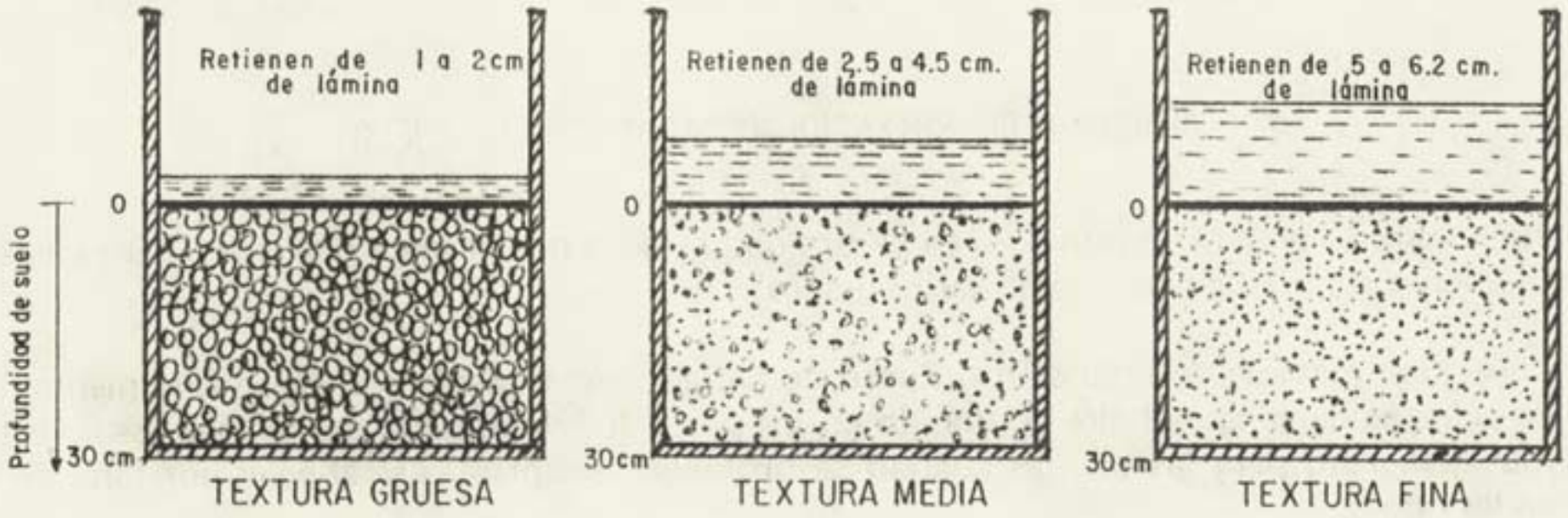
EL SUELO COMO RESERVORIO PARA AGUA

La práctica de riego se basa en considerar al suelo como un reservorio donde se almacena el agua y del cual las raíces de las plantas van extrayendo la humedad que necesitan para poder vivir, es decir, la requerida por sus necesidades fisiológicas.

Entre las partículas de suelo de diferentes formas y tamaños quedan espacios vacíos o huecos denominados poros, donde se almacenan e intercambian el agua y el aire del suelo. El aire del suelo es un elemento necesario para la respiración de las raíces y complemento para el desarrollo de los tejidos de la planta. Un buen equilibrio entre el contenido de agua y aire constituye la clave para un buen manejo de riego, y el rendimiento agrícola.

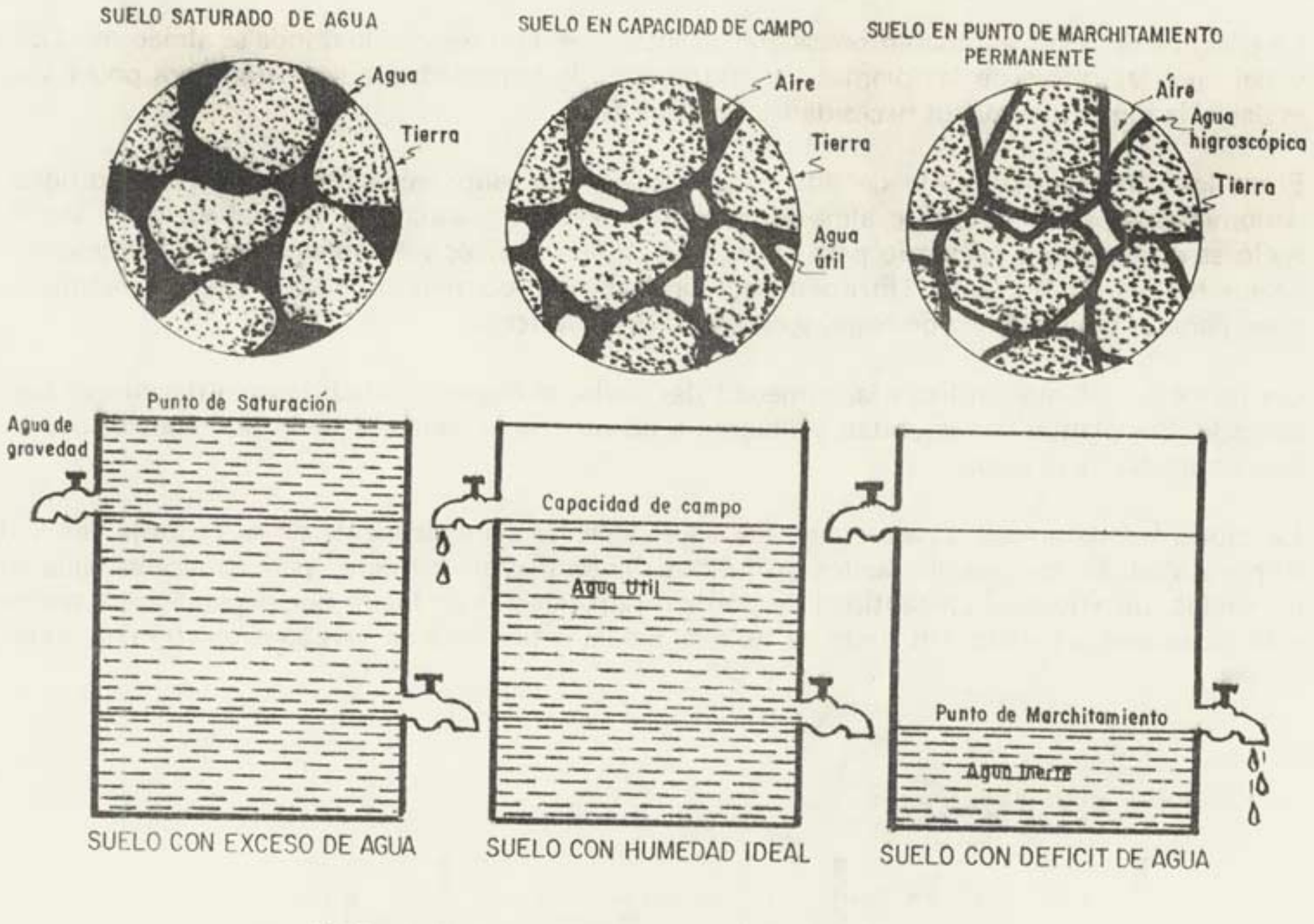
Conforme las plantas utilizan la humedad del suelo, la disponibilidad de agua disminuye hasta agotarla. Las plantas se marchitan y mueren a no ser que el agua del suelo sea repuesta por una lluvia o mediante el iego.

La capacidad de un suelo para almacenar agua depende principalmente de su **profundidad** y de su **porosidad.** En general, los suelos profundos tienen mayor capacidad para almacenar agua que los suelos superficiales. La cantidad de poros o porosidad es un factor que depende de la textura y la estructura del suelo. Un suelo de textura media o fina retiene más agua que uno de textura gruesa.



LAMINAS DE AGUA QUE ALMACENAN LOS SUELOS A 30 cms. DE PROFUNDIDAD SEGUN SUS TEXTURAS

CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA POR EL SUELO



CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA POR EL SUELO

También llamado poder de retención. Es la cantidad de agua que el suelo puede retener expresado en volumen. Esta retención presenta varios grados:

- Capacidad máxima de retención o Punto de Saturación: Considera al suelo totalmente lleno de agua, es decir que el aire contenido en los poros fué desplazado por el agua. Es un estado muy peligroso para las plantas cuando se prolonga. Las plantas se ahogan por falta de aire en las raíces.

- Capacidad de retención o de campo: Es cuando el suelo se encuentra aún mojado, pero todo el exceso de agua se ha escurrido (drenado). Este estado se alcanza luego de 6 a 48 horas de haber regado.

- Punto de marchitamiento: Es el contenido de humedad mínima del suelo que las plantas ya no pueden extraer, y se marchitan. En consecuencia se debe regar antes de alcanzar este grado.

El agua contenida entre los límites: **Capacidad de campo y Punto de Marchitamiento,** corresponde al AGUA UTIL o disponible para las plantas.

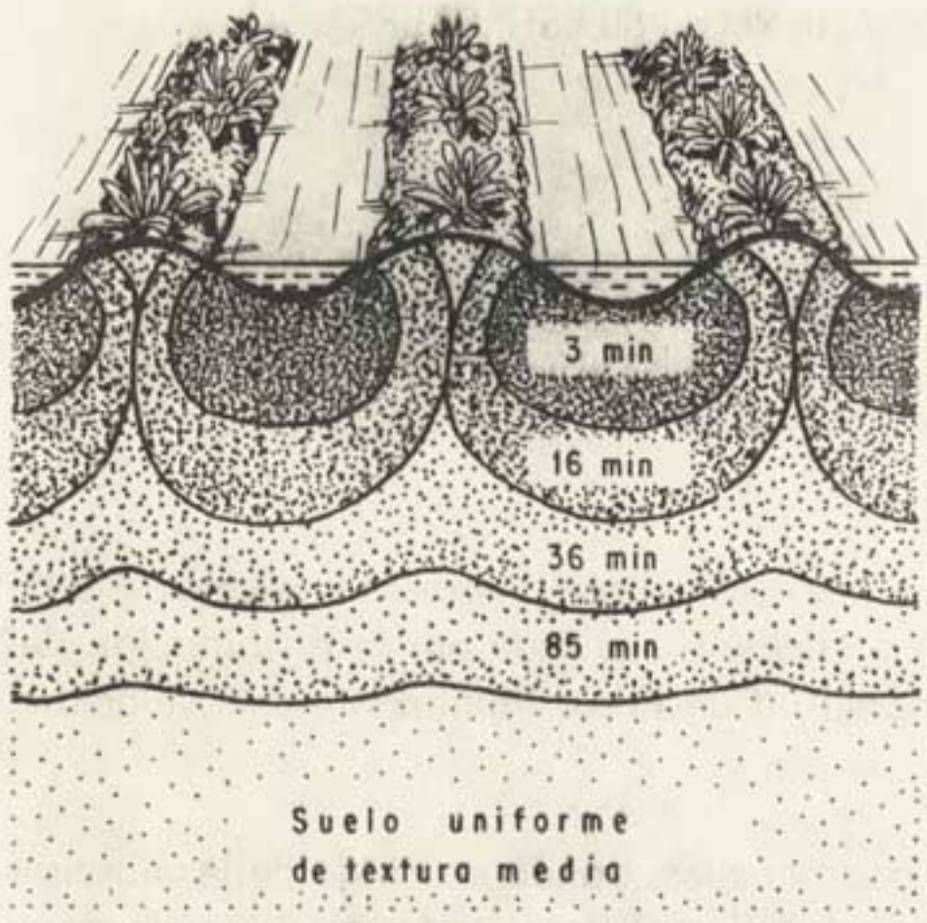
El agua contenida por debajo del **"Punto de Marchitamiento"** no puede ser aprovechada por las plantas. Su fuerza de succión es menor a la adherencia del agua a las partículas del suelo. Esta agua es conocida como AGUA INERTE.

PERMEABILIDAD DEL SUELO. Cualitativamente es el estado de un medio poroso con relación a la rapidez con que dicho medio transmite fluidos, mientras que cuantitativamente es la propiedad específica de la que depende la rapidez con que un medio poroso transmite fluidos bajo condiciones standard.

INFILTRACION. Es la entrada vertical del agua en el suelo.

VELOCIDAD DE INFILTRACION. Es el volumen de agua que pasa el suelo por unidad de área en una unidad de tiempo y es expresado en unidades de velocidad (m/día, cm/hora, pies/día, pulg/hora).

SATURACION. Momento en que los poros o espacios vacíos del suelo se llenan completamente de agua. Una vez saturado un suelo, se hincha el espacio libre de los poros y la velocidad de infiltración del agua se hace constante, es decir se estabiliza.



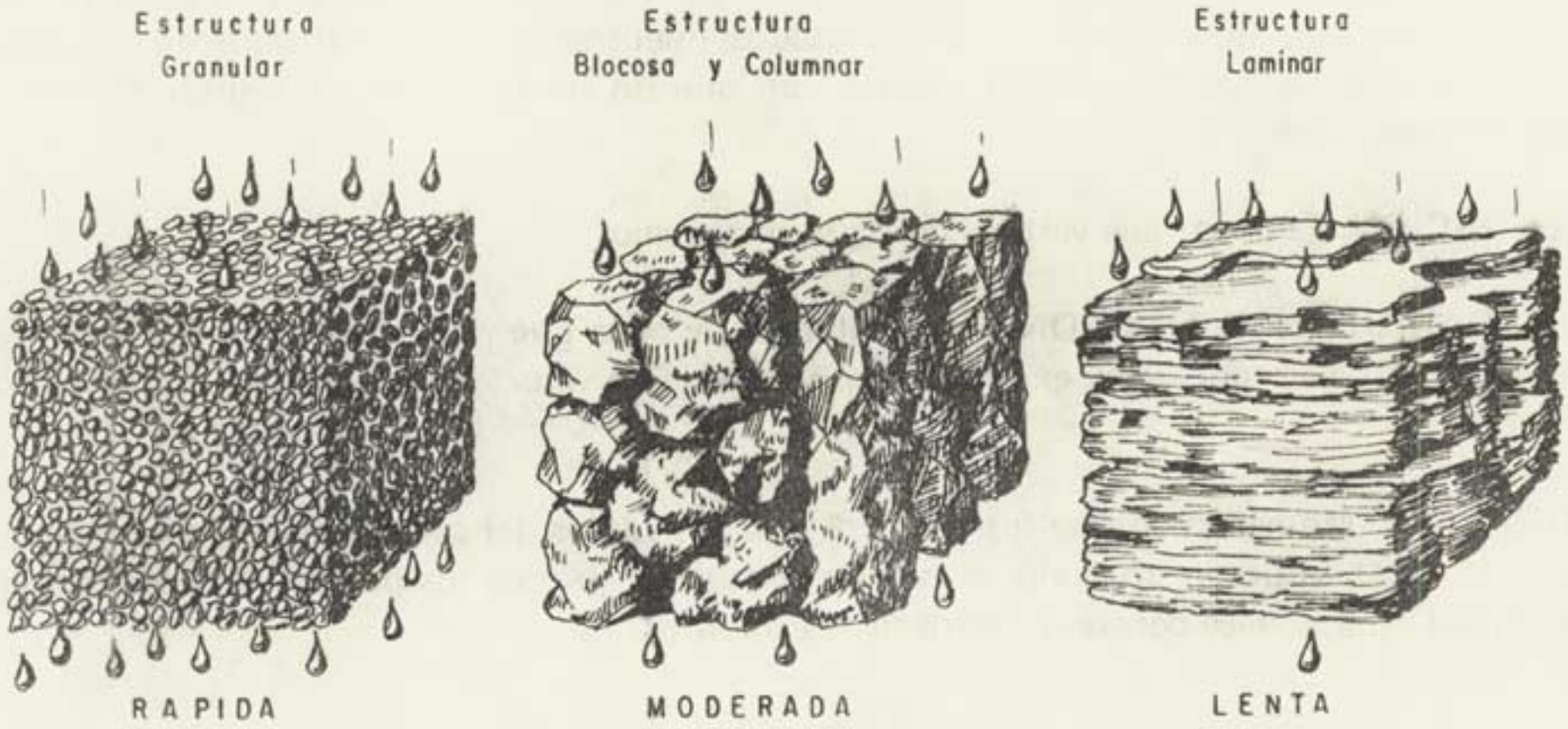
TIEMPO DE PENETRACION DEL AGUA EN EL SUELO

La excesiva permeabilidad causa fuertes pérdidas de agua en las acequias de tierra y en la cabecera de las unidades de riego. Además produce pérdidas de fertilizantes por lavado.

Cuando es muy lenta o casi nula, se producen otros problemas más graves aún, tales como la asfixia de las raíces por falta de oxígeno.

En el cuadro adjunto se presenta las diferentes clases de permeabilidad de las tierras. La infiltración se expresa en cm/hora a través de una porción de tierra saturada bajo una altura o lámina de agua de 12.7 mm.

PERMEABILIDAD	INFILTRACION (cm/hora)
– Muy lenta	0.127
– Lenta	0.127 – 0.50
– Relativamente lenta	0.50 – 2.00
– Media	2.00 – 6.35
– Relativamente rápida	6.35 – 12.70
– Rápida	12.70 – 25.00
– Muy rápida	más de 25.00



PENETRACION DEL AGUA EN EL SUELO DE ACUERDO A SU ESTRUCTURA

La velocidad de infiltración del agua en el suelo, varía en razón a la textura y al contenido de humedad del suelo. En suelos pesados (arcilla) esta velocidad es menor que en suelos ligeros (arenas). En suelos similares cuanto mayor sea el contenido de humedad del suelo, menor será la velocidad de infiltración.

Sin embargo a medida que la humedad de las capas superiores del suelo aumenta, la velocidad de infiltración decrece, debido a la mayor resistencia que encuentra el agua por la disminución del espacio poroso del suelo y por el incremento de la longitud de flujo. Finalmente esta velocidad se hace casi constante.

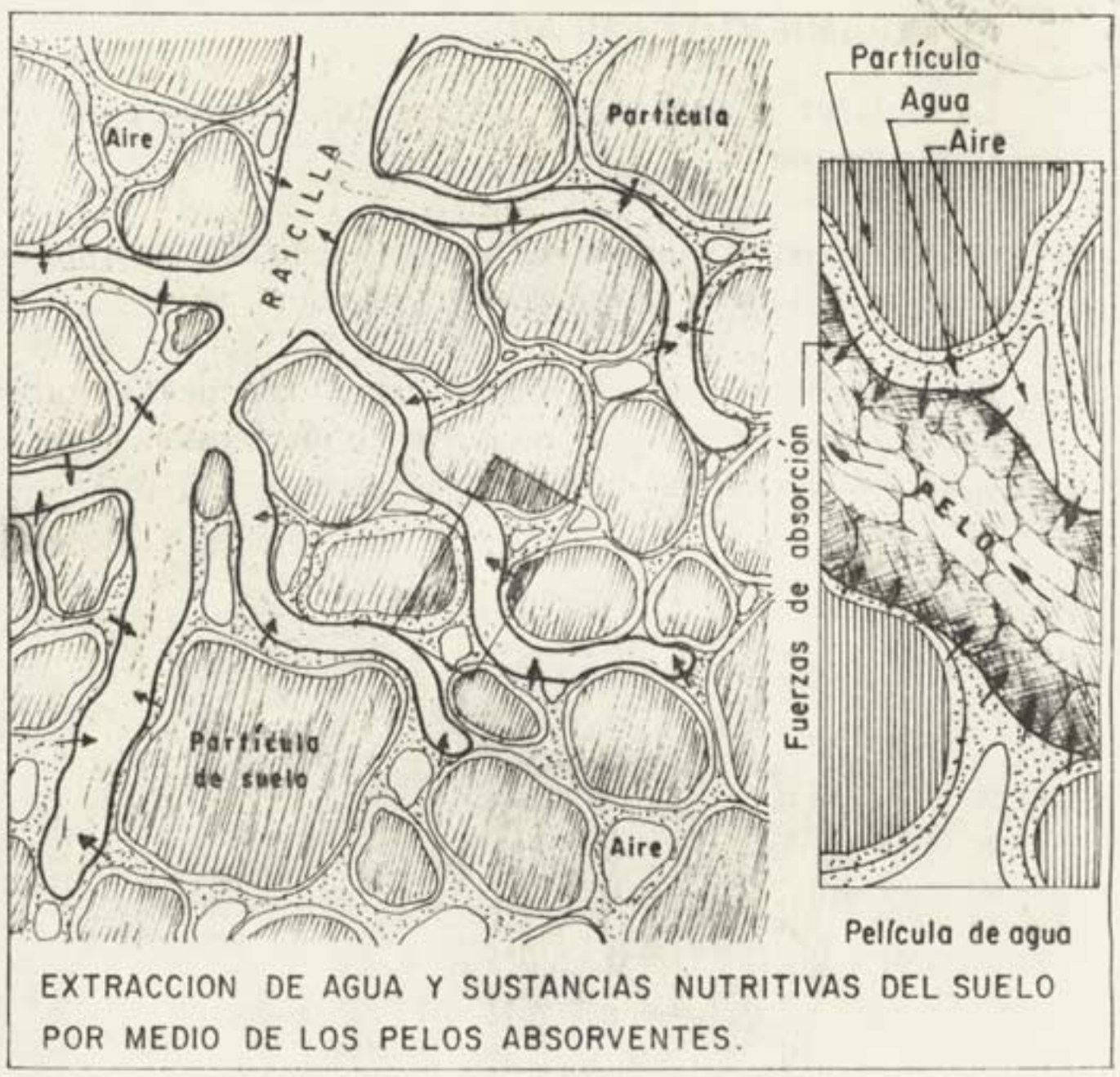
Si graficamos esta característica en un sistema de coordenadas, donde en el eje de las abscisas representamos el tiempo y en las ordenadas la velocidad de infiltración en cm/hora desde el inicio de la prueba, obtendremos:



PROFUNDIDAD DE RAICES

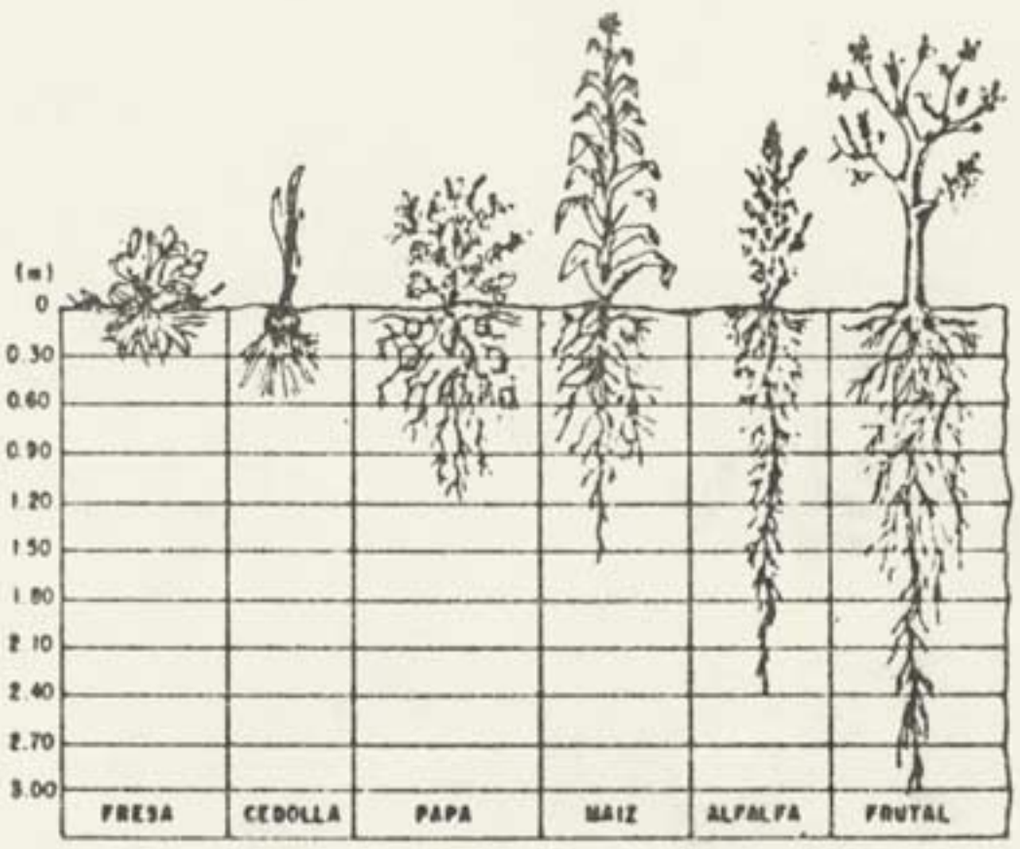
La humedad que las plantas requieren para su desarrollo generalmente proviene del suelo y la obtienen por medio de sus raíces. La superficie de absorción en las raíces de las plantas depende de la profundidad que tales raíces alcanzan.

Cada raíz o raicilla tiene pelos en sus extremos que están en contacto directo con las partículas del suelo y con los espacios porosos donde obtienen oxígeno. A causa de una fuerza denominada de OSMOSIS y (otras de absorción), los pelos de las raíces extraen la humedad de la película de agua que envuelve las partículas de suelo. Los sistemas radiculares de las plantas varían según las especies, variedades y diversos factores del suelo que condicionan o limitan su desarrollo.



EXTRACCION DE AGUA Y SUSTANCIAS NUTRITIVAS DEL SUELO POR MEDIO DE LOS PELOS ABSORVENTES.

CULTIVOS	PROFUNDIDAD RAICES (metros)
– Fresa	0.20 – 0.30
– Frijol	0.60 – 0.90
– Cebolla	0.40 – 0.60
– Zanahoria	0.60 – 0.90
– Maíz	1.20 – 1.50
– Papa	0.90 – 1.20
– Caña Azúcar	0.90 – 1.00
– Algodón	1.20 – 1.80
– Vid	2.40 – 3.00
– Lechuga	0.30 – 0.45
– Col	0.30 – 0.60
– Alfalfa	2.00 – 2.40
– Pastos forrajeros	0.90 – 1.20
– Rábanos	0.30 – 0.45
– Espinaca	0.30 – 0.60
– Cacahuate	0.45 – 0.60
– Frutales	2.40 – 3.00



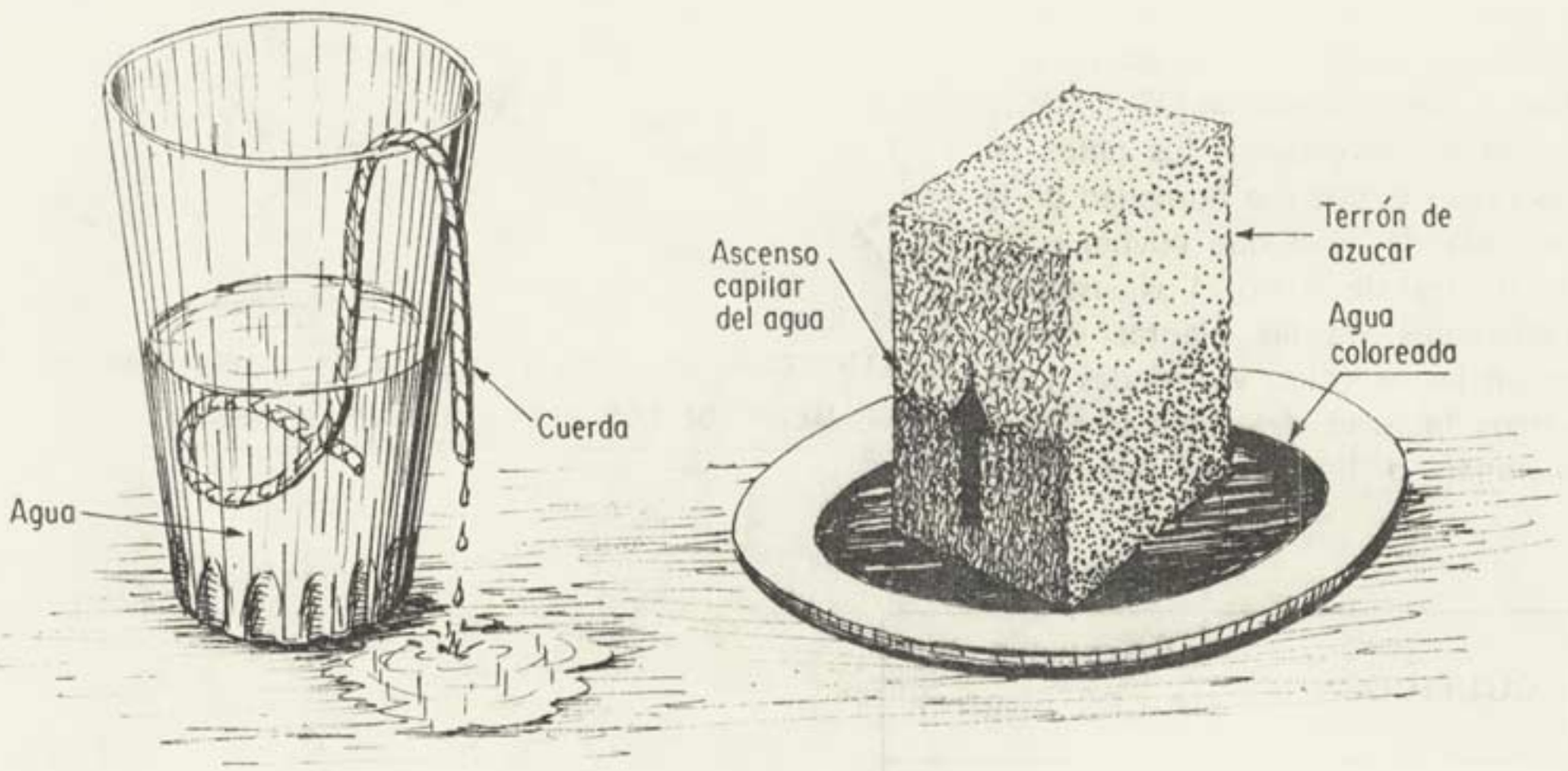
PROFUNDIDAD DE RAICES DE ALGUNOS CULTIVOS EN METROS

EL MOVIMIENTO CAPILAR

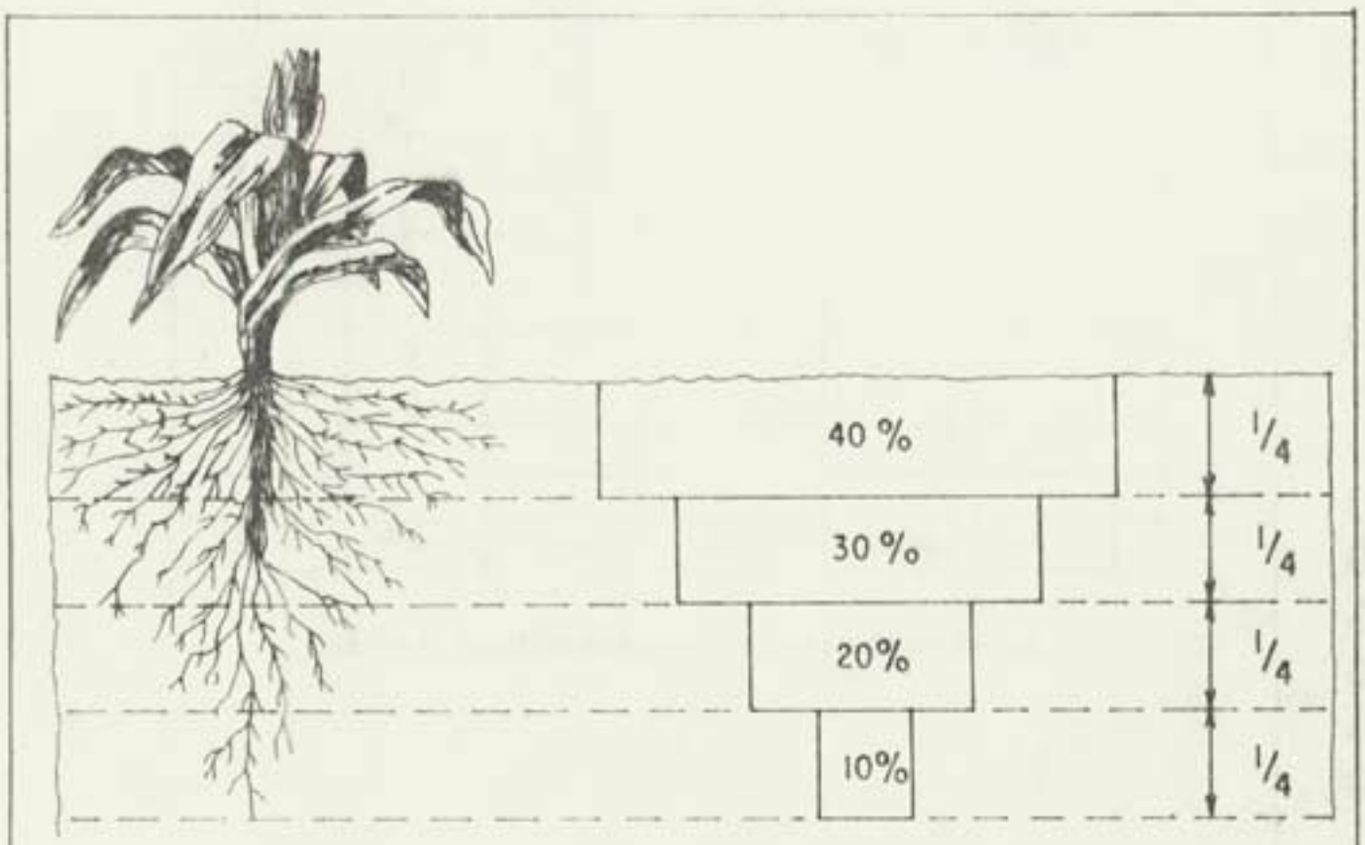
La cantidad de agua que las plantas consumen y transpiran permanentemente se explica por los fenómenos de:

- Movimientos capilares del agua del suelo hacia las raíces
- Crecimiento de las raíces en el suelo húmedo.

El movimiento capilar se origina cuando las raíces absorben el agua que se encuentra alrededor de las partículas del suelo, produciendo una tensión. Como consecuencia el agua que se encuentra en los capilares se moviliza hacia las raíces.



ACCION CAPILAR



DISPOSICION DE LAS RAICES DE MAIZ EN UN SUELO UNIFORME CON ADECUADA HUMEDAD Y PORCENTAJES PROMEDIOS DE ABSORCION DE HUMEDAD POR LAS RAICES SEGUN SU PROFUNDIDAD.

Absorción de agua por las raíces profundas

Cuando las raíces se encuentran en crecimiento se alargan con tanta rapidez que mantienen contacto con la humedad en forma satisfactoria. Con este buen desarrollo la planta puede captar la humedad necesaria de las capas más profundas; pues si las raíces superficiales agotan el contenido de humedad de las primeras capas hasta el punto de marchitez las necesidades de la planta pueden satisfacerse por medio de las raíces profundas.

CANTIDAD DE RIEGO







Con el riego se procura dar al suelo la humedad óptima para el desarrollo de las plantas. Este humedecimiento debe hacerse hasta llegar a la profundidad promedio de las raíces. Cuando se aplica riego en exceso, el agua penetra a mayor profundidad de las zonas de raíces y por lo tanto se pierde. Pero si el riego es demasiado leve, sólo la parte superior de la zona de raíces alcanza la humedad óptima y la parte inferior sigue seca y no proporciona el agua necesaria para su crecimiento.

Normalmente los cultivos absorben agua gradualmente. Sin embargo, esta continua absorción es cada vez más difícil y las plantas son puestas en tensión. Si esta tensión se prolonga por falta de riego, las plantas se mueren.

FISIOLOGIA Y CONSUMO DE AGUA DE LAS PLANTAS

Las plantas pierden agua en forma de vapor, lo que es denominado **transpiración.** Las raíces absorven agua en función a la transpiración: a mayor temperatura transpiran más y el agua se desplaza dentro de la planta debido a las diferencias de presión o grados de saturación.

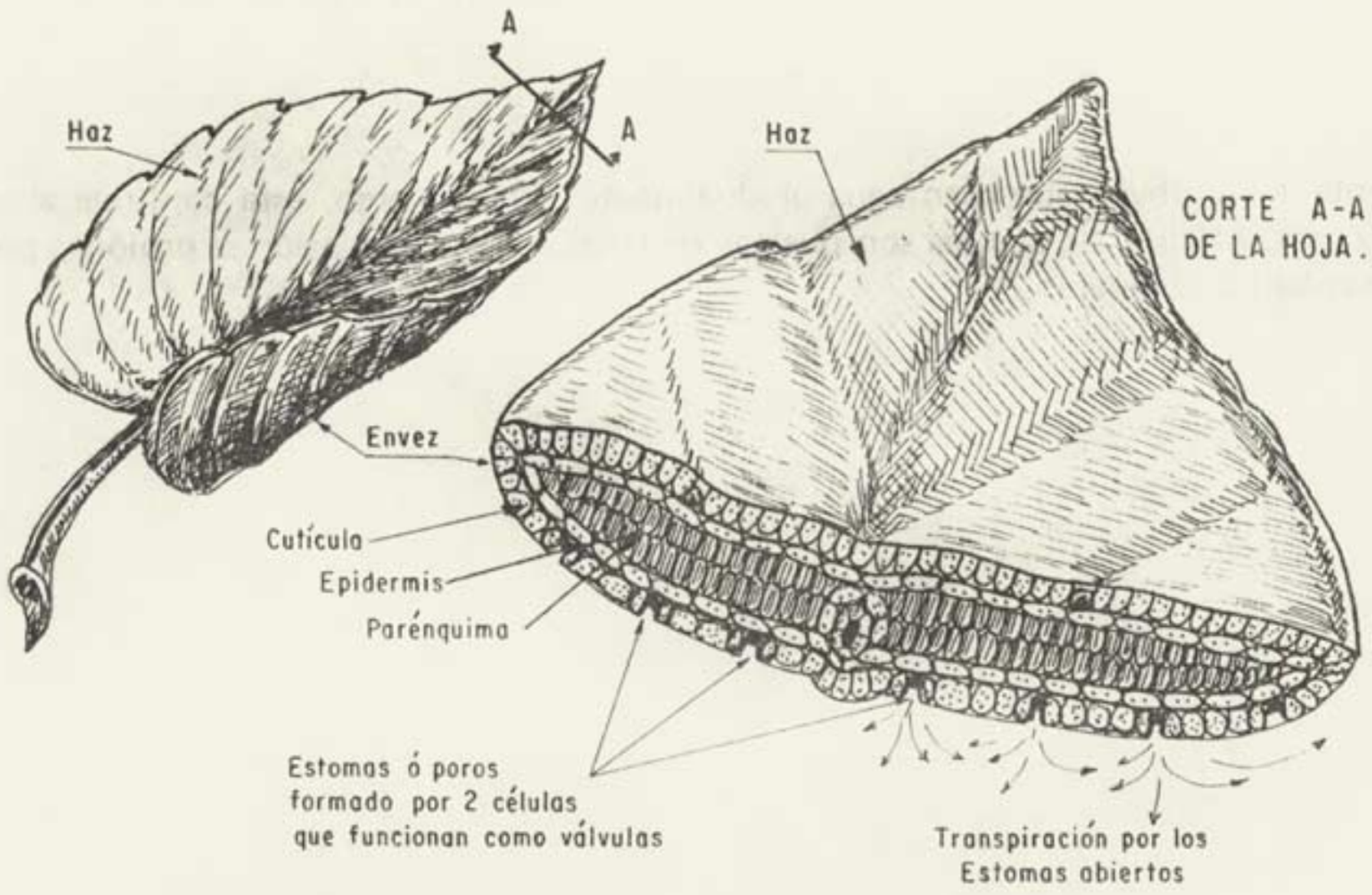
La absorción de agua también se produce por las hojas, pero es menor que por las raíces. Porque la superficie radicular en contacto con el suelo es mucho mayor que la superficie foliar en contacto con el aire.

Los estomas son pequeños poros que varían según la especie de planta de 5,000 a 100,000 por centímetro cuadrado de hoja. En presencia de la luz tienen la propiedad de abrirse y establecer contacto entre el interior de la hoja y la atmósfera. Este hecho aumenta la absorción de CO2 (anhidrido carbónico) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis. Al mismo tiempo deja salir el vapor de agua de la planta a través de la epidermis de la hoja que se encuentra revestida de una capa poco permeable llamada cutícula. Este proceso se llama **trnspiración cuticular.**

Con la deshidratación de la hoja por la transpiración disminuye la tensión del agua en sus tejidos y empieza el movimiento ascedente de la columna hídrica a través del xilema (vasos leñosos) desde las raíces a las hojas.

Tanto la pérdida de agua como el movimiento de la columna de agua en la planta y la absorción de humedad del suelo sigue más o menos paralelamente el ciclo de la temperatura y la intensidad de luz durante el día.

Los estomas se cierran con la disminución de la temperatura y de la luz. Sin embargo, la absorción continúa hasta que se saturan nuevamente tanto los tejidos antiguos como los nuevos tejidos que la planta va produciendo.



PROCESO DE LA TRANSPIRACION EN UNA HOJA

El consumo de agua está representado por la cantidad mínima de agua necesaria para producir una cosecha; o sea, el agua que la planta utiliza en su proceso fisiológico de transpiración y formación de tejidos. Se incluye además el agua que se evapora desde la superficie del suelo cultivado. Dicho consumo de agua se llama EVAPOTRANSPIRACION

– **Evaporación.** La evaporación del agua desde la superficie del suelo es un fenómeno natural gobernado por los mismos factores físicos que la transpiración. Sin embargo, se reduce a medida que la humedad del suelo decrece por debajo de la capacidad de campo. Por eso la **evaporación** es mínima en las tierras que tienen buen drenaje interno.

– **Transpiración.** Es el movimiento del agua desde el suelo hacia el aire a través de las plantas. Este proceso es afectado por muchos factores como la temperatura y humedad ambientales, las condiciones físicas del suelo, el nivel de agua dentro del mismo, la cantidad de luz solar disponible para los procesos metabólicos, el ciclo metabólico de la planta, etc.



ESQUEMA DEL USO CONSUNTIVO

EVAPORATRANSPIRACION POTENCIAL (ETP)

Es la máxima cantidad de agua que "podría" evapotranspirar un cultivo de pasto uniformemente distribuído, considerándose muy buenas condiciones de humedad es decir sin déficit. Esta "evapotranspiración potencial" es utilizada como referencia para calcular el uso consuntivo o evapotranspiración real de los diferentes cultivos.

EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETA)

Es la cantidad de agua que puede consumir un cultivo bajo condiciones climáticas reales. Puede calcularse a partir de la "evapotranspiración potencial" afectándose de su correspondiente coeficiente así: ETA = k x ETP, dependiendo este coeficiente del tipo de cultivo y su período de crecimiento.

De una manera muy general podemos indicar que la evapotranspiración es mayor en zonas cercanas al ecuador terrestre, y menor conforme se alejan, es decir, hay mayor consumo de agua para un mismo cultivo en dicha zona que en zonas más alejadas debido a la mayor radiación solar.

Requerimiento de Agua de las Plantas

Depende de los siguientes factores:

a) Factores meteorológicos
   - Temperatura
   - Humedad relativa
   - Horas de sol
   - Vientos
   - Radiación solar

b) Condiciones de la Vegetación
   - Número y tamaño de las hojas
   - Tipo de follaje
   - Altura de las plantas, etc.

c) Condiciones del Suelo
   - Humedad disponible
   - Retención de humedad

Se utilizan diversos métodos para determinar el consumo de agua de las plantas de acuerdo a la localidad.

Cultivo de plantas en tanques. Se localiza tanques especiales dentro de grandes áreas sembradas con las mismas plantas, a fin de reproducir en lo posible las condiciones naturales. En estos es posible controlar los ingresos del agua de riego.

Cultivos en parcelas. Consiste en regar periódicamente las parcelas en el campo y determinar el agua aplicada y el de escorrentía.

Muestreo de Suelos. Consiste en tomar muestras periódicas de suelos a profundidad escalonada para determinar el contenido de humedad de los mismos.

Fórmulas basadas en datos climatológicos. Con el fin de estimar el consumo probable de agua en determinada localidad se han propuesto diversas fórmulas que basadas en ciertos parámetros meteorológicos (temperatura, Humedad relativa, horas de sol, velocidad del viento, etc.) permiten estimar indirectamente los requerimientos de agua de los cultivos.

CLASIFICACION DE TIERRAS PARA RIEGO

INTRODUCCION

La clasificación de tierras sirve para determinar la adaptabilidad de los suelos para el riego, lo cual es necesario para planificar el sistema y manejo de riego.

La diferenciación entre clases de tierras se realiza en base a **factores:**

a) Físicos: El suelo
la topografía
el drenaje

b) Económicos:
La capacidad productiva
costos de producción
costos de desarrollo
capacidad de pago

Para la selección de tierras se debe tener un levantamiento básico de suelos, de topografía y del uso actual de la tierra.

Pero, todos los factores mencionados no son suficientes porque varían según la región geográfica. Por ello, los métodos de clasificación de suelos se adecúan a la realidad socio-económica de cada zona.

1. Factores Físicos

El Suelo
El factor Suelo abarca varias características: textura, profundidad efectiva, salinidad y sodicidad; (presencia de fragmentos dentro del perfil de velocidad de infiltración y capacidad de retención de humedad que nos determina su productividad)

Las propiedades del suelo ideal dependen de los cultivos, de la tecnología de los agricultores y su capacidad económica.

La Topografía
La Topografía con sus elementos: pendiente y relieve puede incidir fuertemente en los costos y determina el método de riego. Asimismo condiciona problemas de drenaje externo, erosión y entrada de agua.

Drenaje
El Drenaje abarca la evaluación del drenaje externo e interno y los problemas de inundación. Al regar un terreno hay que planificar el desague de los excesos de agua para evitar acumulaciones en las partes bajas.

2. Factores Económicos

Capacidad Productiva
La CAPACIDAD PRODUCTIVA de la tierra se refiere al rendimiento esperado de los cultivos más comunes en un determinado terreno bajo determinadas prácticas de manejo. Se expresa en Kg/ha., pero es traducido a pesos/ha. Siempre se indica el nivel técnico utilizado.

Costos de Producción
Incluyen los gastos de mano de obra, maquinaria, pesticidas, herbicidas y fertilizantes. Estos gastos dependen de los factores físicos, así como de los cultivos que sembramos. La relación entre capacidad productiva y los costos de producción se denomina: PRODUCTIVIDAD

Costos de Desarrollo
Son los costos de deforestación, nivelación, drenaje, sub-canales, etc., para adecuar las tierras a un riego productivo.

Capacidad de Pago
La elación entre los factores físicos y los económicos nos sirve para determinar la CAPACIDAD DE PAGO del terreno. Esta se utiliza para establecer las diferentes clases de aptitud de riego. Suelos con mejor aptitud para riego, tendran mayor capacidad de pago.



CLASES DE APTITUD DE TIERRAS PARA RIEGO

Hay 6 clases de Tierra:

CLASE I: (ARABLE) Son las tierras de mayor aptitud para el riego
Características: relieve suave y poca pendiente, suelos profundos, textura franca, sin erosión, buen drenaje.

CLASE II: (ARABLE) Son las tierras de buena aptitud para el riego, pero muestran deficiencias: topografía irregular, drenaje moderado, textura ligera.

CLASE III: (ARABLE) Son tierras de moderada aptitud con deficiencias fuertes: superficie irregular, pendientes hasta 12 o/o, pedregosos, requieren manejos especiales.

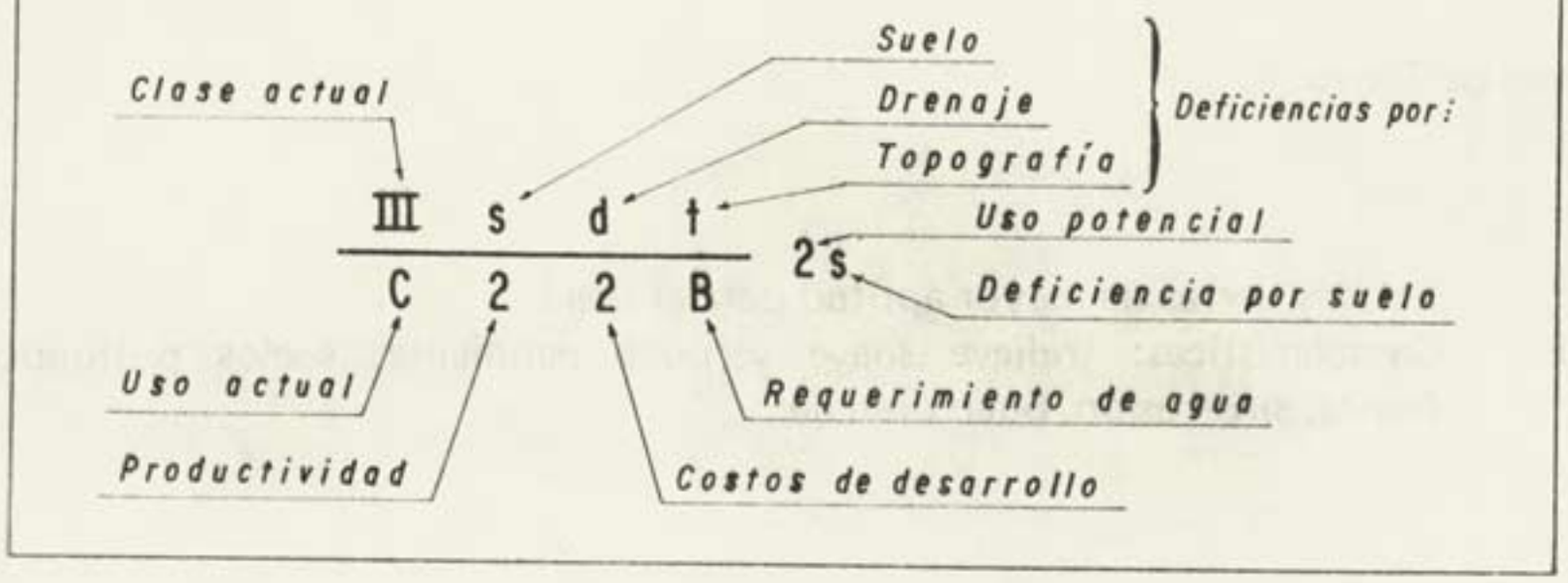
CLASE IV: (ARABLE LIMITADA) Son tierras de poca aptitud para el riego. Se puede adaptar solo a pocos cultivos con prácticas mecánicas, como drenaje, nivelación, despiedre, etc.

CLASE V: (NO ARABLE) Son tierras no aptas para el riego de pendientes muy fuertes que pueden ser aprovechadas a través de estudios económicos y de ingeniería, y la subsiguiente construcción de infraestructura (como andenes-terrazas, etc.).

CLASE VI: Son las tierras no aprovechables para riego.

EL MAPA DE SUELOS SEGUN SU APTITUD PARA EL RIEGO

En un mapa de suelos se presentan los factores que describen una determinada clase de aptitud de tierras para el riego. Esto se presenta en un quebrado:



La fórmula de este ejemplo describe un suelo con las siguientes características:

Clase de aptitud: III
Deficiencia de suelo: S
Deficiencia de drenaje: d
Deficiencia de Topografía: t

Abajo se indica:

Factores económicos:

- Productividad
- Costo de Desarrollo

Otros factores:

- Uso de la tierra
- Requerimiento de agua

Después del quebrado se concluye con la aptitud potencial que es la aptitud del suelo después de haber eliminado las deficiencias temporales. En nuestro ejemplo deficiencia por topografía se elimina con una adecuada nivelación, deficiencia por drenaje se subsana con la instalación de un sistema de drenaje y la dificiencia suelo (en nuestro caso salino) se elimina por lavado; en consecuencia el suelo que originalmente tenía una aptitud para Riego III, pasa a ser clase II.

A continuación se presentan los parámetros utilizados en la clasificación de suelos de acuerdo a su aptitud para riego.

PARAMETROS UTILIZADOS EN LA CLASIFICACION DE TIERRAS DE ACUERDO A SU APTITUD PARA EL RIEGO

FACTORES FISICOS

A) **SUELO**

Símbolo	CE x 10^{-3} mmhos/cm.	Clase
Sin símbolo	0.0 – 4	libre de sales
S^1	4.1 – 8	ligeramente salino
S^2	8.1 – 15	moderadamente salino
S^3	15.1 – 30	salinos
S^4	30.1 – –	fuertemente salino

SODICIDAD

Símbolo	Rango de PSI	Clase
Sin símbolo	0 – 8	normal
N^1	8 – 15	ligeramente sódico
N^2	más de 15	fuertemente sódico

TEXTURA

Textura ligera (L)	A – AF
Textura Media (M)	FA-F-FL-L
Textura Fina (F)	FAr - FArl - FArA
Textura muy fina (MF)	ArA - Arl - Ar

PROFUNDIDAD Y TEXTURA

Relación de la Profundidad y Textura mediante la expresión:

$$\frac{(0\text{-}30) - (30\text{-}80)}{80\text{-}160}$$

EROSION

Símbolo	Grado
Nula	Sin símbolo
Erosión ligera	e^1
Erosión moderada	e^2
Erosión severa	e^3
Erosión muy severa	e^4

B) TOPOGRAFIA

Pendiente

Símbolo	o/o de inclinación			Descripción
A	0	–	2	a nivel
B	2.1	–	6	suavemente inclinado
C	6.1	–	13	inclinada
D	13.1	–	25	moderadamente escarpada
E	25.1	–	más	escarpada

RELIEVE

Símbolo	Descripción
Sin símbolo	Plano
1	lig. ondulado
2	ondulado
3	fuertemente ondulado
4	quebrado

C) DRENAJE

Símbolo	Descripción
W_0	muy escasamente drenado
W_1	escasamente drenado
W_2	imperfectamente drenado
W_3	moderadamente bien drenado
W_4	bien drenado
W_5	algo excesivamente drenado
W_6	excesivamente drenado

FACTORES ECONOMICOS:

PRODUCTIVIDAD

– Alta	1
– Medianamente alta	2
– Moderada	3
– Baja	4
– Muy baja	5

Costo de Desarrollo

– Bajo	1
– Medianamente bajo	2
– Mediano	3
– Alto	4
– Muy alto	5

Otros factores:

Uso de la Tierra

– Cultivado	C
– Pastos	P
– Cobertura arbórea	F

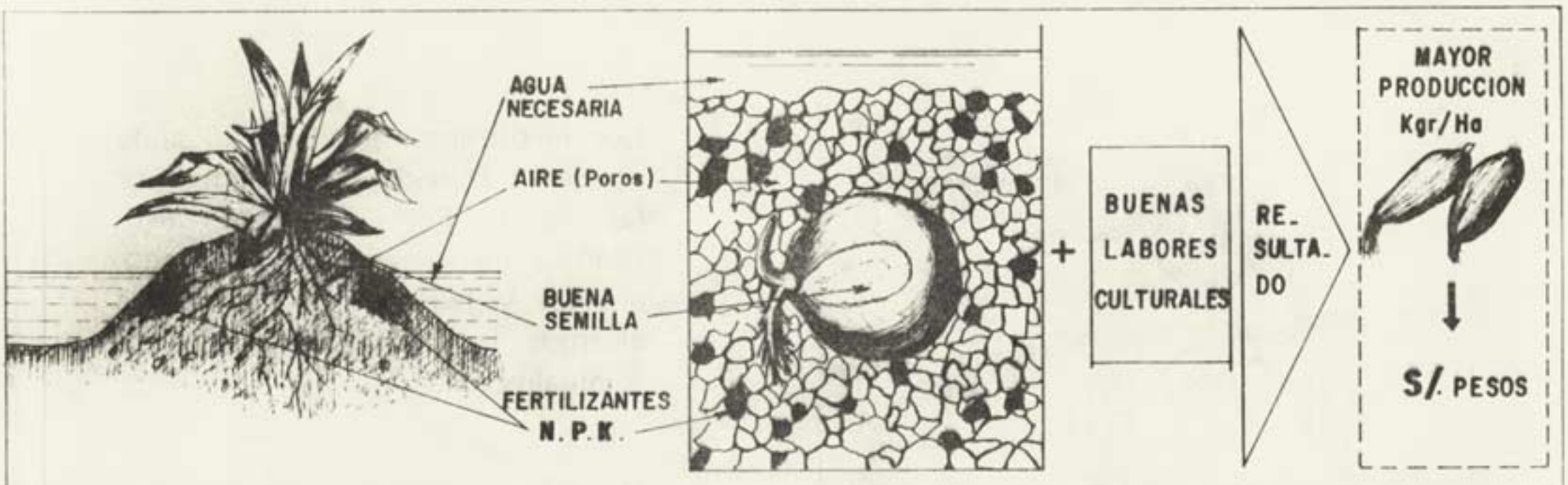
Requerimiento de Agua

– Bajo	A
– Medio	B
– Alto	C

MANEJO DE SUELOS BAJO RIEGO

El buen manejo de suelos bajo riego para incrementar la productividad agrícola depende de varios factores:

- Una amplia dotación de agua y aire
- Un suelo rico en nutrientes
- El uso de semillas de variedades productivas y resistentes a plagas y enfermedades.



EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCION AGRICOLA DEPENDE DE LA ADECUADA INTERVENCION DE LOS FACTORES: BUENA SEMILLA, BUENA DOTACION DE AGUA Y AIRE, BUENOS NUTRIENTES Y OPORTUNAS LABORES CULTURALES.

El manejo de suelos está determinado por un sistema agrícola dado, que implica labores de adecuación y una inversión elevada según el caso. Por ello tienen que mejorarse los siguientes aspectos.

CONDICION QUIMICA. fertilidad

Es la calidad del suelo en elementos nutritivos para la alimentación de las plantas, según cantidades y el equilibrio entre los diferentes elementos.

Se agrupan en los siguientes: Principales y secundarios

ELEMENTOS NUTRITIVOS	
Macronutrientes (6)	N ; P ; K ; Ca ; Mg y S.
Micronutrientes (7)	Fe ; Mn ; Cu ; Zn ; Bo ; Mo ; Cl.

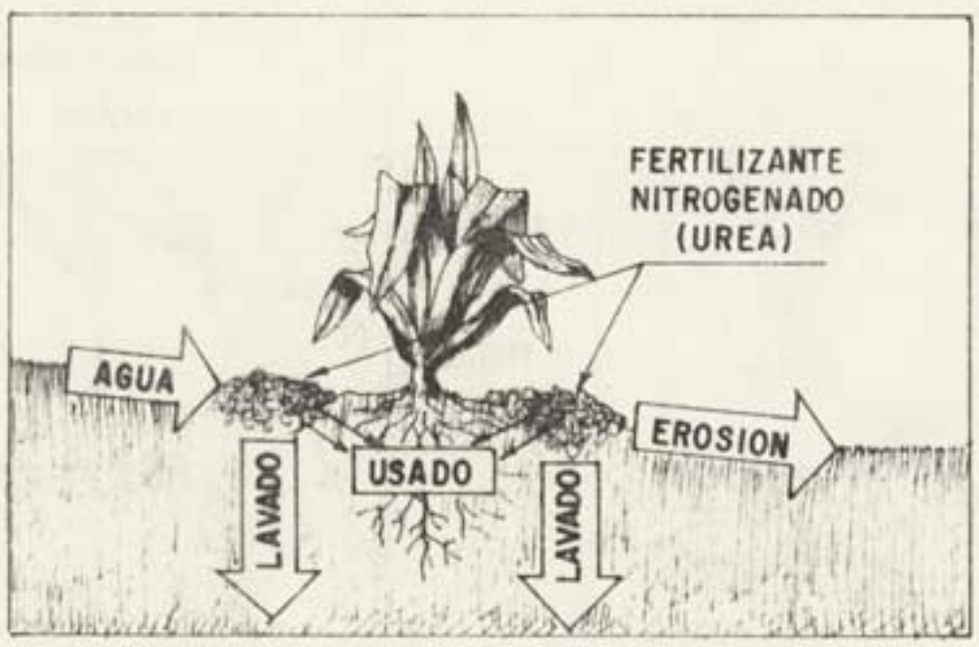
Los elementos principales son:

Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y

Los secundarios son Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S).

Los siete restantes son llamados micronutrientes, utilizados en menores cantidades y son: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl). La fertilidad varía con el tiempo y con las necesidades específicas de cada cultivo. Así un suelo "Fértil" para un cultivo dado no lo es necesariamente para otro cultivo.

Los nutrientes incorporados al suelo pueden provenir de los fertilizantes químicos y de la materia orgánica del suelo o añadida a través de la incorporación de residuos de cosechas, abonos verdes, etc. Especialmente son importantes el **Nitrógeno y Fósforo** por medio de la descomposición biológica de la materia orgánica.



Los fertilizantes añadidos al suelo no serán tomados totalmente por las plantas. Por ejemplo los fertilizantes nitrogenados sufren lavado, erosión y pérdidas gaseosas hasta alcanzar la mitad de lo añadido originalmente.

La necesidad de nutrientes de un suelo y la cantidad de fertilizantes necesitados se determina en base al grado de deficiencia. Cuando un cultivo necesita fertilizantes, se observa síntomas de deficiencia típicos de cada elemento. Así por ejemplo la falta de **Nitrógeno** en un suelo cultivado de tomate ocasiona falta de follaje en las plantas y como consecuencia un alto porcentaje de frutos con "bolsas de agua" durante su maduración. Al revés, cuando se aplica mucho Nitrógeno se demora la floración y la formación de frutos.

Las fuentes de nitrógeno son: la úrea, el sulfato de amonio y nitrato de amonio. Las fuentes de **fósforo** son el superfosfato, la roca fosfórica, la Escoria Thomas y del Potasio: el sulfato de potasio y cloruro de potasio. En todo abono químico aparecen a manera de fórmula 3 ó 4 números seguidos por un guión y estos constituyen el grado del abono. Así por ej.: si un abono tiene grado 10-15-5 significa que en 100 Kg. de abono hay 10 kg. de Nitrógeno, 15 kg. de fósforo y 5 kg. de potasio. Cuando aparece un cuarto número en la fórmula éste se refiere al contenido de magnesio.

ABONO QUIMICO



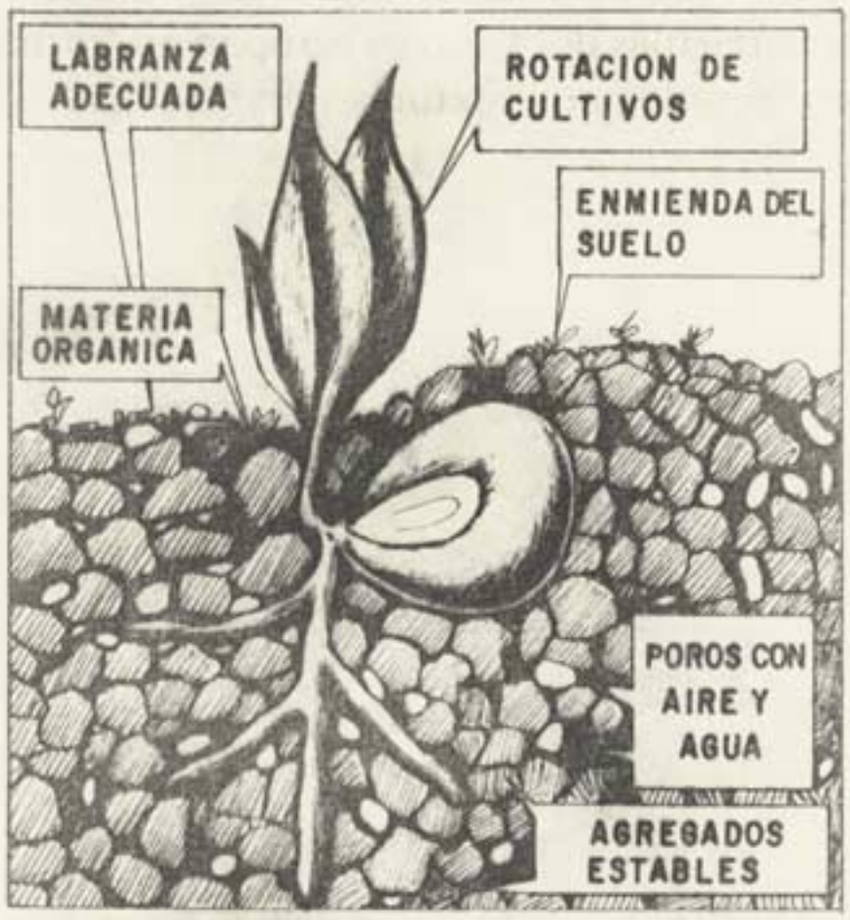
El grado 10-15-5 del abono significa:

10	kgr.	de Nitrógeno
15	kgr.	de Fósforo
5	kgr.	de Potasio
30	kgr.	de N. P. K.
70	kgr.	de elementos menores
100	kgr.	de Abono

CONDICION FISICA

La condición física se refiere al estado o aptitud física del suelo en sus características:

Textura, estructura, grado de humedad, aireación, consistencia.



SUELO EN CONDICION FISICA IDEAL PARA LOS CULTIVOS

Para la mayoría de los cultivos una condición física ideal está representada por la presencia de agregados estables generalmente entre 1 y 5 mms. de diámetro, que producen suficientes poros grandes para una buena entrada y transmisión de aire y agua y con suficientes poros pequeños para retener más agua. Esta condición de estructura unida a una textura media sería ideales para una buena implantación de las semillas.

Las prácticas de manejo que se utilizan para producir una mejor condición física son la **labranza,** la incorporación de **materia orgánica** así como la **rotación** de **cultivos.**

La Erosión

Los problemas de manejo de suelos bajo riego son ligeramente diferentes en cuanto a erosión que los encontrados en una agricultura de secano. En esta última, una de las principales prácticas es la de disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia. En zonas bajo riego, especialmente por surcos, la erosión es causada por el flujo de agua aplicada a la cabecera del surco. Lo importante es que no sólo debe mantenerse la superficie del suelo en una buena condición de agregación, sino que es indispensable controlar la erosión a través de un buen manejo del agua y (del sistema de riego usado)

Control de sales y exceso de sales

El control de sales y de sodio en el manejo de suelos bajo riego incluye la prevención, y la recuperación de esos suelos. Debemos seguir prácticas de manejo que mejoren la infiltración y la aplicación uniforme de agua, la selección de cultivos más tolerantes a las sales y métodos de siembra que favorezcan la no acumulación de sales cerca de la semilla.

RELACION ENTRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y LAS LABORES AGRONOMICAS

Las labores agronómicas deben darle al suelo características mas favorables, especialmente en cuanto al contenido de aire, agua y consistencia.

La Labranza

La Labranza del suelo mejora la estructura del suelo y es la que determina la cantidad de aire y agua que puede ser almacenada por el suelo. Cuando las partículas del suelo se agrupan en forma de agregados se puede cambiar los efectos desfavorables causados por texturas muy arcillosas o muy arenosas, haciéndolas más aptas agrícolamente.

La Arada

Con la ARADA se logra:

a) formar una capa apta para una adecuada germinación y crecimiento radicular;

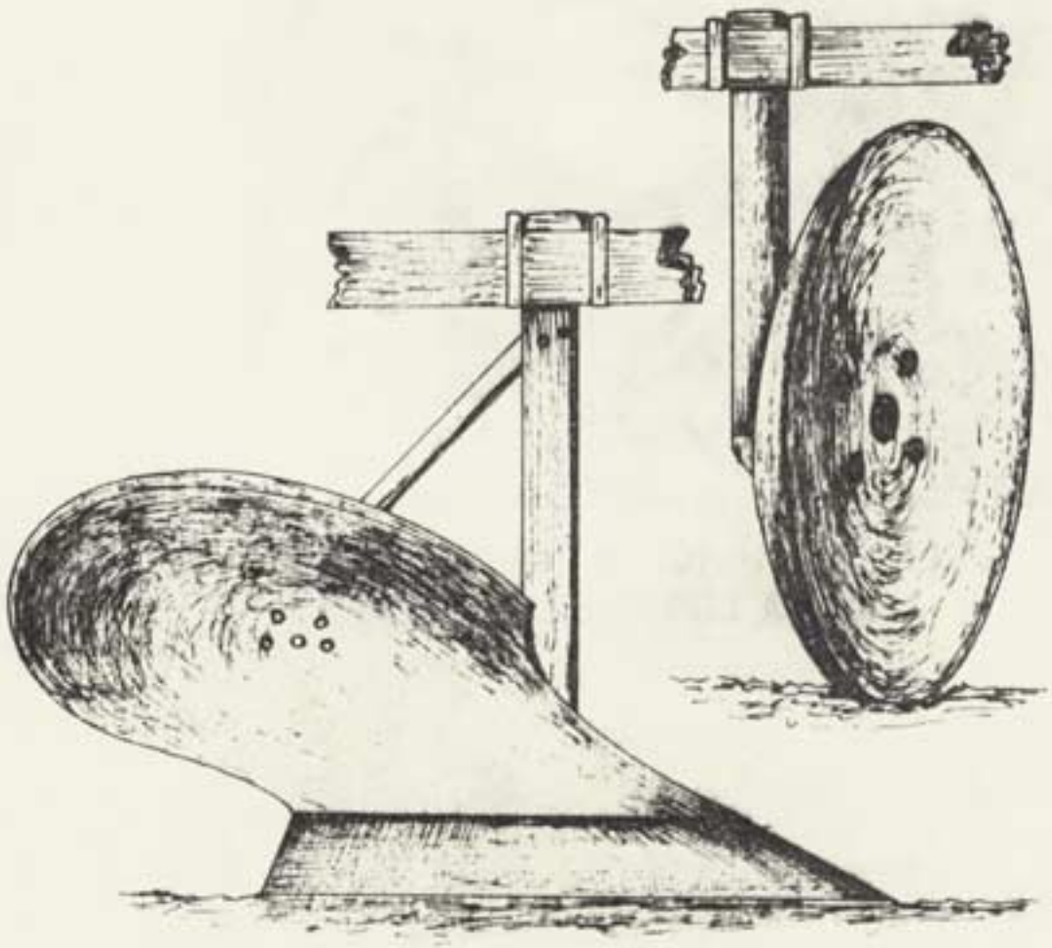
b) Incorporar materiales orgánicos al suelo;

c) Combatir malezas;

d) Favorecer la penetración del agua.

Arar favorece la granulación del terreno.

Al "Aflojar" el suelo se favorece la penetración radicular.



La incorporación de la materia orgánica al suelo por medio del volteo, que hace el arado favorece la formación de la estructura.

Cuando se deja la materia orgánica sobre la superficie, el suelo aumenta su grado de infiltración y disminuye la suceptibilidad a la erosión puesto que impide el efecto directo de las gotas de lluvia facilitando la penetración del agua.

EXISTEN DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARACION DE TERRENO PARA LA SIEMBRA: CONVENCIONAL, MINIMA Y NO LABRANZA

1. CONVENCIONAL

La labranza convencional implica una o dos operaciones de arada y tres o cuatro rastrilladas y el uso posterior de maquinaria para nivelar el suelo.

Un número elevado de operaciones tiene las siguientes desventajas:

a) Elevación de los costos de preparación y con ello los costos de producción.

b) Daño en las propiedades físicas: al realizar excesivos pases de maquinaria se daña la estructura, se pulveriza la capa arable y se compacta las capas inferiores.

c) Disminuye la infiltración debido a la compactación y crea un problema de erosión al producir escorrentía, sobre todo en suelos con cierta pendiente.

d) Permite un buen contacto entre el suelo y las semillas de malezas favoreciendo su crecimiento.

Comparación del arado de discos y el arado de vertedera:

Las ventajas del **arado de discos** son:

El arado de discos puede trabajar en múltiples condiciones de suelo, en terrenos pedregosos, en suelos sueltos o también en los de turba sin peligro de que se atasque.

Puede operar también en suelos secos y duros donde el de vertedera no puede penetrar y también en suelos adhesivos.

Las ventajas del **arado de vertedera** son:

El arado de vertedera realiza la labor de arada más uniforme y voltea mejor los residuos. Requiere menos uso de otros implementos adicionales para concluir esta práctica.

El arado de discos requiere peso para penetrar, mientras que el de vertedera penetra por succión.

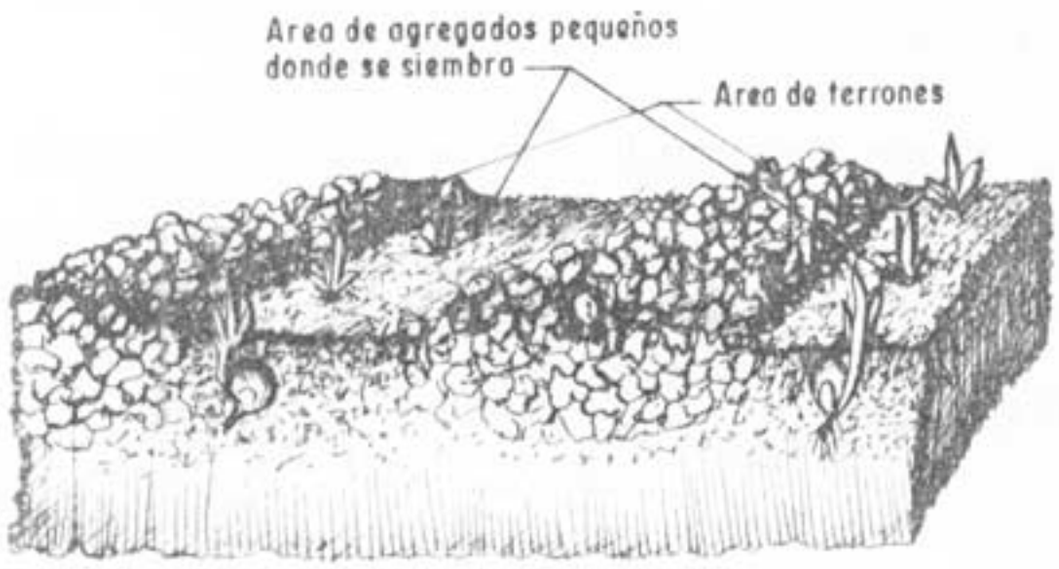
2. MINIMA

La Labranza mínima abarca menos operaciones de labranza para obtener un suelo que conduzca a una rápida germinación y a un desarrollo de la planta que produzca altos rendimientos a un nivel óptimo de costos. Es muy útil para maíz, soya, frijol y, en general, para semillas de grano pequeño.

Se distinguen dos áreas:

Una para sembrar las semillas la cual debe quedar con agregados de suelo muy pequeños para que la germinación y desarrollo se aseguren.

La segunda área se encuentra entre las hileras, en la que el suelo sufre menos manipuleo y solo se deja aterronado, lo que permite una rápida penetración del agua y mayor disponibilidad de oxígeno para el sistema radicular de la planta.



Se utiliza el arado de vertedera y herramientas livianas para pulverizar el suelo superficialmente.

Las ventajas que se obtiene con este sistema son:

a) Reduce los costos al disminuir el número de operaciones, y ello implica menor tiempo de trabajo.

b) El suelo se compacta menos.

c) Al incrementarse la infiltración porque el suelo queda suelto, se penetra mejor el agua, evitando la escorrentía y controlando la erosión.

d) Retarda el crecimiento de las malezas, pues, al quedar el suelo suelto entre las hierbas no habrá buen contacto con las semillas de malezas.

3. NO LABRANZA

El sistema de **no labranza o "siembra directa"** se refiere al procedimiento de colocar la semilla en una ranura o canal hecho en el suelo y de un tamaño apenas suficiente para recibir la semilla o el transplante, y que puede proveer cobertura satisfactoriamente. El suelo no recibe ninguna operación para la siembra. Las malezas son controladas por herbicidas, las cuales deben tener cuidado al seleccionarlas.

Produce efectos ventajosos en el suelo:

- El contenido de humedad del suelo es mayor en zonas aledañas a la superficie debido a la concentración de materias orgánicas.
- La mayor acumulación de residuos en la superficie permite una óptima conservación del suelo.

Y desventajas:

- Compactación.
- La penetración de las raíces es menor por la compactación del suelo.

GLOSARIO

ADHERENCIA. – Fuerza mediante la cual se unen las partículas de un cuerpo.

AGENTES BIOLOGICOS. – Formas de origen animal y vegetal que intervienen en la meteorización del suelo.´

AGUA BLANDA – Agua normal sin presencia de elementos calcio y magnesio.

AGUA DURA – Agua que tiene en su composición calcio y magnesio. En contacto con el jabón no forma espuma.

AGUA INERTE – Agua retenida por el suelo, por debajo del punto de marchitez, es decir la que ya no pueden usar las plantas.

AGUAS SUBTERRANEAS – El agua que se encuentra saturando el subsuelo.

AGUA UTIL – Agua almacenada por el suelo entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. Es el agua utilizada por las plantas.

ANALISIS BACTERIOLOGICO – Estudio específico donde se analiza la presencia de bacterias en el agua.

ANALISIS QUIMICO – Estudio de la composición química, del agua en nuestro caso, en sus cantidades y proporciones conformantes.

BASALTO – Roca muy dura, de color oscuro, estructura prismatica y orígen volcánico.

CAPACIDAD DE CAMPO – La máxima cantidad de agua que el suelo puede retener una vez eliminada el agua de drenaje o de gravedad.

CICLO HIDROLOGICO – Intercambio continuo de agua en sus diversos estados (sólido, líquido gaseoso) entre la corteza terrestre y la atmósfera.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE) – Recíproca de la resistencia eléctrica OHM, y se expresa en MHO/CM.

CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA – Es el factor (K) de proporcionalidad de la ley de Darcy ($v = Ki$) y se expresa en unidades de longitud/tiempo.

DESINTEGRACION – Descomposición de un cuerpo en sus elementos integrantes.

ELEMENTOS NUTRITIVOS – Son los elementos minerales necesarios para el desarrollo de las plantas, constituídos por los macroelementos (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio Azufre, etc.) y microelementos (Zinc, Manganeso, Cobre, Hierro, etc.).

ESTOMAS – Poros en la epidermis de las hojas, que tienen la propiedad de abrirse en presencia de la luz.

EVAPOTRANSPIRACION – Agua transpirada por las plantas a la atmósfera, y utilizada para la formación de sus tejidos más el agua evaporada por el suelo adyacente y evaporada por las hojas.

EVAPOTRANSPIRACION REAL(ETA) – Cantidad de agua que puede consumir un cultivo bajo condiciones climáticas reales. Se calcula multiplicando la evapotranspiración potencial (ETP) por un coeficiente de cultivo "K". $ETA = K \times ETP$.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP) – Máxima cantidad de agua que podría evapotranspirar un cultivo de pasto uniformemente distribuído considerándose muy buenas condiciones de humedad.

FIRMEZA – Propiedad de los suelos que los hace estables, o no desmenuzables por acción de una fuerza exterior.

FLOCULACION – Grado de agregación de las partículas de los suelos por efecto de las sales.

FOTOSINTESIS – Síntesis de la luz solar por acción de la clorofila de las plantas, y que les da el característico color verde.

GRADO DE SOLUBILIDAD – Momento en el cual un cuerpo se puede disolver.

HERBICIDA – Compuesto químico que elimina determinadas especies vegetales, generalmente las malas hierbas de los cultivos.

HIDROMETRO DE BOUYOUCOS – Instrumento de laboratorio, utilizado para medir la densidad de la solución agua-suelo y en función del tiempo, determinar los porcentajes de tamaño del material sólido.

HORIZONTES O CAPAS DE SUELO – Cada uno de los estratos conformantes del perfil del suelo. Toman el nombre de horizonte, cuando hay desarrollo genético a partir de l roca madre, y el nombre de capa cuando no hay evidencia de desarrollo genético, como el caso de los suelos aluviónicos formados por depósito.

HUMUS – Residuos vegetales y animales que han sufrido un grado considerable de descomposición. Usualmente caracterizado por su color oscuro, contenido considerable de nitrógeno, alta capacidad de intercambio catiónico, absorción de agua y aumento de volumen.

INFILTRACION – Entrada vertical (hacia abajo) del agua en el suelo.

MATERIA ORGANICA – Residuos de origen animal y vegetal que generalmente se encuentran en las capas u horizontes superficiales de los suelos.

MATERIAL POROSO – Suelo o material que presenta gran cantidad de espacios vacíos (macroporos).

MASIVA – Suelo no estructurado que presenta una distribución irregular de sus partículas fuertemente adheridas, formando una especie de masa.

METEORIZACION – Proceso de desintegración de la roca in-situ por acción de agentes externos.

MILIEQUIVALENTE – Un milésimo de un equivalente donde el equivalente es el peso atómico o peso de la fórmula dividido por su valencia.

MILIMHO/CM – Medida de la Conductividad Eléctrica (CE), que equivale a la milésima parte del MHO/CM.

MOTEADURAS – Coloraciones de ciertas zonas del perfil del suelo originados generalmente por fenómenos de oxidación-reducción Ejemplo: Moteaduras rojas por efecto de la oxidación del hierro y moteaduras pardo-amarillentas por la reducción de hierro.

PARTICULAS MINERALES – Son los componentes primarios de las rocas.

PERMEABILIDAD – Propiedad específica que gobierna la rapidez con que un medio poroso transmite fluídos bajo condiciones standard.

PLASTICIDAD – Propiedad de los suelos por la cual pueden moldearse sin disgregarse, dependiendo del porcentaje de arcilla.

POSICION FISIOGRAFICA – Ubicación o posición de una zona determinada dentro del paisaje o relieve terrestre.

PROCESO DE PRECIPITACION – Proceso de acción química mediante la cual sustancias en suspensión reaccionan formando un nuevo compuesto que se sedimenta.

PROFUNDIDAD EFECTIVA – Profundidad del suelo a la cual llegan las raíces de las plantas.

PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE – Cantidad de agua que contiene el suelo, cuando las plantas ya no pueden absorber dicha humedad.

RASTRILLADA – Labor mediante la que se desmenuza los terrones de suelo formados en la aradura.

RELIEVE – Configuración de la superficie del terreno.

ROCA MADRE – Roca que sometida a los procesos de meteorización da lugar a la formación de los suelos.

SATURACION – Colmatación total por agua de los espacios porosos del suelo.

SUELO ACIDO – Suelo de reacción ácida, es decir aquel cuyo pH de la pasta saturada es menor que 7.

SUELO ALCALINO – Suelo de reacción alcalina, es decir aquel cuyo pH de la pasta saturada es mayor que 7.

SUELO CALIZO – Son suelos derivados a partir de una roca caliza, la que a su vez se ha formado por precipitación de materias clacáreas disueltas en agua.

TABLA MUNSELL – Escala de colores, utilizada como comparación para determinar el color de los suelos de acuerdo a un sistema numérico que considera matiz, intensidad y pureza.

TEXTURA – Indica la conformación de los suelos de acuerdo a los diferentes tamaños y porcentajes de partículas que lo constituyen.

TRANSPIRACION – Proceso por el cual el agua es eliminada en forma de vapor por las plantas.

TRIANGULO TEXTURAL – Sistema visual de clasificación de suelos de acuerdo a los porcentajes de arcilla, limo y arena que la conforman, expresados en un triángulo equilátero que permite identificar las diferentes clases texturales.

TURBA – Residuos fósiles de materiales vegetales más o menos carbonizados.

VELOCIDAD DE INFILTRACION – Velocidad de entrada vertical del agua en el suelo.

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION

MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

MODULO 2: "RIEGO Y DRENAJE"

CONSORCIO HIDRAULICO MUNDIAL S.A.
"CHIMU"

AMSA CONSULTORES
AGRO-INGENIERIA, S.A.

Manejo y Conservación de Suelos y Agua- Vol2.Riego y Drenaje by Sistema de Bibliotecas Sena
is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.
Creado a partir de la obra en http://biblioteca.sena.edu.co/.

C O N T E N I D O

RIEGO	Pág.
Definición	1
Importancia	2
Estructuras Principales	4
Canales	4
Sistemas de Riego	9
Riego por Gravedad	10
Riego por Surcos	11
Surcos en Contorno	12
Riego por Desbordamiento	14
Riego por Melgas	15
Riego por Pozas	16
Riego por Aspersión	17
Riego por Goteo	21
Aforos en Tuberías	25
Aforo Vertederos	26
Medidor sin Cuello	26
Consumo de Agua por los Cultivos	29
Dotación de Agua de Riego	30
Resumen	34
DRENAJE	
Introducción	35
Necesidades de Drenaje	36
Beneficios de Drenaje	36
Casos Frecuentes	37
Drenaje y Salinidad	39
Estudios con fines de Drenaje	40
Estudios de Reconocimiento	40
Estudios Detallados	41
Solución de los Problemas de Drenaje	45
Drenaje con Zanjas Abiertas	46
Drenaje Subterráneo	46
Materiales de Drenaje	48
Herramientas y Maquinarias	49
Resumen	50
Glosario	51

EL RIEGO

El arte de regar es muy antiguo. A lo largo de la historia, las civilizaciones han recibido la influencia de la evolución del riego. La perpetuidad de los pueblos civilizados depende de diferentes factores entre los que reviste gran importancia la existencia de una agricultura bien desarrollada basada en el riego.

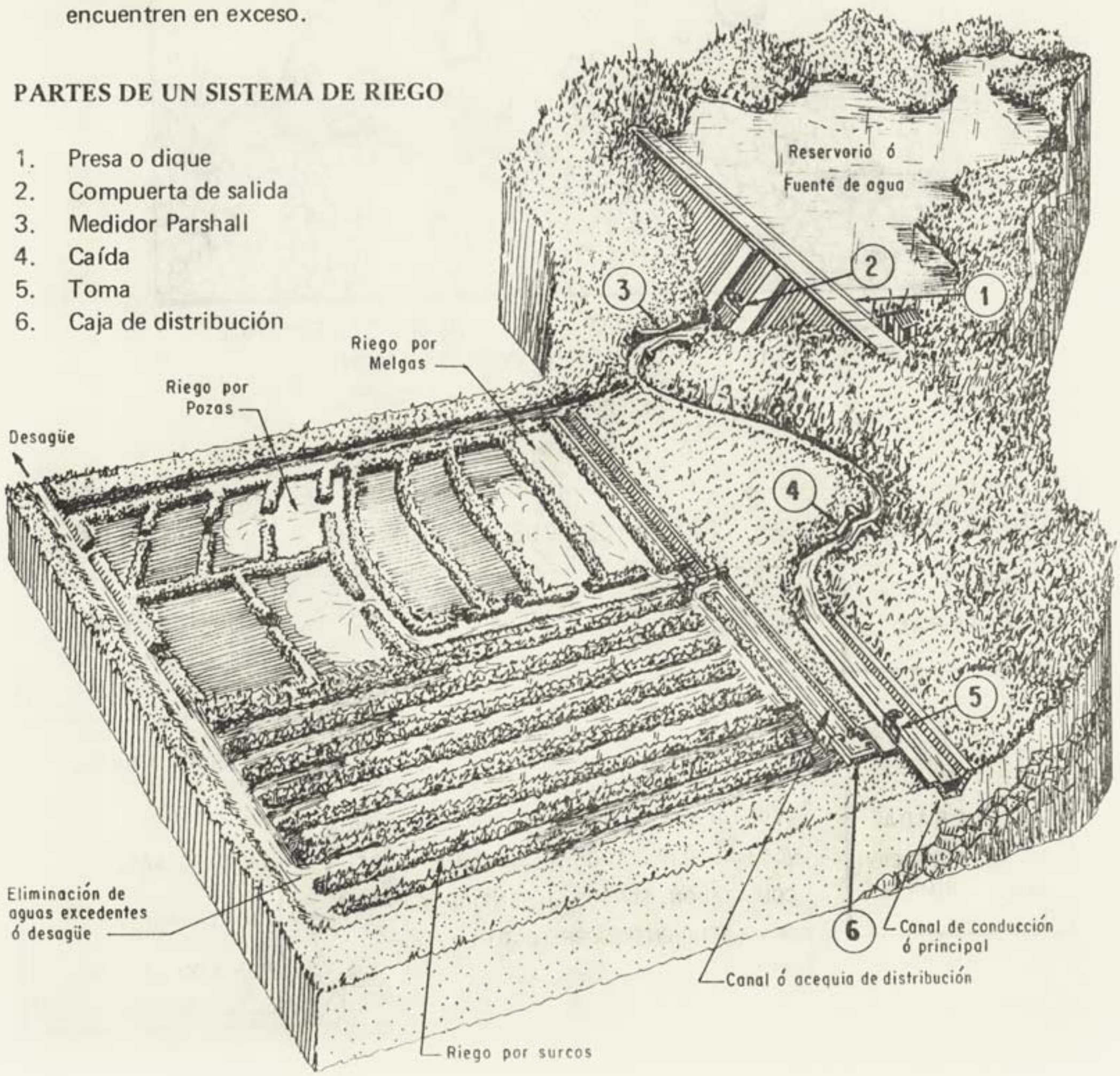
Definición.— El riego es la aplicación artificial de agua al suelo, con el fin de dar a las plantas la humedad necesaria para su crecimiento.

La práctica del riego consiste en aprovechar la capacidad de retención del suelo para almacenar periódicamente agua que las plantas requieren en forma continua. Se efectúa para lograr lo siguiente:

- Proporcionar la humedad necesaria para el desarrollo normal de los cultivos.
- Asegurar las cosechas contra las sequías eventuales por falta de lluvia.
- Disolver las sales contenidas en el suelo para uso de las plantas o para eliminarlas cuando se encuentren en exceso.

PARTES DE UN SISTEMA DE RIEGO

1. Presa o dique
2. Compuerta de salida
3. Medidor Parshall
4. Caída
5. Toma
6. Caja de distribución



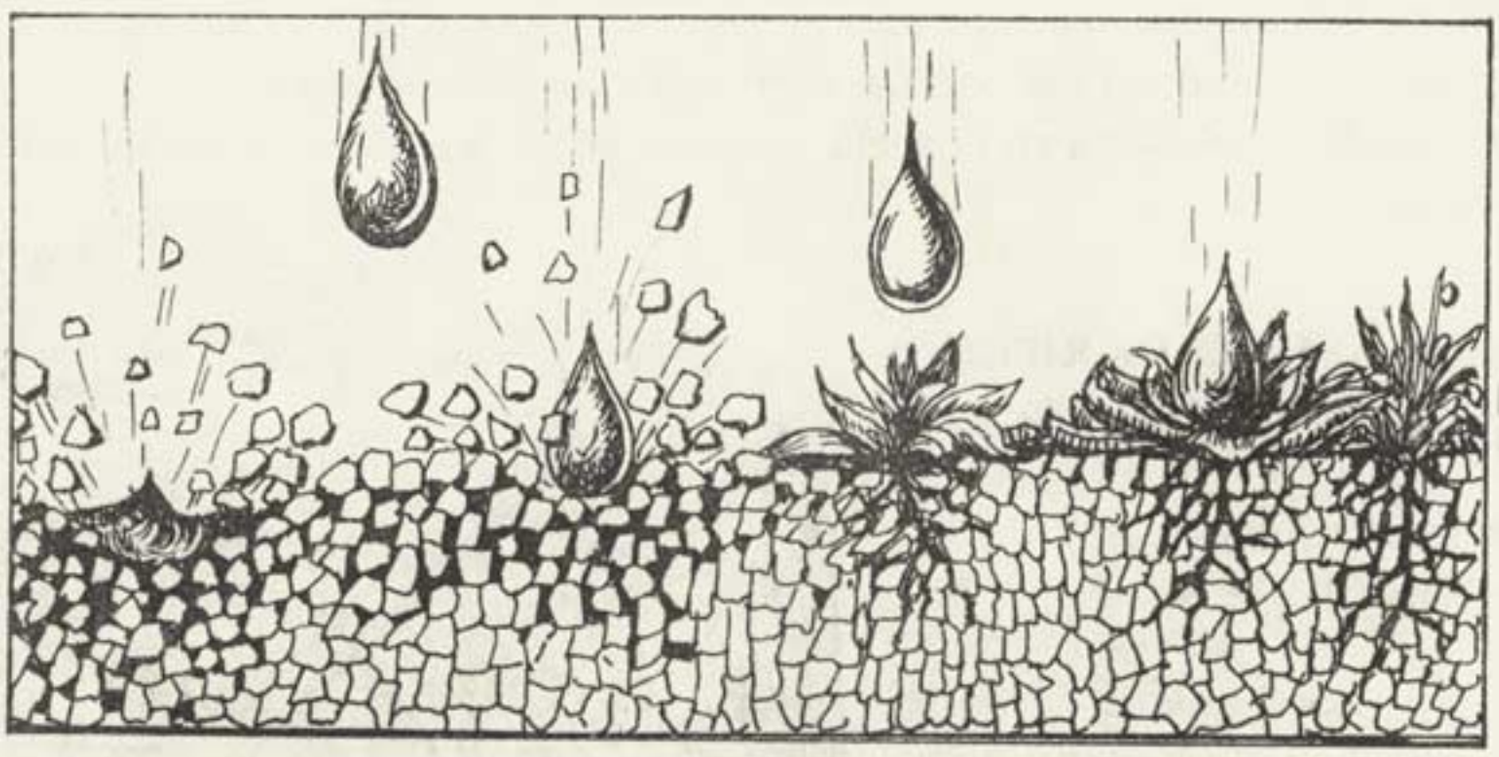
LA EROSION

La erosión del suelo es la pérdida progresiva del suelo y sus elementos nutritivos.

Es causado por:

- El hombre a través de inadecuadas labores de cultivo y del manejo irracional de bosques y pastizales.
- El viento sobre todo en zonas sin cubierta vegetal.
- El agua en forma de lluvia, arroyos, torrentes, ríos y el flujo y reflujo de los mares.

La erosión aumenta cuanto mayor sea la pendiente del terreno.



EFECTO DE LA CAIDA DE LAS GOTAS DE LLUVIA SOBRE LA SUPERFICIE DE SUELO DESCUBIERTO Y CON VEGETACION

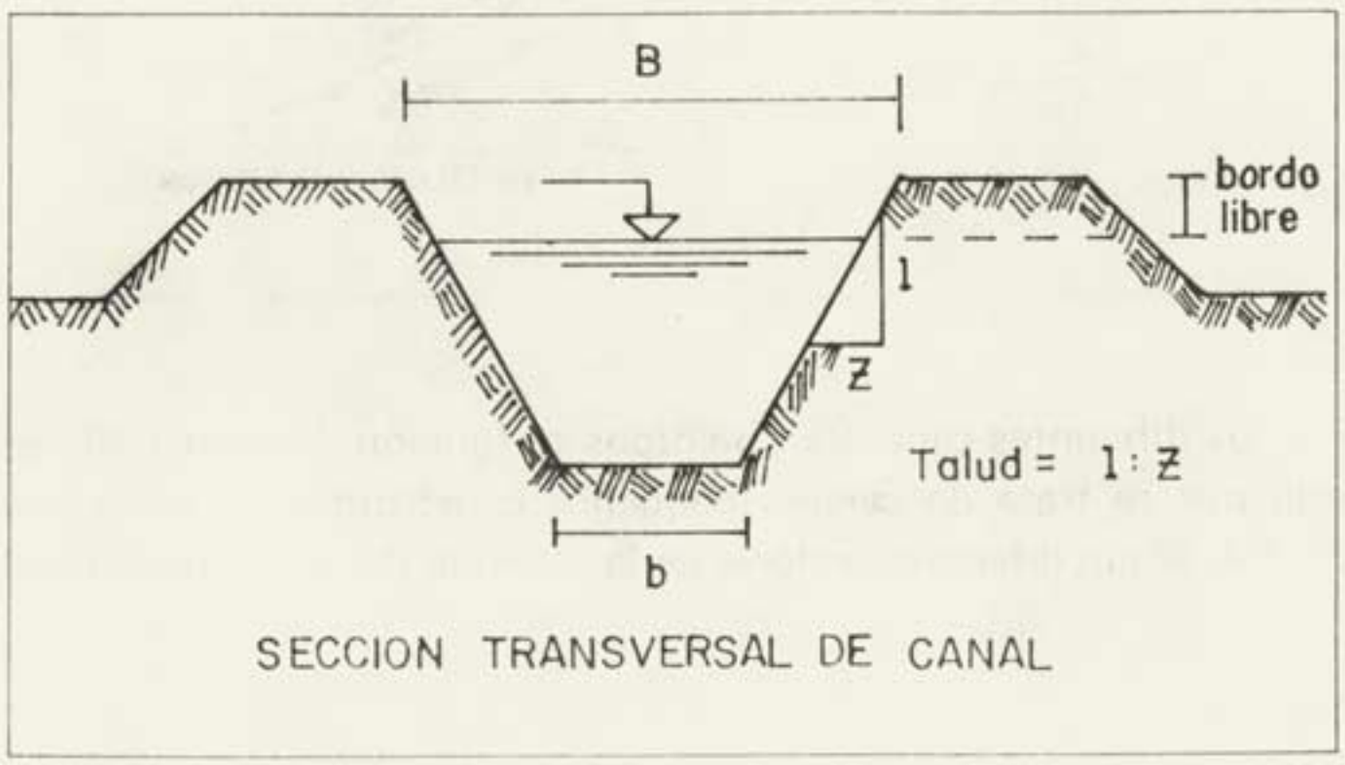
TIPO DE EROSION	FACTORES QUE CAUSAN	EFECTOS
NATURAL	FACTORES CLIMATICOS	DESGASTE NATURAL DE LA CORTEZA.
ACELERADA POR INTERVENCION DEL HOMBRE	TALA DE BOSQUES; QUEMA DE VEGETACION PROTECTIVA; CULTIVOS MAL REALIZADOS; DESHIERBOS CON AZADON; SURCOS EN SENTIDO DE LA PENDIENTE; SOBREPASTOREO → ACCION DEL AGUA	EROSION LAMINAR; EN SURCOS; EN CARCAVAS; EN TERRACETAS POR LIXIVIACION.

ESTRUCTURAS PRINCIPALES DE RIEGO

1. Canales

Los principios generales para el diseño de canales de riego y de los de drenaje son los mismos. Lo que varía es que los canales de riego siempre son construídos más alto que los terrenos, mientras que los de drenaje siempre se ubican en las partes más bajas de las zonas que benefician.

FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL



SECCION TRANSVERSAL DE CANAL

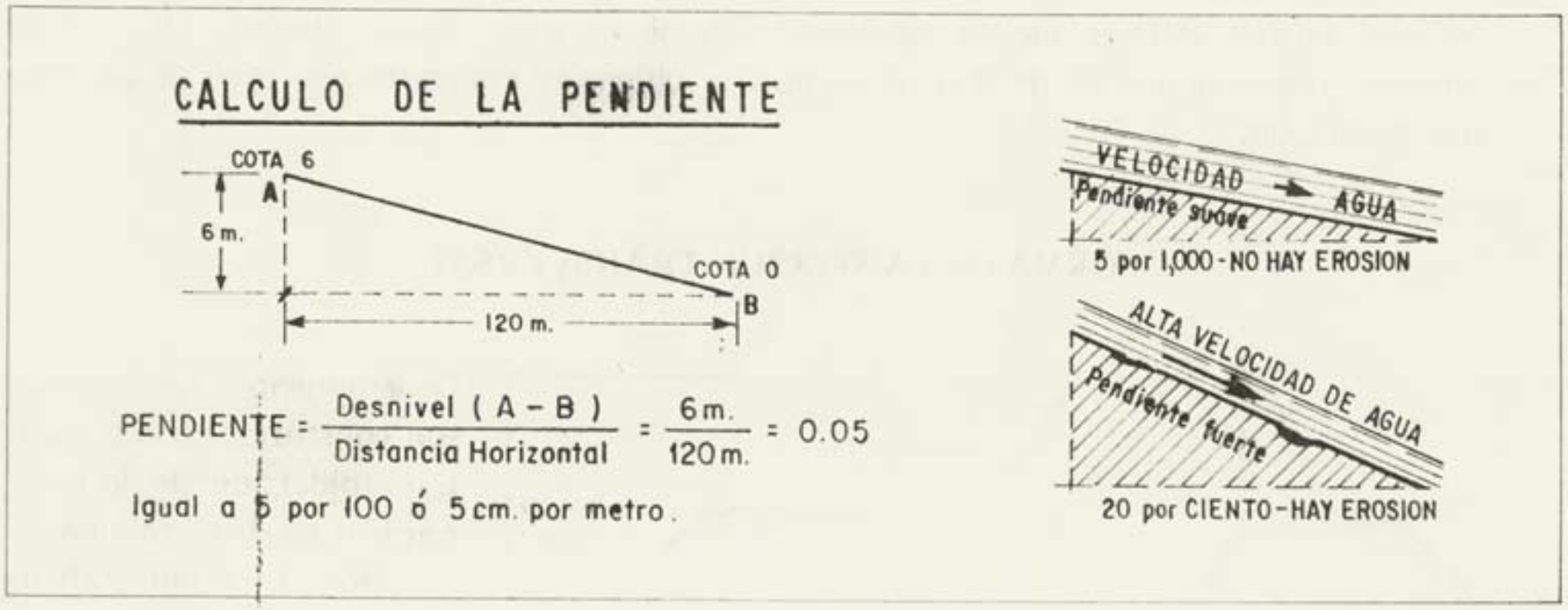
Generalmente los canales son construídos con sección trapezoidal, donde la inclinación de los taludes (relación 1: z del gráfico) depende del material.

En este cuadro se consignan los tipos de material y características de los canales de acuerdo al material usado en su construcción.

Material	Talud	Velocidad m/seg
Roca firme	1/4: 1	1.50
Roca fisurada	1/2: 1	1.50
Grava cementada, arcilla	3/4: 1	1.50
Suelos francos	1 : 1	1.00
Suelos franco-limosos	1 1/2: 1	0.80
Suelos franco-arenosos	2 : 1	0.60
Suelos arenosos	3 : 1	0.50

También se determina la profundidad del tirante hidráulico (d) y el ancho del fondo del canal o plantilla (b), considerando la economía en la excavación, la eficiencia hidráulica de la sección, la elevación del agua con relación a las tierras a irrigar, la pérdida de aguas por infiltración y la configuración topográfica del terreno.

Otro factor que se toma en cuenta es la pendiente (S) longitudinal del canal, que hace variar la velocidad y el caudal (gasto).

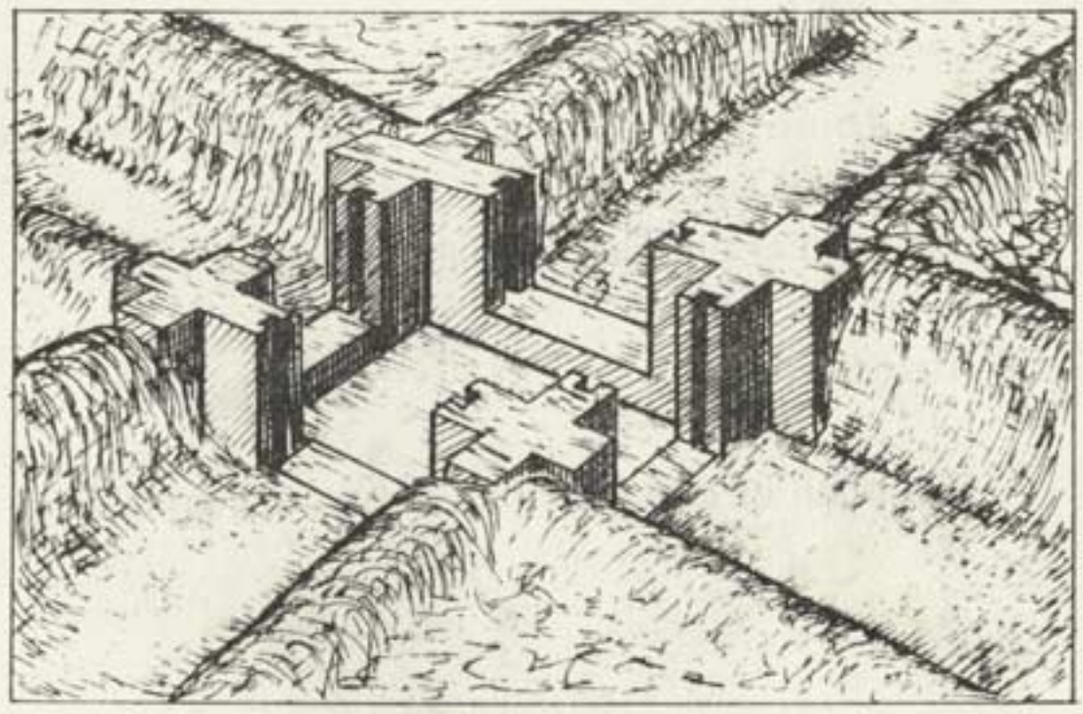


En el cuadro adjunto se muestran los diferentes caudales obtenidos en función de cuatro valores de la pendiente (S), considerando que se trata de canales pequeños construídos en tierra (sin revestimiento) y con un talud de 1:1, según diferentes valores de la plantilla (b) y la profundidad del tirante (d).

PLANTILLA (b) cm.	TIRANTE (d) cm.	CAUDALES (l/seg.)			
		S = 0.5 o/oo	S = 1 o/oo	S = 2 o/oo	S = 3 o/oo
20	10	3.5	4.9	7.0	9.4
20	15	7.5	10.6	15.0	18.4
20	20	13.2	18.7	26.5	32.4
20	25	20.9	29.7	42.6	52.1
20	30	30.6	43.2	61.1	74.7
30	10	5.0	7.1	10.0	12.3
30	15	10.3	14.6	20.7	25.0
30	20	17.7	25.0	35.3	43.3
30	25	26.9	38.5	54.3	67.9
30	30	39.1	55.3	78.1	95.6
50	10	8.1	11.4	16.2	19.8
50	15	16.2	23.0	32.4	39.8
50	20	26.9	38.1	53.6	65.6
50	25	40.1	57.1	80.6	98.6
50	30	56.7	80.6	113.7	138.9

2. Cajas de distribución

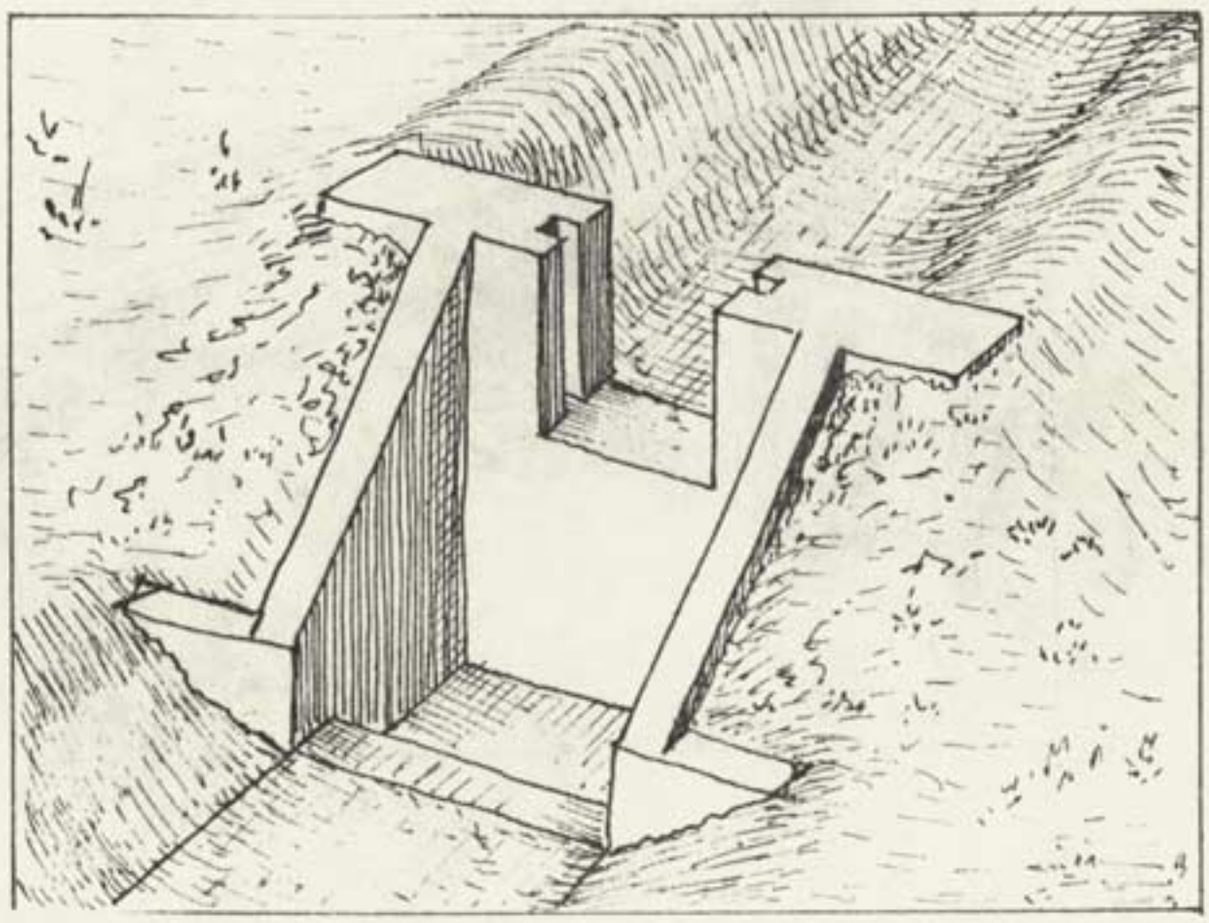
Son estructuras utilizadas para dividir mecánicamente el caudal de agua de un canal entre dos o más acequias de distribución. Pueden construírse en madera, concreto o en mampostería.



CAJA DE DISTRIBUCION

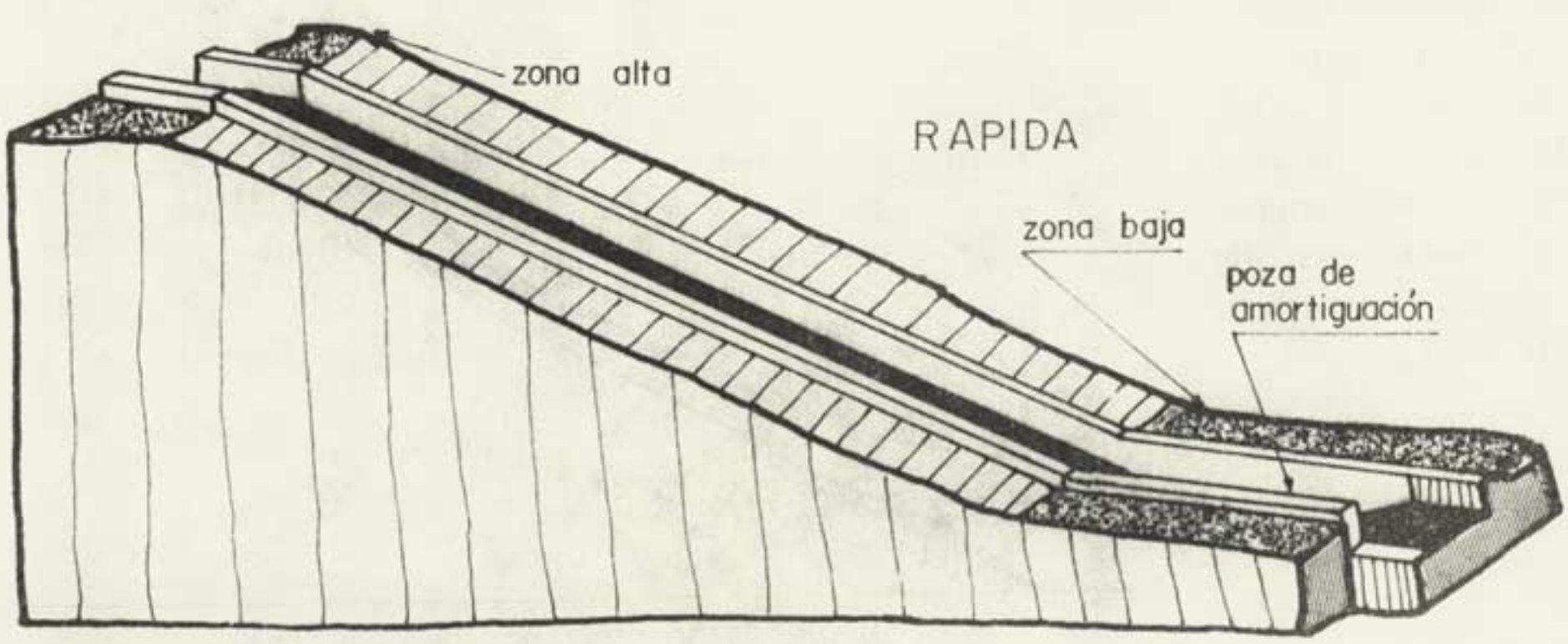
3. Caídas o saltos

Son estructuras utilizadas para disminuir la pendiente longitudinal de los canales y así se evita las altas velocidades del agua que causan problemas de erosión. Cuando son pequeñas (hasta 0.50 m. desnivel) se puede construir de mampostería, concreto ciclopeo y aún madera, sino de concreto armado.



4. Rápidas

Son tramos cortos de canal con pendientes fuertes que cumplen el mismo fin de las caídas o saltos. Necesariamente las rápidas deben construirse en concreto armado.

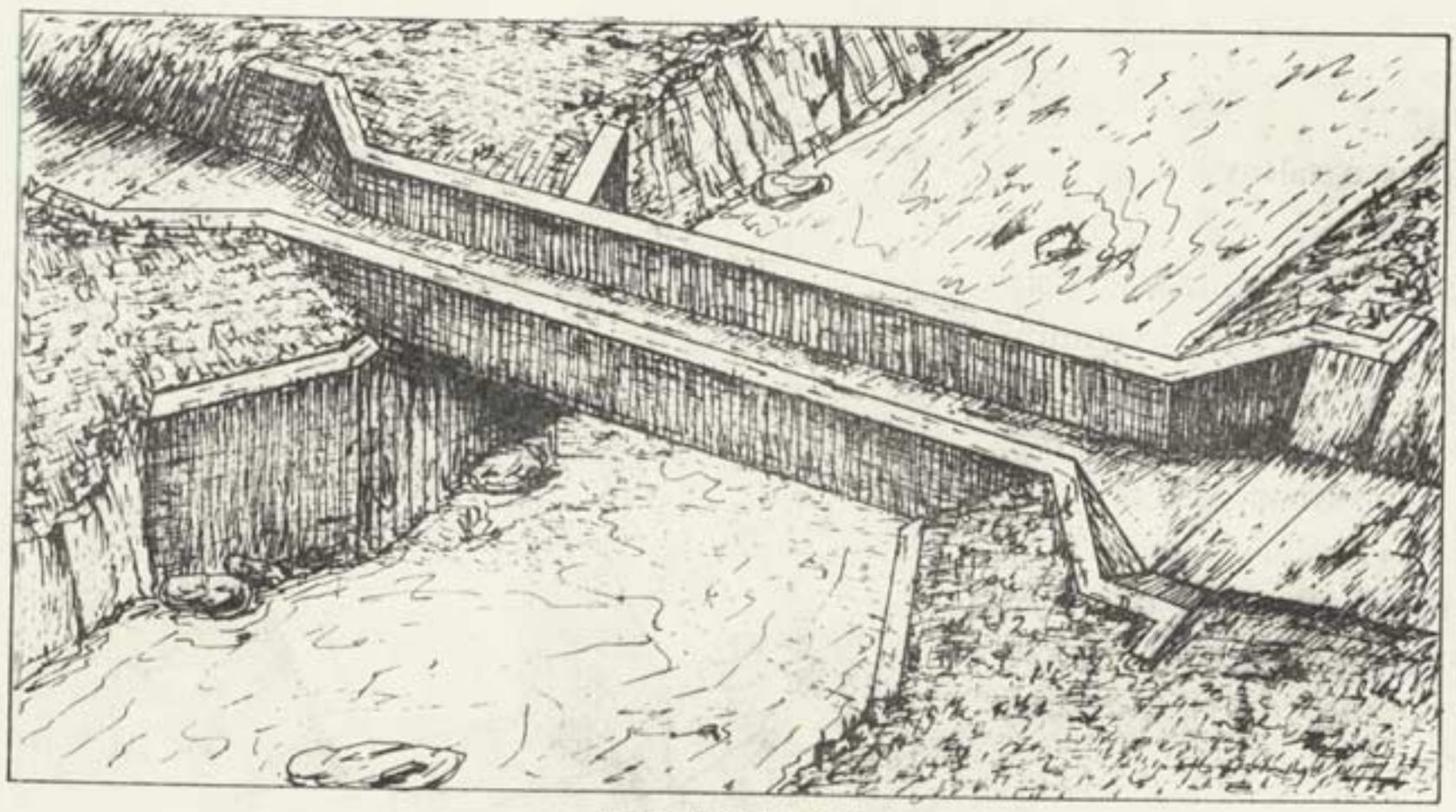


5. Alcantarillas

Son como túneles para que los canales pasen debajo de los cauces por donde eventualmente cruzan las aguas de lluvia o drenaje o caminos. Estas pueden ser construídas con tubería o de concreto armado en forma de cajas.

6. Acueductos

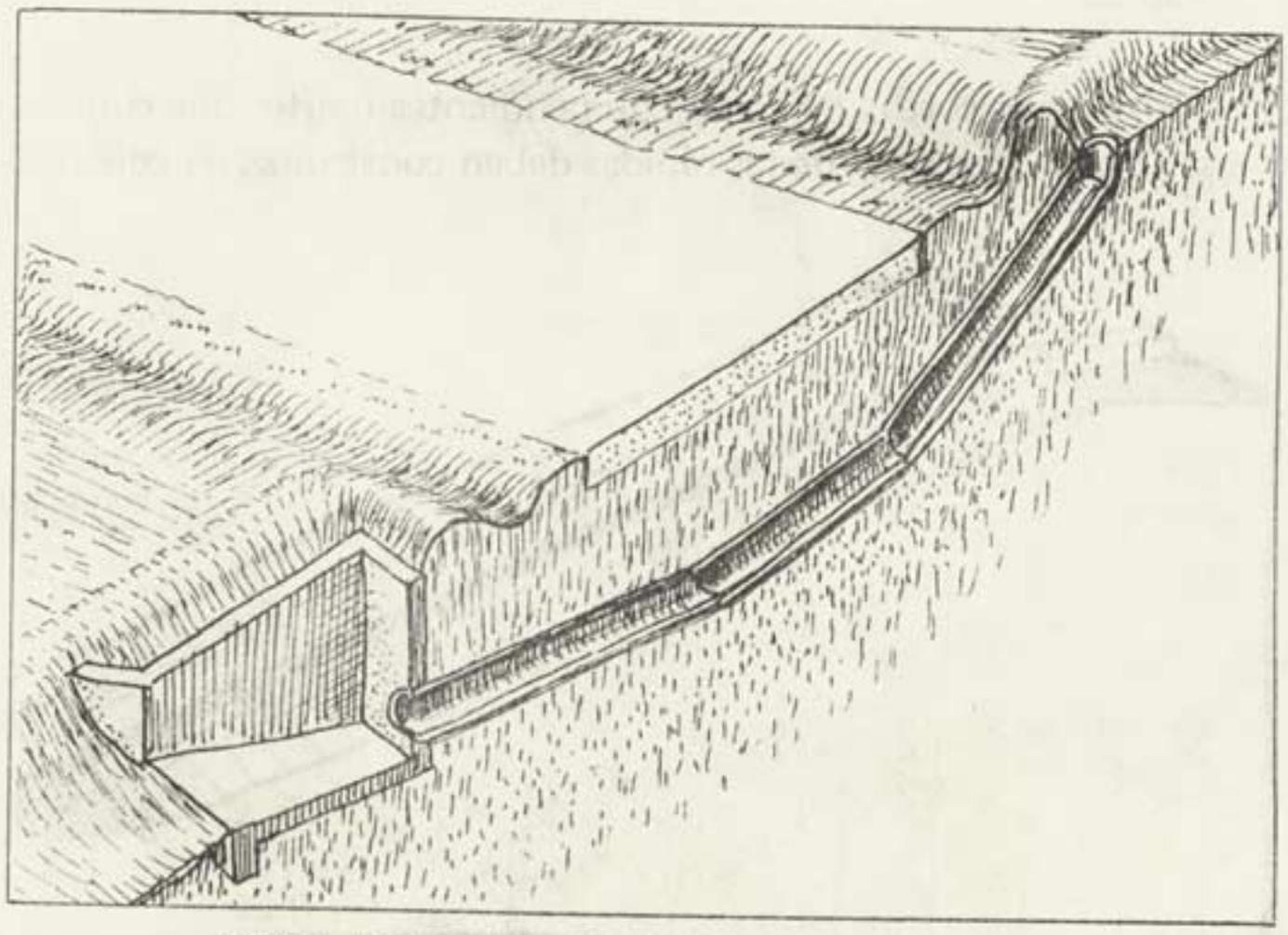
Son puentes que permiten el paso del agua de riego a través de depresiones del terreno:



ACUEDUCTO

7. Sifones Invertidos

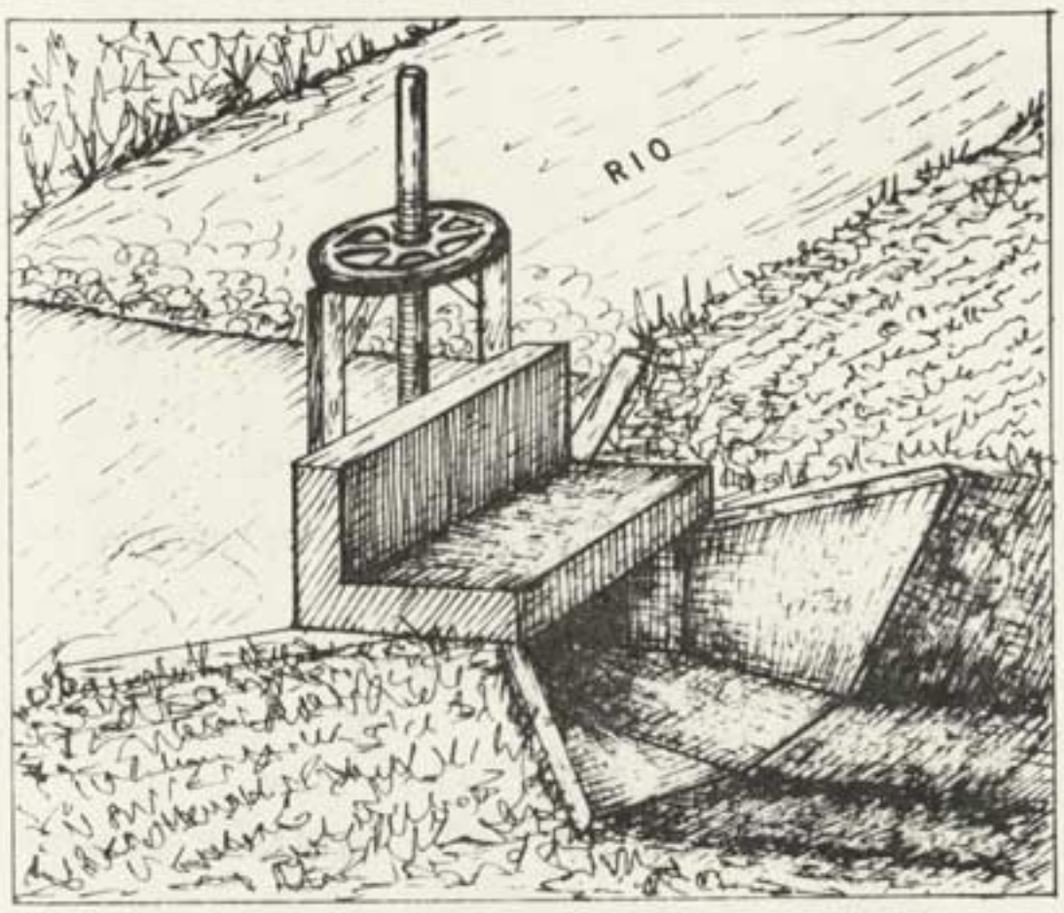
Al igual que en el caso anterior, permiten el paso de agua por depresiones, quebradas o caminos. Sólo que esta vez lo hacen por debajo de esas depresiones. Son generalmente construídas de tuberías y/o de concreto armado.



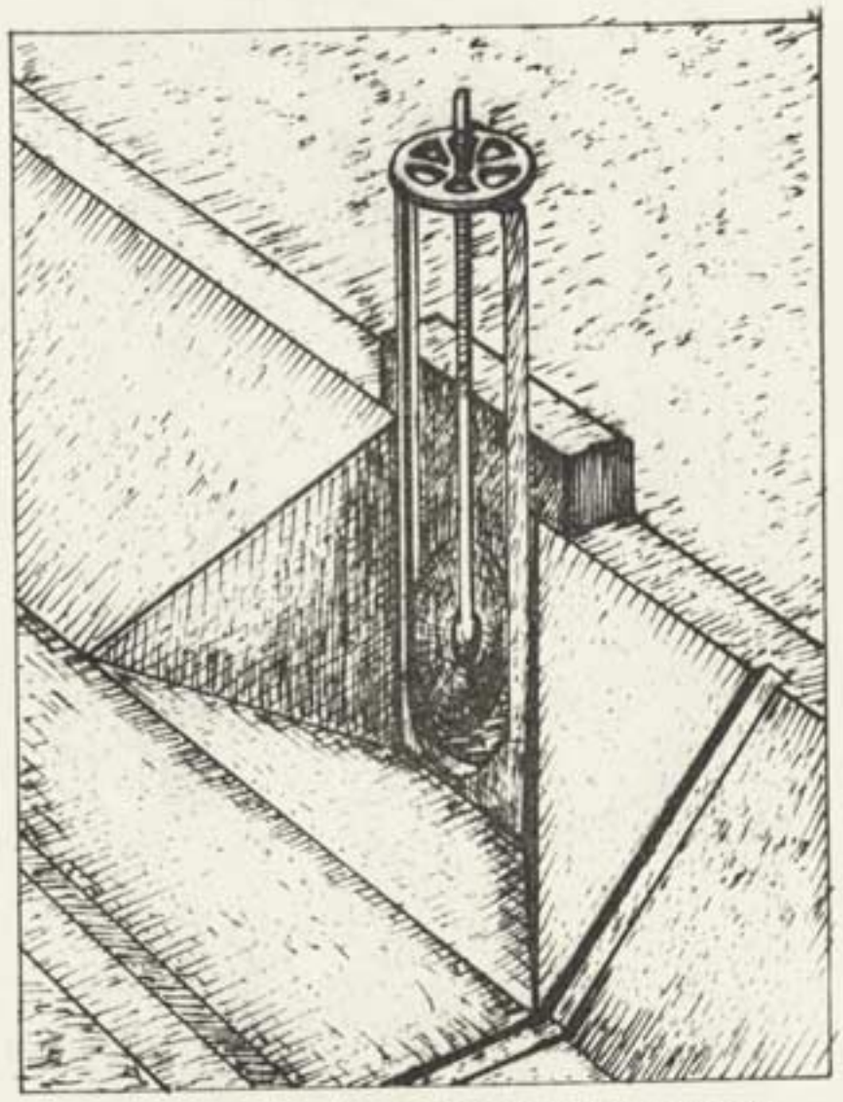
SIFON INVERTIDO CRUZANDO UNA CALZADA

8. Tomas

Son compuertas que permiten tomar el agua de los canales de la red principal a los del campo a regar y controlar los caudales de agua. Pueden construirse de madera (forma rectangular o cuadrada) y metálicas (rectangulares o circulares). Entre otras funciones evita la erosión de los canles cuando no están revestidos.



OBRA DE CAPTACION EN UN RIO
BOCATOMA PARA UN PROYECTO DE RIEGO



TOMA DE CANAL PRINCIPAL A LATERAL

SISTEMAS DE RIEGO

Se denomina así al conjunto operacional de elementos utilizados para aplicar el agua a los cultivos. Básicamente existen dos sistemas bien diferenciados:

A. El sistema de riego por gravedad que es el más difundido. El agua recorre diferentes niveles para dar agua a las plantas.

B. El sistema de riego a presión; se caracteriza por conducir el agua a presión a través de tuberías.

DIVERSOS SISTEMAS DE RIEGO

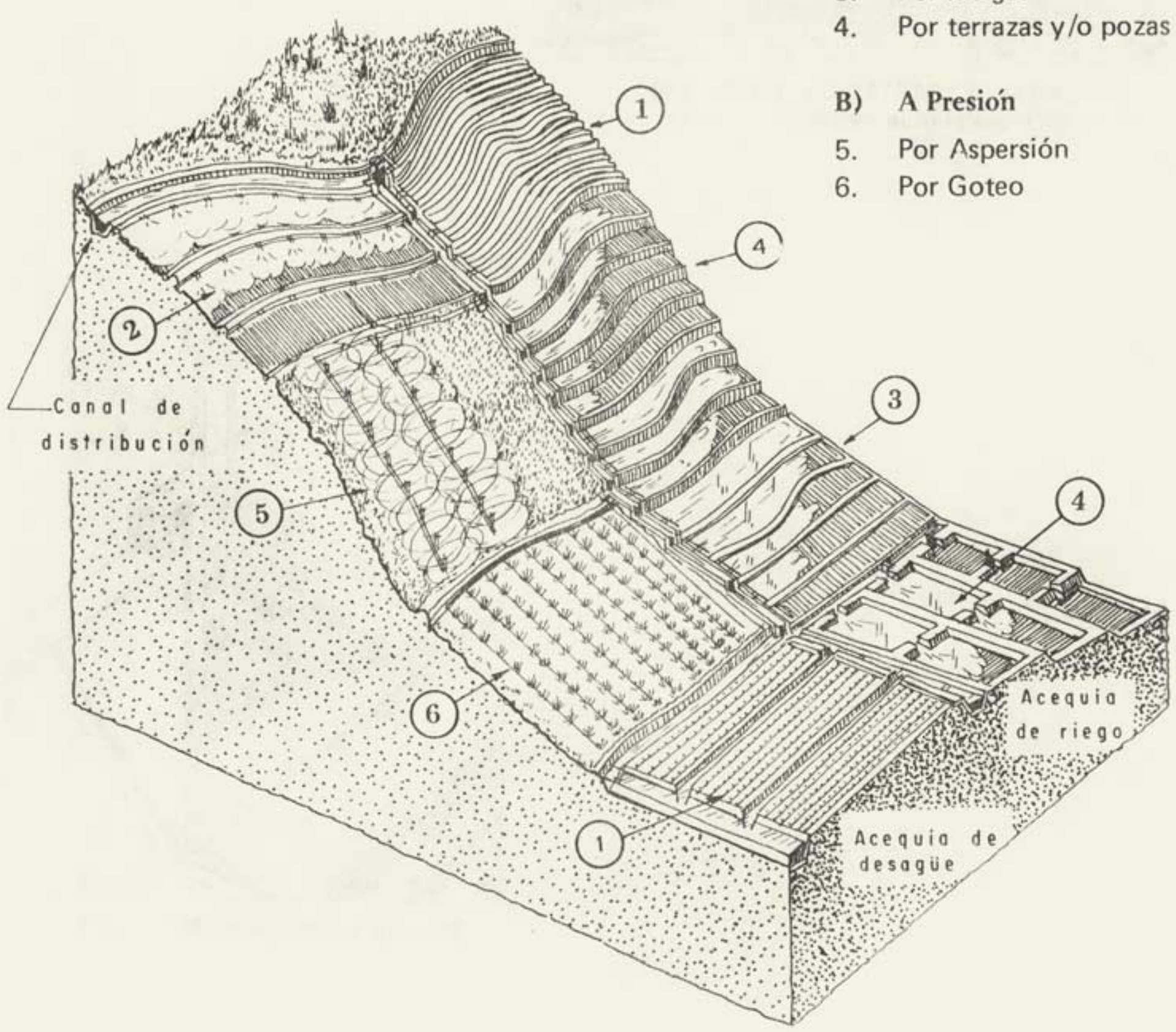
SISTEMAS DE RIEGO

A) Por Gravedad

1. Por surcos rectos y en contorno
2. Por manto o desbordamiento
3. Por melgas
4. Por terrazas y/o pozas

B) A Presión

5. Por Aspersión
6. Por Goteo



SISTEMAS DE RIEGO POR GRAVEDAD

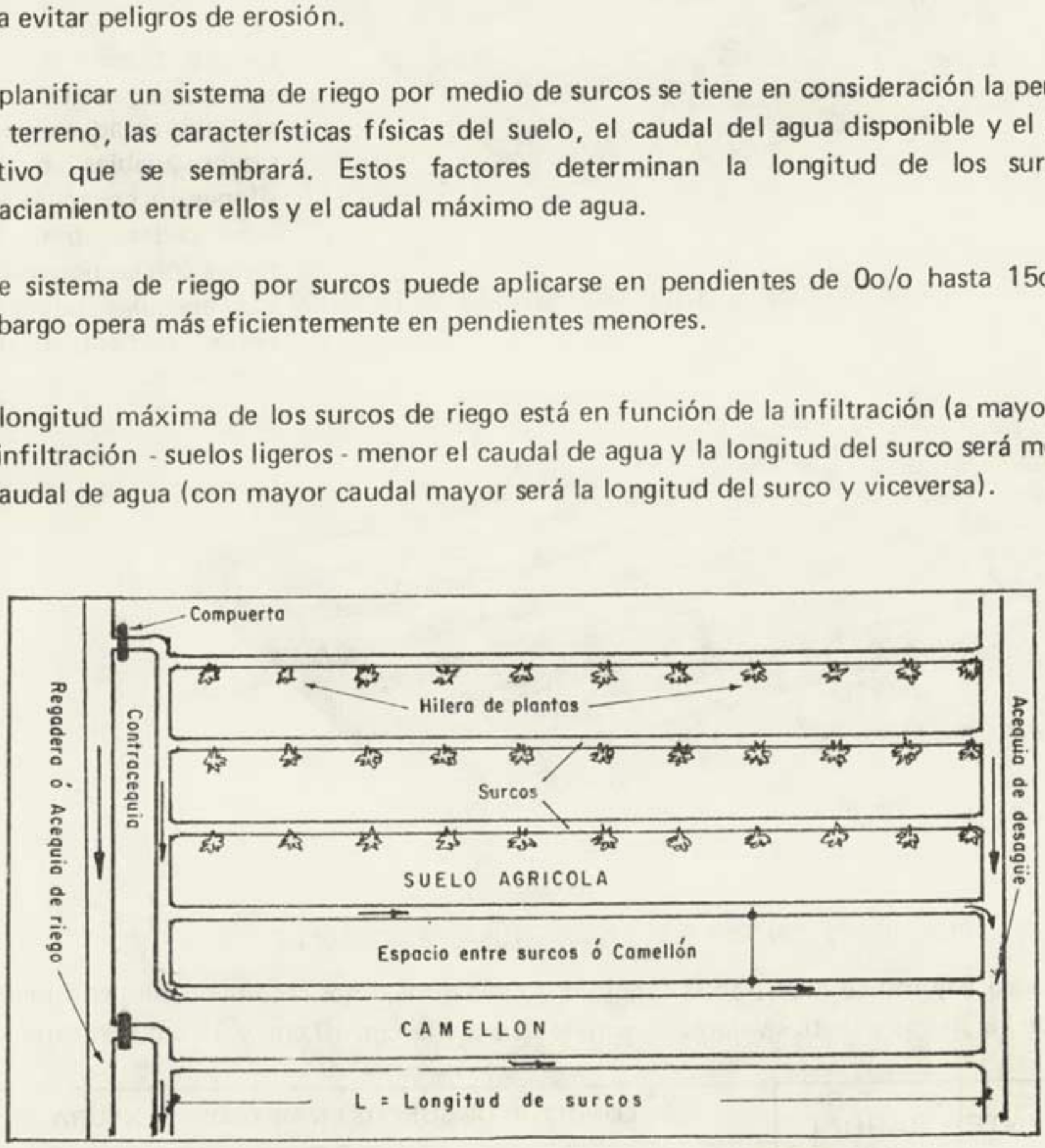
1. Riego por Surcos

El surco es una regadera o canal pequeño que corre entre dos hileras de plantas. Es el método más conocido y se aplica en muchos cultivos. Los surcos usualmente se contruyen en sentido de la pendiente, para evitar el desbordamiento lateral del agua y tener un mayor control. Cuando las pendientes son muy pronunciadas, se emplean los surcos en contorno, para evitar peligros de erosión.

Al planificar un sistema de riego por medio de surcos se tiene en consideración la pendiente del terreno, las características físicas del suelo, el caudal del agua disponible y el tipo de cultivo que se sembrará. Estos factores determinan la longitud de los surcos, el espaciamiento entre ellos y el caudal máximo de agua.

Este sistema de riego por surcos puede aplicarse en pendientes de 0o/o hasta 15o/o, sin embargo opera más eficientemente en pendientes menores.

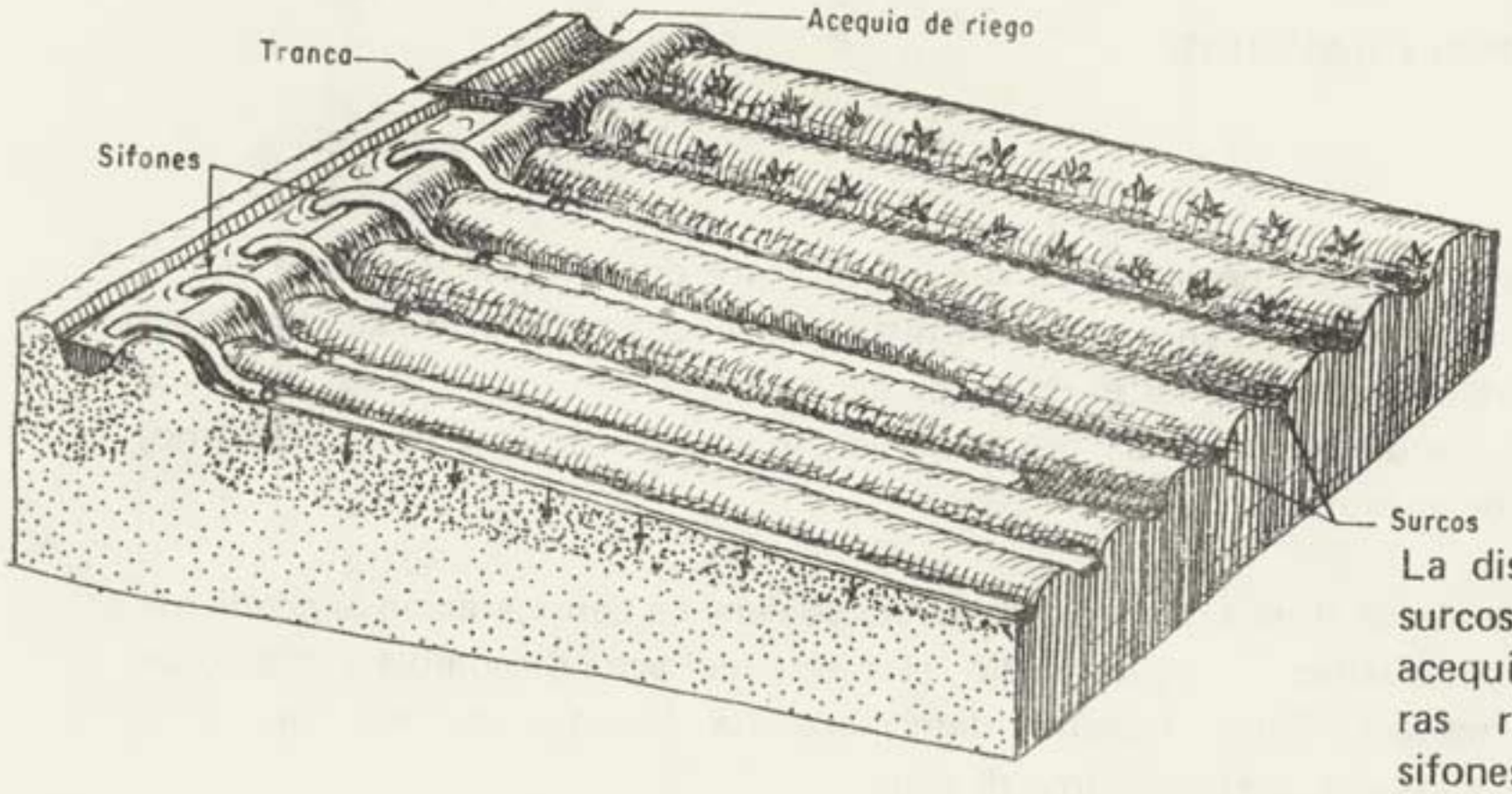
La longitud máxima de los surcos de riego está en función de la infiltración (a mayor grado de infiltración - suelos ligeros - menor el caudal de agua y la longitud del surco será menor) y el caudal de agua (con mayor caudal mayor será la longitud del surco y viceversa).



ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE RIEGO POR SURCOS

El caudal máximo de agua por cada surco (que no causa erosión) está determinado por la pendiente del terreno y el grado de erodabilidad (resistencia a la erosión).

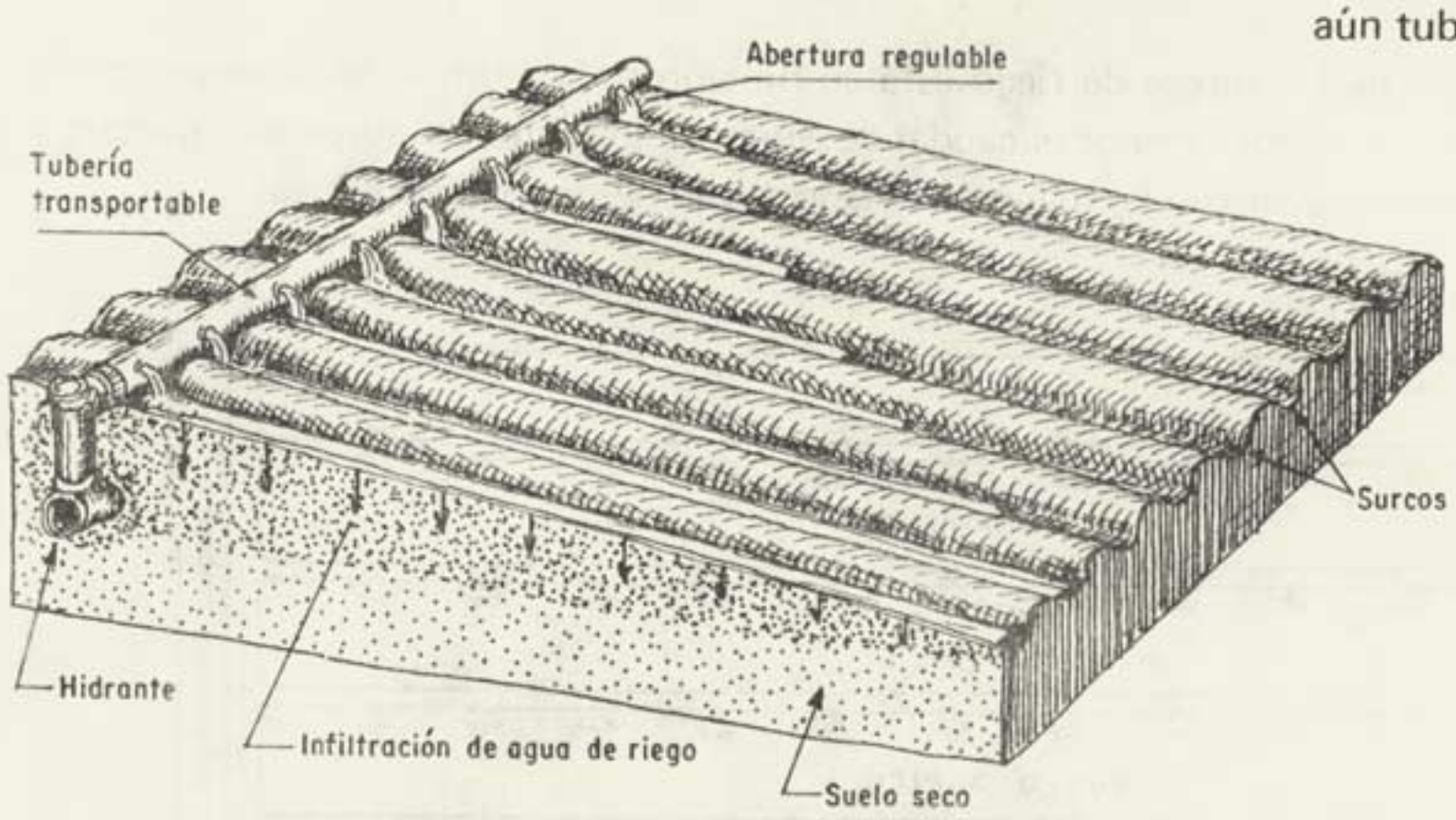
El espaciamiento entre surcos está principalmente determinado por la distancia entre las hileras de plantas. En suelos arenosos el agua tiene escaso movimiento lateral, pero es mayor en suelos pesados, por la cual, los suelos arcillosos admiten espaciamientos mayores que los suelos ligeros.



RIEGO POR SURCOS UTILIZANDO SIFONES DE PLASTICO

La distribución de agua a los surcos se realiza desde las acequias regaderas con aberturas regulables o mediante sifones (o en zonas altamente tecnificadas, por pequeñas tomas con compuerta).

Las acequias pueden ser de tierra, madera, hormigón y aún tuberías.



RIEGO POR SURCOS CON TUBERIA CON ABERTURAS REGULABLES

En el cuadro adjunto se muestran la longitud y caudal máximos recomendables en función de la textura de los suelos y de tres valores de lámina de agua (5 cm. 10 cm. y 15 cm.) en surcos.

PENDIENTE o/o	CAUDAL l/min.	LONGITUD DE SURCOS EN METROS - TEXTURA								
		GRUESA			MEDIA			FINA		
		5 cm.	10 cm.	15 cm.	5 cm.	10 cm.	15 cm.	5 cm.	10 cm.	15 cm.
0.25	150	150	220	265	250	350	440	320	460	535
0.50	75	105	145	180	170	245	300	225	310	380
0.75	50	80	115	145	140	190	235	175	250	305
1.00	35	70	100	120	115	165	200	150	230	260
1.50	25	60	80	100	95	130	160	120	175	215
2.00	20	50	70	85	80	110	140	105	145	185
3.00	10	40	55	65	65	90	110	80	120	145
5.00	7	30	40	50	50	70	85	65	90	105

Los surcos ordinarios se adaptan muy bien a pendientes menores de 1o/o, a todo tipo de suelos irrigables y para cultivos como hortalizas o frutales. Como limitación se puede mencionar que requieren una buena nivelación.

Dentro de este método se puede diferenciar hasta tres tipos de surcos:

- Surcos ordinarios (o derechos)
- Corrugaciones
- Surcos en contorno

Surcos Ordinarios (o derechos)

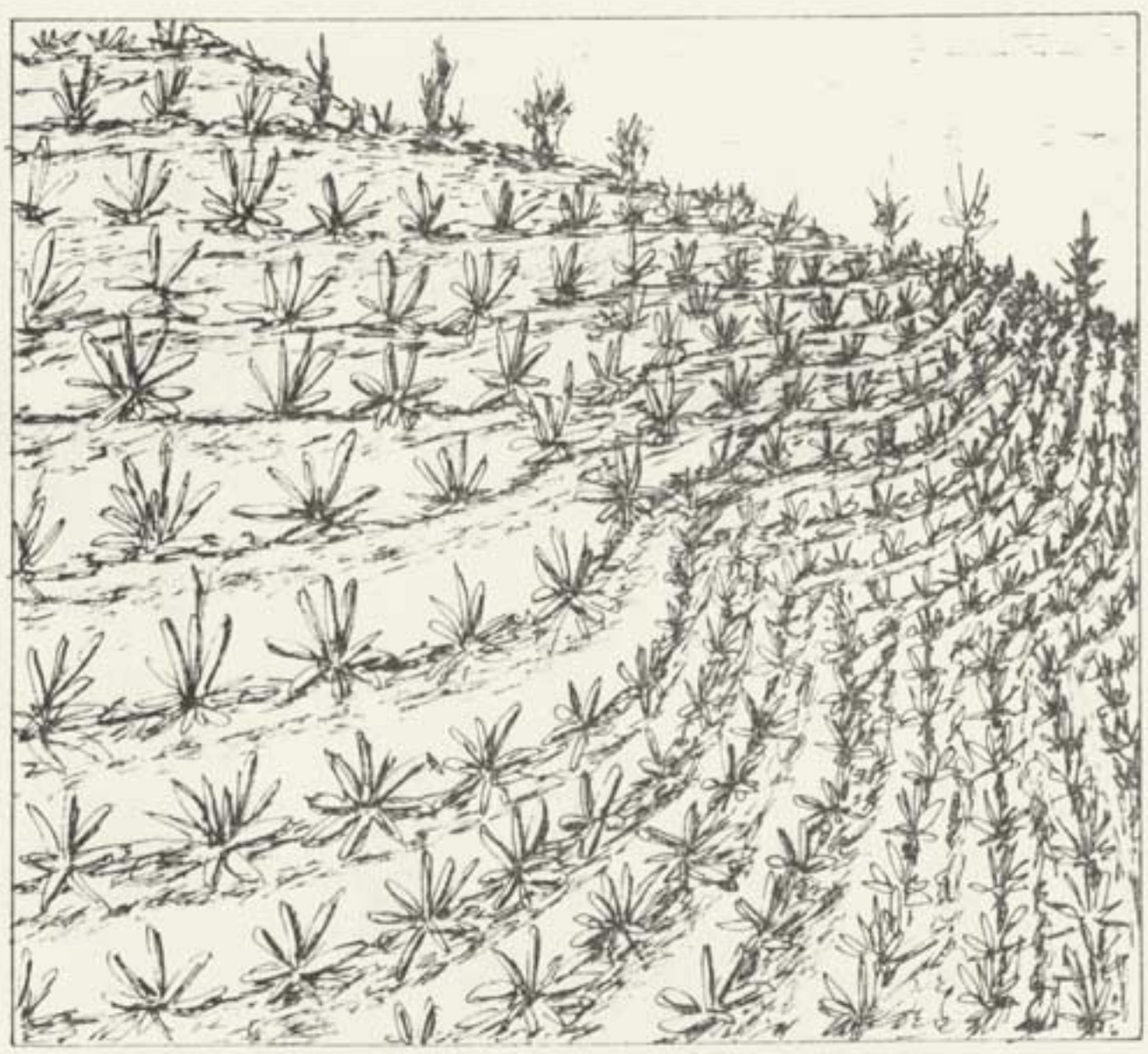
Se construyen en línea recta en sentido de la pendiente del terreno.

Corrugaciones

Son similares a las anteriores, pero son surcos más pequeños. Se adaptan a cultivos de crecimiento tupido (trigo, cebada, avena, pastos).

Surcos en Contorno

Aproximadamente, estos **surcos siguen las curvas de nivel del terreno.** Se construyen en terrenos con una pendiente fuerte, para prevenir la erosión del suelo

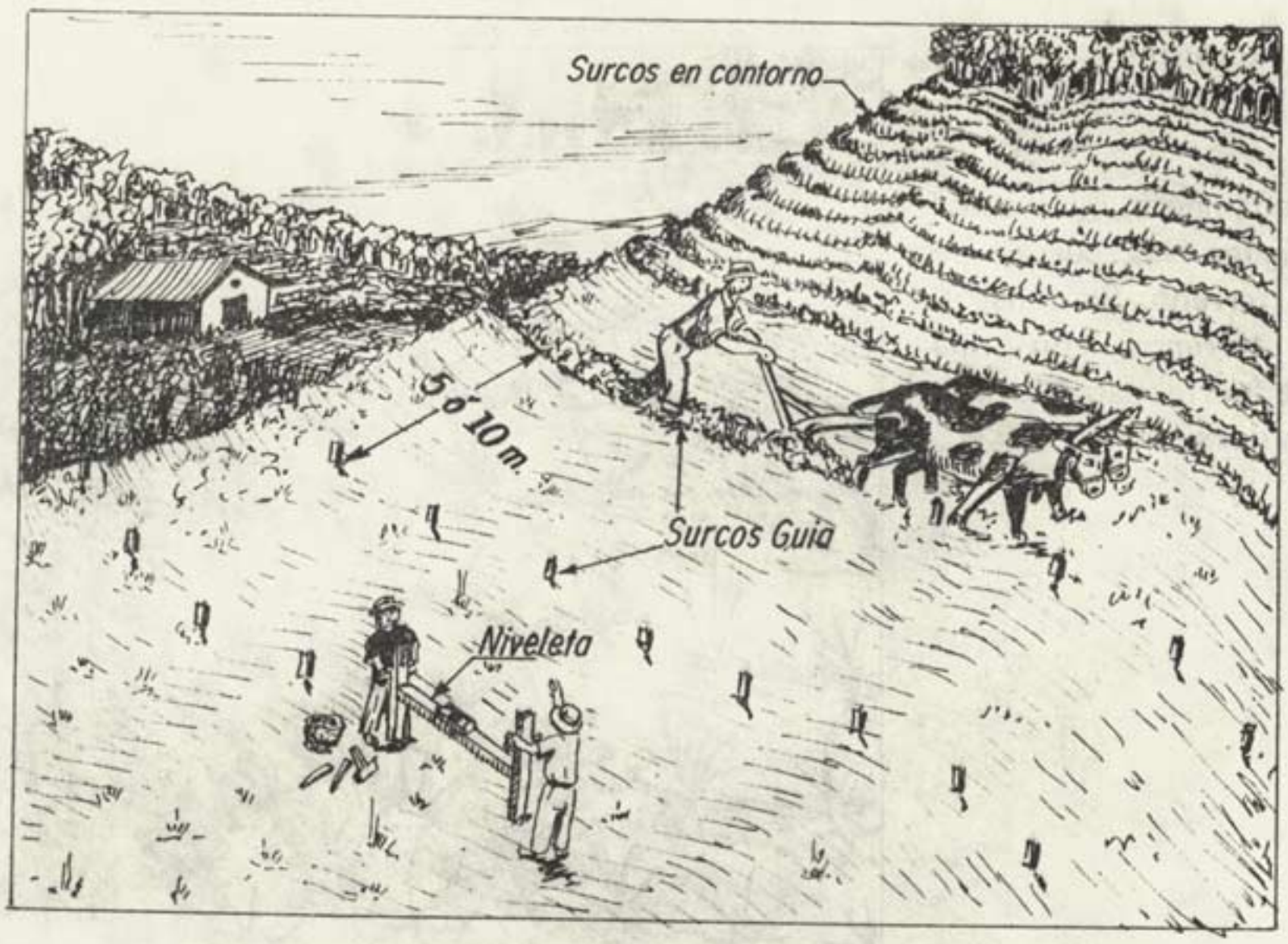


CULTIVOS EN SURCOS EN CONTORNO

Construcción de surcos en contorno

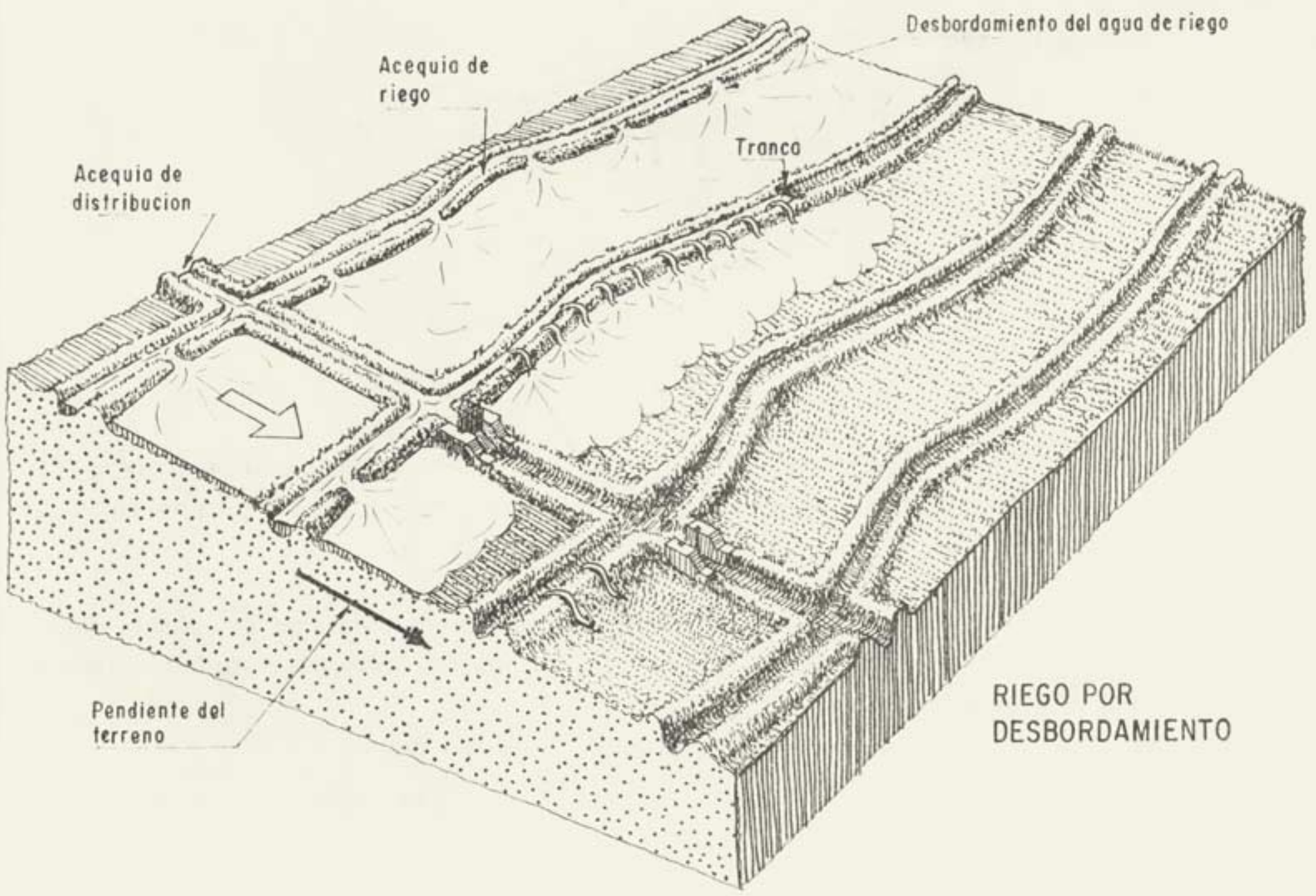
Con ayuda de un nivel de ingeniero o de otro sistema (como el caso de la manguera llena de agua) se trazan los surcos guía o "maestras" siguiendo una pendiente de 1o/o, 2o/o ó 3o/o. Estos surcos guías deberán estar separados 5 m. en terrenos ondulados y 10 m. en terrenos uniformes. Una vez trazados, se procede a construir el primer y segundo surco guía, y se construyen paralelamente los surcos intermedios hasta la mitad de la distancia al segundo surco, y a su vez paralelos a éste hasta cubrir la otra mitad.

En zonas con poca precipitación se utiliza también los surcos en contorno a nivel (pendiente 0) con una longitud entre 20 a 50 m. Los surcos con pendiente cero (0) conservan mejor la humedad en el suelo.

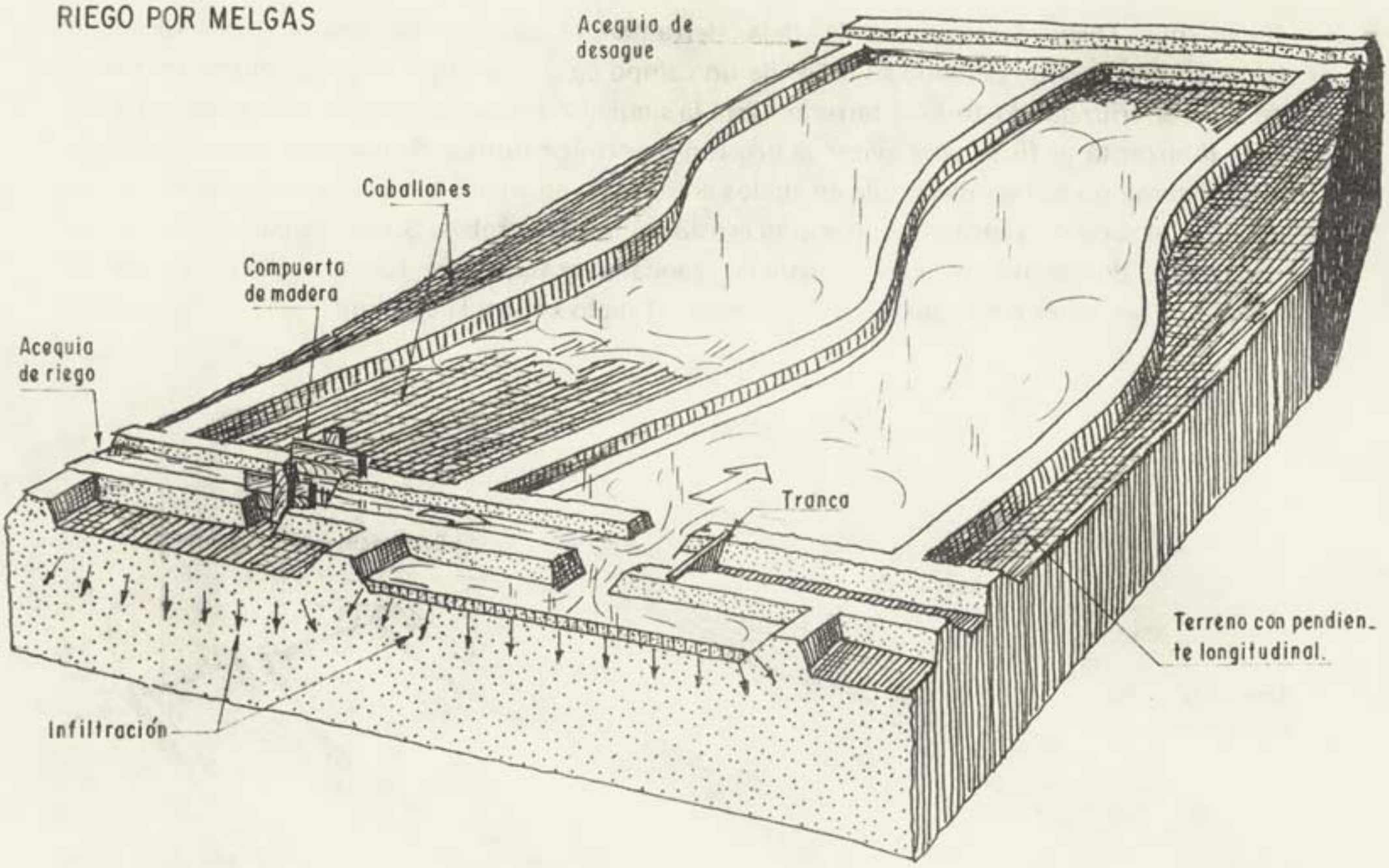


TRAZO Y CONSTRUCCION DE SURCOS EN CONTORNO

2. **Riego por Desbordamiento.**— Se deja derramar el agua desde una acequia regadora construída a lo largo del lado superior de un campo en pendiente. El agua se mueve en forma de lámina, inundando todo el terreno hasta la siguiente regadera ubicada en la parte inferior. Este intercepta el flujo para evitar la erosión y permitir utilizar de nuevo el agua excedente. Este sistema no es recomendable en suelos arenosos o en suelos agregados ni en suelos que se agrietan al secarse, porque facilitaría la erosión y los derrumbes. Su uso es para terrenos con pendiente, donde no es posible manejar caudales grandes. Se recomienda para cultivos forrajeros perennes o en cereales que protegen el suelo contra la erosión.



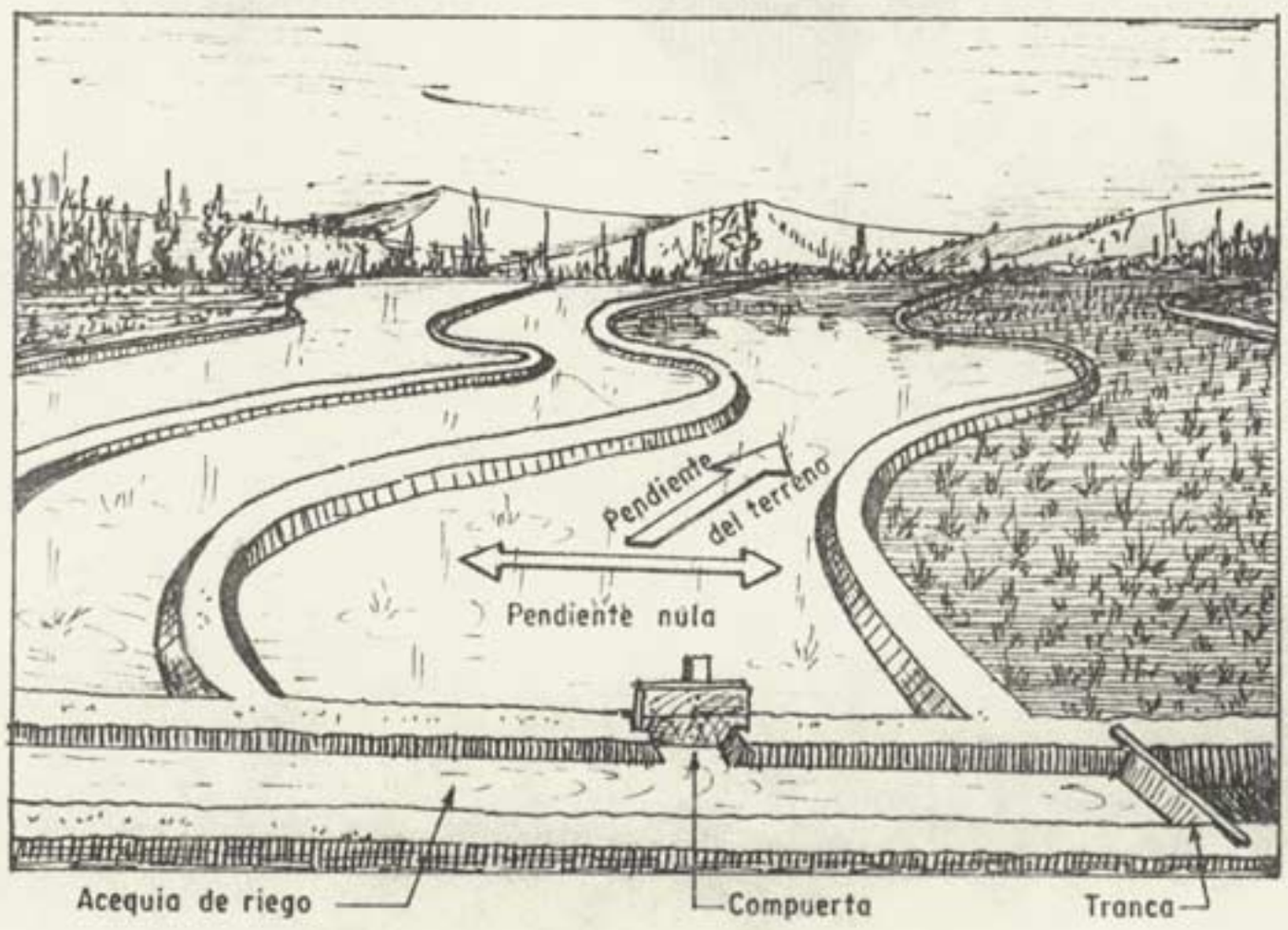
RIEGO POR MELGAS



3. Riego por melgas

Las melgas son franjas de terreno entre 3 a 30 m. de ancho, y con una longitud de 100 a 400 m. separadas entre sí por bordos. El agua pasa desde la regadera mediante cajas de distribución o con sifones.

La superficie del terreno entre bordos debe ser horizontal para que el agua la cubra totalmente y es recomendable que la pendiente de la franja sea uniforme en toda su longitud e igual a la del bordo.



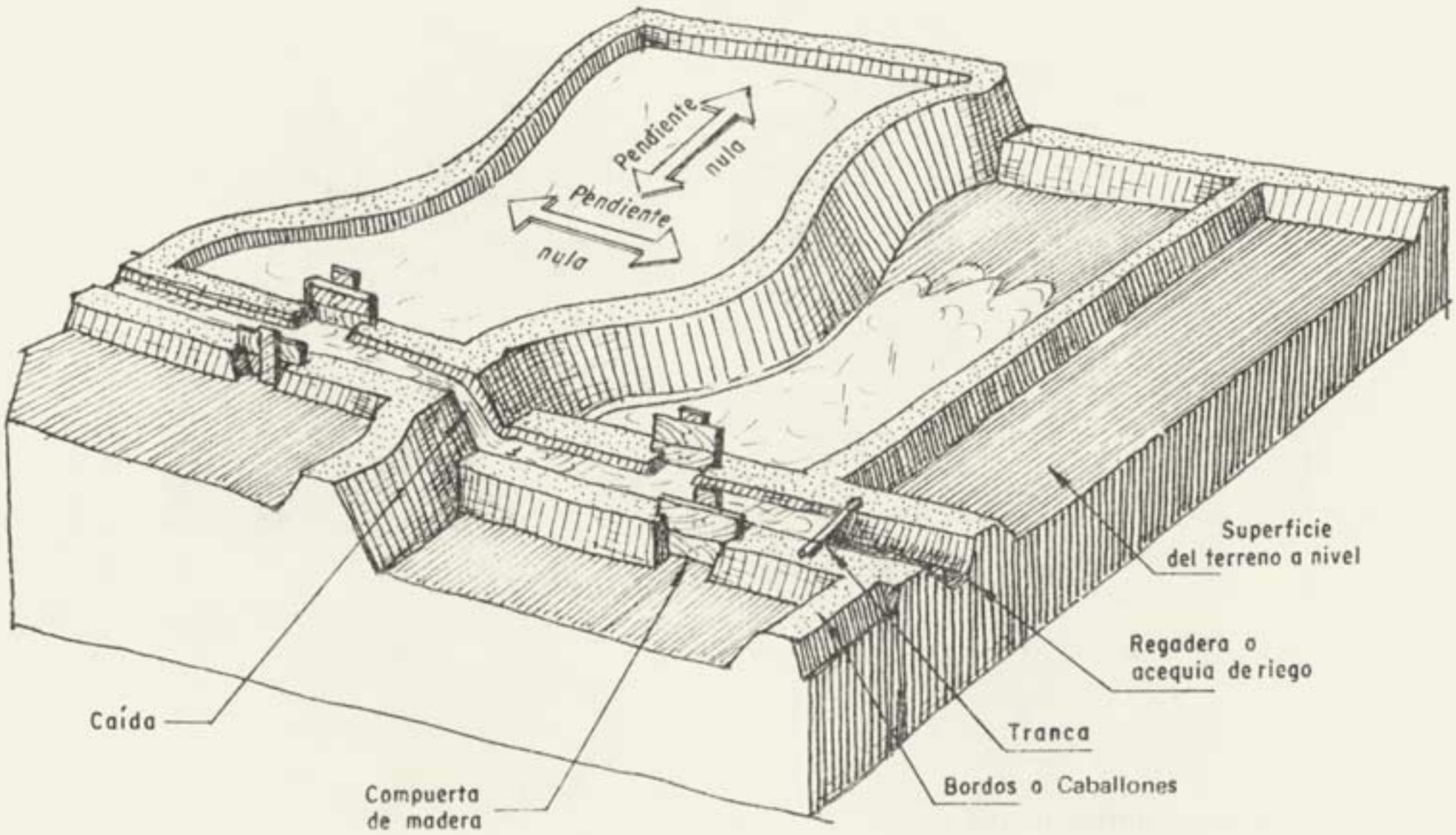
RIEGO POR MELGAS O FAJAS EN CONTORNO

El caudal que se hace pasar por una melga varía de 14 1/seg. a 180 l/seg. según las dimensiones y el tipo de cultivo.

Este sistema de riego se realiza cuando hay abundante agua. Es practicable en cultivos de forrajes y cereales para grano. Se aplica a todo tipo de suelos. Las melgas también pueden construirse siguiendo las curvas a nivel.

4. Riego en Terrazas a nivel o pozas

Se construyen terrazas sin pendiente con caballoens o bordos que dividen las terrazas en pozas más chicas. El agua se aplica desde las acequias de riego inundando completamente cada poza. Este método sirve en suelos muy permeables para evitar las pérdidas por percolación profunda en la cabecera. También se usa en suelos poco permeables donde el agua debe permanecer buen tiempo. Es aplicable para cultivos de cereales y forrajes pero no para cultivos que son sensibles a la humedad del suelo. El cultivo de arroz se hace en terrazas a nivel, pero requiere constantemente una capa de agua.



RIEGO EN TERRAZAS A NIVEL CON BORDOS

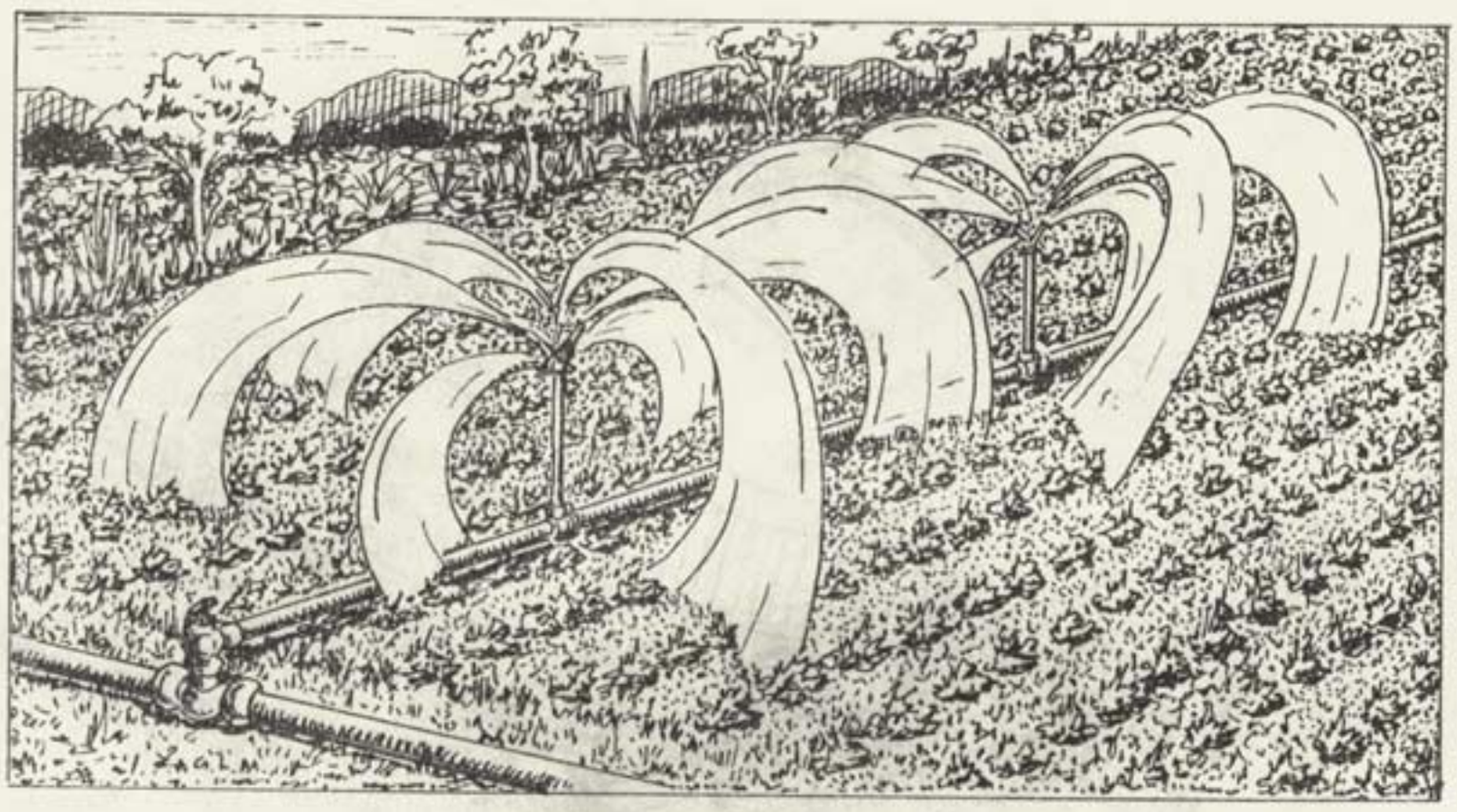
Algunos inconveniente de este sistema son que:

- Se pierde área de cultivo por la gran cantidad de bordos. Estos además dificultan el paso de equipos agrícolas.
- Es difícil drenar rápidamente aguas estancadas en pozas arcillosas. También crean un medio propicio para la propagación de mosquitos.
- Se requiere una inversión fuerte para la nivelación de terrenos y abundante mano de obra para el riego.

SISTEMAS DE RIEGO A PRESION

5. **Riego por Aspersión.**— Consiste en aplicar agua de riego a los cultivos con lluvia artificial a través de aspersores.

Se requiere agua a presión en tuberías que alimenten los aspersores. Estos dan vueltas por la presión del agua y producen una lluvia circular y uniforme.



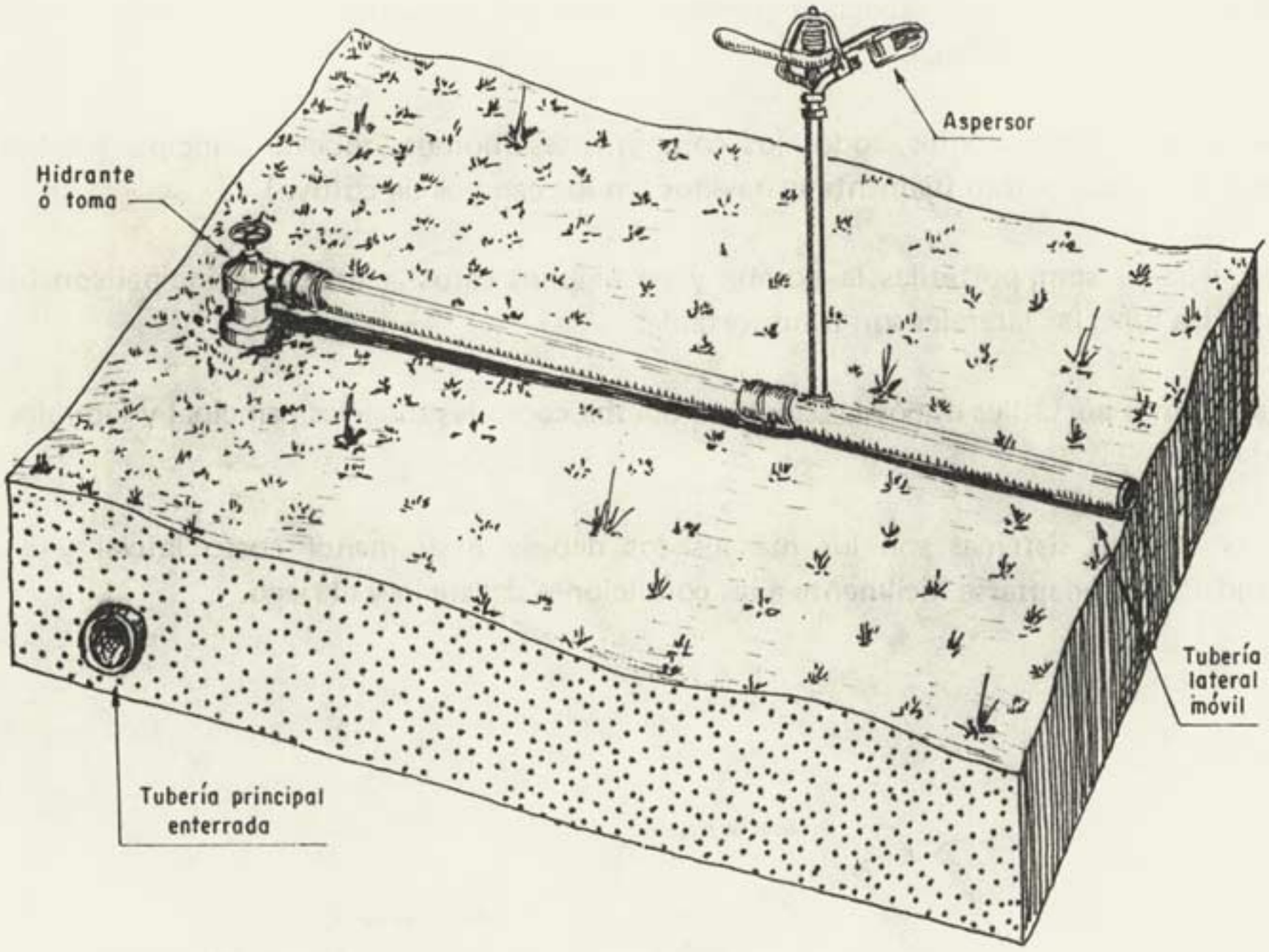
RIEGO POR ASPERSION

Ventajas

- Distribución uniforme del agua.
- Mejor eficiencia del riego.
- Menor peligro de erosionar los suelos.
- No hay que nivelar los terrenos.
- Aplicación directa de los fertilizantes.
- Defensa contra heladas o incendios.

Sin embargo, a las ventajas anteriores se contrapone el alto costo de la inversión inicial y, en ciertos casos, costo de operación.

Por eso, se utiliza en cultivos muy sensibles a la falta de agua y de una alta rentabilidad.



SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION FIJO

— **Componentes del Sistema.**— Un sistema de riego por aspersión generalmente está constituído por una bomba que imprime presión al agua. En determinados casos esta presión es conseguida por el desnivel de la fuente de agua (carga hidráulica); una tubería principal de conducción, tubos laterales de distribución y aspersores.

La Bomba debe proporcionar la presión necesaria condicionada por la topografía, las pérdidas por fricción de las tuberías y la requerida por los aspersores.

La Tubería Principal puede ser fija o portátil, sin embargo las portátiles se adaptan mejor y cuestan menos. Esta tubería conduce el agua desde la bomba hacia los tubos laterales.

Los Tubos Laterales son de aluminio y en estos se conectan los aspersores.

Los Aspersores son generalmente de tipo rotatorio. Están provistos de dos boquillas opuestas y con diferente ángulo de elevación, una de las cuales cubre el área más distante del aspersor y la otra la más cercana. La rotación del aspersor es debida al impacto del chorro de agua de una de las boquillas sobre una paleta que se mantiene en posición gracias a la acción de un resorte.

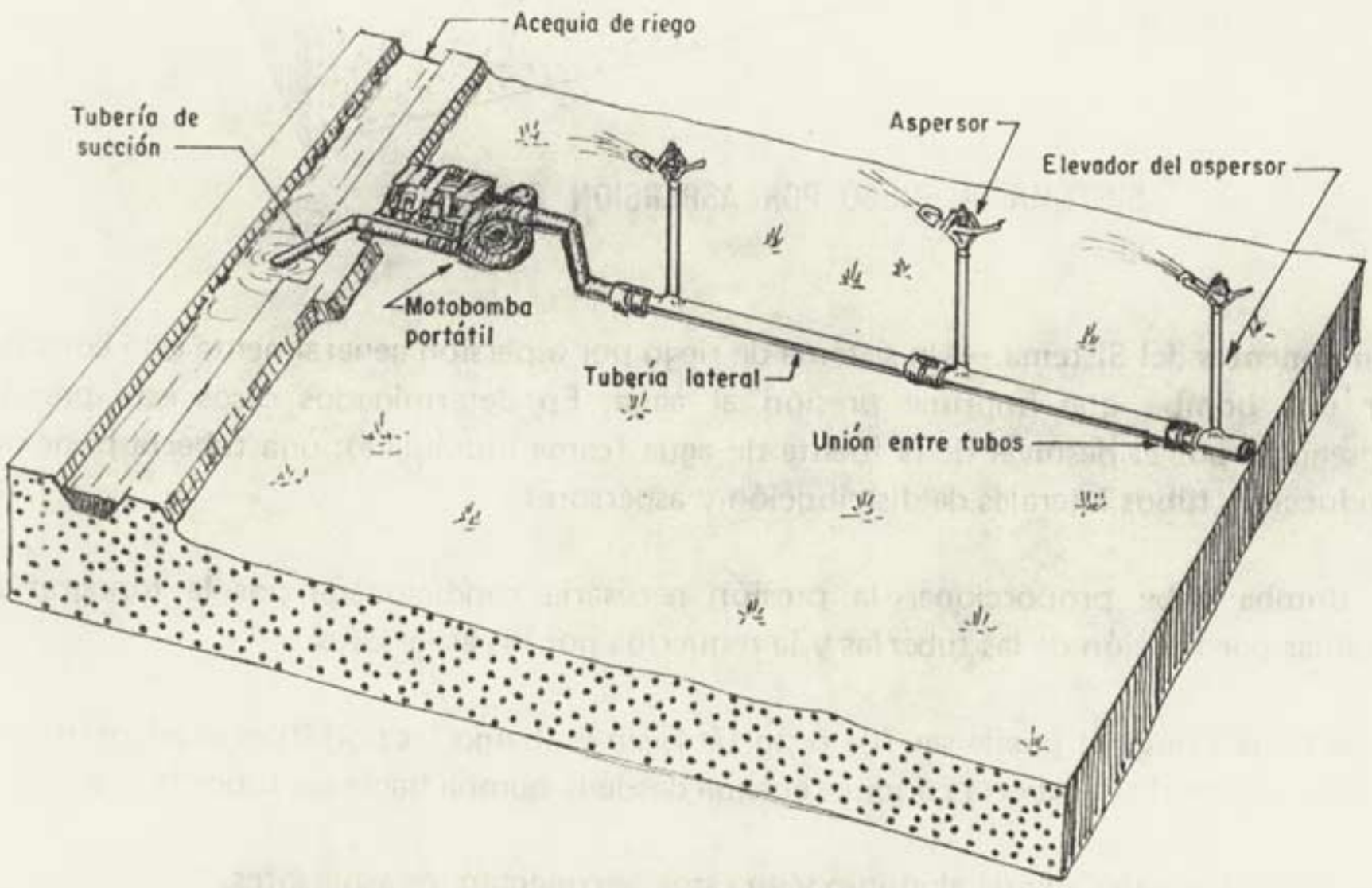
Los sistemas de riego por aspersión pueden clasificarse en permanentes (fijos), semi-portátiles y portátiles (móviles).

En los sistemas permanentes, todos los componentes (bomba, tubería principal y tubería secundaria) se encuentran fijamente instalados (en los campos de cultivo).

En los sistemas semi-portátiles la bomba y en algunos casos la tubería principal son fijas, mientras las tuberías laterales son transportables.

En los sistemas portátiles o móviles, tanto la bomba como las tuberías principal y laterales se trasladan.

Los dos últimos sistemas son los más usados debido a su menor costo inicial y a su versatilidad para adaptarse fácilmente a las condiciones del suelo y el riego.



SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION MOVIL

– **Determinantes para adoptar un Sistema de Riego por Aspersión**

1. **Suelo.**– Es necesario conocer la profundidad y sus características físicas que nos condiciona su capacidad de retención de agua y su grado de infiltración. El grado de aplicación de los aspersores no deberá superar el coeficiente de infiltración con el fin de evitar el escurrimiento superficial. De otro lado el intervalo de riego así como el tiempo de aplicación están en función de la capacidad de retención del suelo.

2. **Topografía.**– Con el fin de estimar la distribución de las presiones en todo el sistema y consiguientemente calcular la carga total de bombeo requerida para conseguir una buena uniformidad de aplicación.

3. **Agua** – Es conveniente conocer su calidad para los efectos de riego. De otro lado su ubicación como fuente de abastecimiento condicionará la longitud, posición y accesorios de la tubería.

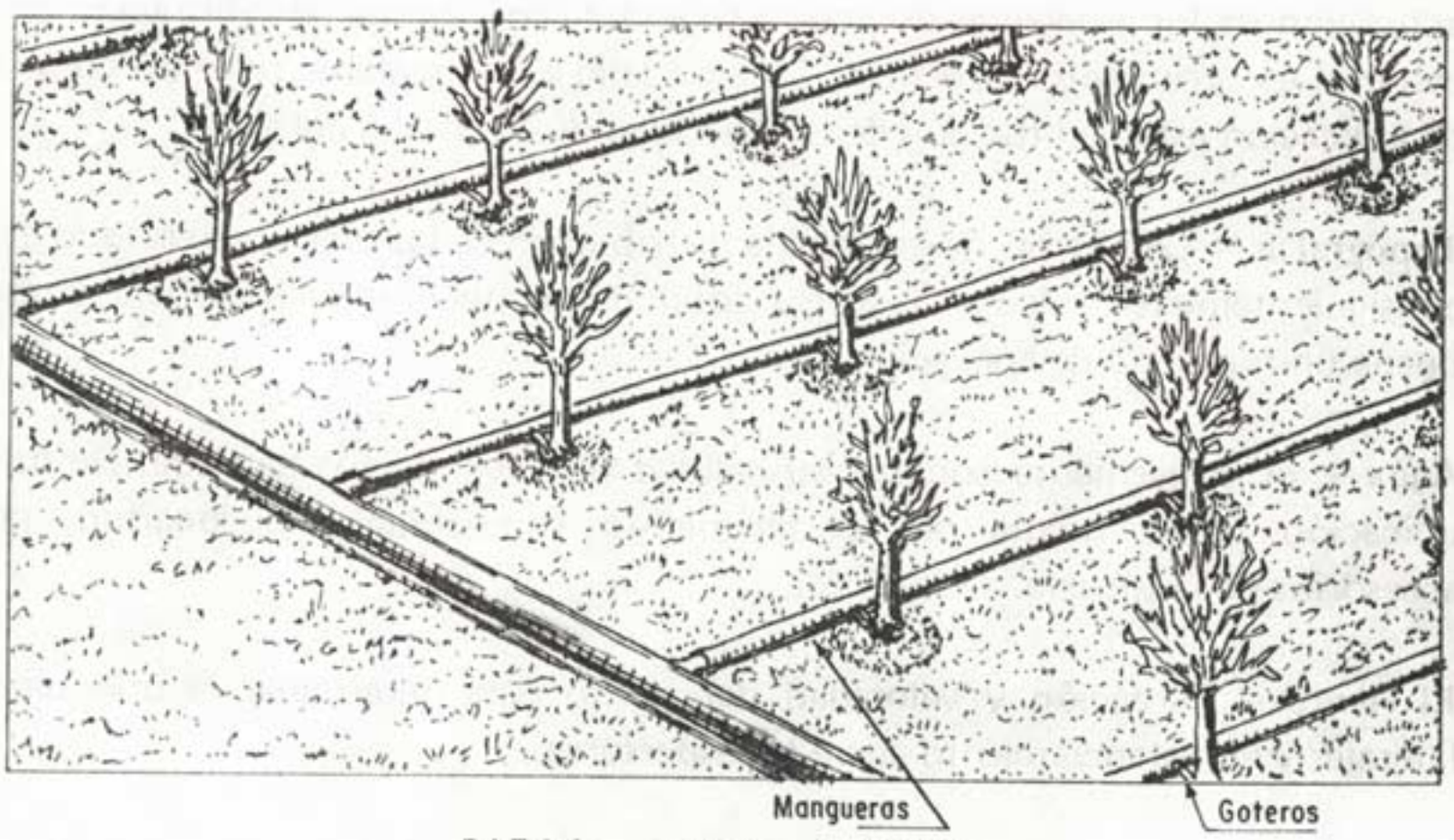
4. **El viento**.– Dirección y velocidad del viento para determinar la orientación de los laterales y el distanciamiento entre los aspersores.

5. **Cultivo** .– Según los cultivos se determina los requisitos de agua del sistema. La profundidad de humedecimiento del suelo se fija en función a la profundidad de raíces.

6. **Energia Disponible.**– Con el fin de escoger la unidad motora y sus características.

7. **Sistema de Trabajo.**– Las modalidades de los trabajos agrícolas, el costo de la mano de obra y las costumbres, influyen en el sistema así como en los costos operativos.

6. RIEGO POR GOTEO



RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo consiste en llevar el agua "gota por gota" hasta las raíces de las plantas a través de mangueras por medio de dispositivos especiales llamados goteros. El agua se dosifica en cantidad y tiempo según la necesidad de las plantas.

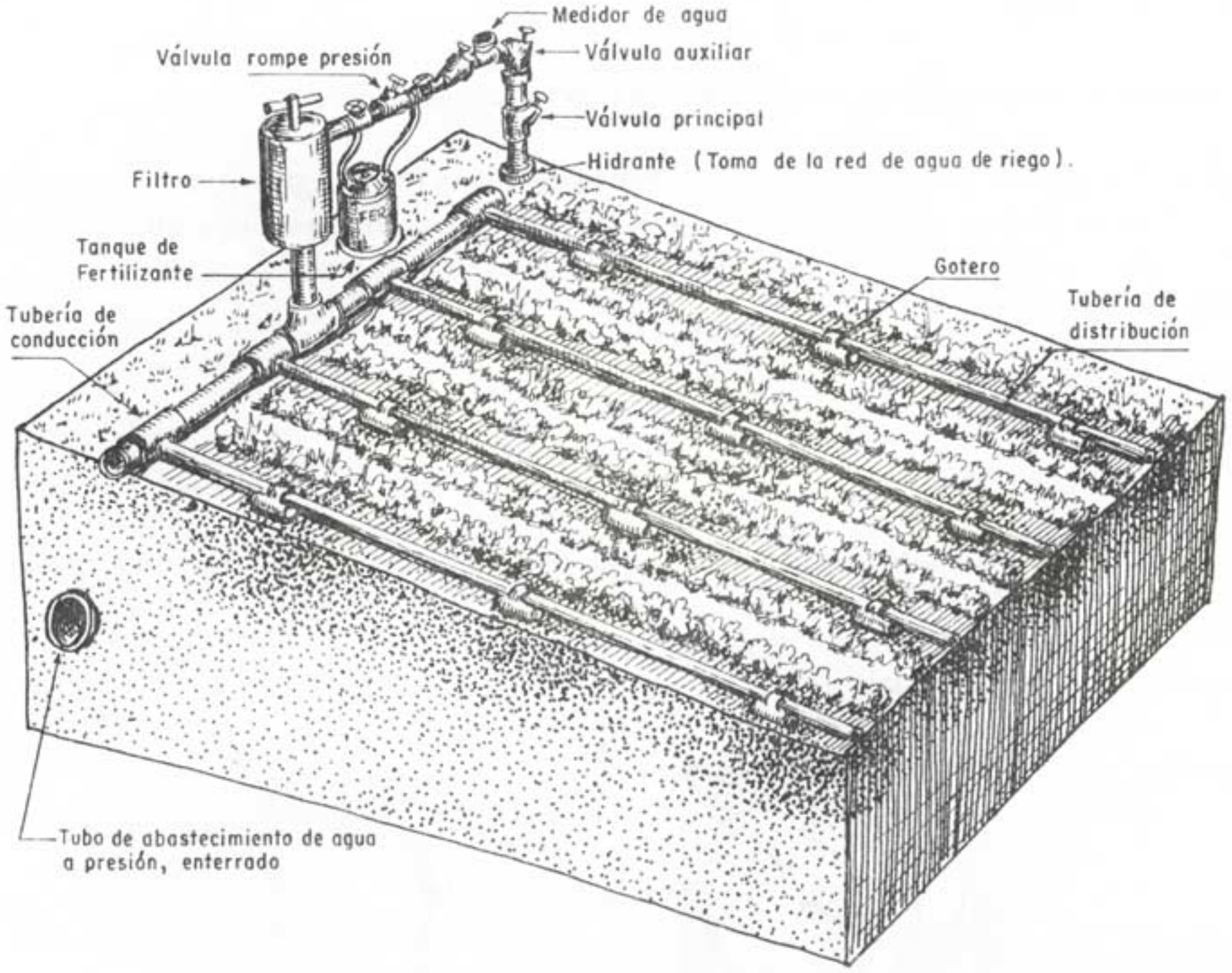
VENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO

- Ahorro de agua
- Mayor producción
- Mejor fertilización
- Aplicación en todo tipo de suelo
- No hay que nivelar el terreno
- Menor desarrollo de mala hierba
- Su operación es fácil y produce ahorro de mano de obra.

DESVENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO

- Inversión inicial fuerte
- El equipo en general debe ser resistente a los agentes de intemperismo.
- Mayor posibilidad de plagas y enfermedades por la humedad del suelo alrededor de las plantas.
- Los fertilizantes deben ser solubles al agua.
- Para evitar el taponamiento de los goteros se requiere filtros.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.- SUS ELEMENTOS

Bomba.— Debe proporcionar alrededor de 10 m. de carga o presión de agua requerida por los goteros.

Manómetro.— Indica la presión del agua.

Tanque fertilizador.— Dosifica y proporciona los fertilizantes al agua.

Filtros.— Filtran el paso de materiales en suspensión y así evita el taponamiento de los goteros.

Medidor de Agua.— Permite un control estricto sobre la cantidad de agua aplicada.

Reguladores de gasto.— Para asegurar el mismo gasto en todos los goteros.

Tubería.— Conducen el agua a los goteros.

Emisores o goteros.— Son las más importantes del sistema, porque permiten depositar el agua en el sitio preciso y en las cantidades requeridas.

AFORO DEL AGUA DEL RIEGO

Es la cantidad de agua que se dispone en cada segundo. El agua es medida en litros por segundo (l/seg) y en metros cúbicos por segundo (m3/seg) ó en otras unidades de volumen relacionadas a una unidad de tiempo.

Aforo en corrientes pequeñas y manantiales: Se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se recibe el agua en un recipiente de volumen conocido (tambor, barril, balde, caneca, etc.).
2. Se mide el tiempo en segundos hasta llenar el recipiente. Por ejemplo, si un cilindro de 200 litros de capacidad se llena en 50 segundos el caudal o aforo Q será:

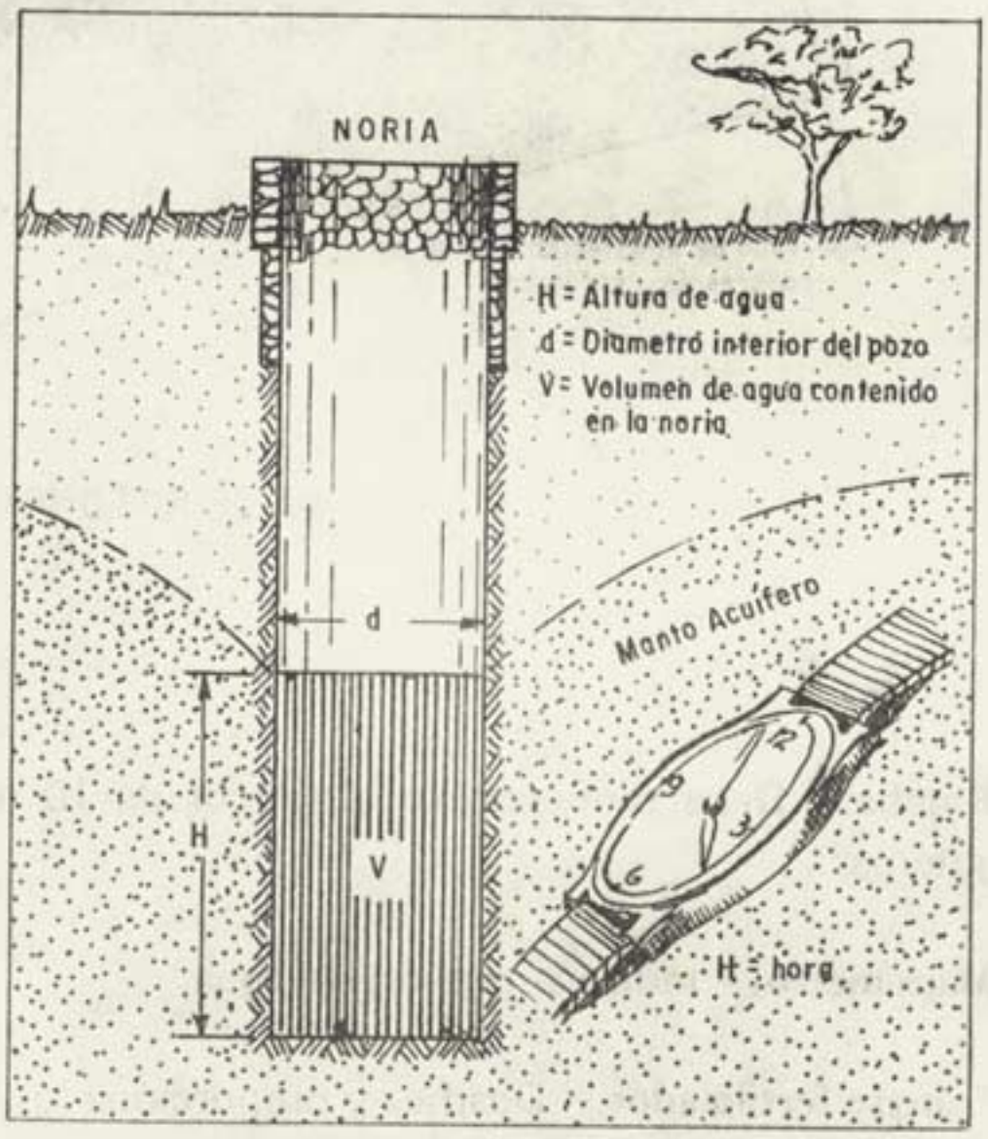
$$Q = \frac{200\ L}{50\ seg.} = 4.0\ l/seg.$$

Aforo en norias o pozos: El procedimiento es el siguiente:

1. Se extrae el agua contenida en la noria por bombeo o con recipientes hasta que la noria quede seca.
2. Se mide el tiempo que tarda el agua en recuperar su nivel original.



AFORO EN CORRIENTES
PEQUEÑAS Y MANANTIALES



AFORO EN NORIAS O POZOS

Ejemplo: Se trata de una noria de diámetro (d) = 2.50 m. y altura de agua (h) = 2.00 m.
El volumen del pozo será entonces:

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 h$$

$$V = \frac{3.1416}{4} \times (2.50)^2 \times 2 = 9.8\ m^3 = 9{,}800\ litros$$

Si el agua tarda 4 horas en recuperar su nivel en la noria el aforo será:

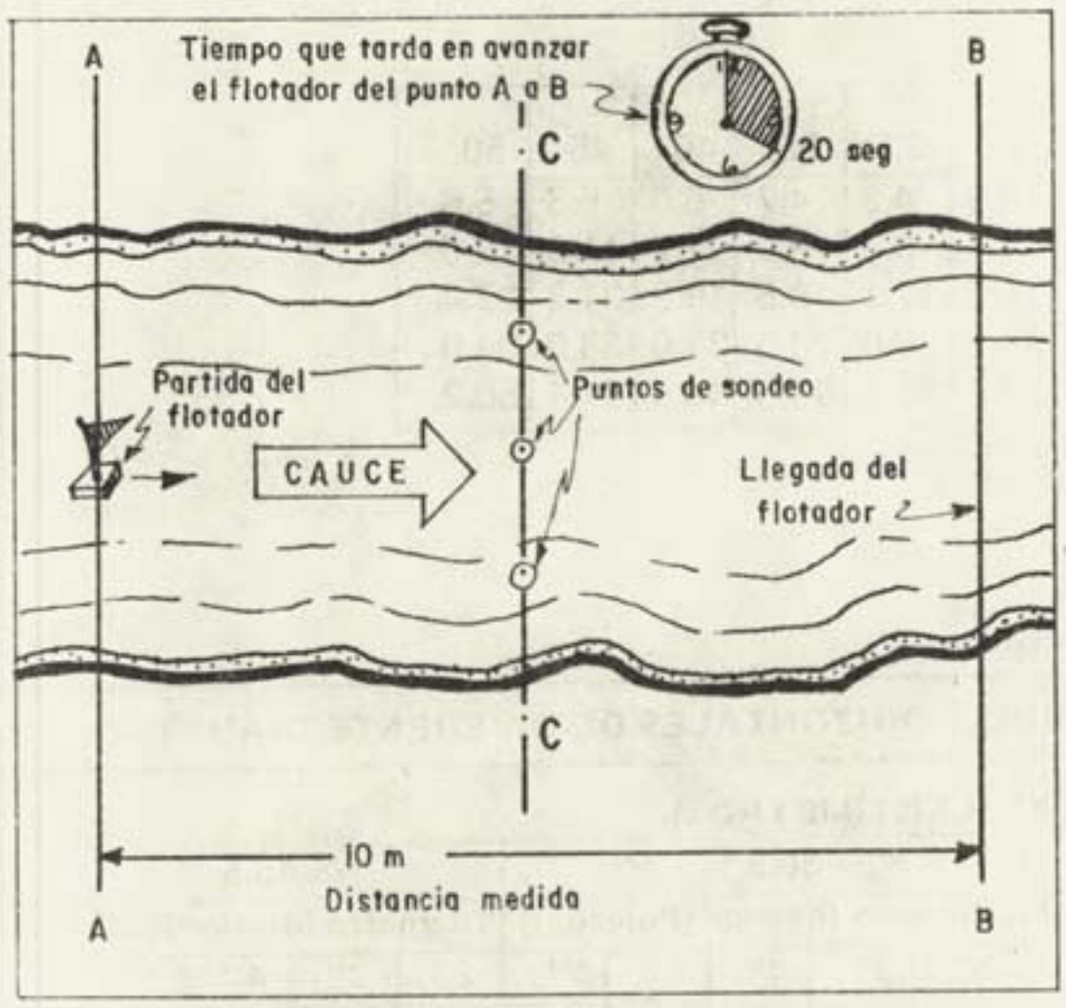
$$Q = \frac{9{,}800\ l}{4\ hr.} = 2{,}450\ l/hora \qquad Q = \frac{2{,}450\ l/hr}{3{,}600\ seg/hr} = 0.681\ l/seg.$$

Aforo en corrientes de agua.–
El procedimiento consiste en calcular la velocidad media de la corriente y determinar el área de la sección transversal, con el fin de aplicar la fórmula:

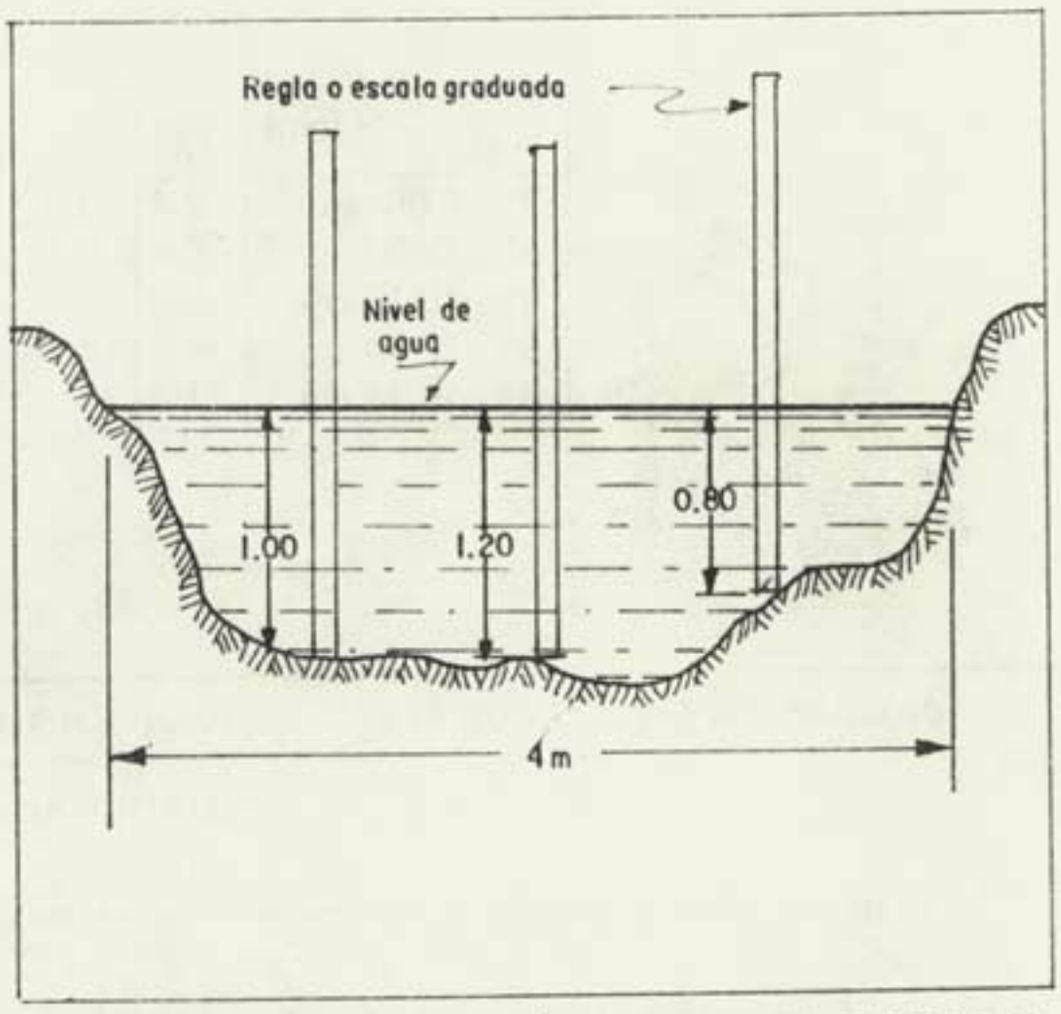
$$Q = V \times A$$

Velocidad media – Puede medirse directamente con un molinete o correntómetro, o calcularse mediante el uso de flotadores. En este caso se fijan 2 puntos distanciados una longitud conocida y se mide el tiempo en que el flotador demore recorrer dicho espacio. A la velocidad calculada con estos valores se aplica un factor de corrección para estimar la velocidad media.

Sección transversal.– Se determina en el sitio donde se calculó la velocidad, o en un punto intermedio del recorrido del flotador. Dicha sección puede determinarse calculando áreas parciales, o estimando la profundidad media.



PLANTA DEL TRAMO DE CAUCE DONDE SE VA A AFORAR



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE EN EL PUNTO C-C

Ejemplo: Un flotador recorre 10 metros en 20 segundos en una corriente cuyo ancho superficial es 4.00 metros y, en cuya sección se han determinado profundidades de 1.00 m. 1.20 m. y 0.80 m.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo}} = \frac{10 \text{ metros}}{20 \text{ seg.}} = 0.50 \text{ m/seg.}$$

La velocidad media es aproximadamente 85o/o de la velocidad superficial, luego:

Velocidad media = 0.85 x 0.50 m/seg. = 0.425 m/seg.

Sección transversal = A, donde:

A = Ancho corriente x Profundidad media

$$\text{Profundidad media} = \frac{1.00 + 1.20 + 0.80}{3} = \frac{3.00}{3} = 1.00 \text{ metro}$$

A = 4.00 x 1.00 = 4.00 m2

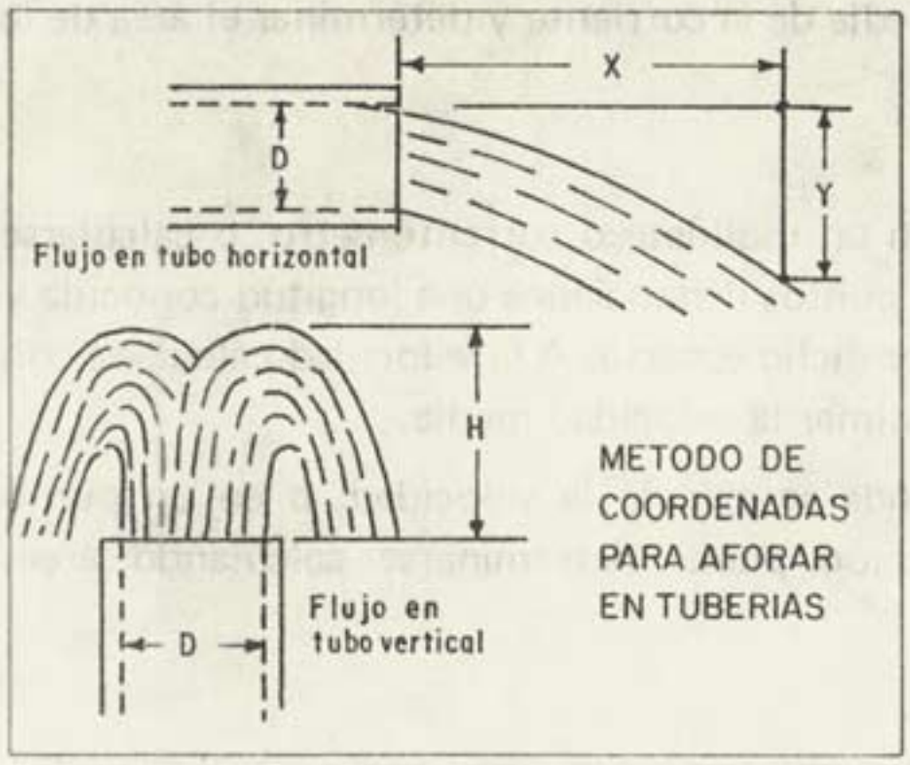
Luego: Q = V x A

Q = 0.425 m/seg. x 4.00 m2

Q = 1.7 m3/seg.

Q = 1,700 litros/seg.

Método de coordenadas para aforo en tuberías.— Consiste en medir las coordenadas del chorro de agua que sale de un tubo. El flujo puede medirse, ya sea cuando el tubo descarga en forma vertical o en forma horizontal. La exactitud del presente método es algo limitada.



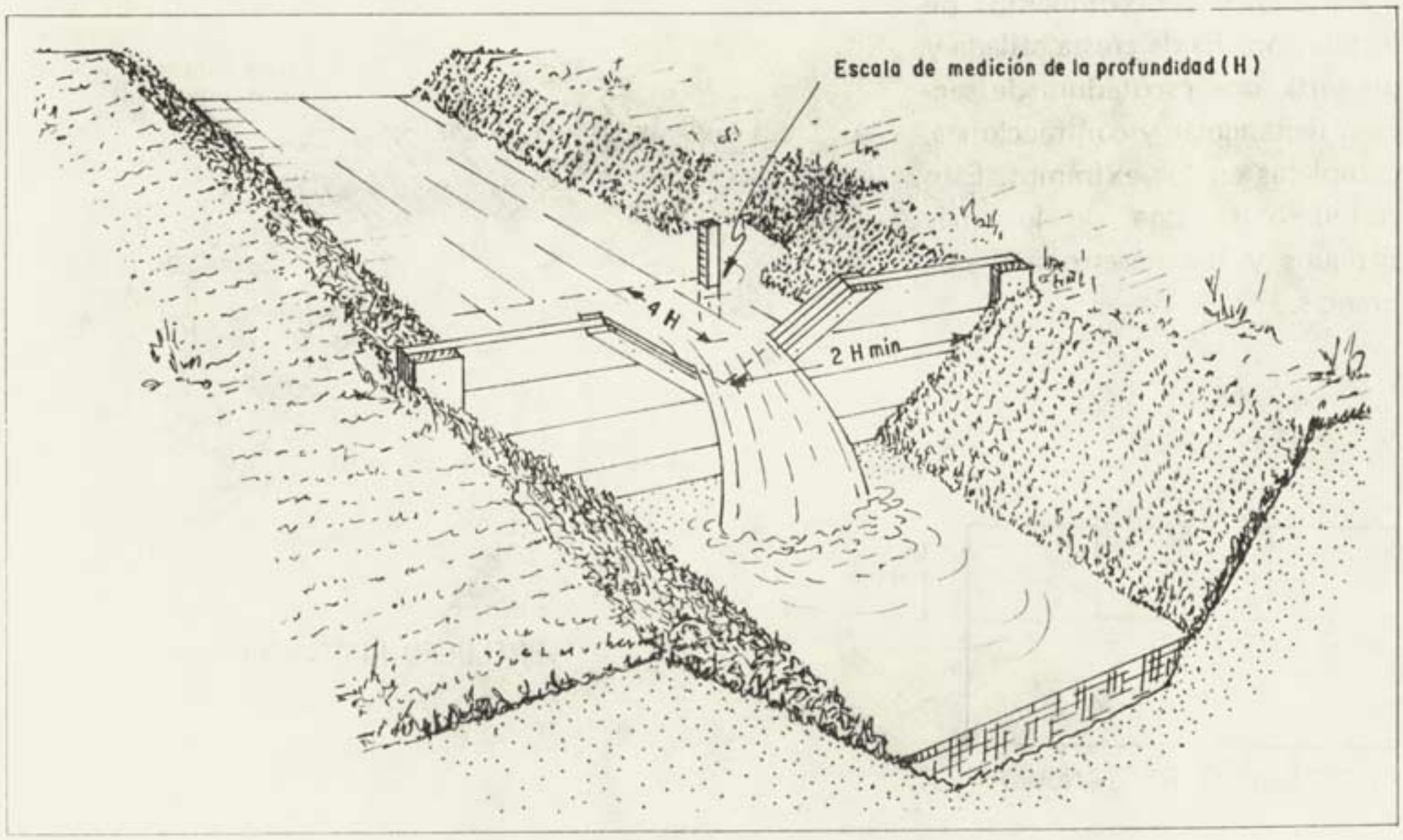
1. **Para aforar los flujos verticales** se mide el diámetro interior del tubo (D) y la altura del chorro de agua sobre la boca del tubo (H), y con estos valores se determina el caudal en la tabla adjunta.

D (cm) \ H (cm)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
2" : 5.08 cm.	2.4	3.0	3.5	3.9	4.3	4.7	5.0	5.3	5.6
3" : 7.62 cm.	5.4	6.7	7.8	8.7	9.6	10.0	11.2	11.9	12.6
4" : 10.16 cm.	9.5	11.8	13.8	15.5	17.1	18.5	19.9	21.2	22.4
5" : 12.70 cm.	14.9	18.4	21.5	24.2	26.6	28.9	31.0	33.0	34.9
6" : 15.24 cm.	21.4	26.5	30.9	34.7	38.3	41.5	44.6	47.4	50.2

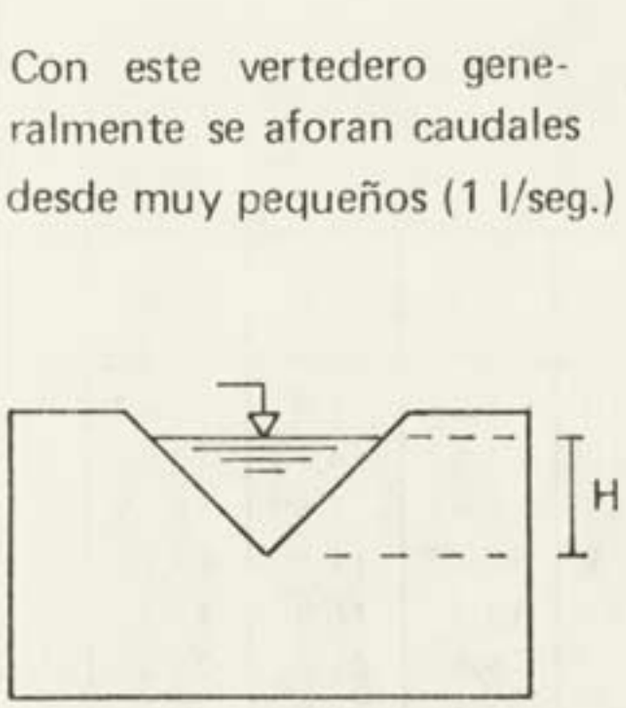
Coordenadas "Y" (Centímetros)	CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO /l/seg) EN TUBERIAS HORIZONTALES DE DIFERENTE DIAMETRO																			
	COORDENADAS "X" (CENTIMETROS)																			
	0					15					30.5					45.5				
	Diámetro !nterior (Pulgadas)					Diámetro Interior (Pulgadas)					Diámetro Interior (Pulgadas)					Diámetro Interior (Pulgadas)				
	2"	3"	4"	5"	6"	2"	3"	4"	5"	6"	2"	3"	4"	5"	6"	2"	3"	4"	5"	6"
0.61		4.2	11.3	19.3		11.2	19.6	34.6												
0.91		4.1	11.2	18.9	33.0	9.2	17.3	31.7	61.1	78.4										
1.22		4.0	10.5	18.6	32.1	8.0	15.6	29.2	54.1	70.2										
1.52	1.2	3.9	10.2	18.1	31.2	7.0	14.5	27.5	48.7	64.3										
1.83	1.1	3.8	9.8	17.8	30.3	6.3	13.6	25.5	44.5	59.8										
2.13	1.0	3.6	9.3	17.3	29.4	5.8	12.7	23.8	40.1	56.1										
2.44	0.9	3.5	9.0	16.9	28.4	5.4	12.2	22.4	38.2	53.3	9.9	20.1	36.0	64.0						
2.74	0.7	3.2	8.5	16.4	27.5	5.0	11.6	21.3	36.2	51.0	9.3	19.2	34.6	61.5	83.0					
3.05	0.6	3.0	8.1	15.8	26.6	4.7	11.0	20.1	34.3	48.7	8.8	18.4	33.4	58.4	79.3					
4.57		1.5	5.7	12:9	21.9	3.8	8.8	16.7	28.3	41.6	7.2	15.6	28.0	48.1	66.6	10.5	21.8	39.4	64.0	88.3
6.10		0.5	3.3	9.3	17.0	3.2	7.5	14.5	24.6	36.8	6.3	13.6	24.9	41.3	58.6	9.1	19.2	35.1	57.2	79.6
7.62			1.5	5.7	12.6	2.8	6.6	13.0	22.1	33.1	5.5	12.2	22.7	36.8	53.3	8.1	17.3	31.7	52.1	72.7
9.14				2.8	8.6	2.5	5.9	11.9	19.8	30.0	5.0	11.1	21.0	33.4	48.7	7.4	15.8	29.2	47.6	67.4
10.67					5.4	2.3	5.4	10.7	17.5	27.2	4.6	10.2	19.2	30.9	45.3	6.9	14.7	27.2	44.2	62.6
12.19					2.8	2.2	5.0	9.5	15.0	24.4	4.3	9.4	18.1	28.9	42.5	6.4	13.9	25.5	41.3	58.9
13.72						2.0	4.5	8.4	12.2	21.0	4.0	8.8	17.0	26.9	39.9	6.0	13.0	24.1	38.8	55.8
15.24						1.9	4.0	7.3	9.5	15.6	3.8	8.3	16.2	25.5	37.7	5.6	12.4	23.0	36.5	52.9
16.76						1.7	3.2	6.3	7.1		3.6	8.0	15.3	24.4	36.2	5.3	11.8	21.8	34.6	50.4
18.29						1.6	2.4	5.2			3.4	7.6	14.7	23.2	34.6	5.1	11.4	21.0	32.9	48.1
19.81						1.5	1.8	4.4			3.3	7.2	14.1	22.4	33.1	4.9	10.9	20.1	31.4	46.2
21.34						1.3										4.7	10.5	19.2	30.0	44.5

Vertederos.— Son estructuras para medir caudales en cauces pequeños.

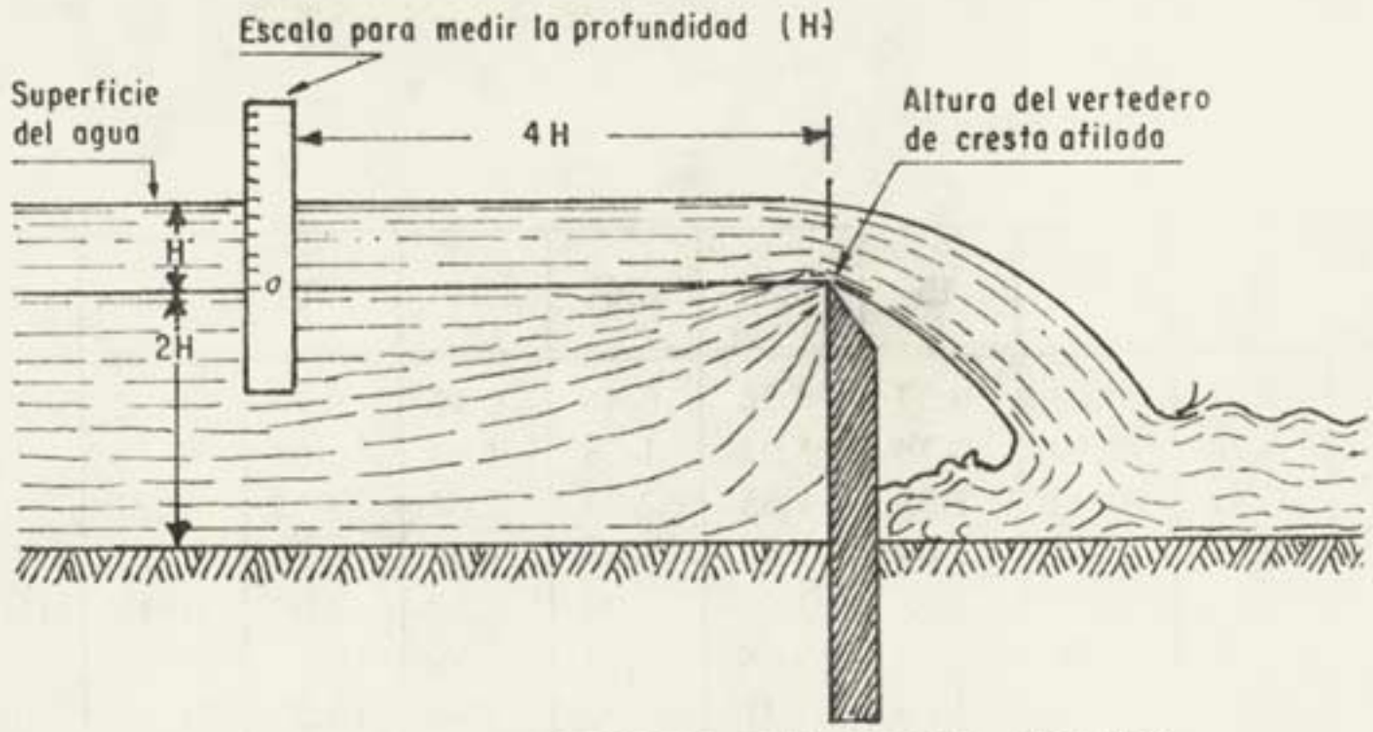
Vertederos Triangulares.— Este vertedero se utiliza en corrientes de hasta 3.00 m. de ancho. El vertedero se instala cruzando la corriente. Represando, el agua pasará por la escotadura del vertedero donde se mide la altura (H) del tirante de agua.



Con este vertedero generalmente se aforan caudales desde muy pequeños (1 l/seg.)



VERTEDERO TRIANGULAR



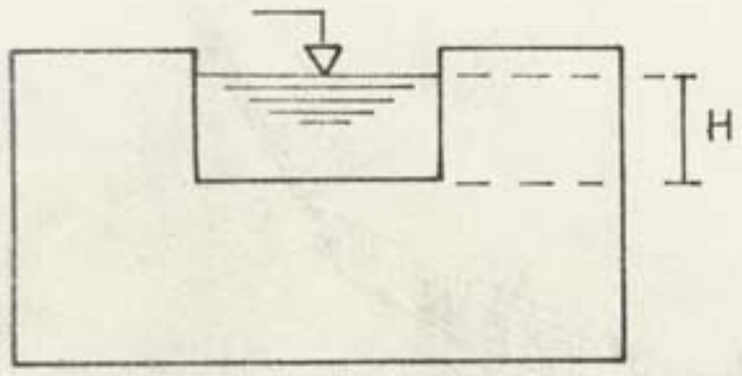
PERFIL DE UN VERTEDERO CON CRESTA AFILADA

PERFIL DE UN VERTEDERO TRIANGULAR CON CRESTA AFILADA

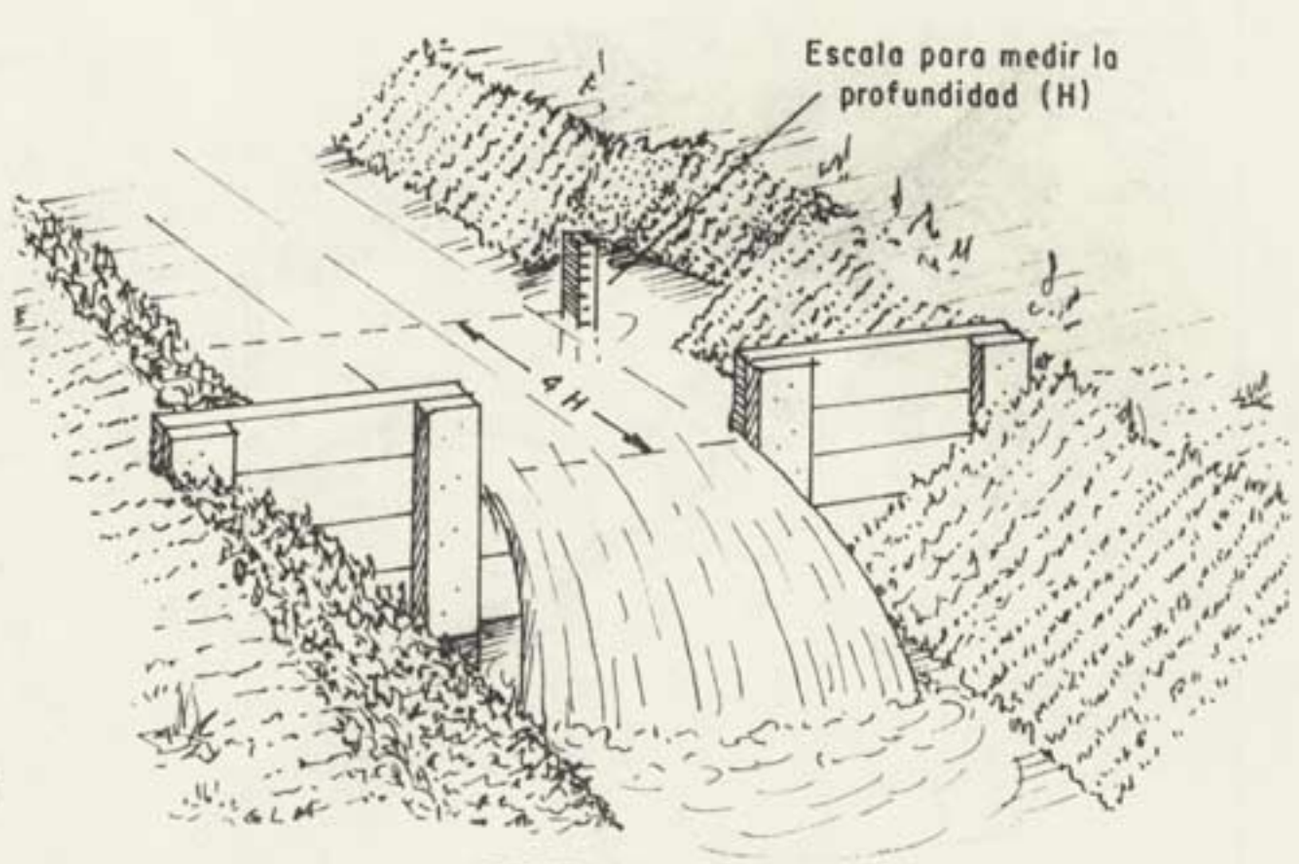
Ejemplo: Si H es 12 cm. en la tabla encontramos Q = 6.93 l/seg.

H*	Q**	H*	Q**	H*	Q**	H*	Q**	H*	Q**
1	0.015	14	10.2	27	51.8	40	137.2	53	275.8
2	0.081	15	12.1	28	56.7	41	145.7	54	288.9
3	0.222	16	14.1	29	61.8	42	154.9	55	302.3
4	0.454	17	16.4	30	67.2	43	164.2	56	316.1
5	0.790	18	18.9	31	72.9	44	173.8	57	330.3
6	1.24	19	21.7	32	78.9	45	183.8	58	344.9
7	1.82	20	24.6	33	85.2	46	194.1	59	359.8
8	2.54	21	27.8	34	91.7	47	204.7	60	375.1
9	3.40	22	31.2	35	98.2	48	215.7	70	549.8
10	4.41	23	34.8	36	105.7	49	227.0	80	765.6
11	5.58	24	38.7	37	113.1	50	238.7	90	1025.4
12	6.93	25	42.8	38	120.8	51	250.7	100	1331.5
13	8.45	26	47.2	39	128.9	52	263.1	(*) H = cm (**)Q = litros/seg.	

El vertedero rectangular es similar a los anteriores en cuanto a materiales y procedimientos de instalación. Es de cresta afilada y presenta una escotadura de sección rectangular y contracciones, completas en los extremos. Este vertedero es uno de los más antiguos y fué desarrollado por Francis.

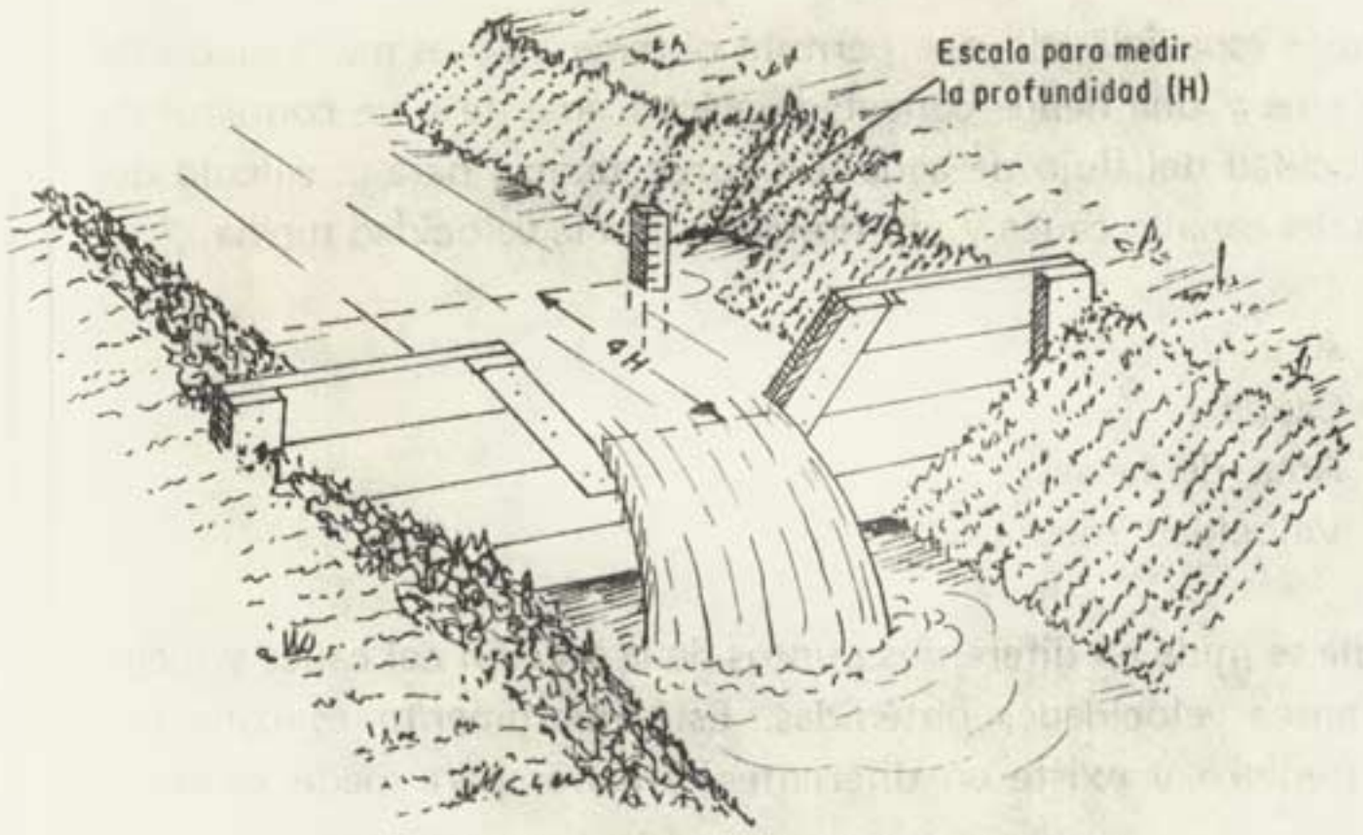


VERTEDERO RECTANGULAR



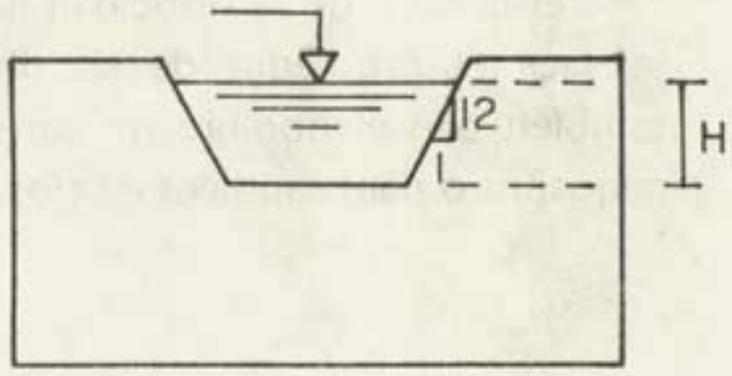
VERTEDERO RECTANGULAR

H \ L	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0.09	0.18	0.27	0.36	0.46	0.55	0.73	0.92	1.10	1.28	1.47	1.62	1.80
2	0.24	0.50	0.76	1.02	1.28	1.54	2.06	2.58	3.10	3.62	4.14	4.66	5.10
3	0.42	0.90	1.38	1.85	2.33	2.81	3.77	4.72	5.68	6.64	7.59	8.55	9.50
4	0.62	1.35	2.09	2.83	3.56	4.30	5.77	7.24	8.71	10.2	11.7	13.1	14.6
5	0.82	1.85	2.88	3.91	4.94	5.97	8.02	10.1	12.1	14.2	16.3	18.3	20.4
6	1.03	2.38	3.73	5.08	6.44	7.79	10.5	13.2	15.9	18.6	21.3	24.0	26.7
7	1.23	2.93	4.63	6.27	7.97	9.68	13.2	16.6	20.0	23.4	26.8	30.2	33.6
8	1.42	3.50	5.58	7.66	9.74	11.8	16.0	20.2	24.3	28.5	32.6	36.8	41.0
9	1.59	4.07	6.56	9.04	11.5	14.0	19.0	24.0	28.9	33.9	38.9	43.8	48.8
10	1.75	4.65	7.56	10.5	13.4	16.3	22.1	27.9	33.7	39.6	45.4	51.2	57.0
11	1.88	5.24	8.59	11.9	15.3	18.7	25.4	32.1	38.8	45.5	52.2	58.9	65.7
12	1.99	5.82	10.4	13.5	17.3	21.1	28.8	36.4	44.1	51.7	59.4	67.0	74.4
13	2.07	6.38	10.7	15.0	19.3	23.6	29.7	40.9	49.5	58.1	66.8	75.4	84.0
14	2.12	6.94	11.8	16.6	21.4	26.2	35.9	45.5	55.1	64.8	74.4	84.0	93.7
15	2.14	7.48	12.8	18.2	23.5	28.9	39.6	50.2	60.9	71.6	82.3	93.0	103.7
20	–	9.87	18.1	26.3	34.6	42.8	59.2	75.7	92.2	108.6	125.1	141.	158.0
30	–	12.1	27.2	42.3	57.4	72.6	102.8	133.0	163.3	193.5	223.8	254.0	284.2
40	–	9.3	32.6	55.9	79.1	102.4	149.0	195.5	242.1	288.6	335.2	381.7	428.2
50	–	–	–	65.1	97.6	130.1	195.2	260.2	325.3	390.3	455.4	520.4	585.5



VERTEDERO TRAPEZOIDAL O CIPOLLETI

Vertedero Trapezoidal.— Este vertedero tiene similares características que el triangular. Es construído de madera y otros materiales resistentes. Se diferencia del anterior por tener la hendidura en forma trapezoidal y cuyos lados o taludes tienen una pendiente de 1 en 4.



VERTEDERO TRAPEZOIDAL

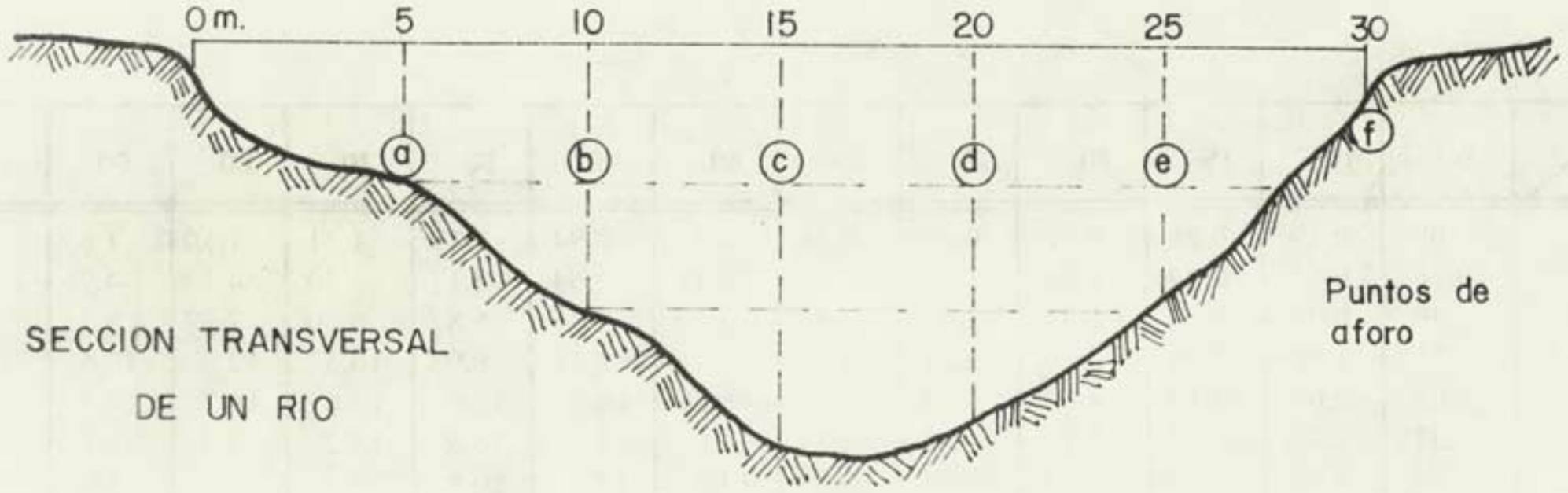
L / H	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0.09	0.19	0.28	0.37	0.47	0.56	0.75	0.94	1.12	1.31	1.50	1.69	1.87
2	0.26	0.53	0.79	1.06	1.32	1.59	2.12	2.64	3.17	3.70	4.23	4.76	5.29
3	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43	2.92	3.89	4.86	5.83	6.80	7.77	8.75	9.72
4	0.75	1.50	2.24	3.00	3.74	4.49	5.98	7.48	8.98	10.5	12.0	13.5	15.0
55	1.05	2.09	3.14	4.18	5.23	6.27	8.36	10.5	12.5	14.6	16.7	18.8	20.9
6	1.37	2.75	4.12	5.50	6.87	8.24	11.0	13.7	16.5	19.2	22.0	24.7	27.5
7	1.73	3.46	5.19	6.93	8.66	10.4	13.9	17.3	20.8	24.2	27.7	31.2	34.6
8	2.12	4.23	6.35	8.46	10.6	12.7	16.9	21.2	25.4	29.6	33.9	38.1	42.3
9	2.52	505	7.57	10.1	12.6	15.1	20.2	25.2	30.3	35.3	40.4	45.4	50.5
10	2.96	5.91	8.87	11.8	14.8	17.7	23.7	29.6	35.5	41.4	47.3	53.2	59.1
11	3.41	6.82	10.2	13.6	17.1	20.5	27.3	34.1	40.9	47.8	54.6	61.4	68.2
12	3.89	7.77	11.7	15.5	19.4	23.3	31.1	38.9	46.6	54.4	62.2	70.0	77.7
13	4.38	8.77	13.1	17.5	21.9	26.3	35.1	43.8	52.6	61.4	70.1	78.9	87.7
14.	4.90	9.80	14.7	19.6	24.5	29.4	39.2	49.0	58.8	68.6	78.4	88.2	98.0
15	5.43	10.9	16.3	21.7	27.2	32.6	43.5	54.3	65.2	76.0	86.9	97.8	108.6
20	8.36	16.7	25.1	33.5	41.8	50.2	66.9	83.6	100.4	117.1	133.8	150.5	167.3
30	15.4	30.7	46.1	61.5	76.8	92.2	122.9	153.6	184.4	215.1	245.8	276.5	307.3
40	23.7	47.3	71.0	94.6	118.3	141.9	189.2	236.5	283.8	331.2	378.5	425.8	473.1
50	33.1	66.1	99.2	132.2	165.3	198.3	264.5	330.6	396.7	462.8	595.00	595.00	661.1

MOLINETE.– Es un instrumento más especializado que permite obtener valores más exactos de aforo. Consiste en un cuerpo aeriforme y una hélice conectada eléctricamente a un contador de revoluciones, que determina la velocidad del flujo de agua. En consecuencia para el cálculo del caudal es necesario medir la sección del canal o cauce y multiplicarlo con la velocidad media.

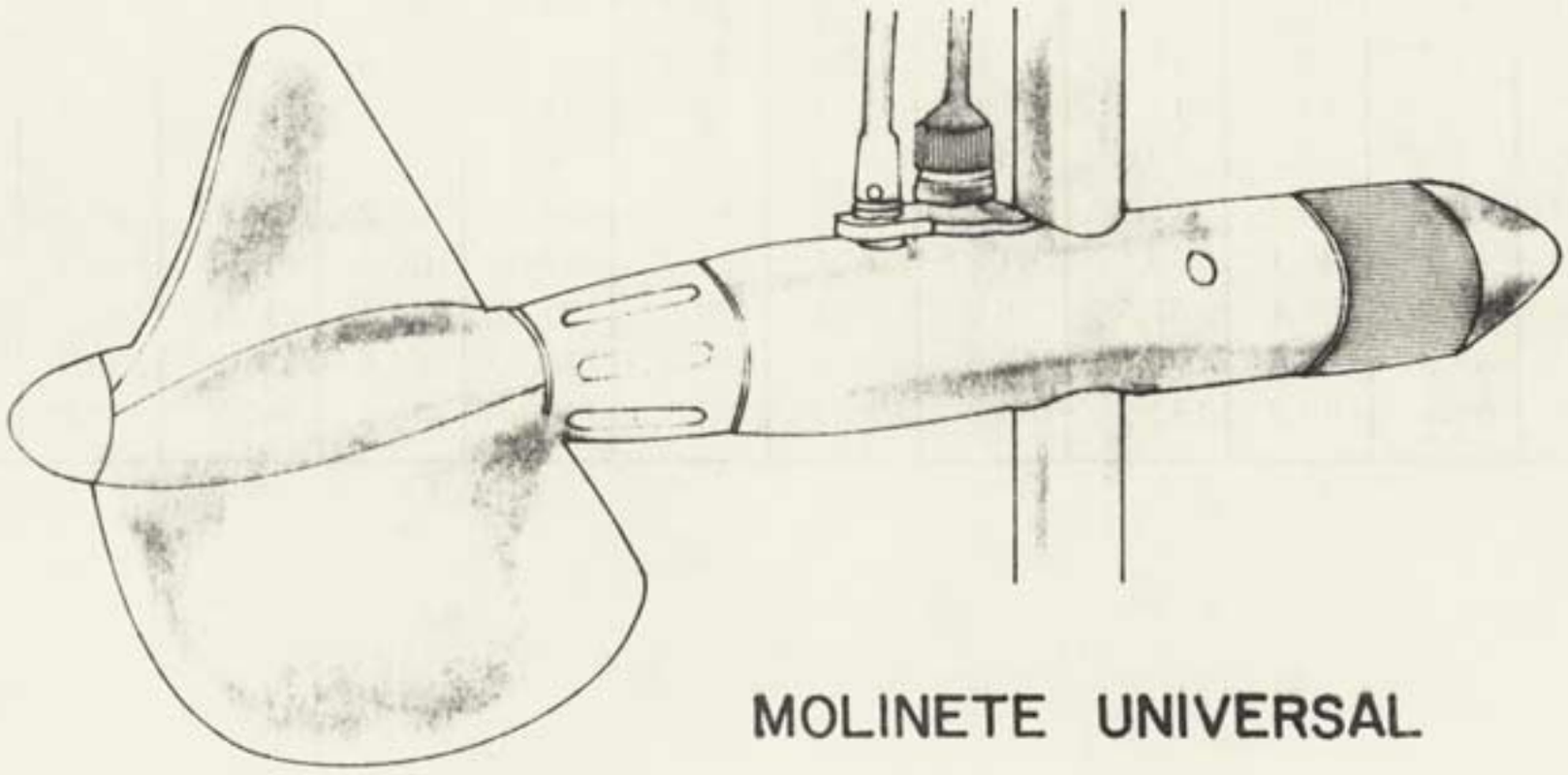
$$Q = A \times V$$

Q = Caudal
A = Area de la sección
V = Velocidad media

Para el cálculo de la velocidad media se mide en diferentes puntos de la sección del cauce y luego se saca el promedio de las diferentes velocidades obtenidas. Este instrumento es conocido también con el nombre de correntómetro y existe en diferentes tamaños para medir caudales pequeños o para caudales de ríos.



SECCION TRANSVERSAL DE UN RIO



MOLINETE UNIVERSAL

El Aforador Parshall, por su exactitud, es utilizado para medir caudales en canales pues su aproximación es mayor al 95o/o. Se base en la pérdida de altura de nivel de agua producida por el paso forzado de una corriente a través de una garganta de un canal cuyo fondo presenta además una depresión. Son construídas de madera, concreto, ladrillo o metal, y sus tamaños son escalonados desde 2.5 cm. hasta 3.0 m. de anchura de garganta para medir caudales desde 0.3 l/s. hasta 5.5 m3/s.

En la tabla siguiente se dan valores de caudal en función a la altura superior (Ha) para diferentes valores de anchura de garganta, y cuando el caudal fluye de forma libre.

Altura Superior Ha (cm.)	ANCHURA DE LA GARGANTA (CENTIMETROS)									
		15	23	30	61	91	122	152	183	244
	CAUDAL EN LITROS/SEGUNDO									
3	0.78	1.4	2.5							
4	1.2	2.3	4.0							
5	1.6	3.1	5.4							
6	2.3	4.5	7.3	9.8	18	27	35			
7	2.9	5.7	9.0	12	23	34	45			
8	3.5	7.1	11	15	28	41	54	67	79	
9	4.3	8.6	13	18	35	51	67	83	99	130
10	5.0	10	15	21	41	60	79	97	116	152
11	5.8	12	18	24	46	69	91	112	133	176
12	6.5	13	21	27	52	78	103	127	152	200
13	7.5	15	24	31	61	90	119	148	176	233
14	8.5	17	27	35	68	101	133	165	190	260
15	9.6	19	29	38	75	111	147	183	218	288
16	10.3	21	32	42	82	122	162	201	240	316
17	11	23	35	47	92	137	181	225	270	356
18	12	25	38	51	100	149	197	256	295	388
19	13	27	42	55	108	161	213	266	317	421
20	14	29	45	59	117	173	230	286	342	454
21	16	32	49	64	127	190	252	312	374	495
22	17	35	52	69	136	204	270	336	404	531
23	18	37	56	73	145	216	288	358	430	570
24	19	40	60	78	155	234	310	383	464	615
25	21	43	64	84	166	248	332	414	495	660
26	22	45	68	89	176	264	350	440	525	698
27	23	48	72	94	186	278	370	463	555	730
28	25	51	76	100	199	298	398	496	595	780
29	26	54	80	105	209	313	418	522	625	835
30	27	57	84	110	220	330	440	550	660	880
32	30	63	93	122	244	368	488	612	734	980
34		70	103	134	270	400	540	680	810	1060
36		76	110	146	290	440	590	740	880	1180
38		83	121	157	320	480	640	810	970	1300
40			131	170	350	520	690	880	1050	1400
42			142	184	380	560	750	940	1140	1520
44			152	198	400	600	810	1010	1210	1630
46			163	210	430	650	870	1090	1310	1750
48			174	230	460	690	920	1160	1400	1870
50				240	490	740	990	1240	1490	2000
52				260	520	790	1060	1320	1590	2130
54				270	550	830	1110	1400	1690	2270
56				290	580	880	1180	1490	1790	2410
58				300	610	930	1260	1580	1890	2540
60				320	640	980	1320	1660	2000	2690
62				340	680	1030	1390	1750	2120	2840
64				350	710	1080	1460	1840	2220	2980
66				370	740	1130	1500	1920	2320	3120
68				390	780	1190	1580	2020	2440	3280
70				400	820	1250	1670	2100	2560	3440

DOTACION DEL AGUA DE RIEGO

Una vez determinada la evapotranspiración o uso consuntivo de los cultivos, es decir el conocimiento de la cantidad de agua requerida en su proceso de desarrollo, el siguiente paso consiste en aplicar correctamente dicha cantidad, o sea cuando debemos regar y con cuanta agua debemos hacerlo.

Conocida entonces la cantidad de agua que diariamente extrae un cultivo, se puede tener una idea aproximada del tiempo que durará almacenada el agua aprovechable en la profundidad de raíces, y se puede calcular la lámina de agua, el volumen de riego, el tiempo de aplicación y el intervalo de riego, como se muestra a través del siguiente ejemplo:

— **Lámina de Agua.**— En la práctica es necesario calcular la altura o lámina de agua que debe aplicarse al suelo al momento del riego, para lo cual es necesario conocer el valor de las constantes hídricas, por ejemplo si se trata de un suelo franco con:

Capacidad de Campo 19.5o/o y
Punto de Marchitez Permanente 8.5o/o
El agua aprovechable será: 19.5 − 8.5 = 11.0o/o

Si además se trata de un cultivo de lechuga (hortalizas), éste deberá regarse cuando el cultivo haya consumido el 50o/o del agua aprovechable o agua útil.

o sea: 50o/o x 11.0 = 5.5o/o.

La altura o lámina de agua aplicable (L) será:

L = (50o/o del agua útil) x Da x Pr

donde:

Da = Densidad aparente = $\frac{\text{Peso del Suelo}}{\text{Volumen del suelo}}$

Pr = Profundidad de raíces

La lechuga según el cuadro de profundidad de raíces tiene 40 cm, además la densidad aparente promedio para un suelo franco es de 1.4

Luego:

Pr = 40 cm

Da = 1.4

Aplicando dichos valores tendremos que la altura o lámina de agua (L) será:

L = Agua útil x Da x Pr

L = 5.5o/o x 1.4 x 40 = 0.055 x 1.4 x 40 = 3.08 cm.

L = 3.1 cm. de agua

— **Volumen de Riego**—Este volumen se obtiene multiplicando el área del terreno por la lámina o altura de agua necesaria para el riego.

Supongamos que debemos determinar dicho volumen para una superficie de
1 hectárea = 10,000 m2
Lámina de agua (L) = 3.1 cm. = 0.031 m.
Volumen de agua = Area x L = 10,000 m2 x 0.031 m.
Volumen de agua = 310 m3 de agua

– **Eficiencia de Aplicación.**– Es el porcentaje que resulta de la relación entre el agua consumida por el cultivo (transpiración) y el suelo (evaporación) y el volumen de agua aplicada, ya que parte del agua aplicada escurre a los desagues.

La eficiencia de aplicación depende del diseño del sistema de riego. En el riego por surcos es conveniente considerar 50o/o como eficiencia de aplicación, o sea que la mitad del agua es absorbida por el cultivo y el suelo y la otra mitad escurre a los desagues y será utilizada en campos más bajos.

De acuerdo a estas consideraciones, en nuestro ejemplo, requerimos almacenar 310 m3 de agua por hectárea. En cabecera de surcos necesitaremos un volumen igual al doble, (Eficiencia 50o/o) o sea: 310 m3/0.50 = 620 m3, para realizar el riego. En otras palabras significa, que si aplicamos 620 m3 de agua por hectárea y la eficiencia sólo es la mitad (50o/o) la utilizada por el cultivo será 620 x 0.50 = 310 m3.

– **Determinación del Tiempo de Riego (T):** Para calcular el tiempo de riego (T), conocido el caudal de agua (Q) que disponemos, se utiliza la siguiente fórmula:

$$L \times S = Q \times T$$

donde:

L = Lámina de agua
S = Superficie del terreno
Q = Caudal o gasto
T = Tiempo de aplicación del riego

$$\text{ó } T = \frac{L \times S}{Q}$$

Como en la práctica, el tiempo se debe expresar en horas; la lámina se expresa en centímetros, la superficie en hectáreas y el gasto en litro por segundo (L/seg). Luego nuestra fórmula se transforma en:

$$T = 27.8 \times \frac{L \times S}{Q} \quad \text{horas}$$

Suponiendo que dispongamos de un caudal Q de 50 L/seg.

$$T = 27.8 \times \frac{6.2 \times 1}{50} = 3.44 \text{ horas}$$

Tiempo de aplicación = 3 1/2 horas

El tiempo de aplicación también puede calcularse de la siguiente forma:

Volumen de aplicación = 620 m3
Caudal disponible = 50 L/seg. = 0.05 m3/seg.

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Caudal}} = \frac{V}{Q} = \frac{620}{0.05} = 12{,}400 \text{ seg.}$$

Como 1 hora = 3,600 seg.

$$\text{Tiempo} = \frac{12{,}400}{3{,}600} = 3.5 \text{ horas}$$

— **Módulo de Riego.**— El módulo de Riego es la cantidad de agua que se debe aplicar sobre una hectárea de tierra cada vez que lleva a cabo el riego. Se puede expresar en litros por segundo y por hectárea (L/Seg/Ha) a una altura de agua en centímetros por día y por hectárea (cm/día/Ha).

TERRENOS Y CULTIVOS	Altura o Lámina de Agua cm/día/Ha.
Terrenos con mucha pendiente	0.13
Terrenos con pendiente media	
— Cereales	0.30
— Raíces y Tubérculos	0.24
— Cultivos hortícolas	0.13
— Frutales	0.15
Terrenos de poca pendiente:	
— Cereales	0.61
— Alfalfa	0.78
— Raíces y Tubérculos	0.30
— Cultivos hortícolas	0.22
— Frutales	0.28

— **Intervalo de Riego.**— Intervalo de riego es el tiempo de distanciamiento entre dos riegos consecutivos, también se conoce como "período de riego".

Conociendo el consumo diario de agua del cultivo es posible determinar el intervalo de riego mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Intervalo de riego (IR)} = \frac{\text{Lámina de agua aprovechable (L)}}{\text{Consumo diario}}$$

Aplicando al ejemplo mencionado, supongamos que la lechuga consume 0.22 cm. de agua diariamente en un suelo con poca pendiente.

$$IR = \frac{\text{Lámina Util}}{\text{Consumo diario}} = \frac{3.1 \text{ cm.}}{0.22 \text{ cm/día}} = 14 \text{ días}$$

Lo que significa que se deberá aplicar riego cada 14 días. Es necesario tener presente que el consumo diario de agua de la planta varía con el estado de crecimiento y con el clima.

En el cuadro adjunto se presentan intervalos de riego para los principales cultivos.

Cultivos	Intervalo en días
— Alfalfa	15 a 35
— Cultivos hortícolas	7 a 15
— Cítricos	15 a 30
— Arboles de hojas caducas (manzano, pero, membrillo)	20 a 60
— Palmera datilera	7 a 30

– **Determinación de la Eficiencia de Aplicación del Agua de Riego.**– La eficiencia de aplicación se ha definido como la relación del volumen de agua de riego almacenada en el suelo en la zona de raíces entre el volumen de agua que ha ingresado al campo o parcela de riego y es expresada generalmente en porcentaje.

Es necesario regular el caudal de agua de acuerdo a la longitud de su recorrido y la pendiente del terreno donde se aplica el agua de riego, así como prever las pérdidas por desbordamiento y por infiltración profunda, procurando humedecer completamente la zona de raíces con la misma pérdida de agua y lograr de este modo una alta eficiencia en la aplicación del agua.

La eficiencia de aplicación del agua se determina midiendo los siguientes factores:

a. El agua (volumen) total de riego
b. El contenido de humedad del suelo antes del riego, en toda la profundidad de la zona de raíces.
c. El contenido de humedad del suelo después del riego en toda la profundidad de la zona de raíces.
d. La densidad aparente del suelo.

Luego con esta información se procederá a efectuar el siguiente cálculo.

$$\text{Agua almacenada en zona raíces} = \frac{\text{o/o Humedad después riego} - \text{o/o Humedad antes riego}}{100} \times \text{Densidad aparente} \times \text{Profundidad raíces}$$

para finalmente obtener

$$\text{EFICIENCIA APLICACION} = \frac{\text{AGUA ALMACENADA ZONA RAICES}}{\text{VOLUMEN TOTAL DE RIEGO}} \times 100$$

RESUMEN

En la sección precedente hemos descrito aspectos de importancia relacionados con el riego, introduciendo los conceptos y definiciones más usuales para esta práctica.

Se efectúa una breve descripción de las principales estructuras de riego, enfatizando más lo referente a canales.

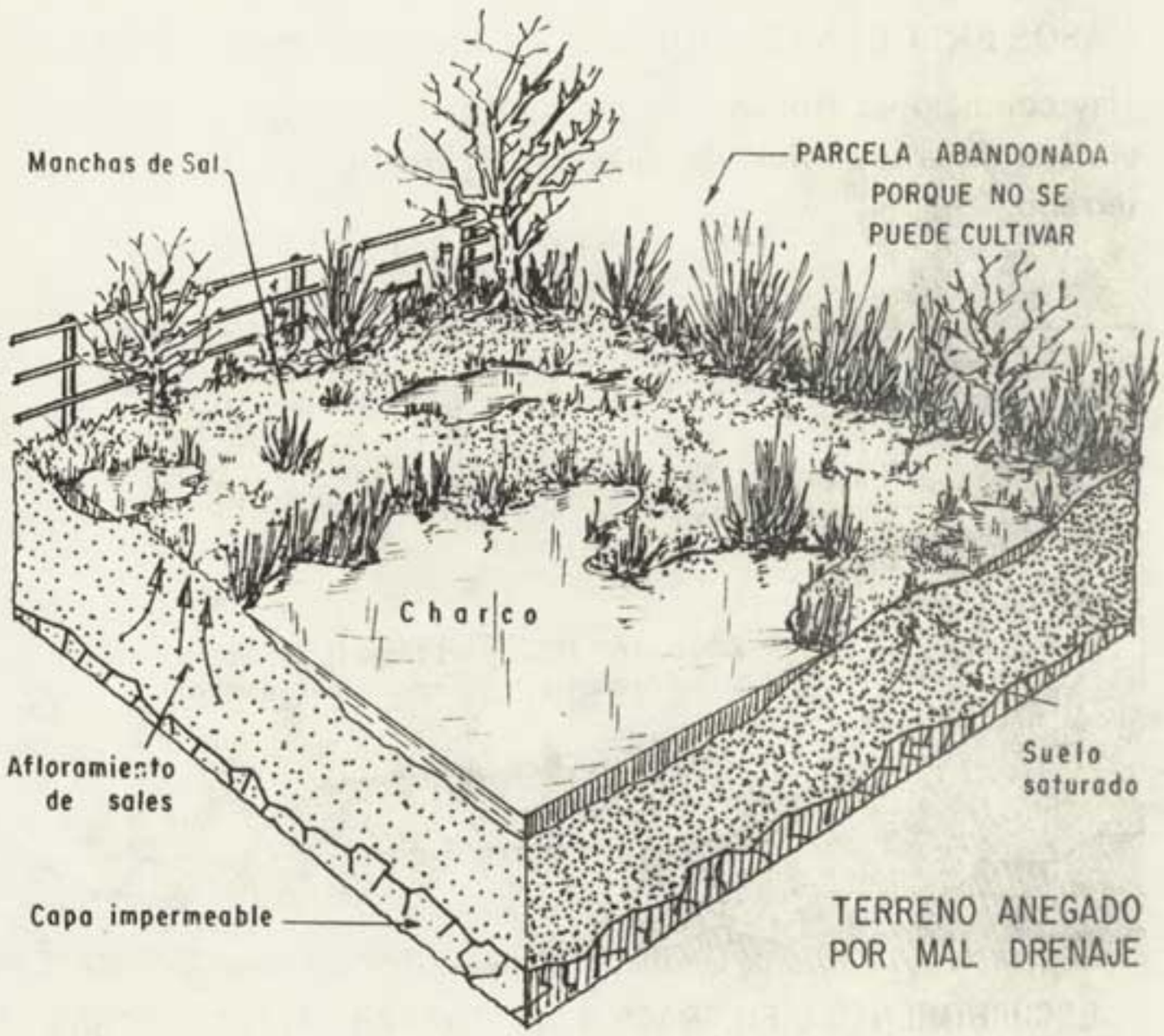
Se describen también los sistemas de riego presentando gráficos que muestran sus características esenciales, al igual que un cuadro práctico para consideraciones de la longitud de surcos.

Enseguida se presentan los principales métodos de aforo del agua del riego, incluyendo tablas que en función de algunos factores permiten conocer los caudales de riego.

Finalmente se desarrolla un ejemplo numérico sobre el cálculo de la dotación del agua de riego en términos de lámina de aplicación, volumen de aplicación eficiencia y tiempo de aplicación, módulo de riego e intervalo de riego, para determinar cuando y con cuanta agua hay que regar un cultivo determinado.

DRENAJE

Es la aplicación de un conjunto de medidas preventivas o de recuperación, a las tierras de cultivo, con el fin de eleminar los excedentes de agua superficial, subterránea o ambas. Preventivas cuando se incorporen tierras nuevas a la agricultura, y de Recuperación cuando tales tierras han sido afectadas por los excesos de agua y/o ensalitramiento.



Cuando el nivel freático se encuentra muy cerca a la superficie del suelo, las condiciones de humedad prevalecen, y el suelo se presenta con exceso o estancamiento de agua; la producción de los cultivos disminuye, las operaciones agrícolas se dificultan y también hay problemas de ensalitramiento. El Drenaje puede solucionar tales problemas.

El exceso de agua en la superficie del suelo puede tener varias causas, de las que dependen las medidas de control. Algunas tierras tienen un adecuado drenaje natural y otras no; en estas tierras se debe instalar un sistema artificial de drenaje. Las raíces de la mayor parte de los cultivos respiran utilizando el aire de los poros del suelo. Es necesario mantener esas condiciones, eliminando el agua que quita el aire cuando se quedan estancada.

El drenaje contribuye a crear en el suelo mejores condiciones para el desarrollo de las raíces porque quita el exceso de agua.

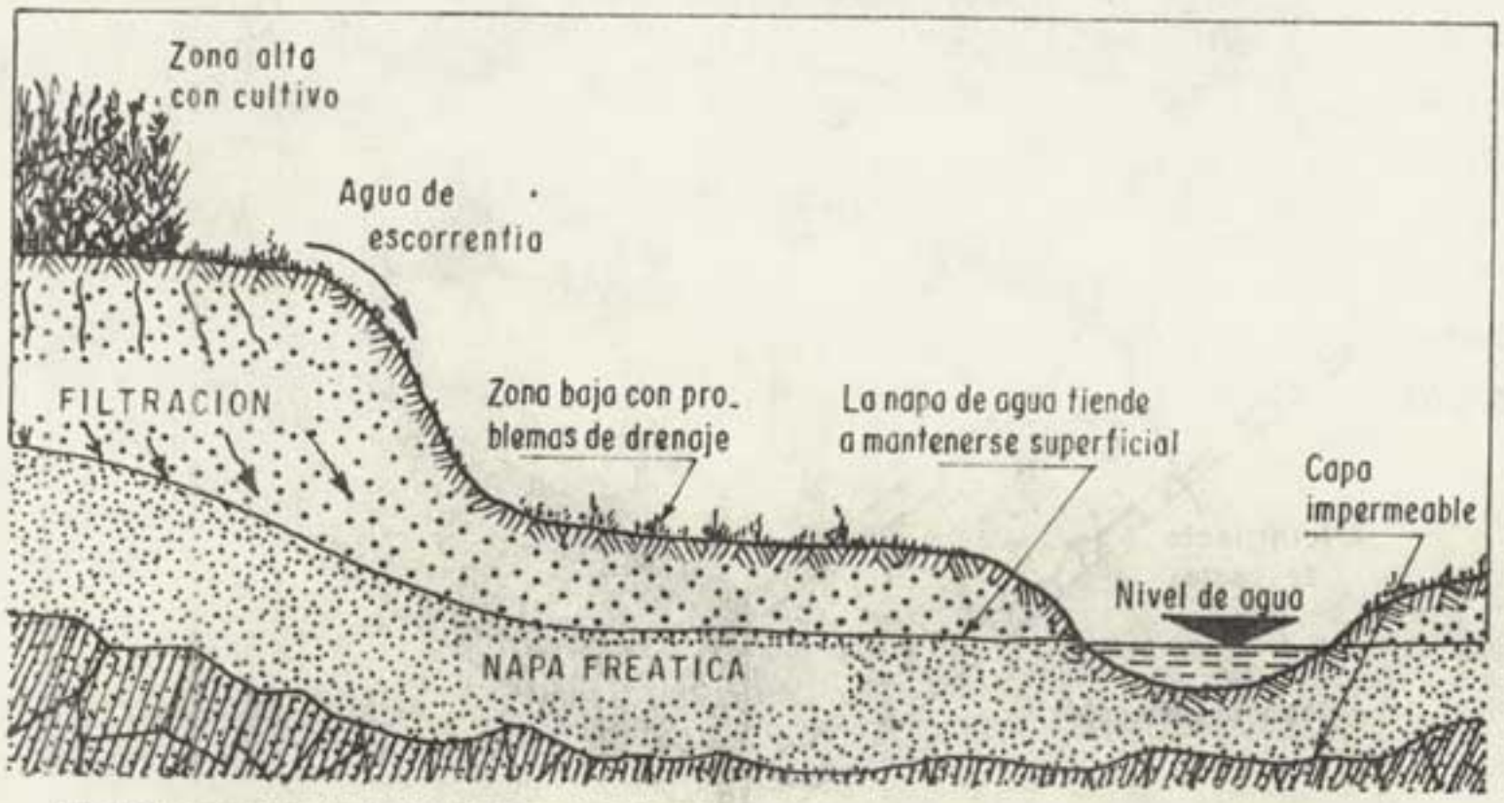
En las tierras de regadío es necesario el drenaje para evitar las concentraciones de sales dañinas en el suelo, y favorecer su lavado o lixiviación.

BENEFICIOS DEL DRENAJE

- Aumenta la producción
- Facilita mayor diversidad de cultivos.

CASOS FRECUENTES DONDE SE GENERAN PROBLEMAS DE DRENAJE

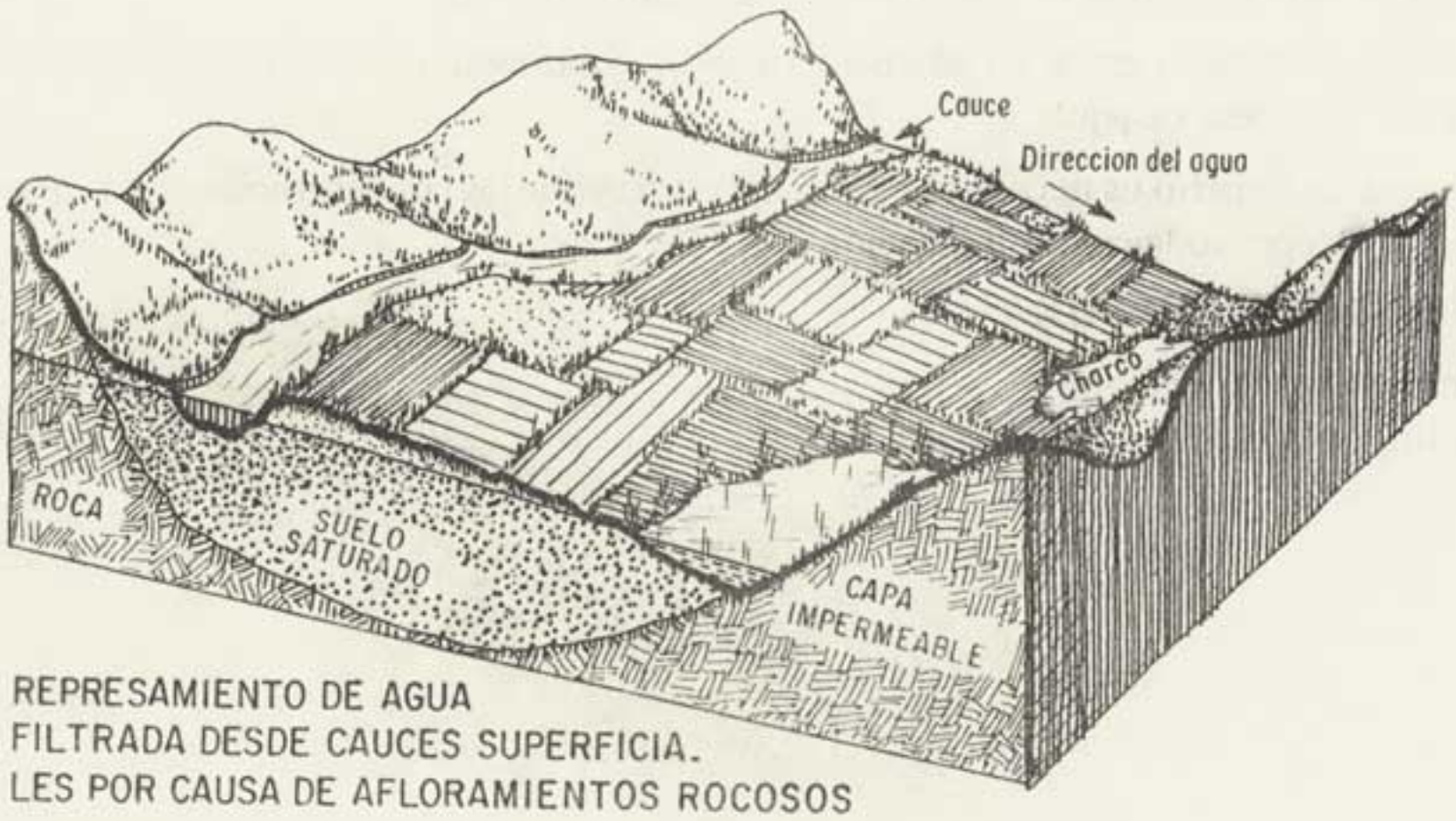
Hay condiciones típicas bajo las cuales se presentan problemas de drenaje, es decir por las cuales el nivel de la superficie de agua o nivel freático se mantiene muy próximo o en la superficie del terreno.



ESCURRIMIENTO O FILTRACION DE TERRAZAS ALTAS A ZONAS MAS BAJAS

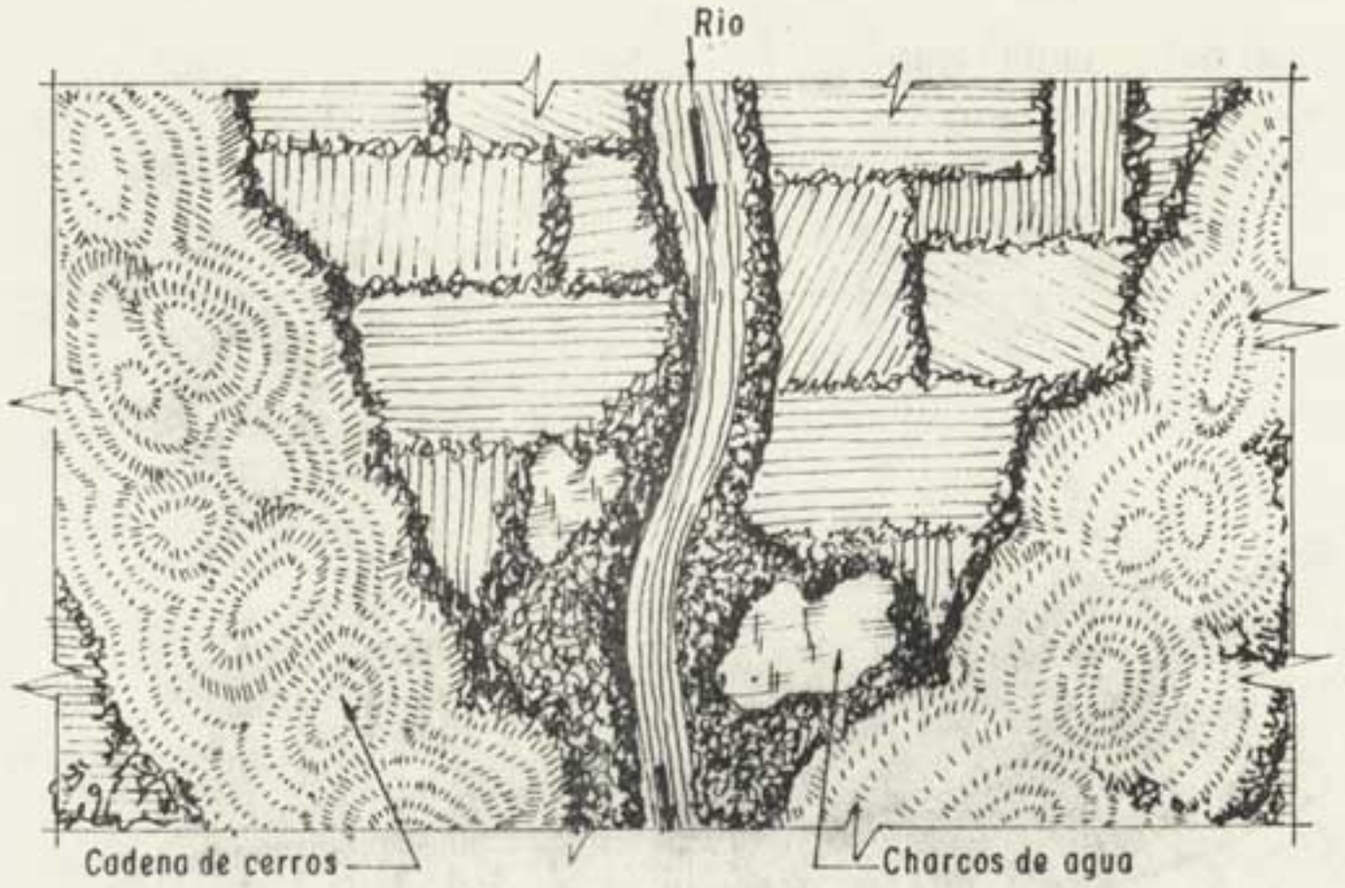
1) **Escurrimiento o filtración de zonas altas a zonas más bajas.** Sucede cuando los campos de cultivo de las zonas más altas se riegan demasiado y el excedente de agua se filtra a las zonas más bajas creando los problemas de drenaje.

2) **Barrera de rocas represando el agua.**— Sitios donde afloramientos rocosos represan el agua filtrada desde cauces superficiales y hacen que progresivamente la tabla de agua ascienda produciendo problemas de drenaje.



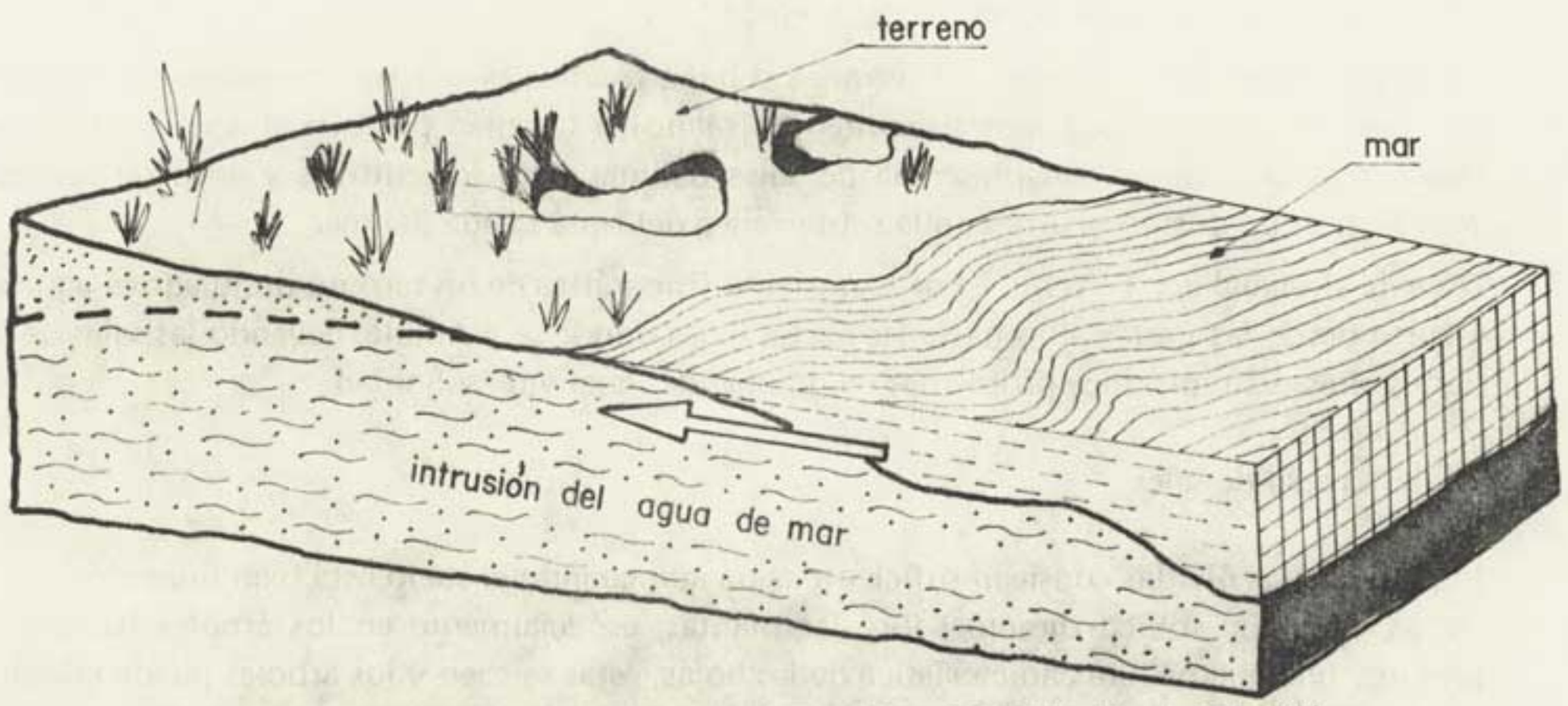
REPRESAMIENTO DE AGUA FILTRADA DESDE CAUCES SUPERFICIALES POR CAUSA DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS

3) **Estrechamiento de la cuenca de un río.**— El estrechamiento de cadenas de cerros actúa como muralla o zona de encajonamiento donde se represa el agua: eleva el nivel freático y causa problemas de drenaje.



ESTRECHAMIENTO DE LA CUENCA DE UN RIO

4) Cuando la superficie del terreno se encuentra cerca del mar, y su topografía es plana no muy elevada en relación a la superficie marina, el nivel de agua subterránea o tabla de aguas tiende a mantenerse superficial.

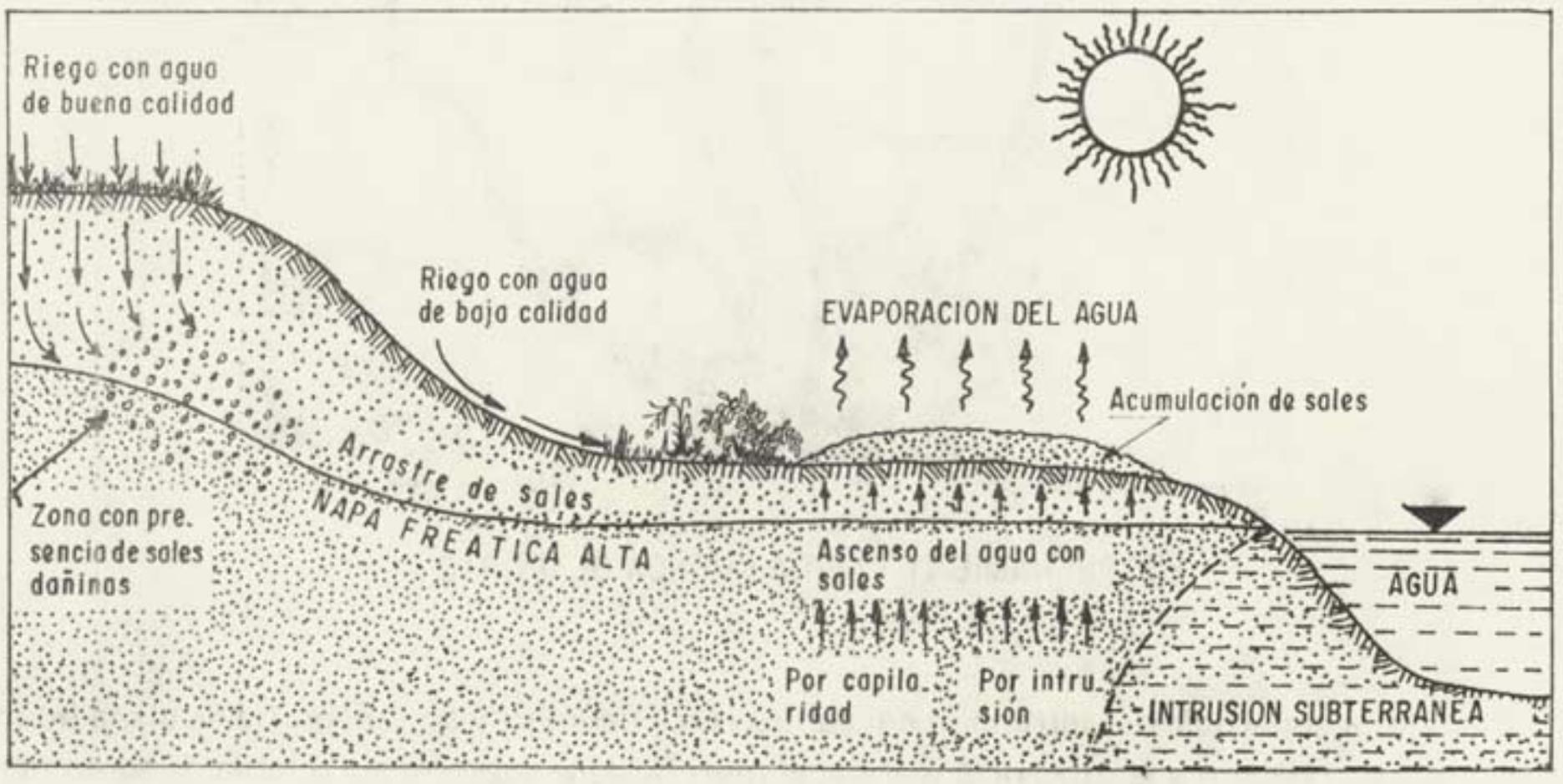


INFLUENCIA DEL AGUA DE MAR SOBRE EL LITORAL

EL PROBLEMA DE DRENAJE VINCULADO CON EL PROBLEMA DE SALINIDAD DEL SUELO

Es la mayor parte de los casos, los suelos con problemas de drenaje también tienen problemas de salinidad debido a dos factores principales:

1. La mala calidad del agua de riego.
2. El drenaje desigual del terreno.



EL PROBLEMA DE DRENAJE EN RELACION CON EL PROBLEMA DE SALINIDAD

1. **La Mala calidad del Agua de Riego.**— Cuando el agua subterránea tiene un alto contenido de sales, y se encuentra en un suelo mal drenado con nivel freático alto, se producirá evaporación de agua por acción de los rayos solares. Las sales que contenían estas aguas se quedan acumuladas en la superficie del suelo.

   El origen de las sales del agua subterránea o napa freática puede ser consecuencia del riego con agua de baja calidad (por su contenido salino) o también por que el agua subterránea puede atravesar zonas con presencia de sales dañinas para los cultivos y arrastrarlas hacia zonas bajas. Lo mismo ocurre con la subterránea del agua salada del mar.

2. **Drenaje Desigual del Terreno.**— Por la posición fisiográfica de un terreno ondulado el agua se escurre desde las partes altas hacia las partes bajas donde se acumula, llevando las sales de las partes altas. Esto produce problemas de drenaje desigual y de salinidad.

Efectos del exceso de sales

- Impide que las plantas consigan suficiente agua aún cuando el suelo está bien húmedo.
- Actúa como un tóxico directo sobre las plantas, especialmente en los árboles frutales se produce una quemadura característica de las hojas, éstas se caen y los árboles pueden llegar a morir.
- Da lugar a plantas raquíticas y de bajos rendimientos.

ESTUDIOS CON FINES DE DRENAJE

Para resolver un problema de drenaje es necesario diagnosticar y detectar correctamente la causa del problema.

Tales estudios requieren de las siguientes etapas:

A. Un reconocimiento preliminar.
B. Un estudio detallado de los siguientes factores:

1. Topografía
2. Suelos
3. Nivel freático
4. Calidad del agua subterránea
5. Origen del flujo del agua estancada.

A. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DE UNA ZONA CON PROBLEMAS DE DRENAJE

Se inspecciona la zona para obtener un panaroma del problema, tomando en cuenta los siguientes factores:

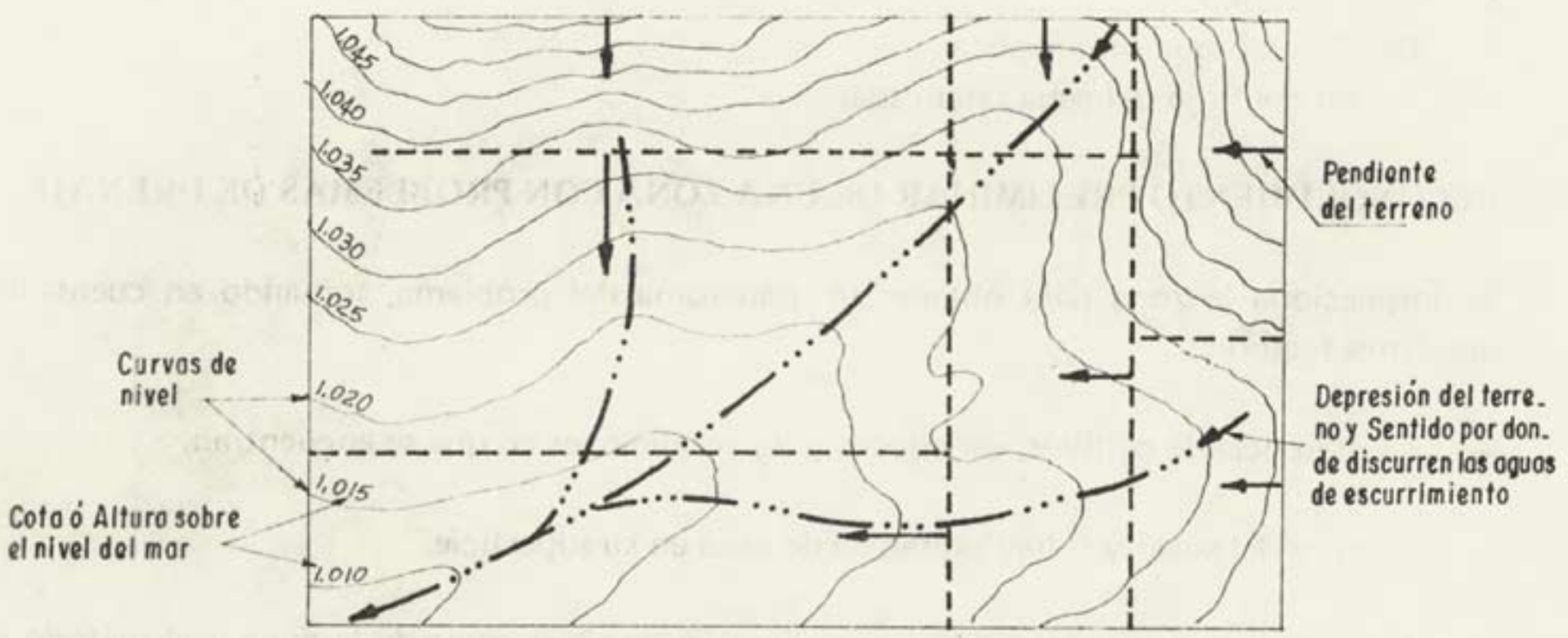
- La presencia de cultivos, variedades y las condiciones en que se encuentran.
- El color del suelo y si hay presencia de sales en su superficie.
- La presencia de charcos y si hay aplicación de riego cerca de la zona y el método de riego utilizado.
- Si en la zona problema hay posibles salidas o desagues naturales.
- Si el terreno presenta un relieve plano y si es muy ondulado con murallas de cerros que puedan estar represando el agua subterránea.
- Si el terreno presenta condiciones favorables para la construcción de drenes.

B. ESTUDIO DETALLADO DE LOS SIGUIENTES FACTORES

1. La Topografía

La topografía limita las condiciones de uso de una zona para riego por superficie, y consiguientemente el escurrimiento superficial por gravedad.

Se deberá contar con planos topográficos que permitan reconocer con el suficiente detalle las características de la zona. La topografía condiciona en parte la posibilidad de encharcamiento, y las posibilidades de construir un sistema de drenaje.



ESTUDIAR LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO

2. Estudio del Suelo y la hidrodinámica

En este estudio se analiza:

- Tipos de suelo
- Espesor de los estratos
- Posición de los impermeables
- Ubicación del nivel freático
- La conductividad hidráulica (k)

Mediante la perforación del suelo e instalación de pozos (ver página siguiente) de observación se puede obtener la información requerida así como nos permite observar las fluctuaciones del nivel freático y la obtención periódica de muestras de agua para su análisis de salinidad y/o pH. Estos pozos son instalados cada cierta distancia dependiendo del área a estudiar.

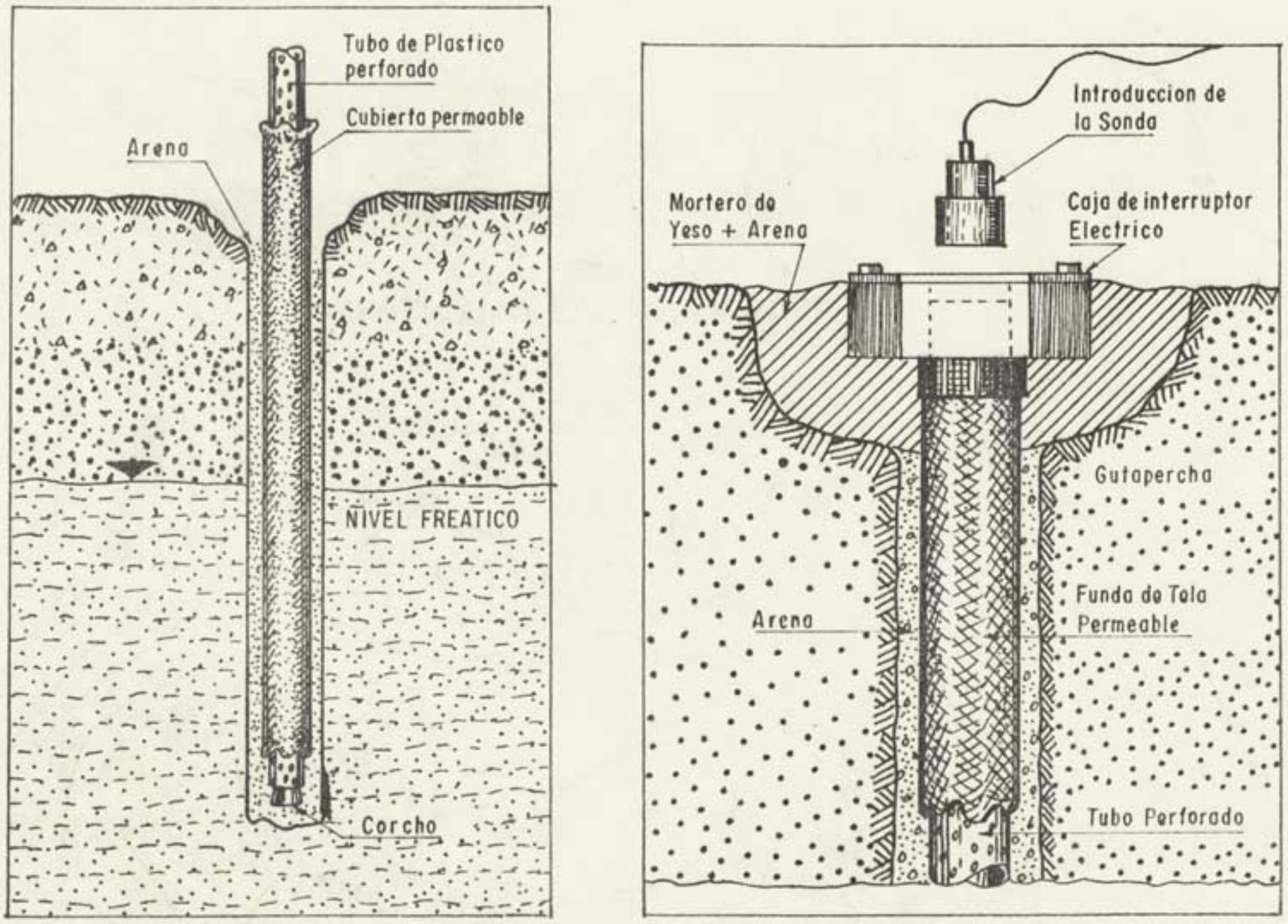
3. **Nivel Freático (N'F.).**— Es la superficie o Tabla del agua que satura el suelo, se determina mediante pozos de observación.

Instalación de un pozo de observación:

1. Con un barreno se perfora el suelo hasta cierta profundidad por debajo del N.F. observando las muestras y registrando textura, color.
2. Se introduce en elspozo un tubo de plástico de PVC perforado taponado con un corcho en su extremo inferior y forrado con una funda de tela o yute.
3. Se introduce arena alrededor del tubo.
4. Se corta a ras del suelo el tubo sobrante.
5. Se coloca la caja metálica.
6. Se fija al terreno el extremo superior del tubo con un mortero cemento-arena.

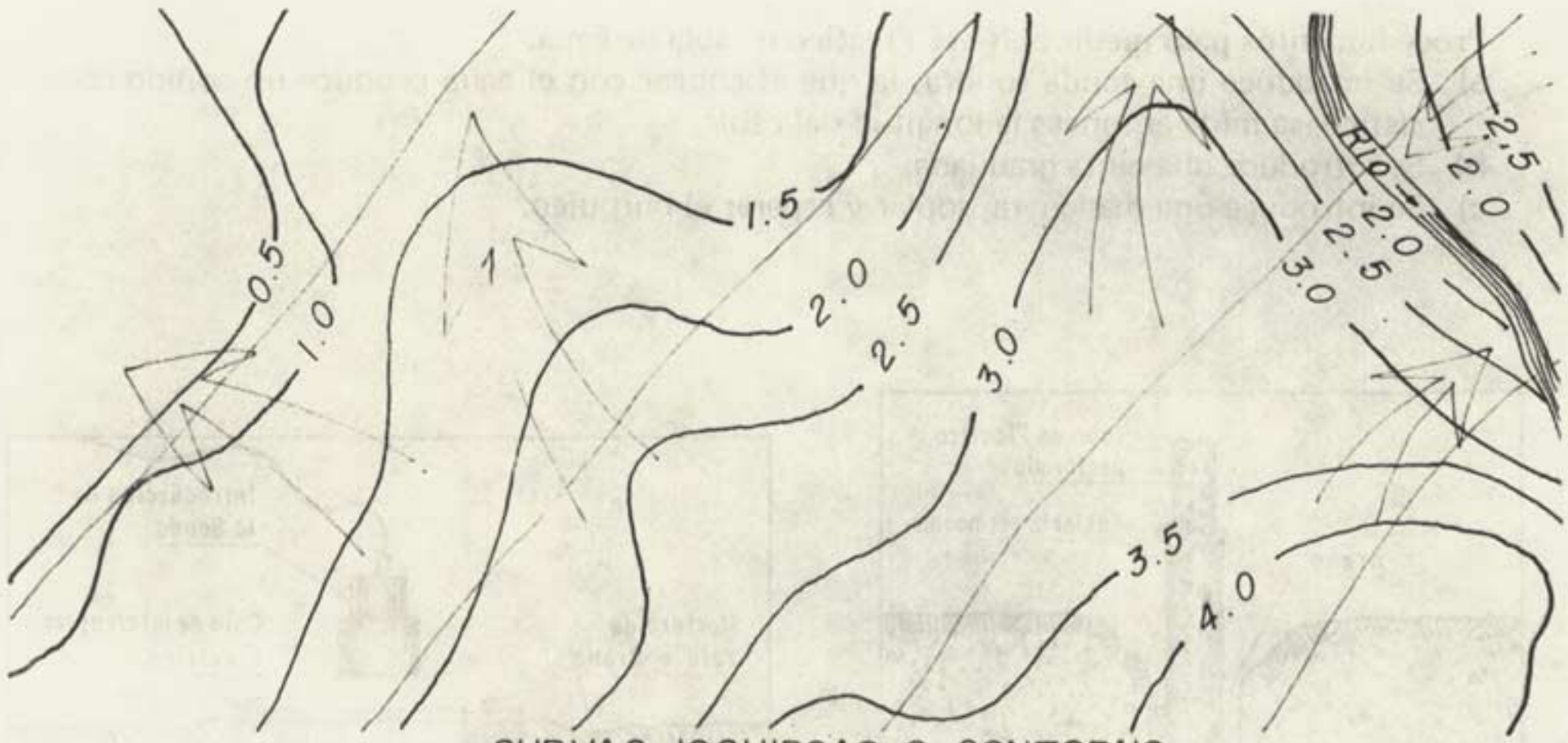
Procedimientos para medir el Nivel Freático o tabla de agua.

a) Se introduce una sonda sonora, la que al chocar con el agua produce un sonido característico; se mide entonces la longitud del cable.
b) Se introduce una cinta graduada.
c) Se introduce una manguera, soplar y esperar el burbujeo.

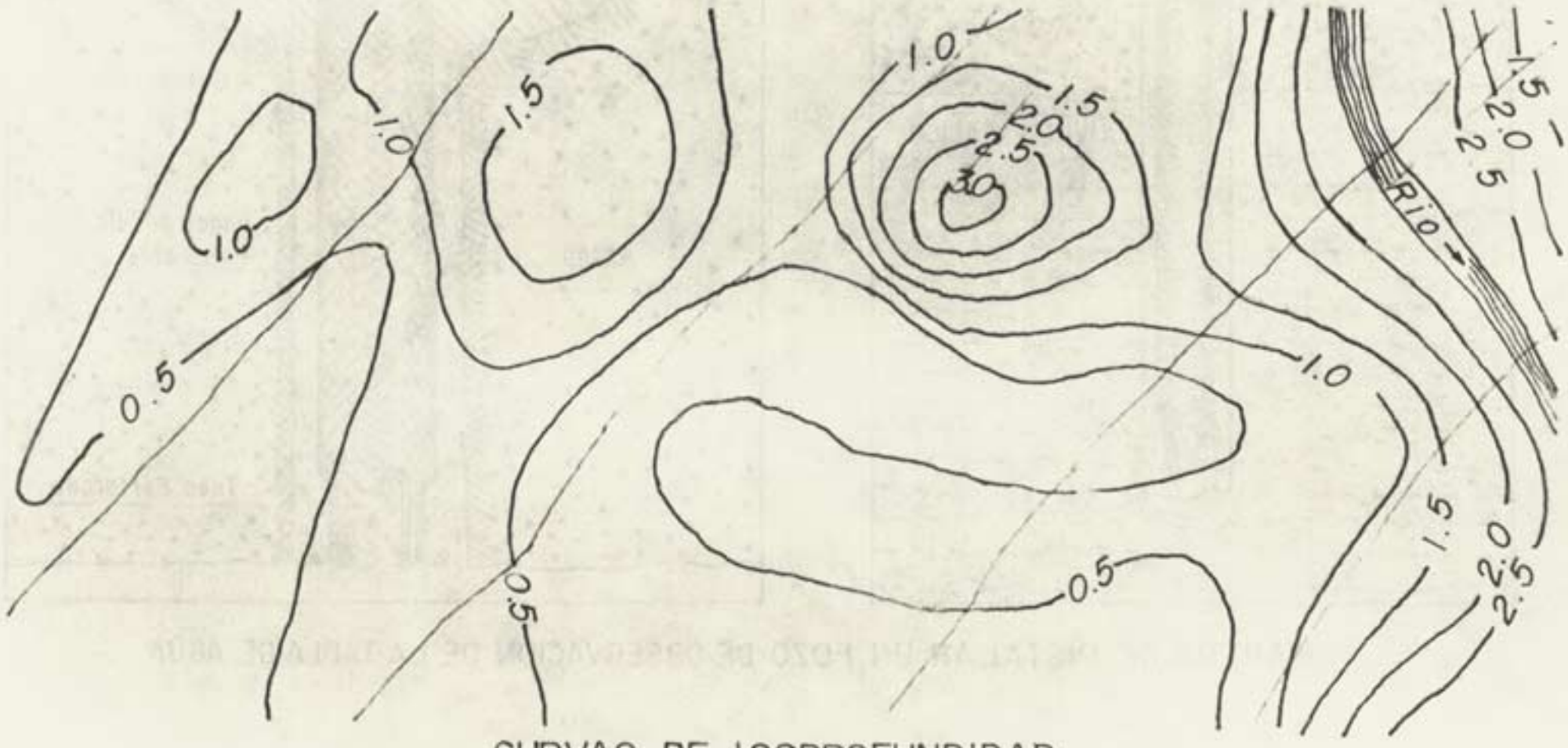


MANERA DE INSTALAR UN POZO DE OBSERVACION DE LA TABLA DE AGUA

- **Mapas de nivel freático.**— A partir de la información proporcionada por los pozos de observación se pueden obtener mapas de contorno y mapas de isoprofundidad.
  - **Mapas de contorno (Isohypsas).**— A similitud de las curvas de nivel, delimitan la posición de la tabla de agua con respecto a cotas determinadas; permiten establecer la dirección del flujo de las aguas freáticas. Asi se determina la orientación de los drenes, por que deberán ser contrarios a esas direcciones de flujo y nunca paralelos.
  - **Mapas de Isoprofundidad.**— También conocidos como mapas de isobatas determinan la posición del nivel freático con respecto a la superficie del terreno, y permiten visualizar las zonas con la tabla de agua alta o muy cercana a la superficie. Se obtienen a partir de la diferencia de cotas entre el terreno y el nivel freático medido en los pozos de observación.



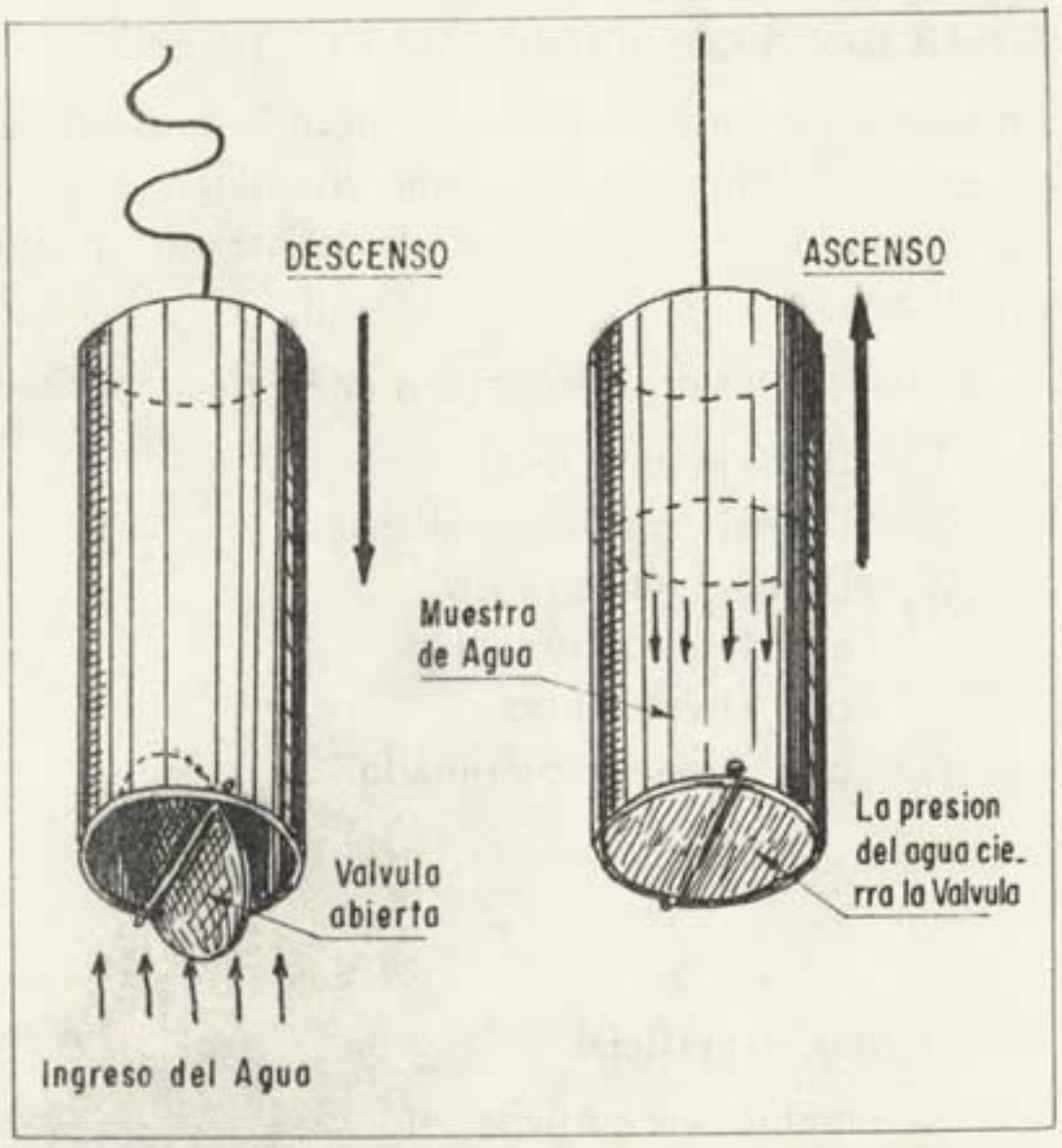
CURVAS ISOHIPSAS O CONTORNO



CURVAS DE ISOPROFUNDIDAD

4. Calidad del agua subterránea

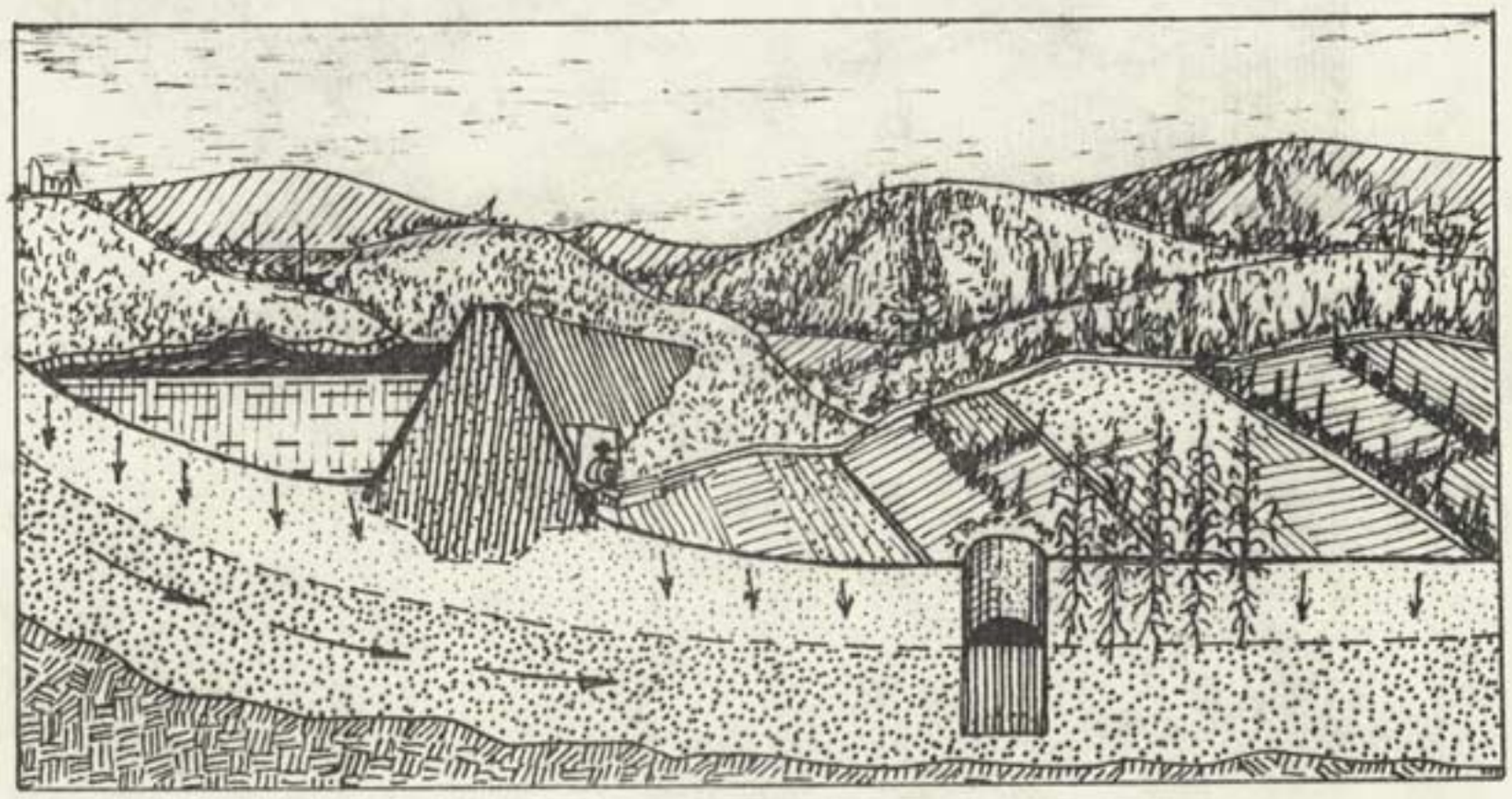
Se extrae agua del subsuelo mediante el bayler en los pozos de observación y se mide la conductividad eléctrica de la muestra de agua. Indirectamente la conductividad eléctrica indica el contenido de sales del agua. La presencia de sales opone resistencia al paso de la corriente en el conductivímetro.



EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA PARA ANALIZAR CON EL EXTRACTOR "BAYLER"

5. Origen del flujo del agua estancada

Se determina para plantear un sistema de drenaje que las intercepte y pueda evacuar el agua a zonas donde no cause problemas.



ESTUDIAR LA PROCEDENCIA DEL AGUA DE DRENAJE Y SU DIRECCION PARA DISE. NAR SU EVACUACION A ZONAS DONDE NO CAUCE PROBLEMAS

SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE DRENAJE

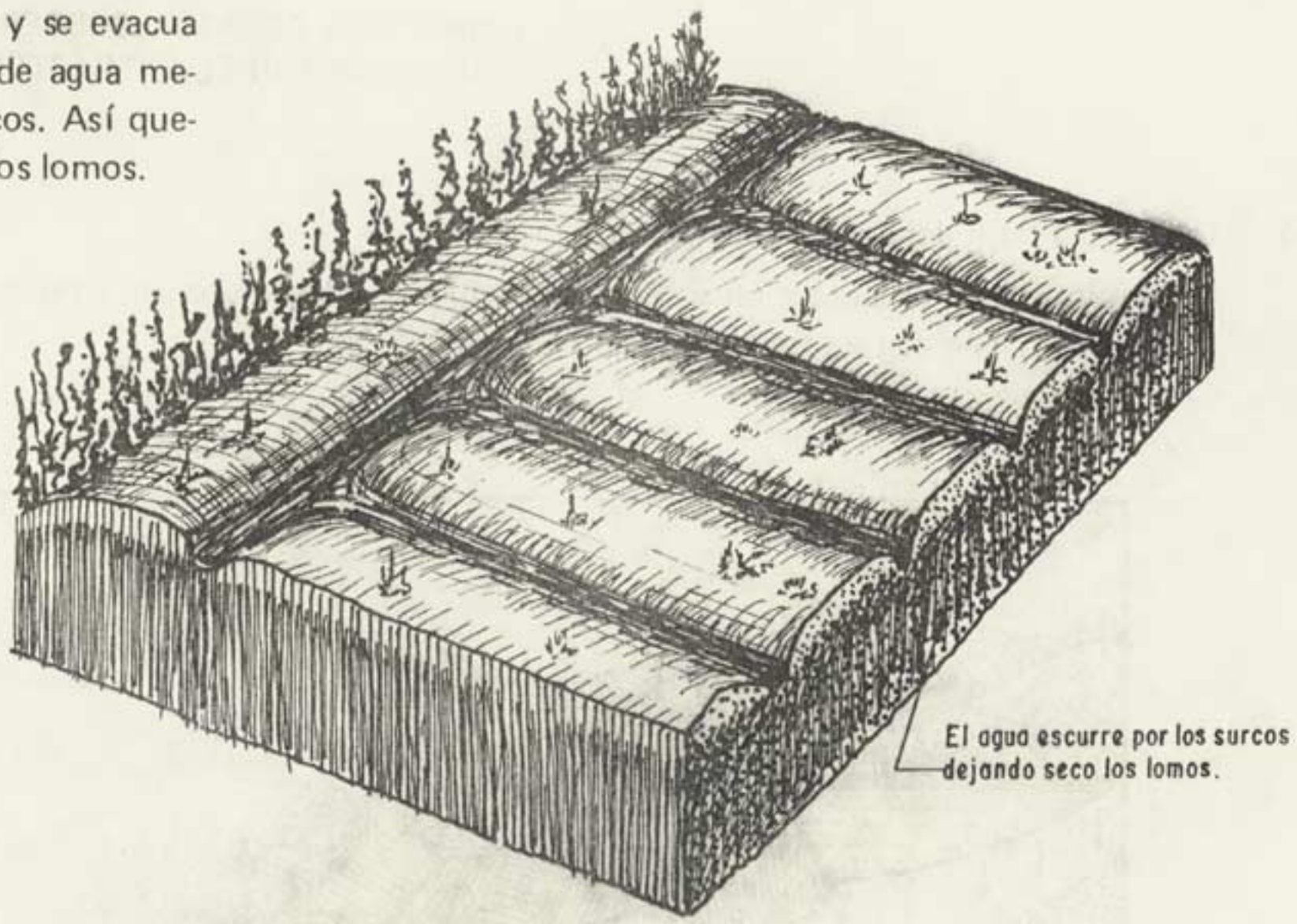
En base a los estudios previos determinamos un sistema de drenaje que solucione los problemas de excesiva humedad. Es decir combinando adecuadamente la información contenida en los planos topográficos, planos de contorno, planos de isoprofundidad y los otros factores estudiados.

La solución a los problemas de drenaje puede ser mediante:

1. Drenaje superficial
2. Drenaje con zanjas abiertas
3. Drenaje subterráneo
   a. Drenes Tubulares
   b. Drenes topo
   c. Drenaje combinado

1. Drenaje superficial

Se plantan los cultivos en lomos, y se evacua el exceso de agua mediante surcos. Así quedan secos los lomos.



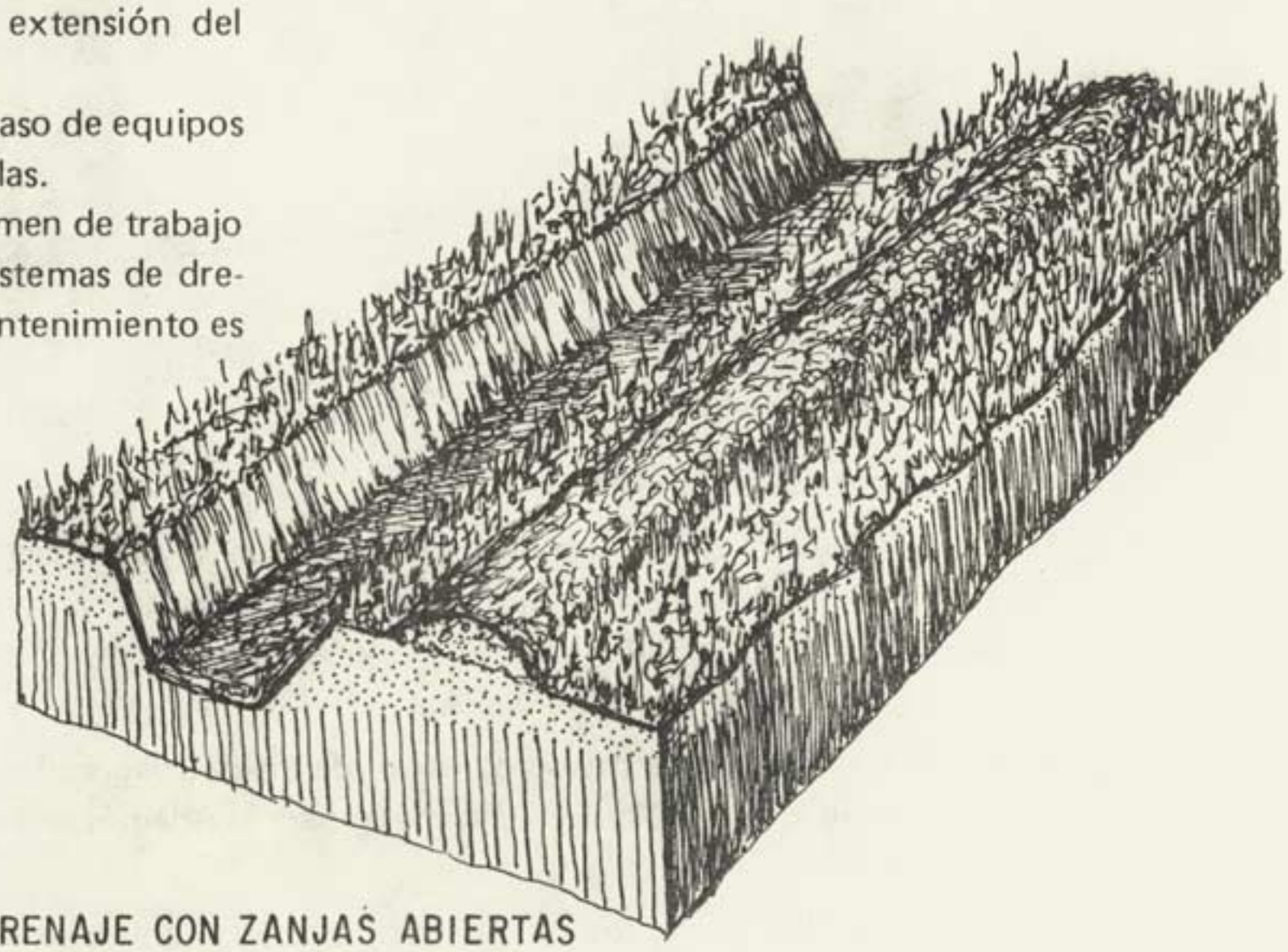
DRENAJE SUPERFICIAL

2. Drenaje con Zanjas Abiertas

Es la forma más eficaz desde el punto de vista agronómico. Se construyen con pendiente muy reducida o aún sin pendiente. Estas zanjas también interceptan corrientes superficiales o aguas de inundación.

Desventajas:

- Ocupan una gran extensión del terreno.
- Interfieren con el paso de equipos y las labores agrícolas.
- Requieren un volumen de trabajo mayor que otros sistemas de drenaje aunque su mantenimiento es simple.

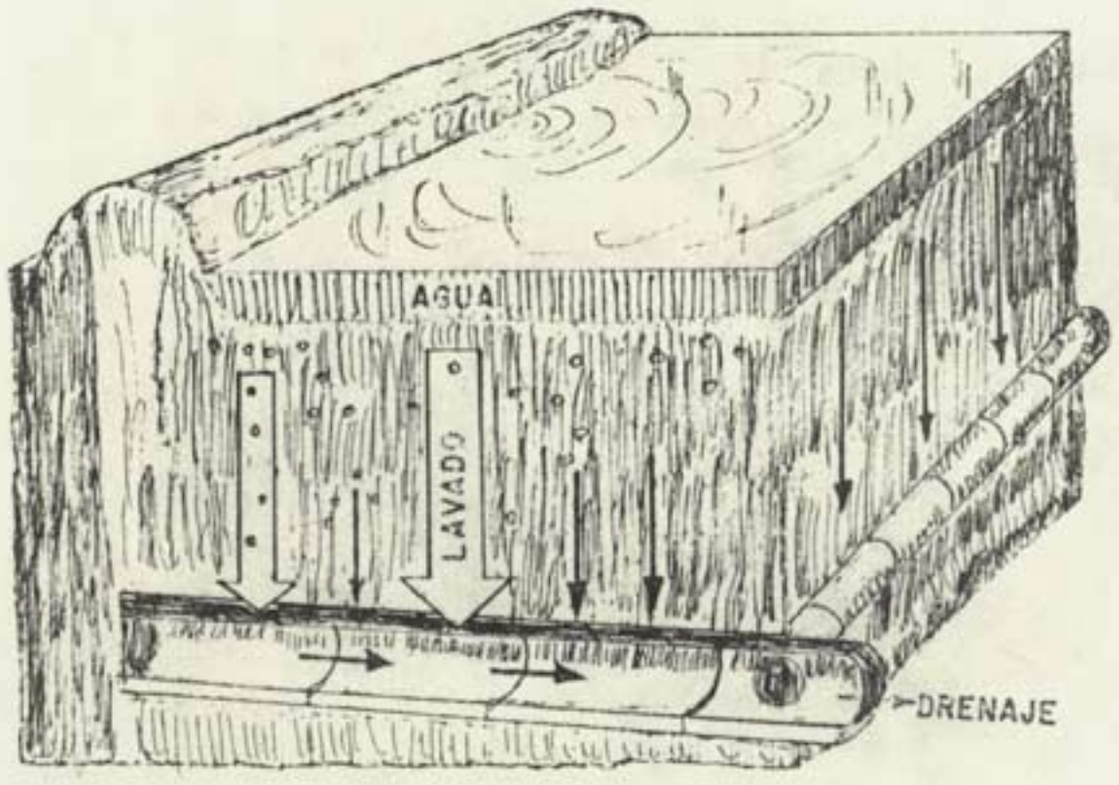


DRENAJE CON ZANJAS ABIERTAS

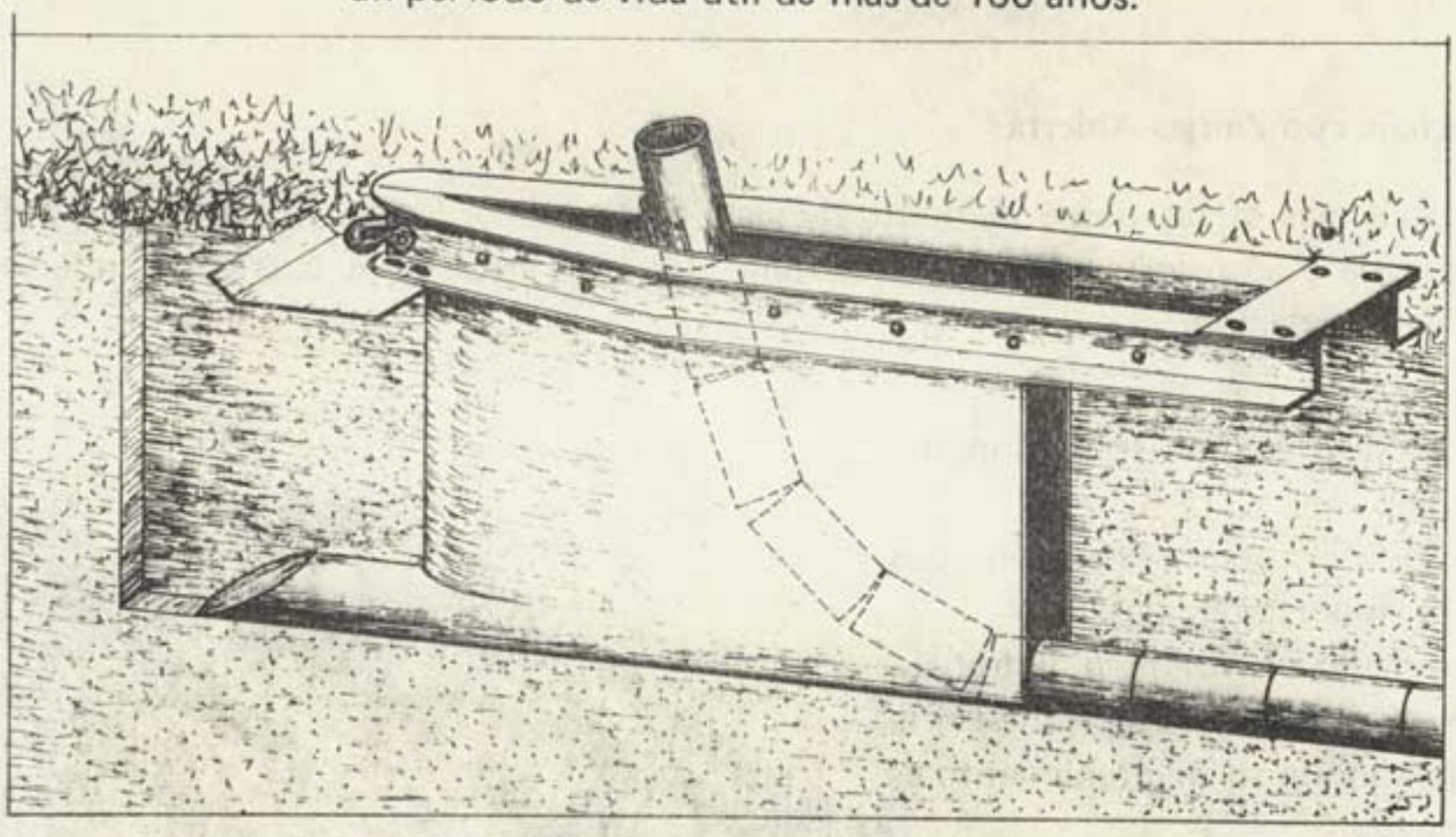
3. Drenes Subterráneos

Se abre una serie de drenes por debajo de la superficie del suelo que desaguen en un canal abierto o en otro punto de recepción.

La gran ventaja del drenaje subterráneo es que no ocupa terrenos de cultivo y todas las labores del campo se realizan normalmente.



a. **Drenes Entubados** Tienen un elevado costo de instalación, por eso es necesario comprobar la calidad de los tubos primero. Este sistema puede tener un período de vida útil de más de 100 años.



FORMA DE INSTALAR TUBOS DE DRENAJE CON UN ARADO TOPO

- **Ventajas y desventajas de los Tubos de Drenaje**
  - **Tubos plásticos PVC.**– Entre sus ventajas están su facilidad de manejo, transporte e instalación y se consigue un mejor alineamiento. Los tubos corrugados flexibles pueden ser enroscados para facilitar su instalación a máquina, evitando además las uniones. La principal desventaja es su costo elevado.
  - **Tubos de Concreto.**– Se puede construir de diámetros grandes. Tienen buena resistencia a la rotura; sin embargo, son mucho más pesados. Además son sensibles a los ataques de ácidos y sulfatos.
  - **Tubos de Arcilla.**– Son los menos costosos. Su manipuleo es relativamente fácil, sin embargo se rompen fácilmente.

Materiales Filtro Protector.– Tienen gran importancia en el buen funcionamiento de los drenes entubados, pues por un lado facilitan el ingreso de agua a los tubos y por otro evitan el pasaje de partículas finas de suelo. En los principales materiales utilizados están el hormigón, la grava, la arena, la turba fibrosa, la fibra de vidrio, la lana de vidrio, la espuma de polietileno, etc.

Antiguamente se han usado los siguientes materiales:

1. Zanjas de Drenaje con paja o tamo.
2. Canalizaciones de loza.
3. Canalizaciones de madera.
4. Rellenos de topa.
5. Rellenos de piedra

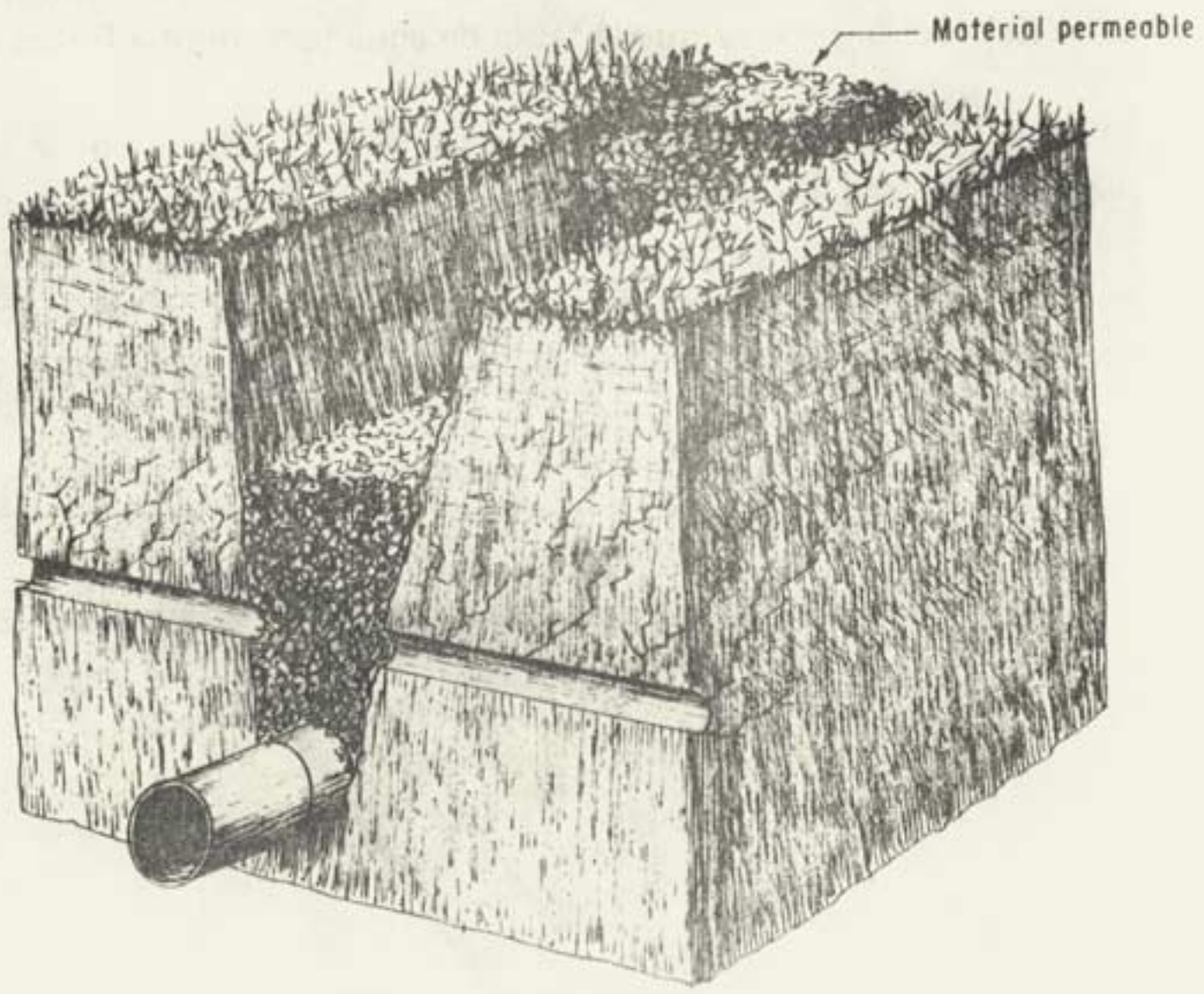
b. Drenes Topos.– Consiste en abrir canales subterráneos en el suelo sin revestimiento. Su adopción es para suelos plásticos con elevada proporción de arcilla. Su período de vida es de 3 a 10 años.



CANALES SUBTERRANEOS DE DRENAJE ABIERTOS CON EL ARADO TOPO Y AGRIETAMIENTO DEL TERRENO QUE ACTUA COMO DRENES SECUNDARIOS

c. Drenaje Combinado

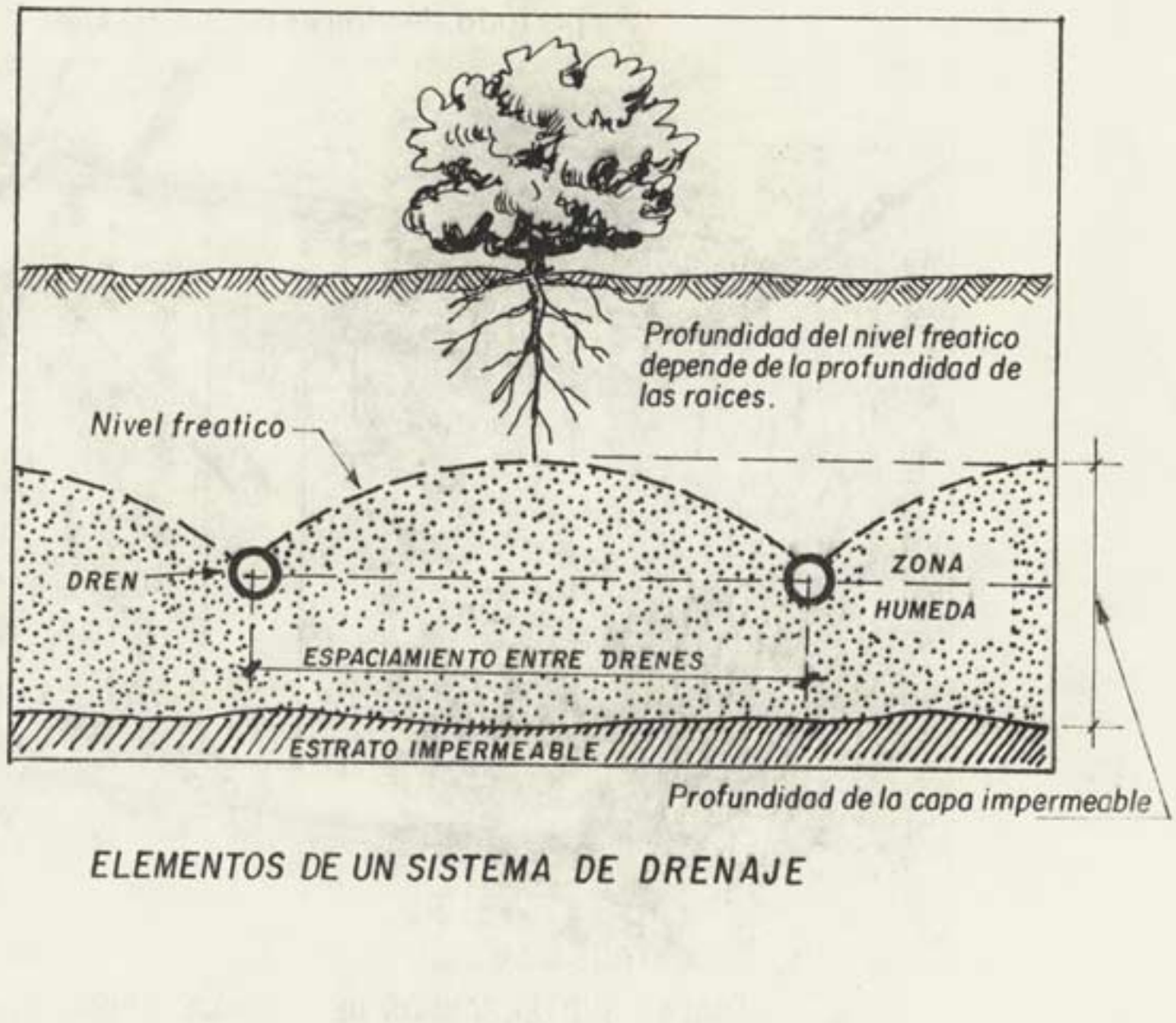
Este método combina drenes topo con drenes entubados. Resulta eficaz en suelos de arcillas ligeras o limo pesado. Los drenes topo aumentan la capacidad de infiltración, lo que permite un mayor espaciado de los drenes entubados.



FACTORES QUE INCIDEN EN EL TRAZO DE UN SISTEMA DE DRENAJE

Los siguientes factores condicionan el distanciamiento entresdrenes y en las dimensiones de estos:

a. El volumen de agua a evacuar.
b. La profundidad máxima a que debe mantenerse el N.F.
c. La conductividad hidráulica del suelo.
d. El desnivel existente entre N.F. y el dren.
e. La profundidad de alguna capa impermeable.

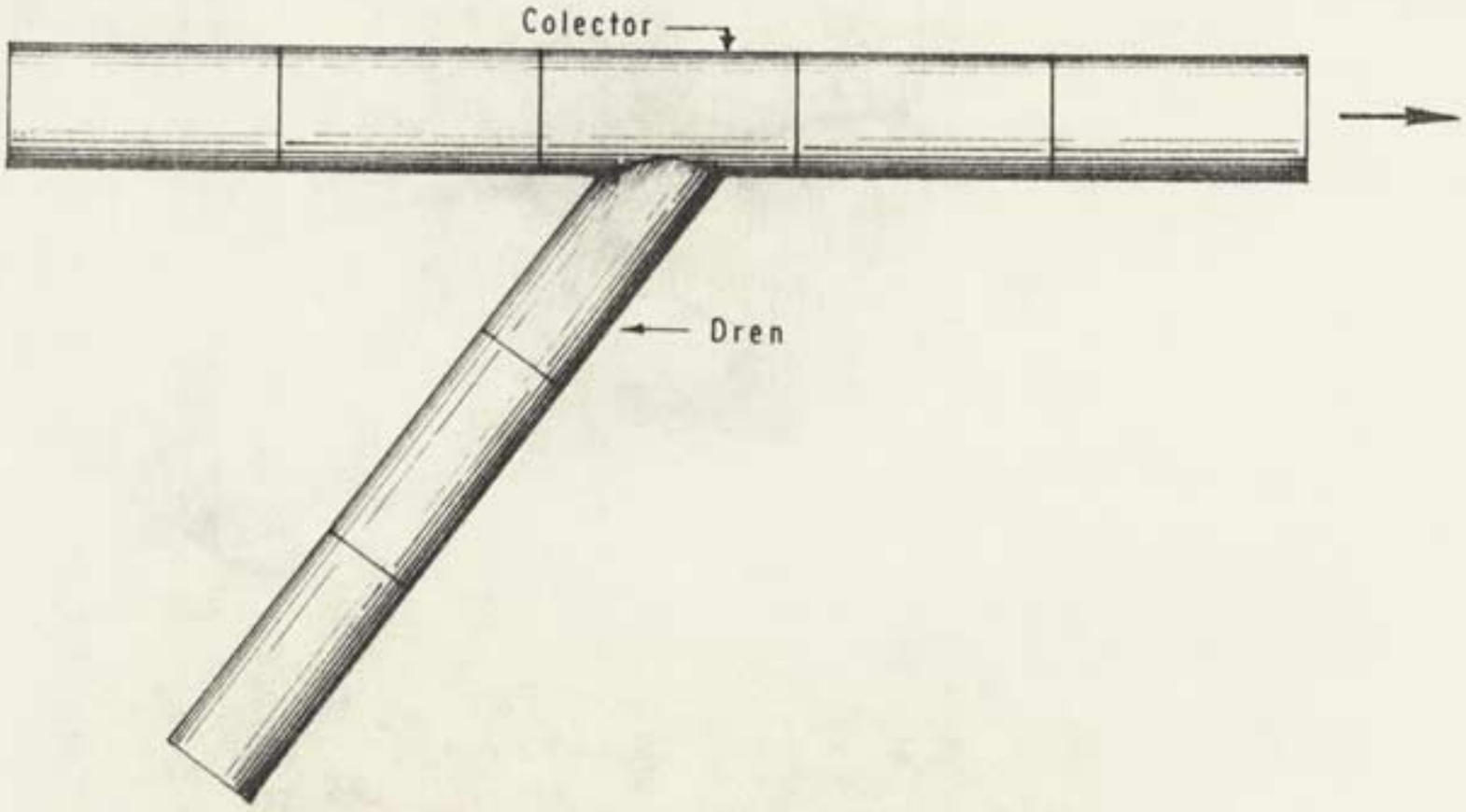


ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DRENAJE

Teniendo en cuenta estos factores, los planos topográficos, los planos de contorno y los planos de isoprofundidad, se procede a ubicar los drenes colectores. Estos se ubican en las zonas más bajas del terreno, y deberán tener una profundidad tal que permitan la descarga libre de los drenes de campo.

Los drenes de campo deberán fijarse a una profundidad mayor al nivel freático, teniendo en cuenta que se deberá mantener dicho nivel freático a un mínimo de 1.50 m. por debajo de la superficie del terreno, y que la tabla de agua tomará una forma curva como en el gráfico.

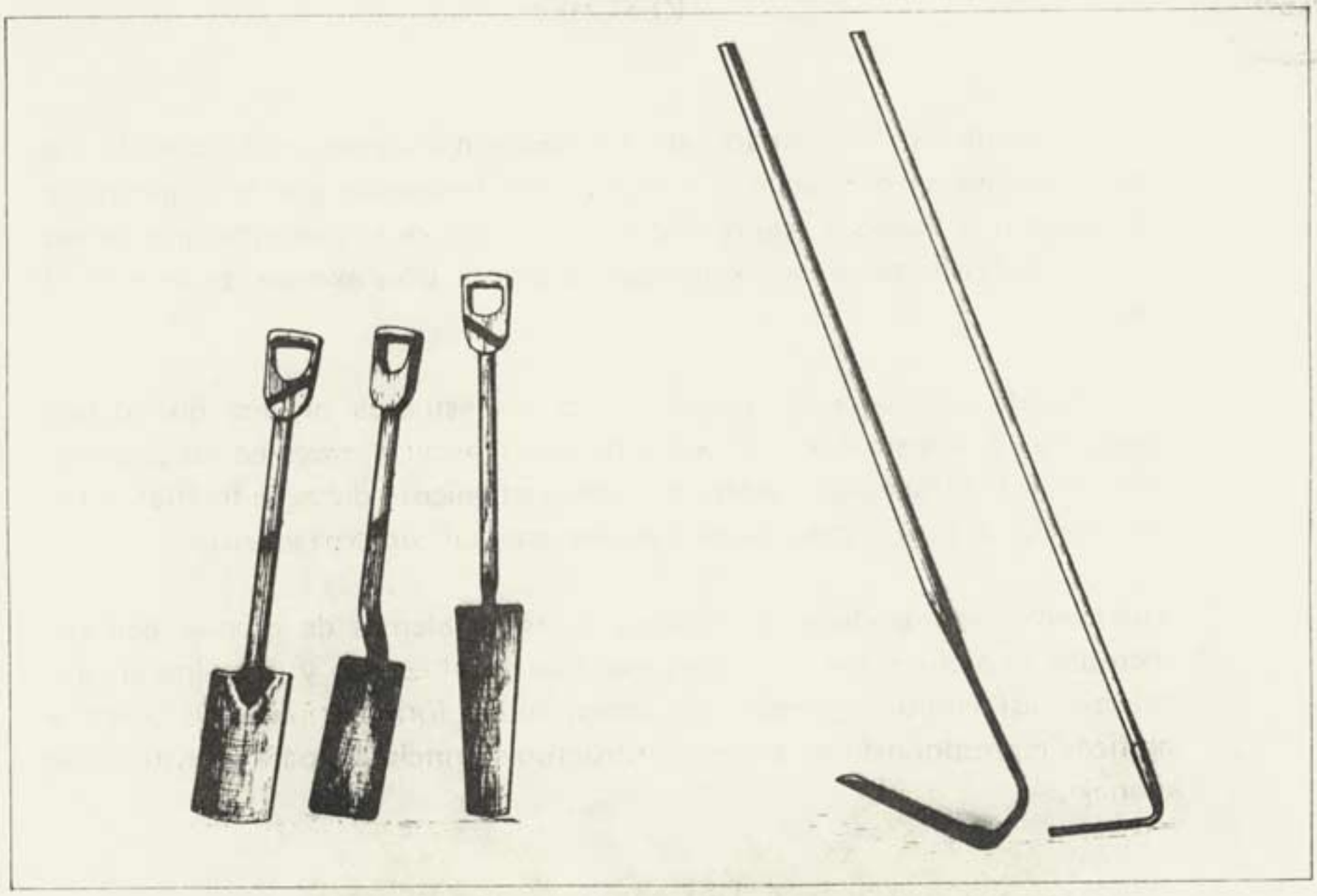
El espaciamiento es calculado a partir del conocimiento de la conductividad hidráulica (K), la profundidad del impermeable y la cantidad de recarga que se debe drenar, lo cual lleva a su solución por fórmulas complicadas, sin embargo y de una forma muy general, se recomienda que en suelos de textura fina, el espaciamiento de drenes sea mucho menor que cuando se trata de suelos de textura gruesa o arenosa, en que dicho espaciamiento será mayor.



ANGULO CORRECTO DE EMPALME DE UN DREN A UN COLECTOR

HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA PARA DRENAJE

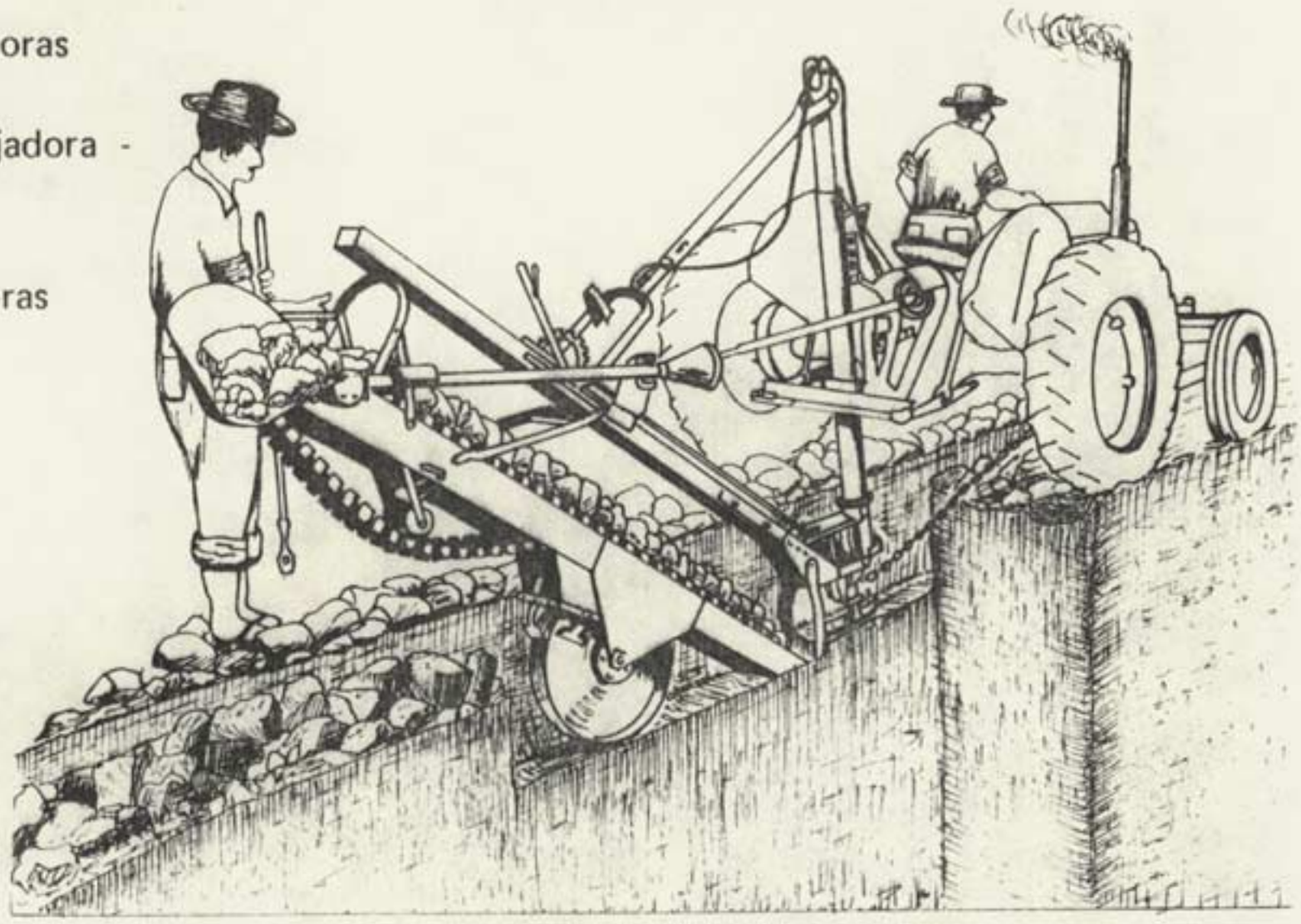
A. Construcción Manual



HERRAMIENTAS USADAS EN LA CONSTRUCCION MANUAL DE DRENES

B. Método Mecanizado

Retroexcavadoras
Dragalinas
Máquina zanjadora - entubadora
Bull-dozer
Motoniveladoras



ZANJADORA MECANICA "BEDFORD" TIPO ARADO

50

RESUMEN

En el presente capítulo se hace una introducción a la práctica del drenaje, los beneficios que se consiguen y los casos más frecuentes que lo originan. Se menciona que ligado a este problema generalmente se presentan problemas de salinidad, así como los efectos que producen tales excesos de sales en el suelo.

La segunda sección está dirigida hacia los estudios previos que deben efectuarse, a la instalación de pozos de observación a través de los cuales se obtendrán la información referida al comportamiento del agua freática y a la confección de planos específicos que muestran tal comportamiento.

Finalmente se introduce la solución a los problemas de drenaje con sus métodos existentes, los materiales más usaods, el equipo y maquinaria para drenaje, así como esquemas que muestran las formas típicas de la red y gráficos correspondientes a ciertas estructuras principales para un sistema de drenaje.

GLOSARIO

AIREACION DEL SUELO.– Presencia de aire en los espacios porosos del suelo.

AGUA PERMISIBLE.– Caudal de agua que no causa erosión en surcos o canales.

BORDO, CAMELLON O CABALLON.– Muro de tierra que separa las melgas o terrazas, espacio convexo de los surcos.

BORDO LIBRE.– Espacio libre entre la superficie máxima de agua y el extremo superior de un canal.

CABALLON.– Igual al bordo.

CAMELLON.– Igual al bordo.

CAPACIDAD DE RETENCION DEL SUELO.– Cantidad de humedecimiento que queda en el suelo después que el agua de gravedad se ha eliminado.

CAPA IMPERMEABLE.– Estrato de suelo cuya permeabilidad es mucho menor a la de los estratos superiores.

CAUDAL.– Ver definición de gasto.

CICLO HIDROLOGICO.– Intercambio permanente de agua entre la superficie terrestre y la atmósfera.

CICLO VEGETATIVO.– Período de desarrollo de un cultivo entre la siembra y la cosecha.

COHESION.– Propiedad de los suelos mediante la que las partículas de suelo se adhieren unas a otras.

CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA.– Factor "K" de la Ley de Darcy $Q = KiA$ para el flujo de agua en medios porosos.

COORDENADAS.– Distancias horizontal (abcisa) y vertical (ordenada) que fijan la posición de un punto en un plano cartesiano.

CORRUGACIONES.– Son surcos cuya sección transversal es muy pequeña en comparación a los surcos comunes.

CONSTANTES HIDRICAS.– Propiedades físicas que caracterizan a los suelos como el porcentaje de marchitez permanente, la capacidad de campo, el peso específico aparente.

CURVA DE NIVEL.– Línea imaginaria del terreno representada en los planos y que une todos los puntos de igual cota o nivel.

DREN.– Canal o tubería utilizada para evacuar excesos de agua.

DRENAJE.– Conjunto de medidas especializadas que permiten el control de los excesos de agua superficial y subterránea de los suelos.

EFICIENCIA DE APLICACION.– Relación entre el agua aplicada mediante el riego y el agua consumida por evapotranspiración, expresada en porcentaje.

EFICIENCIA HIDRAULICA.– Es la menor sección de un canal que permite el mayor caudal posible de agua.

ENSALITRAMIENTO.– Acumulación de sales en la superficie de los suelos.

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL.– Cantidad de agua que no se infiltra en el subsuelo y que escurre sobre ellos.

FILTRO PROTECTOR.– Material utilizado alrededor de los drenes subterráneos o entubados para facilitar el ingreso de agua y evitar el arrastre de partículas finas.

GASTO O CAUDAL.– Cantidad o volumen de agua que atravieza una sección determinada en una unidad de tiempo.

GRAVA CEMENTADA.– Grava fuertemente cohesionada como resultado de la acción física y química de sus elementos componentes.

HIDRODINAMICA.– Conjunto de leyes y propiedades físicas que rigen el movimiento del agua en el suelo.

INFILTRACION.– Movimiento vertical del agua en el suelo.

INTRUSION MARINA.– Saturación del subsuelo por agua de mar en zonas adyacentes a él.

LAMINA DE AGUA.– Altura de agua sobre una superficie.

LAVADO DE SUELOS.– Ver lixiviación.

LIXIVIACION.– Precipitación de las sales al subsuelo por el agua de gravedad al aplicar el riego.

MAESTRA O SURCO GUIA.– Surco de contorno trazado como guía para la construcción de los demás surcos.

MANOMETRO.– Instrumento para medir la presión causada por diferentes fuerzas.

MAPAS DE CONTORNO.– Mapas en los que se grafican líneas imaginarias que unen puntos de la superficie del nivel freático de igual cota o nivel.

MAPAS DE ISOPROFUNDIDAD.– Mapas en los que se grafican puntos de nivel freático de la misma profundidad desde la superficie del terreno.

MODULO DE RIEGO.– Caudal de agua por unidad de superficie.

NIVEL DE INGENIERO.– Instrumento óptico que permite identificar en el terreno puntos de igual cota o nivel.

NIVEL FREATICO.– Tabla de agua o napa freática. Superficie hasta donde el suelo se encuentra saturado de agua.

PENDIENTE.– Relación de la diferencia de dos puntos entre la distancia que los separa.

PLANTILLA.– Ancho de la base inferior de la sección de un canal trapezoidal.

RIEGO.– Aplicación artificial de agua a los suelos para que sea consumida por los cultivos.

SALINIDAD.– Cantidad de sales existentes tanto en los suelos como en el agua.

SONDA SONORA.– Instrumento cóncavo en su extremo inferior que al contacto con el agua produce un sonido característico.

TALUD.– Relación entre una línea vertical de valor unitario a una línea horizontal y que determinan la inclinación de una superficie.

TIRANTE.– Altura de agua medida desde la base inferior en una estructura hidráulica que la contiene.

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
SENA
BOGOTA – COLOMBIA

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO
USAID
BOGOTA – COLOMBIA

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION

MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

MODULO 3: "CONSERVACION DE SUELOS"

CONSORCIO HIDRAULICO MUNDIAL S.A.
"CHIMU"

AMSA CONSULTORES
AGRO-INGENIERIA, S.A.

Manejo y Conservación de Suelos y Agua- Vol3.Conservación de Suelos by Sistema de Bibliotecas Sena
is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.
Creado a partir de la obra en http://biblioteca.sena.edu.co/.

CONTENIDO

Introducción	1
La conservación del suelo	1
Desarrollo de las plantas con y sin riego	2
Tipos de erosión	3
Erosión natural	3
Erosión acelerada	3
Erosión laminar	3
Erosión en surcos	3
Erosión en surcos	4
Erosión en terracetas	4
Erosión por lixiviación	4
Prácticas de conservación de suelos	5
A- Prácticas culturales	5
Selección de cultivos	5
Siembras en contorno	5
Coberturas vegetales	6
Barreras vivas	6
Sombrío	7
Cortinas rompevientos	7
Incorporación de materia orgánica	7
Prácticas mecánicas	8
Construcción de canales de desviación	9
Construcción de estructuras de contención	9
Vegetación de cárcavas	9
Surcos en contorno	10
Cómo hacer un nivel sencillo	10
Así determinamos la pendiente	10
Para marcar curvas a nivel	11
Trazado y construcción de surcos en contorno	11
Jagüeyes	12
Estudios previos a la construcción	13
A- Localización del vaso	13
B- Determinación de la textura y permeabilidad	13
C- Nivelación	14
D- Altura máxima y taludes	14
E- Aliviadero o vertedero de demasías	15
Construcción del dique	16
Mantenimiento	17
Resumen	18
Glosario	19

INTRODUCCION

Uno de los problemas más graves que afronta la humanidad actualmente, es la destrucción y pérdida del suelo, hecho paradógico por cuanto es el mismo hombre quién con sus prácticas incorrectas, la tala y la quema de pastizales, o la construcción de grandes obras, propende a su destrucción, mientras por otro lado el crecimiento de la población mundial día a día requiere más alimentos que podrían producirse en esos suelos que progresivamente se pierden sin posibilidad de recuperación. Es esta la razón principal que nos obliga a tomar conciencia y transmitirla a nuestros semejantes para hacer un uso racional de este recurso suelo y conservarlo.

LA CONSERVACION DEL SUELO

Es todo proceso, factor, práctica o recurso técnico de tipo mecánico, vegetativo o agronómico para conservar y mejorar los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

El éxito de conservar y mejorar el suelo depende de la eficiencia de cada práctica.

Por ejemplo:

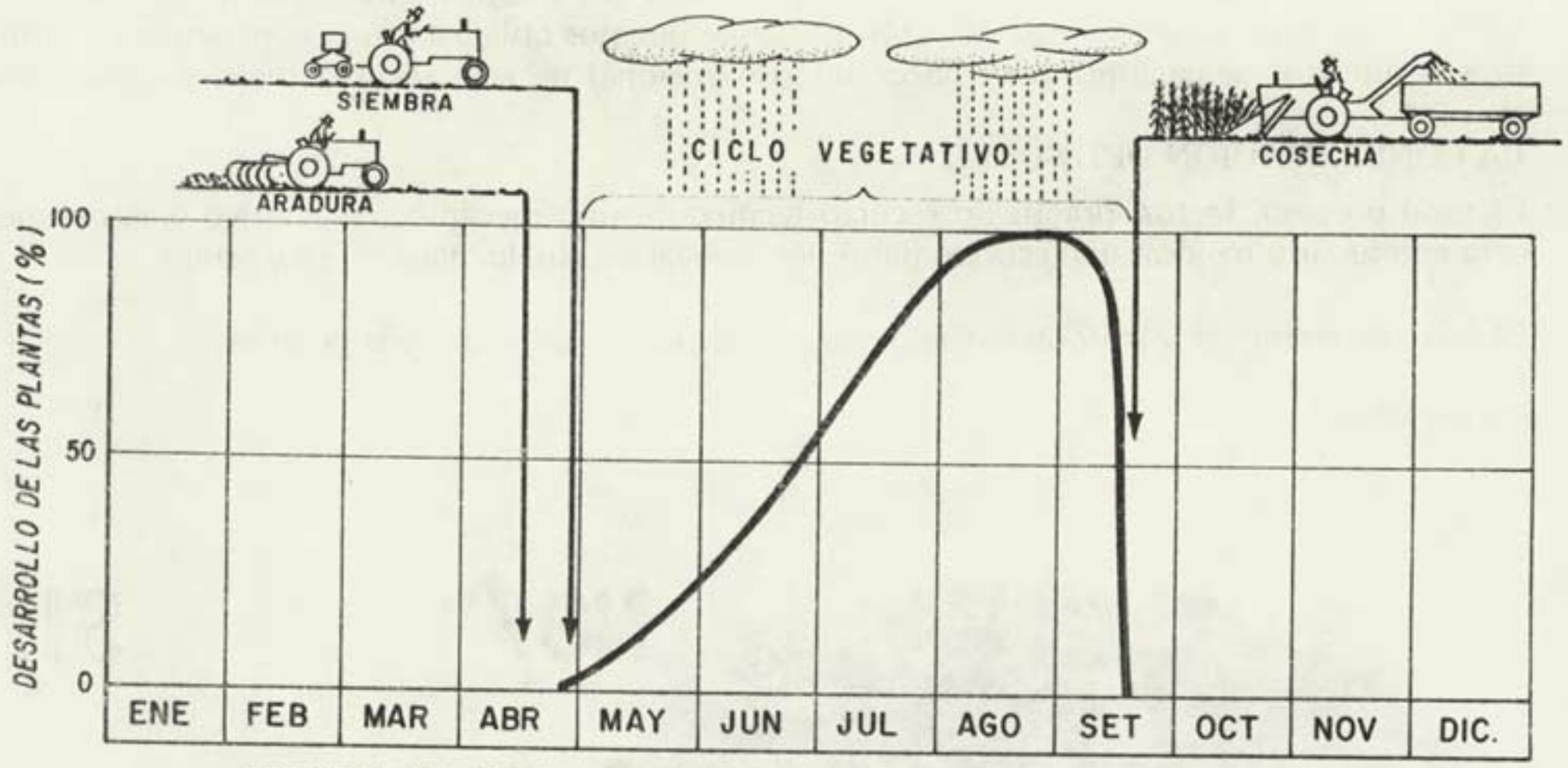


¡ NO TALAR, NI QUEMAR !

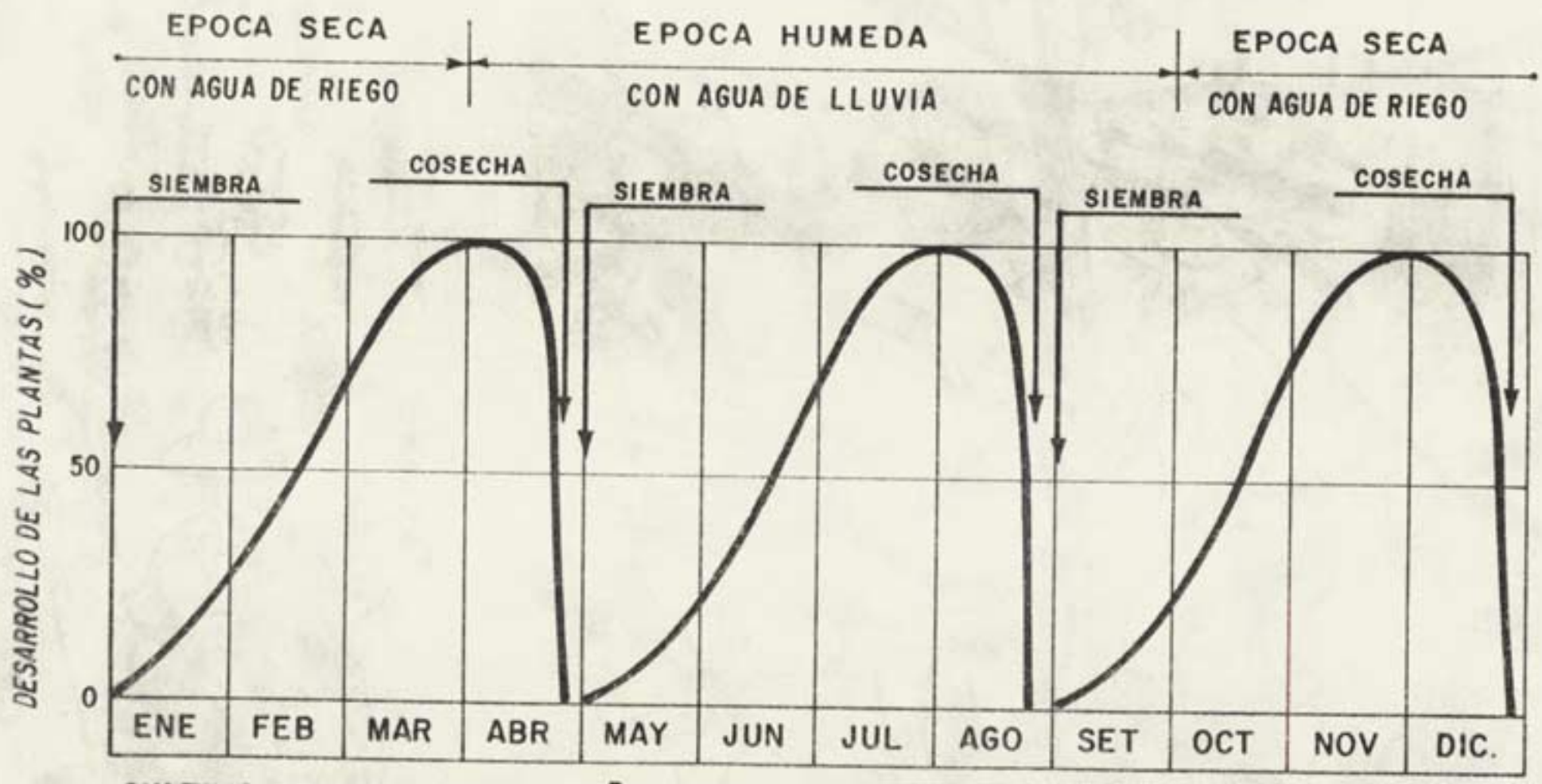


¡ REFORESTAR !

Las plantas, para poder formar un gramo de materia orgánica seca, requieren de 200 a 500 litros de agua tomados en forma natural de las lluvias. Pero, su crecimiento y producción serán buenos o malos de acuerdo al ciclo hidrológico.



CULTIVO DE MAIZ, DEPENDIENTE DEL AGUA DE LLUVIA



CULTIVO DE MAIZ EN EL AÑO, CON AGUA DE RIEGO COMPLEMENTARIO

Sin embargo, el hombre a través del riego, puede proveer agua a los cultivos en cualquier época del año, especialmente en los períodos críticos del ciclo vegetativo.

Erosión Natural. Son procesos naturales a través de prolongados períodos causados por factores climáticos, entre los que destacan la erosión eólica producida por el viento en zonas de terreno suelto y la erosión geológica debida al intemperismo.

Erosión Acelerada. Son procesos causados por intervención del hombre y en los que la acción del agua a través de la lluvia principalmente produce la erosión. Las gotas de lluvia al impactar desprenden partículas del suelo que se dispersan y a su vez esas partículas son arrastradas, causando diferentes efectos y determinando diversos tipos de erosión:

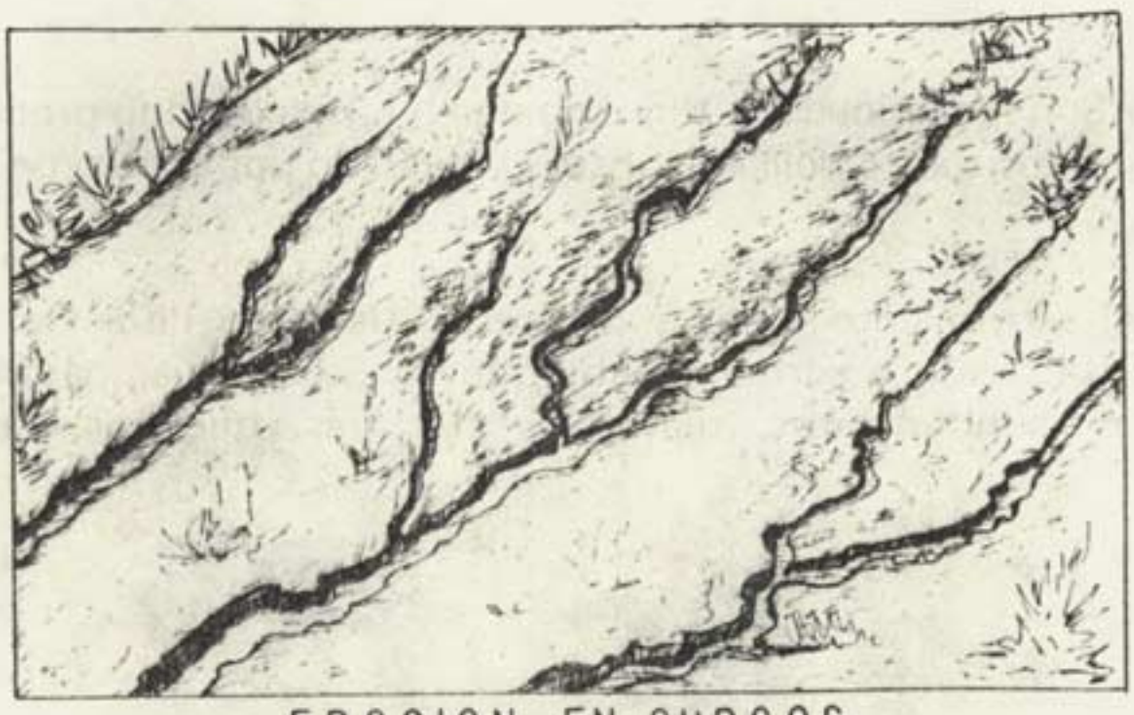
Erosión Laminar. Que consiste en el arrastre uniforme de delgadas capas de suelo por el agua. Si es muy intensa puede aparecer la roca desnuda.

Destruye la capa arable del suelo. Los terrenos con pendiente sembrados de cultivos limpios o plantaciones que requieren de desyerbos periódicos, son los más propensos a este tipo de erosión.



EROSION LAMINAR

Erosión en surcos. Provocada por el escurrimiento del agua en surcos más o menos paralelos. Una práctica que favorece este tipo de erosión, es el cultivo en sentido de la pendiente. A lo largo del tiempo se forman cárcavas por lo que se deben efectuar medidas de control oportunamente.



EROSION EN SURCOS

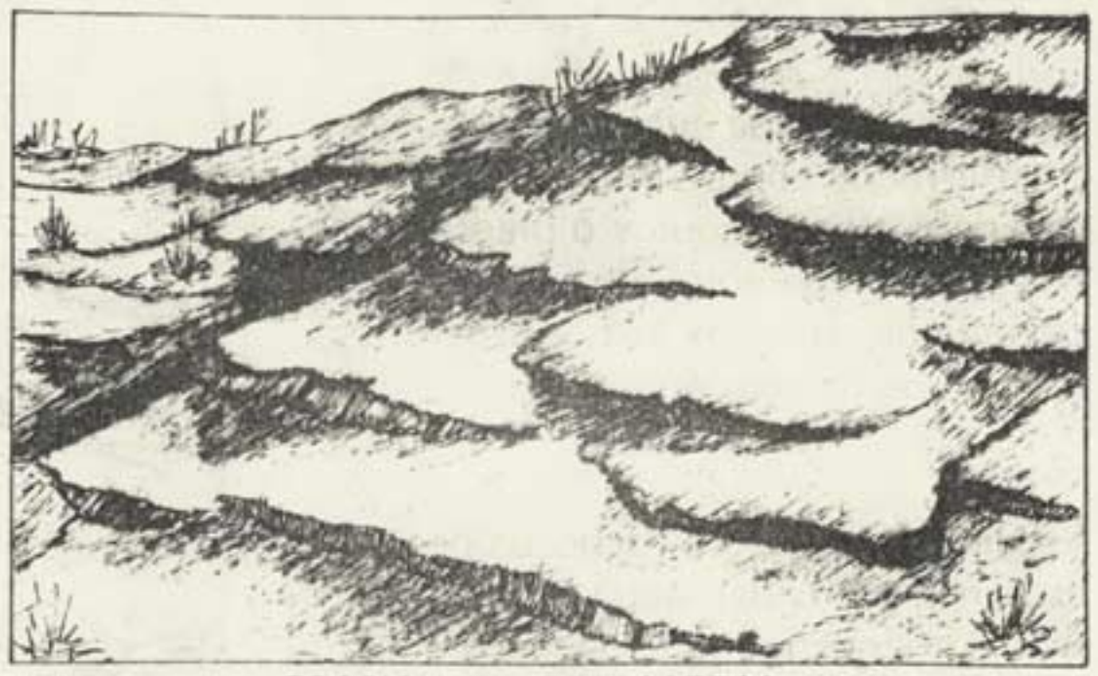
Erosión en cárcavas. Cuando hay mayores volúmenes, la irregularidad en el terreno permite la unión de varios surcos que dan origen a la formación de cárcavas, zanjas profundas y aún barrancos. Esta es la más peligrosa porque se pierde mayor cantidad de tierra laborable y produce deformaciones en el terreno.



EROSION EN CARCAVAS

Erosión en terracetas. (patas de vaca) producida por el paso contínuo del ganado (sobre-pastoreo).

Compacta el suelo y destruye la cobertura vegetal; origina posteriormente la erosión por surcos y cárcavas.



EROSION EN TERRACETAS

Erosión por Lixiviación

Es causada por la infiltración del agua y la fuerza de gravedad. Se presenta bajo las siguientes formas:

1. **Deslizamientos:** Generalmente son rápidos y se presentan cuando el agua al infiltrarse encuentra capas impermeables que facilitan la caída de la parte de encima por gravedad.

2. **Derrumbres:** Porciones de suelo se desplazan hacia abajo en terrenos con pendientes en forma progresiva.

3. **Coladas de Barro:** Son remociones de flujo rápido en forma de lodo producidas por saturación excesiva de agua en los suelos delgados. Esto es ayudado por el peso de los árboles, construcciones, etc.

4. **Solifluxión:** Es el movimiento lento y progresivo de capas de suelo producida por aguas provenientes de infiltración o corriente subterráneas. Se observan pastos o árboles inclinados y formación de hundimientos suaves, y terrazas que avanzan algunos cm/año.

PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS

El éxito de conservar el suelo depende de la eficacia de cada práctica en combatir la erosión, existiendo las prácticas culturales o agronómicas y las prácticas mecánicas.

A) PRACTICAS CULTURALES

Las prácticas culturales son las más efectivas y económicas. Se busca la protección del suelo contra la erosión mediante sistemas alternativos de manejo de los cultivos. Se aplican según el tipo de suelo, la pendiente, el cultivo, la distribución de lluvias.

Se utilizan diversas prácticas culturales:

1. **Selección de Cultivos**

   Se utiliza plantas que ofrezcan mejores condiciones de protección al suelo en relación a las condiciones naturales del terreno. **Cultivos limpios,** como el maíz y hortalizas, por ejemplo, se cultiva en suelos cuya pendiente no exceda al 20 o/o.
   En **cultivos densos** como caña que posee buen macollamiento se cultiva en pendientes hasta de 50 o/o. Los pastos se cultivan tambien en pendientes hasta de 50 o/o.

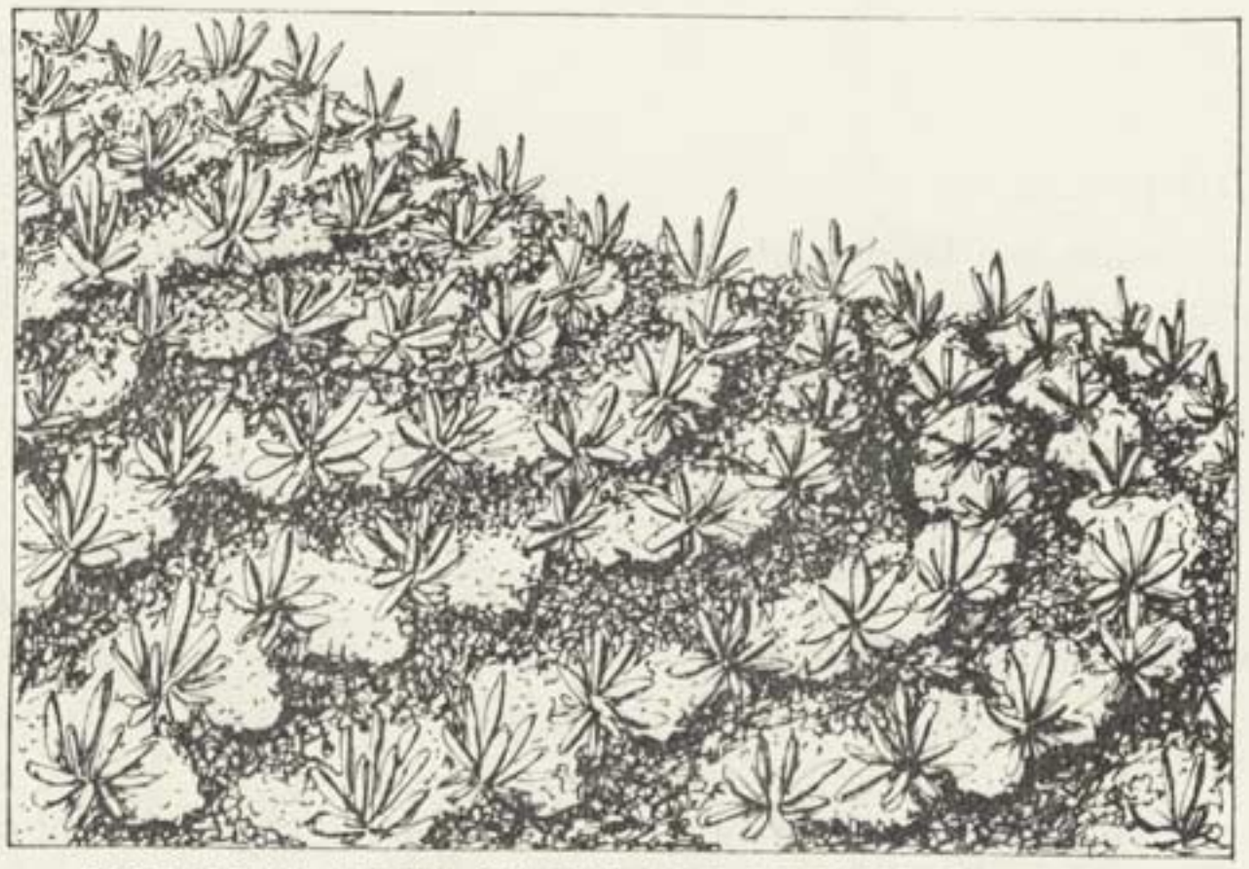
2. **Siembras en Contorno**

   Se siembra en la pendiente siguiendo las curvas de nivel. Esta siembra debe ser complementada con labranza en el mismo sentido y con prácticas adicionales como acequias, barreras vivas y coberturas.



3. **Coberturas vegetales**

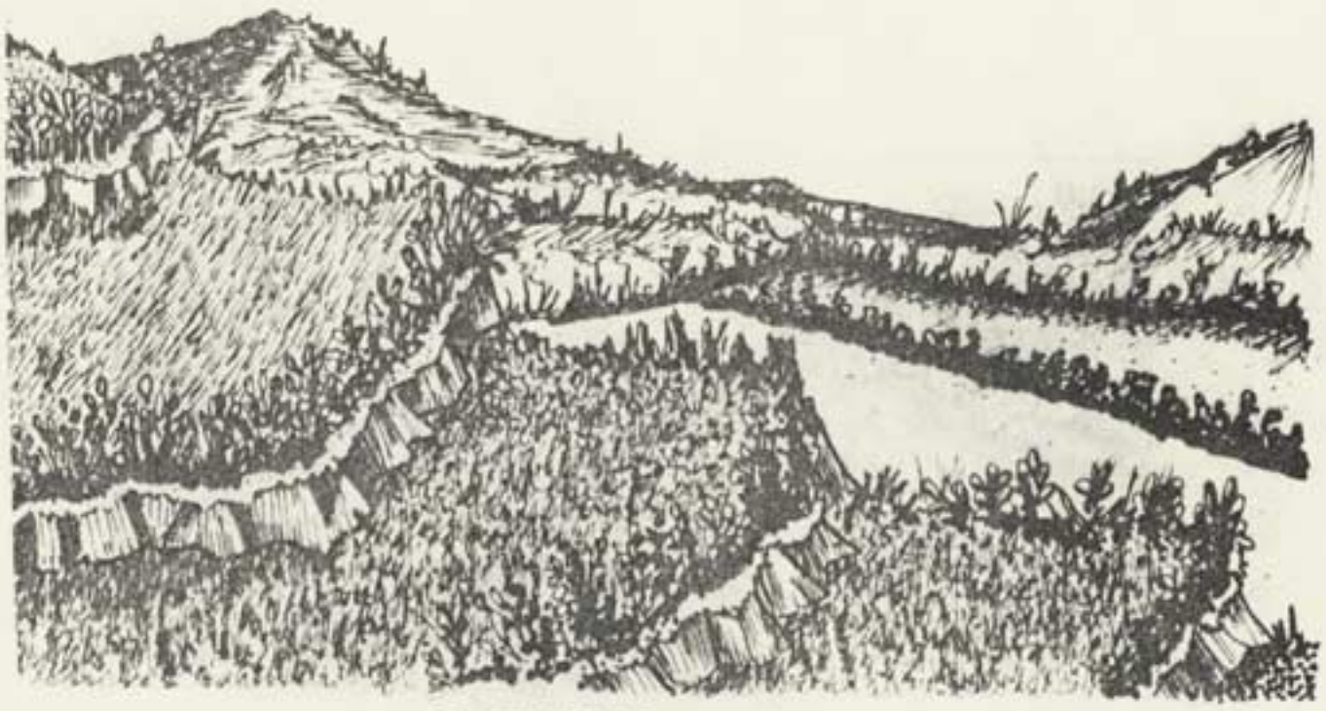
Proporcionan mayor protección al suelo. Consiste en establecer una cubierta densa y permanente de plantas, especialmente nativas, colocadas entre plantas y surcos para amortiguar las gotas de lluvia. Son recomendables las leguminosas de tipo rastrero para esta práctica.



PROTECCION DE UN CULTIVO CON COBERTURA VEGETAL

4. **Barreras vivas**

Se siembra hileras de plantas de crecimiento denso siguiendo las curvas de nivel. Cuando las pendientes son excesivas, o cuando se tienen bordes de barrancos conviene hacer 2 ó 3 filas de barreras vivas. Se utilizan plantas como el limoncillo, crotalarias, citronela, pasto imperial, pasto elefante. Se corta periódicamente para evitar que crezcan demasiado o invadan los cultivos. Su eficiencia es media y se debe combinar con otras prácticas.



BARRERAS VIVAS

5. **Sombrío**

Es una práctica efectiva siempre y cuando las plantas produzcan hojarascas y se complemente con una cobertura vegetal densa. Constituye una protección inicial contra las gotas de lluvia. Se utiliza sembríos de guamo o plátano.

Es muy usado en los cafetales cuando las plantas de café tienen buen tamaño; en cambio, no se acostumbra cuando son bajas y tienen buena densidad.



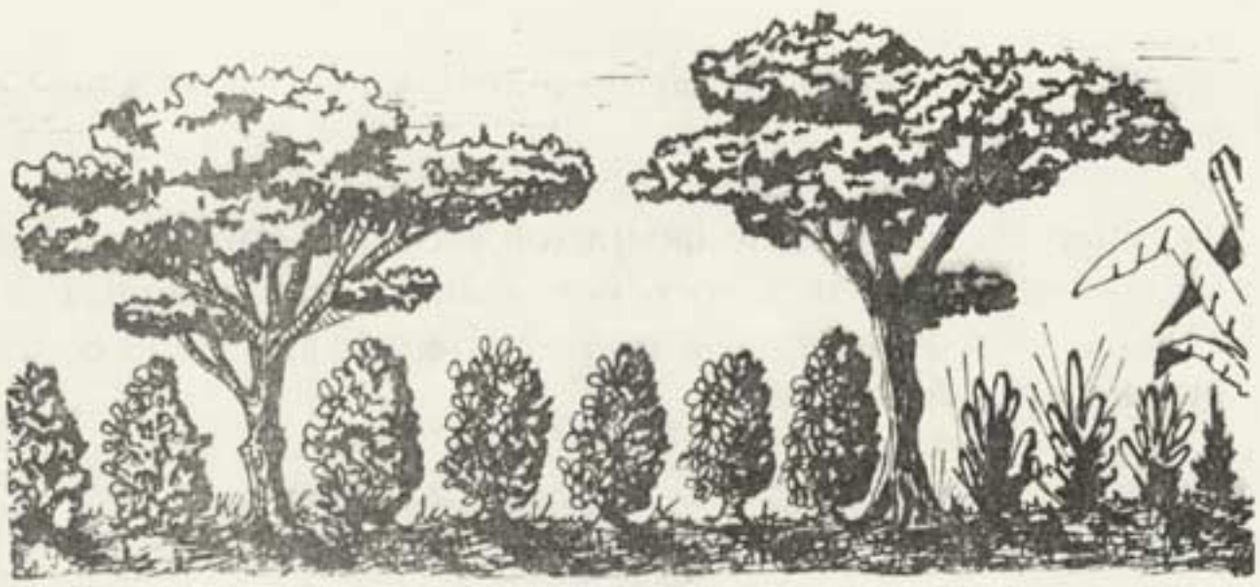
CULTIVOS EN FAJAS CON COBERTURA VEGETAL ENTRE SURCOS

6. **Cultivos en fajas**

Puede ser mediante el empleo de surcos dobles. Consiste en sembrar hileras de 2 surcos separados por calles con cobertura vegetal. Estas facilitan luego la cosecha del cultivo.

7. **Cortinas rompevientos**

Son obstáculos de vegetación cultivados perpendicularmente a la dirección del viento dominante, con el propósito de atenuar o anular su intensidad. Sin esta cortina habrían problemas de erosión eólica; esto afecta principalmente a superficies sin cubierta vegetal.



Las cortinas de una o varias hileras se establecen según la intensidad de los vientos y el carácter del cultivo a proteger.

8. **Incorporación de Materia Orgánica**

El estiércol, residuos vegetales y abonos verdes devuelven al suelo los nutrientes que se pierden por lavado o volatización (arena). Los abonos verdes deben incorporarse tiernos. La pulpa de café, por ejemplo, es una importante fuente de materia orgánica.

B. PRACTICAS MECANICAS:

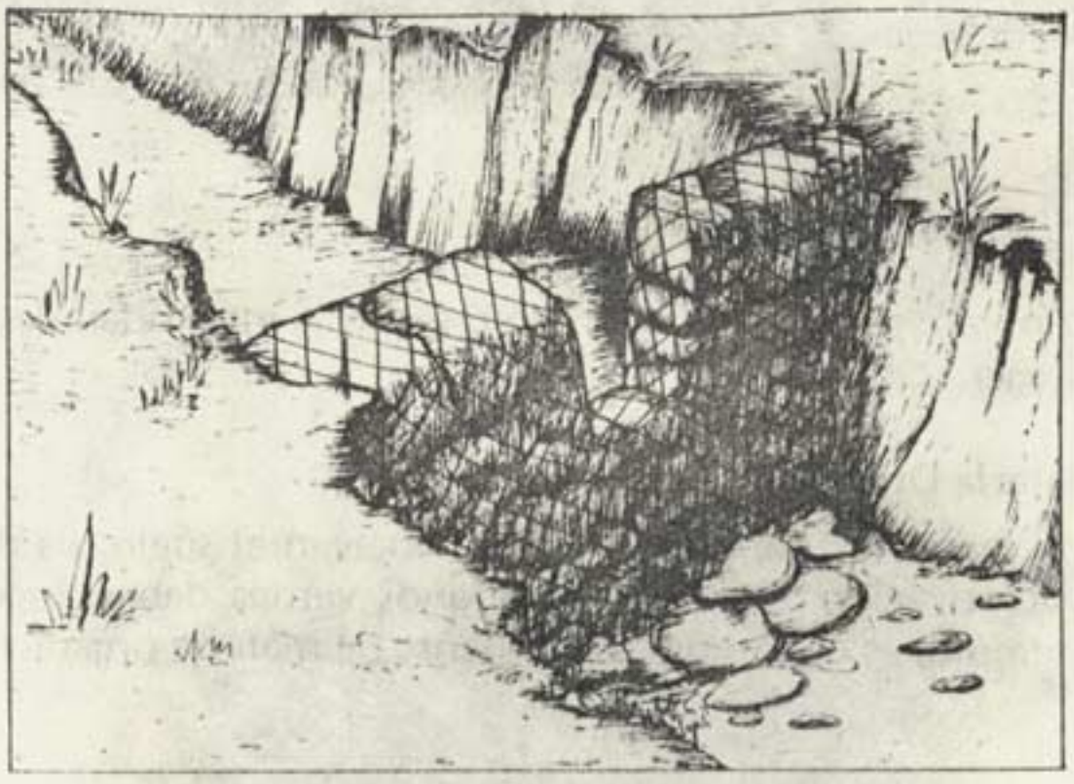
Estas prácticas se utilizan para evacuar la escorrentía o agua sobrante de las lluvias que no alcanza a penetrar en el suelo. Esta será más intensa a medida que las lluvias sean mayores y la pendiente más pronunciada. Se evacúa las aguas de escorrentía mediante desagües naturales, protegiéndose con vegetación nativa y plantas protectoras como la **guadua**, caña brava, pastos, bambú, etc.



DESAGUE NATURAL PROTEJIDO Y ACEQUIAS DE LADERA
QUE CAPTAN LAS AGUAS DE ESCORRENTIA

En sitios de excesiva pendiente se debe construír escalones de piedras, diques amortiguadores y fajas de pasto.

También las acequias de ladera son especialmente recomendables en zonas con fuertes lluvias y en suelos arcillosos poco permeables. Estas acequias se protegen con barreras vivas. La construcción debe empezar por la parte más alta, de lo contrario se dañarían las más bajas con el aguacero fuerte.



PROTECCION DE CAÑOS CON PIEDRAS UNIDAS
CON MALLA DE ALAMBRE

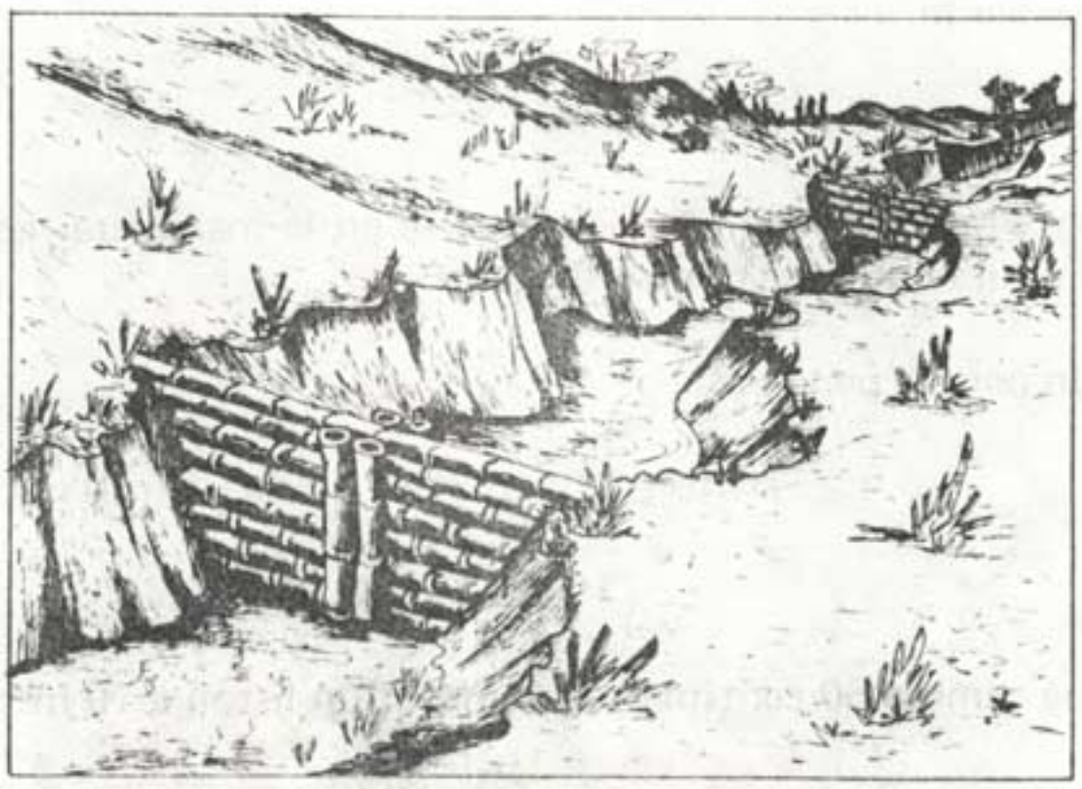
CONTROL DE CARCAVAS. Consiste en impedir su formación, o rehabilitar cárcavas pequeñas y/o estabilizar cárcavas mayores, a través de:

A. Construcción de canales de derivación
B. Construcción de estructuras de contención
C. Vegetación de cárcavas.

A. **Construcción de Canales de Desviación.** Estos canales impiden que la escorrentía de la zona de captación de aguas penetre en la cabecera de la cárcava. Se construye un canal de desviación en la parte superior de la cárcava, procurando que este canal descargue en una vía natural adecuada de caudal o curso de agua. Hay que cuidar que el emplazamiento del canal de desviación esté lo suficientemente alejado de la cabecera de la cárcava, para evitar que dicho canal se hunda en la cárcava.

B. **Construcción de Estructuras de Contención.** Cuando la pendiente de la cárcava es fuerte, se construye en la misma sucesivamente estructuras de contención de madera, piedra, arbustos, alambre tejido o tierra con sus respectivos rebosaderos. Los mismos impiden la acción erosiva de las aguas porque controlan su velocidad y acumulan los materiales de suspensión delante de las mismas estabilizando en cierta forma su crecimiento.

C. **Vegetación de Cárcavas.** Como complemento de los canales de desviación es necesario sembrar vegetación en las cárcavas controladas. En muchos casos esta práctica sola puede prevenir y evitar aún el crecimiento de las cárcavas.



PROTECCION DE CAÑOS CON GUADUA PARA CONTROLAR LA VELOCIDAD DEL AGUA DE ESCORRENTIA

SURCOS EN CONTORNO

Para preparar surcos en contorno necesitamos señalar las curvas del mismo nivel en el terreno. Esto se puede hacer con un nivel sencillo, que nosotros mismos podemos construir.

Necesitamos estos materiales:

- Una manguera de plástico transparente de 15 metros de longitud y diámetro mínimo de 1.5 cm. (5/8").
- Dos listones de madera de 2 metros cada uno y graduados en centímetros.
- Dos metros de alambre – Un embudo.

Como se construye:

1. Amarrar la manguera a los listones con alambre.
2. Colocar los dos listones lado a lado y al mismo nivel.
3. Echar agua a la manguera con el embudo, hasta que el agua suba un metro en ambos lados.
4. No deben quedar burbujas de aire en la manguera.



NIVEL DE AGUA

Así determinamos la pendiente

1. Separar los listones 10 metros uno del otro
2. Determinar cuanto ha cambiado el nivel de agua en la manguera. Este cambio viene a ser la diferencia de altura entre los dos puntos.
3. Este es el cálculo para la pendiente:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{\boxed{\text{CAMBIO EN NIVEL AGUA (m)}}}{\boxed{\text{10 METROS}}}$$

Ejemplo: Si el agua cambia 50 centímetros al mover un listón a 10 metros del otro, la pendiente será:

$$\frac{50\text{ cm}}{10\text{ m}} = \frac{0.50\text{ m}}{10\text{ m}} = \frac{5}{100} = 0.05 = \boxed{5\text{ o/o}}$$

Para marcar curvas a nivel

Separa los listones. Cada vez que el agua se mantenga en el mismo nivel en ambos listones, tendremos dos puntos al mismo nivel.

Surcos en Contorno

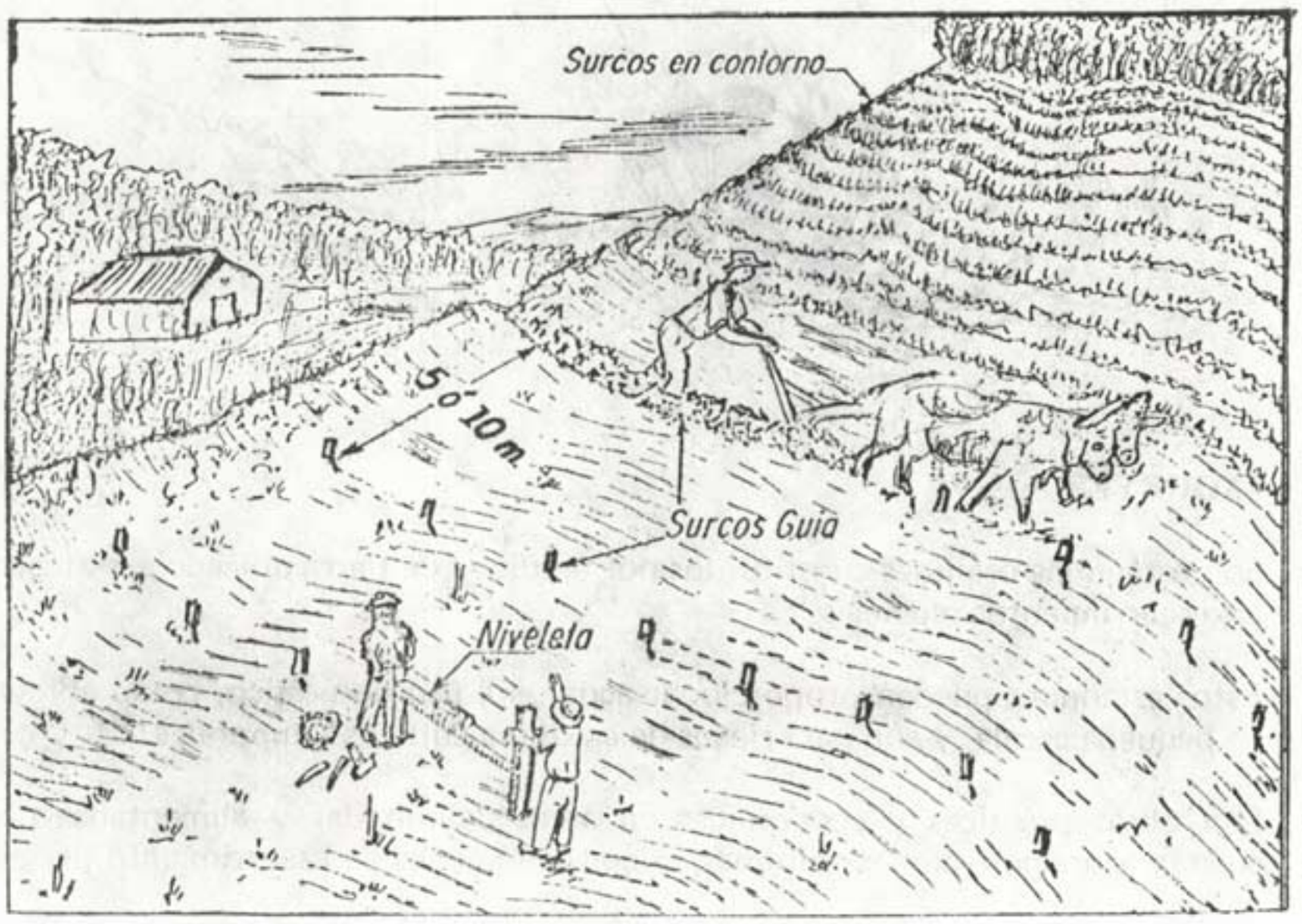
Los surcos en contorno tienen poca pendiente porque están construídos transversalmente en terrenos con mucha pendiente.

Se utilizan para los mismos cultivos que los surcos derechos. Se adaptan a suelos con pendiente de 4 o/o a 10 o/o, a terrenos ondulados y a suelos poco profundos que no se debe nivelar mucho.

Recomendaciones

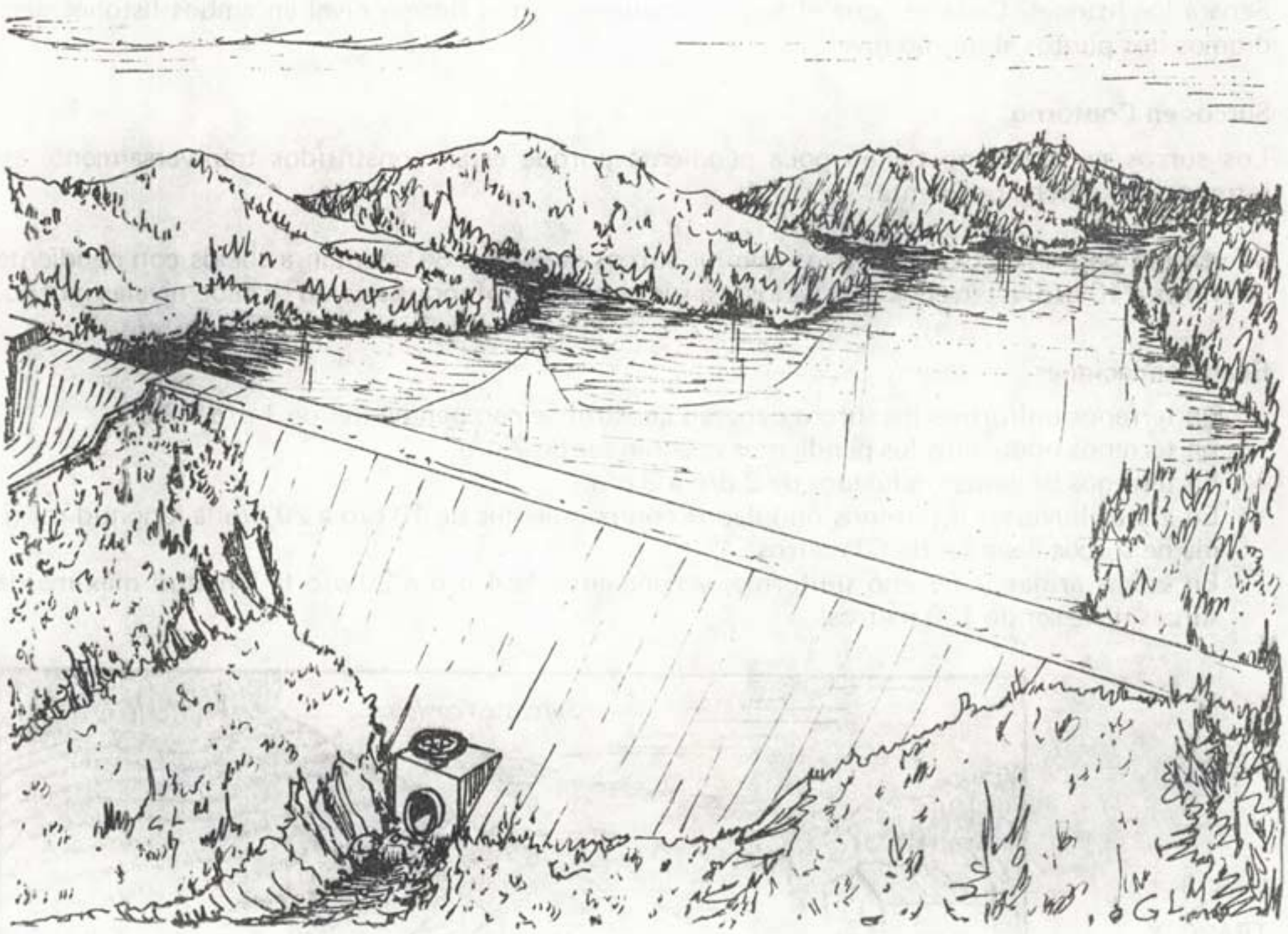
- En terrenos uniformes los surcos deberán construirse con pendientes de 1 o/o a 2 o/o.
- En terrenos ondulados los pendientes deberán ser de 2 o/o.
- En terrenos bastante ondulados de 2 o/o a 3 o/o.
- En zonas lluviosas y terrenos ondulados con pendientes de 10 o/o a 20 o/o la longitud máxima de surcos debe ser de 60 metros.
- En zonas áridas y terreno uniforme, y pendiente de 4 o/o a 20 o/o la longitud máxima de surcos debe ser de 120 metros.

TRAZO Y CONSTRUCCION DE SURCOS EN CONTORNO



CONSTRUCCION

1. Trazar puntos del primer surco guía (maestra) con la pendiente seleccionada (1 o/o; 2 o/o, 3 o/o).
2. Con la misma pendiente trazar otros surcos guía (maestras) cada 5 metros en terrenos ondulados (cada 10 metros en terrenos uniformes).
3. Construir el primer surco donde se marcó el primer surco guía. Luego proseguir con los otros surcos en el mismo sentido hasta llegar a la mitad de la distancia al siguiente surco guía. A partir del segundo surco guía se construirán los surcos paralelos a éste hasta la mitad de la distancia al primero y luego hasta la mitad de la distancia al tercero, y se repite este procedimiento en los siguientes surcos guías.
4. Si sobraron espacios más o menos regulares en algunos sectores, se puede construir surcos de relleno.



JAGUEYES

Son estanques o aljibes constituídos por un dique de tierra ubicado estratégicamente para retener los escurrimientos pluviales.

Estos estanques pueden proporcionar agua para uso doméstico, como abrevadero para el ganado en pequeña escala, y aún para riegos de auxilio a cultivos temporales.

Son obras prácticas y económicas en áreas delimitadas y alimentadas por pequeñas cuencas sujetas a precipitaciones mínimas, o con volúmenes de escurrimiento permanente (1 10 l/seg.).

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
S E N A
BOGOTA – COLOMBIA

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO
U S A I D
BOGOTA – COLOMBIA

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION

MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

MODULO 4: "AGUAS SUBTERRANEAS"

NIVEL CAMPESINOS A.

CONSORCIO HIDRAULICO MUNDIAL S. A.
" CHIMU "
AMSA CONSULTORES
AGRO-INGENIERIA, S.A.

Manejo y Conservación de Suelos y Agua- Vol4.Aguas Subterráneas by Sistema de Bibliotecas Sena
is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.
Creado a partir de la obra en http://biblioteca.sena.edu.co/.

CONTENIDO

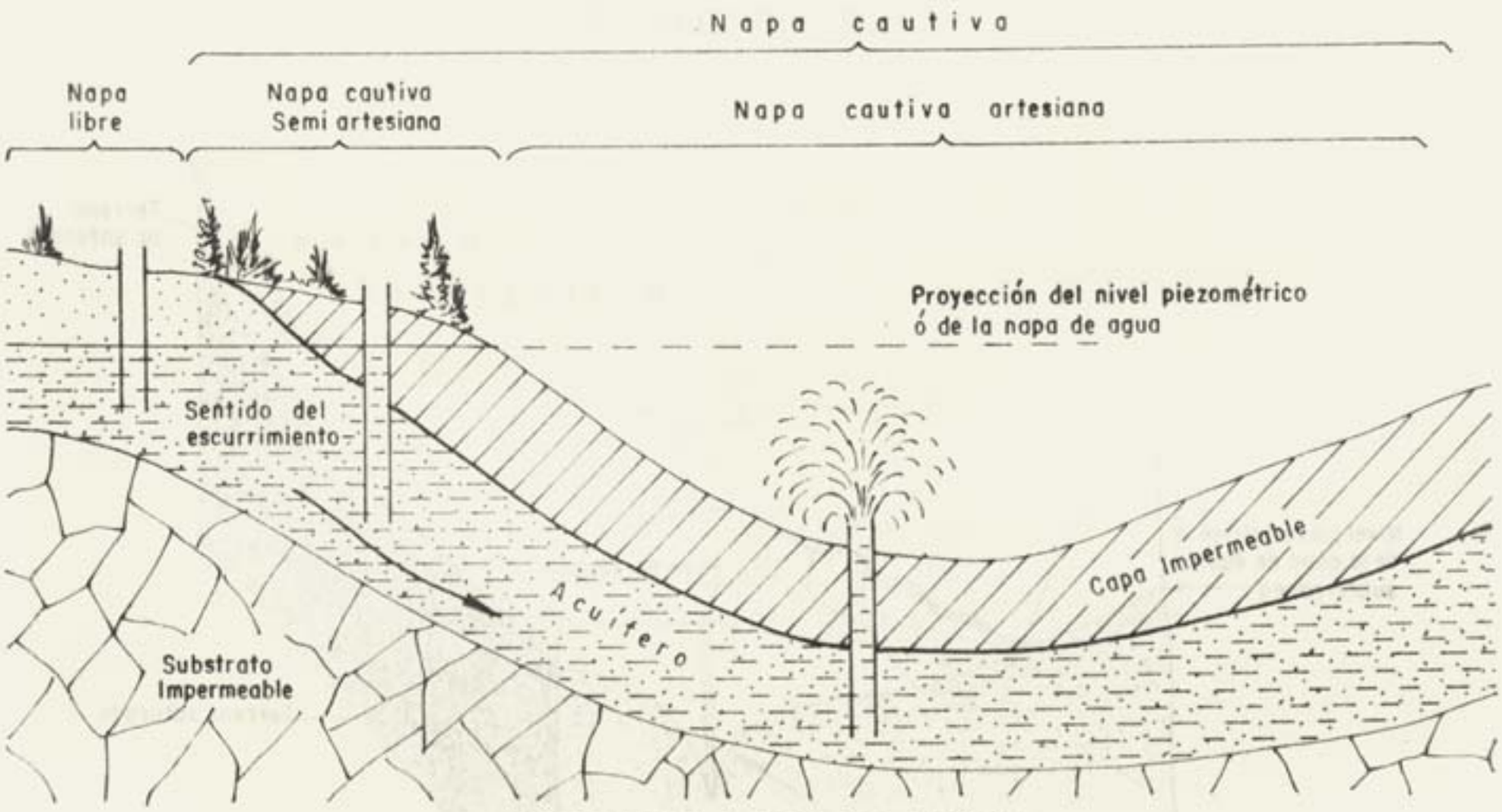
	Pág.
ORIGEN	1
¿QUE ES UN RESERVORIO DE AGUAS SUBTERRANEAS?	2
¿QUE ES UNA NAPA?	2
VARIACIONES CLIMATOLOGICAS	3
CONDICIONES PARA QUE EXISTAN RESERVORIOS ACUIFEROS SUBTERRANEOS	3
CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	3
OBRAS DE CAPTACION	4
Características Generales	4
Zonas Favorables para Implantar Obras de Captación	5
Indicios Físicos	6
Interfase	9
Estudios Técnicos	10
Huecos Exploratorios	10
POZOS	11
Introducción	11
Clasificación	12
. Tubular	12
. A Tajo Abierto	13
Utilización	14
Diseño	16
Construcción	17
. Hincado	34
Operación y Mantenimiento de Pozos	35
MANANTIALES	36
Clasificación	37
Construcción	38
Operación y Mantenimiento	41
GALERIAS FILTRANTES	41
Clasificación	42
Operación y Mantenimiento	43
EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS	44
. Equipos de Bombeo: Partes	44
. Bombas: Tipos	45
Bombas de Pistón	46
. Bombas Centrífugas de Succión	48
Bombas Centrífugas con Inyección de Aire	50
. Sistemas de Accionamiento	50
Accionamiento Manual	51
Ariete Hidráulico	54
Molino de Viento	54
. Elección de Equipos de Bombeo	56
MEDICIONES Y OBSERVACIONES	57
. Medición del Nivel de Agua	58
Curvas Hidroisohipsas	58
. Fondo de Pozo	59
. Medición de los Caudales de Explotación	59
. Medidas de Calidad de Agua	60
GLOSARIO	63

¿QUE ES UN RESERVORIO DE AGUAS SUBTERRANEAS?

ES UN VOLUMEN DE TERRENO POROSO Y PERMEABLE LIMITADO POR ROCAS IMPERMEABLES y sobre cuya superficie existen aguas superficiales cuya infiltración es capaz de asegurar la alimentación, renovación constante y circulación de las aguas subterráneas.

¿QUE ES UNA NAPA?

ES UNA CAPA DE AGUA CONTENIDA EN UN RESERVORIO SUBTERRANEO. Se llama NAPA LIBRE O FREATICA cuando no está limitada hacia arriba por un estrato impermeable. CAUTIVA, a la que está limitada hacia arriba por una capa impermeable del terreno, la misma que al ser perforada provoca una elevación del nivel del agua en el pozo. Cuando esta elevación es hasta por sobre la superficie del terreno, la napa es ARTESIANA. Cuando el agua no llega a aflorar se llama SEMIARTESIANA. Este fenómeno se debe a la diferencia de presión que existe entre el punto de alimentación de la napa y el punto de captación. Es decir, entre el sitio donde se infiltran las aguas (punto topográficamente más alto) y el punto en que se excava un pozo que puede captar este tipo de napas.

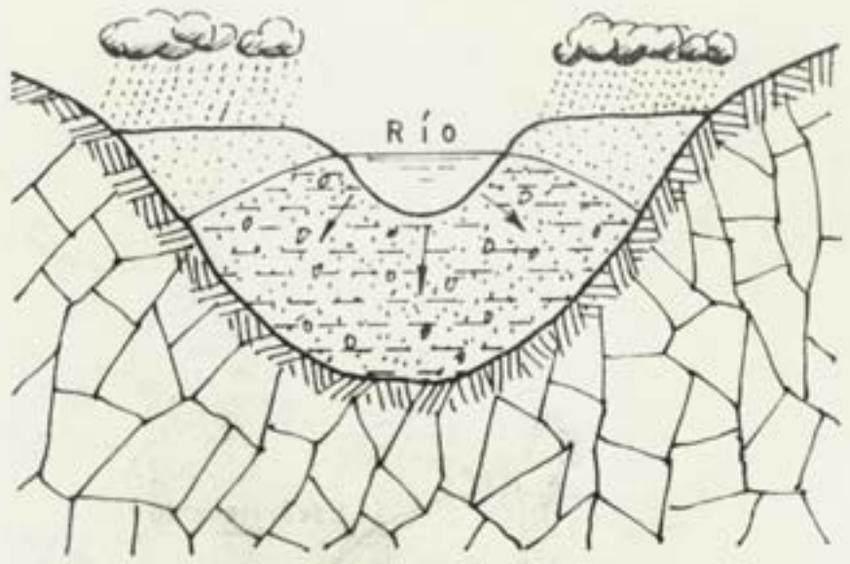


DIFERENTES TIPOS DE NAPAS

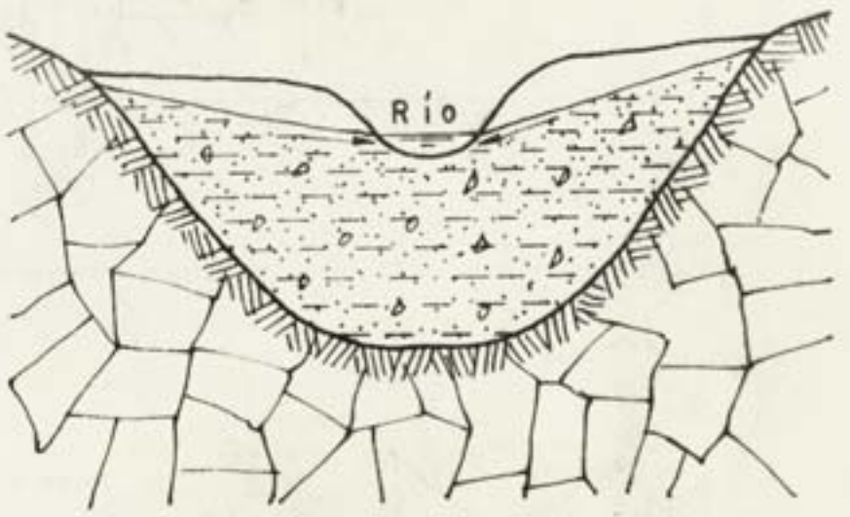
VARIACIONES CLIMATOLOGICAS

Las aguas subterráneas dependen también de las variaciones climatológicas. El período de lluvia aumenta el caudal de los ríos y el nivel de los lagos, cuya infiltración eleva el caudal de las aguas subterráneas y su nivel.

Cuando cesa el período de lluvia las aguas superficiales comienzan a decrecer y las aguas subterráneas empiezan a devolver a las fuentes superficiales parte del caudal almacenado.



ALIMENTACION DEL RIO A LA NAPA
EN EPOCA DE CRECIENTE



ALIMENTACION DE LA NAPA AL RIO
EN EPOCA DE ESTIAJE

CONDICIONES PARA QUE EXISTAN RESERVORIOS ACUIFEROS SUBTERRANEOS

Buenos Terrenos:

La mayor extensión y espesor posible de terrenos porosos y permeables.

Buena Alimentación:

Que existan fuentes de agua superficial, tales como lluvias y ríos, en cantidad tal que aseguren una buena alimentación del reservorio acuífero subterráneo, por infiltración.

Buena Calidad del Agua:

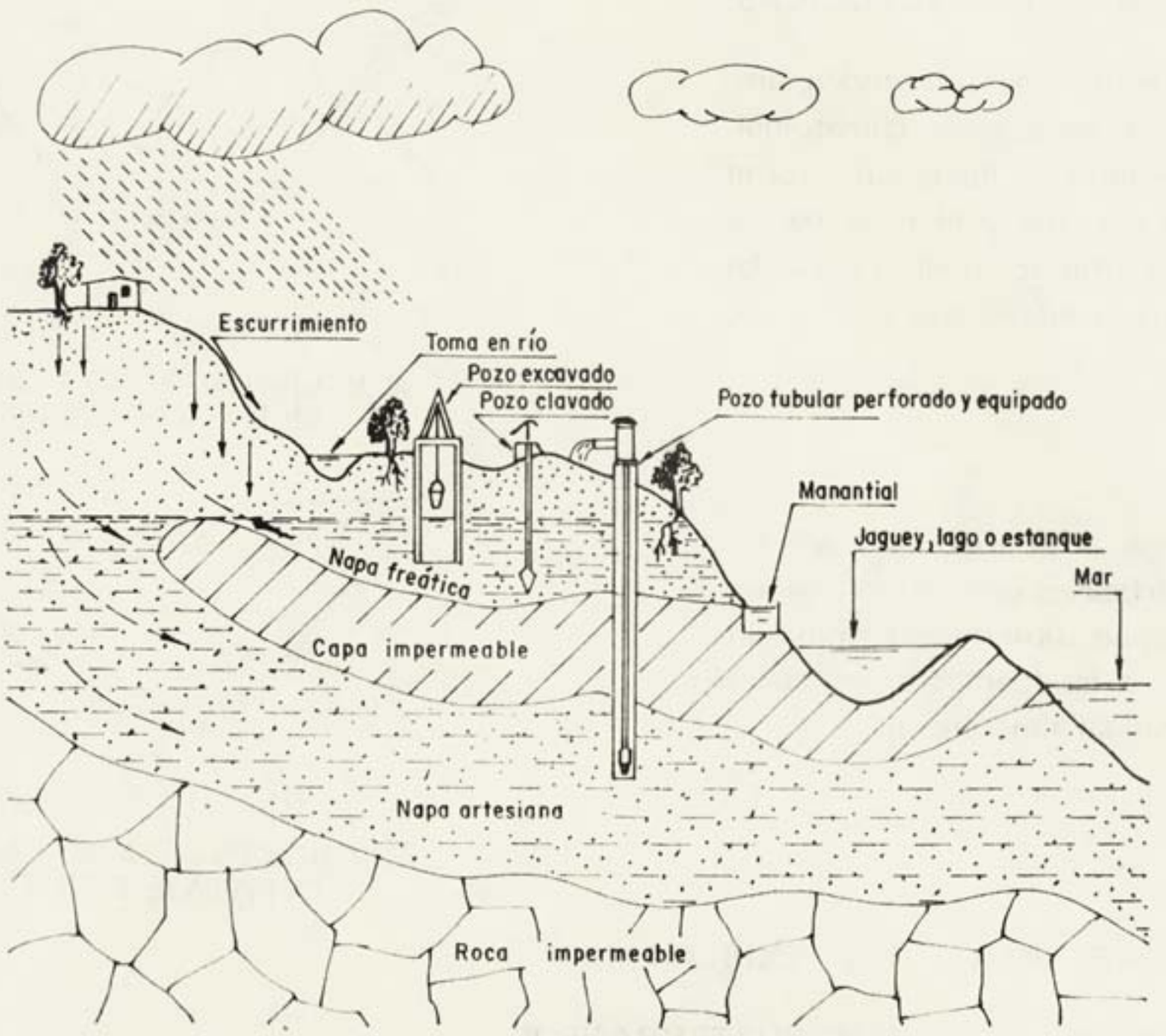
Que las aguas tengan una temperatura, contenido salino y calidad bacteriológica aparente para el fin a que se van a destinar.

> Cuando se verifican estas condiciones en una región es posible obtener buenas cantidades de agua a través de obras de captación, siempre y cuando éstas sean eficientemente construídas, como se verá inmediatamente.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Desde el punto de vista bacteriológico, son generalmente muy puras y adecuadas para el consumo humano.

Desde el punto de vista mineralógico, son más mineralizadas que las aguas superficiales.



LOCALIZACION DE DIFERENTES OBRAS DE CAPTACION

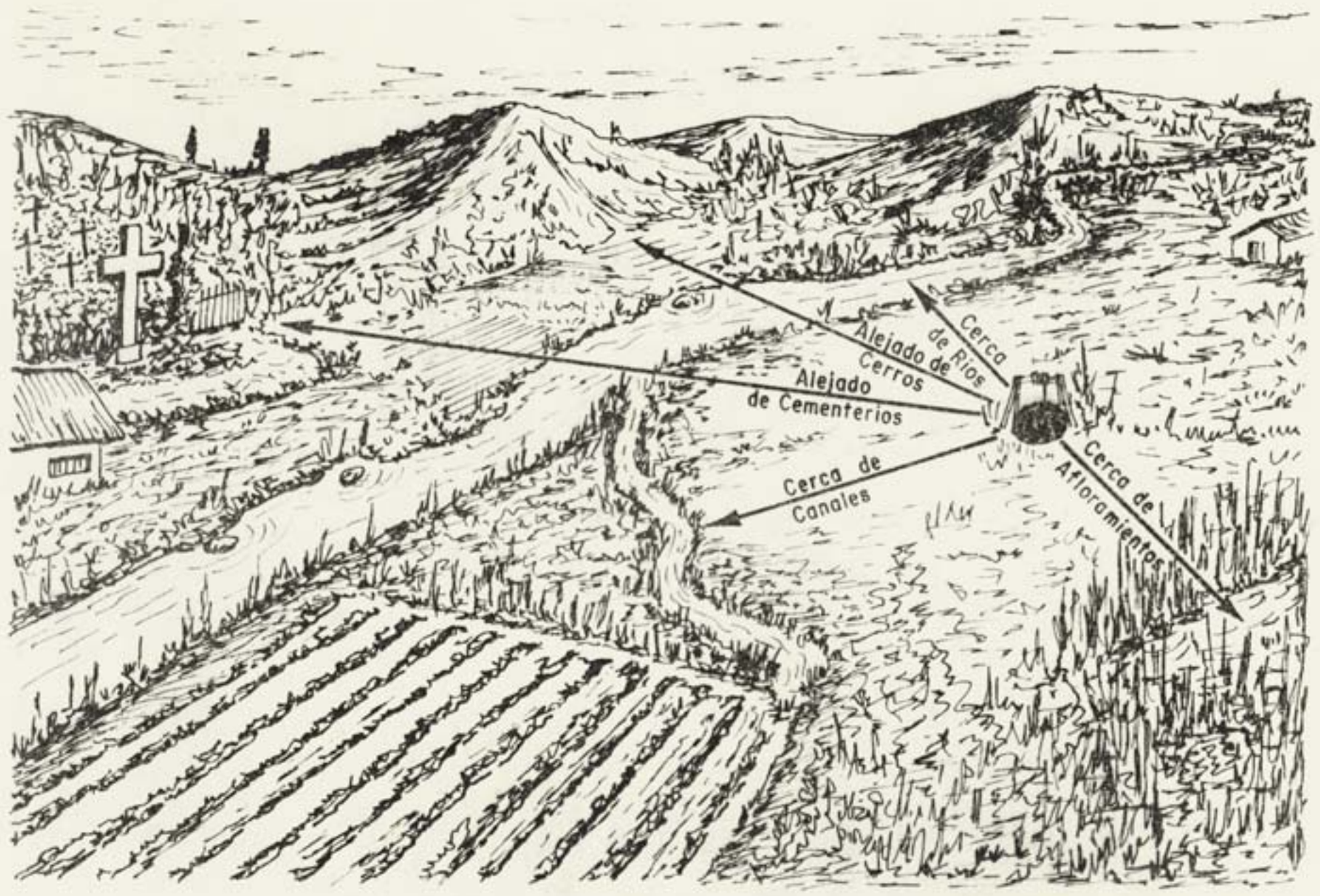
CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS OBRAS DE CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

O B R A S	CONDICIONES	Tipo de Construcción y Equipamiento
Captación de Manantiales	Afloramientos naturales de aguas subterráneas	Obras de captación, almacenamiento y regulación; protección.
Pozos	Aguas a profundidades mayores de 2 metros	Excavación a mano o maquinaria; revestidos o nó; equipados con medios de extracción manual o con bombas mecánicas.
Galerías Filtrantes	Aguas a profundidades menores de 2 m.	Zanjas entubadas o nó; túneles con pendiente adecuada; equipo de bombeo.

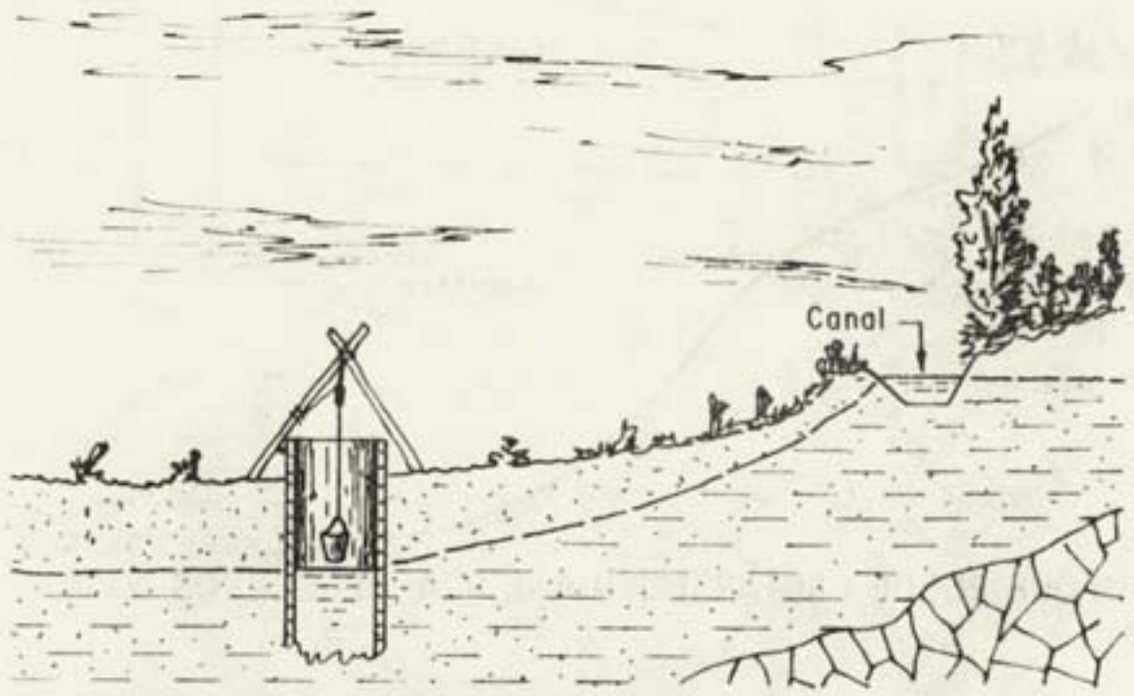
ZONAS FAVORABLES PARA IMPLANTAR OBRAS DE CAPTACION

Indicios Naturales

- Cerca de los ríos, canales no impermeabilizados, lagunas, lagos, manantiales y caños.
- Cerca de cauces, de quebradas o ríos secos, con la debida protección para las épocas de avenidas.
- En las zonas desérticas, en sectores con humedad o donde se observa la presencia de vegetación.
- Lejos de cerros, montañas de roca dura y compacta (impermeable). Por lo menos 100 m., a menos que el agua subterránea se encuentre muy superficial o se filtre a través de rajaduras de las rocas que forman el cerro.



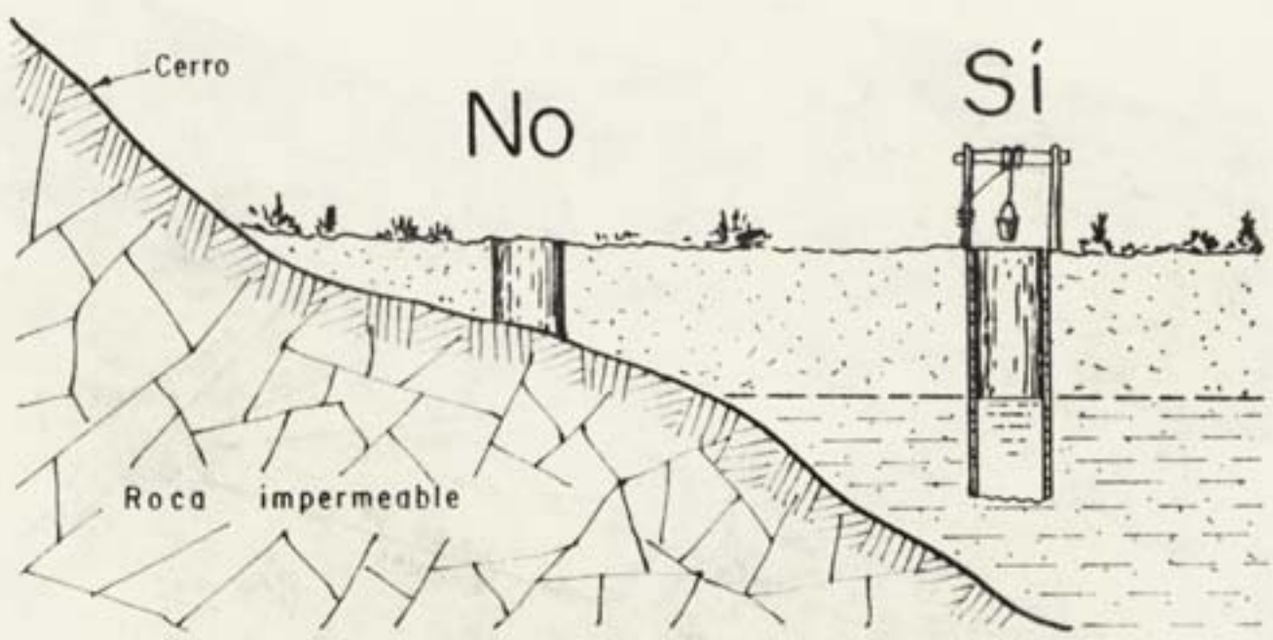
ZONAS FAVORABLES PARA PERFORACION DE POZOS



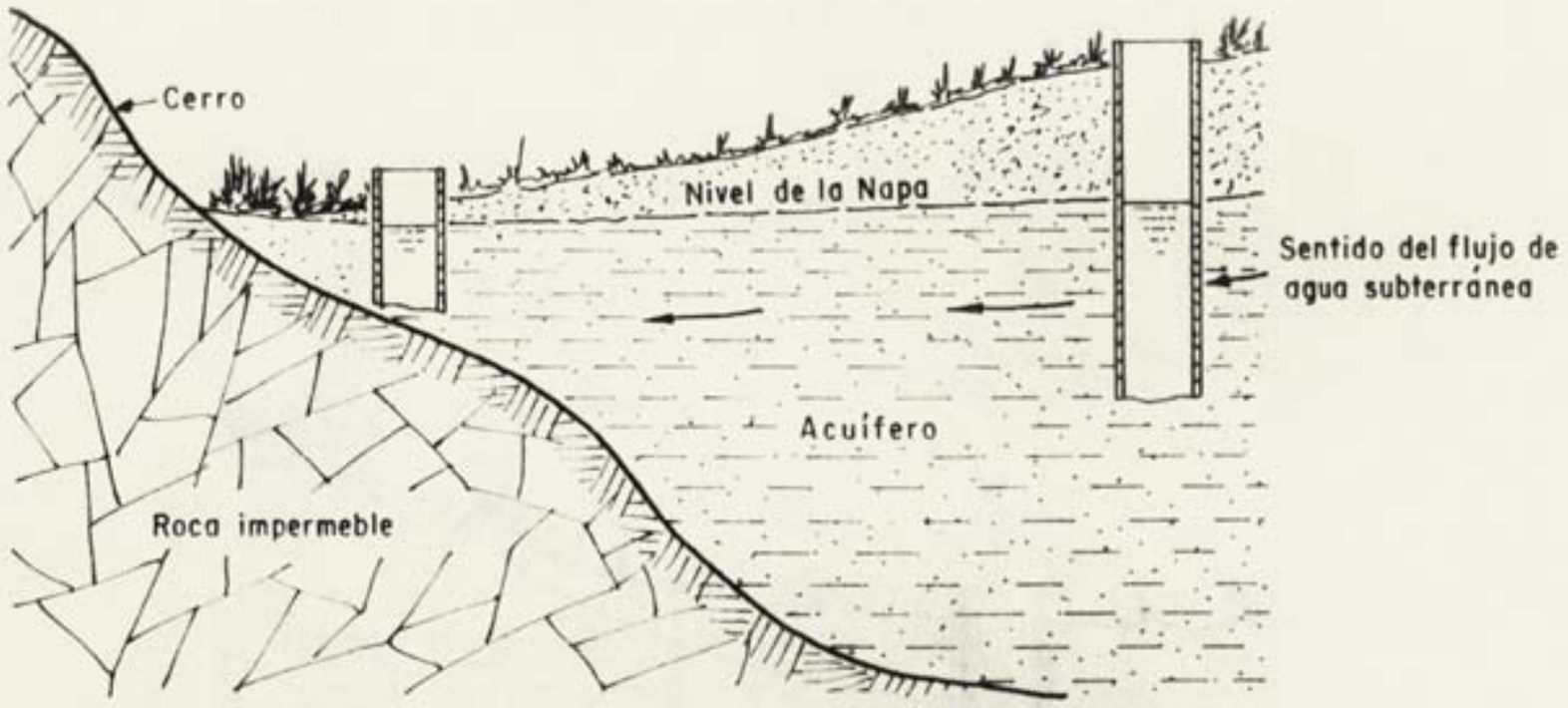
POR QUE ES CONVENIENTE QUE ESTE CERCA
DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

Indicios Físicos

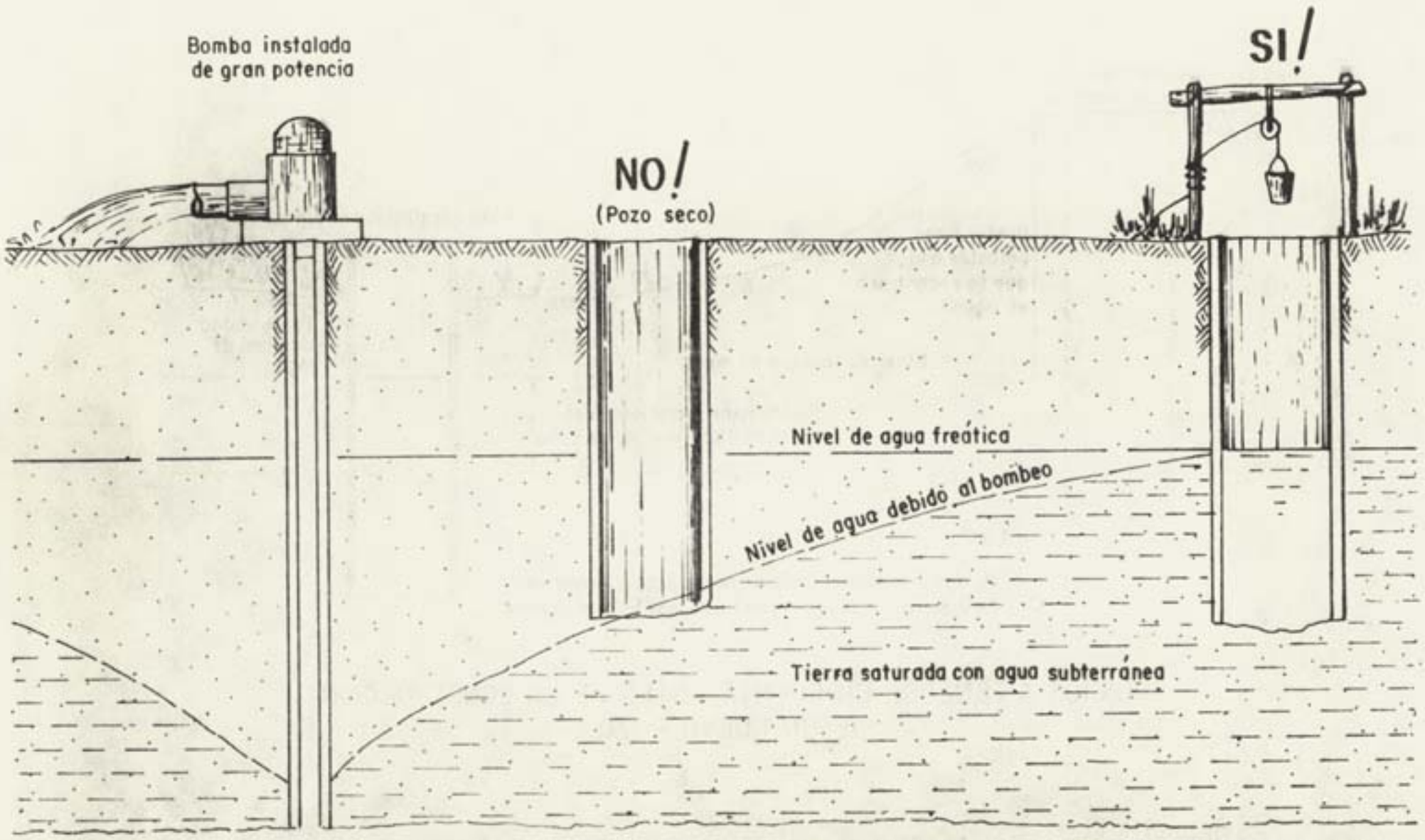
- Lejos de pozos de gran caudal; de pozos secos profundos.
- Lejos de porquerizas, pozos de desagüe, cementerios, corrientes de agua sucia, desagües de fábricas, de deshechos de minas y de zonas con suelos salinos (entre 50 y 100 m.)



POR QUE NO CERCA DE LOS CERROS



CASO EN QUE PUEDE CAPTARSE AGUA CERCA DE CERROS

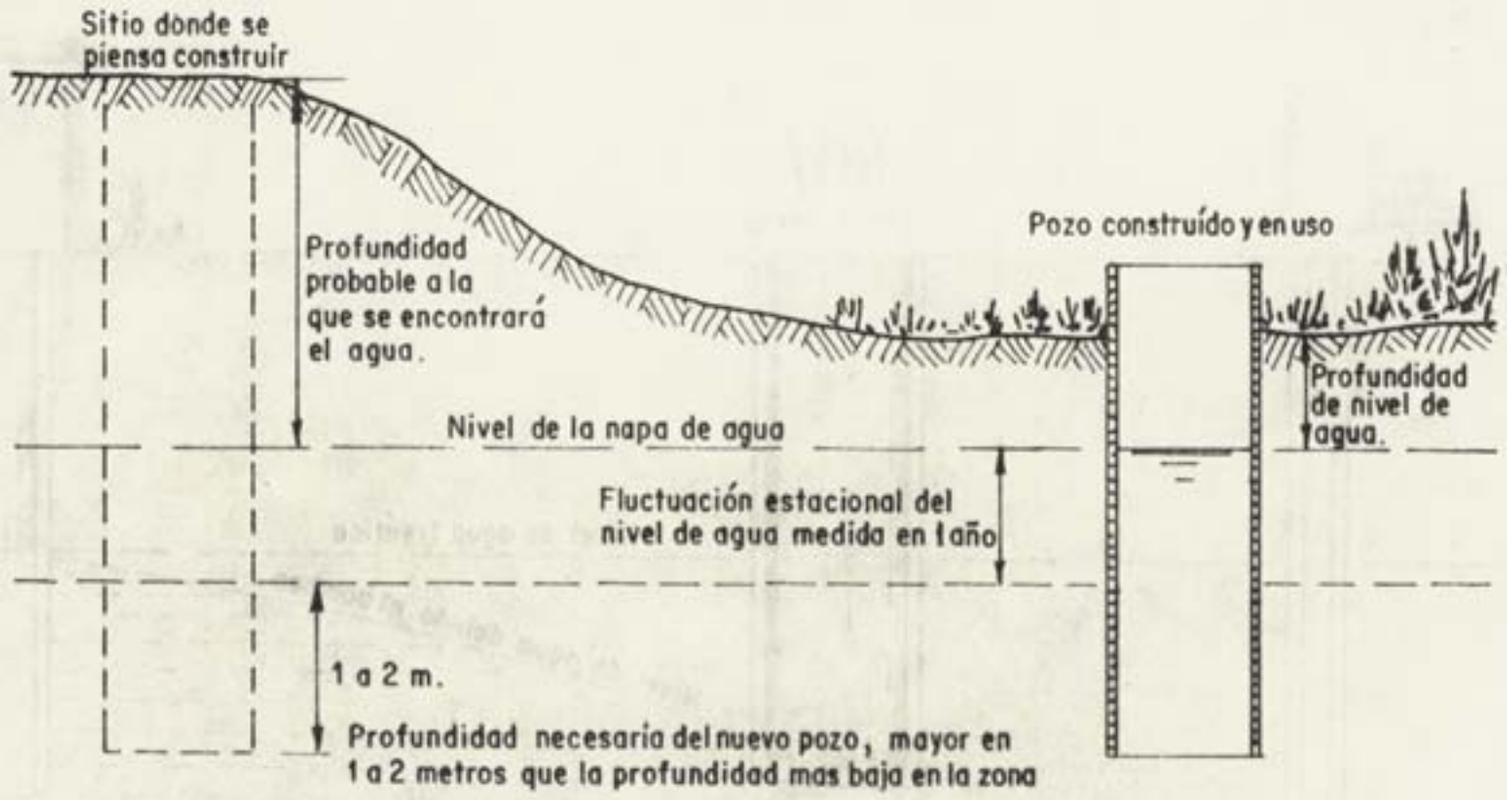


DISTANCIA CONVENIENTE PARA CONSTRUIR UN POZO EN RELACION CON OTROS POZOS EN FUNCIONAMIENTO



POR QUE NO CERCA DE FUENTES DE CONTAMINACION

– Cerca (pero nunca a menos de 150 m.) de pozos o galerías filtrantes en estado útil. En estos casos es conveniente averiguar:



INDICIOS A TENERSE EN CUENTA ANTES DE LA CONSTRUCCION DE UN NUEVO POZO.

a. La profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, para deducir a qué profundidad se encontrarán las aguas en la nueva obra.

b. El caudal que se extrae de las obras ya establecidas para tener una idea de la cantidad de agua que será posible extraer de las obras a implantarse.

c. Las características constructivas de las obras que producen una buena cantidad de agua.

d. Si existen análisis químicos y bacteriológicos de las aguas y sino, obtener muestras y hacerlas analizar, lo cual nos dará también una información de las características del agua a obtenerse en la nueva obra.

e. Cuánto baja el nivel de las aguas en épocas de sequía para darle así a nuestro pozo la profundidad necesaria para que no se seque durante el año.

Una vez que una obra de captación está en producción, evitar que en sus proximidades se instalen basureros, porquerizas, pozos de aguas servidas y cualquier otro tipo de fuente de contaminación.

INTERFASE

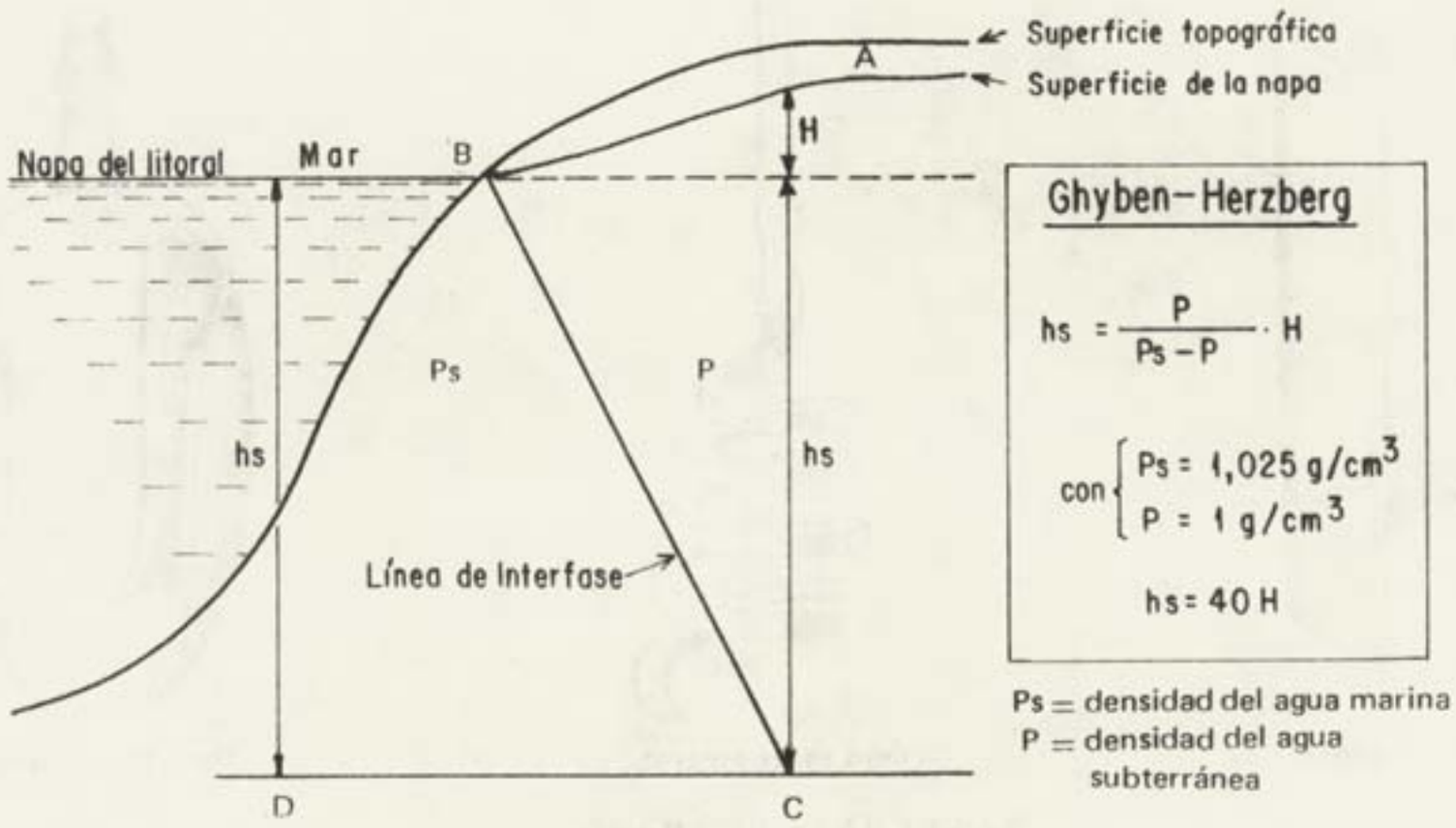
Especial cuidado debe tenerse antes de excavar un pozo en zonas cercanas a aguas salinas, por el fenómeno de interfase que se explica a continuación.

Interfase es la zona límite entre las aguas subterráneas dulces, continentales y las aguas salinas del mar, infiltradas en el continente. Es un fenómeno que debe tenerse en cuenta antes de recomendar cualquier explotación de agua subterránea en zonas cercanas al océano o a un lago de aguas saladas.

Por diferencia de densidad las aguas subterráneas discurren por encima de las aguas marinas infiltradas al continente. Así, la superficie de contacto es difusa e inclinada hacia el interior.

Es conveniente realizar controles periódicos de los niveles de los pozos cercanos al litoral, y de la salinidad de sus aguas.

Se ha estudiado la relación entre la altura sobre el nivel del mar de una napa subterránea litoral y la profundidad que debe corresponderle en la vertical del mismo punto de la zona de la interfase agua dulce - agua salada marina, encontrándose que por cada metro sobre el nivel del mar del agua subterránea, existen 40 m por debajo del nivel del mar. Esta es una fórmula simple que puede aplicarse a cualquier tipo de explotación en borduras oceánicas, que se debe a Ghyben-Herzberg.



INTERFASE

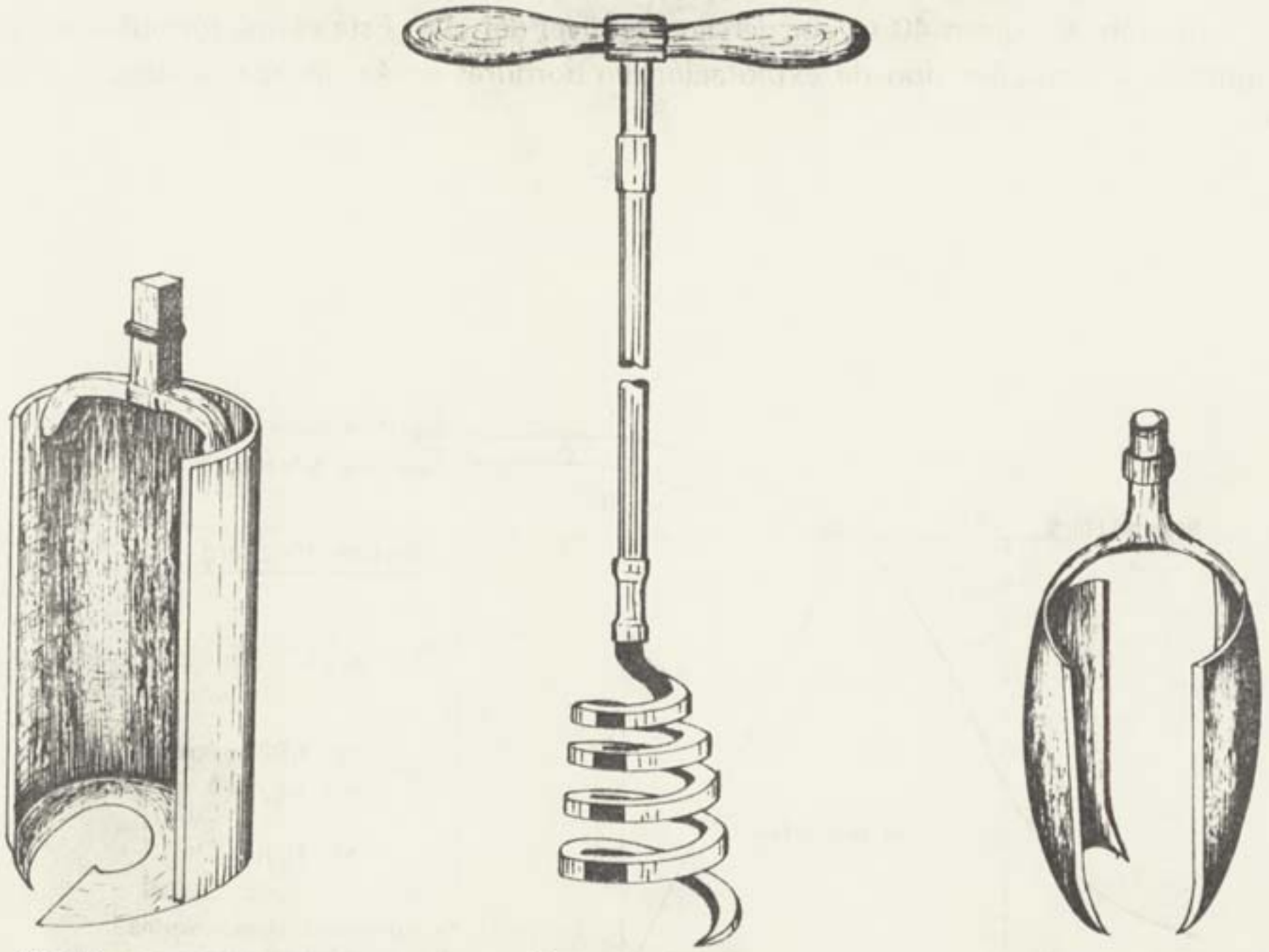
ESTUDIOS TECNICOS

Los estudios de ingeniería determinan técnicamente las zonas favorables para construir obras de captación de aguas subterráneas. Mediante una serie de evaluaciones tanto físicas y matemáticas, como ensayos de campo, se determinan las zonas favorables para la perforación de pozos.

HUECOS EXPLORATORIOS

Se pueden ejecutar pequeñas excavaciones con instrumentos manuales para explorar el terreno a elegirse.

INSTRUMENTOS PARA EXPLORACIONES



Para tierra arenosa

Para sacar piedras

Para tierra arcillosa

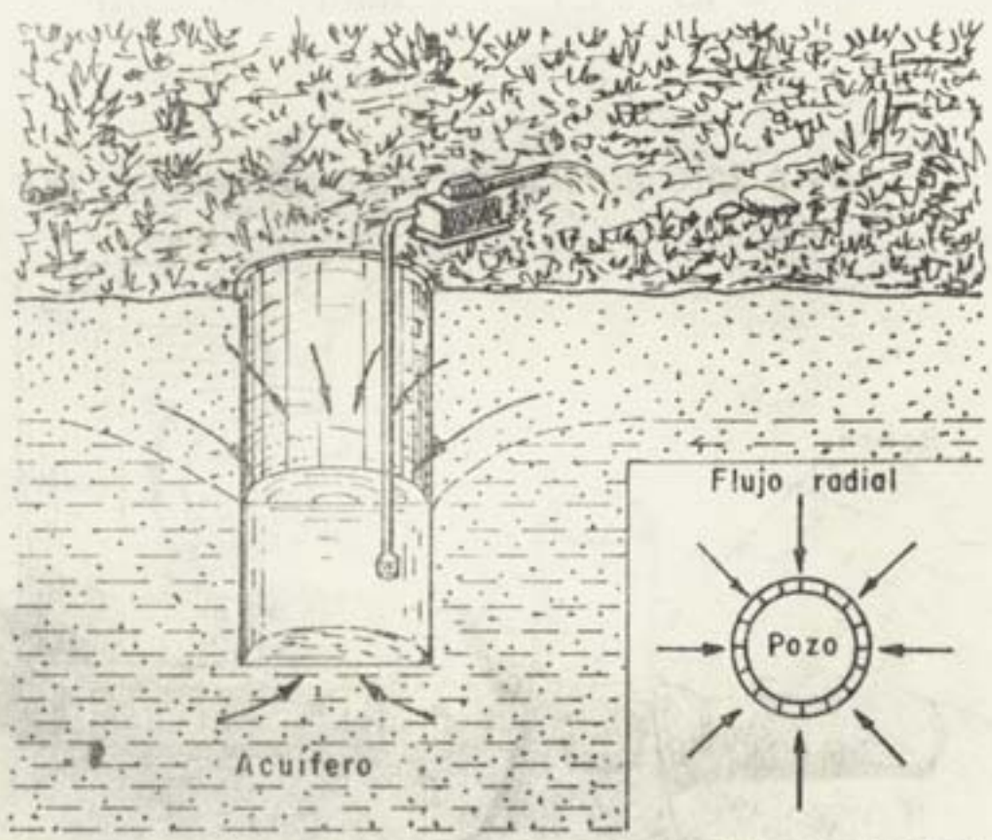
BARRENAS DE MANO

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS POZOS

En zonas desérticas o donde se producen períodos de sequedad, son los únicos medios de abastecimiento de agua. Además, gran parte de ellos pueden ser construídos manualmente y son de bajo costo.

¿QUE PASA CUANDO SE BOMBEA AGUA EN UN POZO?

Cuando se bombea agua de un pozo, el nivel del agua desciende. Si el terreno acuífero es capaz de suministrar mayor cantidad de agua que la que extrae la bomba, el nivel del pozo se estabilizará. A ésto se llama nivel dinámico. Si los terrenos en los que está el pozo no son capaces de suministrar el agua a la misma velocidad que la extraída por la bomba, el pozo se quedará en seco. El agua en el subsuelo adopta la forma de un embudo.



EL AGUA FLUYE AL POZO DE TODAS DIRECCIONES

El pozo puede quedar también en seco si ha estado mal construído y no tiene suficientes orificios para la entrada del agua, o es poco profundo. Por eso es importante realizar pruebas para conocer el caudal que es posible extraer de un pozo y escoger el equipo conveniente.

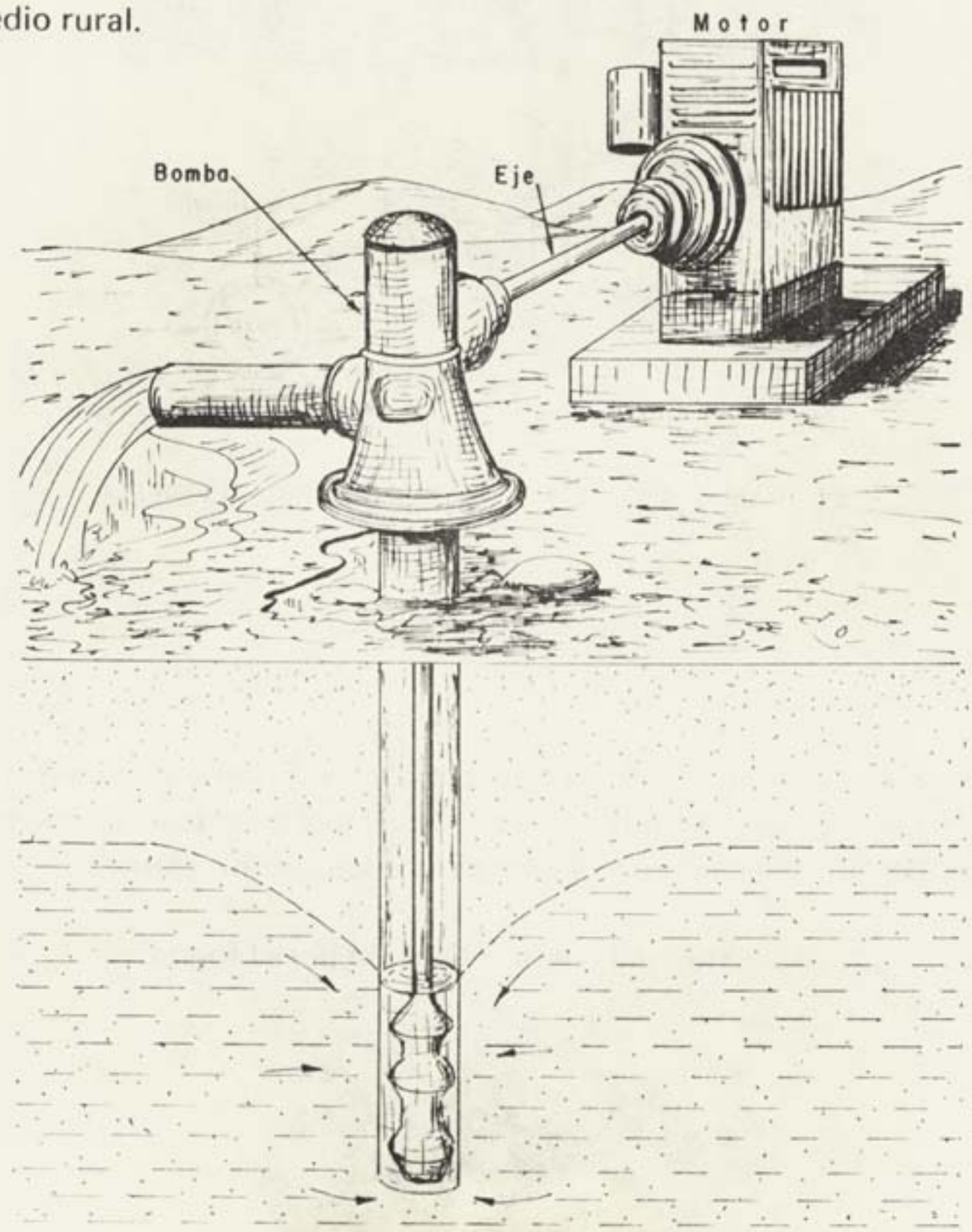
El agua ingresa al pozo por las paredes del hueco y también por el fondo.

POR SU EQUIPAMIENTO			POR SU FORMA DE CONSTRUCCION	
TAJO ABIERTO	Revestidos	Hierro; ladrillo Madera; piedra Cemento; Pañeteado	—	A mano (pala)
			—	Maquinaria
	No revestidos			
TUBULAR	Plástico		—	A mano (pala; hincado)
	Metal (Hierro-acero)		—	Maquinaria ligera
			—	Maquinaria pesada

Tubular

Son pozos construídos con medios mecánicos (maquinaria de perforación). Se logran profundidades mayores que en los pozos a tajo abierto, y se encuentran revestidos con tubos de hierro, acero o plástico. Son de un diámetro de 15" a 21". Frecuentemente utilizan equipos mecánicos para su funcionamiento.

Se tratará ahora de los pozos a tajo abierto y pozos hincados, por que se encuentran más al alcance del medio rural.



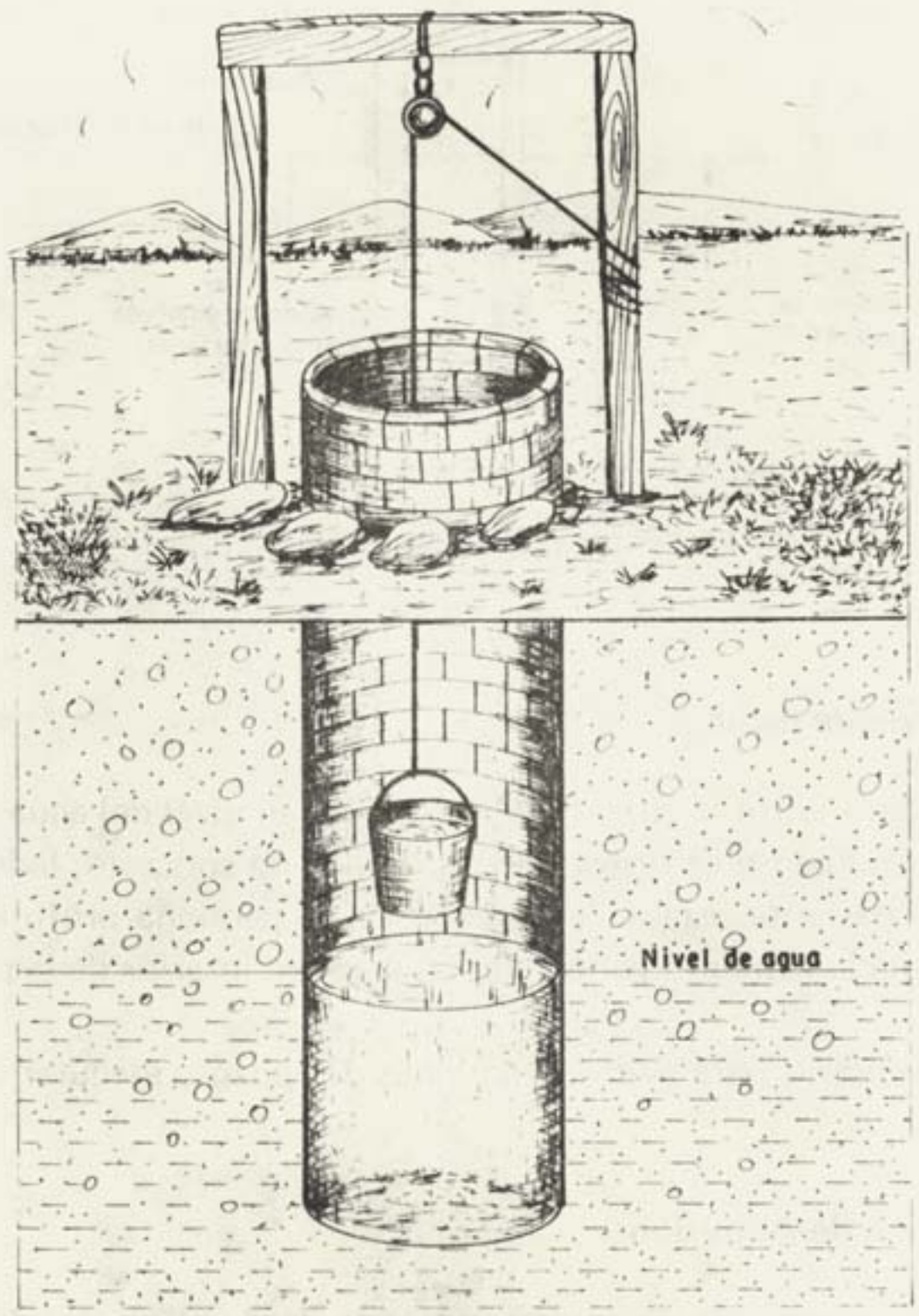
POZO TUBULAR CON EQUIPO

A tajo Abierto

Son excavaciones que se ejecutan generalmente en forma manual, utilizando herramientas tales como palas, baldes, picos, barretas, entre otros.

Son de gran diámetro y de poca profundidad. No necesitan ser revestidos, pero es preferible que lo sean de ladrillo, cemento, piedra, madera u otros materiales.

Se puede obtener caudales de hasta 10 á 20 l/s, como máximo.

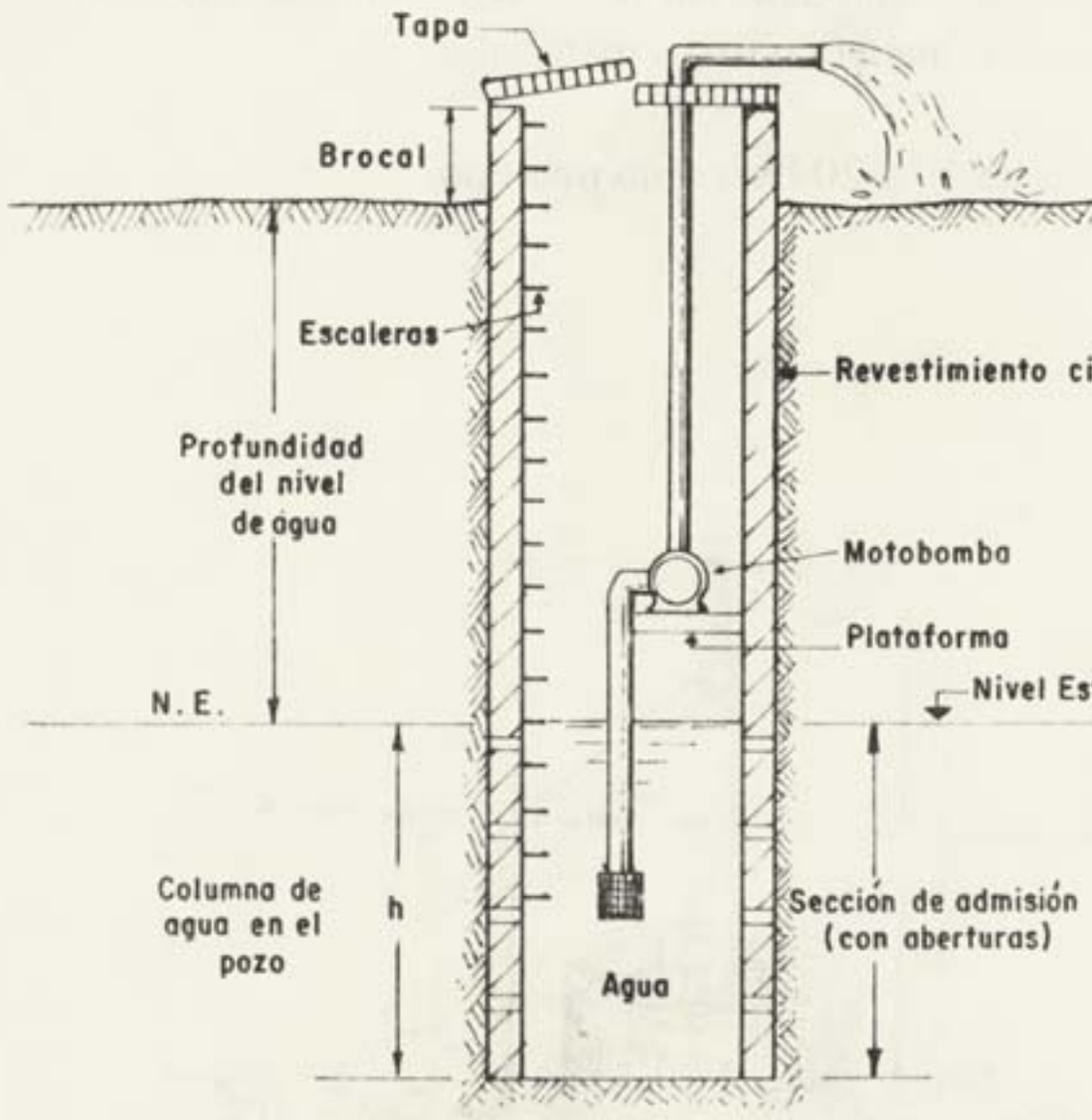


POZO A TAJO ABIERTO

UTILIZACION

Pequeños suministros de agua. Por ejemplo, consumo doméstico familiar, algunos animales de corral y regadío de 1 á 20 Has.

PARTES DE UN POZO A TAJO ABIERTO



PARTES DE UN POZO A TAJO ABIERTO

Revestimiento propiamente dicho

Es el tramo comprendido entre la superficie del suelo y el nivel del agua subterránea. Este tramo es impermeable y generalmente es revestido con anillos de concreto, ladrillo, piedra, madera, etc Cuando el terreno es bastante estable y el pozo es de pequeña profundidad (menos de 10 m) puede ser suficiente aplicar cemento pañeteado en la pared interior de la perforación.

El revestimiento es necesario para evitar derrumbes del pozo y asegurar un largo período de vida útil.

Parte Filtrante o Sección de Admisión.

Es la prolongación del revestimiento que se extiende desde el nivel del agua hasta el fondo del pozo, con la diferencia de que en este tramo dicho revestimiento tiene aberturas (área filtrante) a través de las cuales el agua penetra al interior del pozo. El material que se utiliza puede o nó ser el mismo que el del revestimiento propiamente dicho. Cuando el terreno es bastante estable y se desea obtener pequeños caudales (menores de 1 l/s) se puede (aunque no es recomendable) prescindir del revestimiento en este tramo; por lo tanto el área filtrante estaría constituída directamente por la pared desnuda de la excavación.

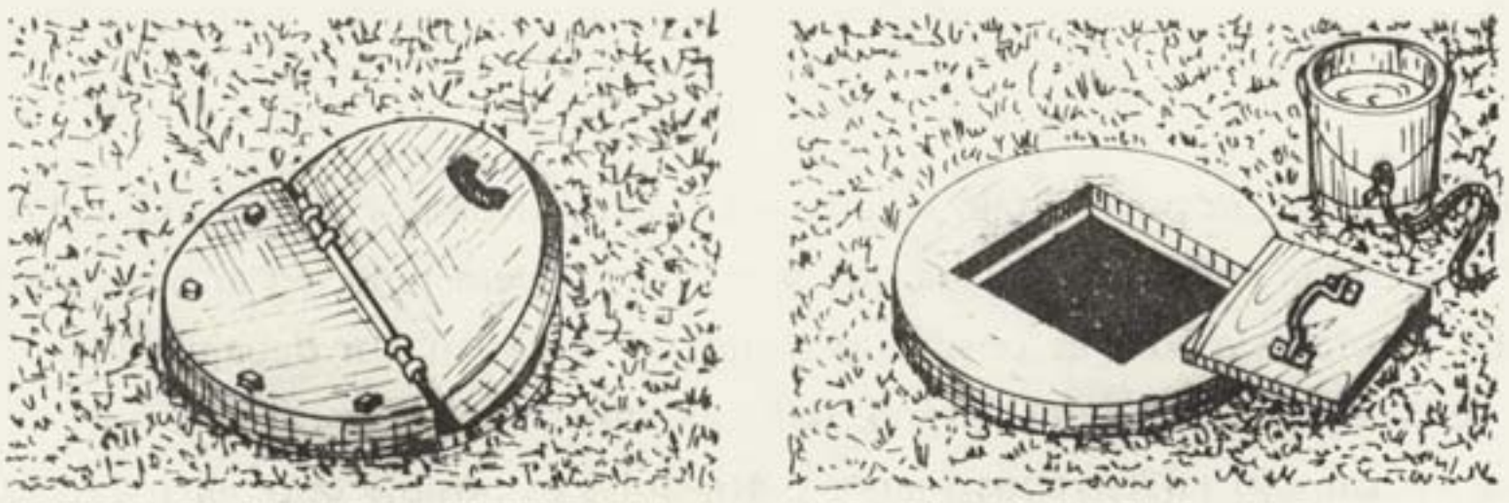
Cuando se desea obtener caudales importantes (5 á 10 l/s) y no es posible materialmente excavar hasta lograr la profundidad necesaria por debajo del nivel del agua, es decir cuando no se puede secar el pozo, se pueden clavar puntas coladoras o tubos de hierro ranurado, transformándose en este caso en un pozo mixto: tajo abierto-clavado.

Brocal.

Es una prolongación del revestimiento propiamente dicho, que se extiende desde la superficie del suelo hasta una altura conveniente (+ ó - 1 m) tal que sirva de protección para evitar accidentes. El brocal es utilizado cuando el pozo carece de tapa de protección o, si existe, ésta no garantiza seguridad contra accidentes.

Tapa de Protección.

Pueden ser batientes, corredizas o independientes.



TIPOS DE TAPA PARA POZOS A TAJO ABIERTO

Los materiales empleados en las tapas pueden ser de metal, cemento o madera.

Escalera.

Es conveniente considerar la construcción de una escalera. Esta se emplea para descender al pozo, sea para efectuar limpiezas o para el mantenimiento del equipo de bombeo cuando ésta es del tipo succión y tiene que ser instalado en el interior de un pozo por estar el nivel del agua a una profundidad mayor que la capacidad de succión (± 7 m).

Plataforma.

Cuando por las razones expuestas en el párrafo anterior el equipo de bombeo se tiene que instalar en el interior del pozo, es necesaria la construcción de una plataforma para el apoyo de dicho equipo.

DISEÑO

Para facilitar la determinación de las características de un pozo a construir, SE DEBEN CONOCER LAS CARACTERISTICAS DE LOS POZOS VECINOS. Esto permitirá obtener una idea sobre el diámetro y la profundidad que deberá tener; el material a utilizar en el revestimiento, el tiempo a emplear en la construcción y su costo aproximado.

Profundidad.

La profundidad total de un pozo a tajo abierto está constituída por la profundidad del nivel del agua subterránea más la columna de agua que se desea o espera tener en el pozo por debajo de dicho nivel. En la práctica sólo es posible perforar de 1 á 6 m por debajo del nivel del agua, dependiendo de la permeabilidad del terreno. Así, cuando es muy permeable se obtienen menores profundidades, en cambio en terrenos menos permeables es posible obtener mayores profundidades. Esta variación se debe al hecho de que para continuar la perforación por debajo del nivel del agua se tiene que secar el pozo mediante el uso de motobombas, siendo más difícil secar en terrenos muy permeables debido a que la entrada de agua al pozo es considerable; en cambio en terrenos menos permeables sí es posible el secado con bastante facilidad ya que la entrada de agua al pozo es menor.

Salvo casos excepcionales y de construcciones hechas por especialistas, la profundidad total de estos pozos no depasa de los 30 m. LA RECOMENDACION PRACTICA A APLICAR ES LA DE TRATAR DE DARLE AL POZO UNA PROFUNDIDAD LO MAS GRANDE POSIBLE POR DEBAJO DEL NIVEL DEL AGUA SUBTERRANEA, lo que se puede lograr perforando o reperforando el pozo en la estación del año en que el nivel del agua desciende a la máxima profundidad y por lo tanto se tiene una mínima columna de agua.

Sección

Es la forma y tamaño que tiene el pozo.

Forma:

Estos pozos pueden hacerse de una sección cuadrada, hexagonal, circular, etc. La más utilizada y conocida es la sección circular, ya que presenta las ventajas siguientes:

– **Facilidad de diseño y construcción:**

Es más fácil trabajar sobre una forma geométrica circular que en base a otras más complicadas (cuadrada, hexagonal, pentagonal, etc.).

– **Mejor Rendimiento:**

Cuando se bombea un pozo el agua afluye hacia él de todas las direcciones. Esto constituye un flujo radial. En consecuencia la forma circular del pozo facilitará la entrada del agua al pozo.

– **Estructura más sólida:**

Se ha comprobado por cálculos de ingeniería, que las formas circulares soportan mejor los esfuerzos de los terrenos que forman las paredes del pozo y del agua contenida en él, debido a una repartición uniforme de las presiones resultantes.

Tamaño:

El tamaño o diámetro en el caso de los pozos de sección circular depende básicamente de la facilidad de construcción en cuanto a la libertad de movimiento de los excavadores dentro del pozo. Se estima que un diámetro mínimo está pues determinado por el espacio indispensable para el trabajo de 1 ó 2 hombres, mayor ventilación, tamaño de los recipientes de extracción y demás utensilios necesarios.

CONSTRUCCION

A continuación se describe el proceso de construcción de un pozo a tajo abierto revestido con anillos de concreto, que son los más convenientes y comunmente utilizados.

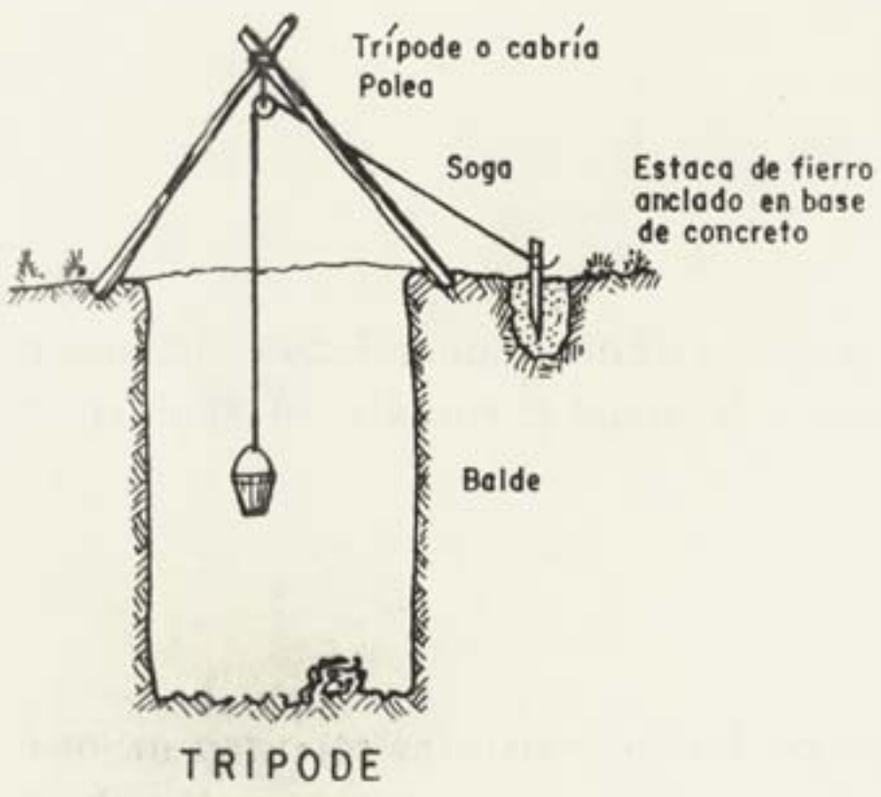
Herramientas.

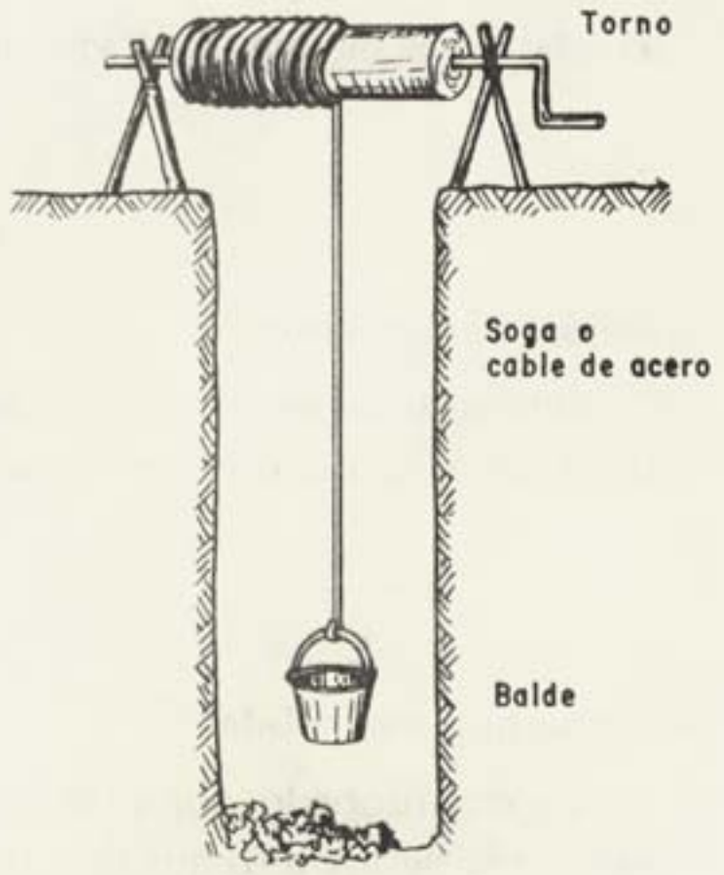
- Pico
- Pala
- Barretas
- Recipiente (balde)
- Carretilla
- 4 varillas de hierro de 1'' de diámetro y 1.00 a 1.20 m. de longitud.



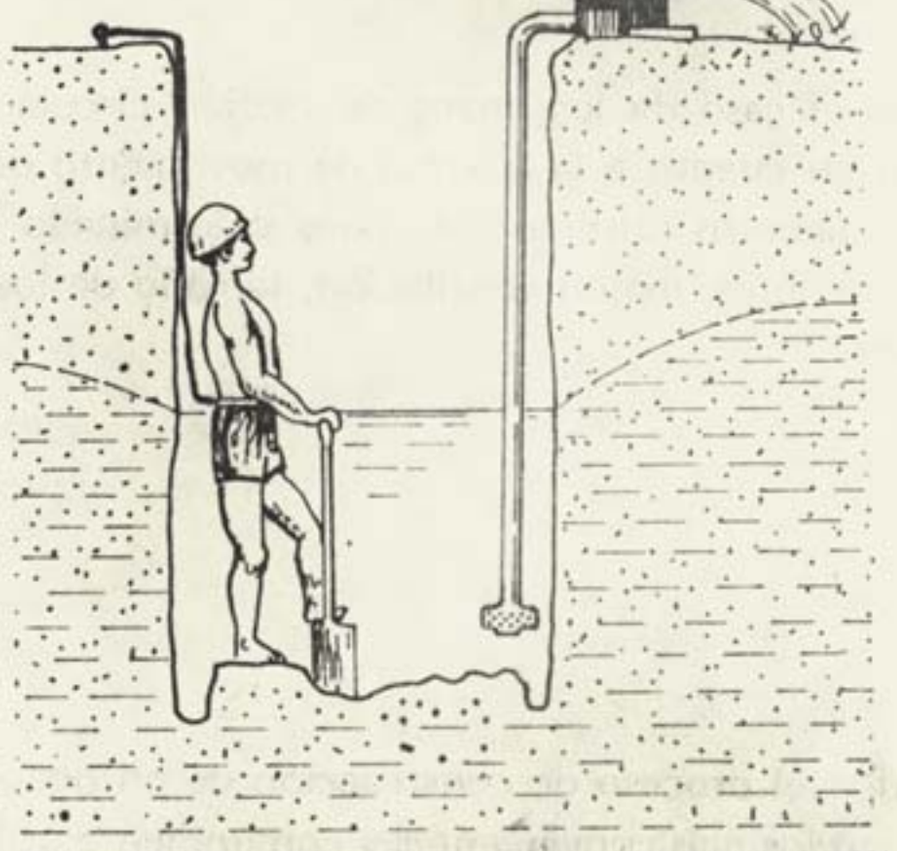
Equipos para la extracción de material excavado

- Trípode y torno





- Motobomba para bombear agua durante la construcción.



Equipos de Seguridad.

- Casco
- Botas
- Guantes
- Correa de seguridad.

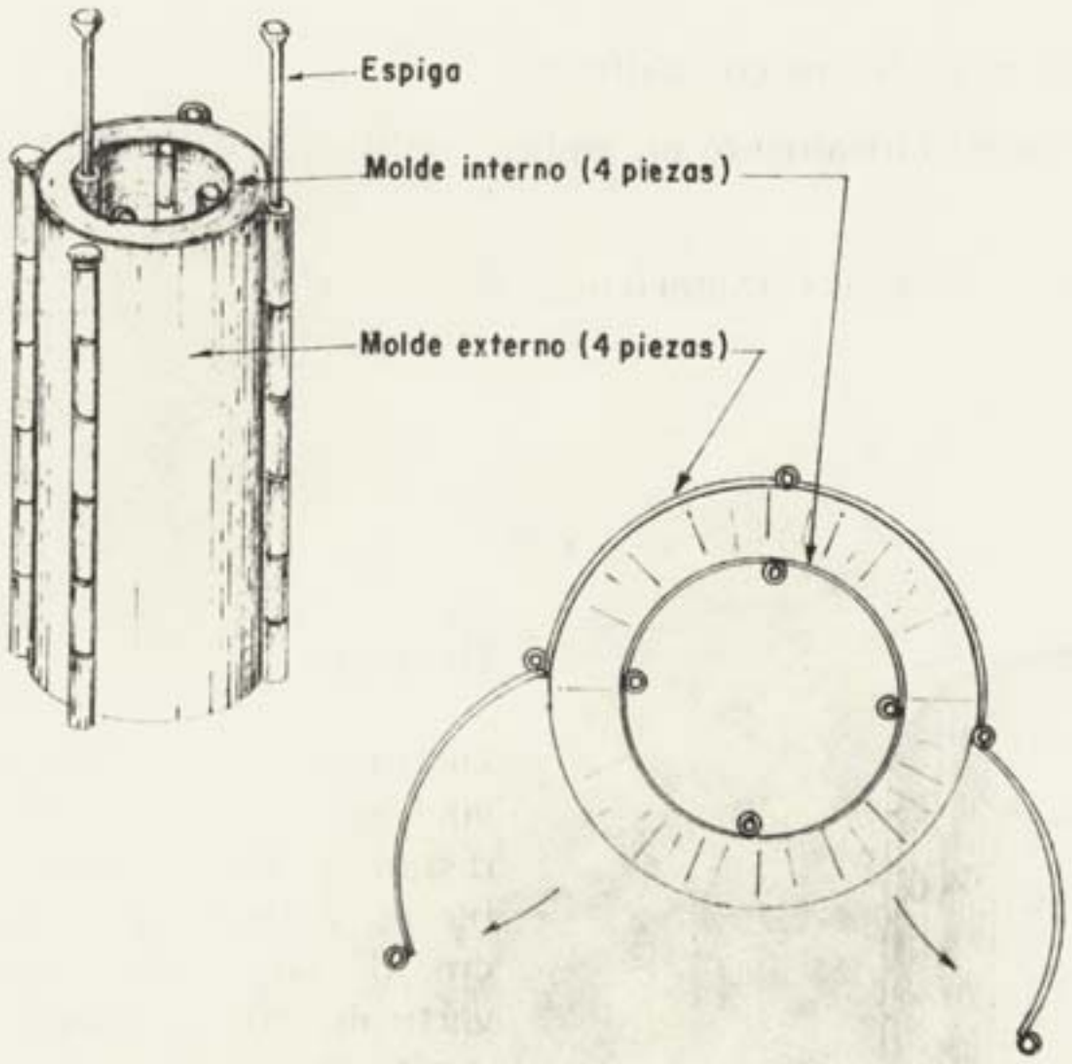
Moldes o Encofrado.

Los moldes se pueden hacer de planchas de hierro de 1/8" de espesor o simplemente de latas de cilindro. Los moldes de hierro son más duraderos y pueden ser empleados para construir numerosos pozos, en cambio los de lata sólo sirven para 1 á 3 pozos.

- **Moldes de hierro**: Se utilizan planchas de hierro de 1/8" de espesor, rolados en forma cilíndrica, para encofrado de los anillos. La longitud del cilindro más comunmente empleada es de 1.20 m. Se deben disponer dos moldes de los siguientes diámetros:

  1 de 1.20 m. de diámetro interior (molde interno)
  1 de 1.50 m. de diámetro interior (molde externo)

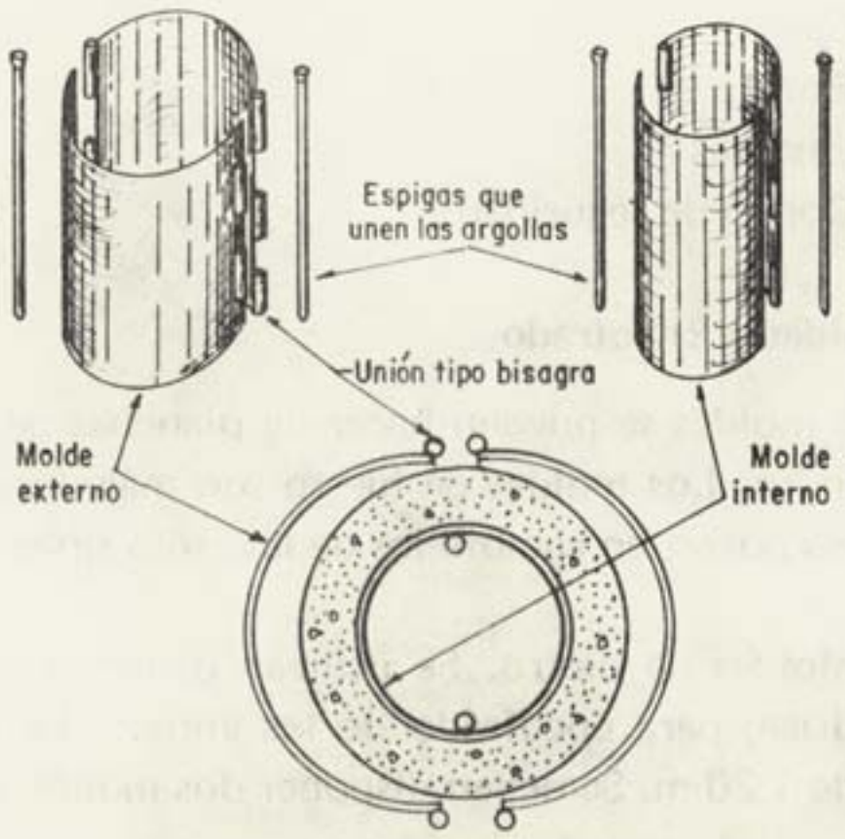
  Para aligerar el peso de los moldes y facilitar su extracción una vez fraguado el anillo de concreto, aquéllos están constituídos por 4 segmentos circulares los cuales son unidos por un sistema de visagras.



MOLDES PARA CONSTRUIR ANILLOS DE CONCRETO

Estos moldes permiten construir anillos de 1.20 m. de longitud, 1.20 de diámetro interno y 0.15 m. de espesor.

– **Moldes de lata**: También se pueden emplear cilindros de petróleo o aceite para hacer moldes del mismo diámetro y longitud señalados anteriormente. Para facilitar la extracción de los moldes, una vez fraguado el anillo, éstos están constituídos por semicircunferencias unidas por un sistema de bisagras.



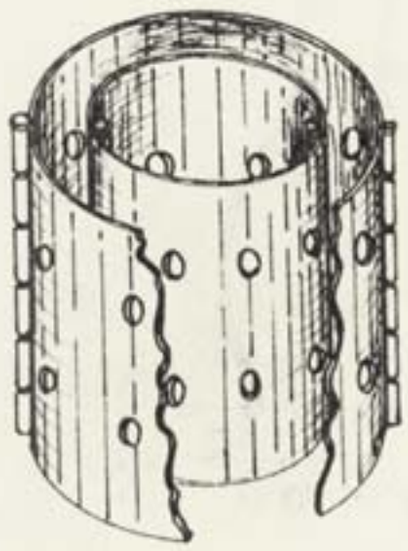
MOLDES PARA LA CONSTRUCCION DE ANILLOS DE CONCRETO.

– **Moldes para anillos que quedan debajo del nivel de agua**: Los moldes descritos anteriormente sirven para hacer anillos que quedarán fuera del agua. Por lo tanto no tienen orificios. En cambio para los anillos que quedarán debajo del nivel del agua los moldes deben tener orificios que permitan la entrada del agua al pozo. Estos orificios se construyen de la siguiente manera:

. Se colocan los moldes en forma concéntrica.

. Se abren agujeros simultáneamente en ambos moldes, de forma tal que los agujeros tengan correspondencia.

. Los orificios pueden tener las características siguientes:



Diámetro = 1"

Distribución = 20 huecos por vuelta y 4 vueltas por anillo, distribuídos en forma equidistante. Otra forma de orificios recomendable es la rectangular; éstos pueden ser de 30 cm. de largo por 1 cm. de ancho, ubicados verticalmente a razón de 20 orificios por vuelta y 3 vueltas por anillo. Si no es posible contar con 2 juegos de moldes (con orificios y sin orificios), utilizar sólo el juego que tiene orificios, rellenando luego con cemento los orificios de los anillos que quedan fuera del agua para impedir la entrada de material al pozo.

Materiales de Construcción

- Cemento Portland
- Piedra chancada de 1/2''
- Arena
- Agua
- Segmentos de 30 cm de varillas de hierro corrugado de 1/2'' de diámetro, para el amarre de dos anillos superpuestos.

Preparación de la Mezcla de Concreto.

Por cada bolsa de cemento se utiliza 1.5 carretillas de arena, 3 carretillas de piedra chancada de 1/2'' y 20 litros de agua.

Procedimiento de Construcción del Pozo

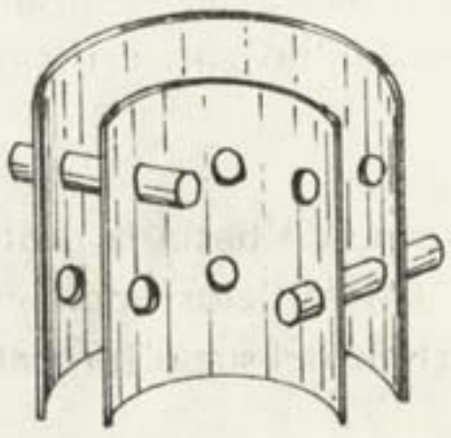
Según el procedimiento de construcción, se utilizan dos tipos de anillos para el revestimiento del pozo: anillos corredizos y anillos fijos.

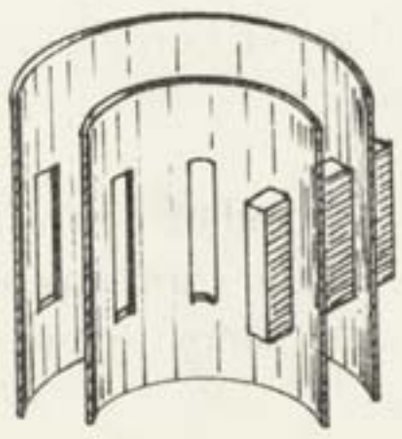
Anillos Corredizos o Deslizantes:

Son aquellos anillos que durante el proceso de revestimiento del pozo descienden por gravedad a través de la excavación. Dependiendo de la estabilidad del terreno el revestimiento con estos tipos de anillos puede ser de dos formas.

Cuando el terreno es estable:

- Se excava el pozo (Ø 1.80 m), sin revestimiento, hasta llegar al nivel del agua subterránea.
- Para los primeros anillos a construir se utilizarán los moldes que tienen orificios, ya que estos quedarán posteriormente por debajo del nivel del agua. Para los anillos siguientes se utilizarán los moldes sin orificios.
- Se coloca en el fondo del pozo los moldes (con orificios) dispuestos en forma concéntrica, teniendo cuidado de que los orificios del molde interno coincidan con los del molde externo.
- Colocar tarugos de madera (Ø 1'' y 20 cm de longitud) envueltos en papel en los orificios coincidentes de ambos moldes (interno y externo). El papel facilitará la extracción del tarugo una vez fraguado el anillo. Se pueden utilizar también tubos de plástico en lugar de tarugos de madera; en este caso no será necesario extraerlos posterormente. Cuando se desea utilizar aberturas rectangulares en lugar de tarugos o tubos de plástico, se utilizarán placas de madera.





- Preparar la mezcla de concreto en base a la proporción señalada. La cantidad a preparar será la requerida para fabricar un anillo.

– Verter la mezcla en el espacio anular que queda entre ambos moldes.

– Hincar en la mezcla hasta 15 cm. de profundidad, 8 varillas de hierro corrugado de Ø 1/2" y 30 cm de longitud dispuestos en forma equidistante a los moldes, en el borde superior del anillo. Estas varillas tendrán la función de amarrar 2 anillos superpuestos para evitar el deslizamiento horizontal y desviación del pozo.

– Después de 24 horas se procederá a desencofrar o extraer los moldes.

– Este anillo por ser el primero, debe dejarse secar por un período de 3 días como mínimo; de esta forma adquirirá resistencia suficiente para soportar el peso de los otros anillos que se irán superponiendo. Los otros anillos serán desencofrados a las 24 horas después de haberse vertido el concreto, procediéndose a construir inmediatamente el siguiente anillo.

– Sobre el primer anillo colocar nuevamente los mismos moldes (con orificios) dispuestos en forma concéntrica. Para facilitar el encofrado se colocarán 4 barras de hierro de Ø 1" sobre el primer anillo, dispuesto de tal forma que dé la apariencia de una sección cuadrada. Estas barras serán extraídas juntamente con el encofrado.

– Colocar los tarugos, tubos de plástico o placas de madera en los orificios o ranuras coincidentes de los moldes, tal como se describió anteriormente.

– Verter la mezcla.

– Desenconfrar a las 24 horas después.

– Este mismo procedimiento se sigue para los anillos posteriores hasta completar el último anillo que llevará orificios.

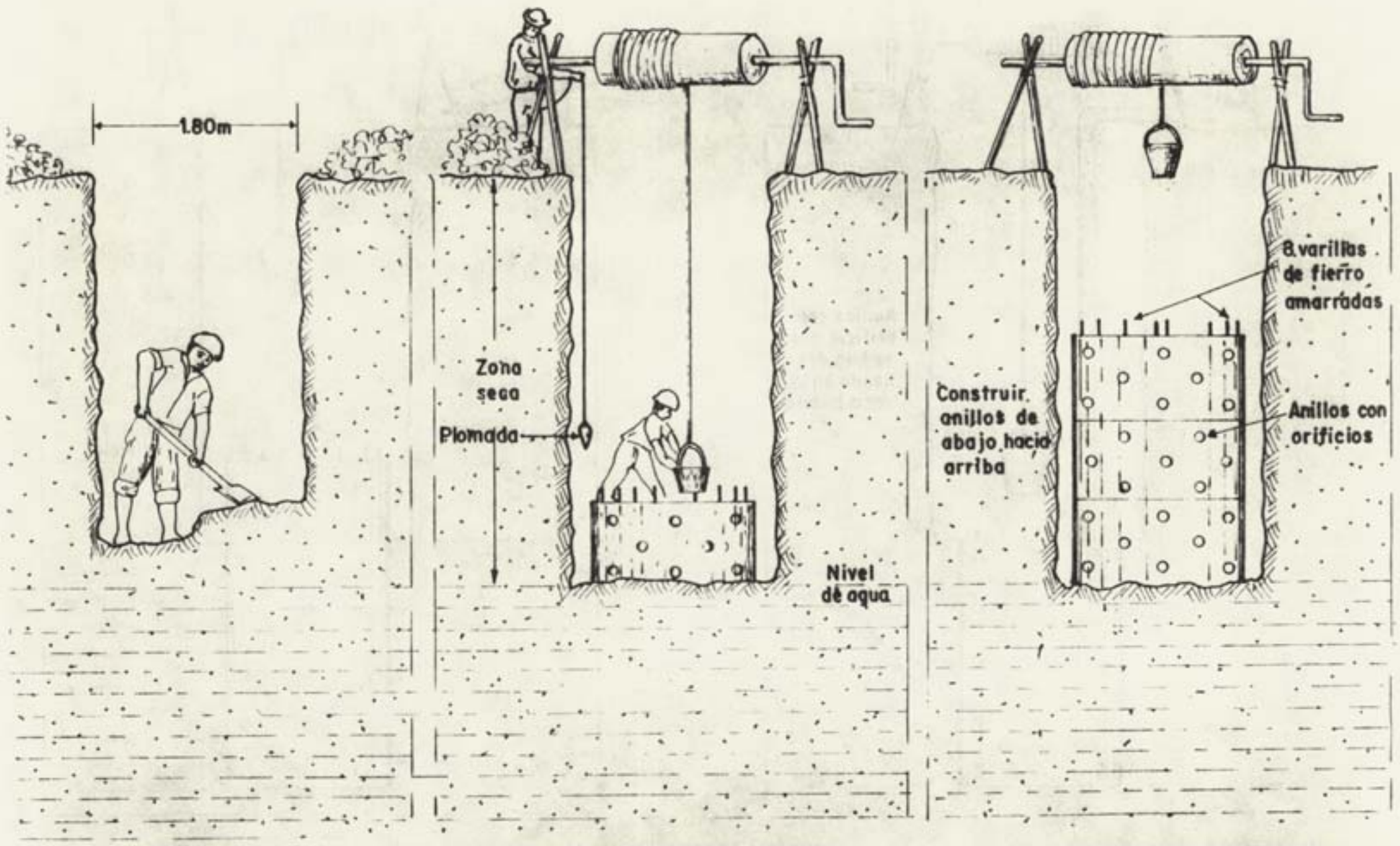
– Se extraen o destruyen los tarugos o placas de madera de los anillos que quedarán dentro del agua.

– Instalar una motobomba de capacidad suficiente para secar el pozo.

– Con la motobomba en operación continuar la excavación por debajo del nivel del agua.

– Por cada 0.20 á 0.50 m de profundidad excavada provocar el deslizamiento de los anillos de concreto hasta que el borde superior del último anillo con orificios quede a la misma altura del nivel del agua.

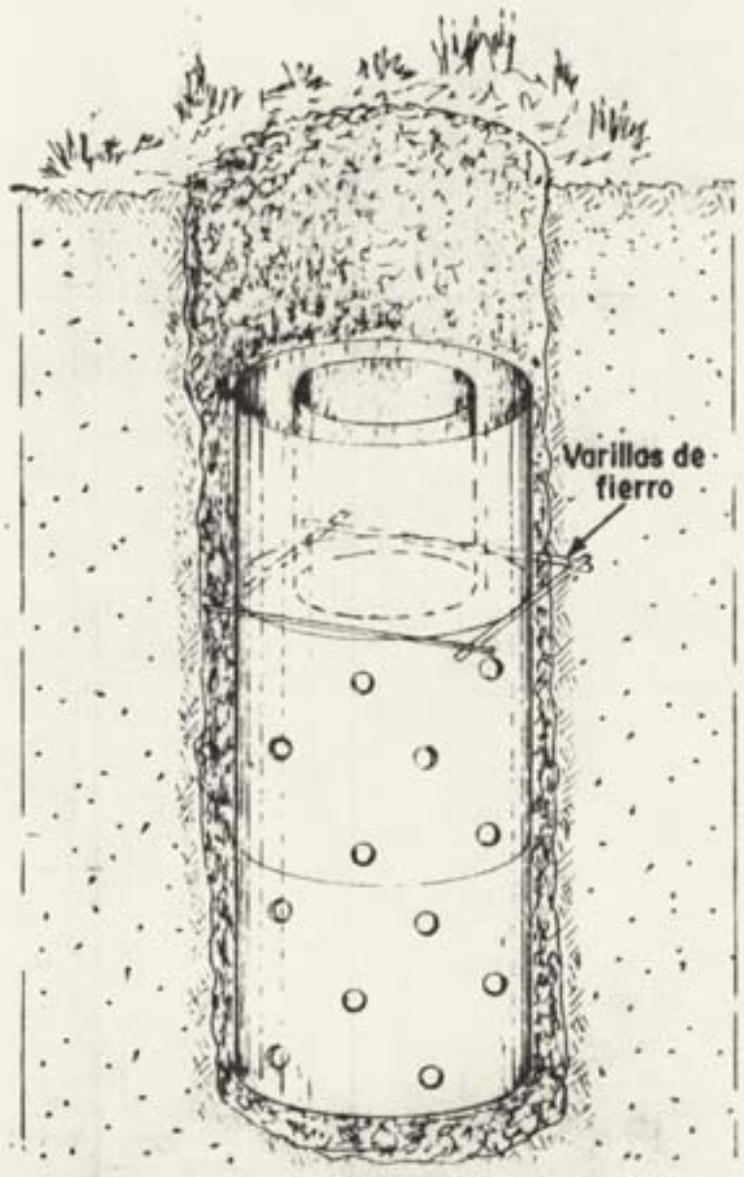
– Cuando la columna de anillos con orificios haya descendido hasta la profundidad indicada en el párrafo anterior, seguir construyendo los anillos sin orificios uno sobre otro hasta que el último sobrepase más o menos 1 metro sobre la superficie del suelo (brocal).



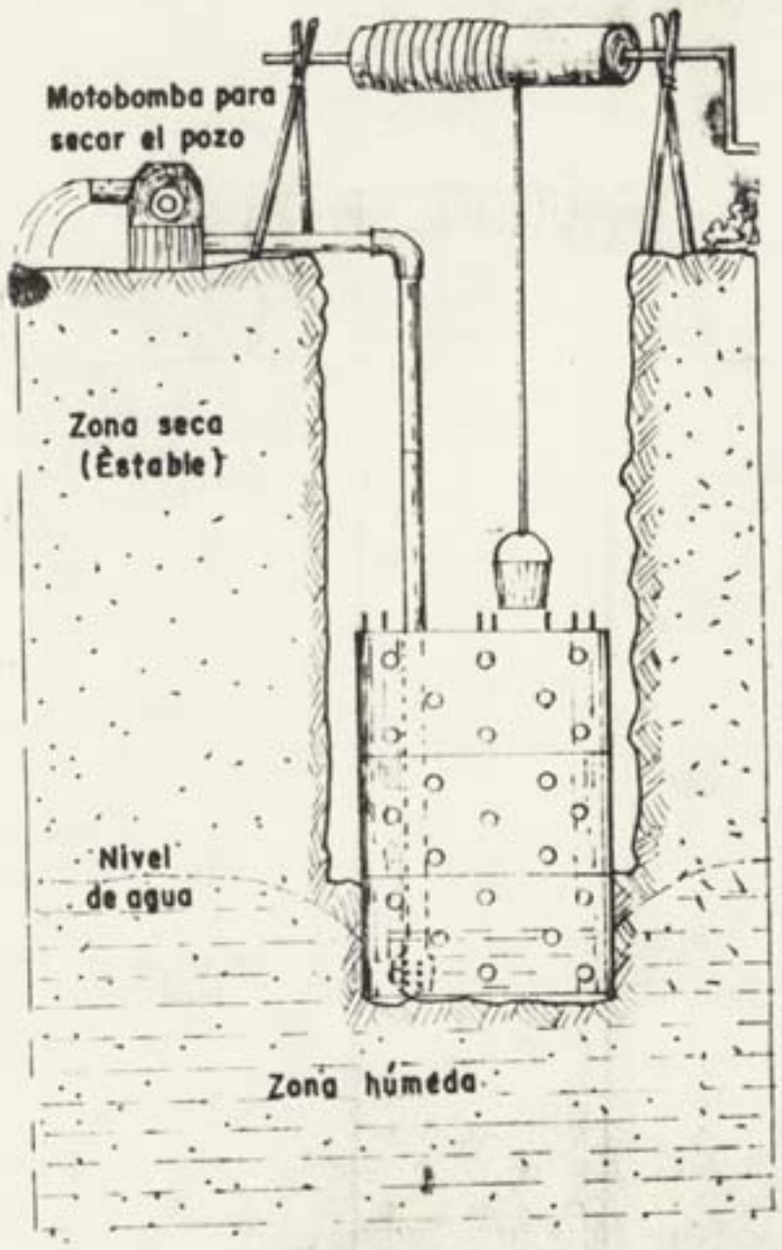
EXCAVACION SIN REVESTIMIENTO

CONSTRUCCION DEL PRIMER ANILLO CON ORIFICIOS

CONSTRUCCION DE LOS ANILLOS SUBSIGUIENTES



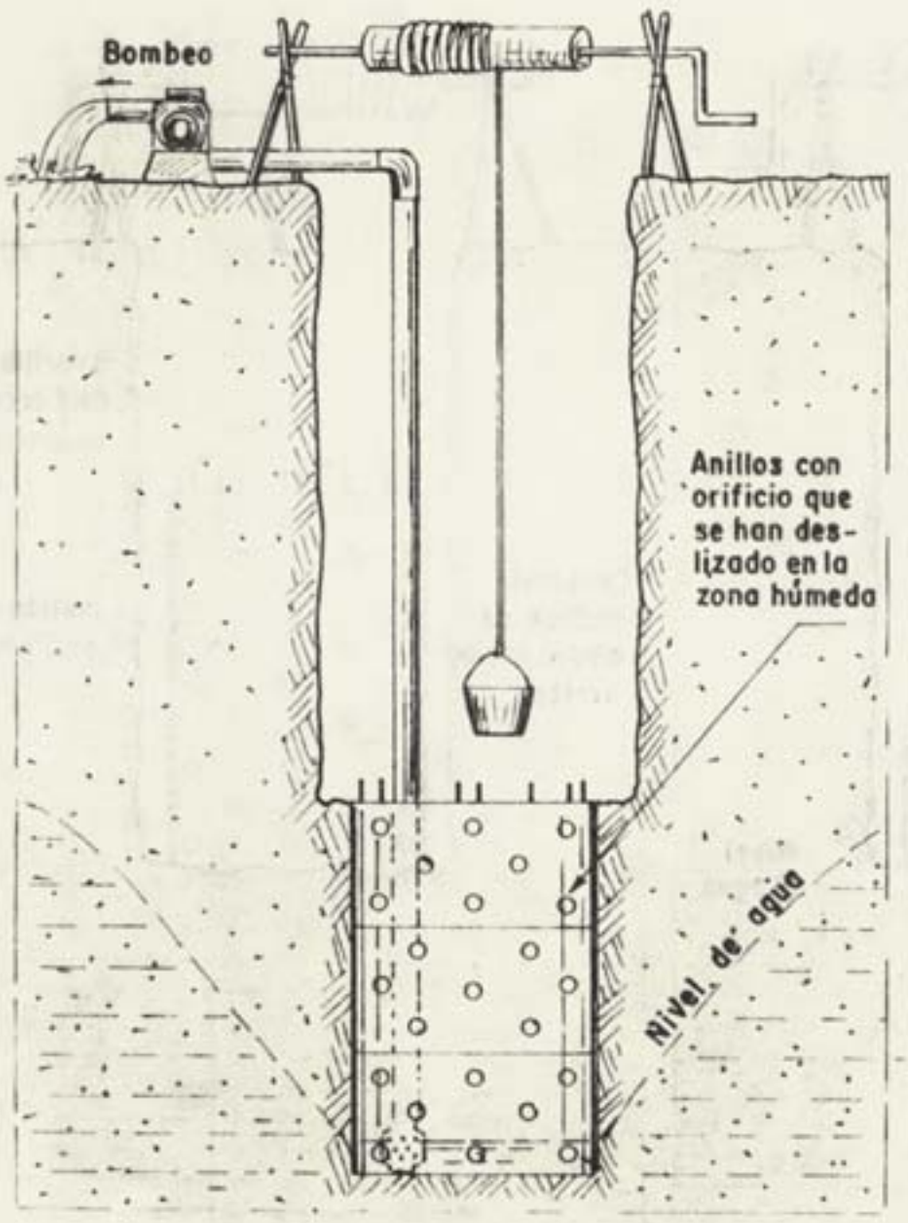
COMO COLOCAR LOS MOLDES SOBRE LOS ANILLOS



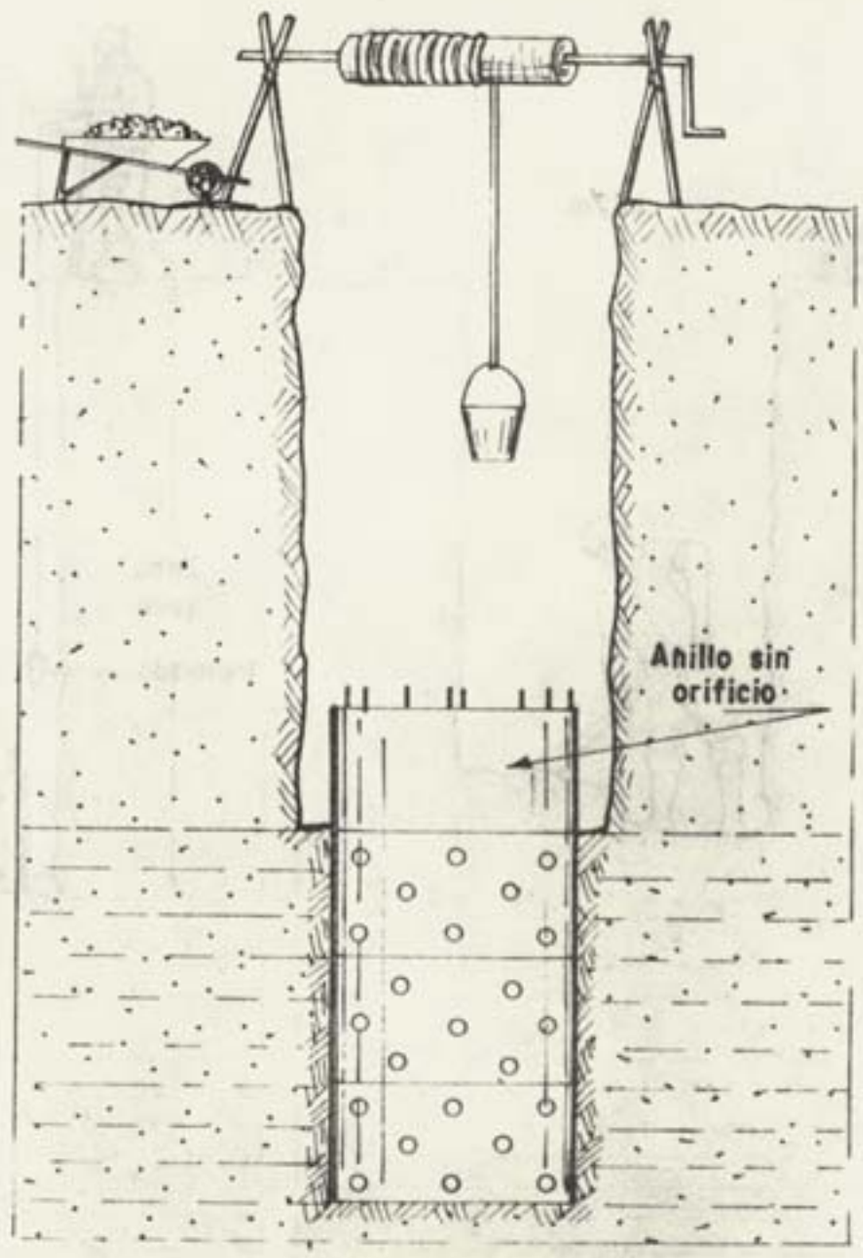
SECADO DEL POZO DURANTE SU CONSTRUCCION

PROCESO DE CONSTRUCCION DE UN POZO A TAJO ABIERTO CON ANILLOS DESLIZANTES CUANDO EL TERRENO ES ESTABLE

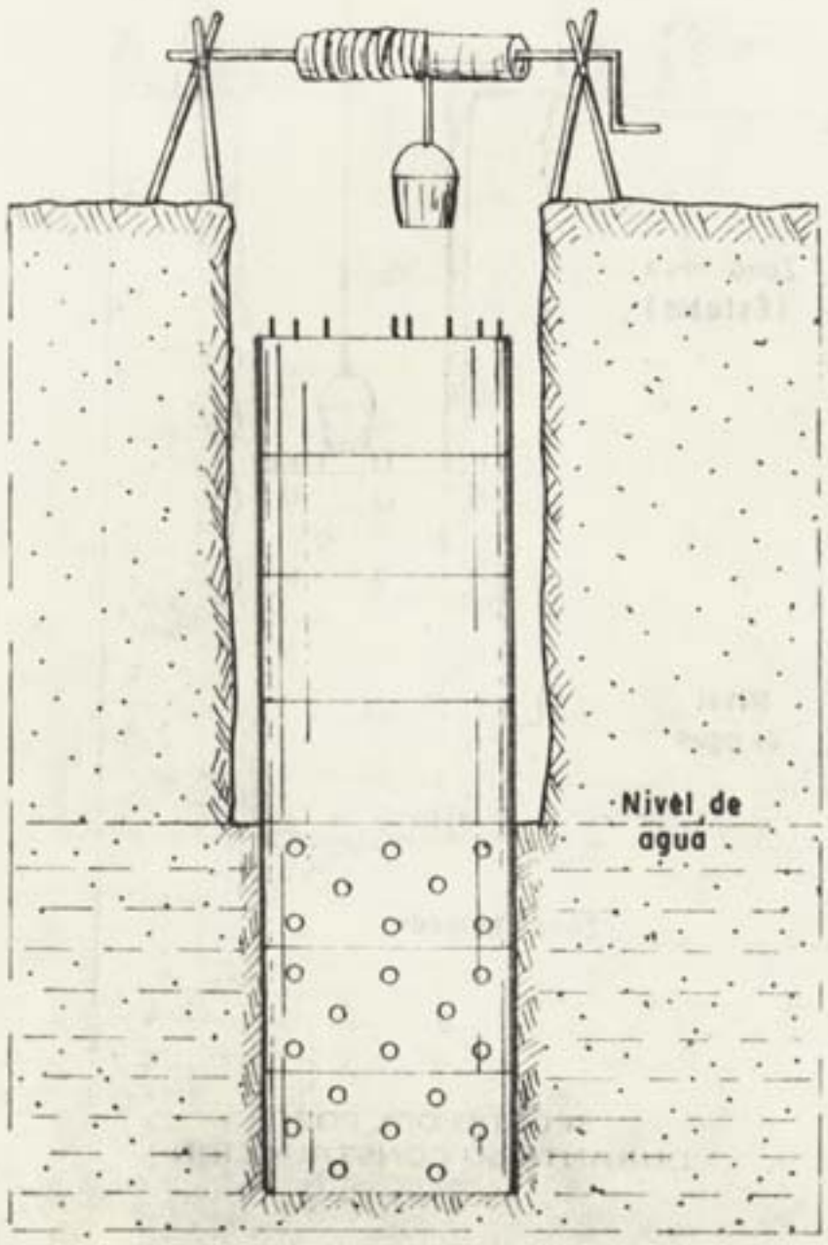
Continua . . . .



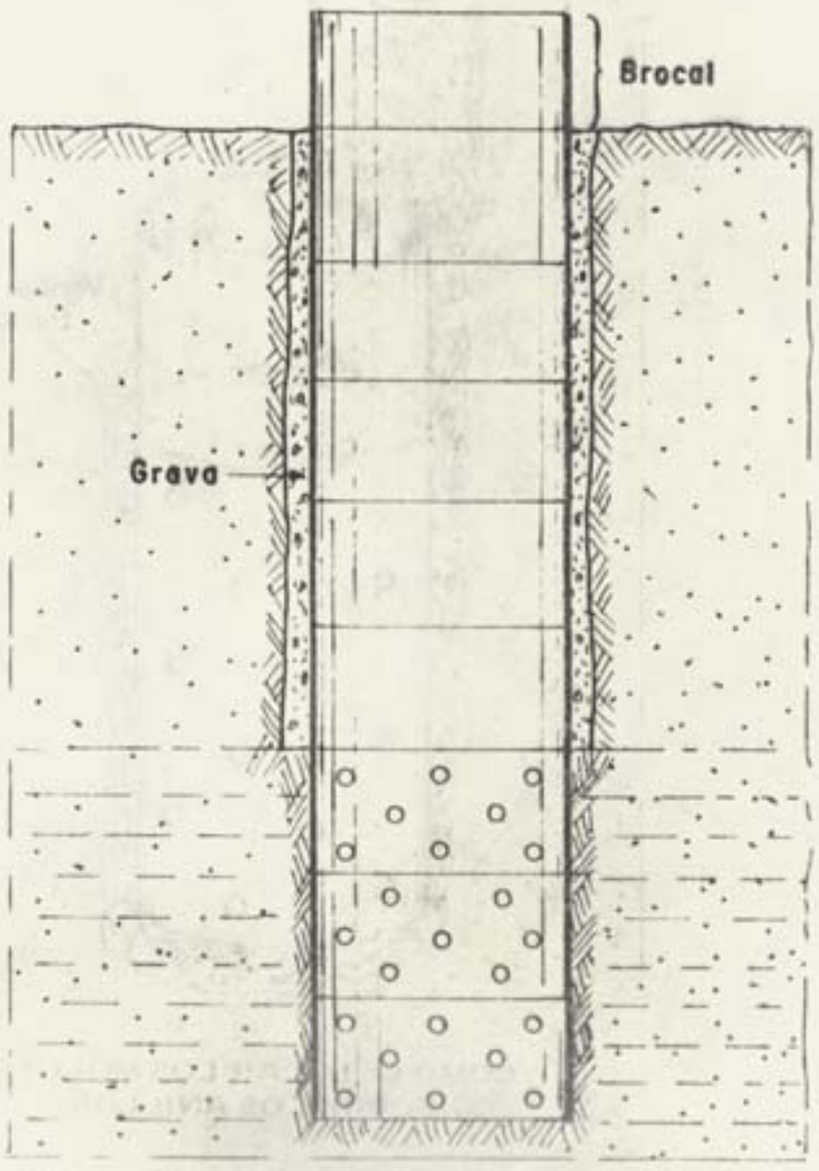
FINALIZACION DE LA CONSTRUCCION
DE ANILLOS CON ORIFICIOS



INICIO DE LA CONSTRUCCION
DE ANILLOS SIN ORIFICIOS



LOS ANILLOS SIN ORIFICIOS
SON CONSTRUIDOS DE ABAJO HACIA ARRIBA



POZO TERMINADO

Cuando el Terreno es Inestable:

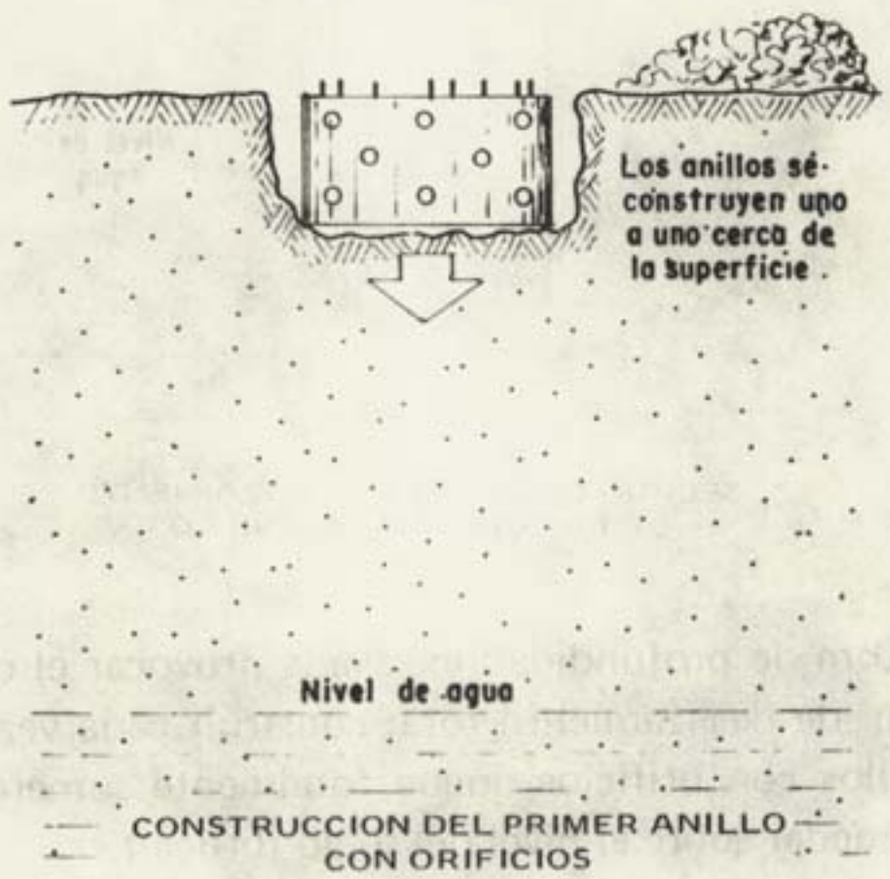
En este caso no es posible excavar el pozo sin revestimiento por los continuos derrumbes que se producen.

- Primero se excava 1 á 1.20 m de profundidad y se construye el primer anillo con orificios. Se hincan 8 varillas de hierro al igual que en el caso anterior.

- Se excava 0.20 á 0.50 m. de profundidad por debajo del extremo inferior del anillo. Luego éste se desliza por gravedad.

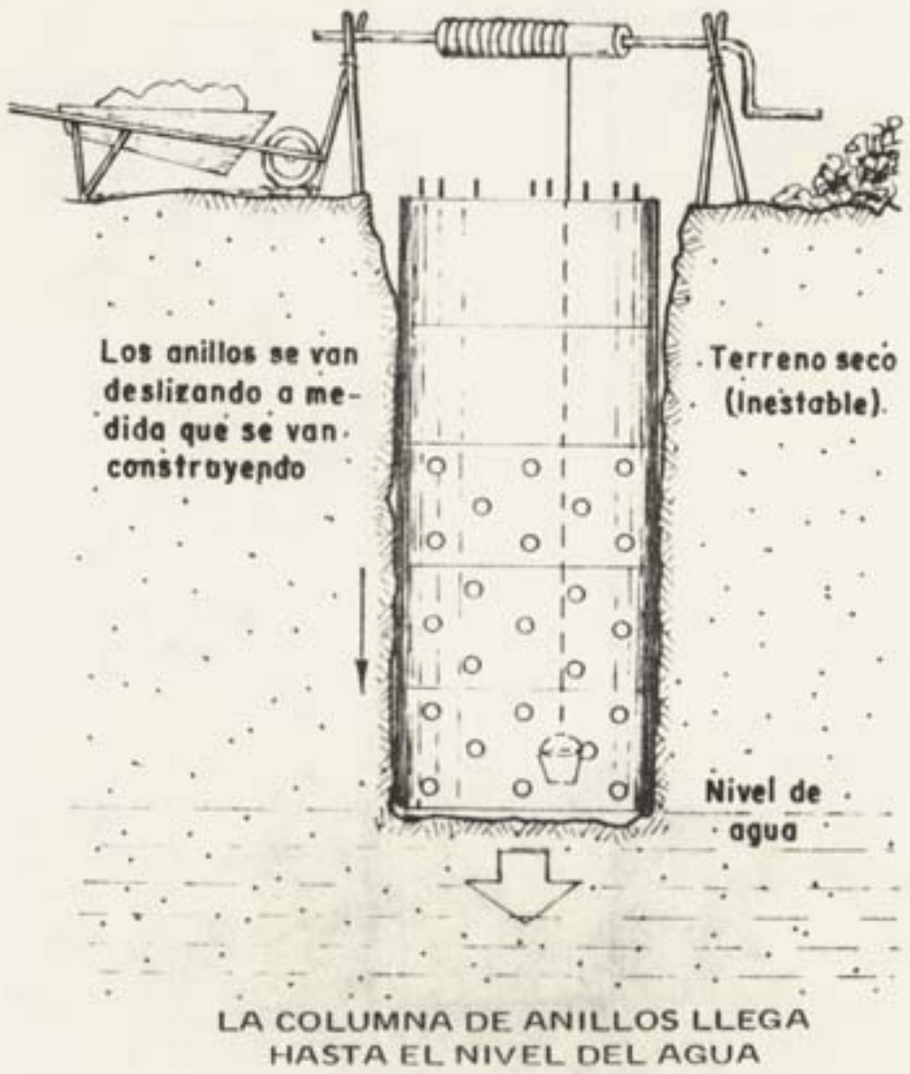
- Se continúa la excavación y deslizamiento del primer anillo hasta llegar a 1 ó 1.20 m de profundidad.

- Se construye el anillo siguiente (con orificio) y se continúa deslizando hasta completar el anillo.



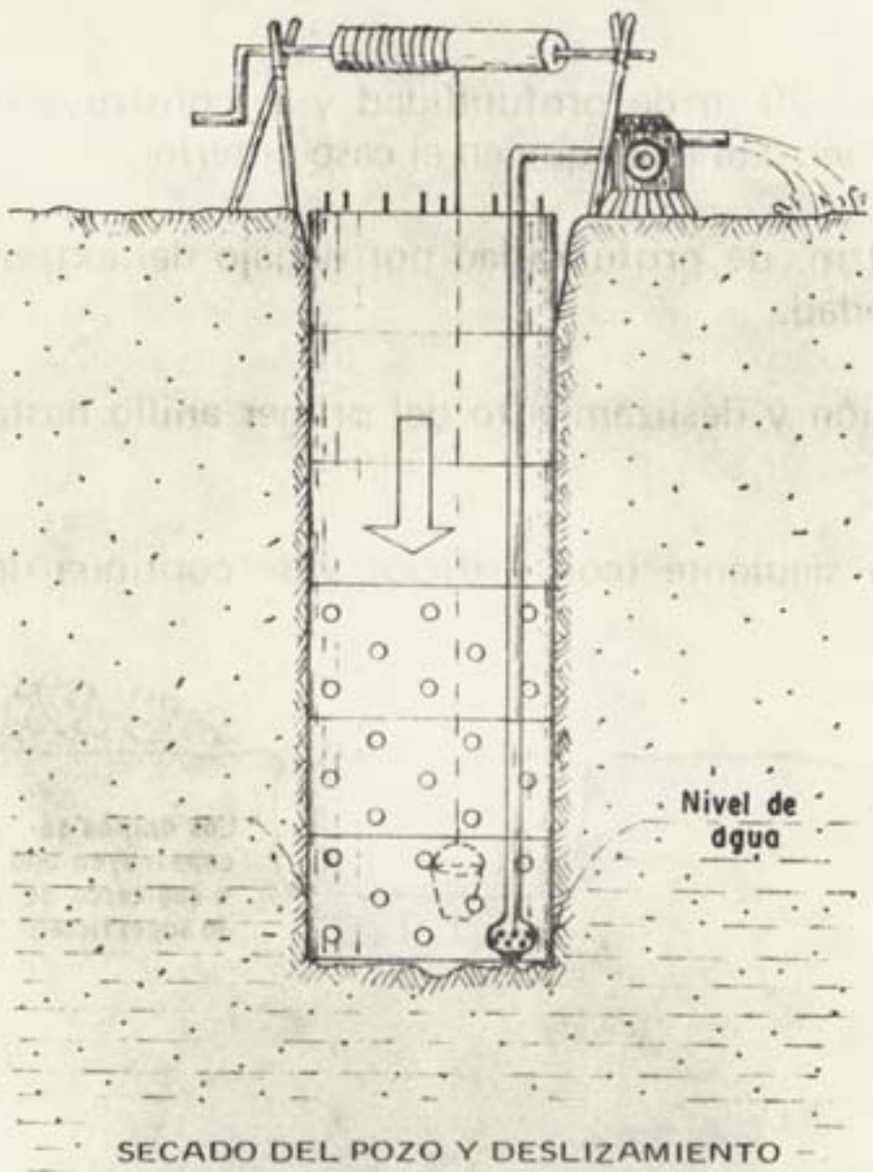
CONSTRUCCION DEL PRIMER ANILLO CON ORIFICIOS

- A partir del último anillo con orificios se construyen aquéllos que no llevan orificio.



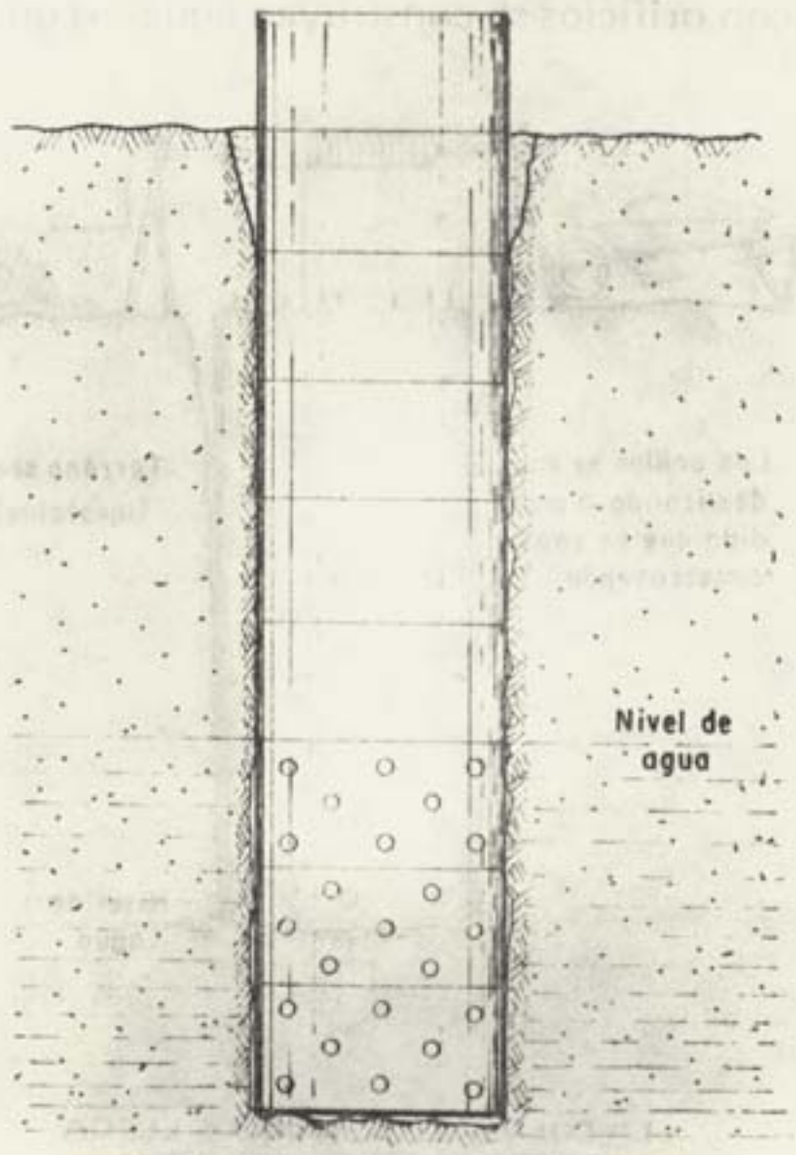
LA COLUMNA DE ANILLOS LLEGA HASTA EL NIVEL DEL AGUA

– Una vez llegado al nivel del agua se continúa perforando por debajo de este nivel, para lo cual se utilizará una motobomba para secar el pozo.



SECADO DEL POZO Y DESLIZAMIENTO DE LA COLUMNA DE ANILLOS

– Por cada 0.20 m á 0.50 m de profundidad excavada provocar el deslizamiento de los anillos. Por cada 1.00 ó 1.20 m. de deslizamiento total construir cada vez un anillo sobre otro, hasta que la columna de anillos con orificios quede totalmente sumergida. Más o menos 1 m del anillo sin orificio debe quedar sobre el nivel del suelo (brocal).

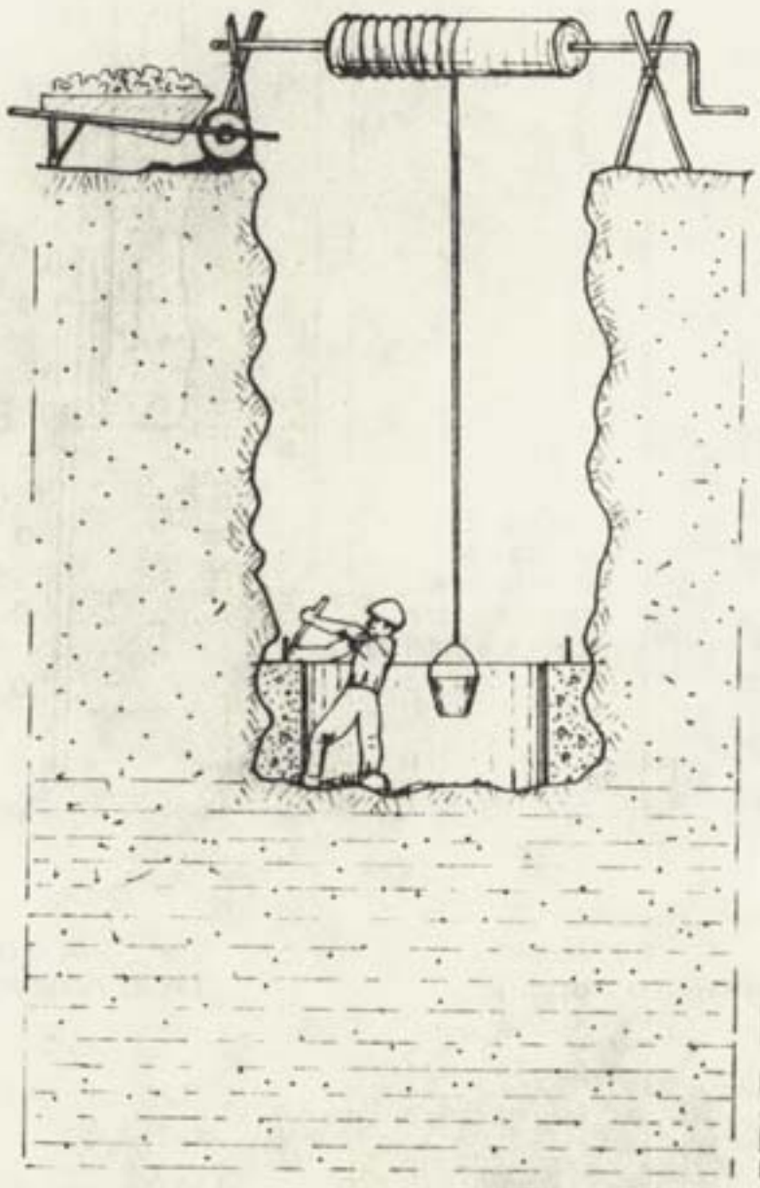


POZO TERMINADO

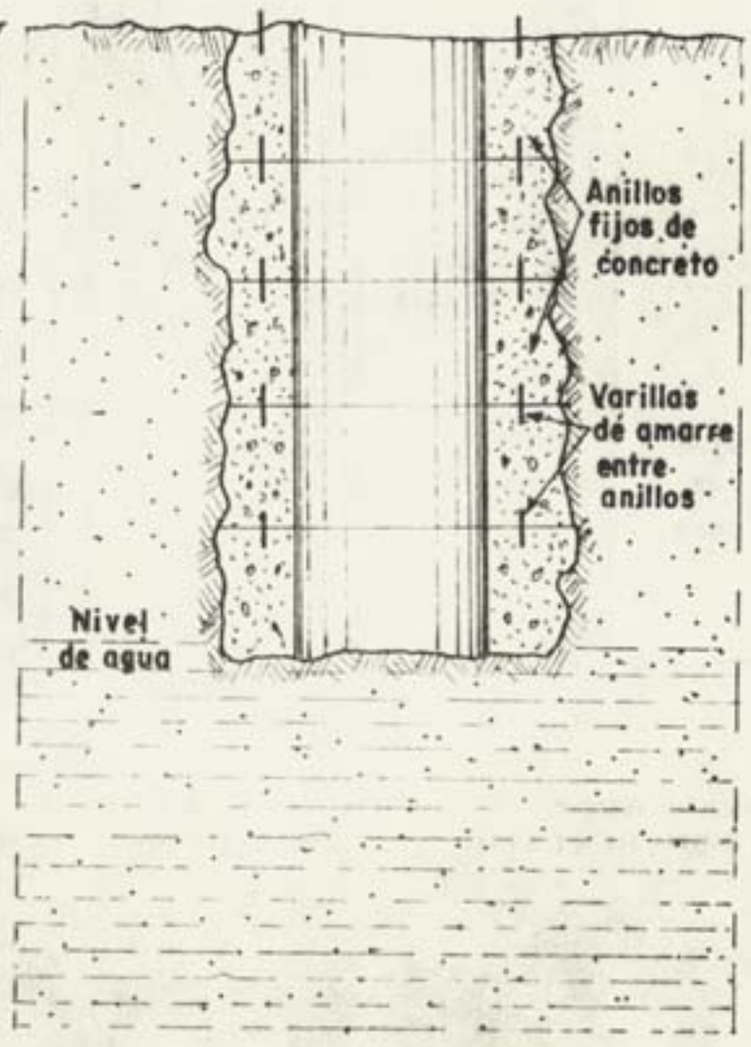
Anillos Fijos:

Estos anillos fraguan entre las paredes del hueco en el terreno y un molde concéntrico. Debido a su contacto con el terreno, el revestimiento no se desliza; por lo tanto, antes de construir los anillos se debe realizar previamente la excavación hasta llegar al nivel del agua. Son utilizados solamente en terrenos estables.

- Una vez que la excavación haya llegado al nivel del agua subterránea, se coloca solamente el molde interior sin orificios en el fondo del pozo.
- Se prepara la mezcla de concreto correspondiente en forma similar que para los anillos corredizos.
- Se vierte el concreto en el espacio anular que queda entre el molde interno y el terreno.
- Se hincan en la mezcla 8 varillas de hierro corrugado Ø 1/2" de 30 cm.
- Se deja secar el primer anillo durante 3 días.
- Se construyen los anillos uno cada 24 horas, superponiendo uno sobre otro al igual que en los anillos corredizos, hasta llegar a más o menos 1 m sobre la superficie del suelo (brocal).
- Se instala una motobomba para secar el pozo, de tal forma que se pueda proseguir la perforación por debajo del nivel del agua.



CONTINUACION DEL PRIMER ANILLO
SIN ORIFICIOS.



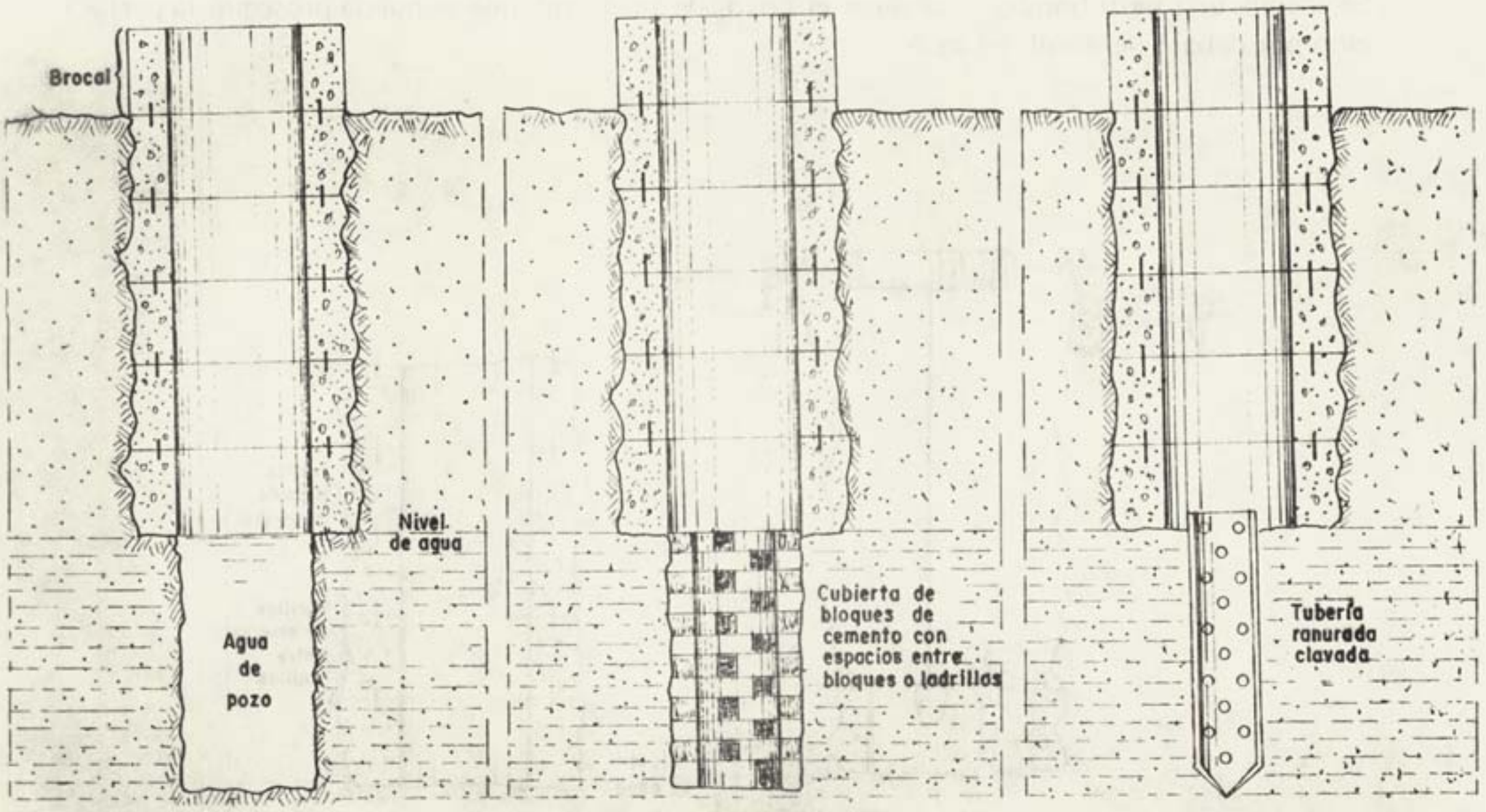
COLUMNA DE ANILLOS
SIN ORIFICIOS

– El tramo comprendido entre el nivel del agua y el fondo del pozo puede o nó estar revestido. Dado que el terreno es estable el área filtrante puede estar constituída por la pared desnuda de la perforación. Sin embargo, es más conveniente revestirlo con anillos que tengan orificios,

. Perforar con un diámetro menor que el tramo anterior (antepozo revestido con anillos fijos).
. Bombear el pozo hasta secarlo.
. Construir anillos con bloques de cemento, dejando libre las juntas verticales para permitir el paso del agua hacia el interior del pozo. Estos anillos serían de unos 0.50 m. de altura, los cuales se deslizarían según se avanza la excavación; es decir, que los anillos que quedan por debajo del agua son del tipo deslizante. Los bloques a construir tienen la misma proporción de mezcla que la del anillo deslizante, siendo el tamaño y forma igual al de un ladrillo corriente.

Cuando no es posible construir anillos deslizantes por debajo del agua, se pueden clavar en el fondo del antepozo puntas coladoras o tuberías ranuradas, transformándose en este caso en un pozo mixto: tajo abierto-clavado.

Para darle la forma circular al revestimiento con bloques de concreto, es conveniente utilizar un molde concéntrico a la excavación.



POZO CON AREA FILTRANTE SIN REVESTIR

POZO CON AREA FILTRANTE REVESTIDO (Bloques de concreto o ladrillo)

POZO MIXTO TAJO ABIERTO - CLAVADO

Pozo Revestido con Madera

Este revestimiento es aplicable en terrenos estables y donde el nivel de agua subterránea se encuentra a poca profundidad del suelo (5m). Para facilitar el revestimiento la sección del pozo debe ser cuadrada o rectangular.

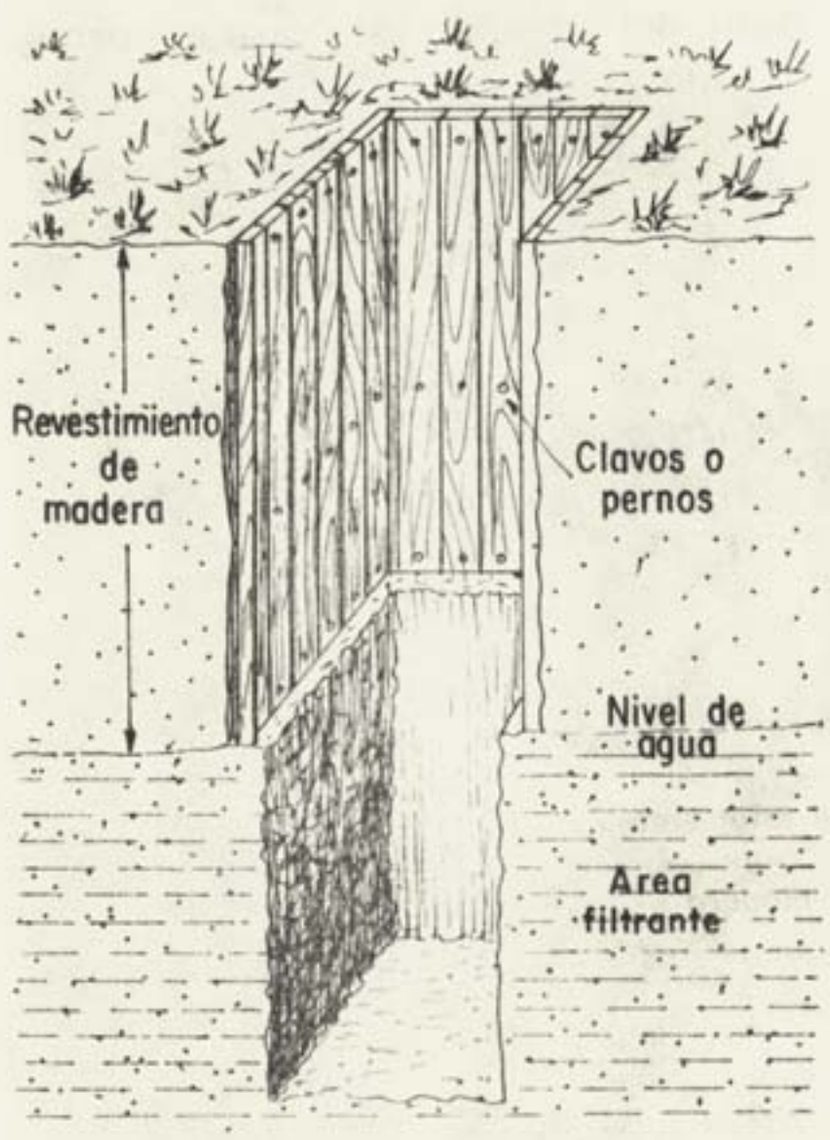
Procedimiento de Construcción:

1o. Excavar en el terreno un pozo de sección cuadrada o rectangular hasta la máxima profundidad factible o hasta llegar al nivel del agua subterránea, teniendo especial cuidado que el fondo del pozo quede perfectamente nivelado y horizontal.

2o. Preparar bastidores de madera de sección cuadrada o rectangular según la forma de la excavación. La sección puede ser de 1 m x 1 m, 1.5 m x 1.5 ó 1 m x 1.5 m.

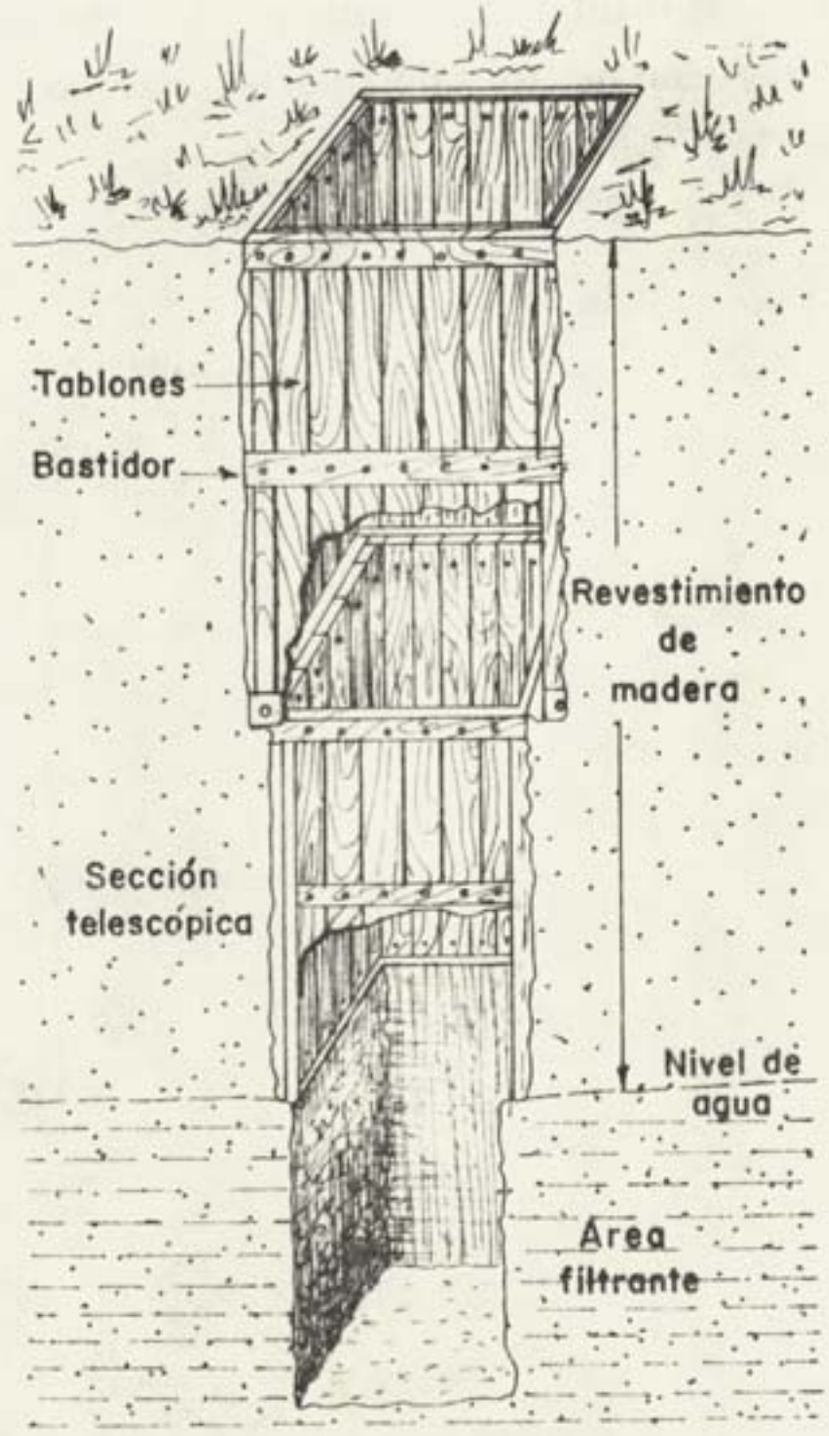
3o. Apoyar o sostener el primer bastidor a un metro sobre el fondo del pozo. Este bastidor debe quedar perfectamente horizontal.

4o. Descender verticalmente el primer tablón. Cuando haya llegado al fondo, fijarlo al bastidor mediante clavos.



Tamaño de tablones : 3" x 6"
Tamaño de bastidores : 4" x 4"

Cuando nivel de agua es poco profundo



Cuando nivel de agua es profundo

CONSTRUCCION DE POZO A TAJO ABIERTO REVESTIDO CON MADERA.

5o. Continuar descendiendo los demás tablones hasta completar la vuelta.

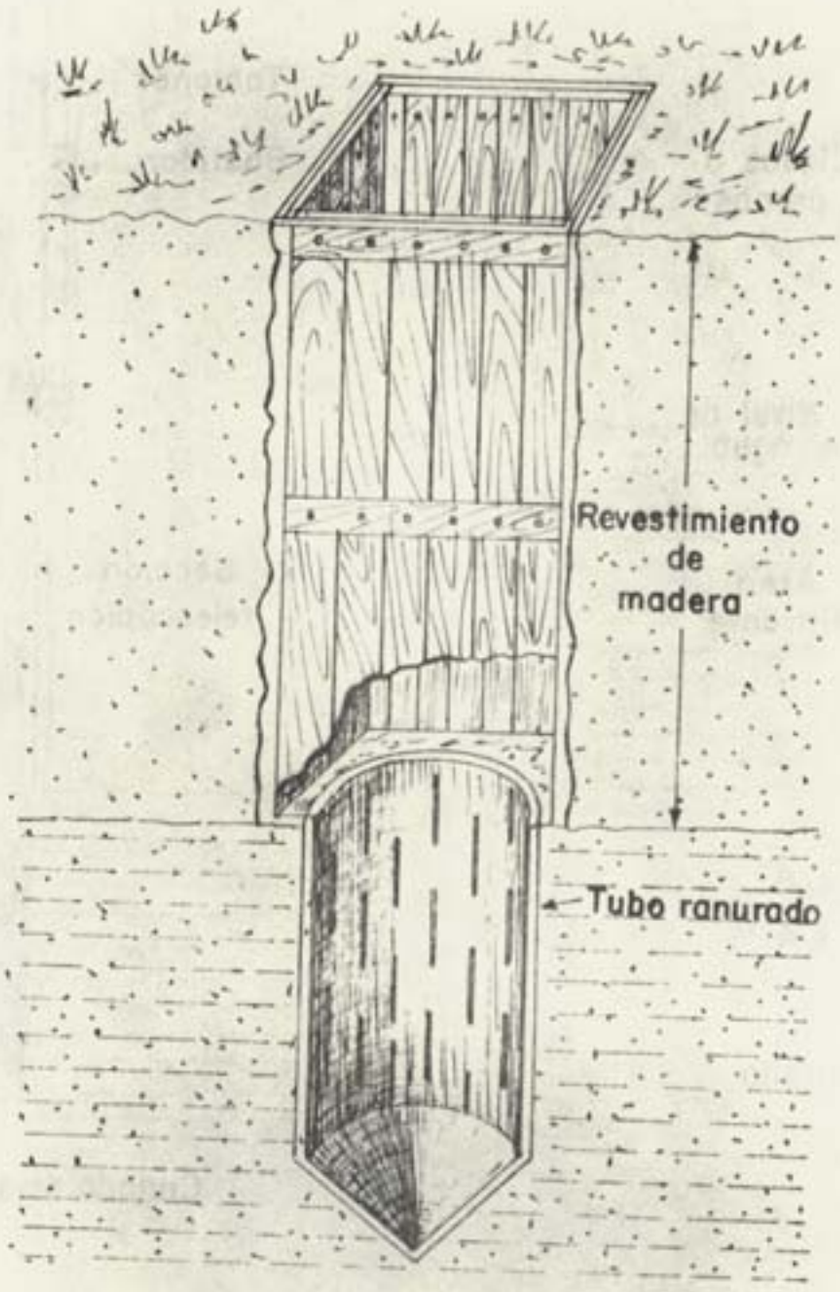
6o. Fijar otro bastidor en el extremo superior de los tablones.

7o. Fijar con la ayuda de una escalera los otros bastidores, guardando un distanciamiento de 1 m. entre ellos.

8o. Repetir la operación, si aún no se ha llegado al nivel de agua, excavando un pozo de menor sección (telescópica) hasta llegar a dicho nivel del agua.

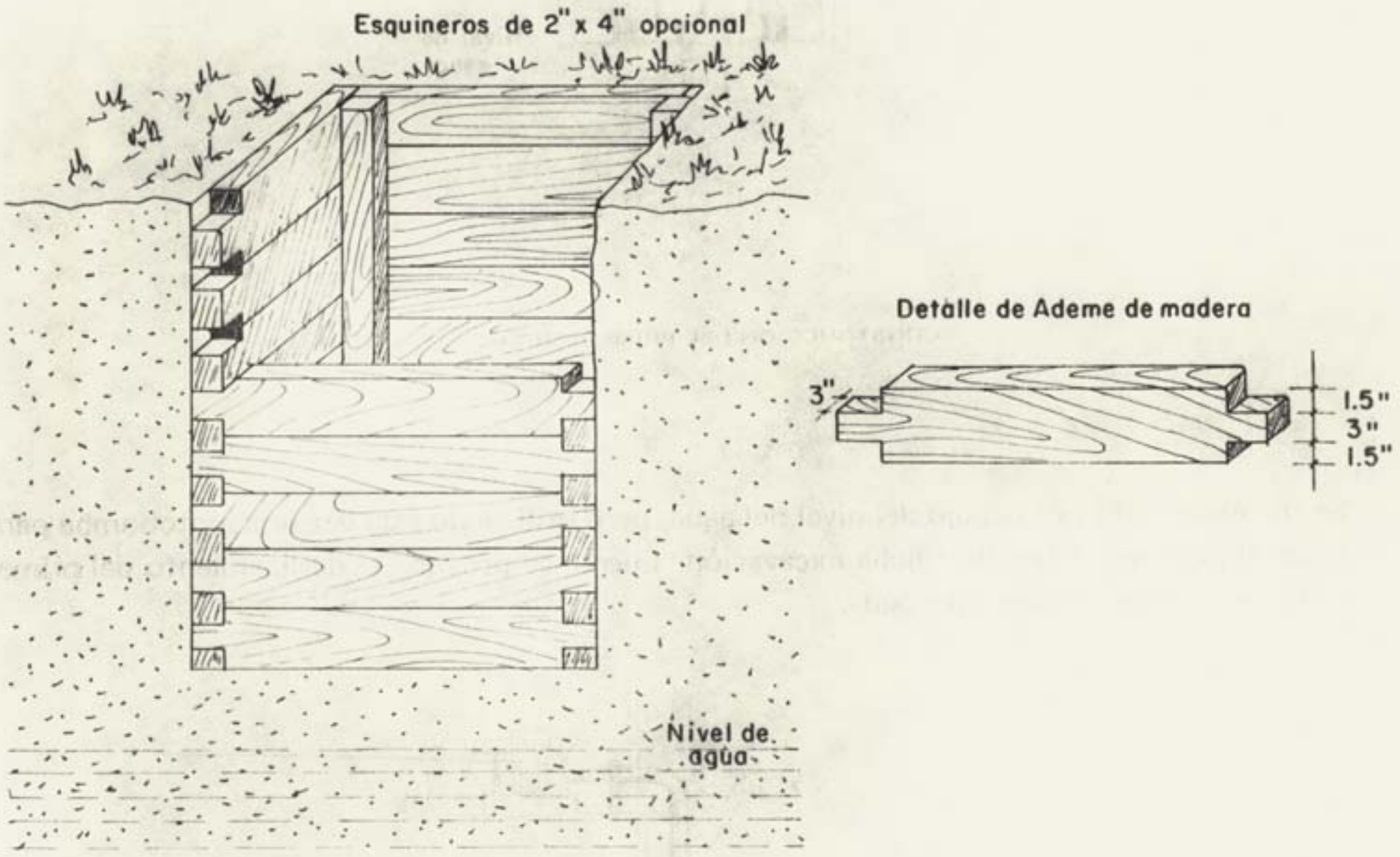
9o. Continuar la excavación sin revestir con una sección menor a la que se encuentra el nivel del agua y bombeando constantemente para poder trabajar por debajo de su nivel. Este último tramo constituirá la sección filtrante a través de la cual el agua fluye hacia el interior del pozo.

En caso de no ser factible excavar a mano por debajo del nivel del agua se pueden hincar puntas coladoras o tuberías ranuradas para completar el área filtrante del pozo, en este caso el pozo se convierte en mixto: tajo abierto - clavado.



POZO MIXTO: TAJO ABIERTO - CLAVADO

También pueden colocarse las maderas en forma horizontal. Este revestimiento se hace principalmente en terrenos flojos o inestables, por cuyo motivo el revestimiento debe ser deslizante, es decir que debe descender según se avanza con la excavación. La forma de armar el revestimiento se muestra en la figura siguiente. Después de construir un cajón de 1 m x 1 m., 1.50 m x 1.50 m. ó 1 m x 1.50 m., y una longitud de 1 m., seguir excavando, haciendo descender dicho revestimiento. Continuar la operación hasta llegar al nivel del agua.



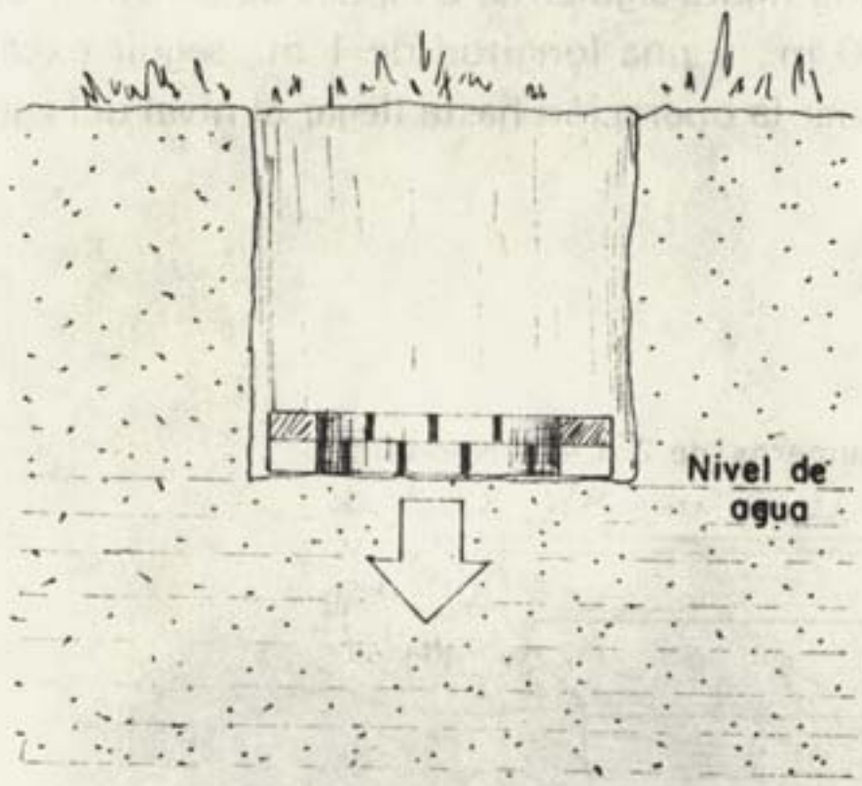
POZO REVESTIDO CON TABLAS HORIZONTALES
TIPO DESLIZANTE PARA TERRENOS INESTABLES

Por debajo del nivel del agua el pozo se deberá perforar a pared desnuda para así obtener el área filtrante a través de la cual fluye el agua hacia el interior del pozo. De no ser posible obtener la perforación a pared desnuda se hincará en el fondo una punta coladora o tubo ranurado (pozo mixto: tajo abierto - hincado).

Pozo Revestido con Ladrillo o con Bloques de Cemento.

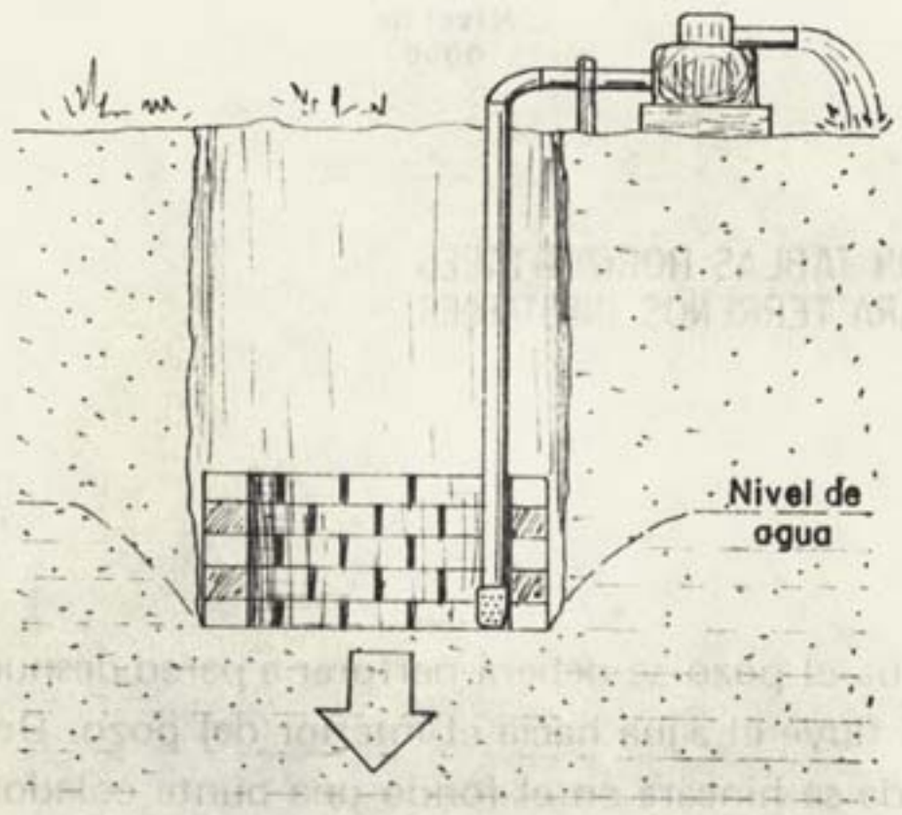
La forma puede ser cuadrada o circular. Cuando el terreno es estable, perforar el pozo sin revestimiento hasta el nivel del agua.

— Construir el primer anillo (1 m á 1.20 m de altura) a manera de un muro cualquiera de ladrillo, pero dejando libre las juntas verticales para constituir el área filtrante.



CONSTRUCCION DEL PRIMER ANILLO

— Seguir excavando por debajo del nivel del agua, pero utilizando esta vez una motobomba para secar el pozo y así facilitar dicha excavación. Luego, se provoca el deslizamiento del primer anillo por debajo del nivel del agua.

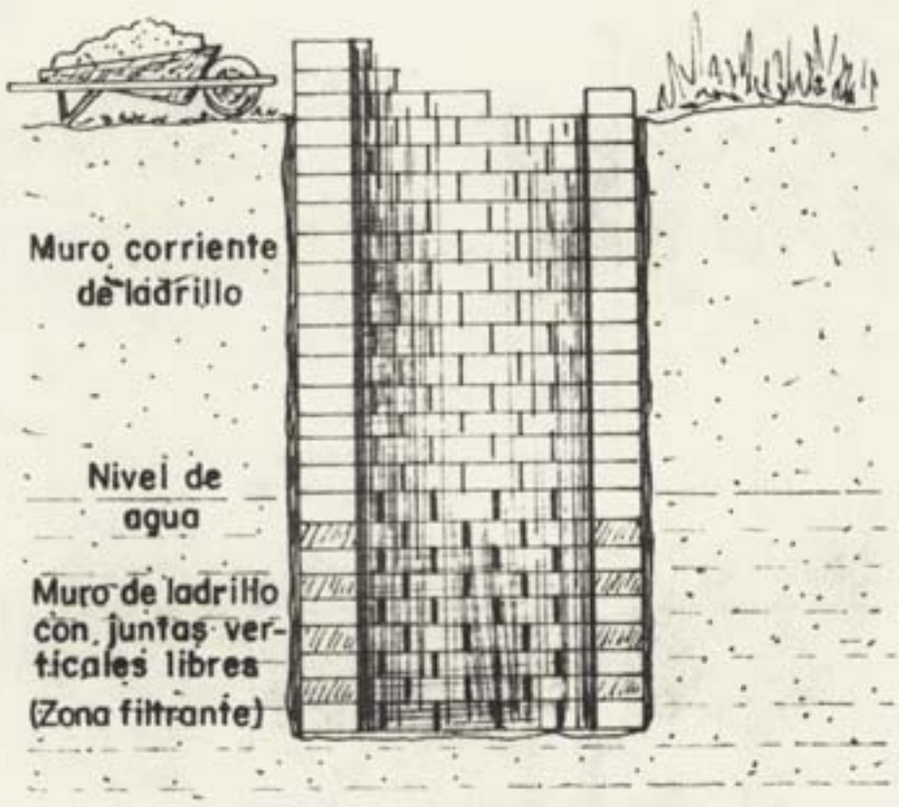


SECADO DEL POZO Y DESLIZAMIENTO
DE LA COLUMNA DE ANILLOS

— Sobre el primer anillo se construye el segundo con juntas verticales libres. Se continúa excavando por debajo del nivel del agua, haciendo deslizar progresivamente la columna de anillos ya construidos hasta el último que irá sumergido en el agua.

— Sobre el último anillo con juntas verticales libres se construyen de abajo hacia arriba los otros anillos, esta vez sin juntas verticales libres, hasta llegar a más o menos 1 m sobre la superficie del suelo (brocal).

— En el extremo inferior del primer anillo que irá sumergido en el agua es aconsejable construir una zapata que puede ser de tablones o de metal.

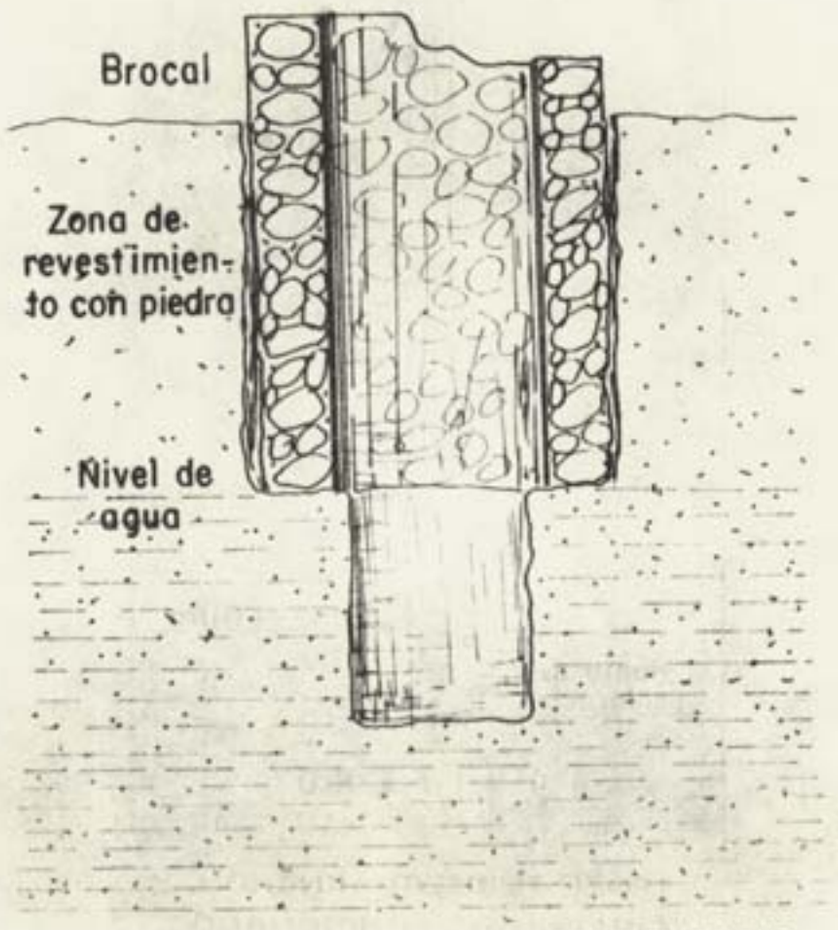


TERMINACION DEL POZO

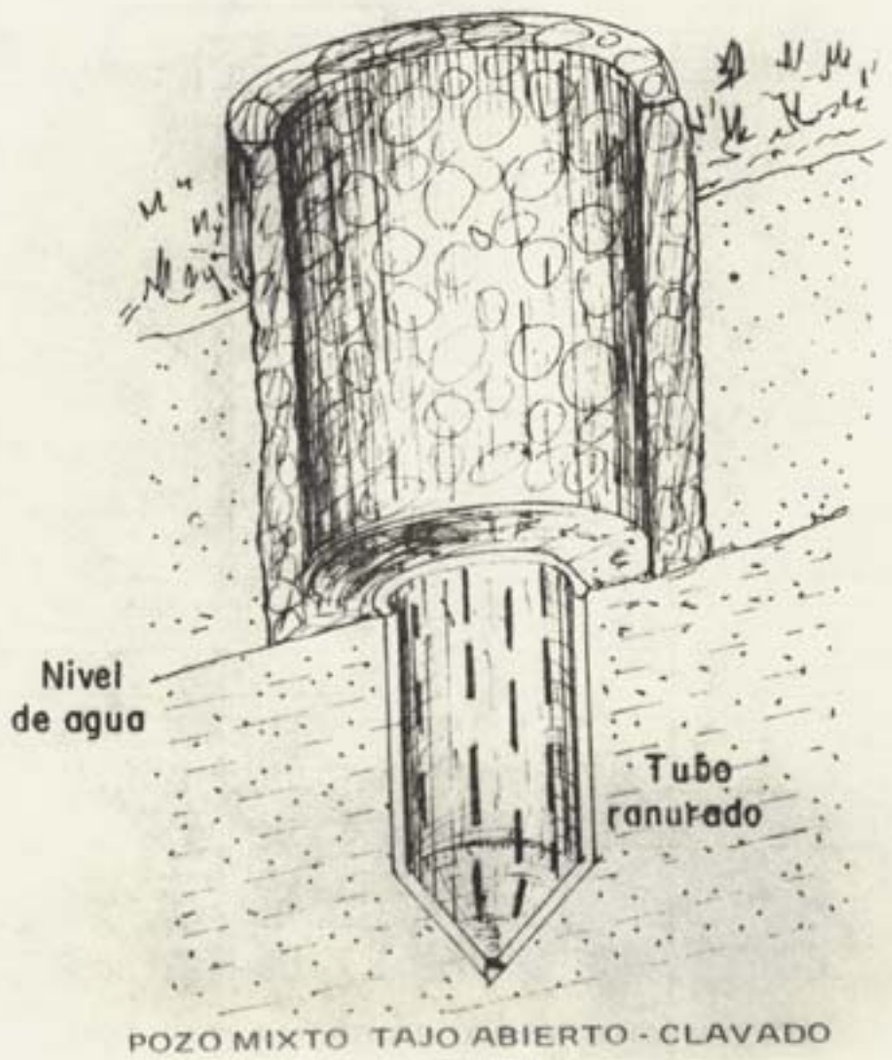
Cuando el terreno es inestable, perforar el primer metro de profundidad, construir el muro de ladrillo con juntas verticales libres; continuar excavando por debajo del anillo y hasta descender el primer anillo. Se continúa de la misma forma hasta completar la longitud del revestimiento con juntas verticales libres (2 á 6 m). Luego, se procede de la misma forma con la construcción de los anillos que quedarán fuera del agua, esta vez sin área libre, y hasta llegar a más o menos 1 m sobre la superficie del suelo (brocal).

Pozo Revestido con Piedra.

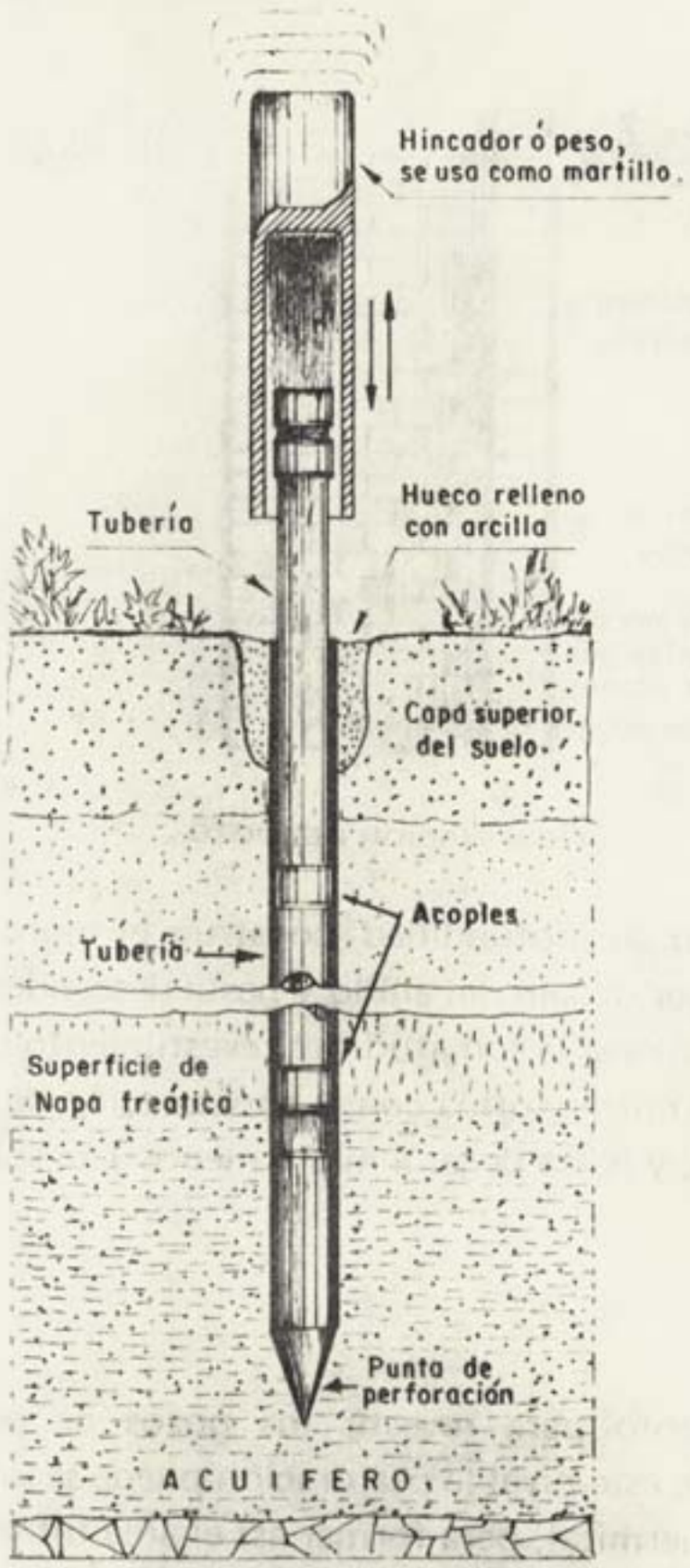
En lugar de ladrillo se puede utilizar piedra y cemento para revestir los pozos de poca profundidad y sólo hasta el nivel del agua. Por debajo de este nivel la perforación puede seguir a pared desnuda (siempre que la estabilidad del terreno lo permita), para formar así el área filtrante del pozo. En caso de no ser posible proceder de la manera indicada, hincar puntas coladoras o tubos ranurados para formar la sección de admisión del pozo. Este tipo de revestimiento sólo es factible en pozos de poca profundidad y hasta el nivel del agua.



POZO CON AREA FILTRANTE SIN REVESTIR



POZO MIXTO TAJO ABIERTO - CLAVADO



HERRAMIENTA PARA
HINCAR POZOS A 7 ú 8 m.

CONSTRUCCION DE POZOS HINCADOS

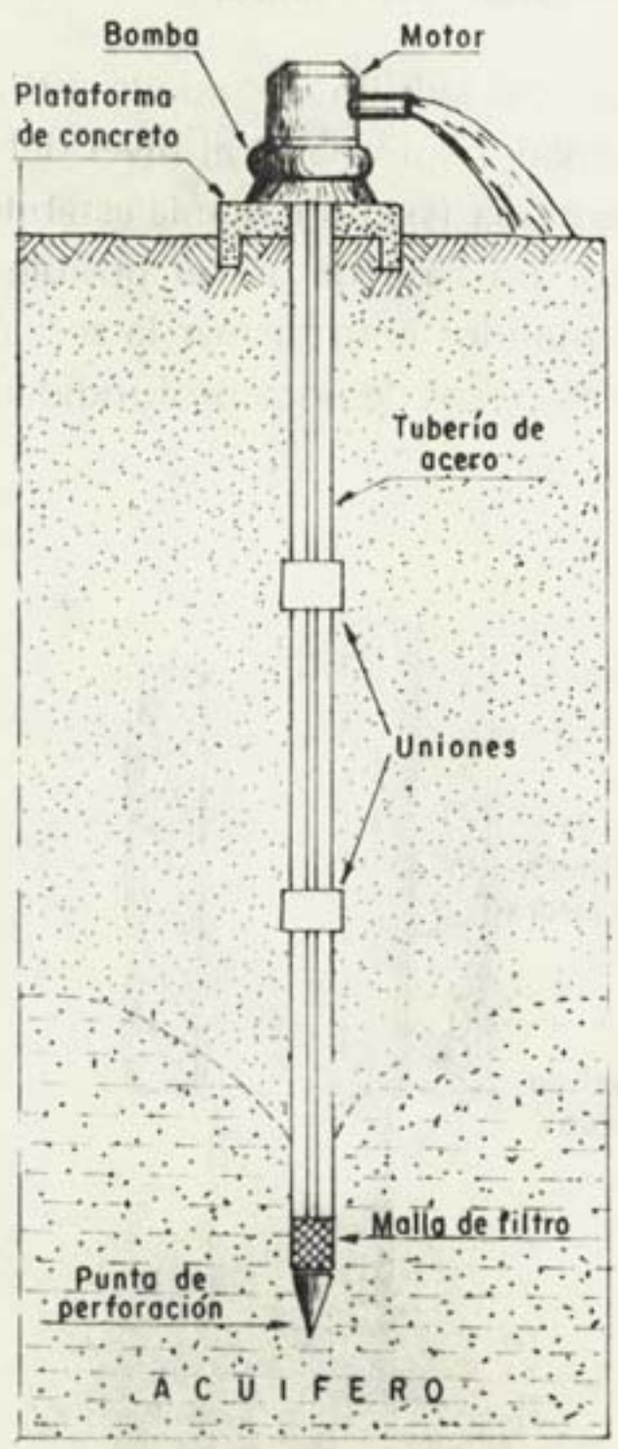
Es un pozo que se construye hundiendo en el suelo una tubería de pequeño diámetro (1 1/2" á 3"), en cuyo extremo inferior lleva una malla de filtro de bronce con la punta cónica de acero. Sus partes son:

. Filtro con punta de acero
. Tubería (tramos de 1.5 m y espesor 1/8")
. Acoples (rosca)

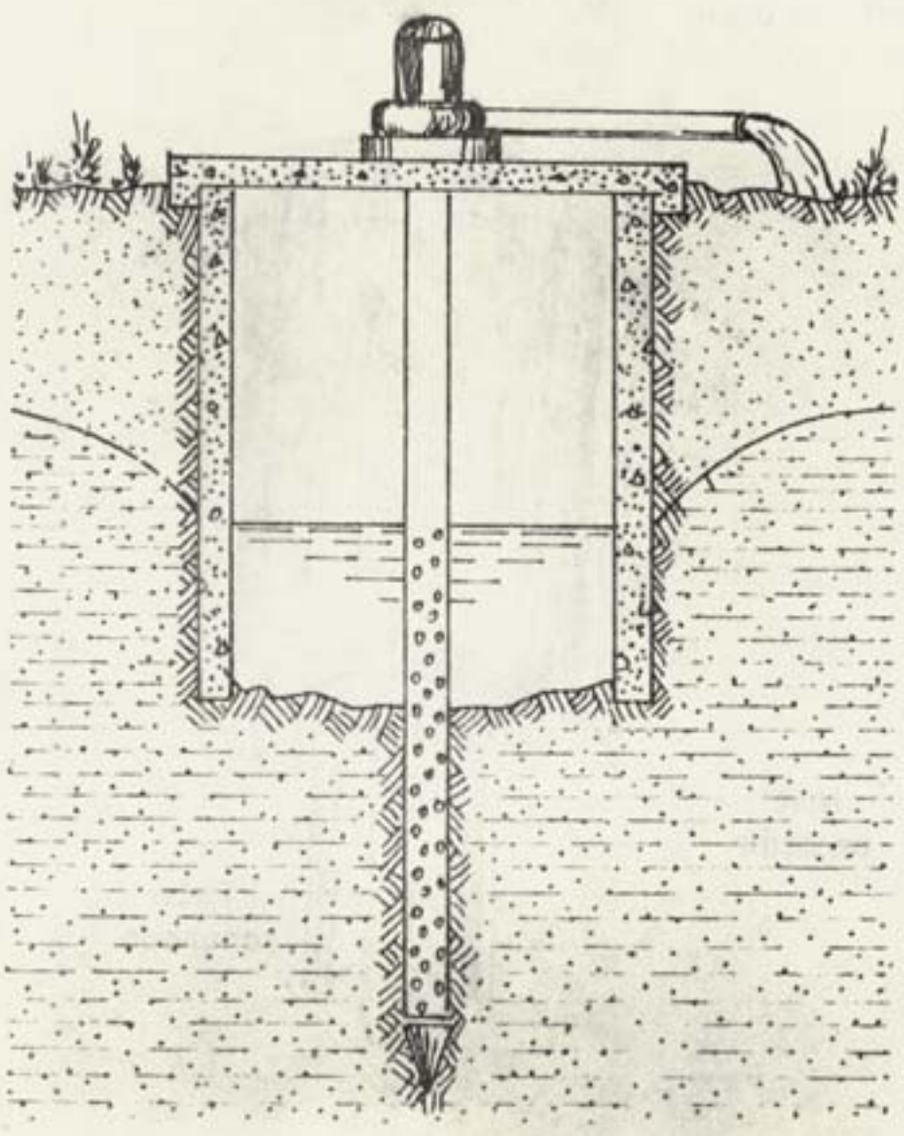
La construcción puede hacerse hincando directamente mediante golpes en el extremo superior de la tubería, o haciendo previamente un agujero con una barrena de mano.

La profundidad de estos pozos es generalmente de 7 á 8 m., pero pueden ser más profundos si previamente se construye un pozo a tajo abierto en cuyo fondo es clavada la tubería y filtro (pozo mixto: tajo abierto-hincado).

Con este pozo es posible extraer sólo pequeños caudales, no mayores de 3 1/s.



POZO TUBULAR HINCADO,
CON EQUIPO, FUNCIONANDO



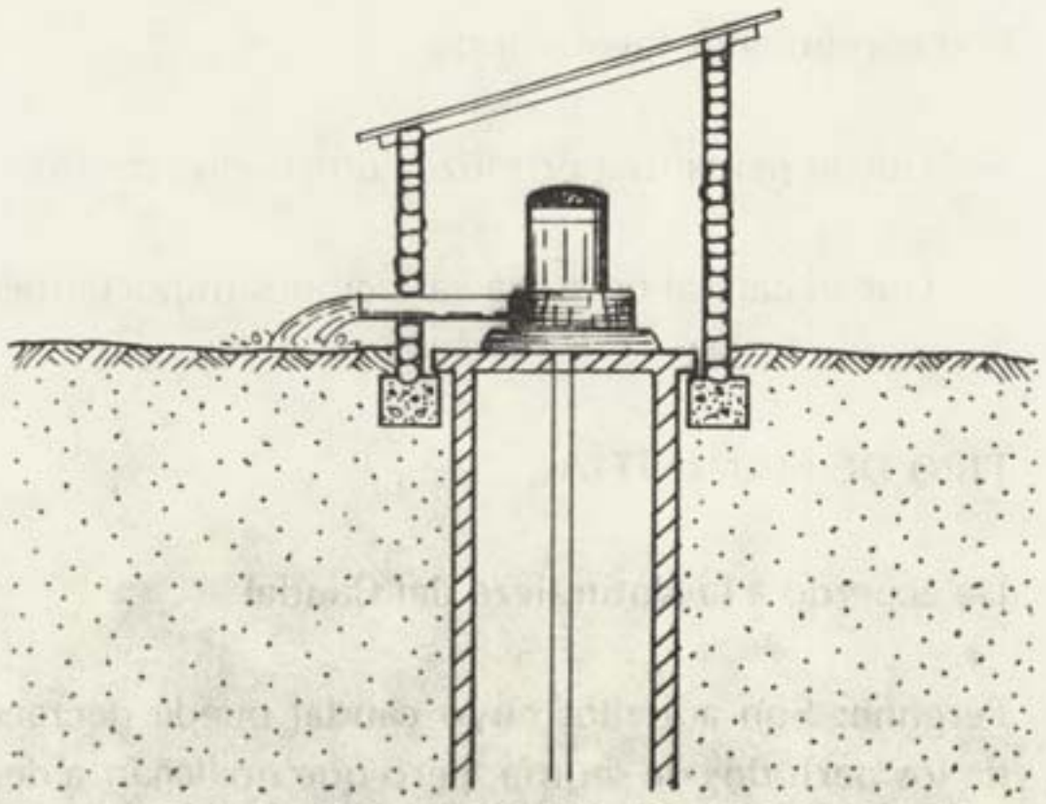
POZO MIXTO: A TAJO ABIERTO E HINCADO

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE POZOS

Una vez construída y puesta en funcionamiento una obra de captación de aguas subterráneas ella debe ser, desde el inicio, sujeta a normas de operación y mantenimiento para su mejor conservación. Así se alarga su vida útil y se preserva la calidad de sus aguas. Hay que tener en cuenta no sólo el trabajo, esfuerzo e inversión que su construcción ha demandado al propietario, sino la importancia que tiene el contar oportunamente con la cantidad de agua requerida para satisfacer las principales necesidades de la familia rural.

Recomendaciones.

- TAPA Y BORDES DE PROTECCION (BROCALES) para evitar accidentes y contaminación del agua subterránea.
- CASETA O TECHO de protección, con ventilación apropiada en caso de zonas de clima cálido.
- NO INTRODUCIR RECIPIENTES OXIDADOS.
- Periódicamente medir el FONDO DEL POZO para comprobar si se ha acumulado material y proceder a su extracción.



CASETA DE PROTECCION DEL EQUIPO DE BOMBEO

- Por lo menos una vez al año, HACER UNA LIMPIEZA DE LOS ORIFICIOS DE LOS ANILLOS, o antes si se nota menor producción del pozo. Esta limpieza se hace con una varilla de hierro de dimensiones adecuadas aprovechando la época en que el nivel de las aguas se encuentra más bajo. Si es posible, hacerla con la ayuda de un equipo de bombeo para permitir bajar aún más el nivel del agua.

- Por lo menos una vez por mes medir el NIVEL DEL AGUA dentro del pozo, antes de comenzar su extracción, para saber si es necesaria una reprofundización del pozo. En efecto, a veces un período prolongado de sequía puede hacer descender el nivel de las aguas subterráneas más allá del más bajo nivel encontrado a lo largo de un año normal. Es ahí donde es necesario proceder a reprofundizaciones, introduciendo nuevos anillos de cemento para el revestimiento adecuado del pozo.

- Medir periódicamente el CAUDAL DEL POZO.

- Tomar MUESTRAS DE AGUA para su análisis bacteriológico y físico-químico, si es posible una vez cada año o, antes, si hay señales de enfermedades que afectan a varios miembros de la familia o de la comunidad.

- Aplicar SOLUCIONES DE CLORO una vez al año o cuando hay indicios de contaminación.

- ANOTAR EN UN CUADERNO LAS MEDIDAS Y OBSERVACIONES, las fechas de su realización, así como todos los trabajos que se efectúen, indicando los gastos realizados.

MANANTIALES

SE DENOMINA ASI A LOS LUGARES DONDE EL AGUA BROTA EN FORMA NATURAL y que generalmente sale en forma de corriente.

LA EXPLOTACION DE LOS MANANTIALES ES ECONOMICA, YA QUE SE REQUIERE SOLO DE BUENAS CONDICIONES DE LA FUENTE. SIN CONSTRUCCIONES COSTOSAS NI EQUIPOS DE BOMBEO.

Son condiciones favorables:

- Que el manantial produzca una buena cantidad de agua; y,
- Que el caudal no sufra variaciones importantes durante el año; o, que sea permanente.

TIPO DE MANANTIAL

De **acuerdo a la Naturaleza del Caudal**

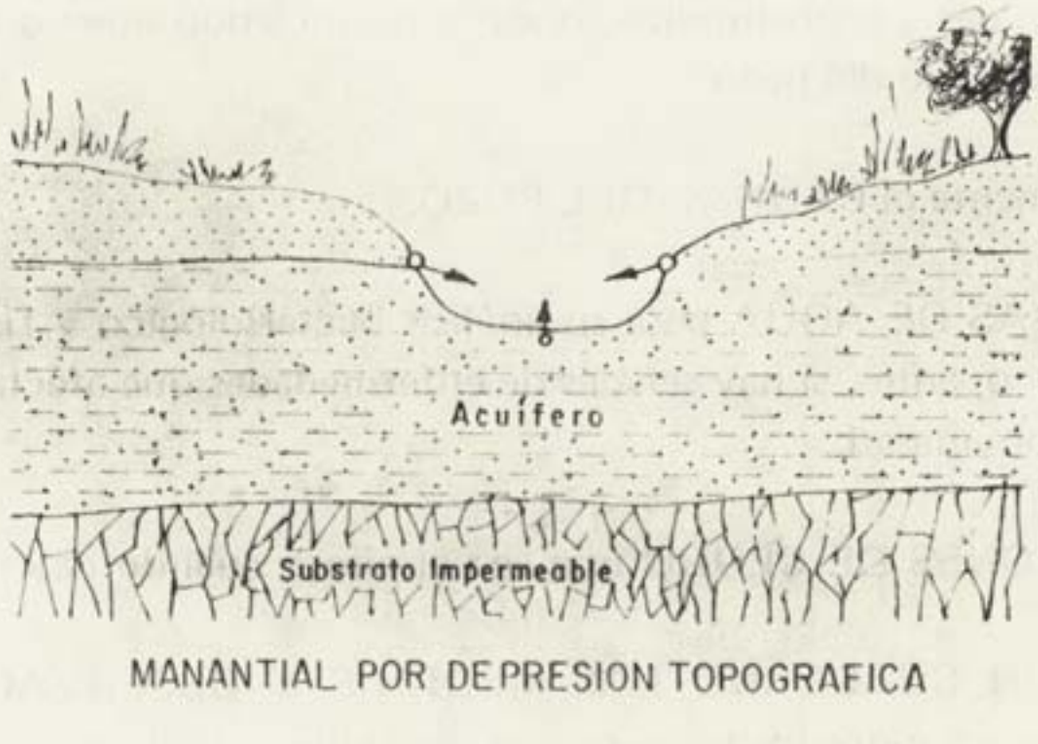
Perenne: Son aquellos cuyo caudal puede decrecer en ciertas épocas del año como consecuencia de los períodos de sequía, pero que no llegan a desaparecer nunca.

Estacionales: Son aquéllos que sólo aparecen poco después de un período de lluvias secándose poco después del inicio de las épocas de estío o sequedad.

Accidentales: Son aquéllos que aparecen en cualquier lugar como consecuencia de lluvias excepcionalmente intensas y luego desaparecen al cesar éstas.

De **acuerdo al Fenómeno que los Origina.**

Depresión topográfica: que hace que las aguas subterráneas aparezcan en la superficie.



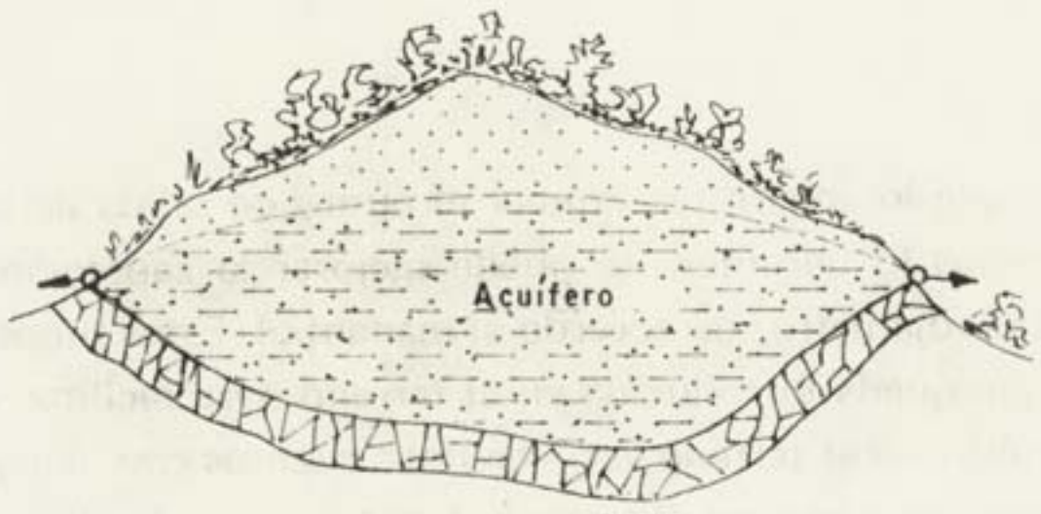
MANANTIAL POR DEPRESION TOPOGRAFICA

Accidente topográfico subterraneo de la roca impermeable que limita el acuífero subterráneo:



MANANTIAL POR ACCIDENTE DEL SUBSTRATO IMPERMEABLE

Infiltración: que sobrepasa la capacidad de la roca permeable, originándose así la aparición de aguas subterráneas en la superficie.



MANANTIAL POR EXCESO DE INFILTRACION

CAPTACION DE MANANTIALES

Captación propiamente dicha

Es la toma de las aguas en su punto de salida, en forma natural o con tubo.

Conducción.

Es la estructura que sirve para llevar el agua hasta su punto de aplicación (casa, sembrío, ganado), pasando o nó por un reservorio de almacenamiento o regulación. Los canales, canaletas, tuberías o manguera deben ser de una dimensión acorde al caudal del manantial, en su época máxima. Estas pueden iniciarse a la salida del o los tubos de captación o pueden partir directamente de los puntos de afloramiento.

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

Captación propiamente dicha

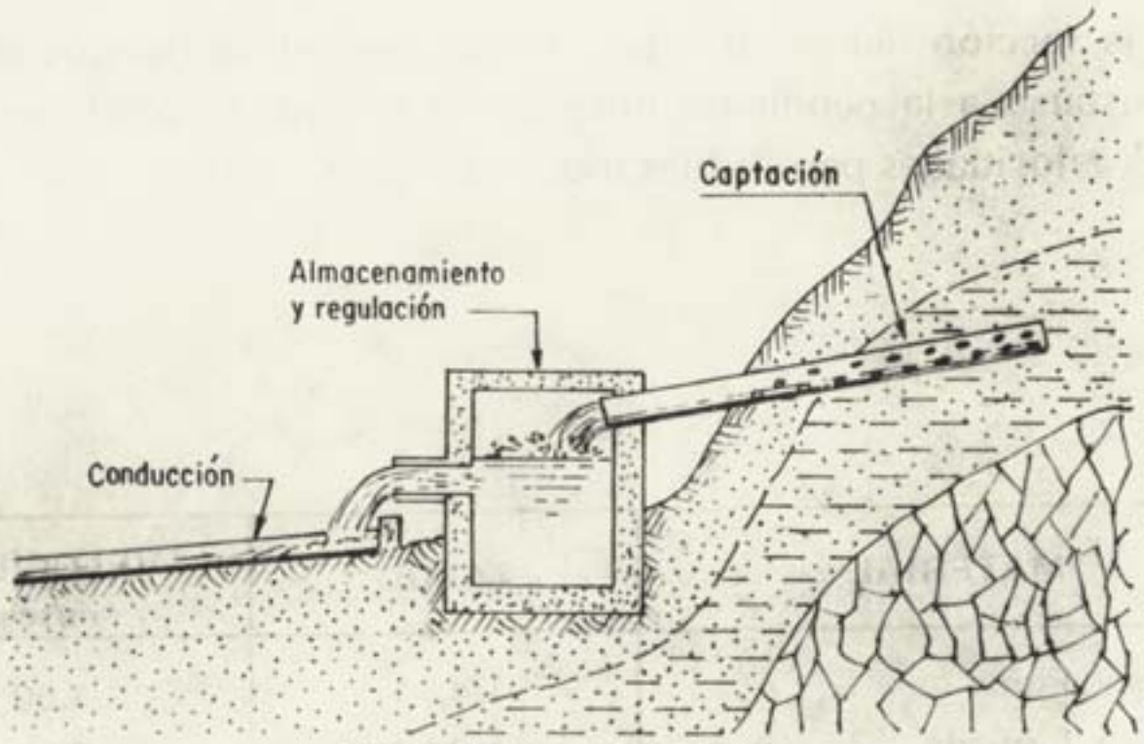
Antes de realizar obras de captación se debe medir el caudal una vez por mes a lo largo de un año por lo menos, y tomar muestras de agua para su análisis bacteriológico y físico-químico, para conocer:

- El caudal mínimo disponible
- La magnitud de las obras a realizarse de acuerdo al caudal máximo.
- La conveniencia de invertir en las obras.
- El costo aproximado de la inversión.
- Si el agua es utilizable para la bebida de personas o animales o para fines de riego.

El procedimiento más simple lo constituye limpiar el punto de salida de las aguas. En zonas de ladera y cuando los terrenos lo permiten, se puede mejorar la captación introduciendo tubos de 1 a 2 ó más pulgadas de diámetro, de acuerdo al manantial. Estos tubos deben estar provistos de orificios en la parte que queda introducida en el terreno para facilitar la captación del agua. La introducción de los tubos en el terreno varía de unos cuantos cms. a algunas decenas de cms., dependiendo de la resistencia que ofrezca el terreno. Los tubos pueden instalarse horizontalmente o con un leve declive hacia la boca de la tubería. El material de los tubos puede ser hierro o plástico.

Debe evitarse siempre la utilización de explosivos para la limpieza de los puntos de afloramiento de agua; por lo general se obtienen resultados negativos ya que en vez de hacer más libre la salida del agua se producen obturamientos y el agua subterránea puede buscar otro lugar de emergencia secándose el manantial que se pretende captar, al desviar el agua su curso subterráneo.

En el caso de los manantiales que afloran en el fondo de zonas planas, generalmente debido a depresiones topográficas, la mejor forma de captarlas es mediante galerías filtrantes o excavaciones de gran diámetro 6 m, o más) y profundidades de 1.5 m por debajo del nivel mínimo del agua.



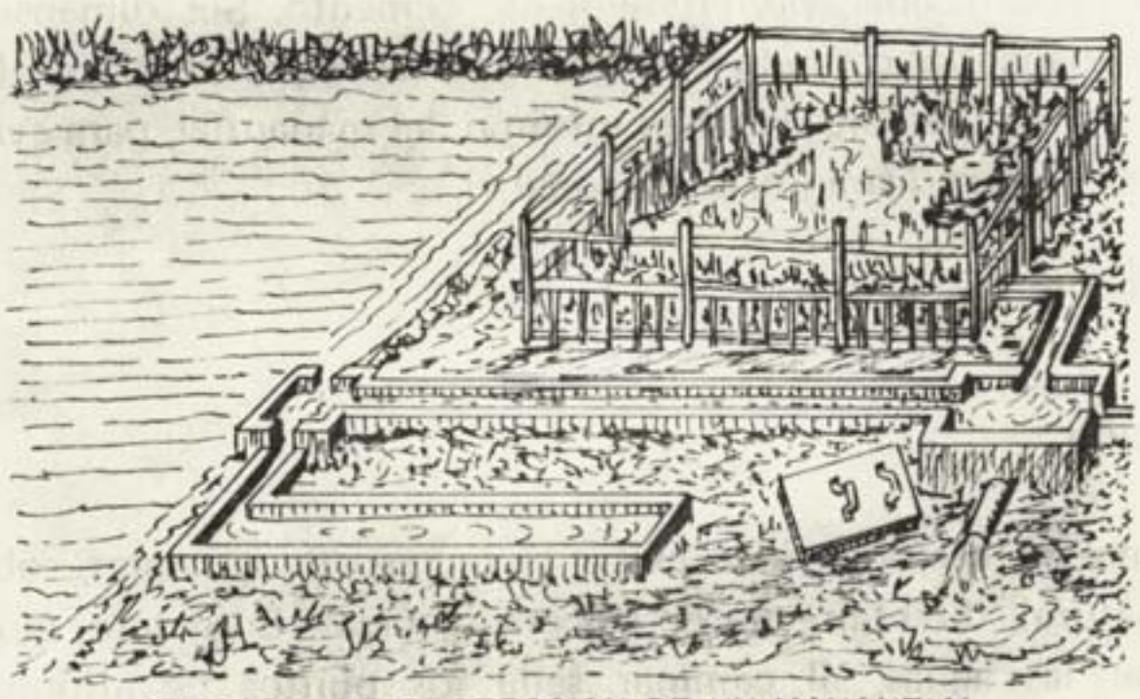
MANANTIAL CAPTADO

Reservorio.

Es una estructura que sirve para almacenar el agua y regular su flujo.

Protección.

Es la estructura que sirve para evitar la contaminación del agua y la destrucción o daño del punto de afloramiento o de captación.



CERCADO DE PROTECCION DE UN MANANTIAL

Conducción

Si se trata de una tubería, hacer la conexión hasta el punto de aplicación o hasta el reservorio, con la pendiente adecuada. Para los casos de canales, el cuadro siguiente muestra valores recomendables de talud y velocidad permisible, de acuerdo al terreno en que se desarrollen.

Las dimensiones de la sección del canal están en función del caudal que discurrirá por él y, la pendiente deberá ajustarse a la pendiente normal del terreno teniendo en cuenta que deberá evitarse sobrepasar las velocidades permisibles mostradas en el cuadro.

MATERIAL	TALUD	VELOCIDAD m/seg.
* Roca Firme	1/4: 1	1.50
* Roca Fisurada	1/2: 1	1.50
* Grava cementada, arcilla	3/4: 1	1.50
* Suelos Francos	1: 1	1.00
* Suelos Franco-Limosos	1 1/2: 1	0.80
* Suelos Franco-Arenosos	2: 1	0.60
* Suelos Arenosos	3: 1	0.50

Reservorio de Almacenamiento y Regulación.

Debe ser de material impermeable, preferentemente cemento. Sus dimensiones deben estar en función del caudal del manantial captado y de las necesidades por satisfacer. La parte superior del reservorio debe estar siempre debajo del nivel mínimo del manantial, para evitar el represamiento de la salida de las aguas, lo que disminuiría el caudal.

Estructura de Protección.

Los manantiales deben ser cercados para evitar el ingreso de animales, sobre todo cuando son captados en forma natural, directamente de sus emergencias. En efecto, el ganado por ejemplo, aparte de contaminar las aguas, al caminar sella los puntos de afloramiento de las aguas subterráneas, desapareciendo el manantial.

OPERACION Y MANTENIMIENTO

1. Mantener siempre limpio el punto de salida de las aguas.

2. Incrementar y preservar la vegetación de las cuencas receptoras de las aguas que originan el manantial.

3. Realizar periódicamente medidas de caudal.

4. Tomar periódicamente muestras de agua para proceder a su análisis físico-químico y bacteriológico.

5. Mantener en buen estado de conservación y limpieza las estructuras de protección, conducción, almacenamiento y regulación.

6. Anotar en un cuaderno las medidas y observaciones, así como las fechas de su realización.

En los sitios de almacenamiento o de captaciones mediante excavación en fondos planos, puede instalarse un equipo de bombeo y/o sifón, si es necesario.

GALERIAS FILTRANTES

UNA GALERIA FILTRANTE ES UNA ZANJA O TUNEL QUE INTERCEPTA EL AGUA SUBTERRANEA. Antes de construir, considerar la profundidad del nivel del agua y medir sus fluctuaciones para conocer cuáles serán las características adecuadas de las galerías (profundidad, longitud, etc.). Así se evitará que las galerías queden secas en determinadas épocas del año, o que su longitud sea pequeña. El caudal depende de la permeabilidad del terreno y de las dimensiones de las galerías filtrantes, principalmente de la longitud y de la profundidad.

Igualmente, es necesario realizar análisis de las aguas subterráneas de la zona para conocer si su calidad es aceptable.

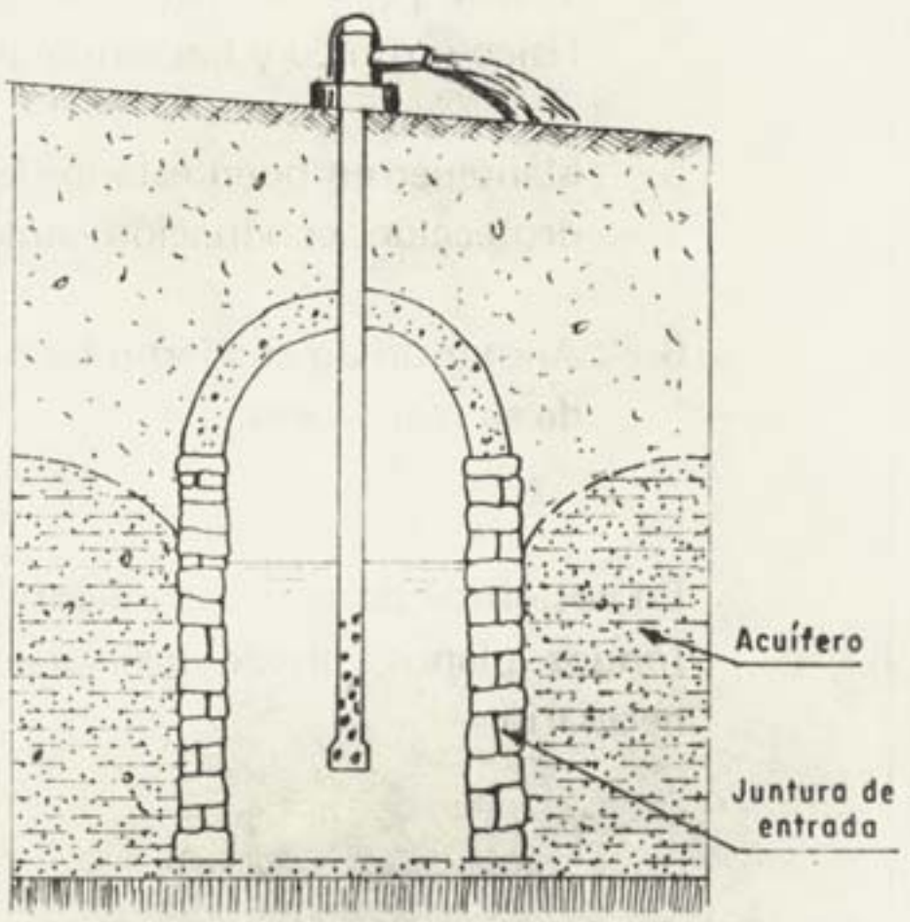
En general, el diseño de las galerías y sus aspectos constructivos son similares a los que se emplean para el drenaje. La diferencia radica que en el primer caso se captan aguas para su utilización; en el segundo, generalmente se trata de evacuar aguas que se empantanan y salinizan los terrenos.

Las principales características de estas zanjas están referidas al material del suelo para poder darles el talud correcto y evitar posibles derrumbes. El cuadro mostrado para la CONDUCCION (Pág. 40) es válido para la estimación del talud. La sección transversal de estas zanjas estará en función de su profundidad, la que a su vez dependerá de la ubicación de la napa freática; es recomendable, por razones de construcción, que el ancho inferior de la sección tenga un mínimo de 0.60 m con el fin de facilitar las labores constructivas y de mantenimiento. La pendiente estará en función de su longitud; así, cuando éstas son de pequeña longitud la pendiente podrá ser cero (0), es decir a nivel; y, para el caso de longitudes apreciables está en función del gasto y de las velocidades permisibles señaladas en el cuadro de la página 39.

El agua subterránea fluye a la zanja o túnel a través de sus paredes. El fondo de la galería es construído con una pendiente que permite el movimiento del agua hacia uno de sus extremos de donde es bombeada hacia la superficie. LAS GALERIAS DEBEN CONSTRUIRSE PERPENDICULARMENTE A LA DIRECCION DEL FLUJO.

GALERIAS Zanja
FILTRANTES Zanja entubada

La galería tipo túnel no será objeto del presente instructivo, por demandar su construcción procedimiento que requieren medios muy complicados para su puesta en obra.

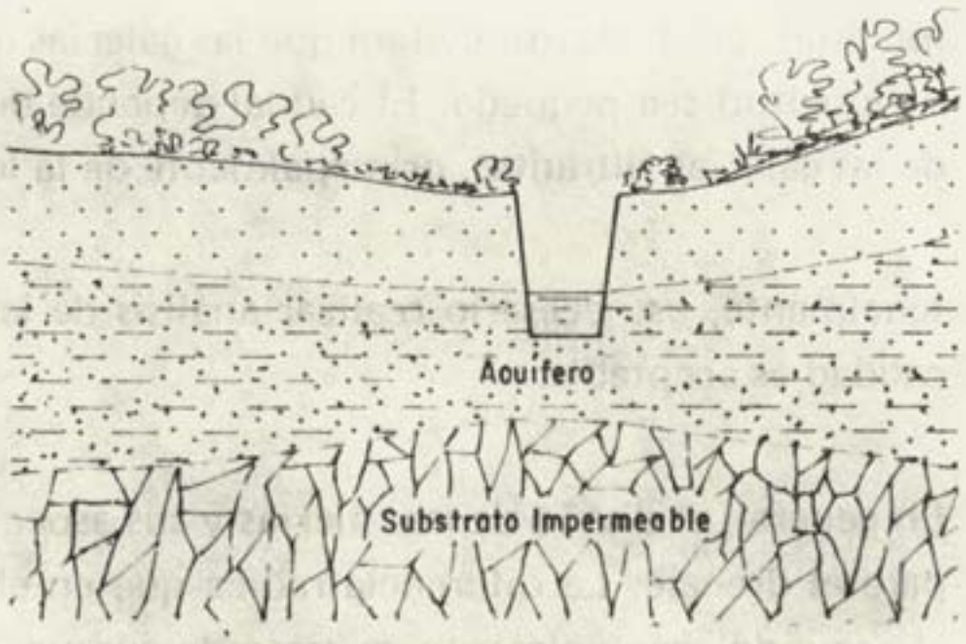


GALERIA TIPO TUNEL

GALERIA FILTRANTE TIPO ZANJA

Es una zanja de sección generalmente trapezoidal. La profundidad depende del nivel del agua. La longitud y el tamaño de la sección dependen del caudal por extraer.

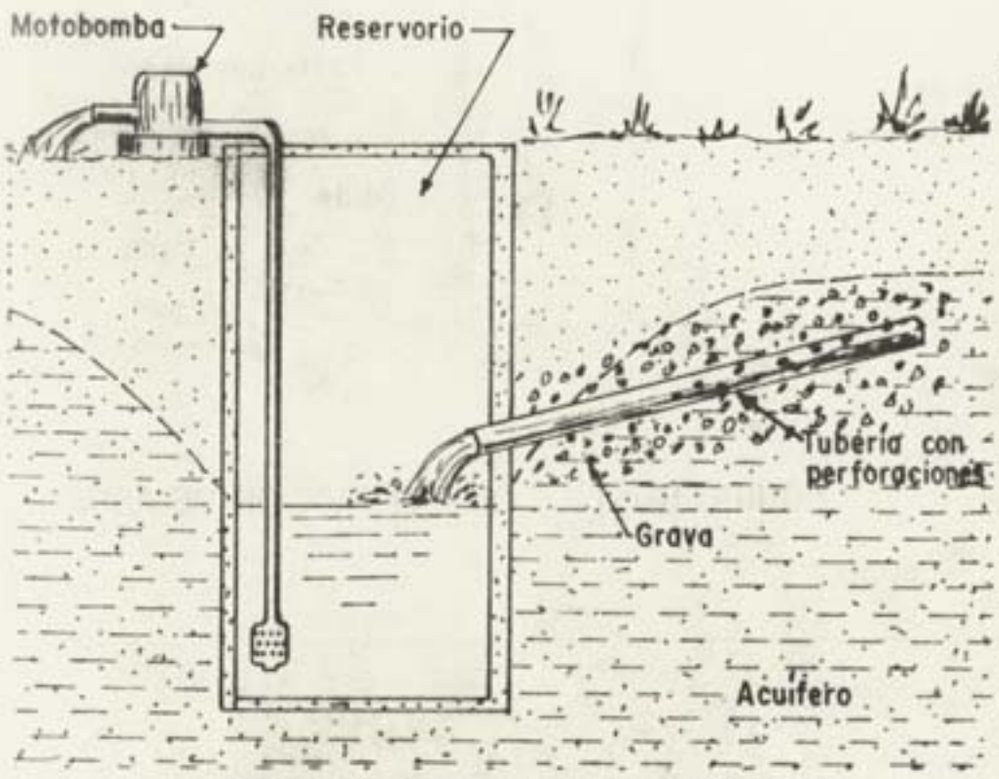
Cuando los caudales que se extraen son pequeños puede ser necesario construir un reservorio en el extremo más bajo de la galería. Este tipo de captación no es muy recomendable para uso potable por estar expuesto a contaminación.



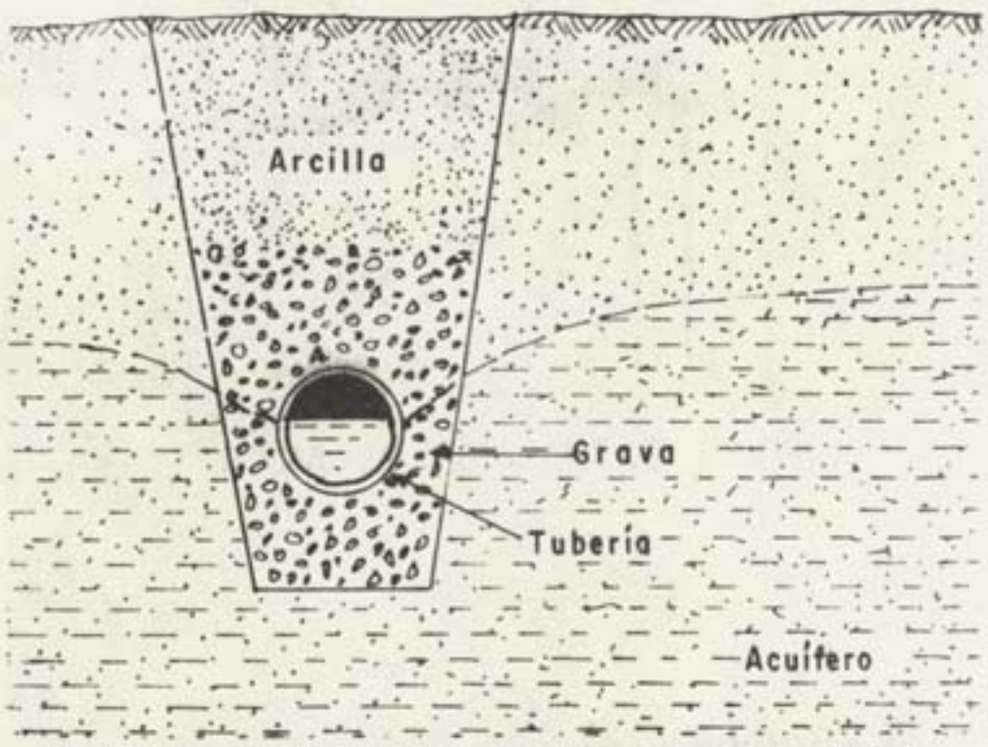
GALERIA FILTRANTE TIPO ZANJA

GALERIA TIPO ZANJA ENTUBADA

Está provista de segmentos de tubería, los mismos que pueden presentar orificios. El agua fluye a la galería a través de éstos y de las junturas de los segmentos. Alrededor del entubado lleva una cubierta o filtro de grava.



GALERIA TIPO ZANJA ENTUBADA
(Sección Longitudinal)



SECCION TRANSVERSAL DE GALERIA FILTRANTE
TIPO ENTUBADA

OPERACION Y MANTENIMIENTO

Cada cierto tramo de la longitud de una galería filtrante debe haber acceso para proceder a su limpieza y conservación.

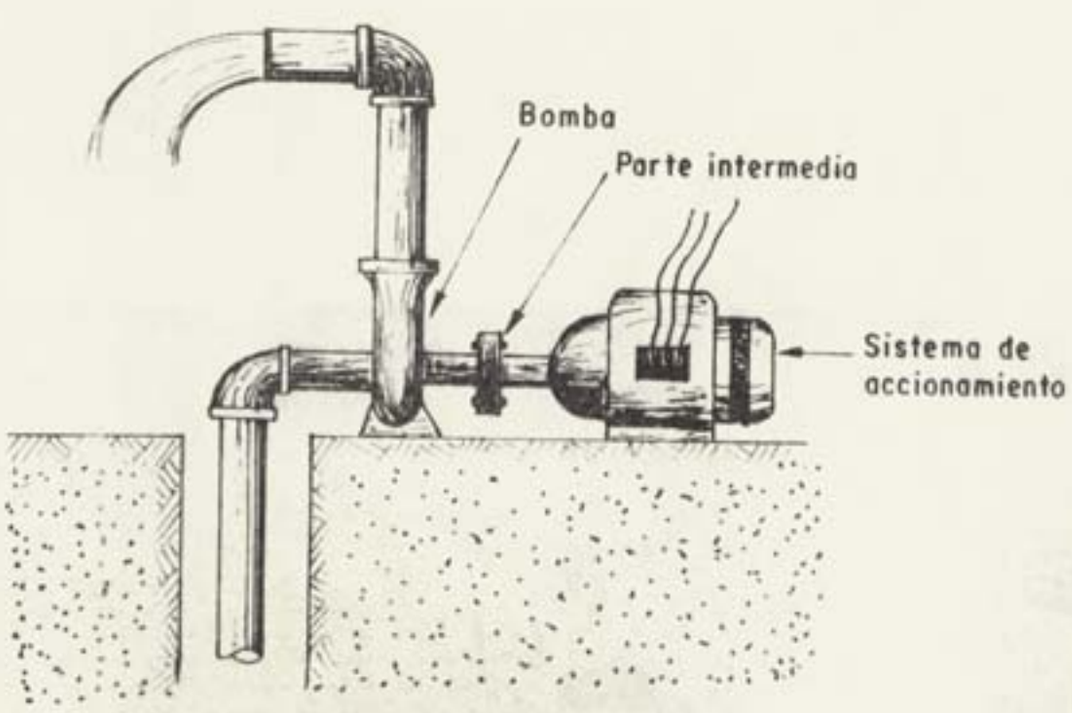
La disminución de la eficiencia del funcionamiento de una galería, puede deberse a la acumulación de sedimentos o a la obstrucción del sistema por ingreso de raíces.

La limpieza del sistema puede realizarse una vez al año en la misma forma que se procede en las zanjas de drenaje.

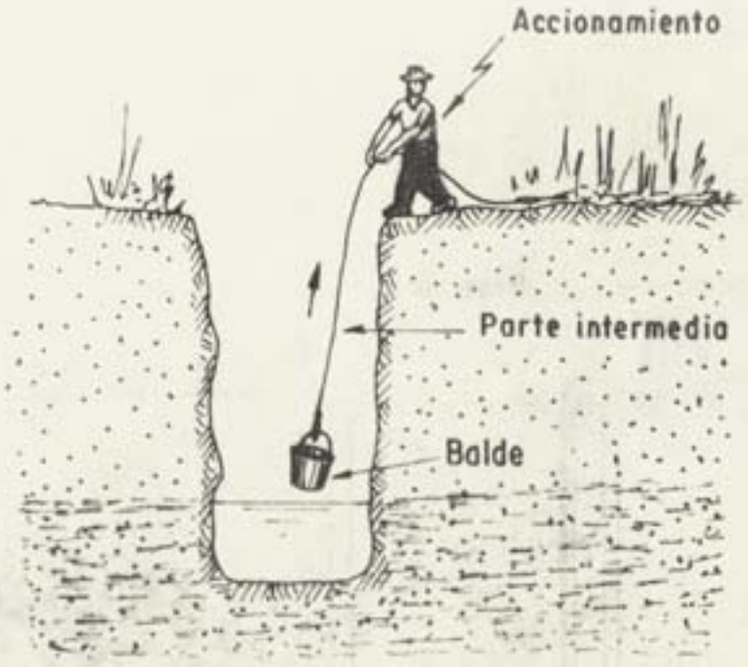
EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS

Cuando se necesita extraer agua de un pozo se utilizan herramientas mecánicas o de construcción rústica denominados equipos de bombeo.

PARTES DE UN EQUIPO DE BOMBEO



EQUIPO DE EXTRACCION MECANICA



EQUIPO RUSTICO DE EXTRACCION DE AGUA

1. **La Bomba.**

   Es la parte más importante. Siempre está en contacto con el agua, permitiendo extraerla o elevarla.

2. **La Parte Intermedia.**

   Permite el acoplamiento de la bomba con el accionamiento; puede ser soya, faja, eje, cardán, etc.

3. **Accionamiento.**

   Permite mover un accesorio o una bomba para elevar el nivel de agua.

No se consideran en el presente instructivo tipos de bomba más complicados como por ejemlo: bombas de turbinas vertical, de inmersión (sumergibles), de impulsión, etc. Igualmente en lo referente a los tipos de accionamiento y energía, no se ha incluído la energía eléctrica, atómica, geotérmica., etc.

SERVICIO NACIONAL UNIDAD

BOMBAS

TIPOS DE BOMBAS

1 Recipientes

2 Bombas de Pistón — Aspirante - Impelente / Aspirante

3 Bombas centrífugas de succión — Motobombas

4. Bombas centrífugas con inyector

Recipientes

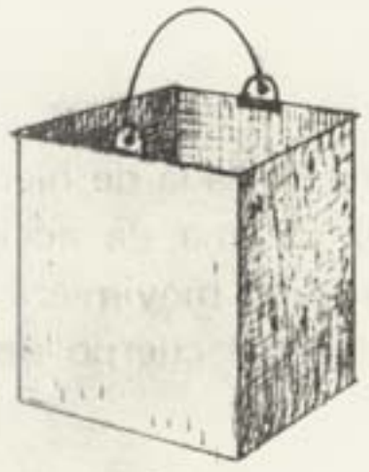
Caudales:	De acuerdo a la capacidad del recipiente.
Altura de Succión:	30 metros
Altura de Descarga:	——
Tipo de Accionamiento:	Manual



Balde



Cubo



Lata

RECIPIENTES

Bombas de Pistón Aspirante - Impelente.

Características:

Caudales:	Hasta 2 l/s
Altura de Succión:	Hasta 7 m.
Altura de Descarga:	Hasta 3 m sobre el nivel de la bomba
Tipo de Accionamiento:	Manual o molino de viento

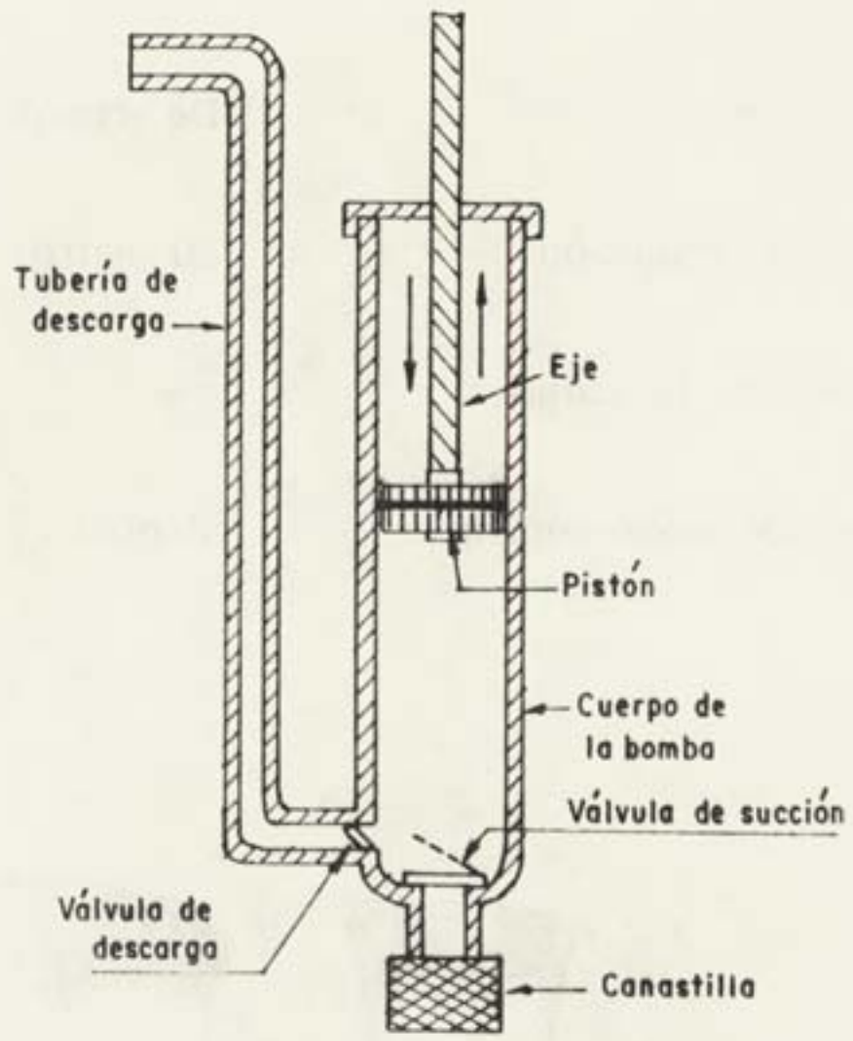
Descripción de las Partes:

Cuerpo de la bomba: Es la parte principal de la bomba. Su función principal es contener el agua que se va a bombear.

Válvula de Compuertas de Succión: Permite el ingreso del agua dentro del cuerpo de la bomba.

Válvula de Compuerta de Descarga: Permite descargar el agua que se va a bombear.

Eje: Es una varilla delgada de hierro que une al pistón con el sistema de accionamiento. Su función es darle un movimiento ascendente al pistón dentro del cuerpo de la bomba.



BOMBA DE PISTON

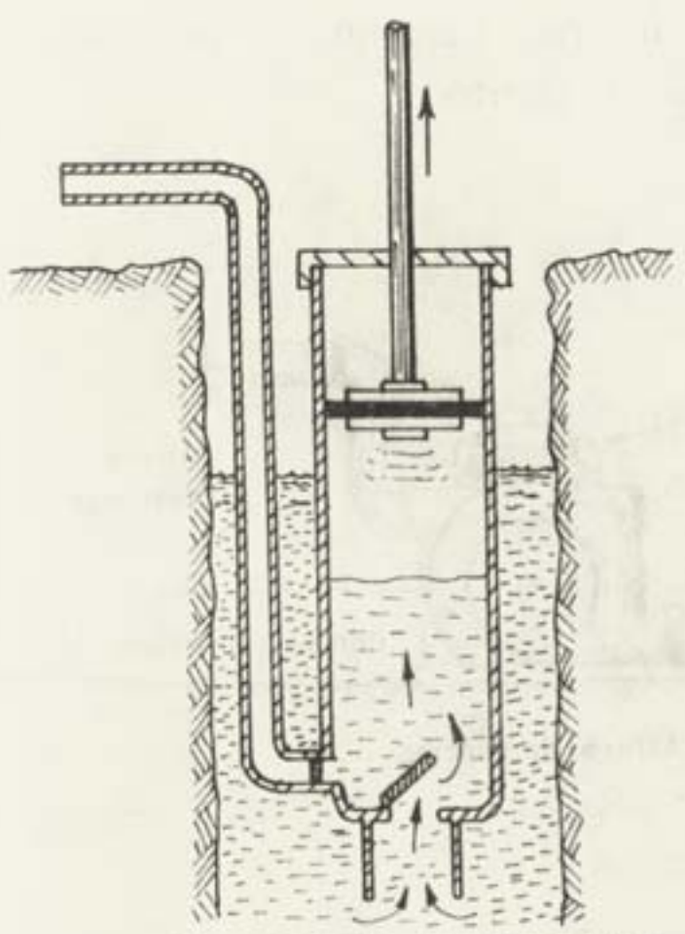
Pistón: Es un conjunto formado por ruedas de madera y discos de jebe o lona intercalados entre las ruedas. Su función es aspirar e impulsar el agua que se encuentra dentro del cuerpo de la bomba.

Tubería de Descarga: Es aquella que permite llevar el agua desde el cuerpo de la bomba hasta el lugar de la descarga.

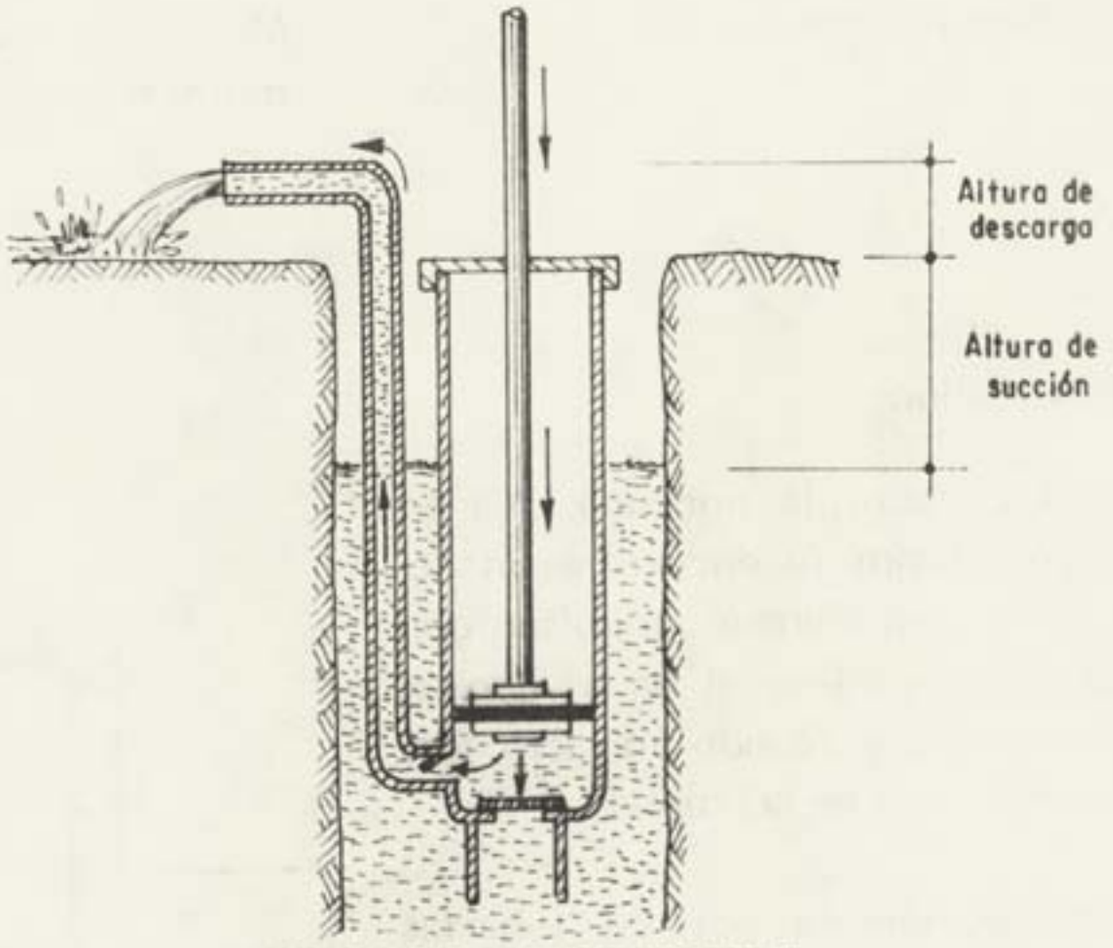
Canastilla: Es una rejilla en forma circular que no permite el ingreso de materiales extraños al interior del cuerpo de la bomba (arena, ramas, piedra, etc.).

Funcionamiento:

– **Movimiento Ascendente:** Al subir el pistón disminuye la presión dentro del cuerpo de la bomba. Se abre la válvula de succión permitiendo el ingreso del agua. La válvula de descarga se cierra; una vez que el pistón llega a su máximo punto superior se produce el otro movimiento.



MOVIMIENTO ASCENDENTE



MOVIMIENTO DESCENDENTE

– **Movimiento Descendente:** Al descender el pistón, ejerce presión en el agua contenida dentro del cuerpo de la bomba, lo cual permite cerrar la válvula de succión y abrir la válvula de descarga, impulsando el agua a través de la tubería al lugar de descarga.

Operación y Mantenimiento.

Es necesario hacer una revisión periódica de por lo menos una vez por año, para verificar el estado de las partes desgastables (pistón, lona, etc.) y proceder a su reemplazo oportuno.

Bombas de Pistón Aspirante.

Características:

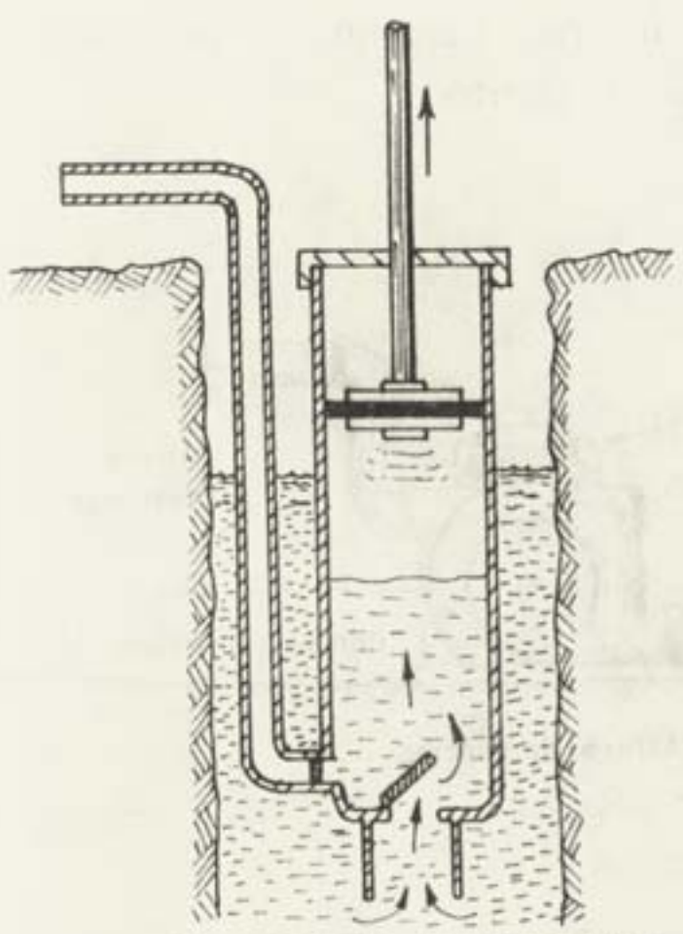
Caudales:	Hasta 2 l/s
Altura de Succión:	Hasta 7 m
Altura de Descarga:	Hasta 3 m encima del nivel de la bomba.
Tipo de Accionamiento:	Manual o molino de viento

Descripción:

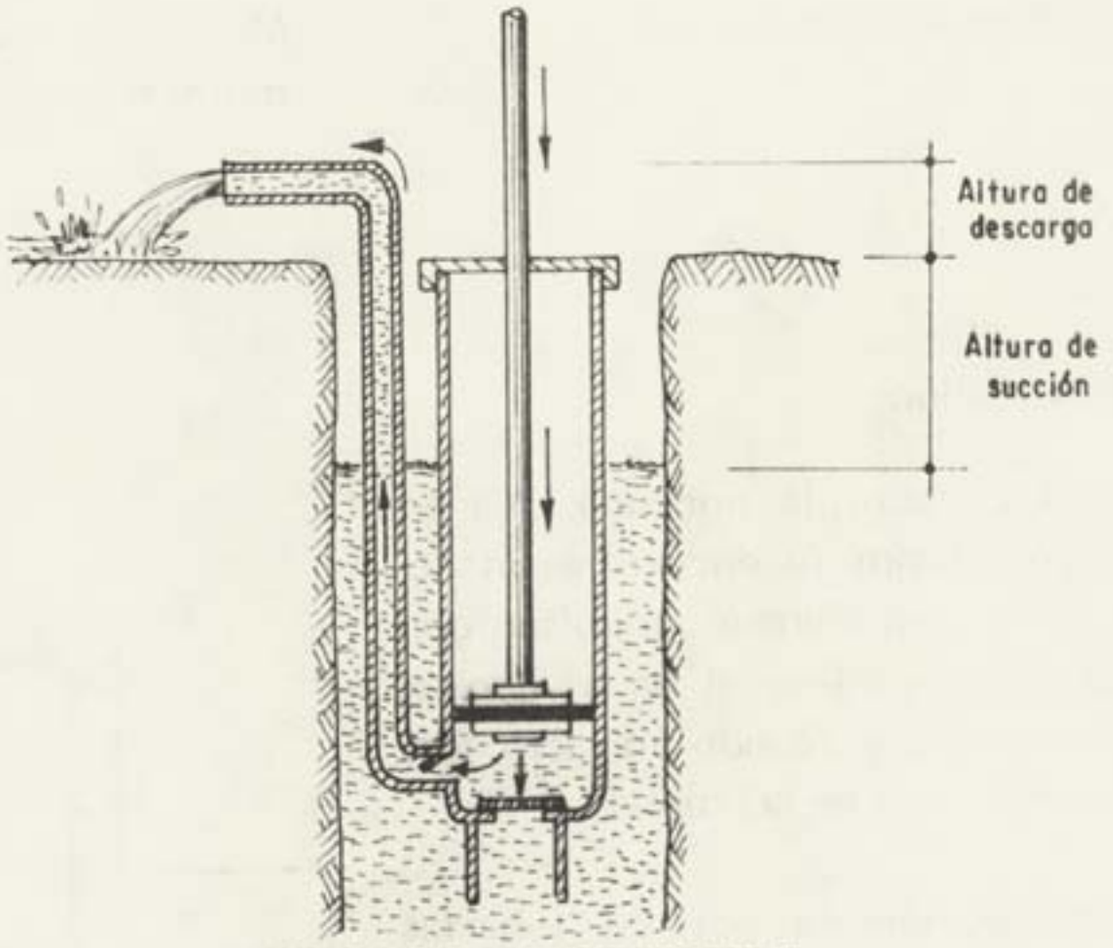
Es similar en su construcción, características, funcionamiento, operación y mantenimiento a la bomba aspirante –impelente. La diferencia estriba en que la válvula de descarga se encuentra instalada en el pistón.

Funcionamiento:

– **Movimiento Ascendente:** Al subir el pistón disminuye la presión dentro del cuerpo de la bomba. Se abre la válvula de succión permitiendo el ingreso del agua. La válvula de descarga se cierra; una vez que el pistón llega a su máximo punto superior se produce el otro movimiento.



MOVIMIENTO ASCENDENTE



MOVIMIENTO DESCENDENTE

– **Movimiento Descendente:** Al descender el pistón, ejerce presión en el agua contenida dentro del cuerpo de la bomba, lo cual permite cerrar la válvula de succión y abrir la válvula de descarga, impulsando el agua a través de la tubería al lugar de descarga.

Operación y Mantenimiento.

Es necesario hacer una revisión periódica de por lo menos una vez por año, para verificar el estado de las partes desgastables (pistón, lona, etc.) y proceder a su reemplazo oportuno.

Bombas de Pistón Aspirante.

Características:

Caudales:	Hasta 2 l/s
Altura de Succión:	Hasta 7 m
Altura de Descarga:	Hasta 3 m encima del nivel de la bomba.
Tipo de Accionamiento:	Manual o molino de viento

Descripción:

Es similar en su construcción, características, funcionamiento, operación y mantenimiento a la bomba aspirante –impelente. La diferencia estriba en que la válvula de descarga se encuentra instalada en el pistón.

Bombas Centrífugas de Succión

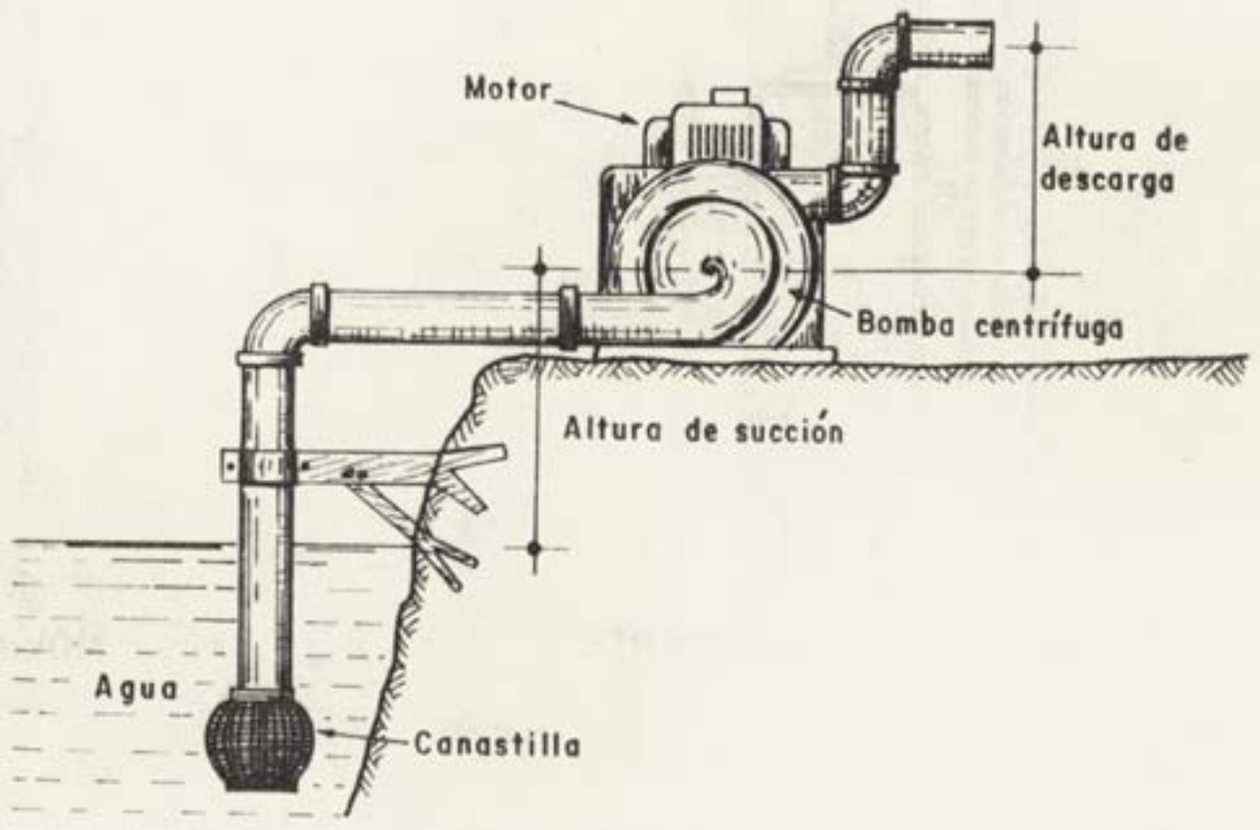
Características:

Caudal:	Hasta 150 l/s
Altura de Succión:	No más de 7 m
Altura de Descarga:	Hasta 30 m sobre el suelo
Tipo de Accionamiento:	Motor de combustión interna (gasolina o petróleo), motor eléctrico y molinos de viento.

Descripción:

Está constituída por una caja en cuyo interior se encuentra un accesorio denominado impulsor que succiona y eleva el agua al girar como hélice, creando un vacío dentro de la caja de la bomba.

Está compuesta por las tuberías de succión y las tuberías de descarga.



Operación y Mantenimiento:

Antes de poner en funcionamiento es necesario:

- Ver si la profundidad del nivel del agua dentro del pozo se encuentra a la altura de succión de la bomba (menos de 7 m).
- No hacer funcionar la bomba sin agua dentro de la caja y tubería de succión, porque puede dañar la bomba y los sellos ("cebar" la bomba antes).
- El eje de la bomba se lubrica con gotas de agua que salen del sello.
- La tubería de succión no debe colgar de la bomba. Debe tener su propio sistema de sujeción.
- No desarmar la bomba si no se conoce bien.
- Es necesario lubricar el equipo con grasa apropiada y de buena calidad cada 600 horas o 6 meses de trabajo en zonas de clima seco; en cambio en zonas de clima húmedo debe lubricarse cada 300 horas de funcionamiento.

Los 7 m de altura máxima de succión son válidos hasta 300 m sobre el nivel del mar. A mayor altitud disminuye la altura de succión, a razón de 1.2 por cada 1000 m.

Fallas y Causas

- No bombea agua
  - Baja velocidad de la bomba
  - Altura de succión mayor de 7 m.
  - Impulsores trabados
  - Falta cebar la bomba
- Bajo caudal de bombeo
  - Baja velocidad de la bomba (revisar sistema de accionamiento)
  - Altura de succión mayor de 7 m.
  - Impulsores sucios
  - Escapes de aire en tubería de succión
  - Válvula de pié trabada
  - Altura de descarga mayor que la indicada
- Vibración de la bomba
  - Cimientos no nivelados
  - Falta de alineamiento con el sistema de accionamiento
  - Eje doblado
  - Impulsor atascado
  - Cojinetes desgastados
- Presión de descarga baja
  - Poca velocidad de la bomba
  - Impulsor deteriorado
  - Escapes por las empaquetaduras o etapas
  - Agua con bolsas de aire

Bombas Centrífugas con Inyección de Aire.

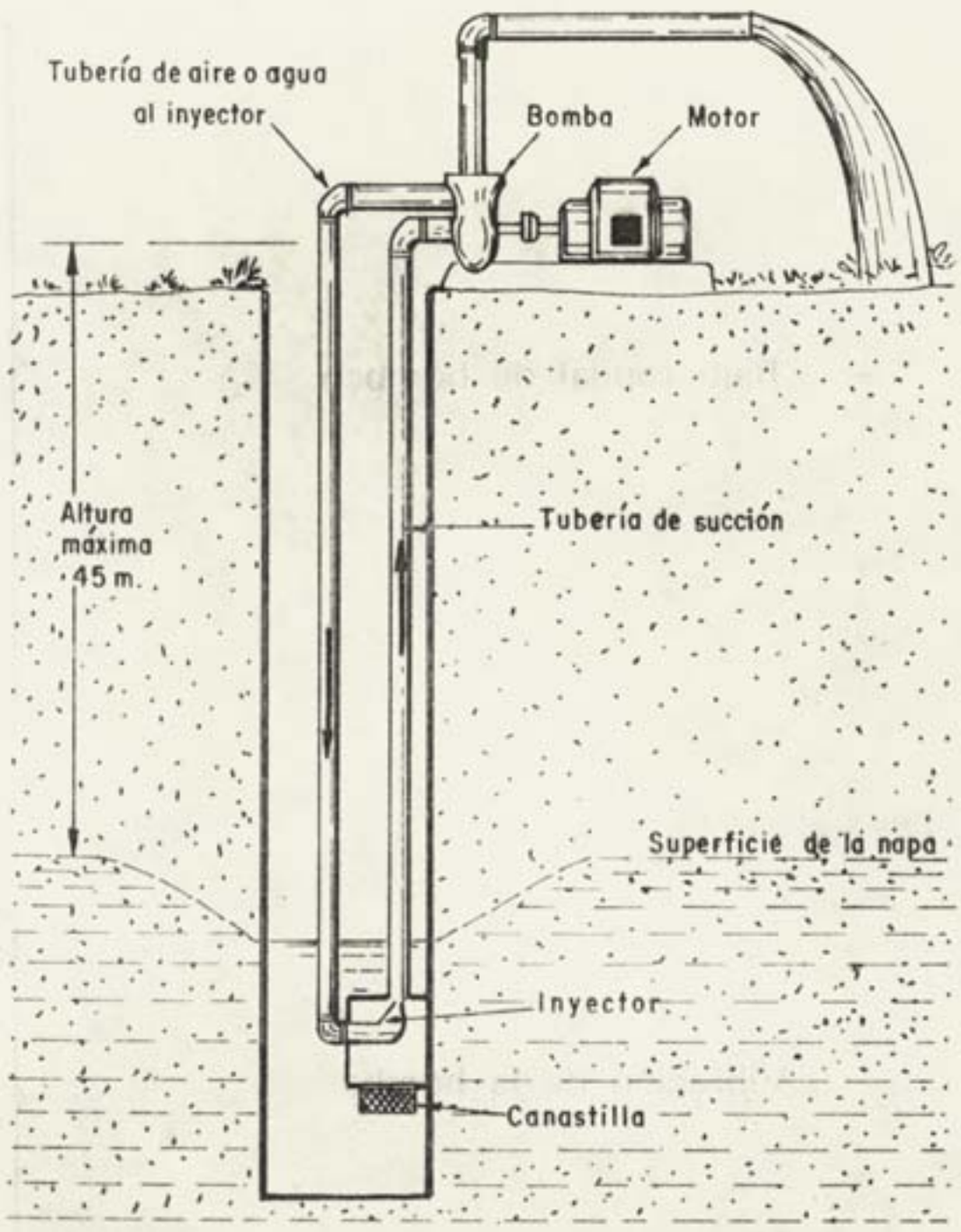
Características:

Caudal: Hasta 3 l/s
Altura de Succión: Hasta 45 m
Altura de Descarga: Hasta 15 m sobre el nivel de la bomba
Tipo de Accionamiento: Motor de combustión interna (gasolina o petróleo); motor eléctrico y molinos de viento.

Partes:

- **Cuerpo de la Bomba:** Es el mismo que la bomba centrífuga de succión con la única diferencia que la caja tiene dos orificios, uno que se encuentra en el centro y que corresponde a la tubería que lleva el agua para que sea bombeada por la tubería de descarga; el otro orificio se encuentra encima del anterior y sirve para inyectar aire o agua a través de la tubería de inyección para impulsar el agua a través de la tubería de descarga.

- **Inyector:** Es un aditamiento con un orificio de salida pequeño que hace que el aire o agua salga con mayor fuerza dentro de la tubería de succión, permitiendo que el agua sea bombeada desde una profundidad máxima de 45 m.



EXTRACCION DE AGUA CON BOMBA CENTRIFUGA Y CON INYECCION DE AIRE

Operación y Mantenimiento:

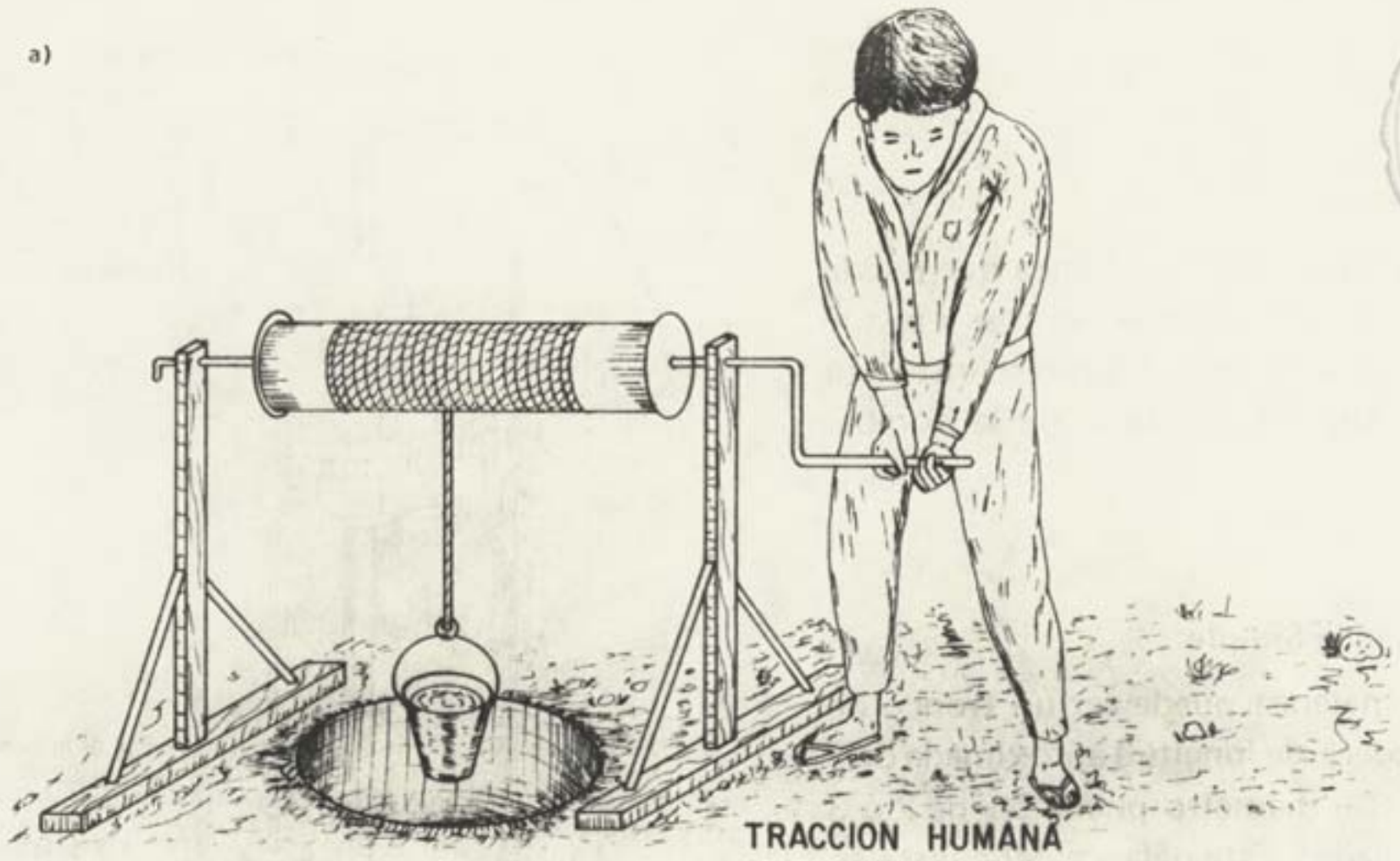
Similar a los de las bombas centrífugas de succión.

SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO

Los sistemas de accionamiento comunes y más difundidos son los siguientes:

Accionamiento Manual	Torno Manija Palanca Simple Palanca con Contrapeso
Accionamiento Mecánico	Motor a gasolina Motor Diesel Motor eléctrico
Accionamiento eólico	Aeromotor (molino de viento)

a)



Sistema de Accionamiento Manual

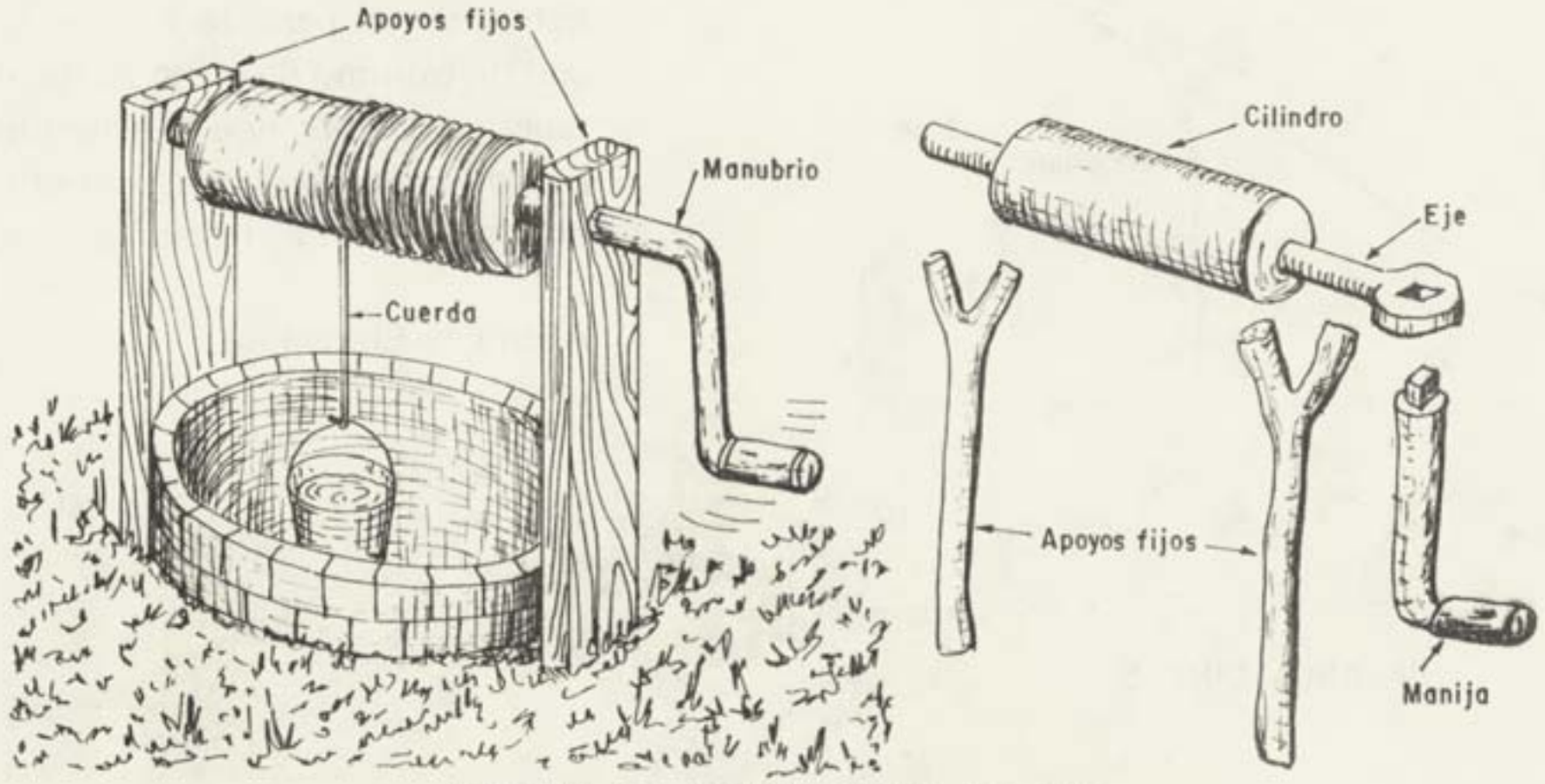
1. **Torno:**

Este sistema permite levantar un gran peso, con el mínimo esfuerzo. Está compuesto por un cilindro de madera o de cualquier otro material, donde se enrolla la cuerda que levanta un recipiente. Este cilindro a su vez está sujeto en dos apoyos fijos a través de un eje, lo que permite girar sobre si mismo.

Para hacer girar un cilindro se usa un manubrio de la mayor longitud posible, permitiendo de esta manera hacer un mínimo esfuerzo.

Su construcción varía de acuerdo a la disponibilidad de materiales en la zona de trabajo. El cilindro puede ser tallado en un tronco de madera, así como los apoyos y la manija.

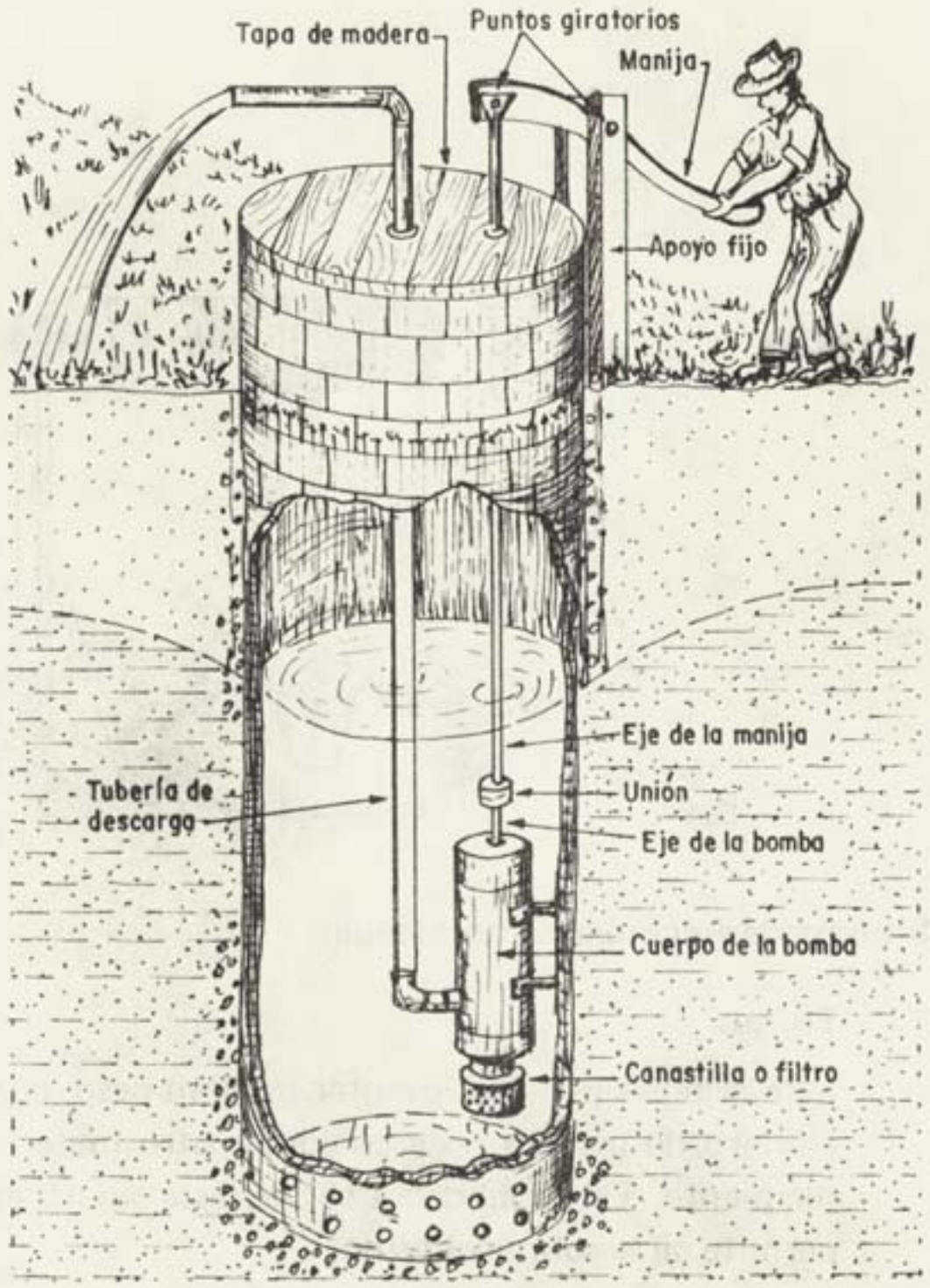
Altura de Elevación: Hasta 20 m.



SISTEMA DE ACCIONAMIENTO RUSTICO
PARA EXTRAER AGUA DE POZO CON RECIPIENTES

2. **Manija:**

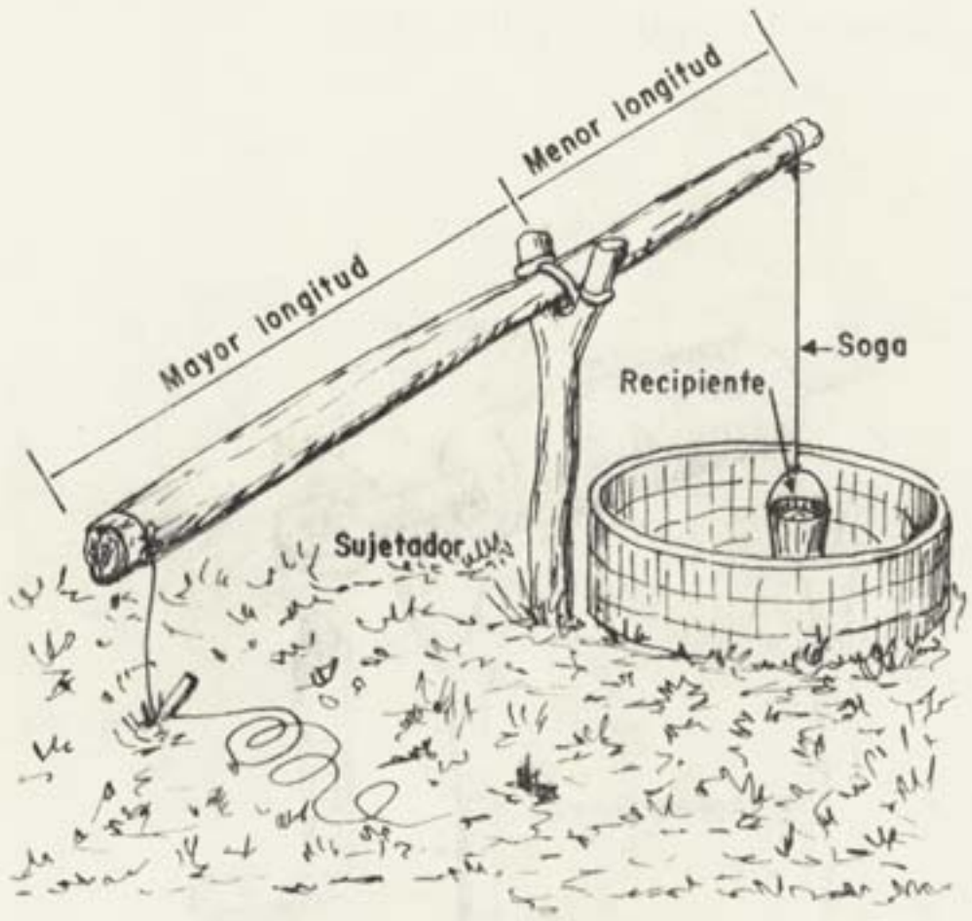
Es un género de palanca que puede servir para accionar bombas a pistón. En uno de sus extremos se instala un eje que se acopla al de la bomba.



ACCIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE PISTON

3. **Palanca Simple:**

La palanca puede ser un tronco de madera de longitud aproximada de 3 m. Su diámetro puede ser de 2 ó 3 pulgadas. Esta palanca debe instalarse sobre un apoyo fijo, donde debe sujetarse bien permitiendo un movimiento de balanceo el que a su vez genera una tracción vertical. Se puede utilizar con bombas de recipiente o acoplarse al eje de una bomba de pistón. Este sistema es accionado manualmente.



PALANCA SIMPLE

Este sistema permite extraer agua, con un mínimo de esfuerzo. Se debe tener cuidado en que la mayor longitud de la madera esté para el lado donde se va a hacer la fuerza.

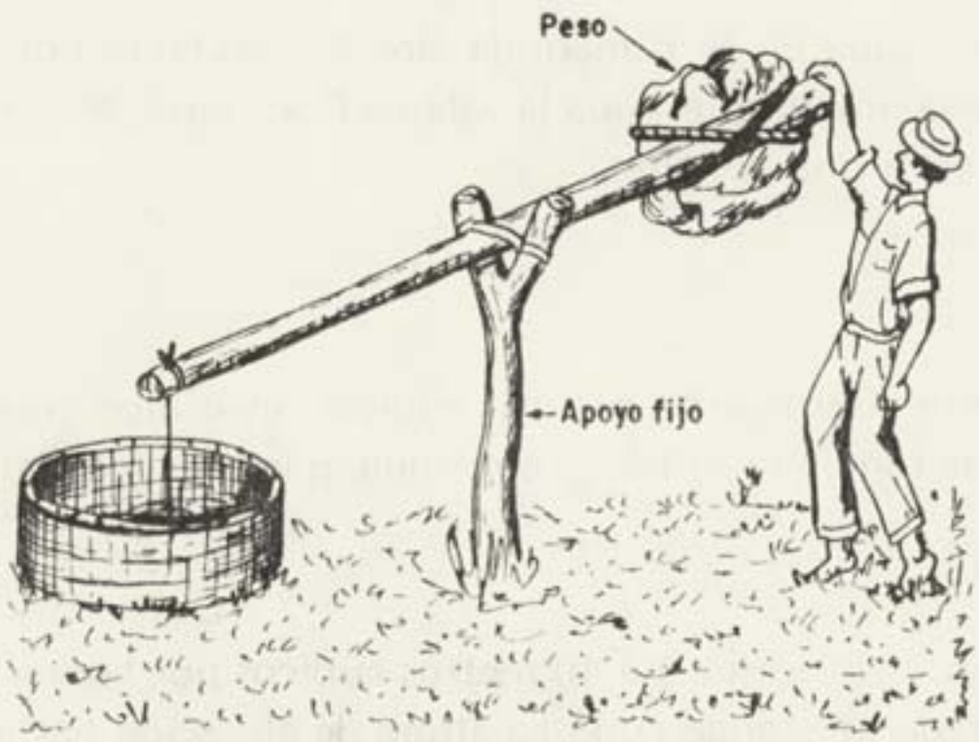
Altura de Elevación:

Hasta 4 m

4. Palanca con Contrapeso:

Similar a la palanca simple, la única diferencia es que ésta utiliza un peso para vencer o contrapesar el del recipiente con agua que se extrae del pozo. La longitud de la palanca puede ser de 3 m con un diámetro de 3" aproximadamente; la instalación y procedimientos es la misma que la palanca simple.

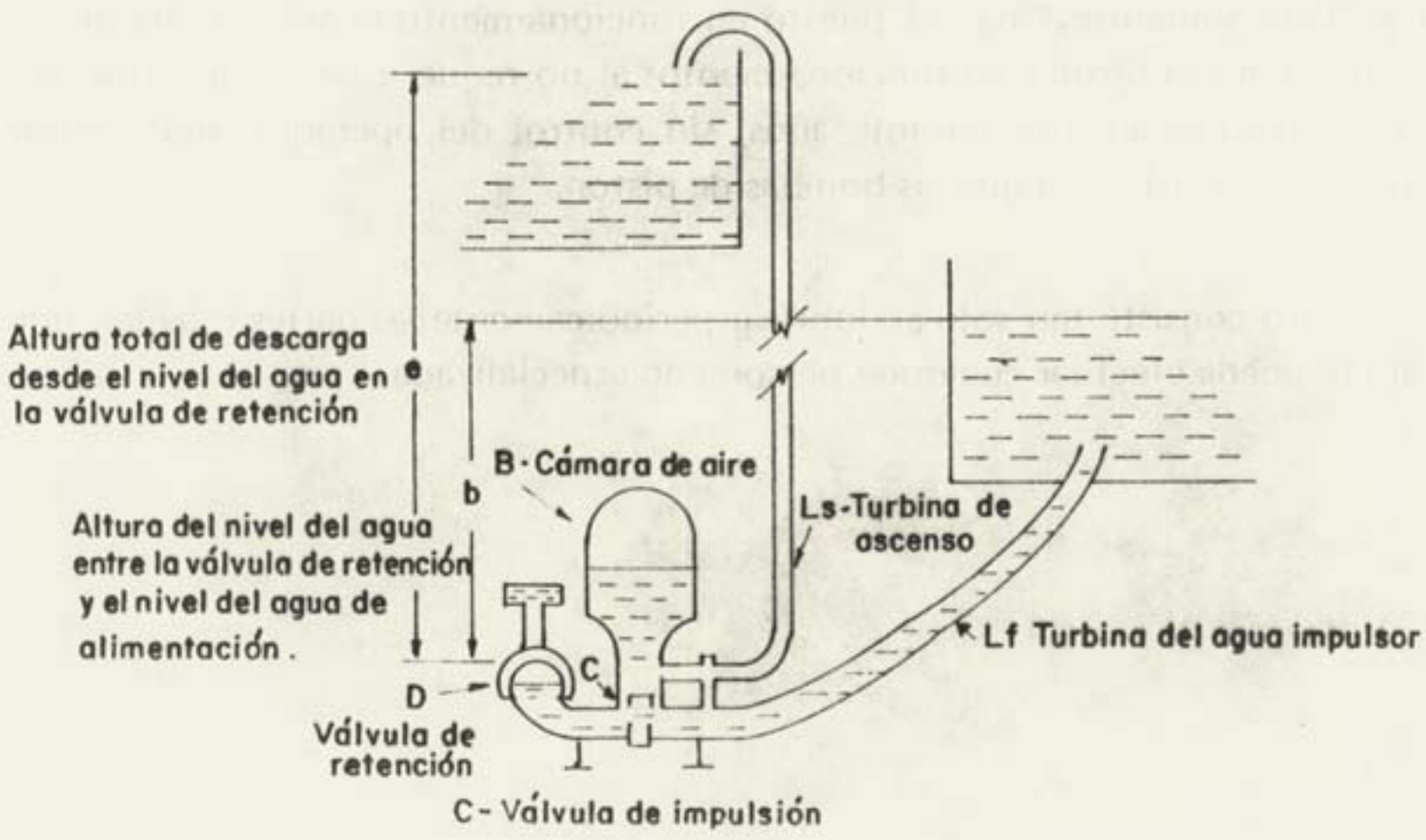
Altura de Elevación: Hasta 4 m.



PALANCA CON CONTRAPESO

Ariete Hidráulico:

El ariete hidráulico aprovecha la energía cinética del agua de una pequeña caída para elevarla a mayor altura; se puede describir también como un equipo mecánico que combina la bomba con el motor hidráulico, en la cual se aprovecha la sobrepresión provocada por el violento cierre de una válvula en el recorrido del agua, por una tubería de caída de baja altura.



Esta sobrepresión origina el ingreso forzado del agua a una campana neumática, en donde el aire es comprimido hasta provocar una reacción que dará lugar a que el agua salga impulsada por una tubería de menor diámetro y hacia una altura mayor.

Funcionamiento: La válvula D se abre quedando apoyada en su parte inferior, permitiendo circular el agua en L, que a su vez ejerce una presión en el platillo y que crece con el cuadrado de la velocidad del agua, llegando a vencer en un determinado momento la presión y cerrándose de golpe la válvula D en su parte superior; y abriéndose la válvula de impulsión C, permitiendo de esta manera la entrada del agua en la cámara de aire B y saliendo por Ls al lugar de descarga; cuando la energía se pierde al impulsar el agua la válvula C se cierra, abriéndose luego la válvula D, repitiéndose este proceso en forma contínua.

Accionamiento: El ariete hidráulico es un equipo mecánico que podría denominarse "automático" debido a que funciona en forma contínua, mientras tenga una alimentación de agua con una altura de caída.

Estos equipos trabajan con caudales de 1 á 40 metros cúbicos por hora y con saltos de una altura de 1 á 30 metros, para obtener descargas con una altura de elevación hasta de 300 m.

Uso y **Aplicación:** Son utilizados para bombear agua en pequeños volúmenes y en forma contínua; su aplicación puede ser para consumo humano elevando a los tanques de casas y edificios o para uso pecuario, ya sea para ganadería o granjas; puede ser también utilizado en algunos casos para la agricultura.

Operación y Mantenimiento: Una vez puesto en funcionamiento el ariete hidráulico, no necesita de un operador para controlar su funcionamiento; al no requerir de combustible alguno puede funcionar ininterrumpidamente durante años, sin control del operador, motivo por el cual el costo de operación es más bajo que las bombas de pistón.

Su mantenimiento consiste tan sólo en lubricar periódicamente las partes móviles, que son pocas; dicho trabajo lo puede efectuar cualquier persona no especializada.

Sistema de Accionamiento Eólico.

El viento como fuerza para la extracción del agua es usado desde mucho antes de Cristo. Estos equipos pueden funcionar casi sin mantenimiento durante muchos años, trabajando en forma contínua. Antes de proceder a su compra o construcción es necesario verificar si existen condiciones climáticas apropiadas, especialmente la intensidad y frecuencia de los vientos.

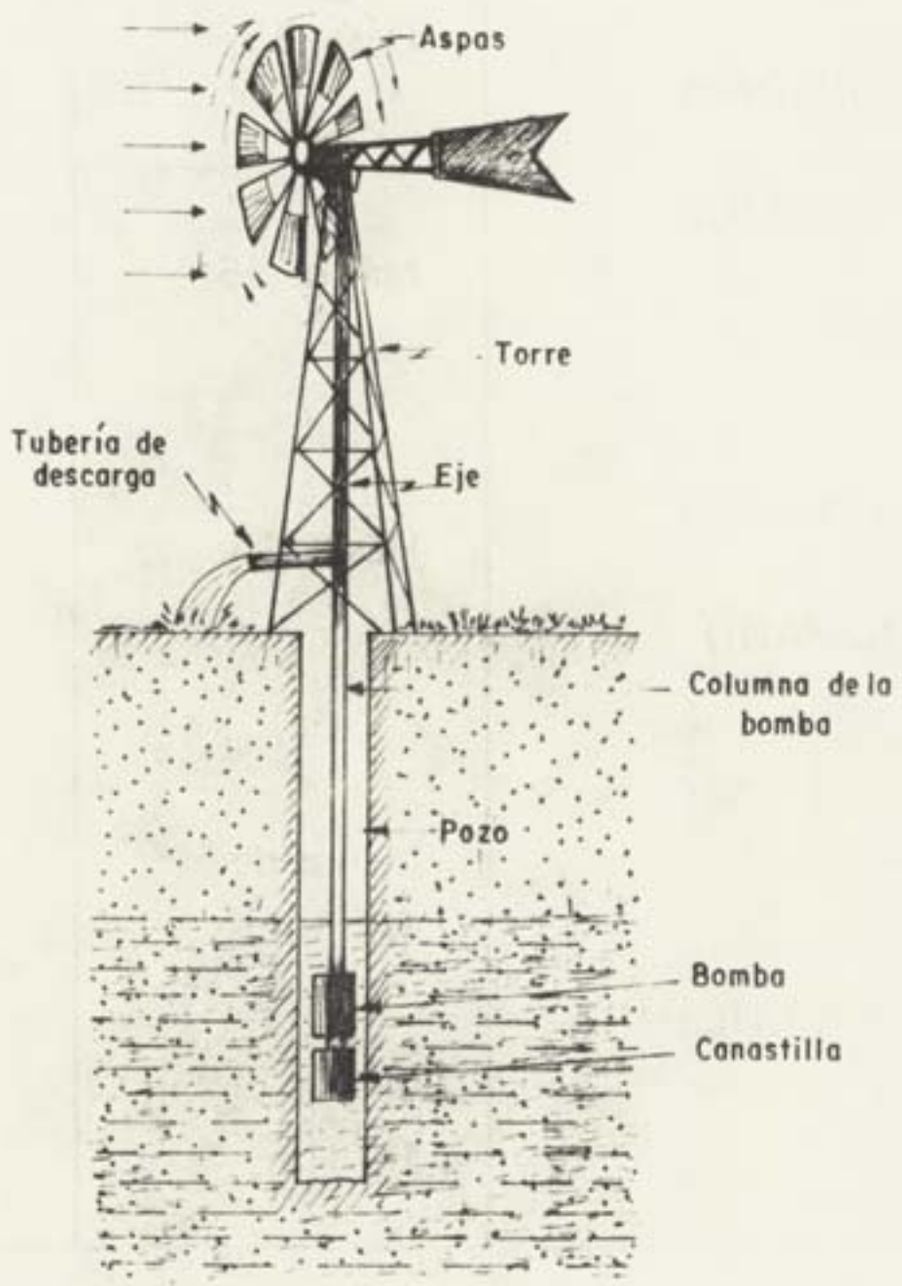
Caudal:	5 l/s
Altura de Succión:	40 metros
Altura de Descarga:	8 metros

Partes del Molino de Viento:

- **Aspa:** Es aquélla donde incide la fuerza del aire. Esta puede ser de diferentes longitudes de acuerdo con la velocidad del viento. Así por ejemplo, vientos de 7 á 8 Km. por hora pueden mover aspas de hasta 9 m, lo que permite elevar el agua desde una profundidad de 8 m. De esta manera, a mayor diámetro de aspa se obtiene mayor capacidad de bombeo.

- **Torre:** Es la que soporta las aspas. Puede ser construída de madera o de hierro; su altura no debe ser menor de 6 m.

- **Eje:** Es el que une el sistema de accionamiento de las aspas con la bomba. Se utiliza para accionar bombas de pistón y centrífugas.



Funcionamiento:

La fuerza del viento hace que el aspa de molino gire y ésta, a su vez, hace que el eje tenga un movimiento hacia arriba y hacia abajo, lo que permite a la bomba enviar el agua a la tubería de descarga.

U S O	UNIDADES (personas, animales mayores, Has.)	TIPO DE BOMBA	TIPO DE ACCIONAMIENTO
CONSUMO HUMANO	Hasta 6	Recipiente Bomba aspirante*	Manual
CONSUMO PECUARIO	Hasta 15	Recipiente Bomba aspirante*	Manual
	Más de 15	Bomba aspirante*	Molino de viento
CONSUMO HUMANO	Hasta 15	Recipiente Bomba aspirante* Bomba con inyector	Manual
AGRICULTURA	Menos de 1/2 Ha.	Recipiente	Manual
	Más de 1/2 Ha.	Bomba centrífuga	Molino de viento Motor

* o aspirante-impelente.

ELECCION DE EQUIPO DE BOMBEO

La elección de un equipo de bombeo depende fundamentalmente de:

1. La capacidad de la obra de captación para producir agua.
2. Las necesidades a cubrir.
3. Las posibilidades del mercado local.
4. La capacidad de inversión.

Es por ésto que debe realizarse, de preferencia, una prueba del pozo con un equipo de bombeo prestado o alquilado para conocer si el equipo es adecuado, es decir si no seca al pozo demasiado rápido o si extrae una cantidad mínima de agua sin hacer descender mayormente el agua dentro del pozo. En todo caso, solicitar a la casa vendedora la práctica de una prueba previa a la compra.

MEDIDAS Y OBSERVACIONES EN OBRAS DE CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

1. Medición Periódica de los Niveles de Agua.

Utilidad y Objetivos:

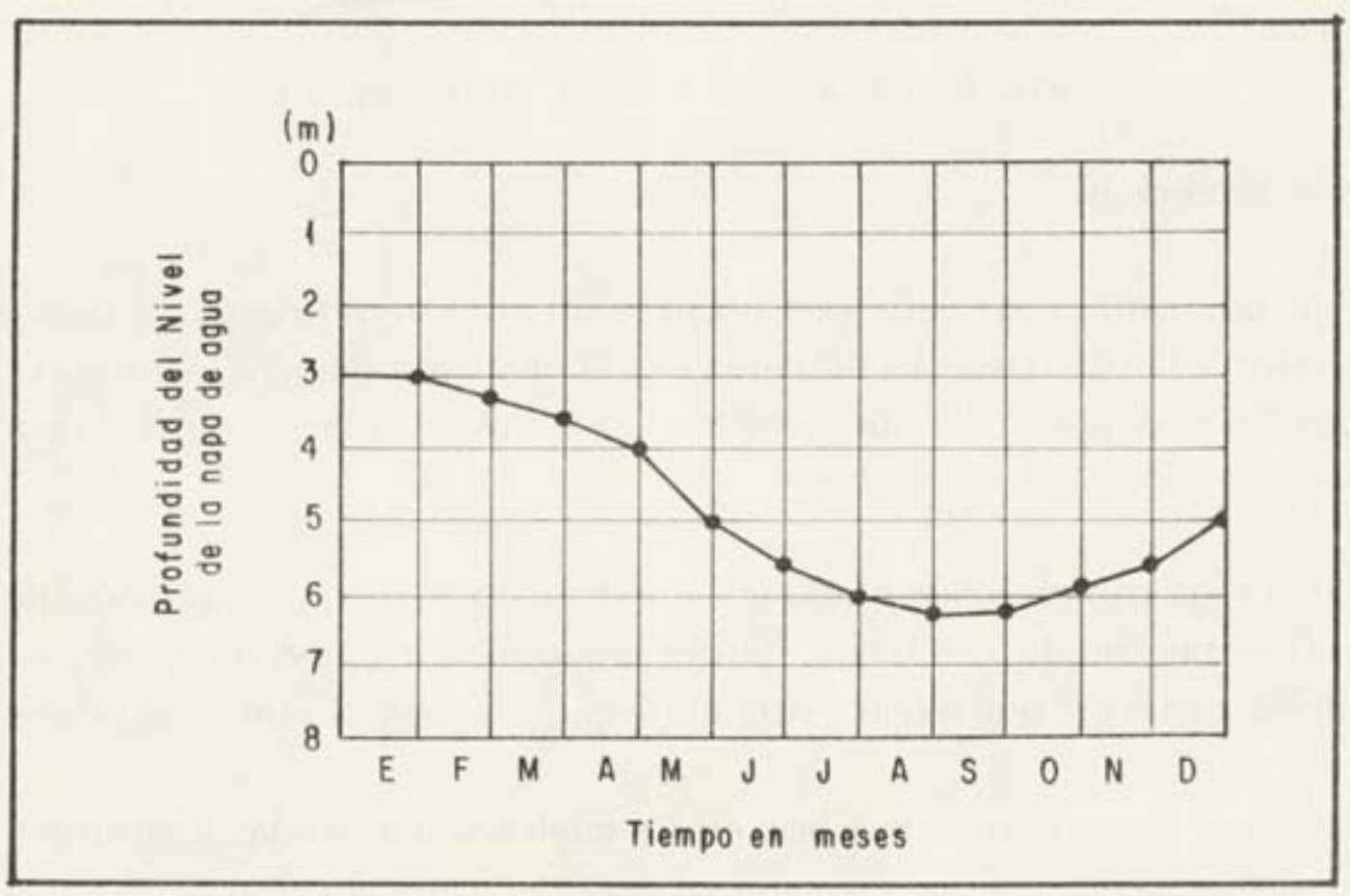
El control de los niveles del agua en los pozos, permitirá decidir sobre el momento y diseño más adecuados para la construcción de obras de captación de aguas subterráneas. Por ejemplo, cuando los ríos están en períodos de avenida los niveles de agua de los pozos están más arriba que en la época de sequía, por lo cual no es conveniente construir obras de captación ya que el pozo puede quedar seco en la época de estíaje, o el equipo de bombeo podría quedar "colgado" encima del nivel de agua, cuando ésta se encuentra más profunda.

En cambio, es conveniente construir los pozos en época de sequía ya que el nivel está bajo; de tal forma que cuando llegue la época de avenida el nivel de los pozos se elevará y los equipos de bombeo quedarán con más agua disponible aún.

Dos tipos de gráficos pueden establecerse con las medidas de profundidad del nivel estático. Ellos facilitan el conocimiento de las aguas subterráneas de una zona, permitiendo diseñar mejor las obras de captación a ejecutarse:

Piezógrafos o Hidrogramas de Pozo: Uniendo con una línea los puntos resultantes de anotar la lectura de la profundidad del agua en el mes correspondiente, obtenemos una curva que representa la fluctuación del nivel del agua subterránea en el punto de medición.

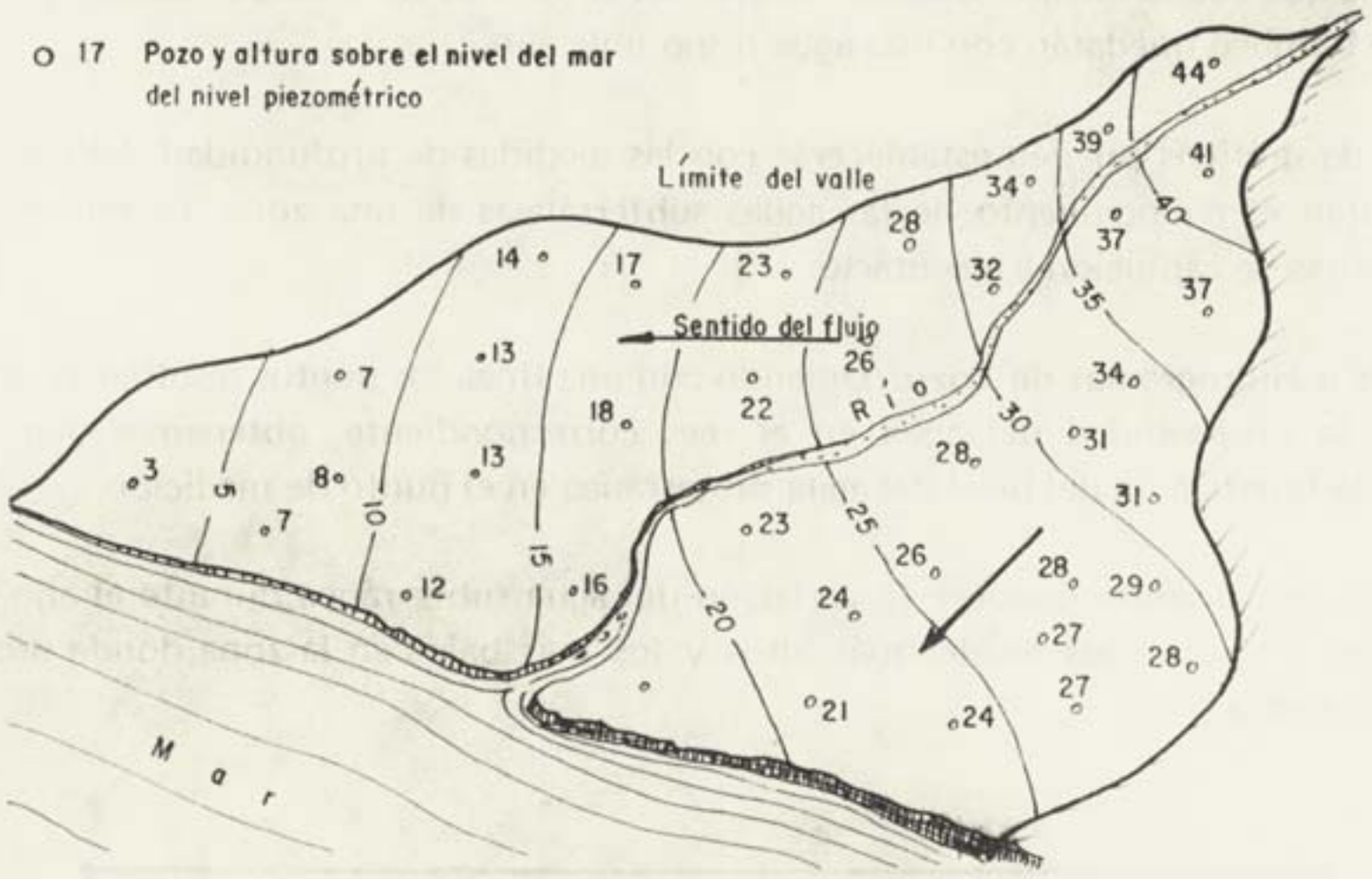
Este gráfico nos permite conocer la variación del agua subterránea durante el año, y en qué momento se presentan los niveles más altos y los más bajos en la zona donde proyectamos construir una obra.



PIEZOGRAFO

Cartas de Curvas Hidroisohipsas: Conocida la cota o altura sobre el nivel del mar de un pozo (por nivelación topográfica o extraída de un mapa con curvas de nivel), se le sustrae a dicha cifra la cantidad de metros de profundidad a la que se encuentra el agua dentro del pozo elegido. Esto dá la cota de la superficie piezométrica, es decir la altura sobre el nivel del mar de la superficie de las aguas subterráneas de una zona. Por ejemplo, cota del pozo Pamplona No. 3 = 30 msnm – 3 m de profundidad que existe hasta las aguas subterráneas = 27 msnm que es la cota de la superficie de las aguas subterráneas. Procediendo luego de la misma forma que se hace para establecer las curvas de nivel de una carta topográfica, se unen los puntos de igual valor y se obtienen las curvas de igual altura sobre el nivel del mar de la superficie piezométrica. A este gráfico se le llama carta de curvas isopiezométricas o carta de curvas hidroisohipsas.

Si trazamos flechas perpendiculares a dichas curvas obtenemos el sentido de escurrimiento o dirección en que se mueven las aguas subterráneas en una determinada zona.



CARTA DE LA NAPA DE AGUA SUBTERRANEA

Formas Simples de Medición.

– Se introduce al pozo una soga seca con un peso en el extremo para que baje verticalmente. Tomando un punto de referencia cualquiera para la medición (generalmente la boca del pozo), se mide la soga hasta el punto en que comienza la parte mojada, obteniéndose así la distancia que hay hasta el nivel de agua subterránea.

– Se introduce una soga con un balde atado en su extremo inferior. Al momento de tocar el nivel de agua se sentirá un sonido. El balde funcionará también como un lastre. A partir de este punto se medirá la distancia que existe entre el nivel del agua y el punto de referencia.

– Mediante una vara de caña o rama de árbol, en los cuales se marcan las longitudes (hasta 2 ó 3 m.).

2. **Fondo del Pozo.**

Estas medidas sirven para verificar si el pozo ha sufrido arenamiento y, en consecuencia, proceder a su limpieza de fondo oportuna.

Forma de Medición:

Una cuerda o cable, con un peso en su extremo inferior servirá para constatar la profundidad de los pozos que se desean medir. Siempre con el auxilio de una cinta métrica para calibrar la medida en la superficie.

3. **Medición de los Caudales de Explotación.**

Definición:

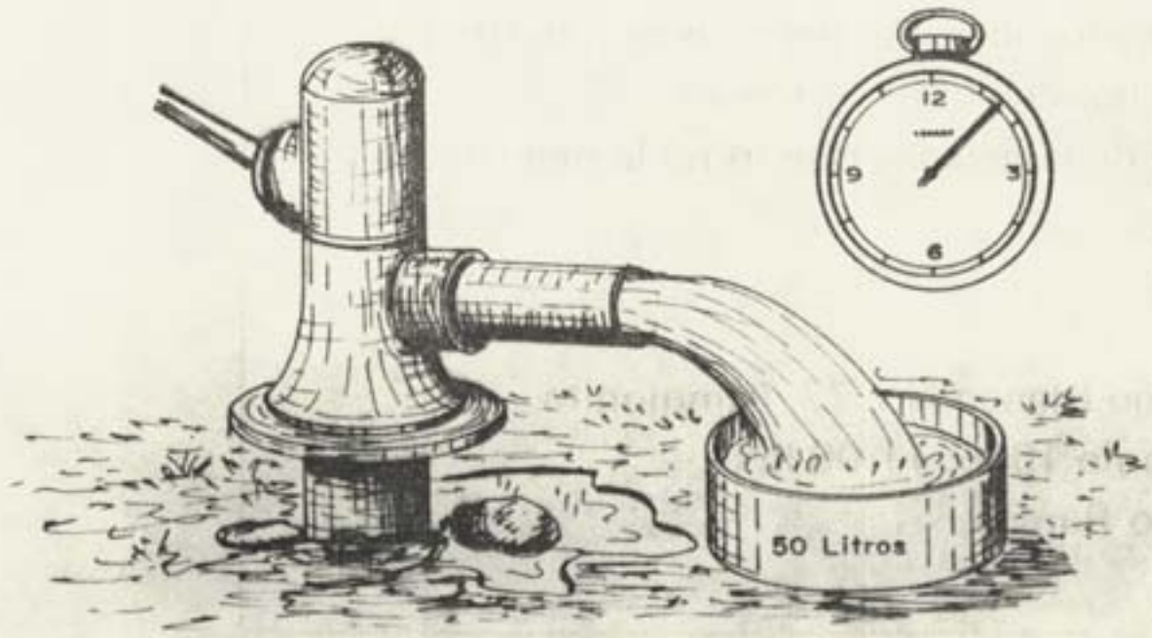
El volumen de agua que descargan los pozos y que se mide en función de la unidad de tiempo se denomina caudal de explotación.

Objeto y Utilidad:

Sirve para evaluar previamente a la construcción de obras de captación de aguas subterráneas, la capacidad de los terrenos acuíferos para transmitir agua dentro del pozo. Luego de construída la obra, este tipo de medición sirve como un control de la evolución de las condiciones de producción de agua del pozo. En efecto, una baja de producción puede deberse a un descenso general del nivel del agua subterránea; a un obturamiento de los orificios de entrada del agua al pozo; o, a defectos del equipo de bombeo.

Formas Simples de Medición:

- Se coloca a la salida del tubo de descarga un depósito de volumen conocido. Se mide el tiempo, podemos expresar el resultado de esta relación como el caudal de explotación a un momento dado.
- Otro tipo de medición es el que puede practicarse aforando los canales de conducción del agua, es decir utilizando vertederos, medidores tipo parshall, correntómetros o simplemente flotadores.



$\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} = \text{Caudal}$

$\frac{\text{Litros (lts)}}{\text{Segundo(seg)}} = \text{Litros por segundo}$

$\frac{50 \text{ lts.}}{10 \text{ seg.}} = 5 \text{ lts./seg.}$

MEDICION DEL CAUDAL QUE DESCARGA UNA BOMBA

4. Medidas de Calidad del Agua.

Utilidad y Fines:

Antes de ejecutar una obra de captación se pueden tomar muestras de las obras de captación vecinas para ser enviadas a laboratorios oficiales (análisis físico-químicos y bacteriológicos), con el objeto de conocer si la calidad del agua vá a ser apropiada para los fines que perseguimos. Luego de ejecutada la obra y durante su utilización, es conveniente realizar estos análisis una vez por año, o antes si hay manifestaciones de enfermedad, para el control de la evolución de las características del agua y evitar la propagación de enfermedades.

Procedimiento:

Una forma preliminar de examen se realiza a través de la constatación de la apariencia del agua: color, olor, sabor y transparencia. Posteriormente es necesario tomar muestras de agua para ser analizadas en los laboratorios.

Lugares para Tomar Muestras de Agua:

Los lugares para tomar muestras de agua varían de acuerdo al tipo de extracción del agua subterránea: puede ser captada mediante balde; de la corriente, en el caso de bomba; o, directamente del nivel de la tabla de agua subterránea en caso de estar ésta muy superficial. En el caso de manantiales, las muestras deben tomarse del agua en movimiento, unos centímetros abajo de la superficie del agua.

Formas de Muestreo:

. La cantidad mínima de agua que se requiere para el análisis físico-químico ordinario completo es de 2 litros.

. Las muestras se toman en recipientes de vidrio o plástico. Tanto el recipiente como el tapón deben enjuagarse previamente con el agua que va a ser muestreada.

La muestra debe portar una etiqueta, indicando:

a. Nombre y localización del sitio de muestreo.
b. Fecha y hora en que fue tomada.
c. Nombre de la persona que tomó la muestra.

EJEMPLO:

a. Pozo Higo Blanco No. 77, Pamplonita
b. 16 de Junio 1976; 11:00 hrs.
c. Sr. Pedro Ramos.

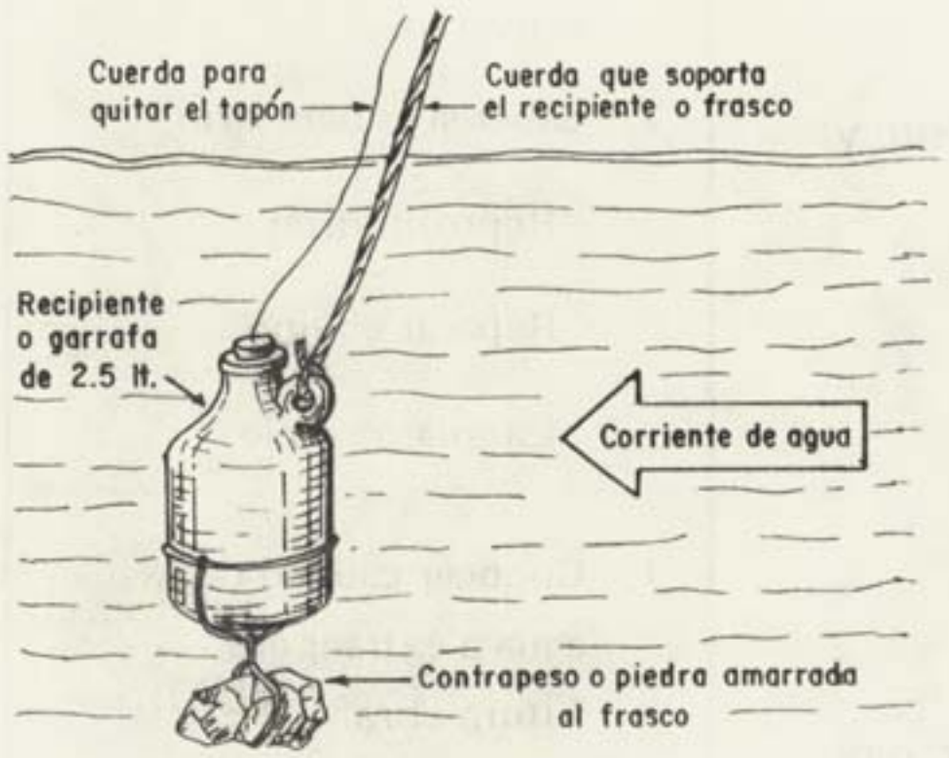
Cuando el agua presenta indicios de contaminación bacteriológica, se deberá muestrear periódicamente y tratar continuamente con hipoclorito mezclado en proporción de 10 mg/litro, con el agua de nuestro pozo, reservorio, etc.

Además debe investigarse la causa de la contaminación (falta de tapa del pozo; manantial no protegido donde entran animales, etc.) para así tomar las medidas que eliminen este fenómeno.

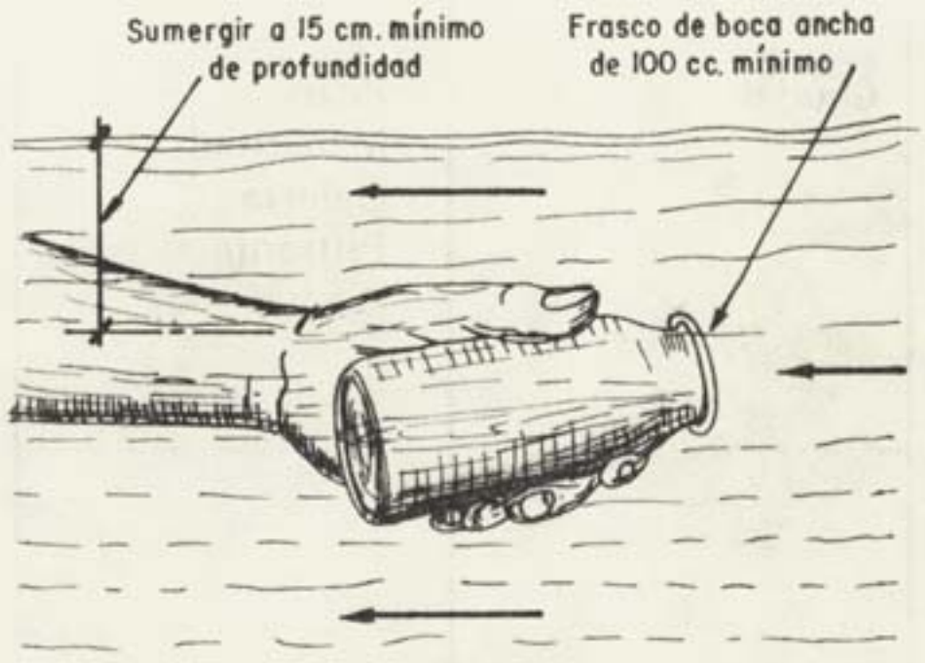
En el caso de análisis bacteriológicos, éstos se deberán muestrear con mayor cuidado ya que sus propósitos son principalmente de uso potable. Requieren de frascos especiales, de color oscuro, de vidrio esterilizado. Estos son proporcionados en los laboratorios relacionados con el cuidado de la salud pública. La cantidad mínima de agua que se requiere para el análisis es de 1 litro. No debe pasar más de 5 horas entre el muestreo y el análisis. En caso contrario la muestra debe ser refrigerada.

Forma de Envío de Muestras de Agua.

Las muestras de agua se pueden enviar directamente al laboratorio donde se realizan los análisis o a través de agencias zonales de salud pública; para ello es necesario mantener las muestras de agua en buen estado de conservación. Por ejemplo, durante el transporte debe evitarse que las muestras estén expuestas a altas temperaturas. Deberán remitirse a los laboratorios lo más rápido posible.



TOMA DE MUESTRA DE AGUA
EN CORRIENTES PROFUNDAS.



TOMA DE MUESTRA DE AGUA
EN CORRIENTES PEQUEÑAS

MEDIDAS EN OBRAS DE CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

TIPO	OBRA	MEDIO	FINALIDAD
Profundidad del nivel de agua	Pozo Galería filtrante	Soga, cinta métrica, varilla, regla graduada	1. Prever profundidad a la que se encontrará agua. 2. Que no se quede seca la obra a construir.
Fondo	Pozo	Soga o cable lastre, cinta métrica	1. Conocer la profundidad que puede tener una obra proyectada. 2. Limpieza de fondo
Caudal	Pozo Manantial Galería Filtrante	Depósito y reloj; aforo	1. Conocer caudal posible de obra en proyecto. 2. Saber si es necesario: . Reprofundizar . Reparar equipo . Limpiar orificios
Calidad	Pozo Manantial Galería Filtrante	Color, olor, sabor. Muestreo y Laboratorio	1. Conocer calidad de agua a extraer en futura obra. 2. Preservar calidad de agua; salud de personas y animales. 3. Tratamiento con hipoclorito.

AFLORAMIENTO.

Surgir a la superficie. Puede tratarse de agua (manantiales o napas artesianas) o de rocas, substrato impermeable.

ALTURA DE DESCARGA:

Distancia a la cual la bomba puede elevar el agua.

ALTURA DE SUCCION:

Distancia desde la cual la bomba puede aspirar el agua.

ANALISIS FISICO-QUIMICO:

Pruebas de laboratorio para encontrar el tipo y cantidad de compuestos mineralógicos y bacteriológicos que contiene el agua. En el primer caso, los resultados se expresan en miligramos/litro (mlgr/lt.), o en partes por millón (p.p.m.) o en miliequivalentes. En el segundo caso, en número de bacterias por cm3.

CAUDAL:

Es la cantidad de agua que se extrae de un pozo en un determinado tiempo, ésto debe ser expresado en litros por segundo (l/s).

CEBAR:

Consiste en llenar de agua la bomba desde la tubería de succión hasta la caja donde se encuentra el impulsor. Esto se hace a través de un tubo instalado por el fabricante de la bomba, en la tubería de succión, en algunos casos. También se hace el cebado a través de la tubería de descarga cuando la instalación así lo permite.

CUENCA:

Es el área comprendida dentro de una formación topográfica en la cual las aguas de escurrimiento concurren a un mismo lugar fijo, como un lago o una corriente (río o arroyo).

ESCURRIMIENTO:

Movimiento del agua. Empléase también discurrimiento o flujo.

HIDROSFERA:

Todo el elemento formado por agua en cualquiera de sus estados, que se encuentra bajo la superficie terrestre, sobre ella o en la atmósfera.

INFILTRACION:

Es el paso de las aguas superficiales hacia el subsuelo, a través del espacio poroso del terreno. La infiltración ocurre a partir de las áreas bajo riego, lluvia, fondo y paredes de los ríos, canales y emblases.

INTERFASE:

Es la zona límite entre las aguas subterráneas dulces (continentales) y las aguas salinas del mar que infiltran en los reservorios acuíferos que se encuentran próximos al mar.

INTRUSION MARINA:

Infiltración de las aguas del mar en un acuífero costero.

NIVEL DINAMICO:

Se denomina así a la profundidad en que se encuentra el agua, cuando el pozo está siendo bombeado; este nivel varía de acuerdo con el caudal que se está extrayendo y con el tiempo de bombeo. El nivel dinámico siempre es mayor que el nivel estático.

NIVEL ESTATICO:

Es la profundidad a que se encuentra el agua, con respecto al nivel del suelo o al borde del pozo; se dice estático porque el agua no debe haber sido bombeada o extraída antes de su medición.

NIVEL FREATICO:

Nivel formado por la superficie de una napa freática o libre.

NIVEL PIEZOMETRICO.

Nivel formado por la superficie de una napa freática o libre, o una napa cautiva, cuando asciende por perforación.

PERMEABILIDAD.

La capacidad de los terrenos de dejar pasar agua. Se mide en cm/seg. ó m/día.

POROSIDAD:

Son los vacíos que existen en las rocas. Son intersticios en caso de los terrenos, formados por granos: arenas, limos, arcillas, gravas, piedras, etc.; y rajaduras en el caso de rocas compactas. Se mide en porcentaje por unidad de volumen.

POTENCIA:

Es una unidad de medida utilizada para dimensionar un motor o bomba de acuerdo a su capacidad; la medida más conocida es el HP (Horse-Power o Caballo de Fuerza).

SUBSTRATO IMPERMEABLE:

Roca que no deja pasar el agua y limita al reservorio acuífero, aflorando muchas veces en superficie, bajo la forma de cerros y colinas.

TABLA DE AGUA:

Superficie de una napa.

C. **Nivelación**

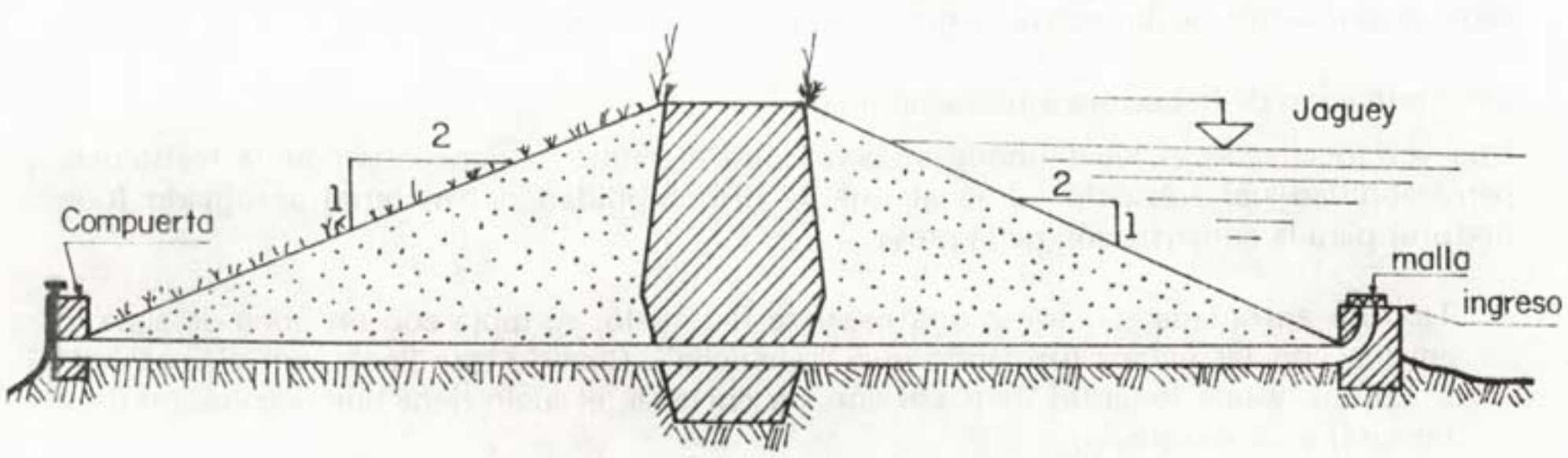
Luego se hace nivelaciones para fijar la altura máxima que tendrá la cortina o presa según la amplitud del vaso. Puede cubrir una superficie máxima de 0.5 Ha. Con estos datos del levantamiento calculamos el volumen de agua que almacenará el jaguey para planificar su utiliz[illegible]



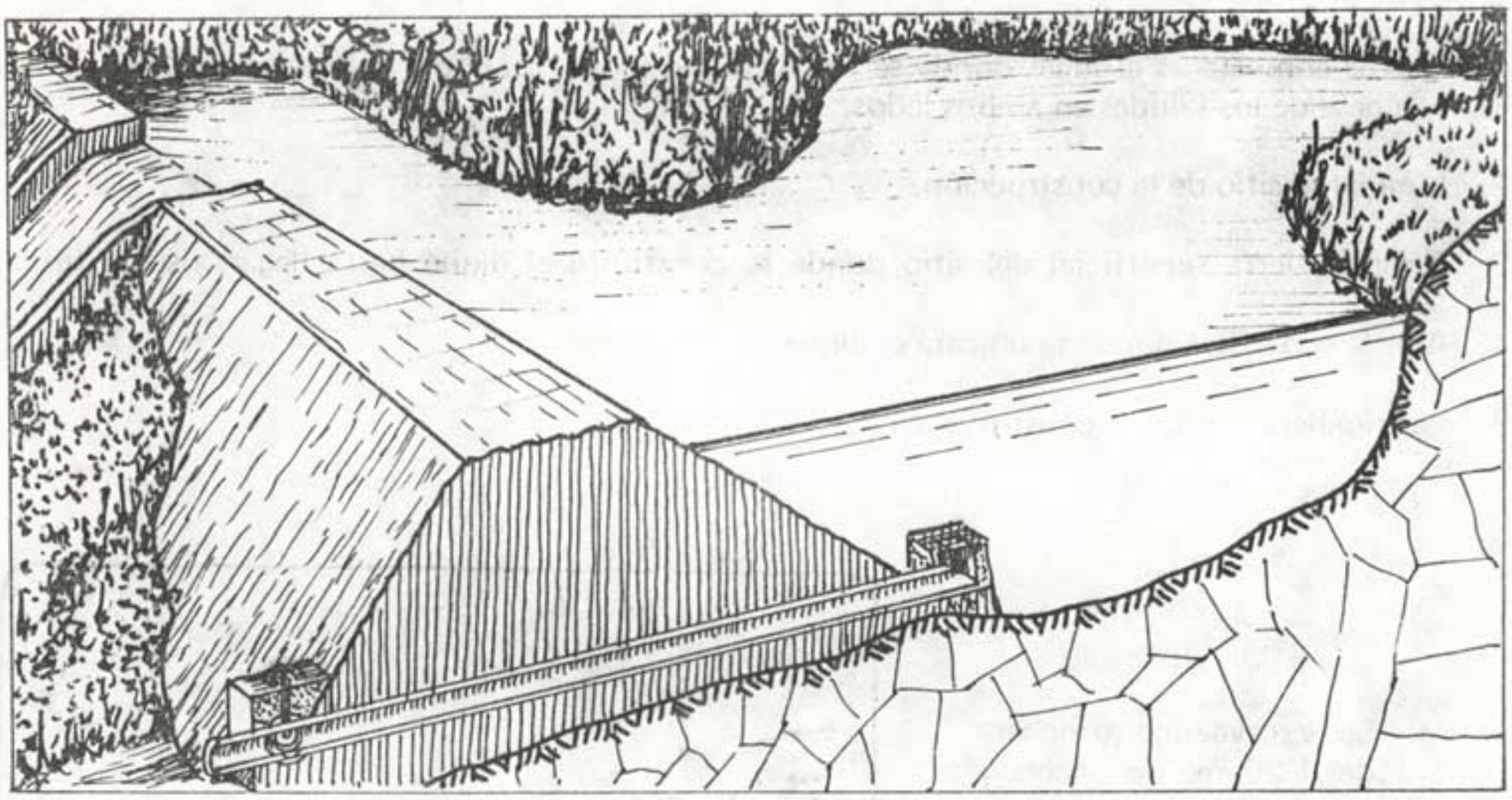
D. **Altura Máxima y Taludes**

Conocidas la textura del terreno y la topografía de la boquilla se determina la altura que deberá tener el dique que en ningún caso deberá ser mayor de seis metros a partir de la base. Así evitamos cálculos de estabilidad, y nos basamos en las especificaciones mínimas para estas estructuras, tales como inclinación de taludes, altura de la cortina, ancho de la corona, amplitud del vertedero de demasías y finalmente el mantenimiento de la estructura.

El talud del dique aguas arriba deberá tener una inclinación mínima de 1:1 ó 2:1 y el talud aguas abajo, que soportará la carga y recibirá el efecto de los escurrimientos deberá ser de 2:1 ó 3:1. La corona deberá tener como mínimo unos 3 metros de ancho y estar cubierta por un material impermeable.



CORTE DE UN DIQUE (JAGUEY)



E. **Aliviadero o Vertedero de Demasías.**

Con el fin de que avenidas extraordinarias no sobrepasen el dique causando su destrucción, se construye el aliviadero o vertedero de demasías. Este debe ubicarse fuera del dique aprovechando alguna depresión existente en el vaso que permita desviar tales excedentes fuera del dique. El nivel del piso del verdadero deberá estar aproximadamente 1.0 m. por debajo del nivel de la corona. Se protege con rocas hasta tal distancia del embalse que una posible erosión causada por una creciente no se propague hasta el vaso. Las dimensiones del vertedero de demasías se calculan conociendo la extensión de la cuenca, el coeficiente de escurrimiento y las precipitaciones máximas en un tiempo dado. Sin embargo, por experiencia se utiliza un valor de 5 $m^3/seg/^k m2$ para cuencas de hasta 5.0 km^2.

Cuando el jaguey es alimentado por una corriente constante, la compuerta de la tubería de salida permite controlar el almacenamiento del vaso.

CONSTRUCCION DEL DIQUE

Una vez concluídos los detalles del proyecto, se construye el jaguey siguiendo estos pasos:

1. Marcar con estacas el lugar donde se construirá el dique, así como la línea central del mismo y la base de los taludes en ambos lados.

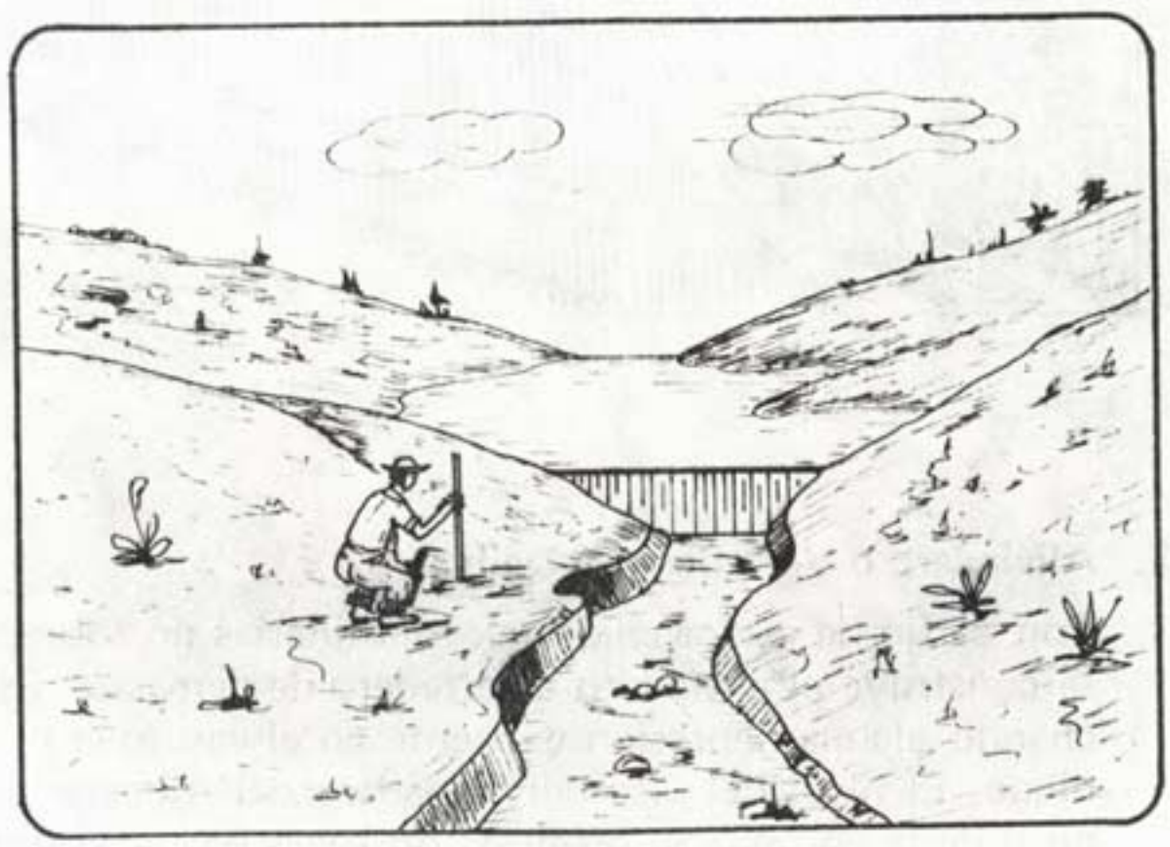
2. Limpiar el sitio de la construcción.

3. Sacar la tierra superficial del sitio donde se construirá el dique hasta llegar a suelo firme.

4. Arar la superficie donde se ubicará el dique.

5. La trinchera central se construye así:

   a. Se excava una trinchera de 1.20 m. de ancho y por lo menos de 60 cm. de profundidad o más si hace falta para llegar hasta un material impermeable. Esta trinchera es longitudinal a lo largo de todo el dique.



   b. Se rellena la trinchera con el material más impermeable que se tenga, preferentemente arcilla bien húmeda y bien compactada, o suelo arcillo-arenoso en estado húmedo.

   c. Si en el dique se usa material poroso, la trinchera central deberá continuarse hacia arriba, a medida que progresa el relleno y compactando el material.

6. Instalar todos los tubos de salida de agua.

7. Construcción del terraplén (dique). El terraplén para el dique se construye con el tractor y el arado u otro equipo pesado. Este terraplén debe construirse en capas uniformes de 15 cm. de espesor, con tierra bien compactada. Si el material es seco, se lo rocía con agua para obtener una buena compactación. La compactación requerida también se consigue con apisonadores manuales formados por bloques de concreto, más o menos pesados, o troncos de madera con mangos que permiten golpearlo contra el suelo.

8. Construcción del aliviadero de demasías. Se instala fuera del dique. Se puede hacer un canal ancho, de fondo plano, con una capa de mampostería para controlar la erosión.

9. Siembra de los terraplenes. Para evitar la formación de cieno o barro, inmediatamente después de terminar el estanque, todas las superficies, hasta el nivel del agua, deben sembrarse con gramíneas.

   Será conveniente instalar cercas o arborizar alrededor del jagüey y del dique, con el fin de que los animales no beban agua directamente; y ocasionen problemas (de erosión).

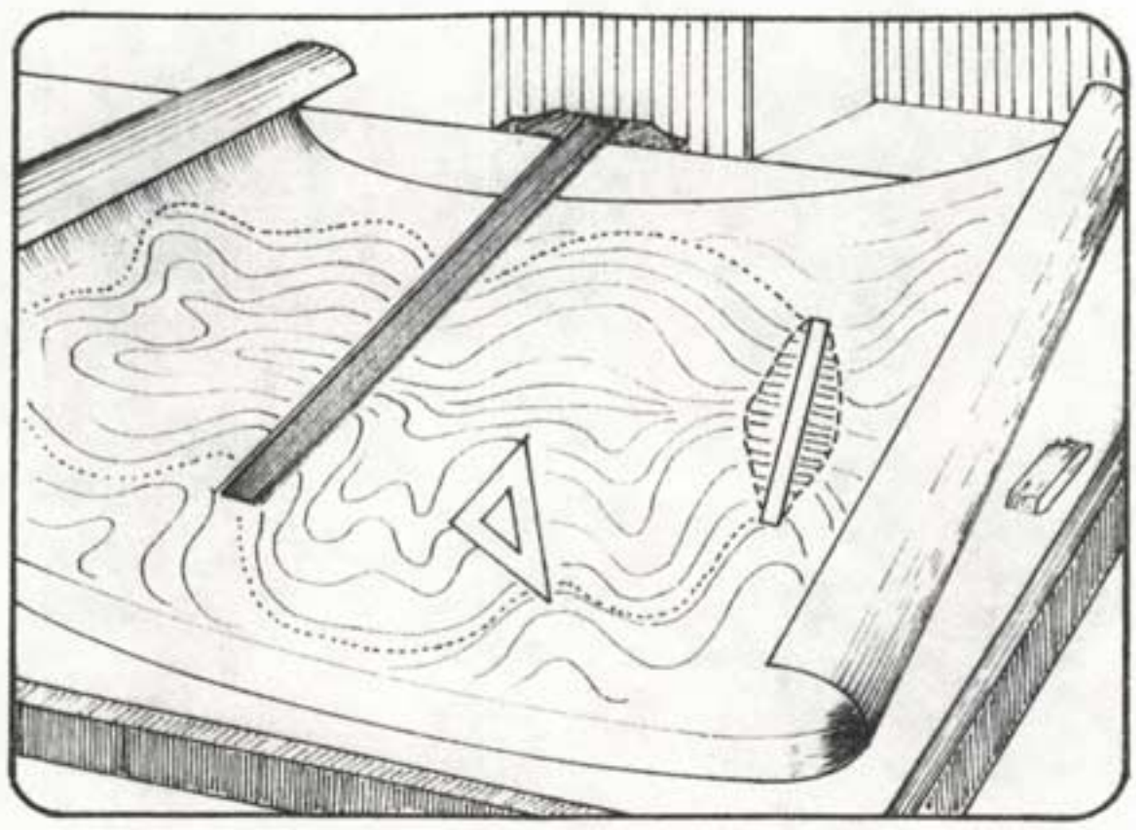
— **Mantenimiento**

El jagüey siempre debe ser revisado periódicamente y tener un mantenimiento regular.

Las partículas sólidas arrastradas por el agua, se eliminan para proteger el terraplén y el vertedero.

Si se observa la erosión del vertedero de demasías y en torno del tubo de descarga se **debe reparar de inmediato.**

De ninguna manera se deja crecer árboles o vegetación densa en el terraplén.



RESUMEN

La presente sección tiene por objetivo describir los conceptos básicos sobre la conservación de suelos, las causas y las formas en que se presenta la erosión y las principales medidas consistentes en prácticas culturales y prácticas mecánicas que deben adecuarse para la conservación del suelo. Dentro de las prácticas culturales se describen las mas caracterizadas y de mayor aplicación, así como entre las practicas mecánicas se tocan puntos referidos al control de cárcavas y la construcción de surcos en contorno entre las principales.

Finalmente, se dan las recomendaciones que se pueden seguir para llegar a la construcción de un jagüey o estanque que permite la solución de problemas referidos a la falta de agua en ciertos períodos críticos.

GLOSARIO

ALIVIADERO.– Estructura hidráulica para evacuar excesos de agua (vea jagüeyes)

APISONADOR MANUAL.– Implemento utilizado para compactar manualmente los suelos.

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.– Factor "C" de la fórmula Q = CIA para el cálculo del caudal producido por una cuenca.

CONCRETO CICLOPEO.– Mezcla de cemento-hormigón con piedra grande generalmente en un 30 o/o.

CONSERVACION DEL SUELO.– Conjunto de medidas para prevenir o evitar el deterioro de los suelos por erosión.

CORONA DE PRESA.– Parte superior o coronación de una presa o dique.

CUENCA.– Superficie de terreno cuyo escurrimiento total es evacuado por un cauce común.

ERODABILIDAD.– Es la resistencia a la erosión presentada por los suelos.

EROSION.– Pérdida progresiva o deterioro de los suelos.

INTEMPERISMO.– Acción de los factores climáticos a través del tiempo.

JAGUEY O ALJIBE.– Laguna o estanque artificial, cuya estructura principal es el dique o cortina de retención.

MAMPOSTERIA.– Acomodo de piedras o ladrillos convenientemente unidos por mezcla de cemento-arena.

NIVELETA.– Implemento constituído por un caballete en cuyo listón horizontal se instala un nivel y permite identificar dos puntos de igual nivel.

RECURSO NATURAL RENOVABLE.– Todo recurso natural que puede renovarse por acción propia o artificial en un período más o menos prudencial.

ROCA FIRME.– Roca que no presenta fisuras ni agrietamiento y posee gran resistencia a la rotura.

ROCA FISURADA.– Roca con fisuras y/o agrietamientos, fácilmente deleznable por la acción de fuerzas exteriores.

SURCO GUIA O "MAESTRA".– Surco de contorno trazado como guía para la construcción de los demás surcos.

TRINCHERA CENTRAL.– Excavación en la construcción de una presa, a modo de cimiento para el acomodo del núcleo impermeable.

VERTEDERO DE DEMASIAS O ALIVIADERO.– Estructura hidráulica construida en los embalses con el fin de evacuar los excesos de agua.

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
SENA
BOGOTA – COLOMBIA

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO
USAID
BOGOTA – COLOMBIA

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION

MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

MODULO 5 : COMO REGAR Y CONSERVAR EL SUELO

NIVEL CAMPESINOS A.

CONSORCIO HIDRAULICO MUNDIAL S.A. " CHIMU "

AMSA CONSULTORES –o– AGRO-INGENIERIA S.A.

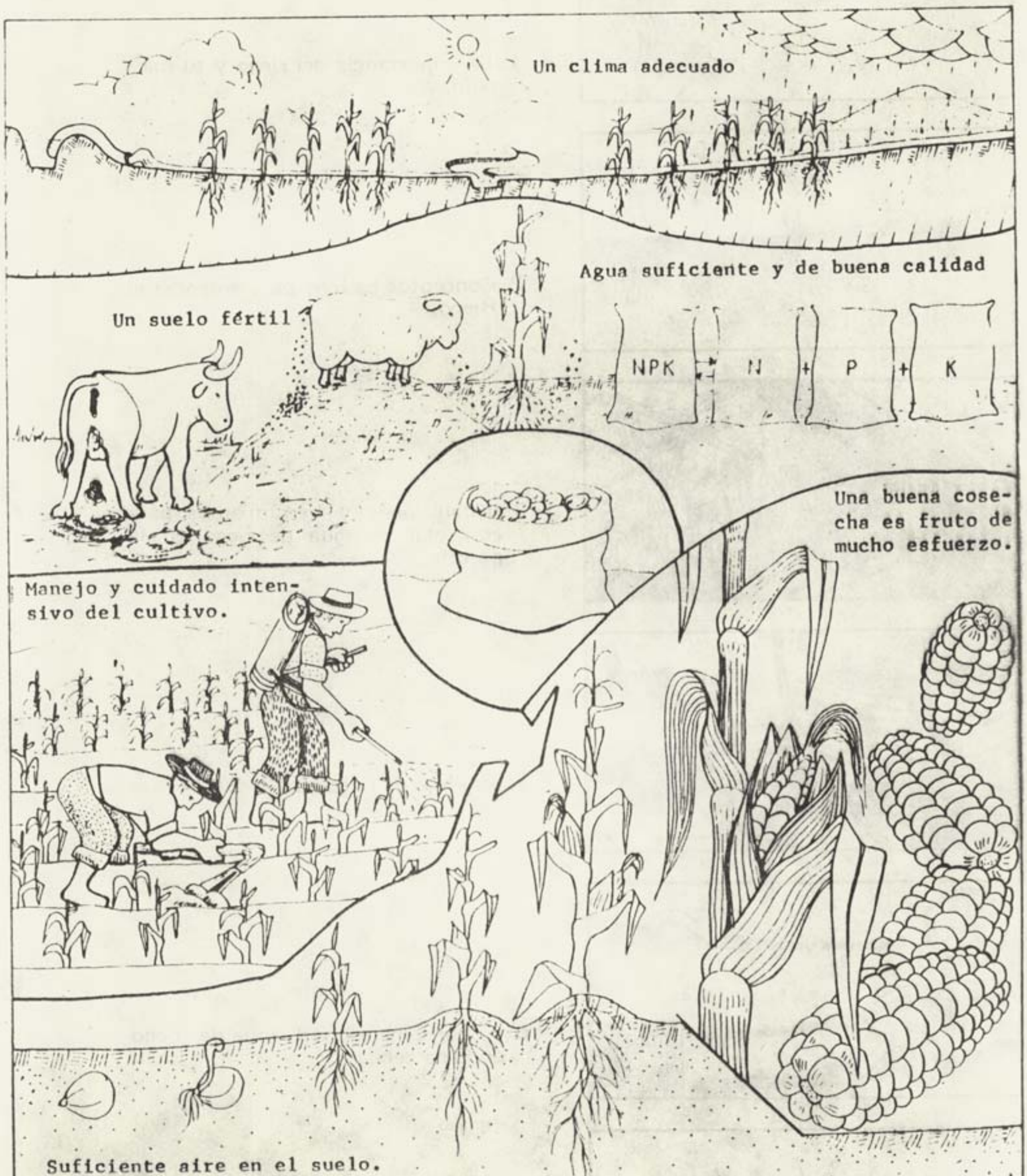
Manejo y Conservación de Suelos y Agua- Vol5.Como regar y conservar los suelos by Sistema de Bibliotecas Sena
is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.
Creado a partir de la obra en http://biblioteca.sena.edu.co/.

C O N T E N I D O

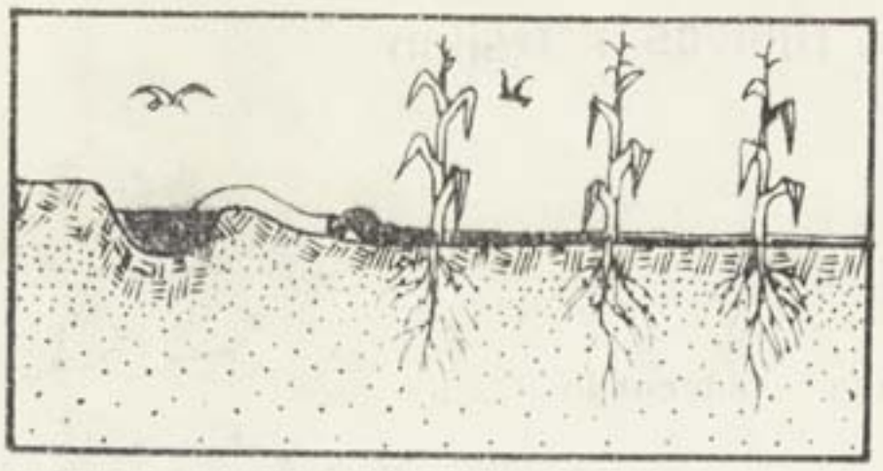
	Pág.
Para crecer y producir bien los cultivos necesitan	1-2
La importancia del riego y su manejo	3
El riego tiene varios beneficios	4-5
Perjuicios del riego	6-7
Otros problemas del mal manejo de riego	8
La función del agua en el desarrollo de las plantas	9
Conocimientos básicos para entender bien el riego	10
Conocimiento No. 1	11
Textura	12
Profundidad de raíces	13-14
Conocimiento No. 2	15
Conocimiento No. 3	16
Tipos de drenes	17
Conocimiento No. 4	18
Conocimientos Nos. 5 y 6	19
Conocimiento No. 7 Pendiente	20-21-22-23
Cómo trazar curvas a nivel?	24
Instalaciones y herramientas para controlar el agua en la parcela	25
Canales, drenes y otras instalaciones a nivel de parcela	26-27
Conservación y mantenimiento de canales, drenes y otras instalaciones	28-29
Herramienta para regar	30
Sifones	31
Cómo se usan los sifones?	32
Cómo se construyen los sifones?	33
Los sistemas de riego para la sierra	34-35
Algunas determinaciones para escoger el sistema de riego	36
1- Riego por pozas	37
Construcción de pozas	38-39
2- Riego por melgas	40
Construcción de melgas	41-42
3- Surcos derechos	43
Construcción de surcos derechos	44
4- Surcos al contorno	45
Construcción de surcos al contorno	46
5- Surcos a nivel	47
Conservación de las curvas a nivel	48
6- Corrugaciones (surcos pequeños)	49
7- Andenes o terrazas	50

	Pág.
Hay varias maneras de hacer las corrugaciones	51-52-53
8- Acequias a nivel	54
9- Inundación natural	55
10- Riego por aspersión	56
11- Riego con ollas de barro	57
El buen manejo del agua de riego	58-59
Para regar bien se debe conocer	60
1- Necesidades de agua de los cultivos	61-62
2- Cada cuántos días se debe regar el cultivo?	63
Cada cuántos días debo regar?	64
Frecuencia óptima de riegos para cultivos (de 3.000 a 4.000 metros de altura)	65-66
Frecuencia óptima de riegos para cultivos (de 1.500 a 3.000 metros de altura)	67-68
3- Cómo determinar cuándo deben regarse los cultivos?	69
4- Si hay erosión, cómo evitarla?	70
Para controlar la erosión	71
5- Cómo obtener un riego uniforme si hay desuniformidad?	72-73
Si el agua no ha penetrado uniformemente puede haber solución	74
6- Cómo reducir las pérdidas por escorrentía?	75
7- Cuándo cortar el agua de riego para que penetre bien?	76
Usted puede asegurarse si el riego ha sido suficiente para humedecer toda la zona de raíces:	77
Recuerde	78
Y para lograr el buen riego usted puede controlar muchos factores	79-80
Conservación de laderas	81

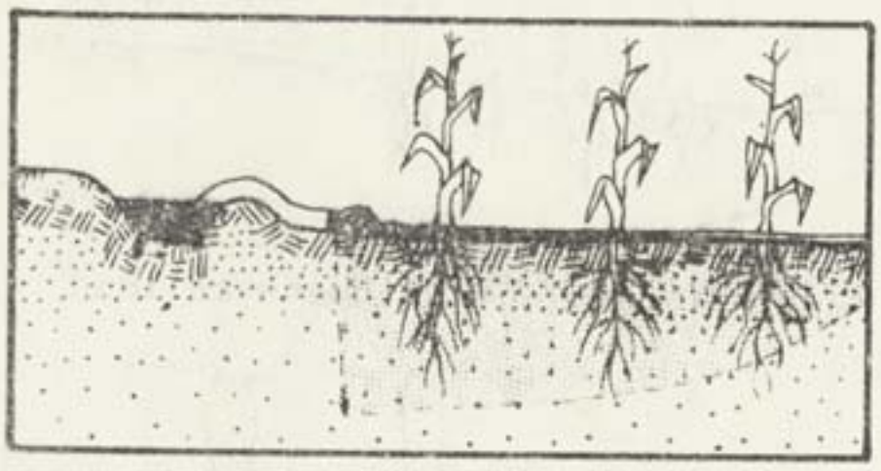
Para crecer y producir bien los cultivos necesitan



En este librito solo explicaremos cómo regar bien y cómo conservar los suelos.



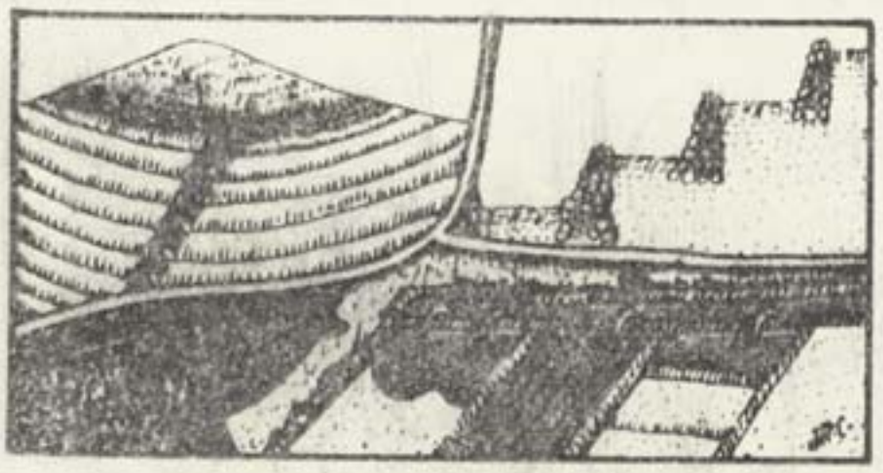
1. La importancia del riego y su manejo. 5



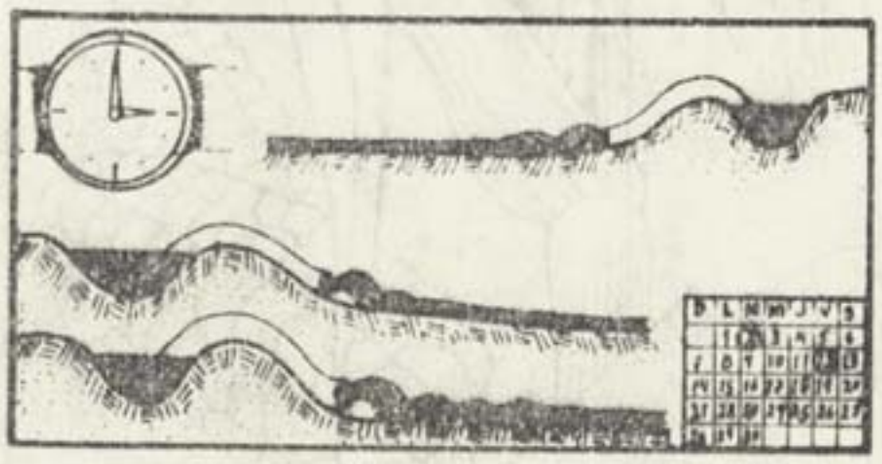
2. Conceptos básicos para entender el Riego. 13



3. Instalaciones y herramientas para controlar el agua de riego en la parcela. 29



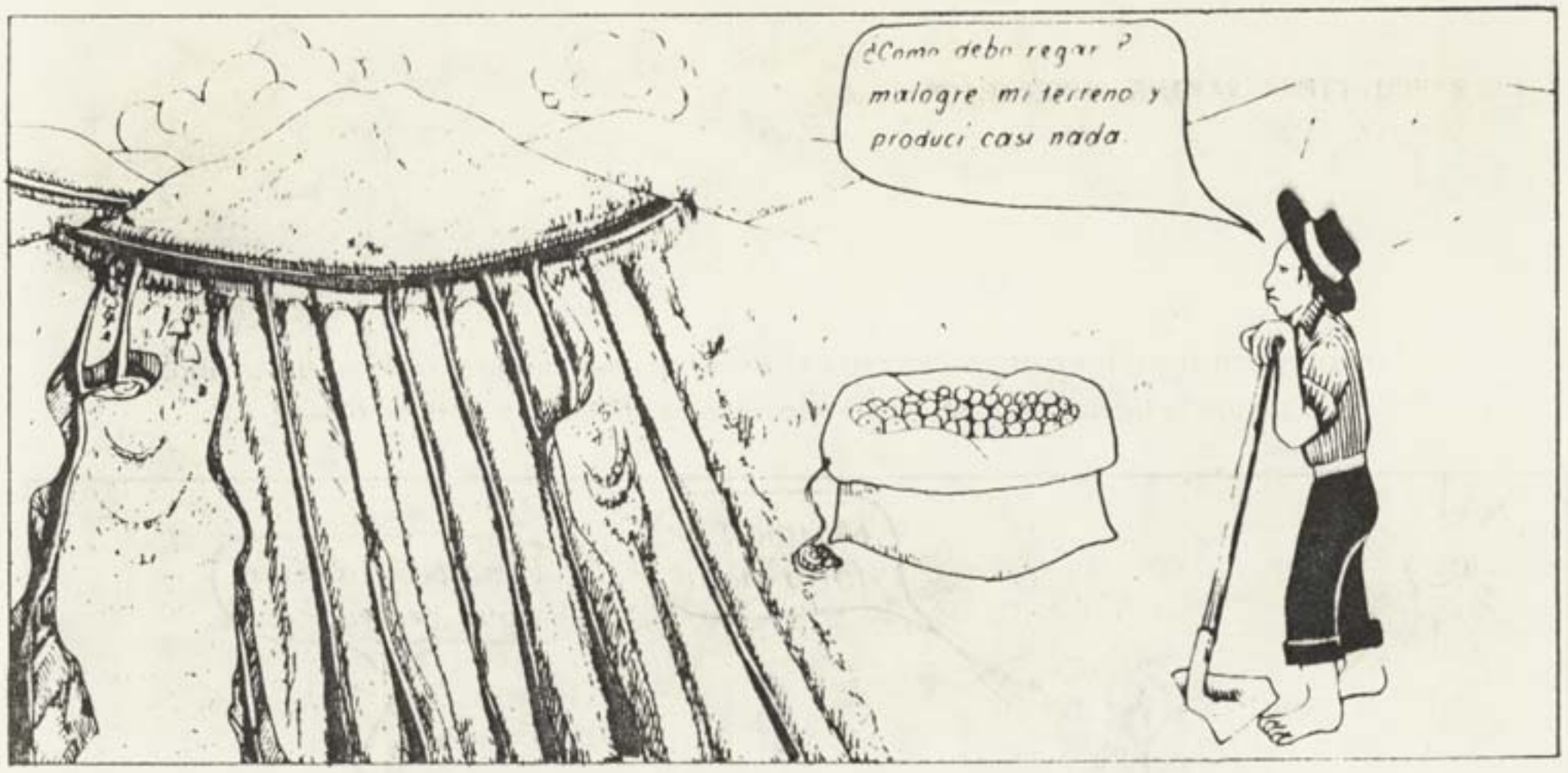
4. Sistemas de riego para la Sierra. 39



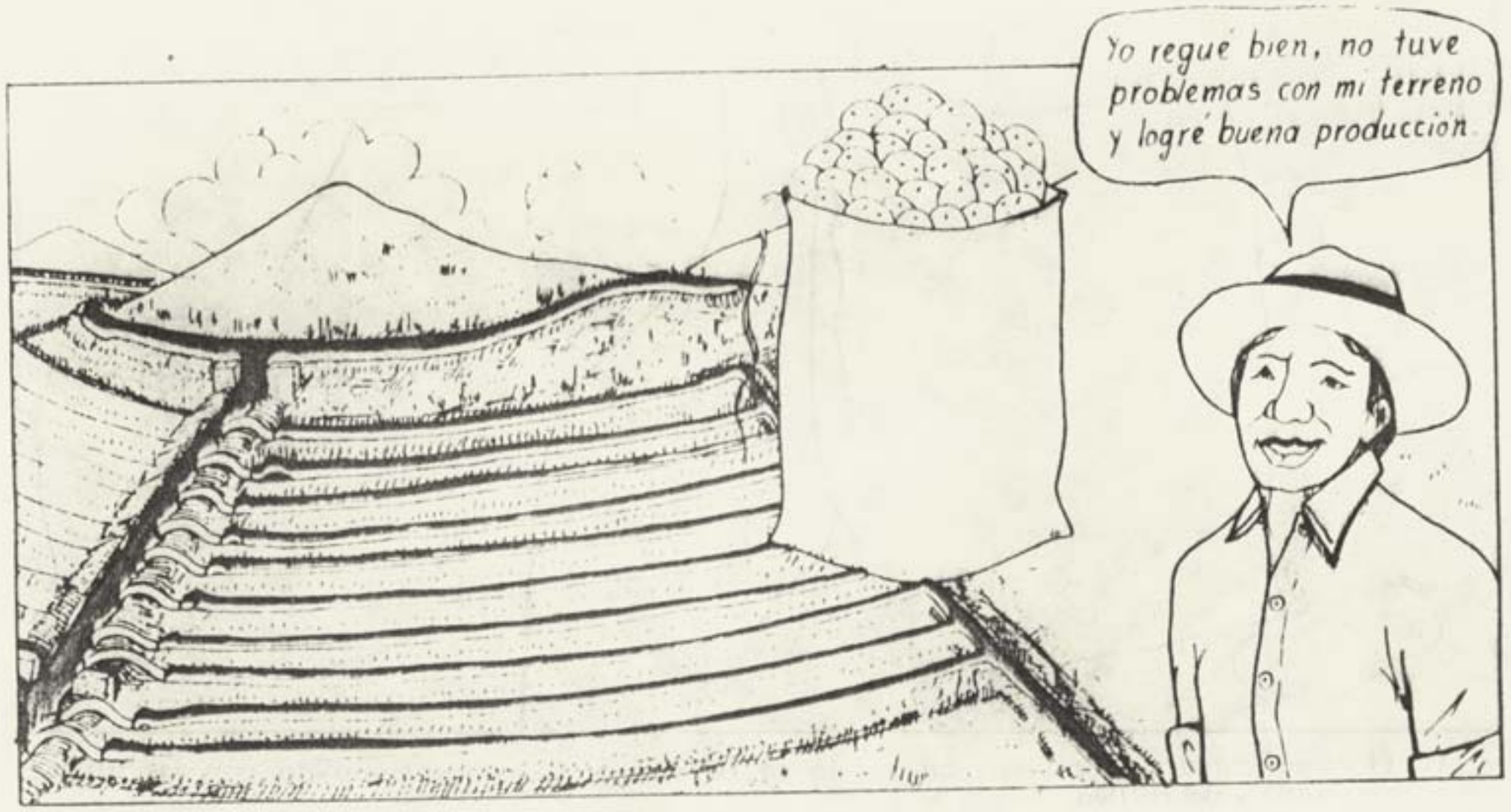
5. El buen manejo del agua de riego en la parcela. 63



6. Conservación de laderas. 86



La importancia del riego y su manejo



EL RIEGO TIENE VARIOS BENEFICIOS:

Para producir bien, los cultivos necesitan suficiente agua durante todo su desarrollo.
Cuando la lluvia no abastece las necesidades del cultivo se debe regar.

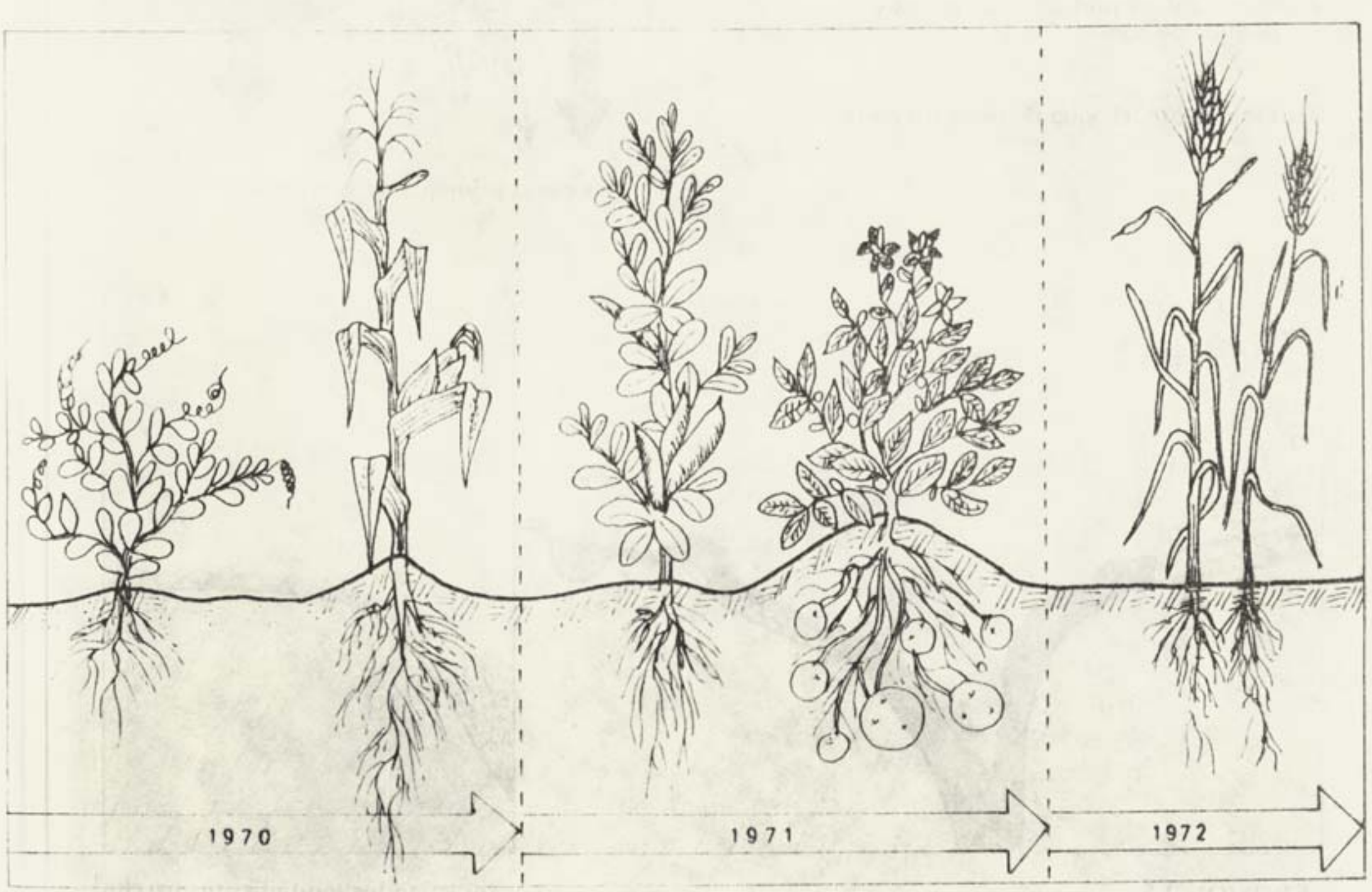


1. El riego asegura la producción en época de sequía si hemos cumplido con las otras necesidades del cultivo.

2. Además, el riego puede proteger el cultivo contra heladas ligeras.



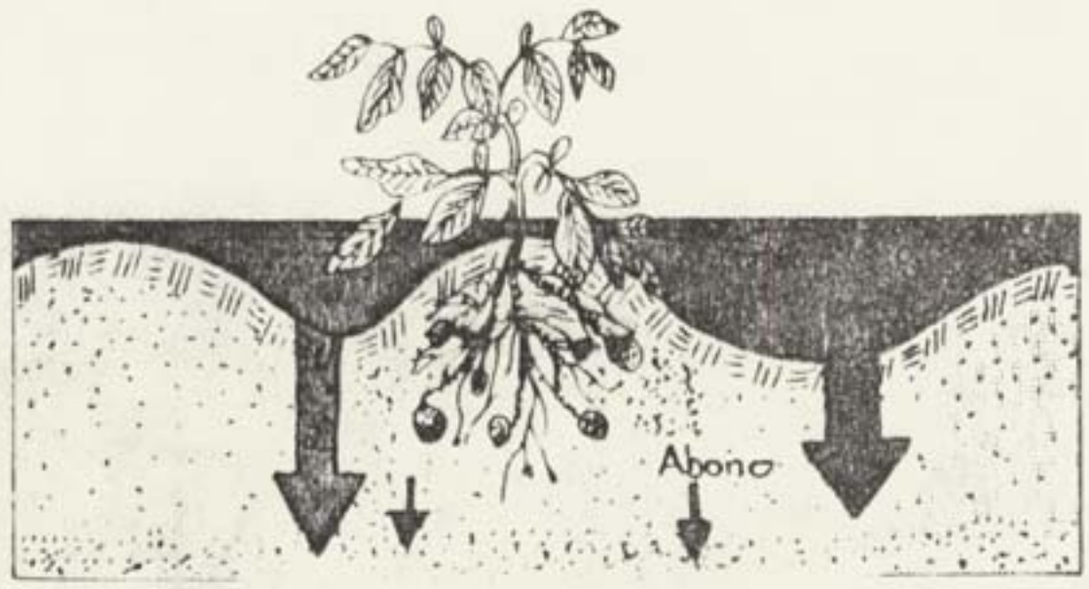
3. Con riego se obtienen dos cosechas al año en muchos lugares



PERJUICIOS DEL RIEGO



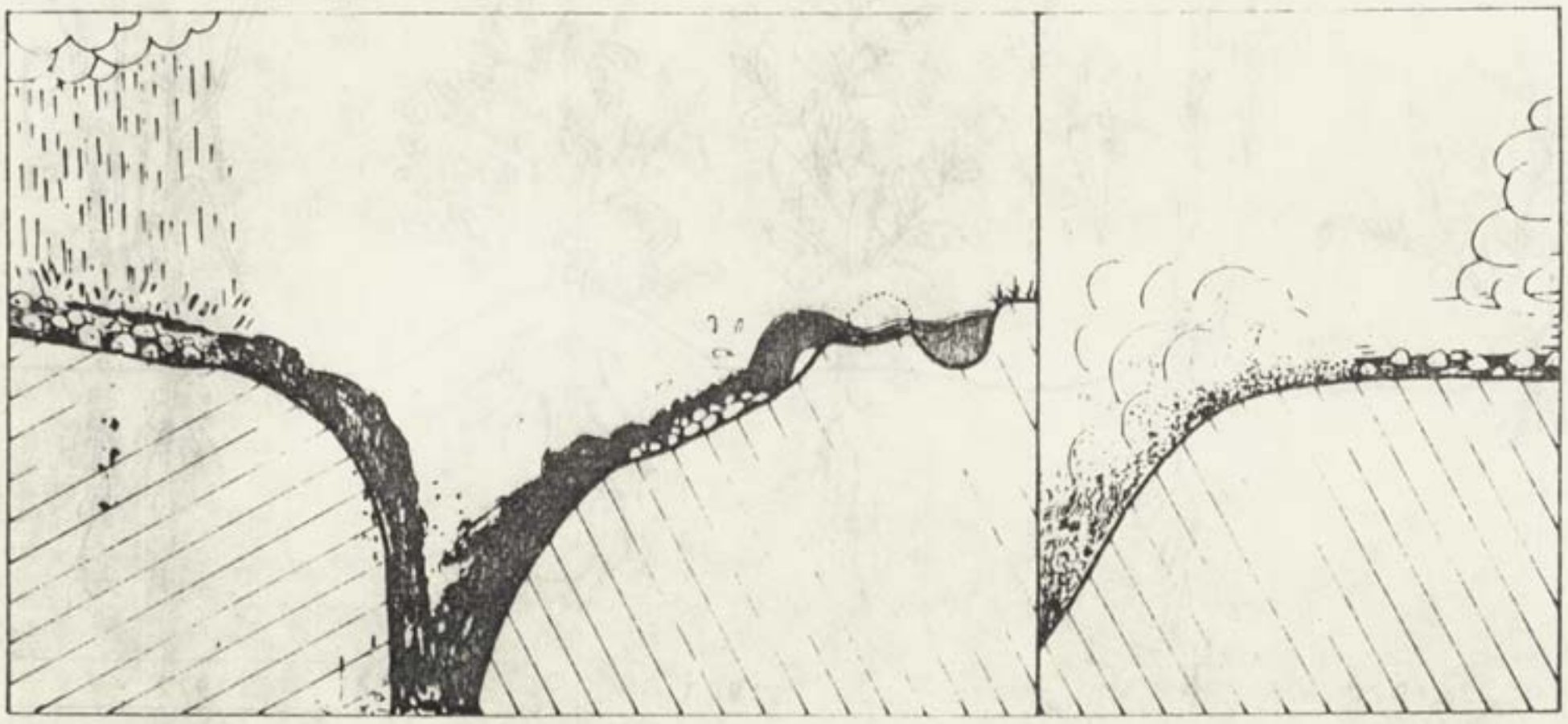
1. Demasiada agua dejà sin aire a las raíces.



2. Puede causar pudrición de raíces y pérdida de abono

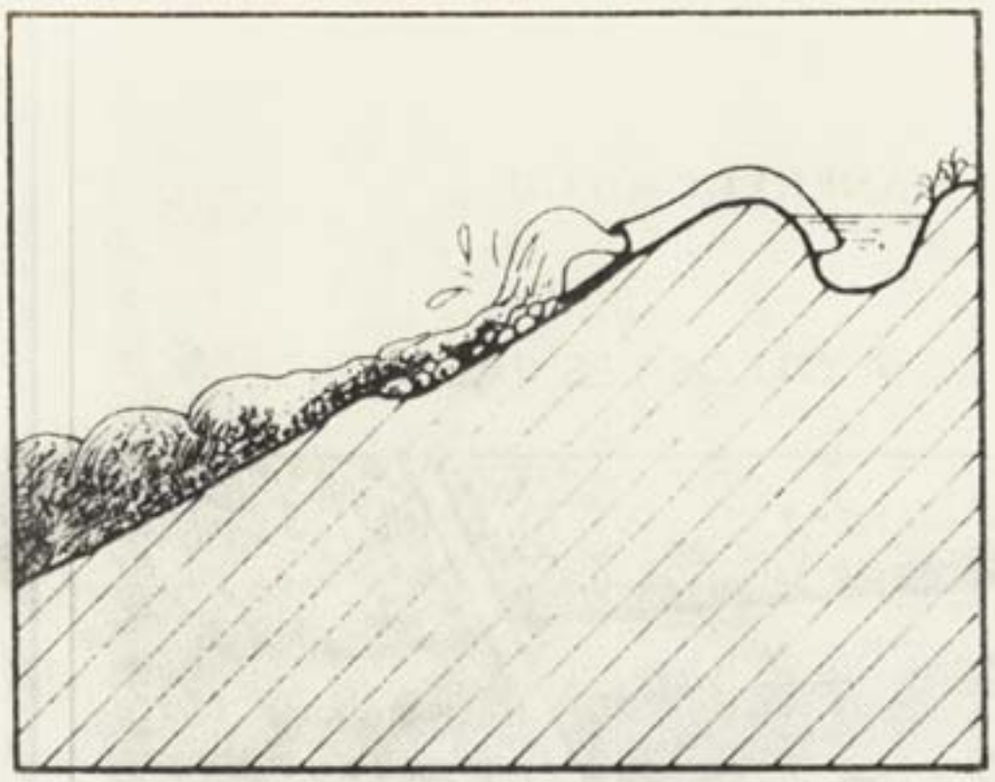
3. Finalmente, el agua de riego sin control

¡Es causa principal de la erosión!

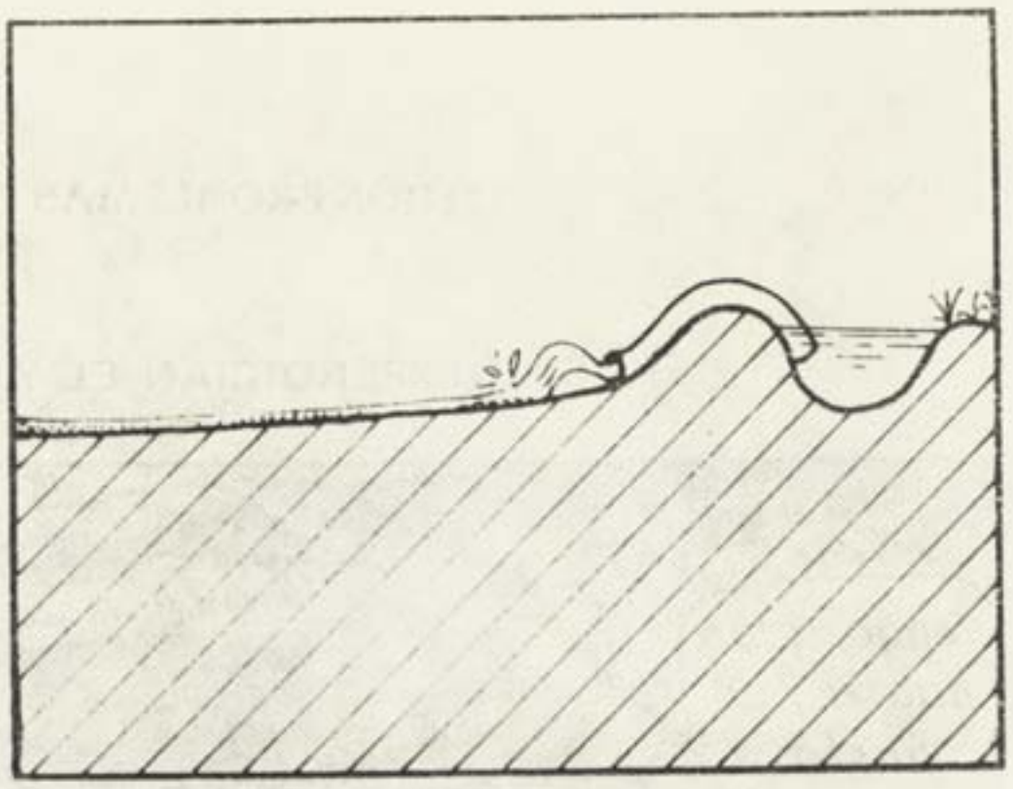


EROSION ES:
Airrastre de suelo por el agua o el viento

¡Por fin bajan los rendimientos mucho!



En las laderas hay mayor peligro de erosión

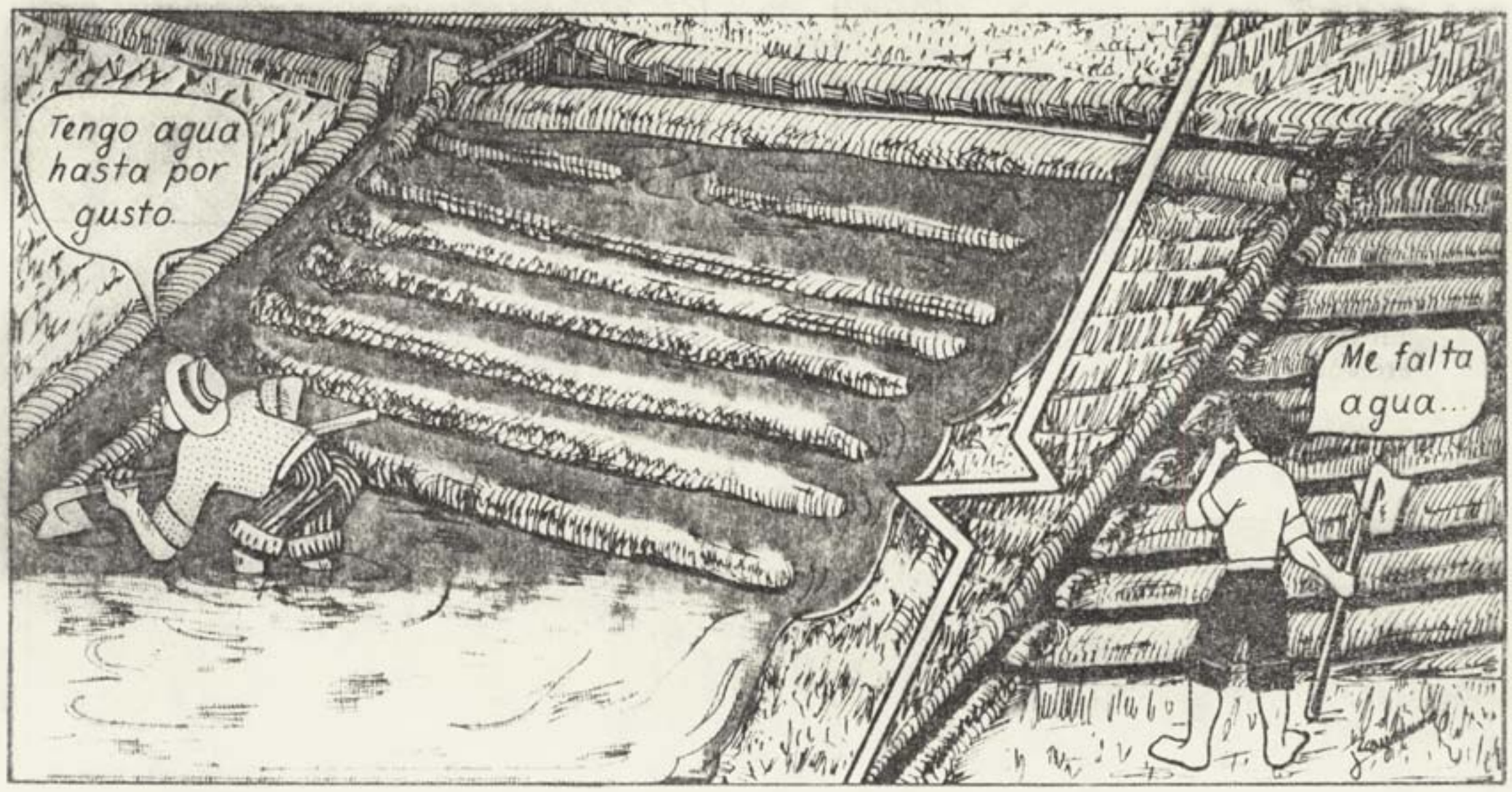


En suelos planos hay menor peligro de erosión.



OTROS PROBLEMAS DEL MAL MANEJO DE RIEGO:

SI DESPERDICIAN EL AGUA ..... A OTROS LES FALTARA



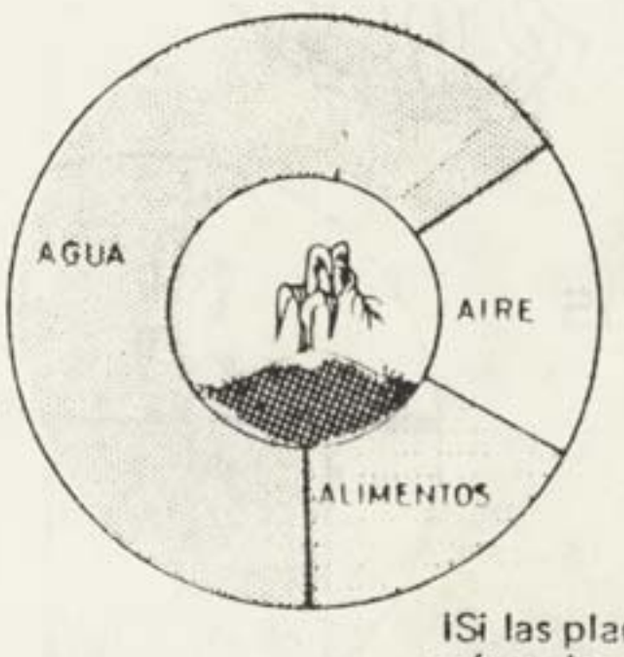
Y ..... SI UNO SE DESCUIDA DAÑA AL VECINO



LA FUNCION DEL AGUA EN EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

El Agua es un elemento básico en el crecimiento de las plantas. Es un alimento y ademas lleva los otros nutrientes que usa la planta para crecer y la mantiene fresca.

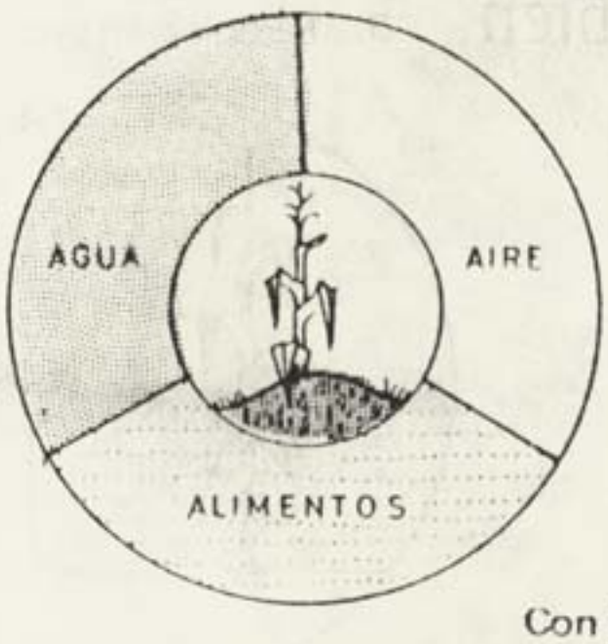
En la planta se juntan el sol, agua, aire y otros alimentos para hacer los tallos, hojas y productos que comemos.



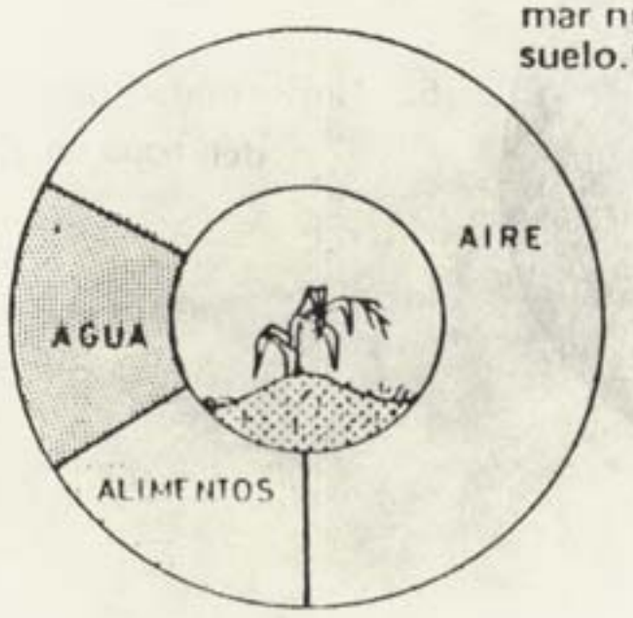
Con exceso de agua le falta aire a la planta



¡Si las plantas tienen agua de más o de menos les faltará alimentos, y bajará la producción.

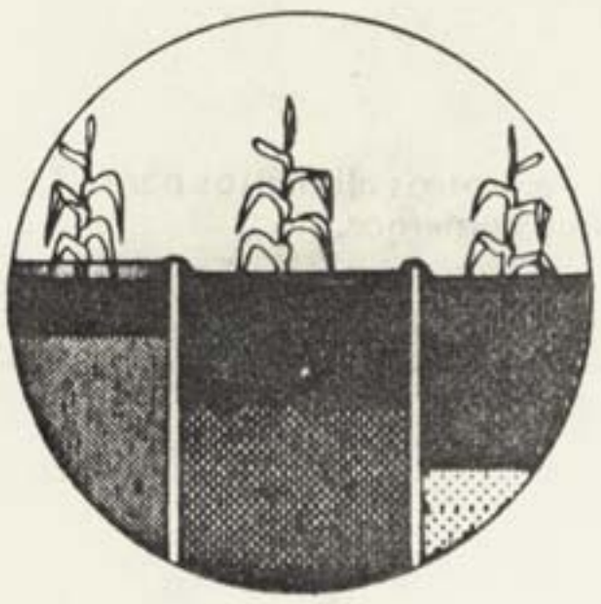


Con falta de agua la planta no puede tomar nutrientes del suelo.





2. Velocidad de penetración del agua al suelo.



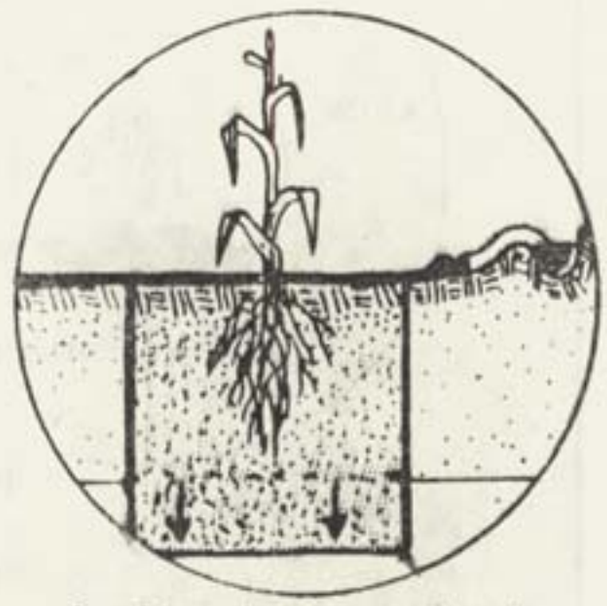
1. Capacidad del suelo para almacenar agua al alcance de las plantas.



Conocimientos básicos para entender bien el riego



4. Ondulación del terreno.



3. Percolación profunda.



7. Pendiente.



6. Escorrentía.



5. Uniformidad de penetración del agua en el suelo.

CONOCIMIENTO 1:

CAPACIDAD DEL SUELO PARA ALMACENAR AGUA AL ALCANCE DE LAS PLANTAS

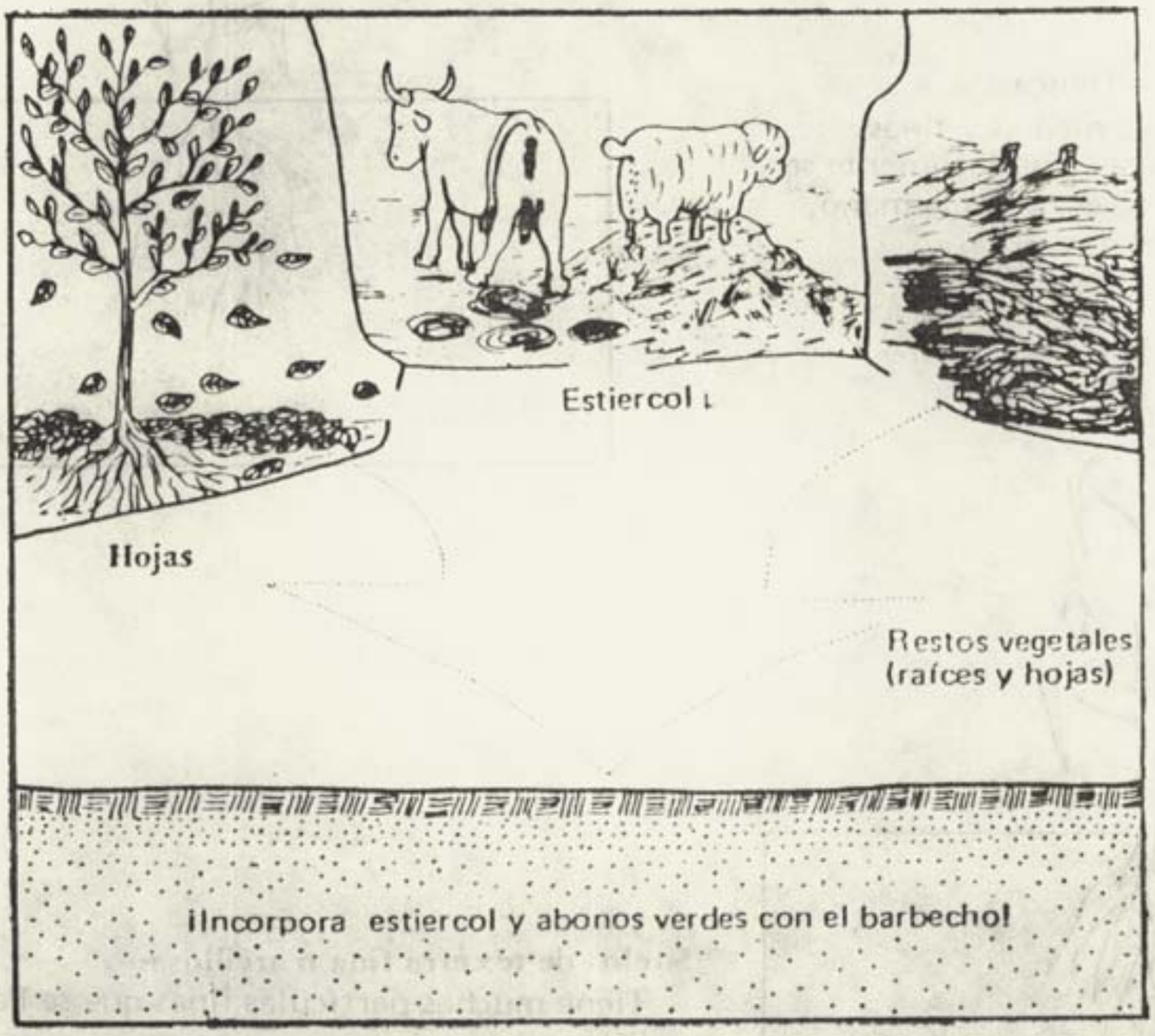
El suelo es un reservorio de agua donde desarrollan las plantas.

La cantidad de agua que puede almacenar el suelo al alcance de las plantas depende de:

- La materia orgánica dentro del suelo
- La textura (tamaño de las partículas en el suelo)
- La profundidad de raíces

MATERIA ORGANICA

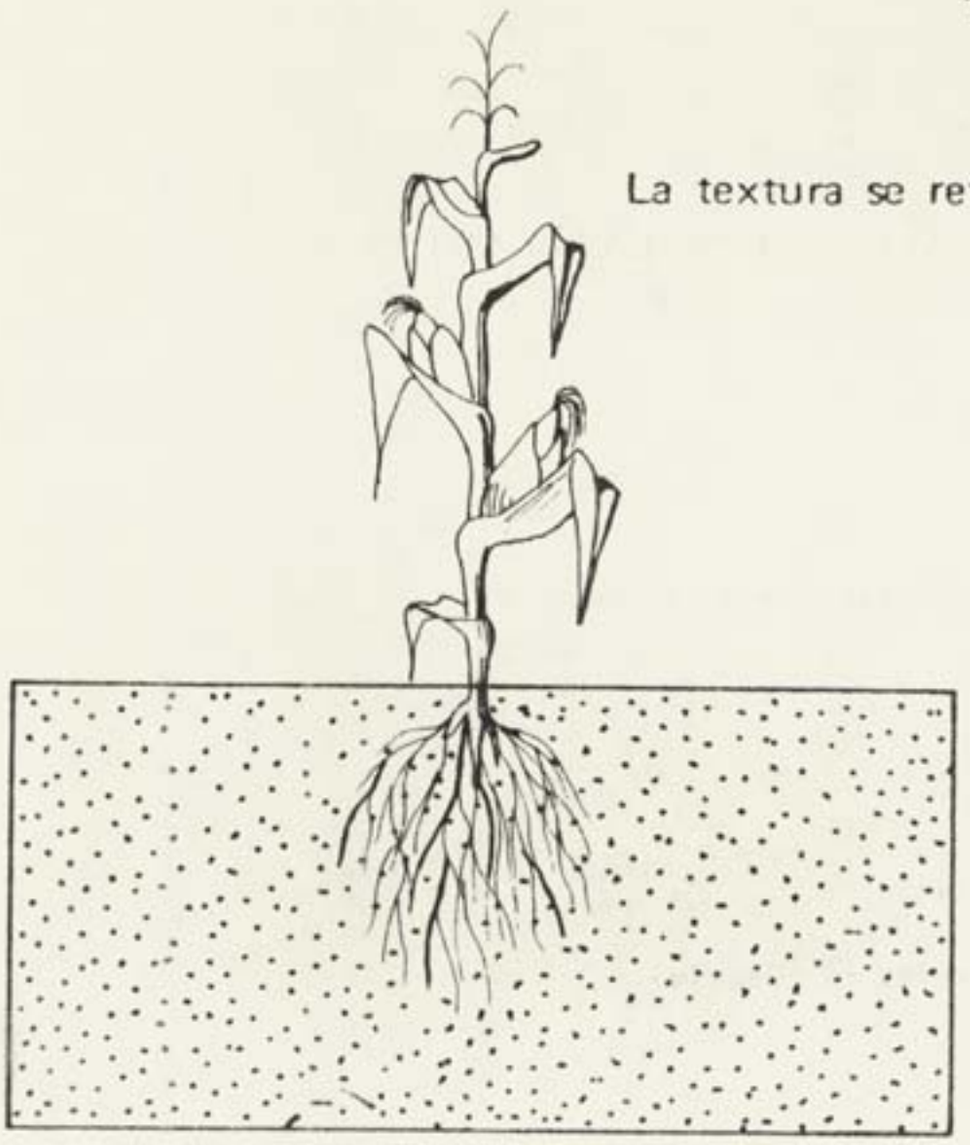
La materia orgánica dentro del suelo aumenta su capacidad de almacenar agua.



¡Los mejores restos vegetales son los de plantas leguminosas como alfalfa, trébol, habas, arvejas y frijol ....!

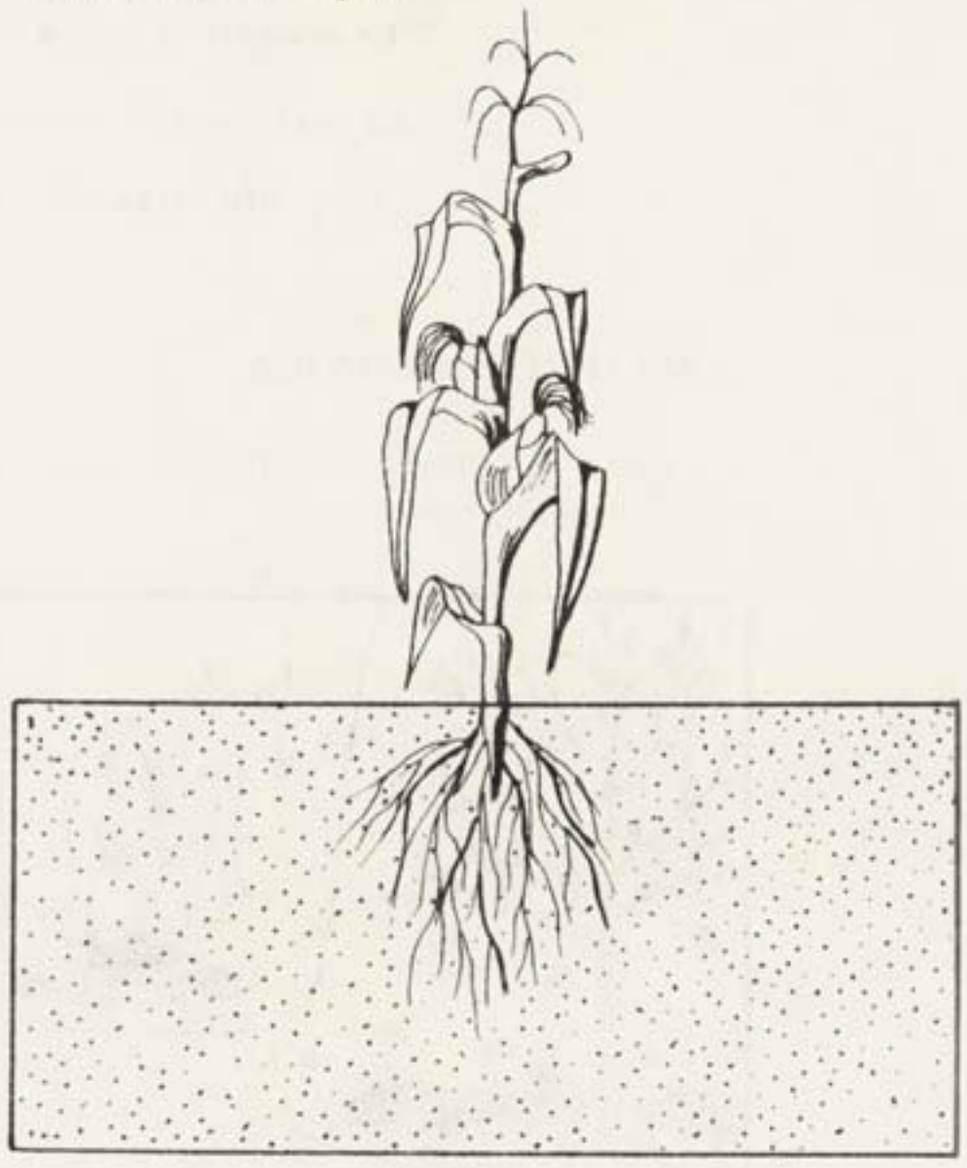
TEXTURA

La textura se refiere al tamaño de partículas en el suelo.



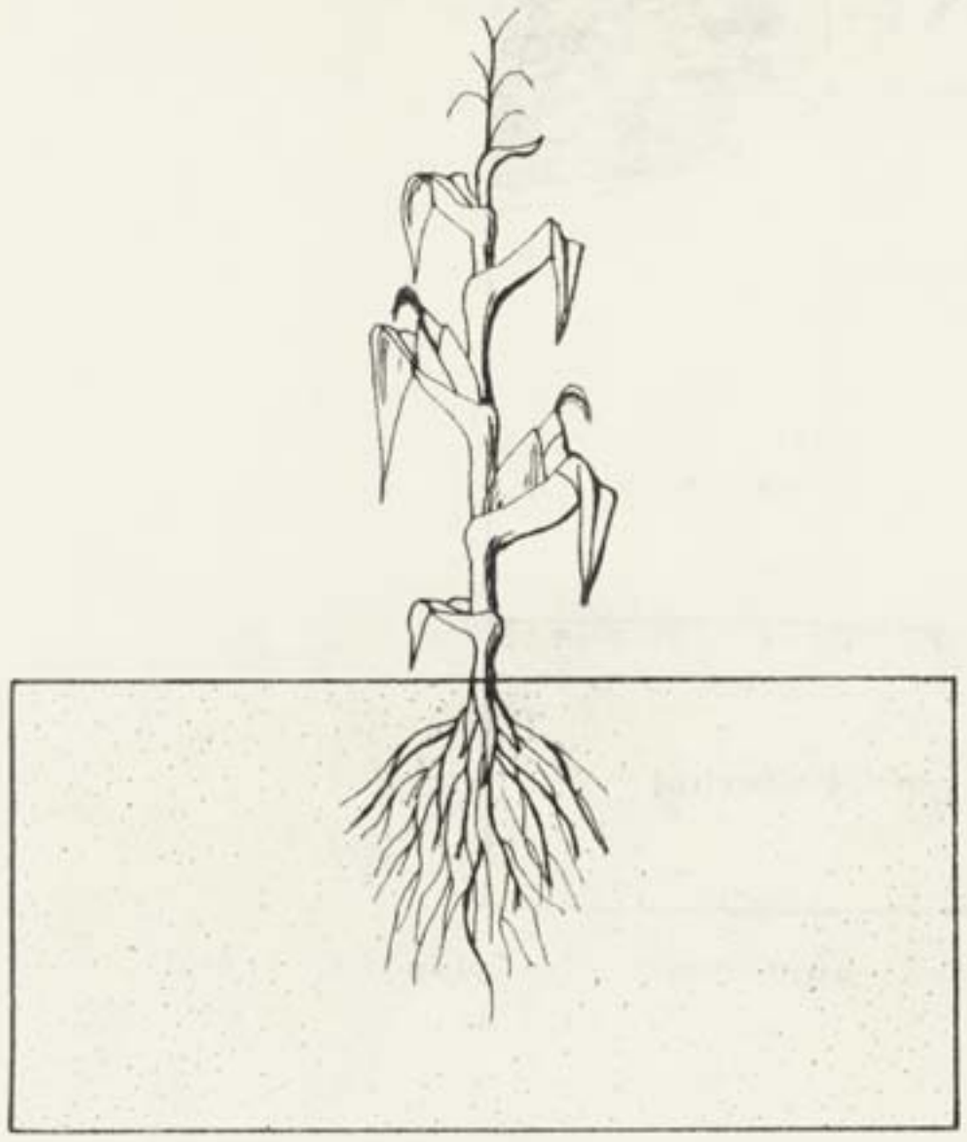
Suelo de textura gruesa o arenosa:

- Tiene mucha arena.
- Se siente áspero al frotar entre los dedos.
- Es fácil de barbechar.
- No forma terrones al secarse.
- Retiene poca agua.



Suelo de textura media o franca:

- Tiene partículas gruesas, medias y finas.
- Forma terrones al secarse, que fácilmente se rompen con la picota, a veces con la mano.
- Retiene buena cantidad de agua.

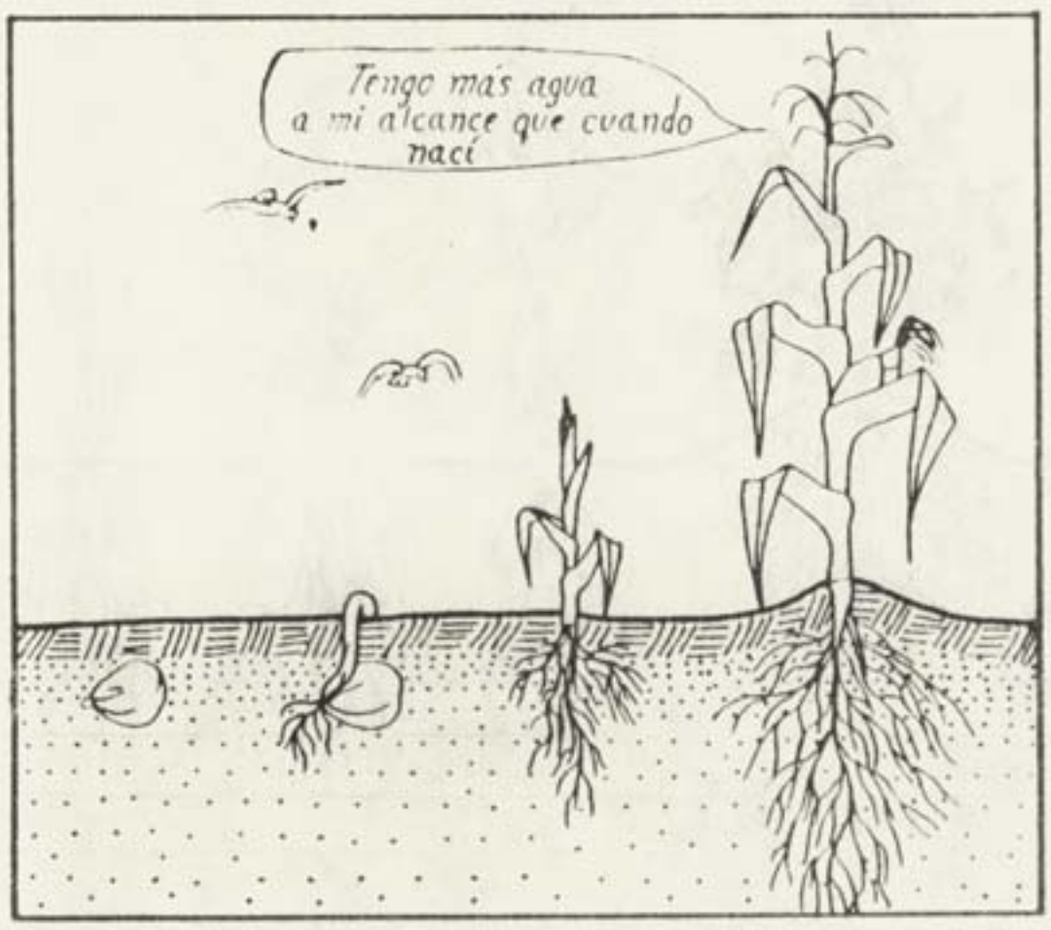


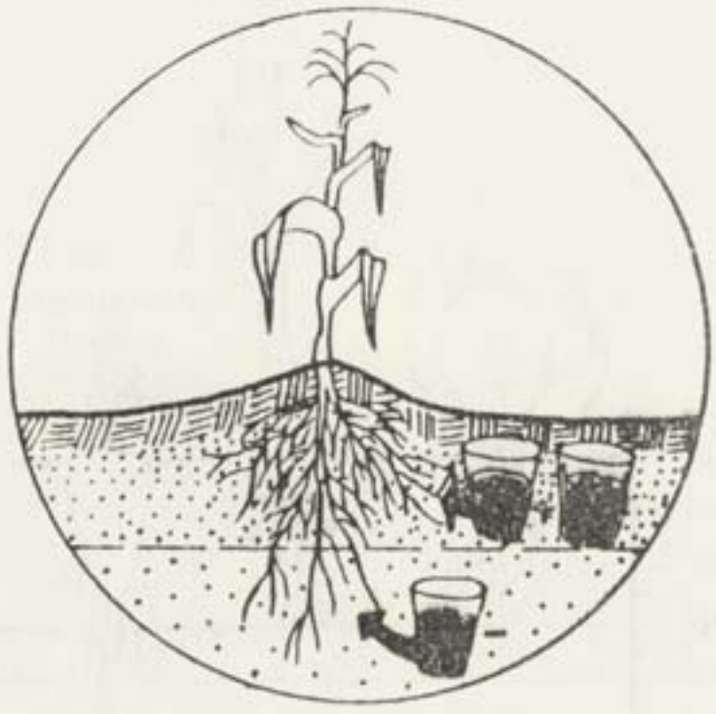
Suelo de textura fina o arcillosa:

- Tiene muchas partículas finas que se llaman arcillas.
- Es difícil de arar si no está húmedo
- Forma grietas al secarse.
- Forma terrones duros como adobes al secarse
- Retiene mucha agua.

PROFUNDIDAD DE RAICES

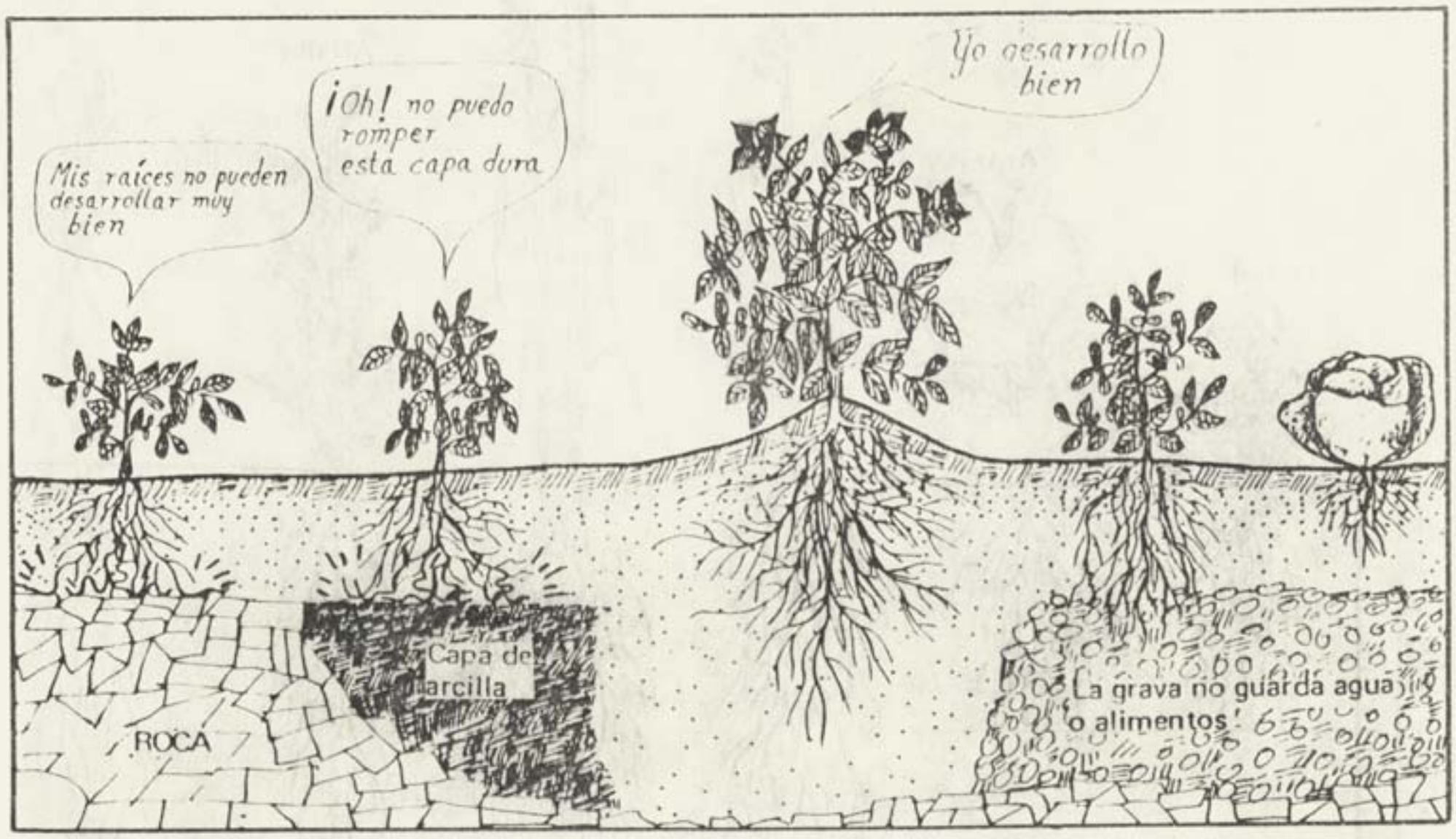
La profundidad de raíces aumenta con el desarrollo de la planta.





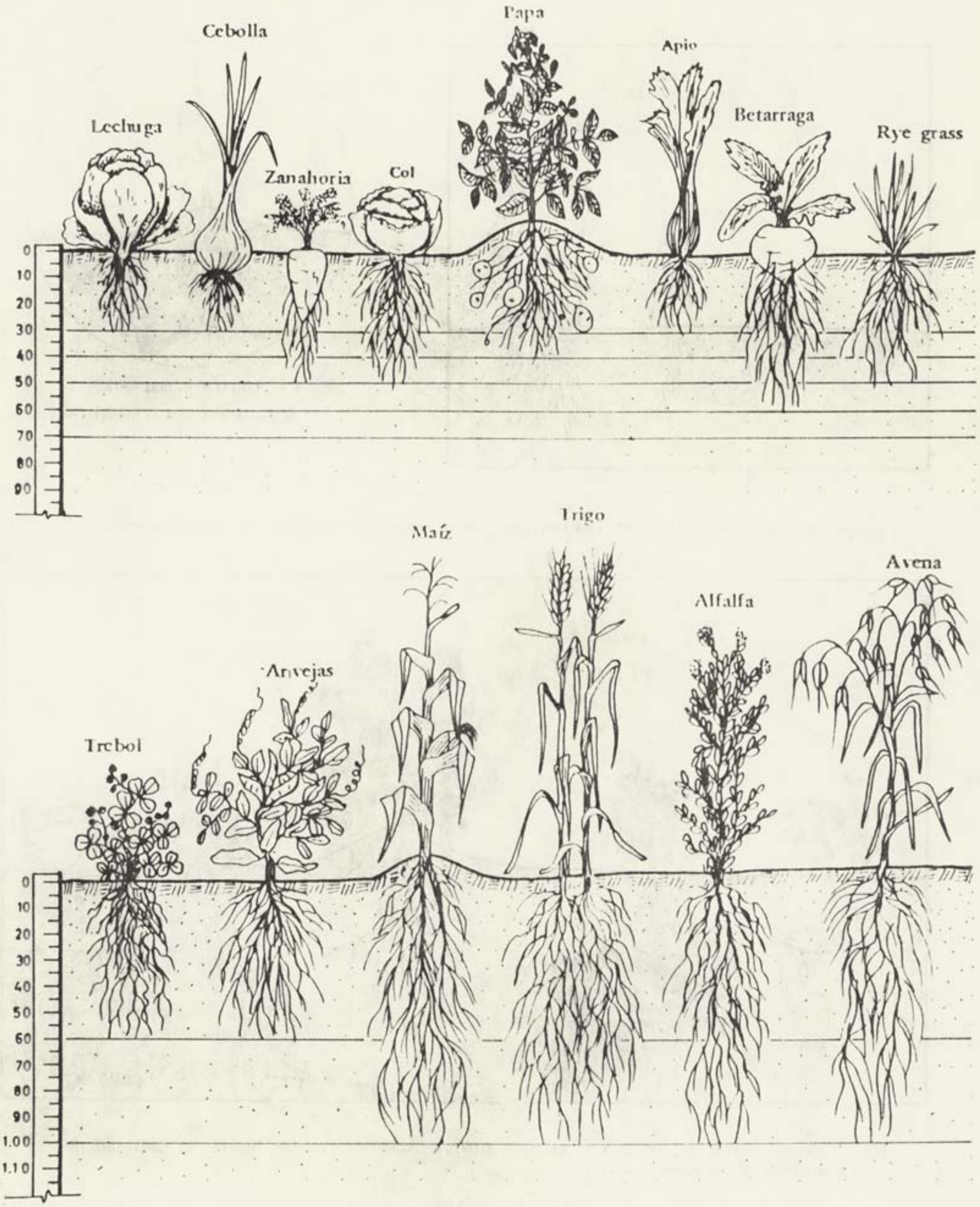
Las plantas usan más agua
De donde hay mayor número de raíces.

La profundidad máxima depende del tipo de cultivo y de la profundidad de suelo bueno.



¡Capas de roca, suelo duro, grava, sales, u otros obstáculos pueden limitar la cantidad de agua al alcance de las plantas.

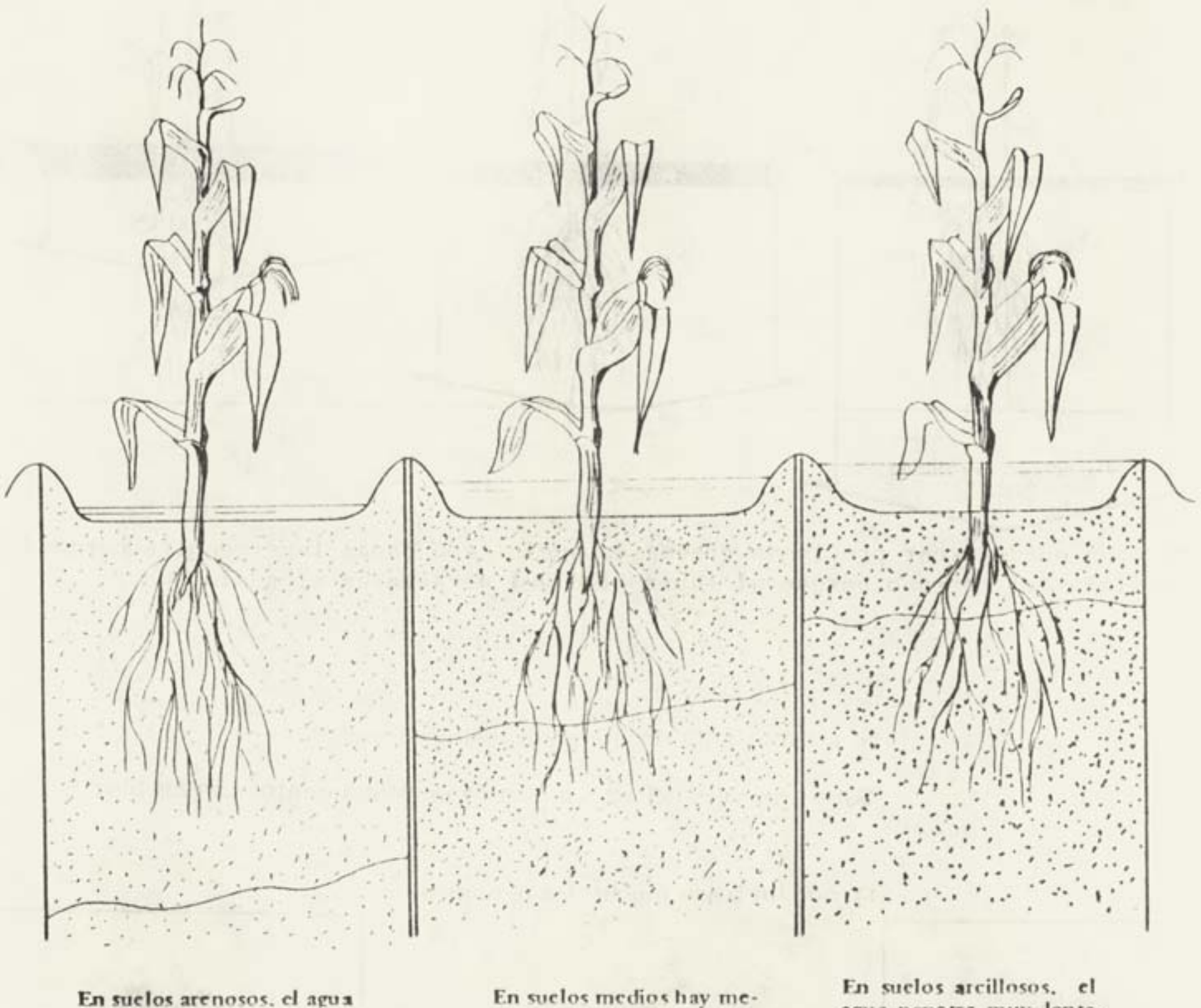
En suelos sin obstáculos las raíces alcanzan, por lo menos, las siguientes profundidades:



CONOCIMIENTO 2

VELOCIDAD DE PENETRACION DEL AGUA AL SUELO
(Velocidad de Infiltración)

El agua de Riego penetra mucho más fácil en suelos arenosos que en suelos arcillosos.



En suelos arenosos, el agua penetra más rápido

En suelos medios hay mediana velocidad de penetración del agua.

En suelos arcillosos, el agua penetra muy lentamente.

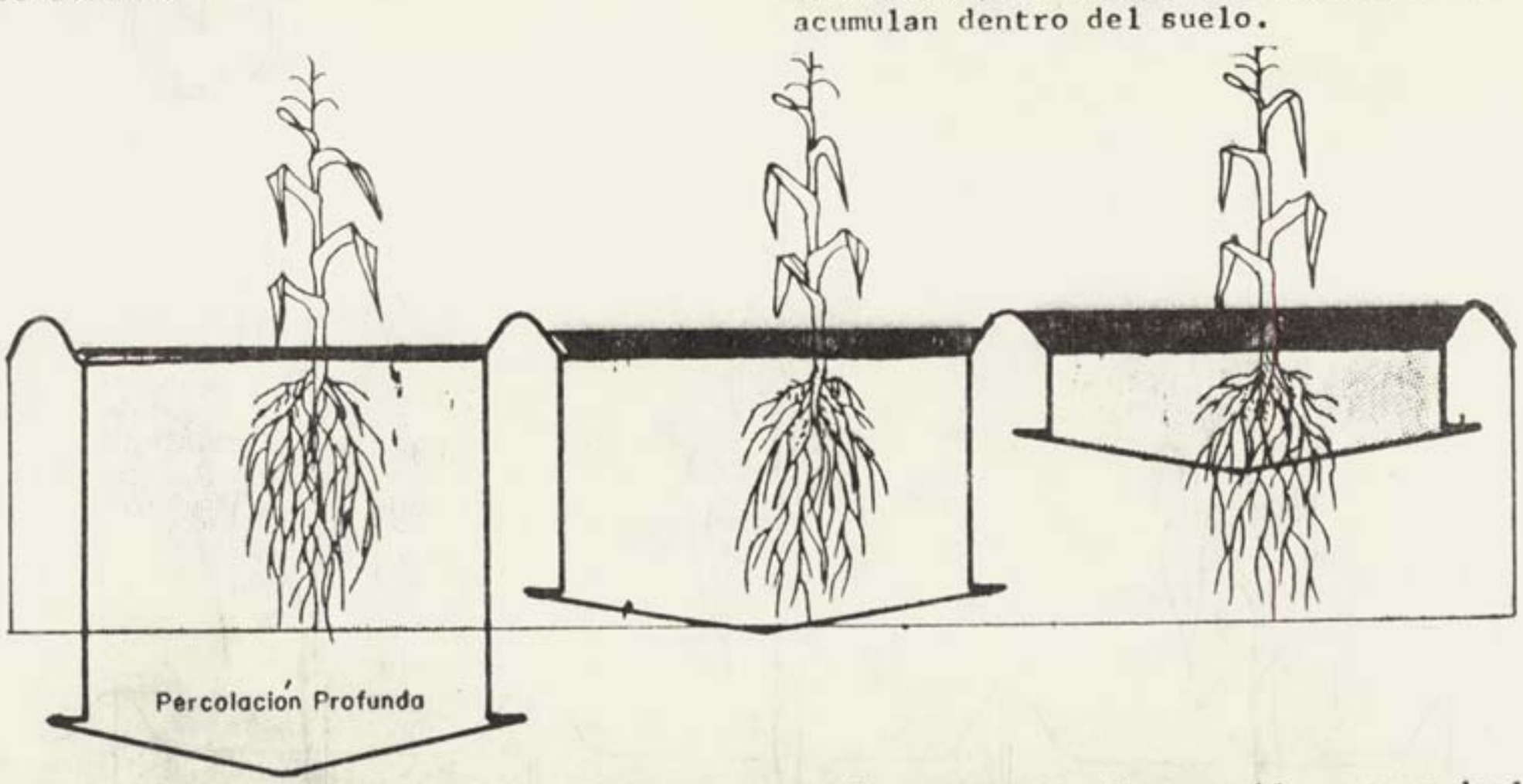
CONOCIMIENTO 3:

PENETRACION EXCESIVA DEL AGUA — PERCOLACION PROFUNDA

El agua que se pasa de la zona de raíces se llama percolación profunda

OJO:
Esta agua se desperdicia y se lleva los abonos.

Pero a veces es necesario aplicar agua en exceso para quitar las sales que se acumulan dentro del suelo.

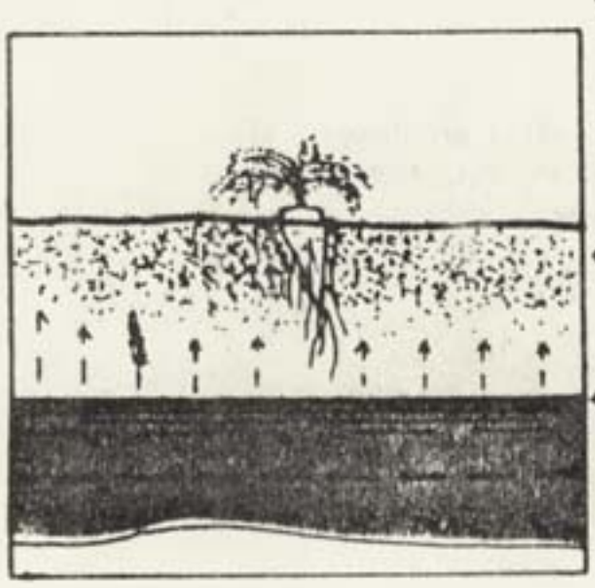


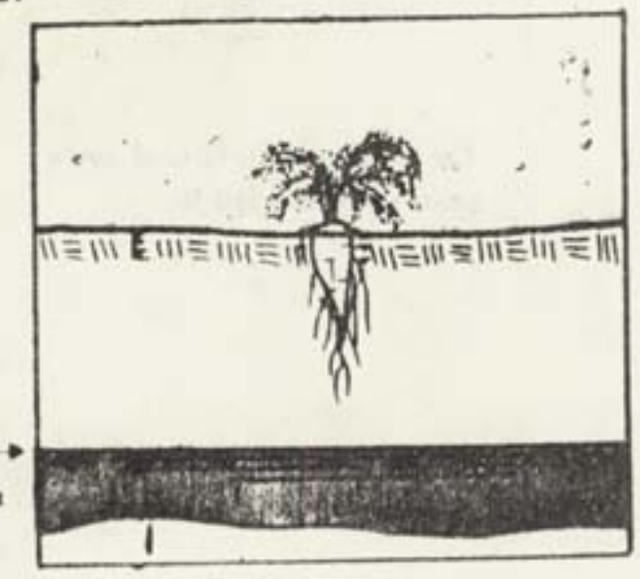
Esta agua puede crear problemas graves en suelos con capas impermeables cerca de la superficie del terreno porque al subir el nivel de agua en el suelo:

Se provoca falta de aire en el suelo.

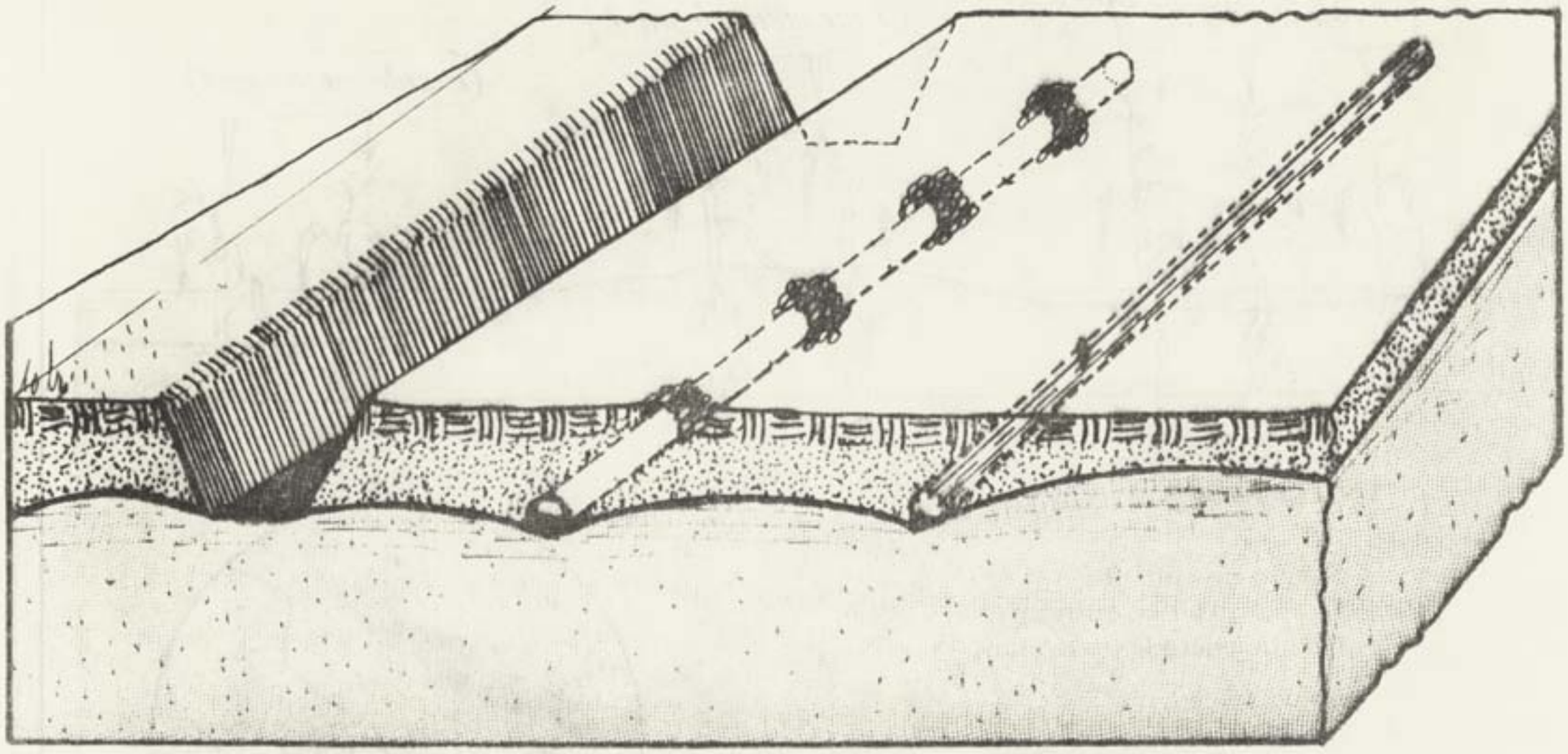
Suben las sales del agua a la zona de raíces e intoxican las plantas.

¡Y por fin bajan mucho los rendimientos!

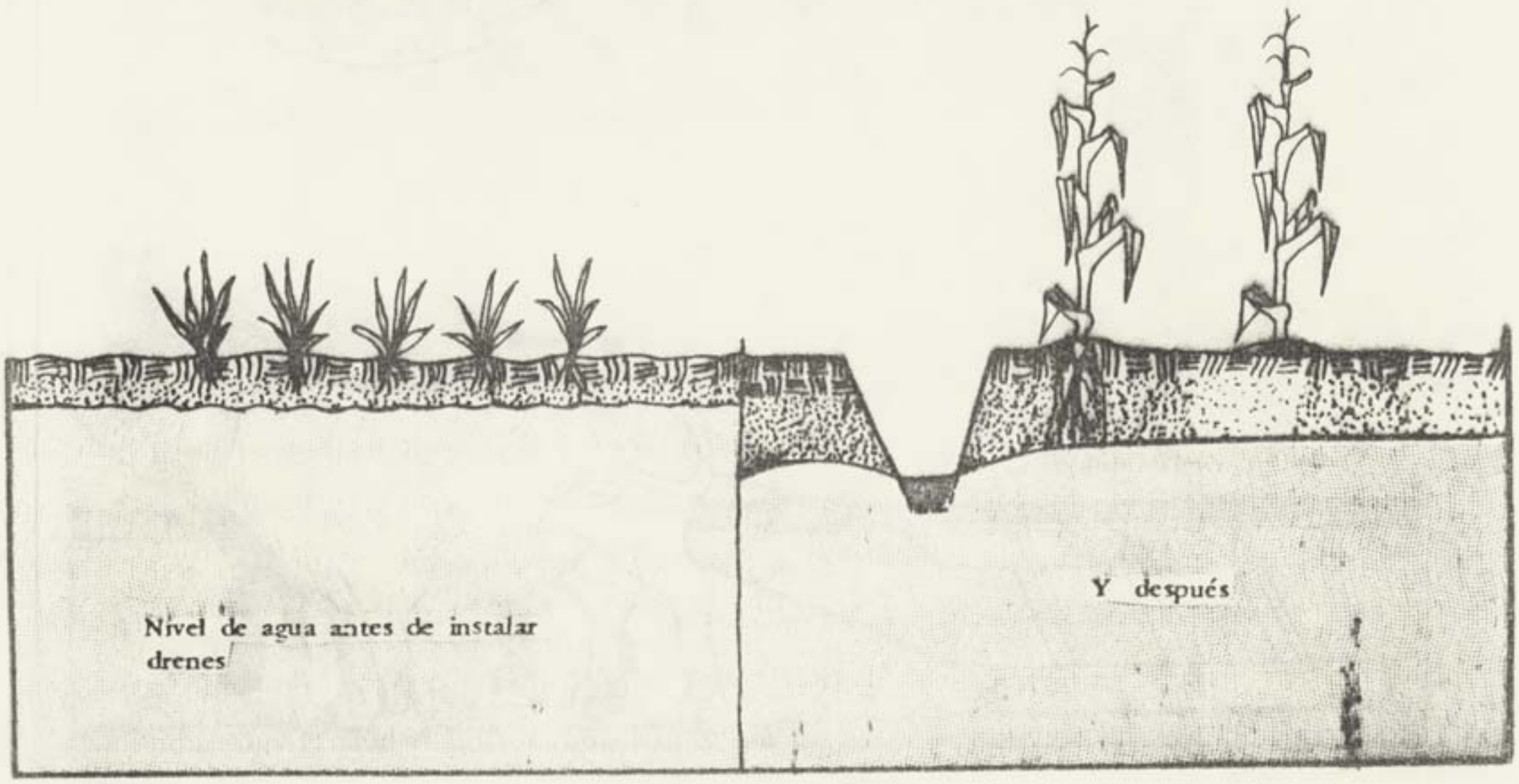




Eliminar este problema puede ser muy costoso porque hay que construir drenes para quitar el agua del suelo.



Cuando el nivel del agua sube mucho dentro del suelo hasta bajar la producción tenemos un problema de DRENAJE.



CONOCIMIENTO 4

ONDULACION DEL TERRENO



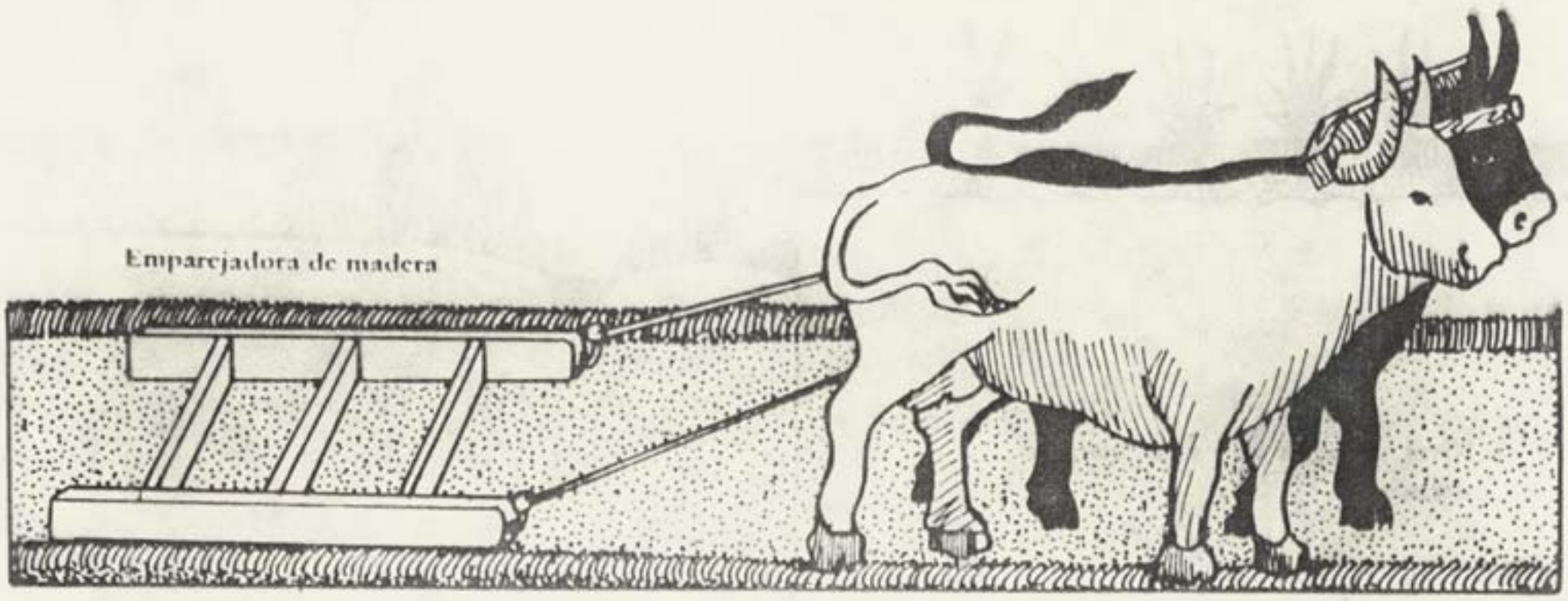
EN TERRENOS MUY ONDULADOS

- El agua no cubre bien el terreno.
- Se encharcan las partes bajas
- No humedece la parte alta

Además, el agua se concentra en las partes bajas y corre hasta formar cárcavas o zanjas.



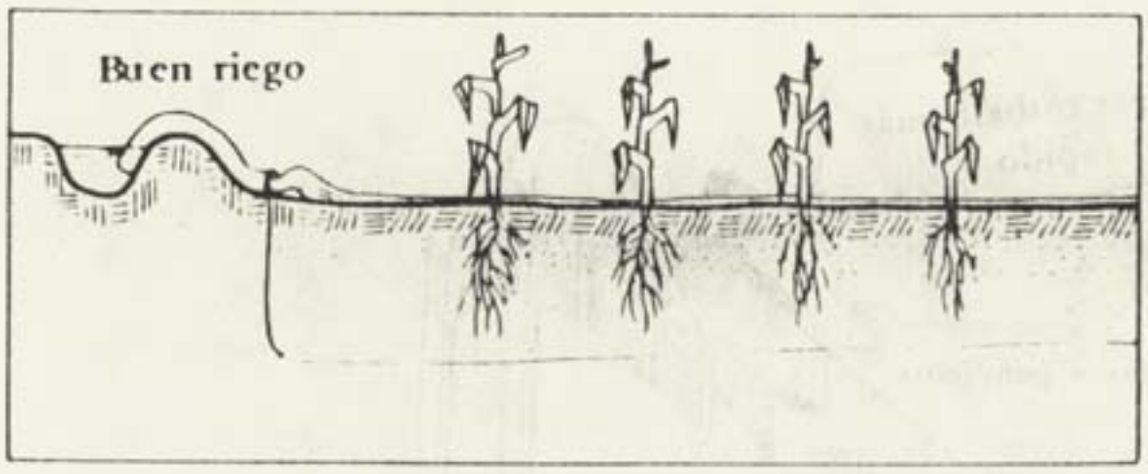
¡Por eso, se tiene que nivelar o emparejar al terreno!



CONOCIMIENTO 5

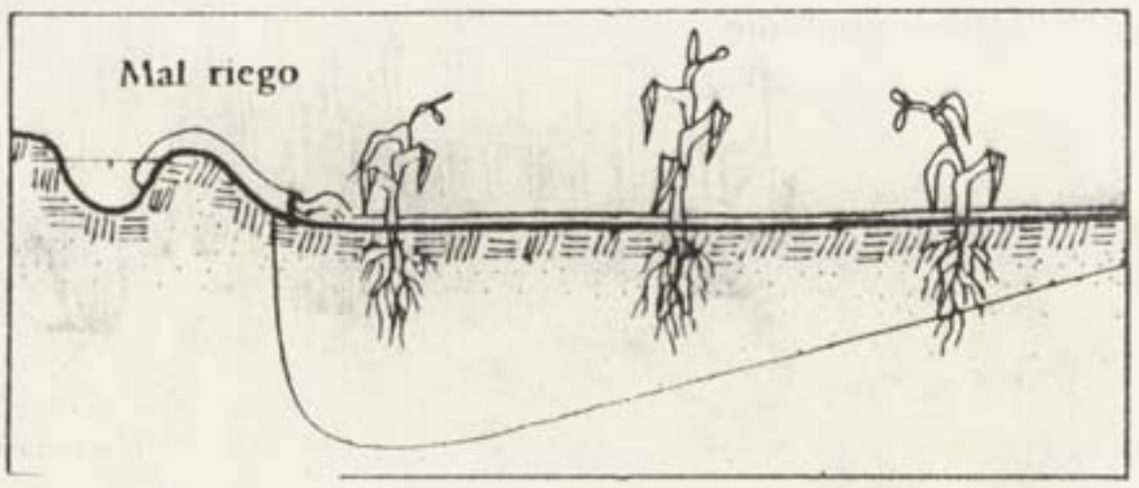
UNIFORMIDAD DE PENETRACION DEL AGUA

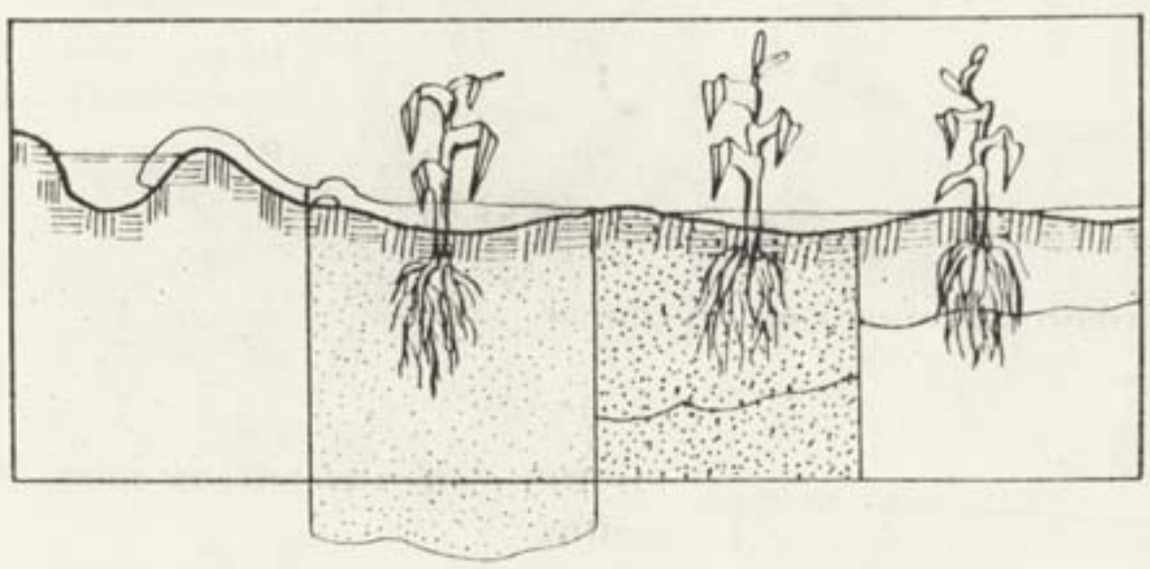
El riego que penetra una misma profundidad es un riego uniforme.



La penetración uniforme del agua permite un desarrollo igual del cultivo.

La penetración no uniforme del agua ocasiona un desarrollo desigual del cultivo.





Causas de una mala uniformidad de riego:

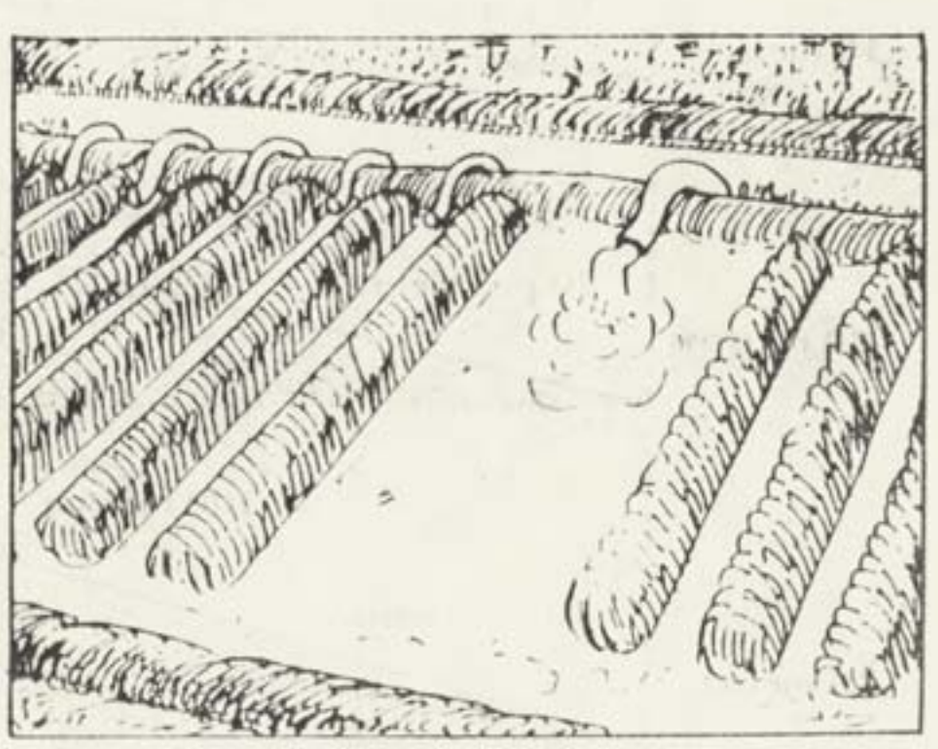
- Variaciones de la textura dentro de la chacra.
- Ondulación de terreno
- Mal manejo del agua de riego

CONOCIMIENTO 6 ESCORRENTIA

El agua de riego que no penetra al suelo y que se pierde por los desagües se llama ESCORRENTIA.

Además, este desperdicio del agua puede erosionar los desagues.

ESCORRENTIA

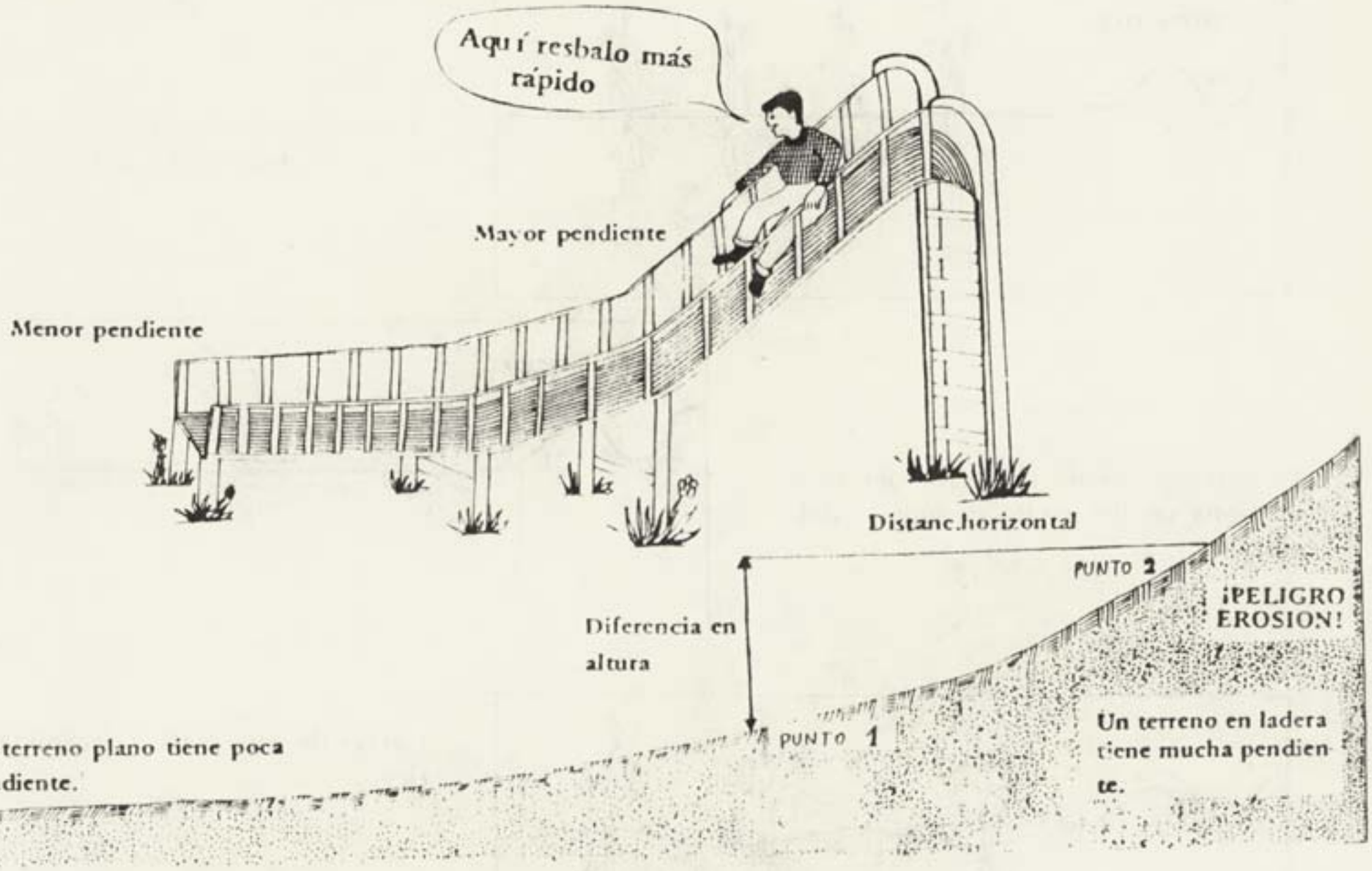


¡Cuidado! Peligro de erosión

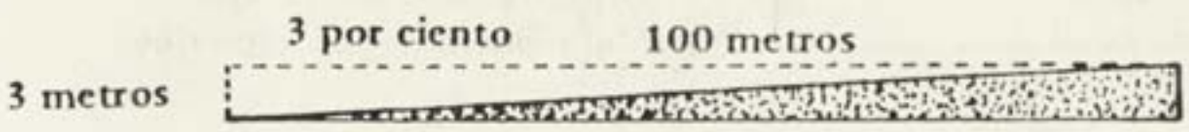
CONOCIMIENTO 7 PENDIENTE

La pendiente es el grado de inclinación que tiene un terreno.

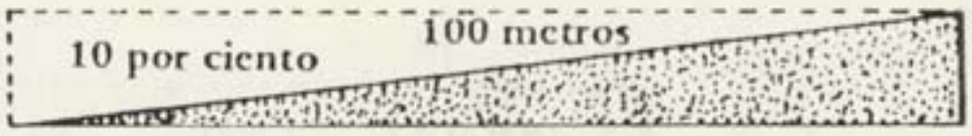
Esta determina el sistema de riego que se debe usar y la manera de controlar el agua para evitar la erosión.



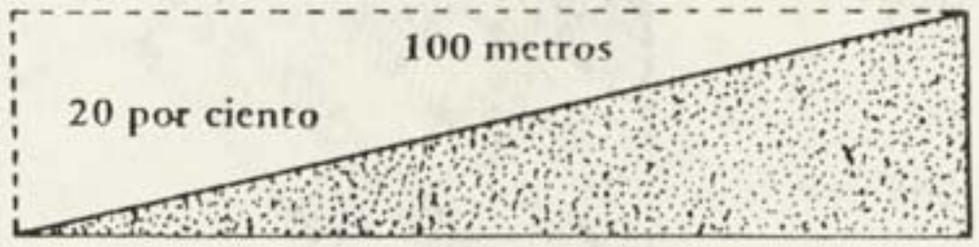
PENDIENTE: La pendiente de un terreno se expresa en porcentaje.



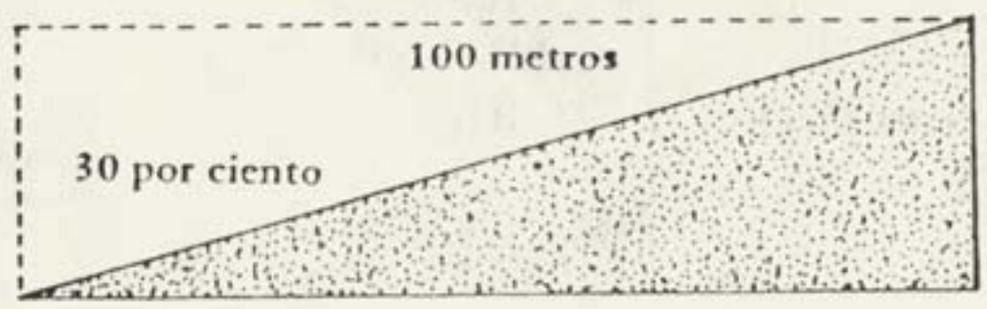
En 100 metros el terreno sube 3 metros.



En 100 metros el terreno sube 10 metros.



En 100 metros el terreno sube 20 metros.



En 100 metros el terreno sube 30 metros.

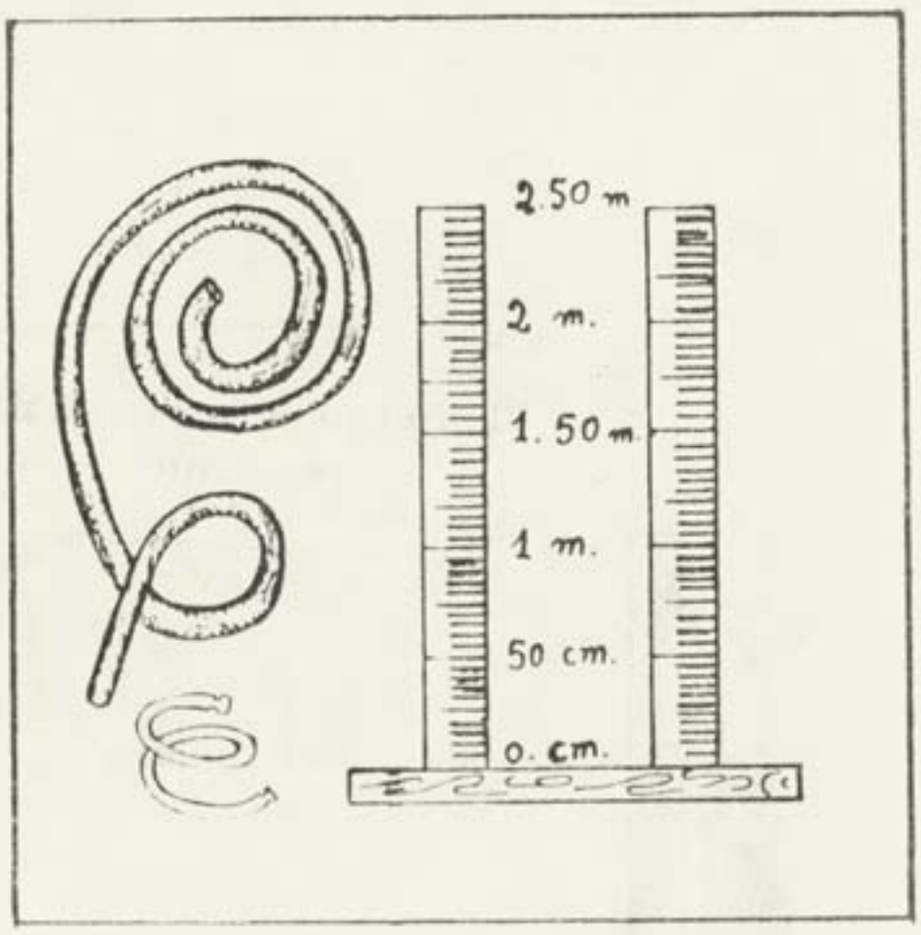
¿Cómo hacer un nivel para determinar la pendiente?

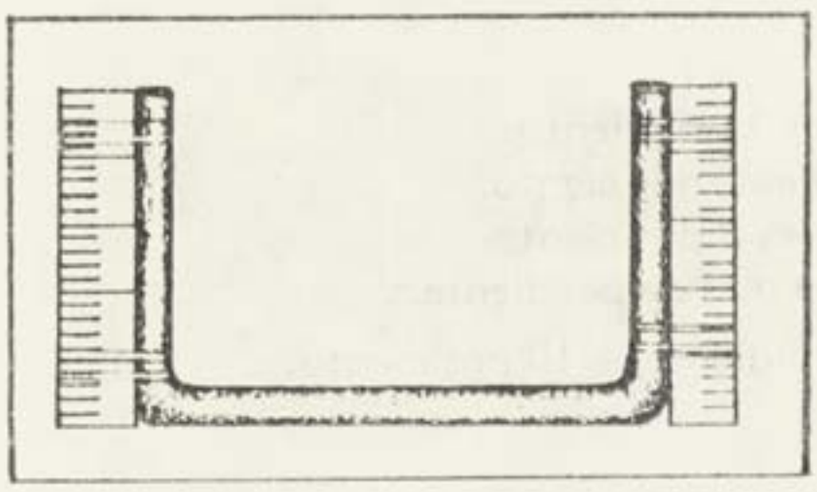
I. Primero, necesitamos los siguientes materiales:

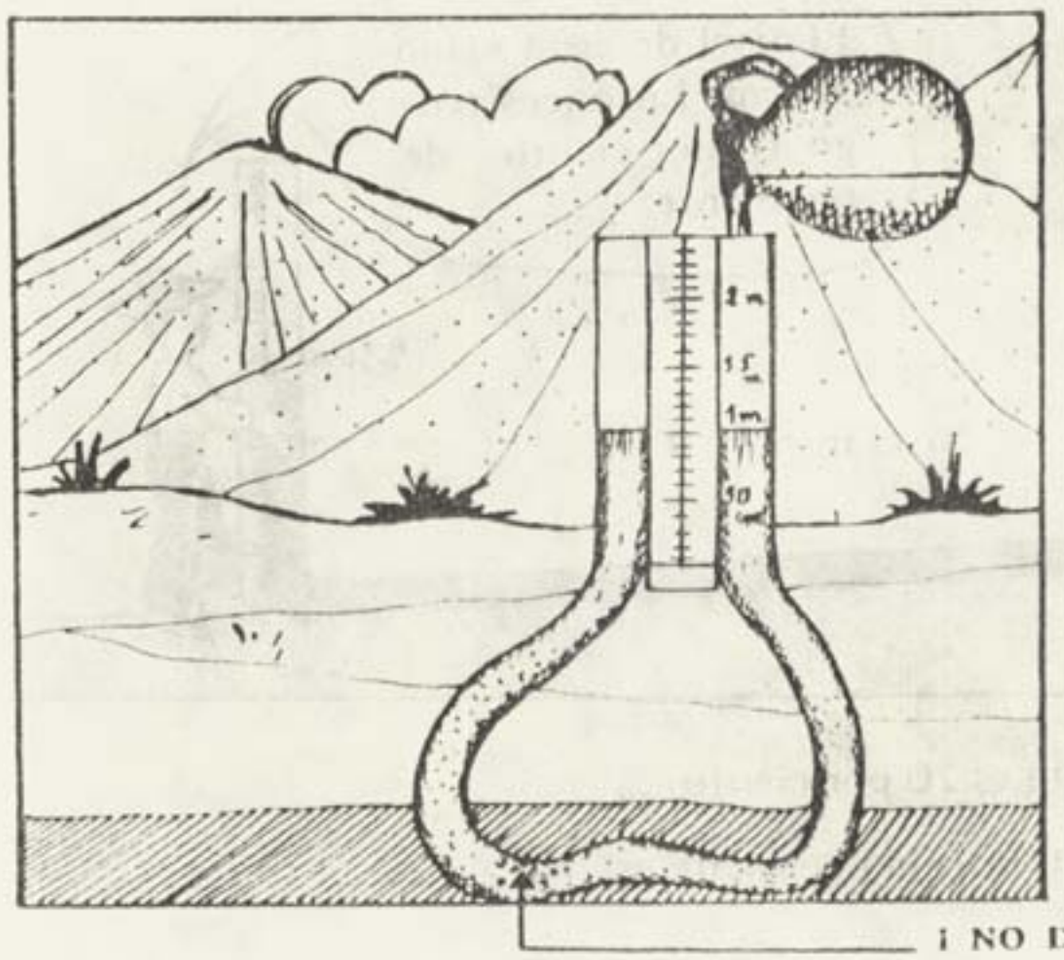
1. Una manguera de plástico transparente, de 16 metros y con boca de 1 1/2 a 2 cm.

2. Dos listones de madera de 2.60 m. cada uno.

3. Alambre o jebe para amarrar la manguera a los listones.







II. Construcción del nivel de agua:

Para construir el nivel de agua:

1. Marque los listones cada 5 cm., comenzando a 10 cm. de un extremo.

2. Amarre la manguera a los listones.

3. Ponga los 2 listones lado a lado y al mismo nivel. Estire la manguera hacia abajo en una lomada.

4. Llene la manguera con agua hasta que suba el agua a un metro en cada listón.

III. Ahora ¿Cómo se determina la pendiente con nuestro nivel?

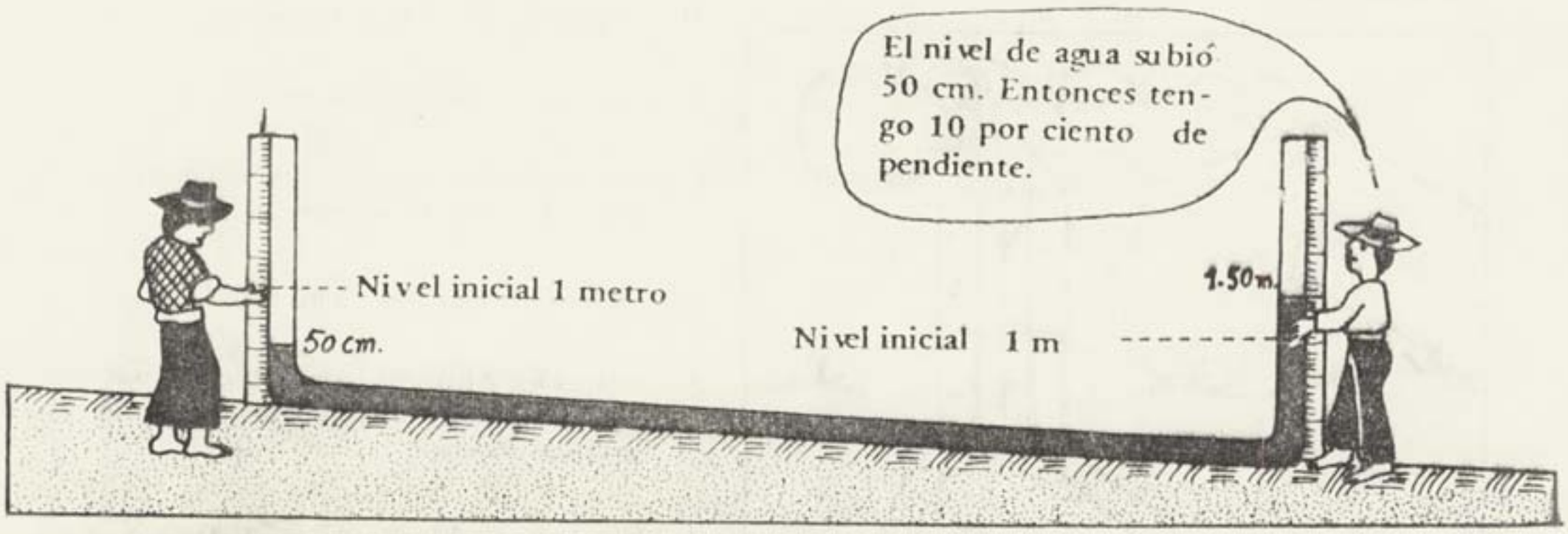
1. Separe los listones a 10 metros de distancia.
2. Determinar cuanto ha cambiado el nivel de agua en la manguera.

Si el nivel de agua no ha cambiado, entonces los listones están al mismo nivel.



. Si el nivel cambia 5 centímetros, la pendiente es 1 por ciento.
. Si el nivel cambia 10 centímetros, la pendiente es 2 por ciento.
. Si el nivel cambia 15 centímetros, la pendiente es 3 por ciento.
y para cada 5 centímetros más hay 1 por ciento más de pendiente.

Si el nivel de agua cambia 50 centímetros, la pendiente es 10 por ciento.



Si el nivel cambia 100 centímetros la pendiente es 20 por ciento.

Si el agua se pasa de los 2 m. en un listón, entonces la pendiente es mayor del 20 por ciento.

Las pendientes entre 20 y 40 por ciento se determinan así

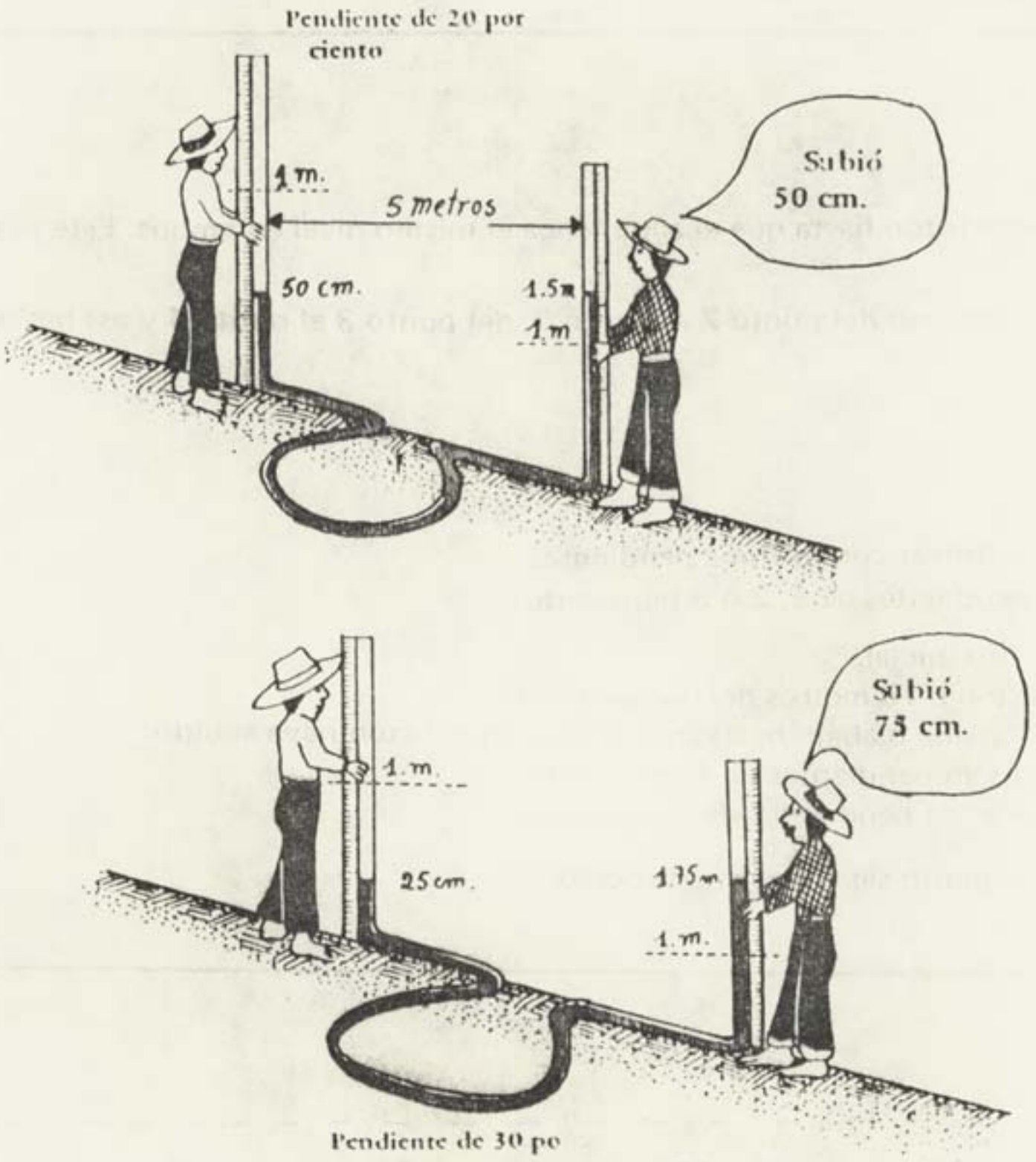
1. Separe los listones a 5 metros.
2. Mire cuánto ha cambiado el nivel de agua en la manguera.

   . Si el nivel cambió 50 centímetros, la pendiente es 20 por ciento.

   Por cada 5 centímetros de cambio hay 2 por ciento más de pen - diente.

   . Si el nivel cambia 75 centímetros la pendiente es de 30 por cien- to.

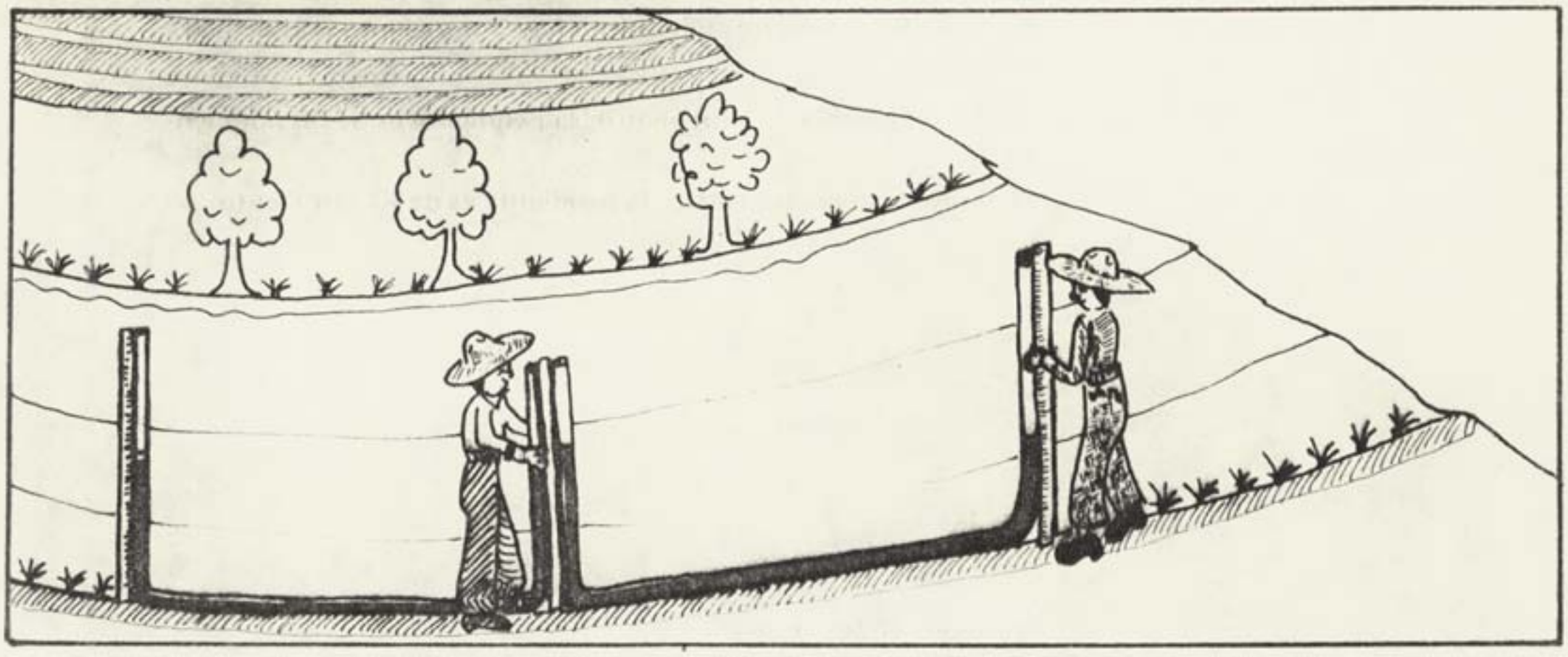
   . Si el nivel cambia un metro, la pendiente es de 40 por ciento.



¿Cómo trazar curvas a nivel?

Para trazar una curva a nivel:

1. Escoja un punto inicial y marquelo.
2. Separe un listón del punto inicial.



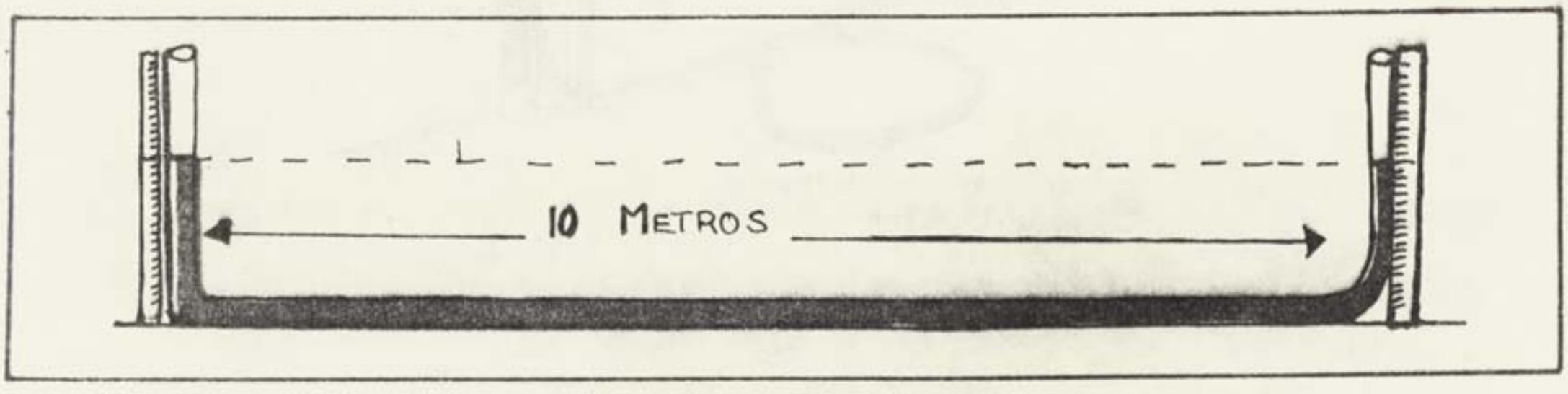
3. Suba o baje este listón hasta que el agua tenga el mismo nivel en ambos. Este es el punto 2. ¡Márquelo!
4. Siga el mismo proceso del punto 2 al punto 3, del punto 3 al punto 4 y así hasta terminar.

¿Cómo trazar líneas con mínima pendiente?

Para trazar pendientes de 1, 2 ó 3 por ciento:

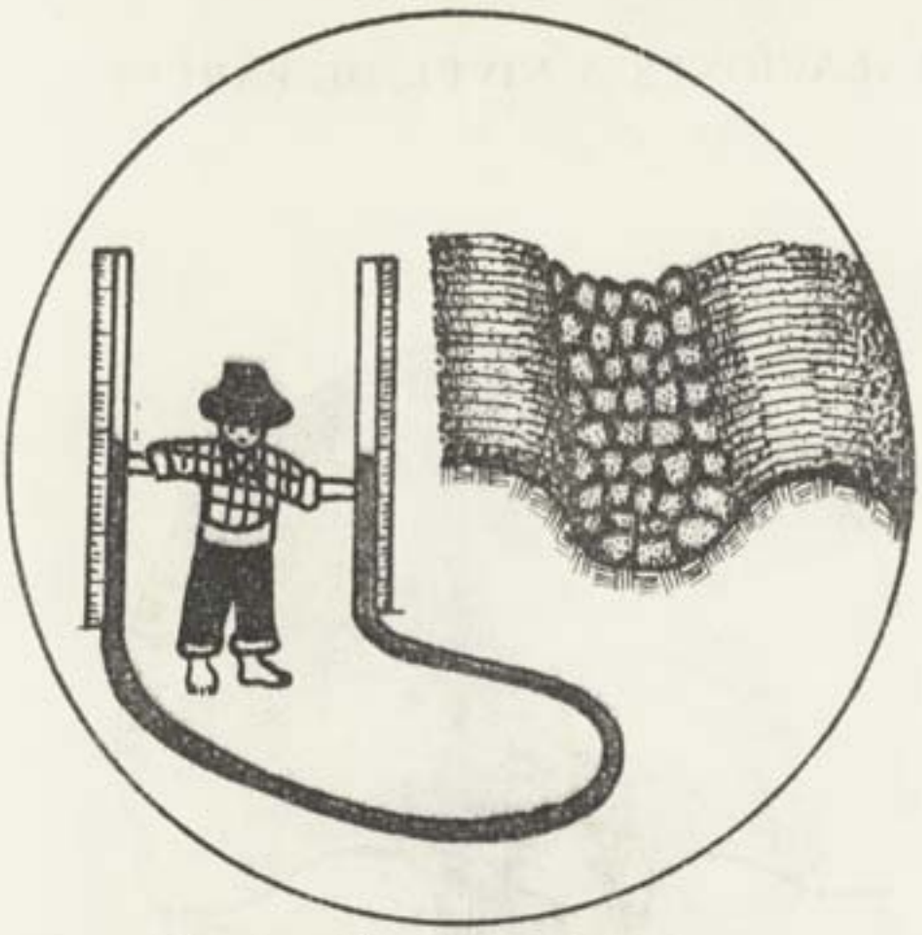
Escoja el punto inicial.
Separe un listón a 10 metros del punto inicial
Mueva hacia arriba o abajo hasta que el aqua en el listón hava subido:
5 centimetros en pendientes de 1 por ciento
10 centímetros en pendientes de 2 por ciento

Con el nuevo punto siga el mismo proceso



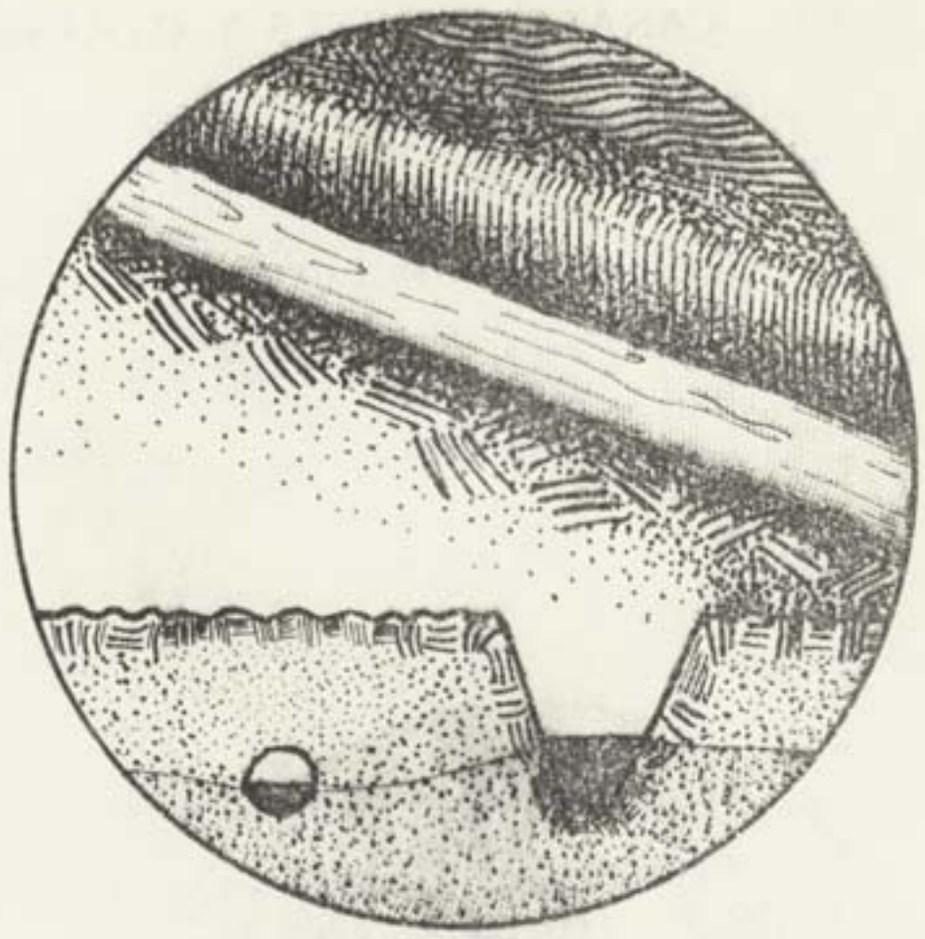
15 centímetros en pendientes de 3 por ciento

Conservación y mantenimiento



De canales, drenes y otras instalaciones

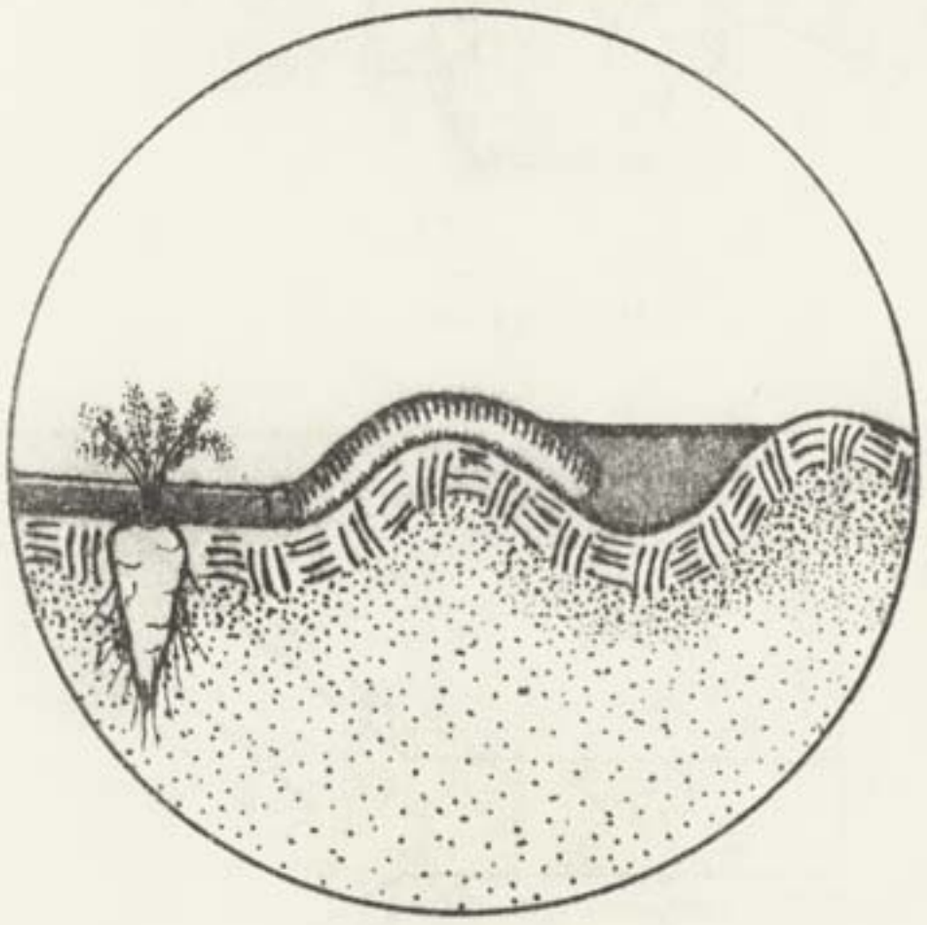
Canales, drenes y otras instalaciones



A nivel de parcela

Instalaciones y herramientas para controlar el agua en la parcela

Sifones



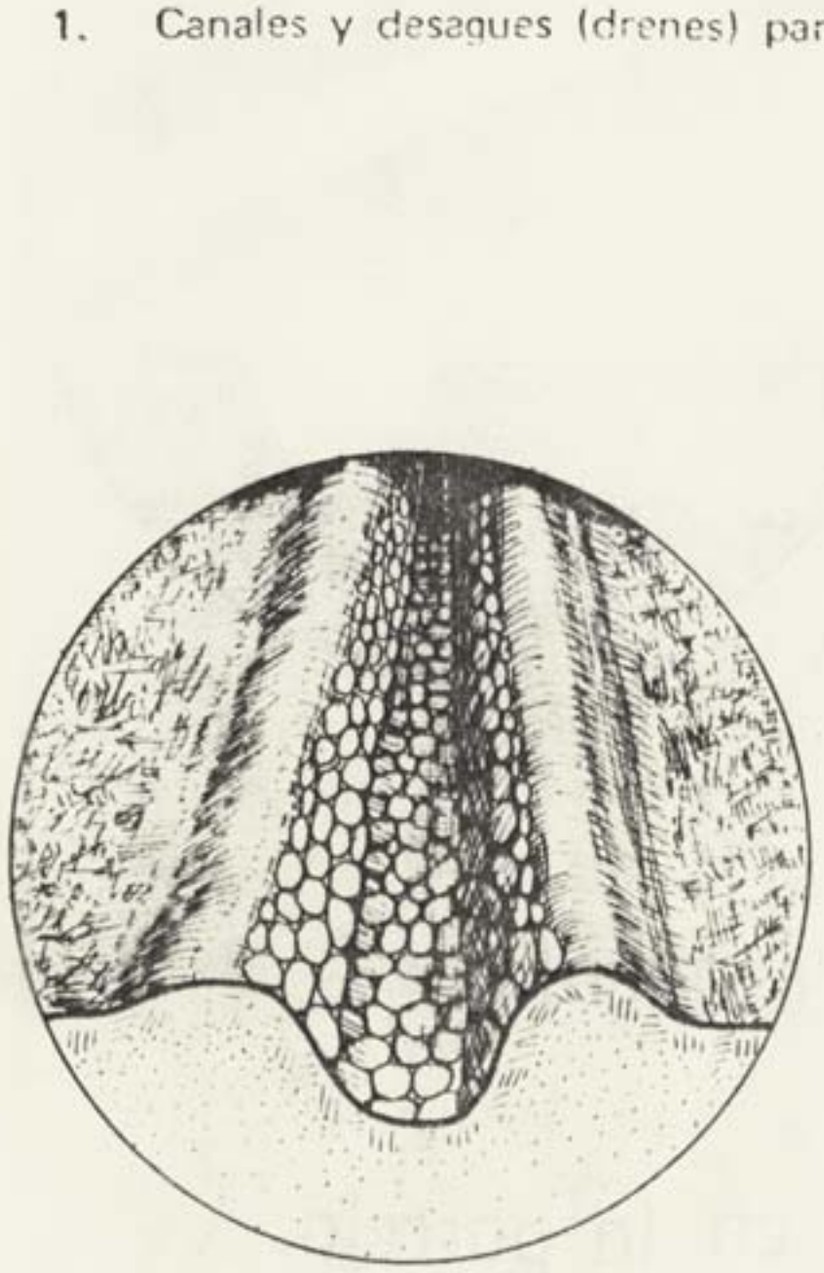
para regar

Herramientas

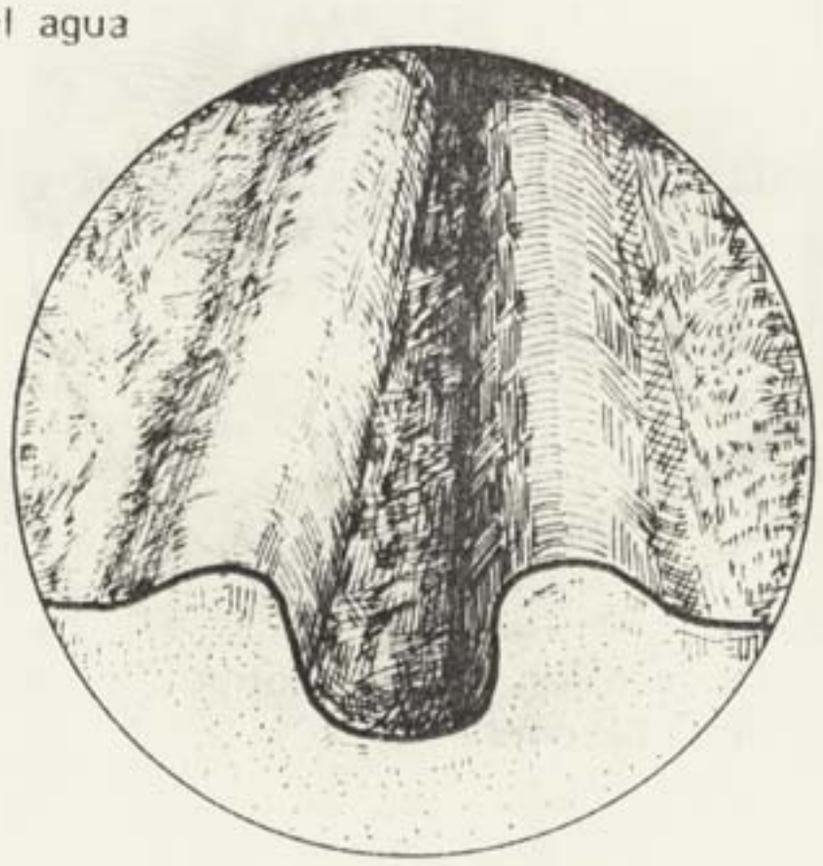


Ventajas, usos y construcción

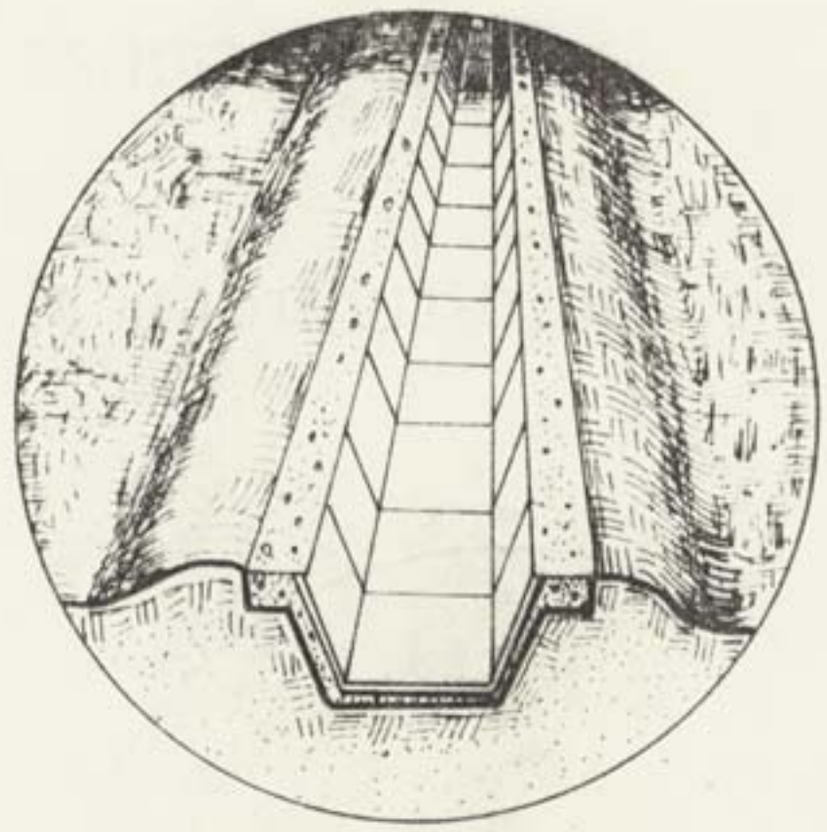
1. Canales y desagues (drenes) para llevar el agua



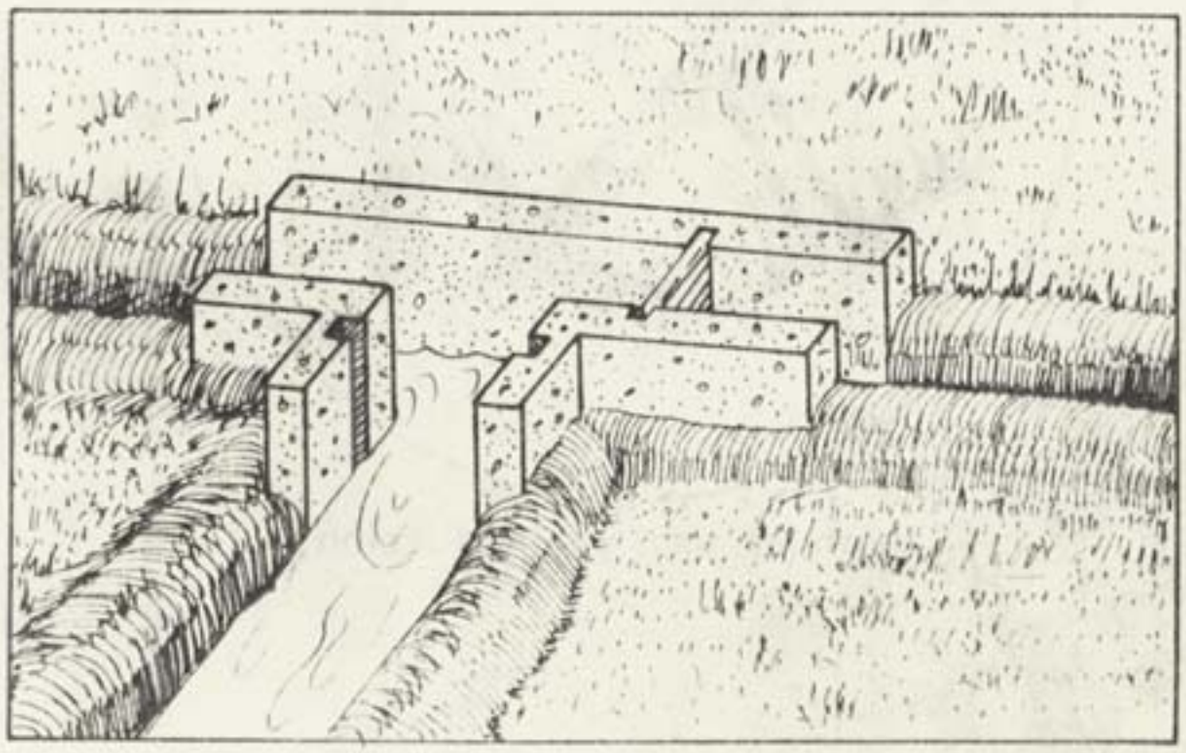
De piedra

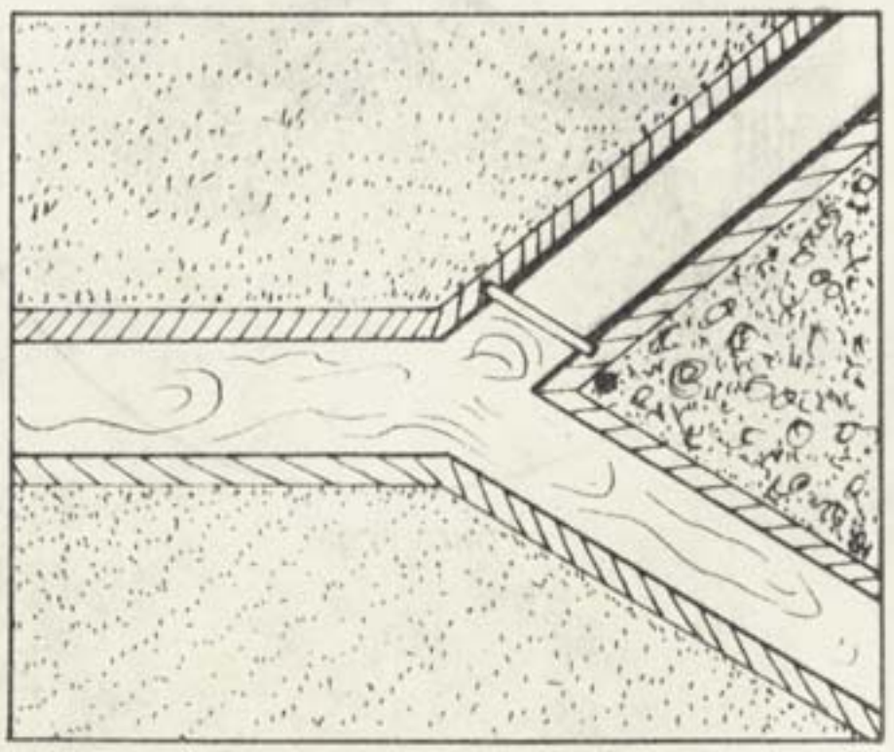


De tierra



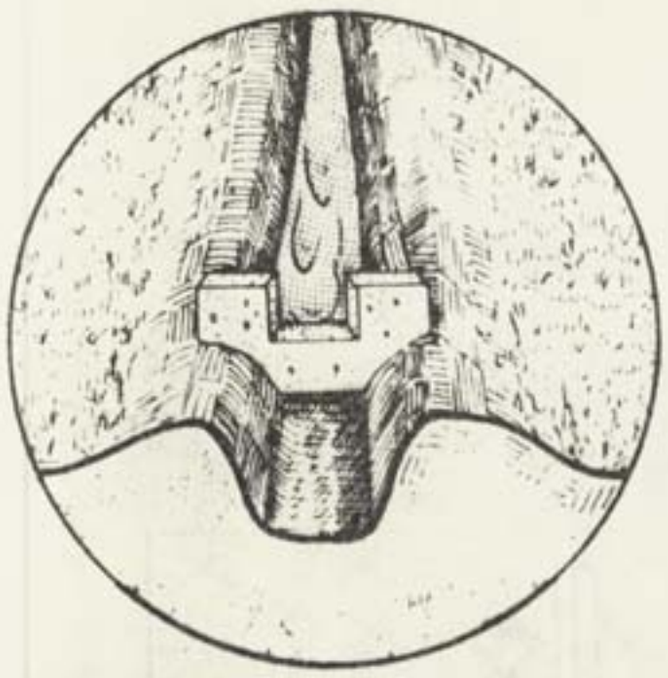
De concreto



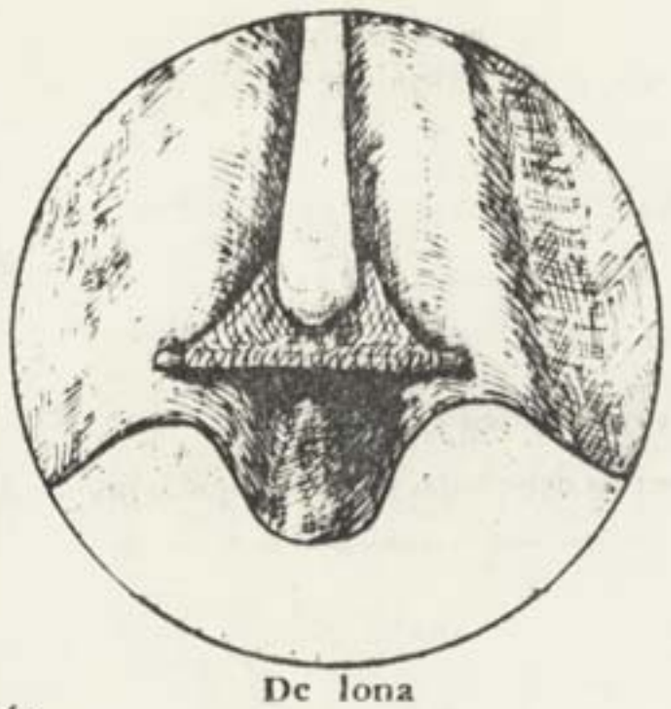


2. Partidores de flujo para repartir el agua a los diferentes canales.

3. Represas dentro de los canales para empozar el agua



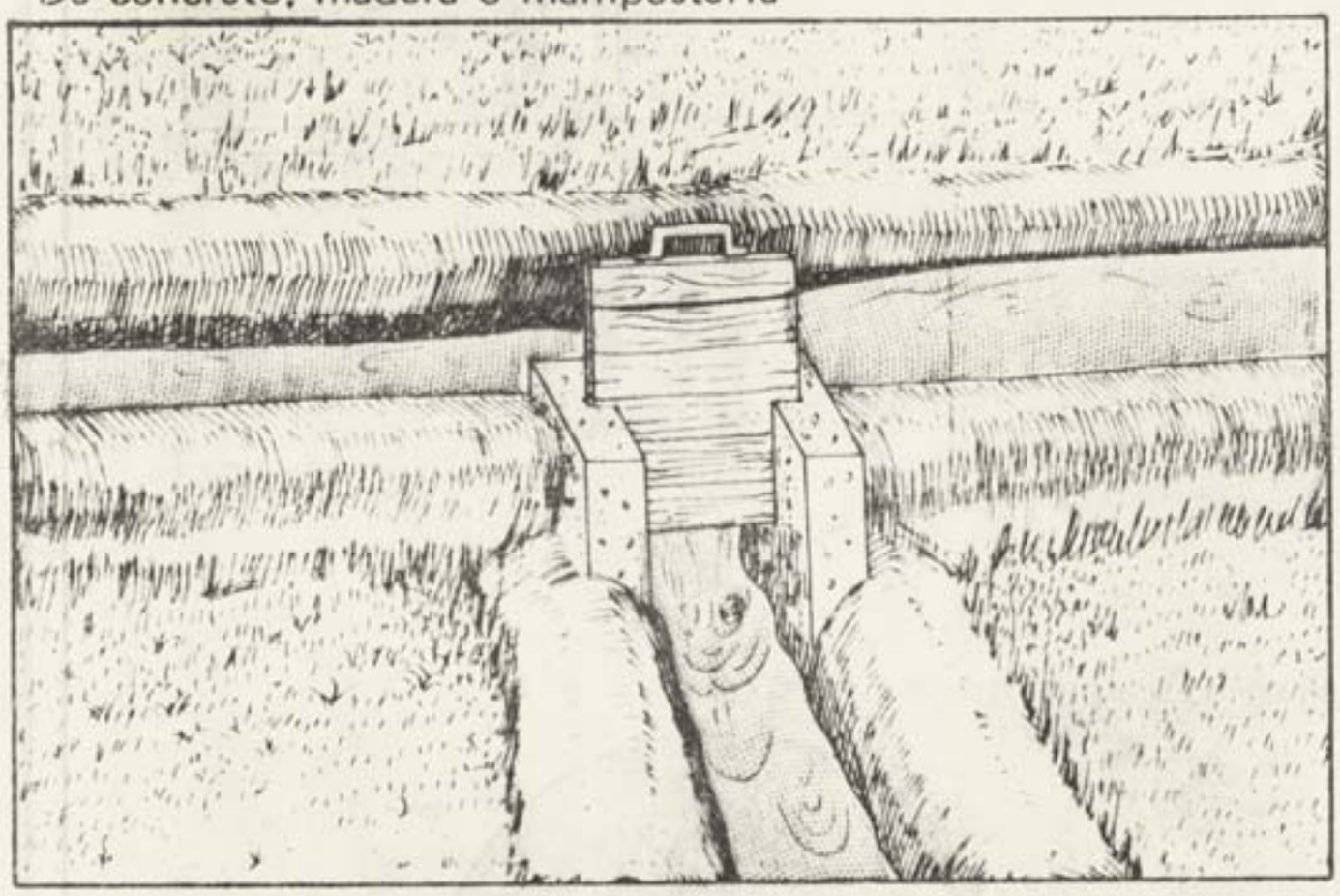
De concreto, madera o mampostería



De lona



De champa o tierra

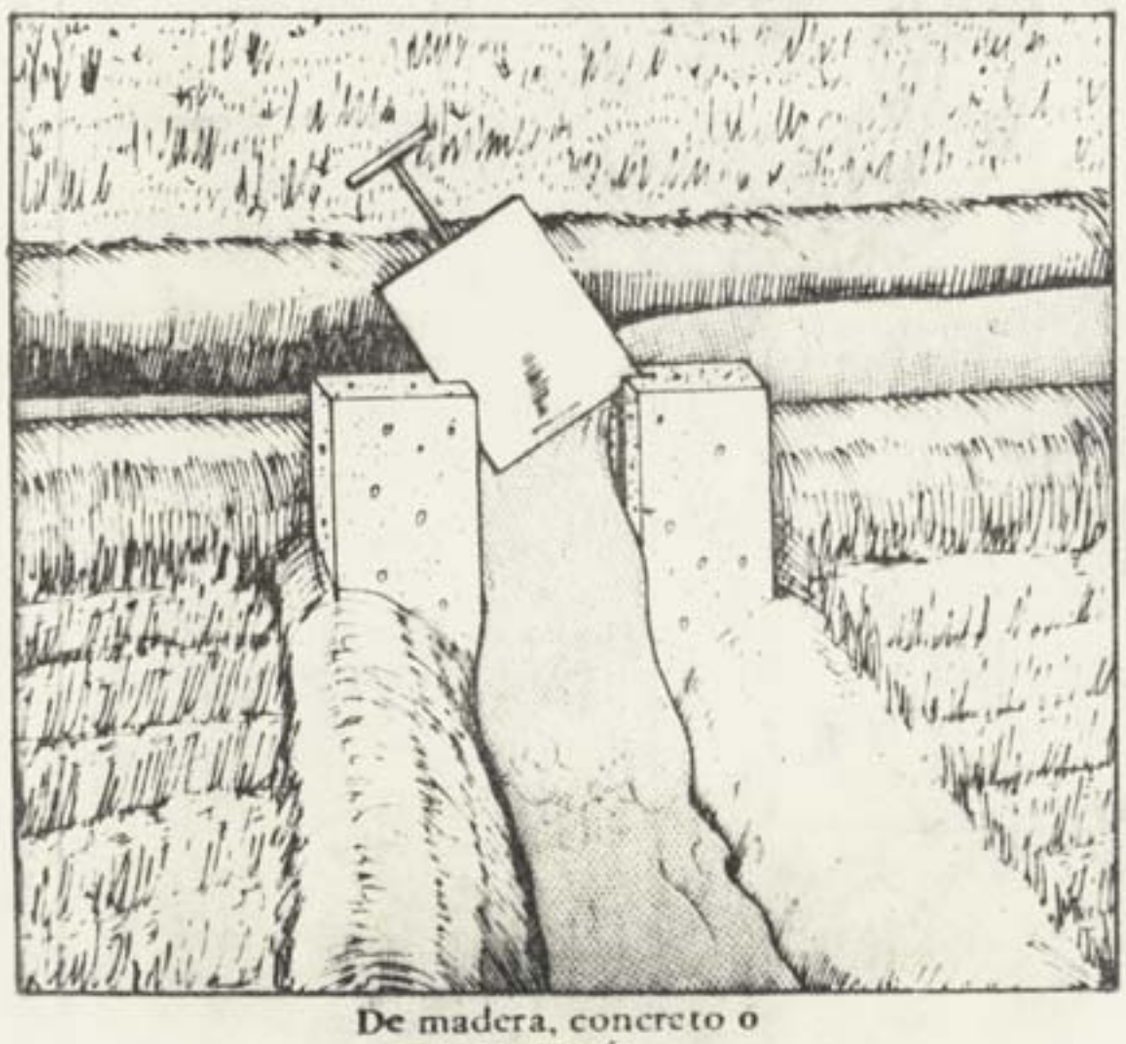


Palo de 2 pulgadas

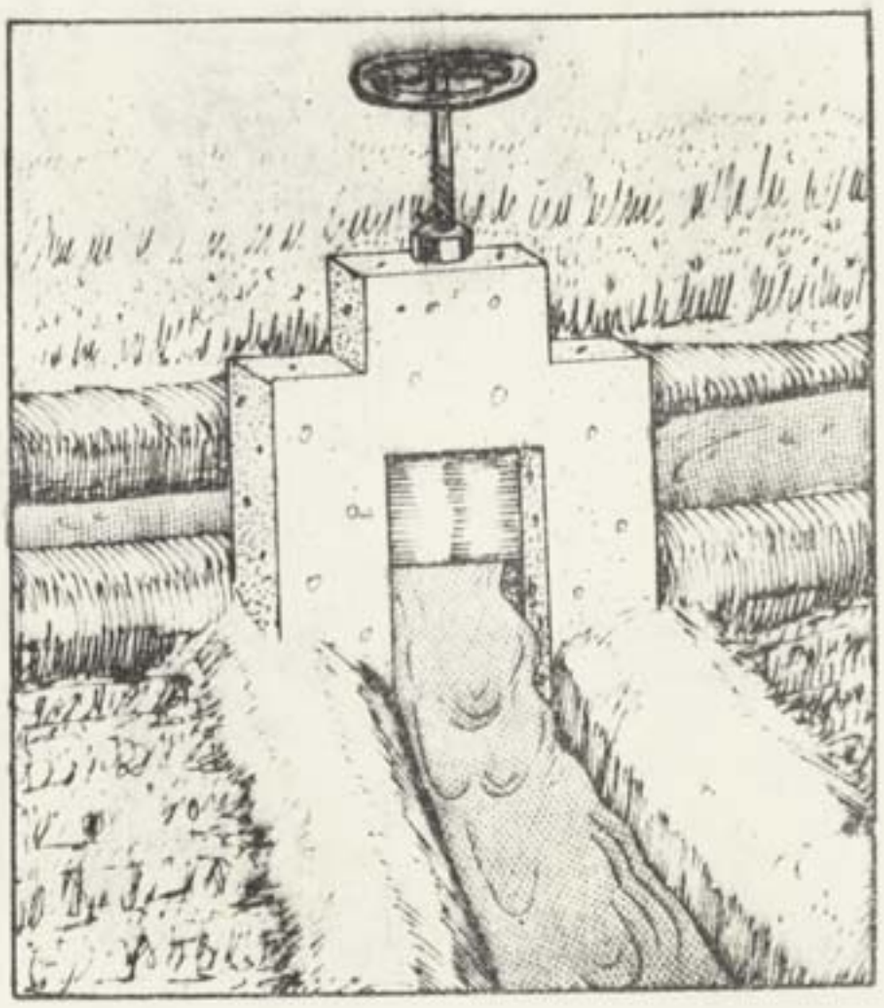


Lona

4. Compuertas para controlar la salida de agua de canales



De madera, concreto o mampostería



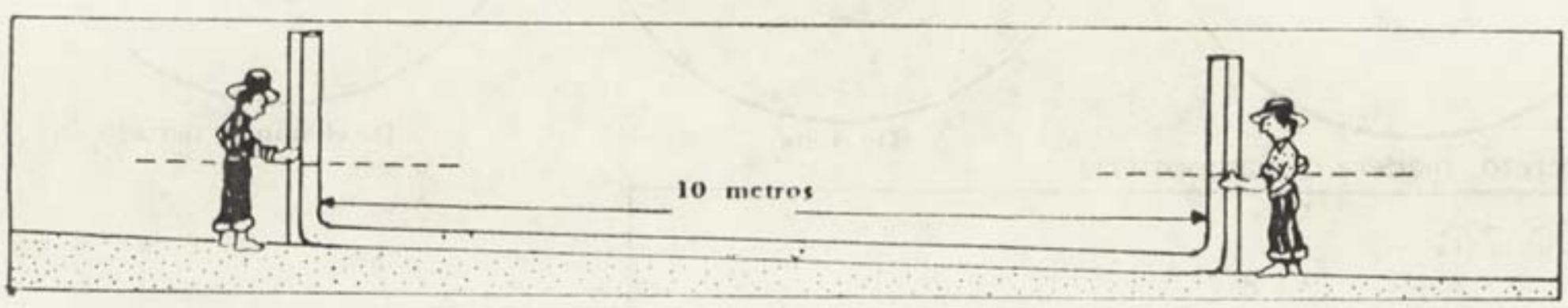
CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DE CANALES, DRENES Y OTRAS INSTALACIONES:

En pendientes fuertes se pueden socavar fácilmente.

Ud. debe proteger su canal, siguiendo algunas recomendaciones:

1. Construya canales con muy poca pendiente:

(En 10 metros debe bajar su canal un máximo de 30 cm



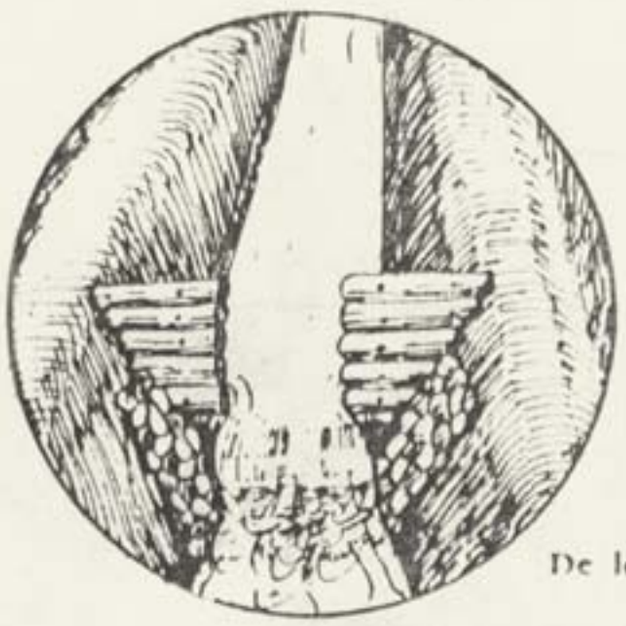
2. Empiedre:





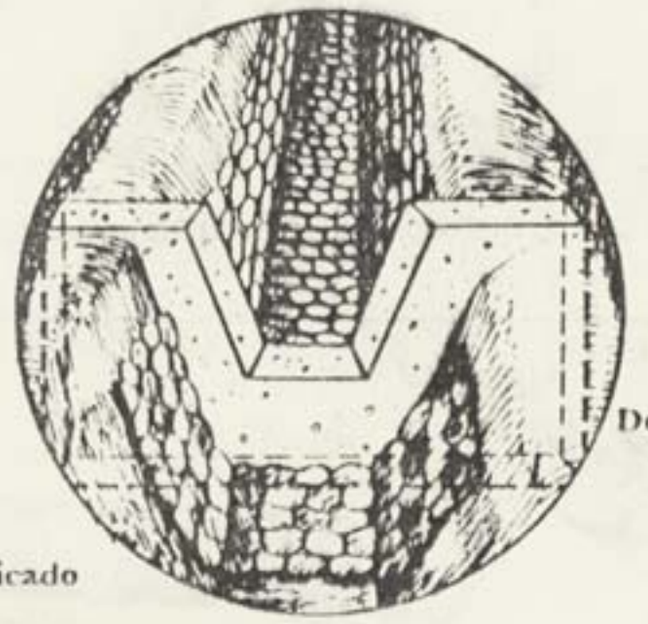
3. Siembre pasto

4. Baje el agua en escafones que se llaman caídas.



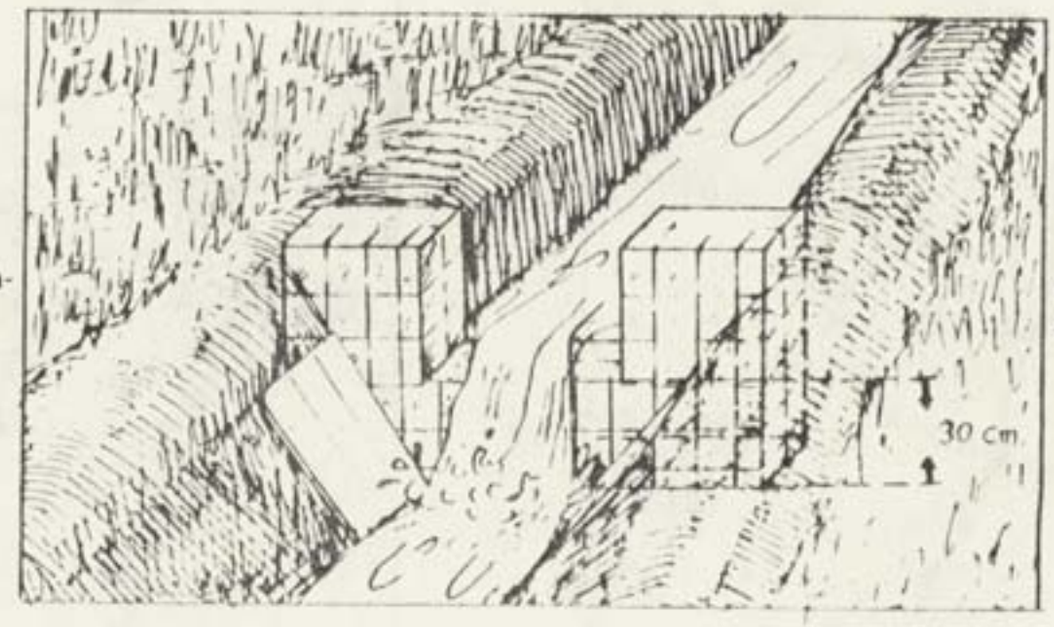
De madera

De losetón prefabricado



De piedra y cemento

¡Haga buenos colchones donde cae el agua!



El agua no debe saltar más de 30 cm. en cada escalón.

Todas las instalaciones se deben revisar periódicamente y se les debe dar un mantenimiento adecuado.

Siga estas recomendaciones:

1. Limpie su canal, y levante los bordes cada vez que sea necesario. Así evitará desbordamientos

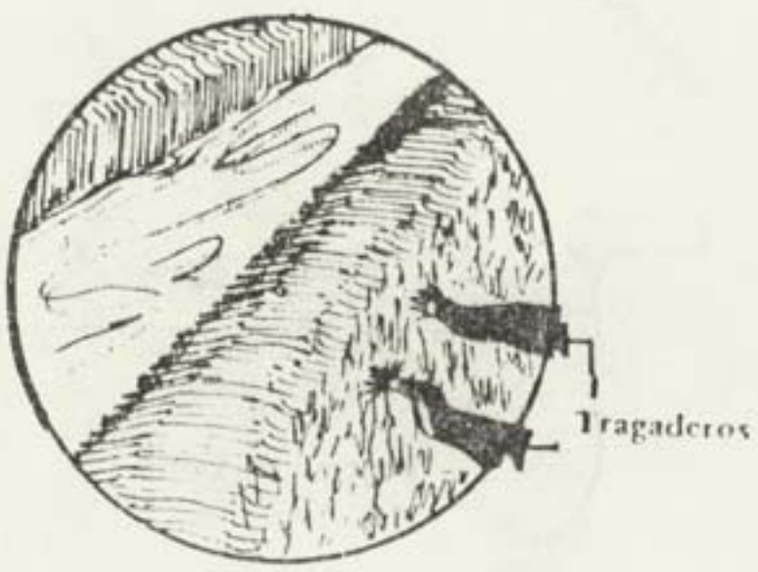


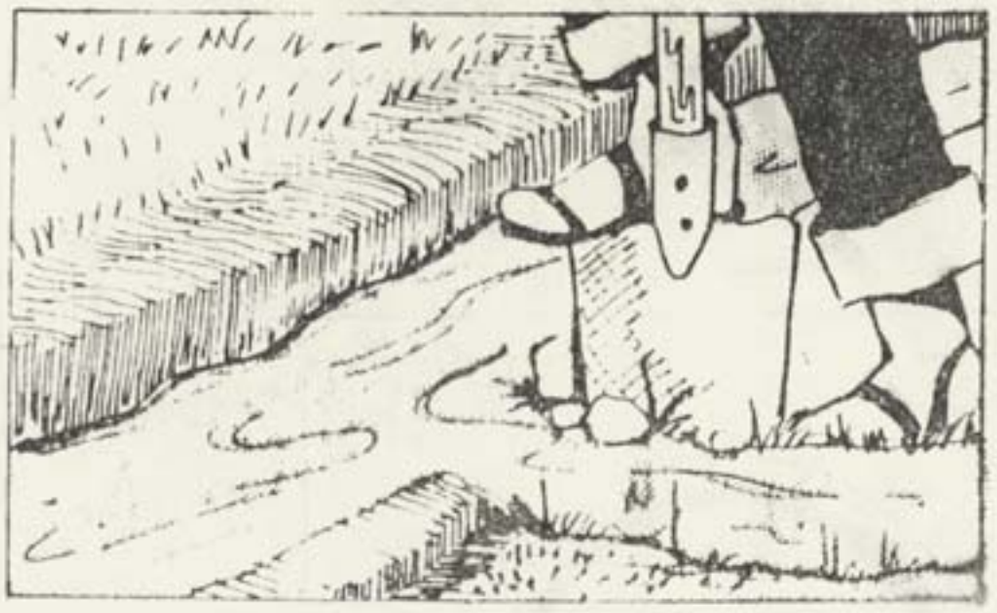
3. Revista su canal con concreto o una capa de arcilla donde se pierde mucha agua.

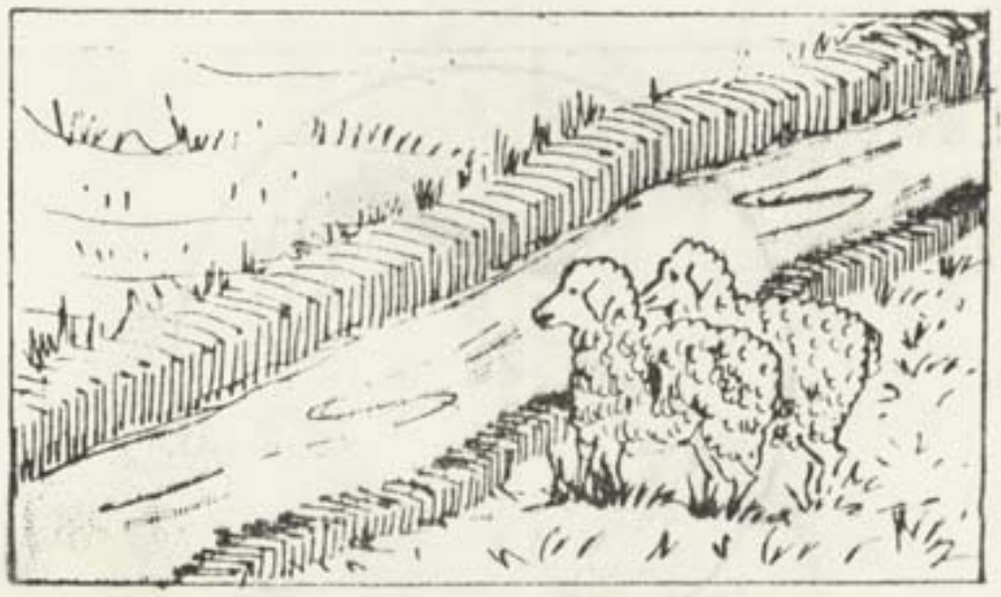
2. No lleve demasiada agua. Esto también causa desbordamientos y derrumbes.



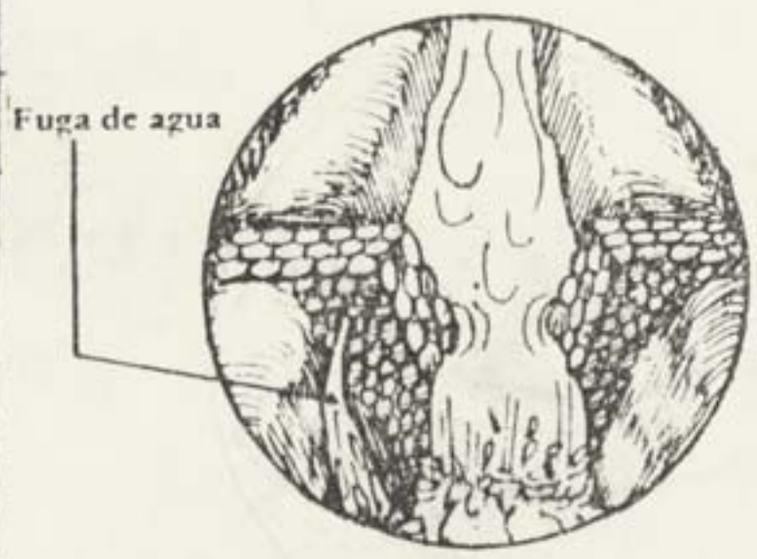
4. No rompa sus canales por todo sitio para sacar agua. Esto malogra los bordes. ¡Utilize la instalación necesaria!





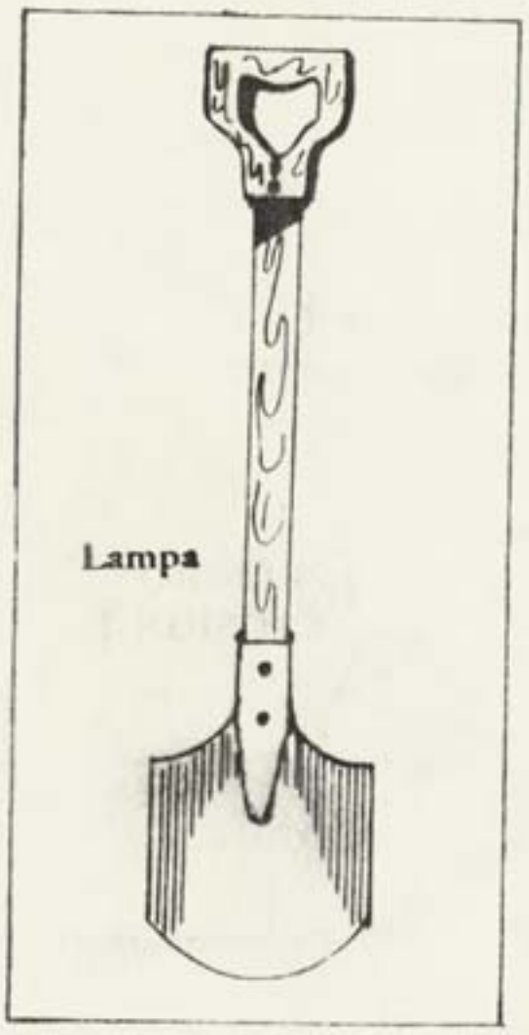


5. No pastoree los animales en los canales. Estos malogran los bordes y la vegetación que los protege.

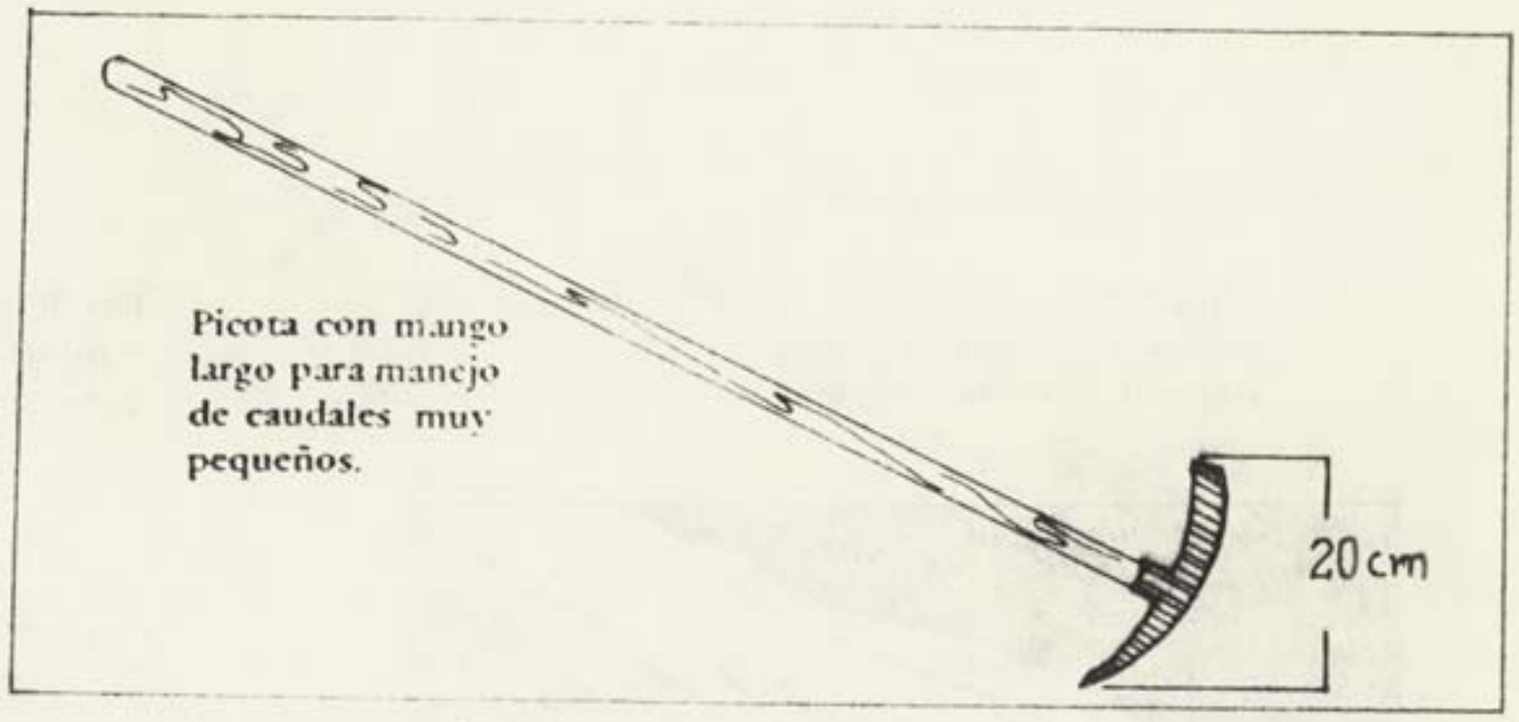


6. Rellene los huecos alrededor de compuertas y caídas, antes de tener fugas grandes

HERRAMIENTAS PARA REGAR

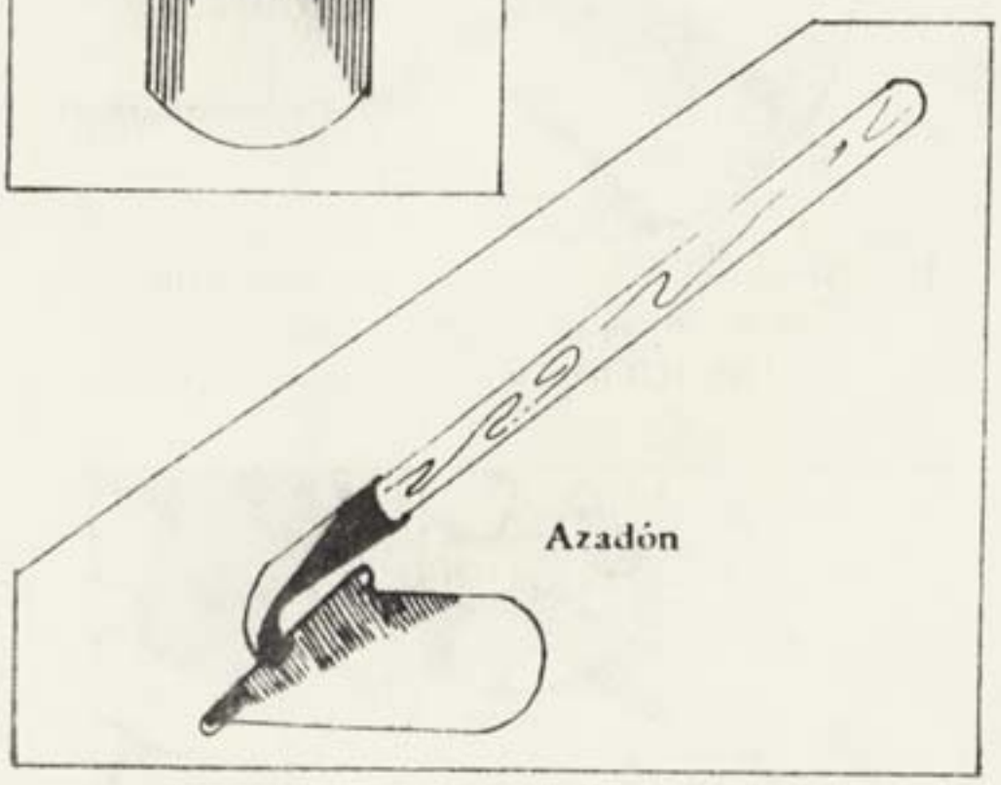


Lampa

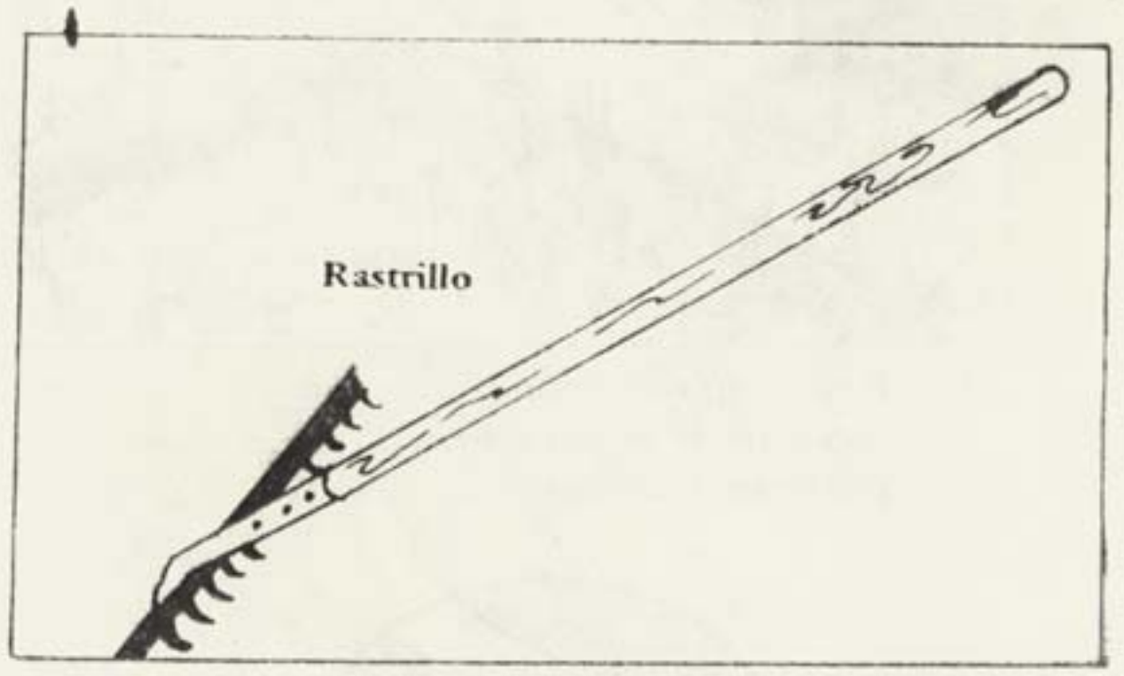


Picota con mango largo para manejo de caudales muy pequeños.

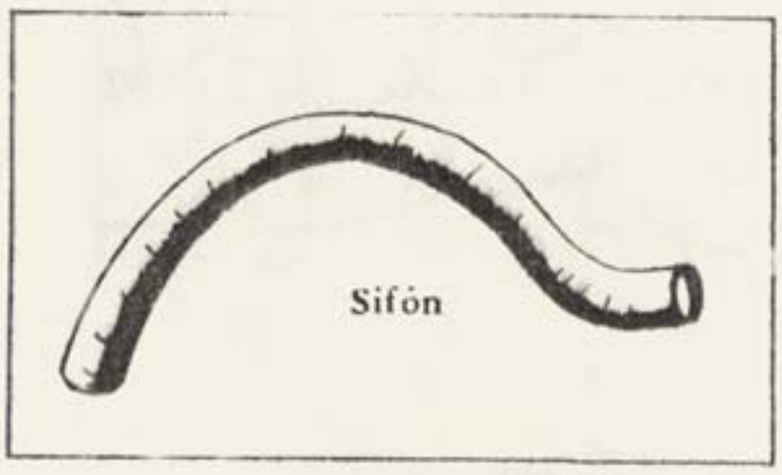
20 cm



Azadón



Rastrillo



Sifón



Represa de Lona



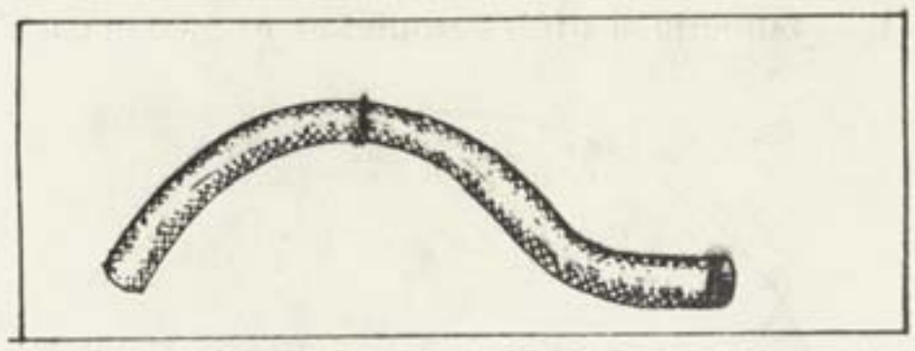
Aspersor



REGADERA

SIFONES

Sifones son tubos en forma de curva que se usan para sacar agua del canal a la parcela

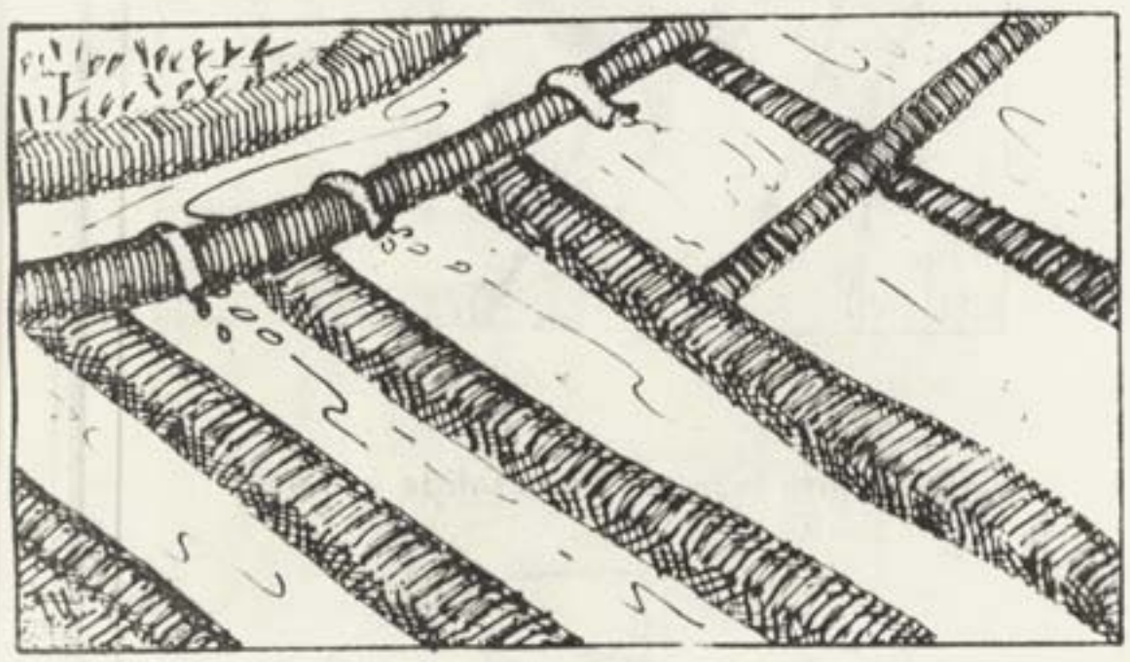


CON SIFONES

A cada surco, melga o poza llega la cantidad de agua necesaria.

Es más fácil controlar el riego que con lampa.

Se conserva bien los bordes de los canales porque no hay que romperlos.

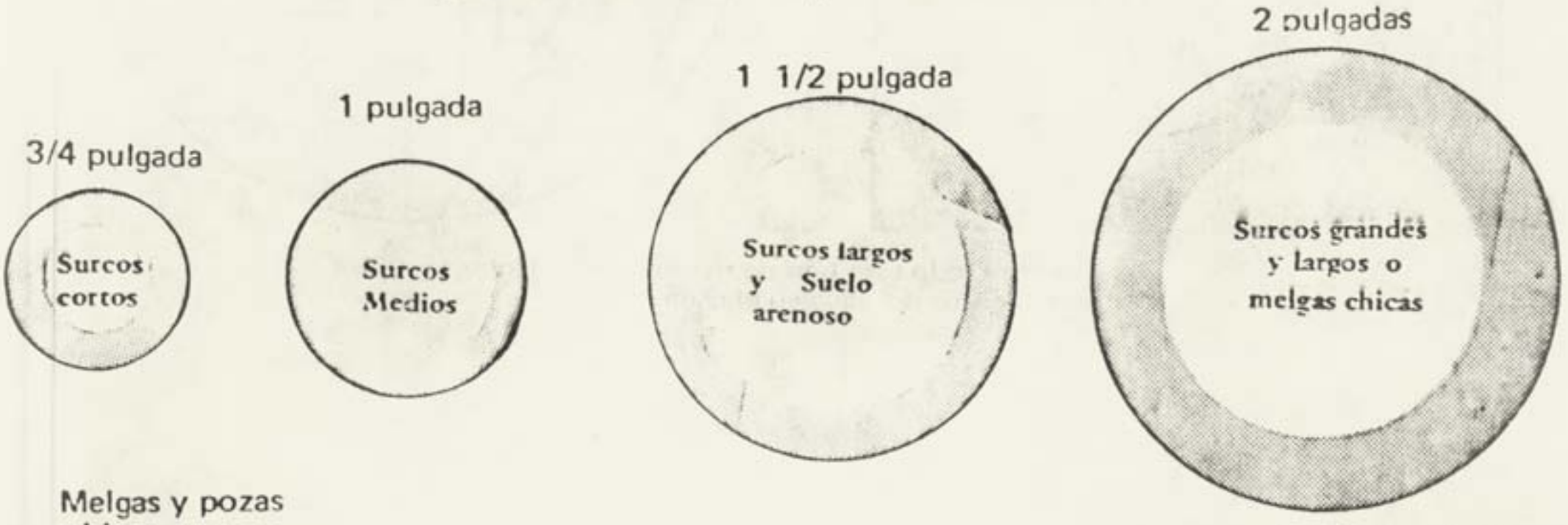




Para usar el sifón el agua debe estar más alto en el canal que a la salida del Sifón.



Tamaño (Boca) de Sifón para diferentes usos:



Melgas y pozas chicas

3 pulgadas

Sifones de 4, 5 y 6 pulgadas para melgas y pozas grandes

COMO SE USAN LOS SIFONES?

1. Sumerja el sifón completamente en el canal.



2. Tape la salida del sifón con una mano



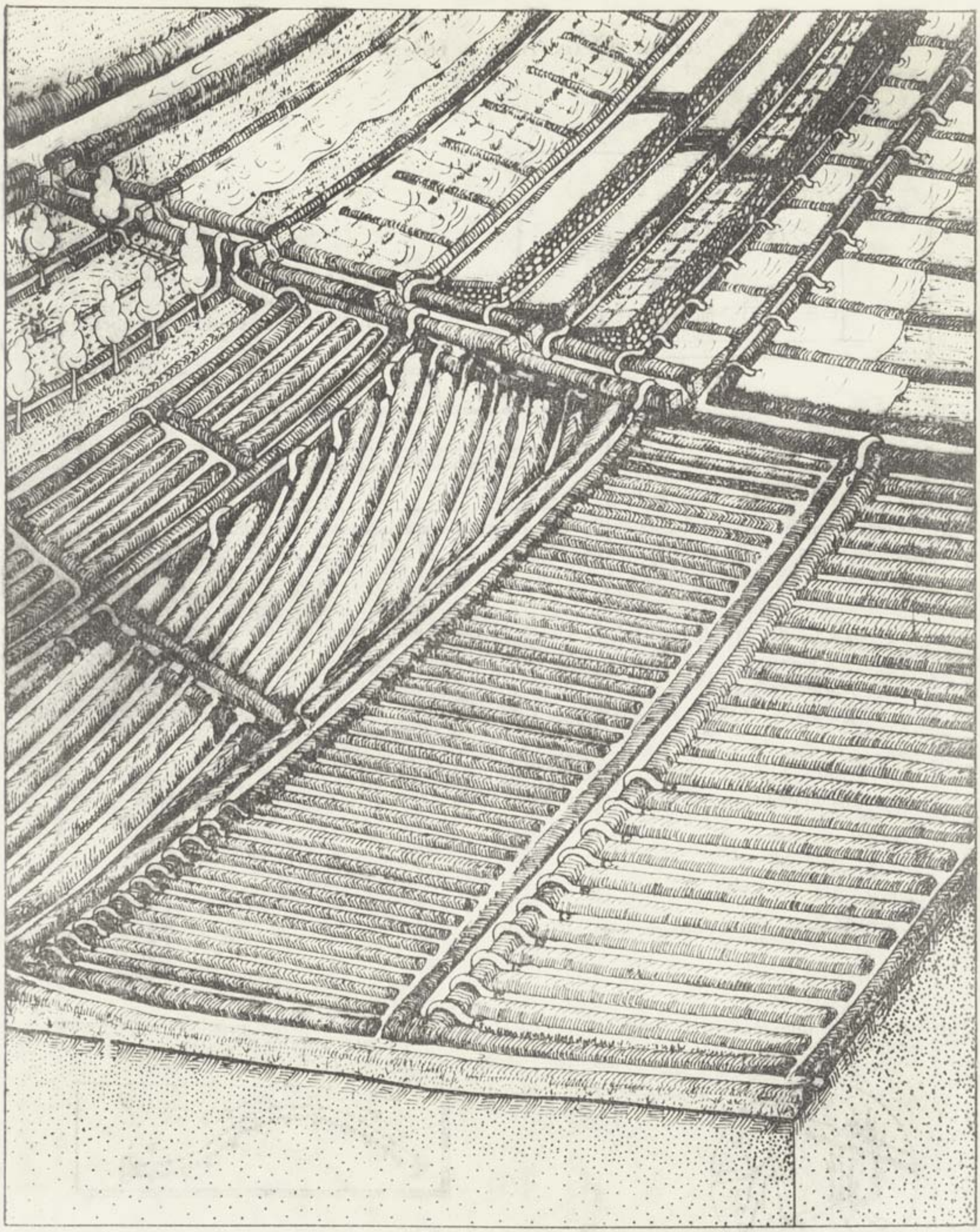
3. Saque un extremo del sifón, manteniéndolo bien tapado y colóquelo al fondo del surco.



4. Quite la mano de la salida y el agua saldrá solo.



¡Durante todo este tiempo mantenga el otro extremo dentro del agua en el canal!



Los sistemas de riego para la sierra

Debemos escoger el sistema que más convenga

Para determinar que sistema de Riego usaremos, debemos considerar lo siguiente:

1. Pendiente del terreno
2. Tipo de Cultivo
3. Tamaño y configuración de la parcela
4. Textura del suelo
5. Profundidad del suelo
6. Ondulación (uniformidad del terreno)
7. Caudal de agua disponible
8. Cantidad e intensidad de lluvias
9. Aspectos económicos (mano de obra materiales y otros costos).

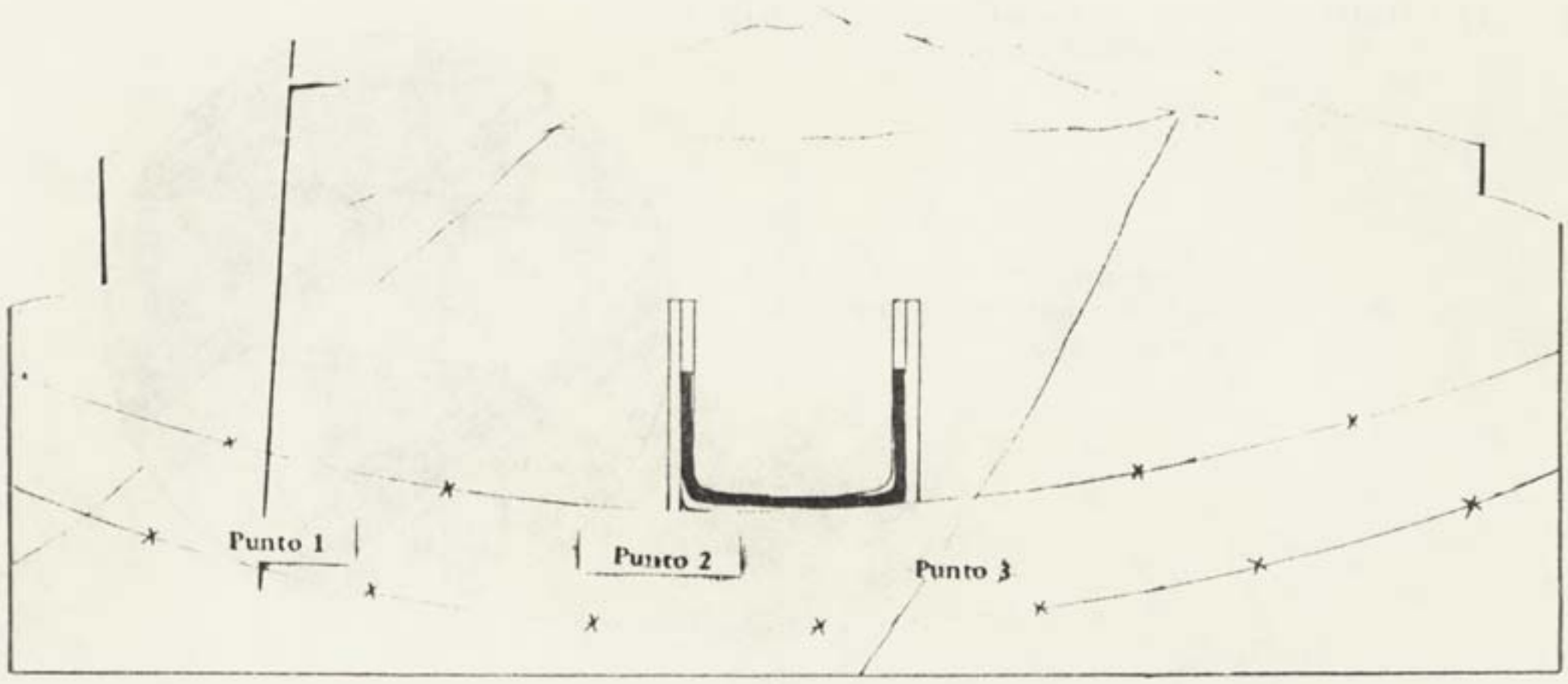


Algunas Determinantes para escoger el Sistema de Riego

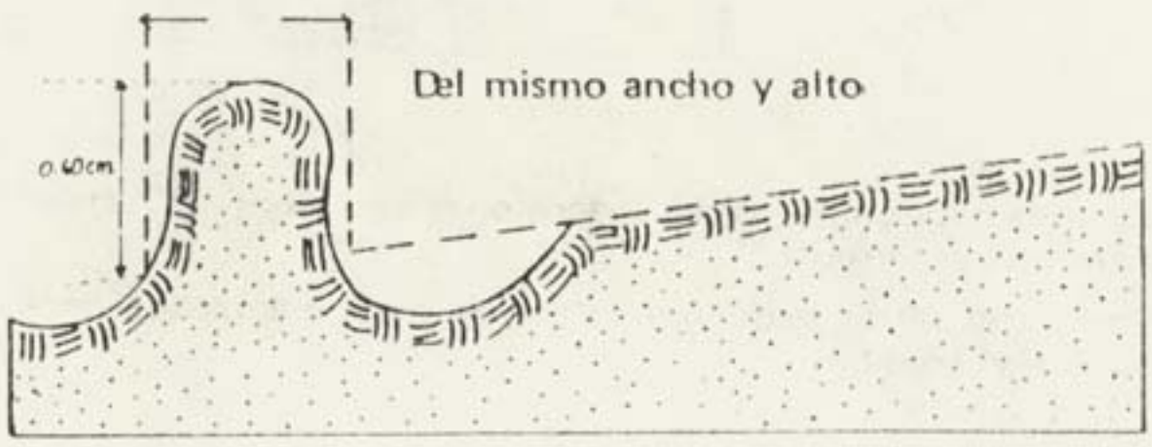
SISTEMA DE RIEGO	PENDIENTE	CULTIVO	OTRAS CONDICIONES
Pozas	Hasta 10 por ciento o en andenes	Trigo, cebada, avena centeno y pastos	Página 37
Melgas	Hasta 20 por ciento	Cultivos que fijan el suelo	Página 40
Surcos derechos	Hasta 3 por ciento	Cultivos en hileras	Página 43
Surcos al contorno	Hasta 10 por ciento	Cultivos en hileras	Página 45
Surcos a nivel	Hasta 10 por ciento	Cultivos en hileras	Página 47
Corrugaciones	Hasta 10 por ciento	Trigo, cebada, avena, centeno y pastos	Página 49
Andenes o terrazas	Hasta más de 30 por ciento	Todos	Página 50
Acequias al contorno	Hasta 30 por ciento	Arboles	Página 54
Inundación natural	Hasta 20 por ciento	Pastos permanentes	Página 55
Aspersión	Hasta 30 por ciento	Pastos permanentes	Página 56
	Hasta 10 por ciento	Todos cultivos	Página 56
Ollas de barro	Hasta 30 por ciento	Hortalizas y árboles	Página 57

CONSTRUCCION DE POZAS

1. Trazar una curva a nivel en la parte baja del terreno.



2. Levante un borde en la curva, a nivel, jalando la tierra desde arriba.

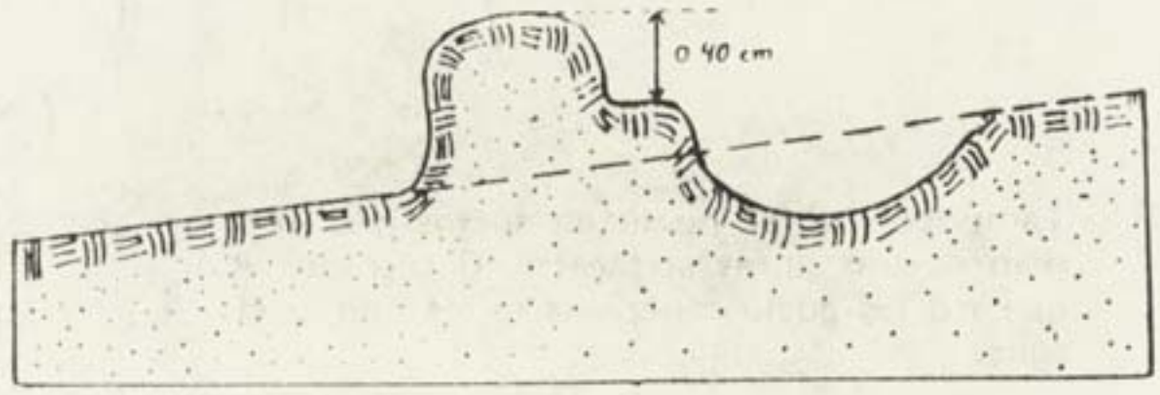


60 cms. de alto en suelos poco profundos

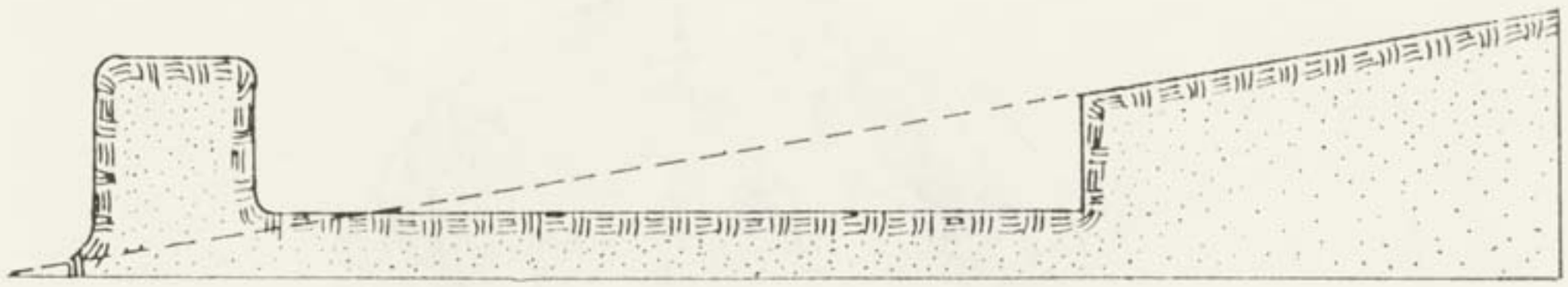
1 m. de alto en suelos profundos

3. Compacte bien el borde para que no haya fuga de agua y para que no se rompa.

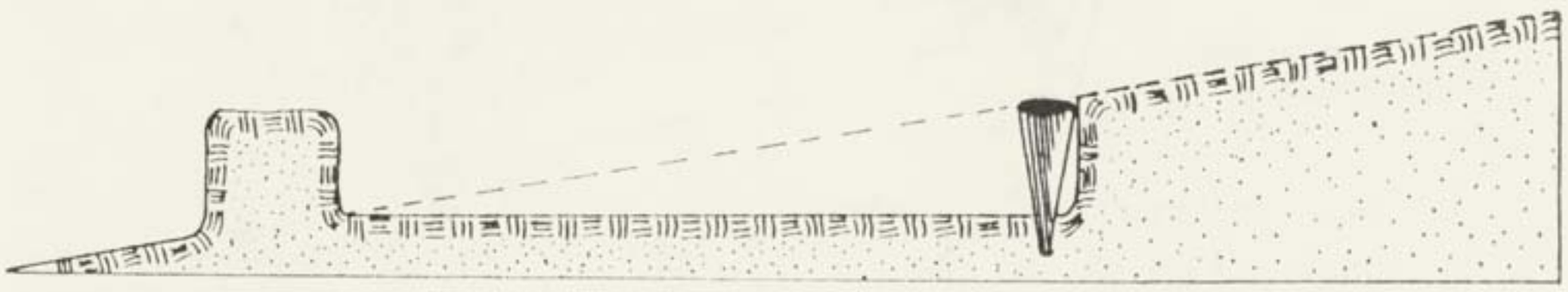
4. Rellene detrás del borde hasta tener 40 cm. de borde



5. Rellene detrás del borde.
Nivele el terreno lo mejor posible, al ojo.



6. Comience la siguiente curva a nivel, por la parte superior de la primera poza.

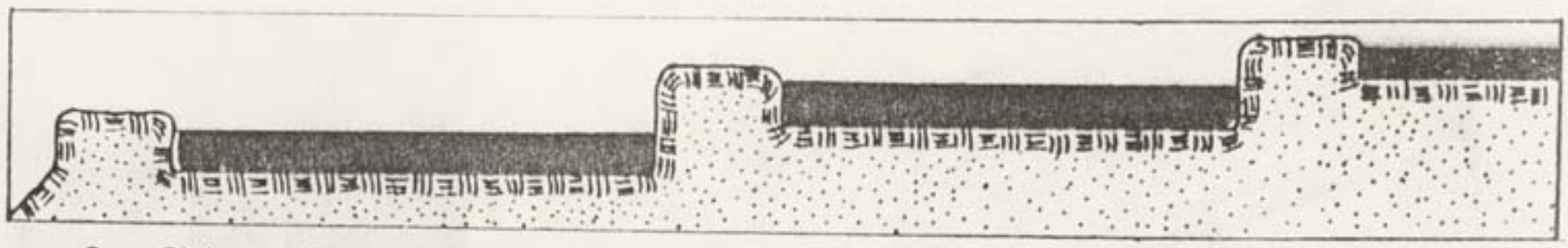


7. Repita el procedimiento para otras pozas.

8. Inunde el terreno para observar desniveles, baje las partes altas y deposítelo en las hondonadas.



Al tener el mismo nivel de agua sobre el terreno, el fondo de la poza estará nivelado.



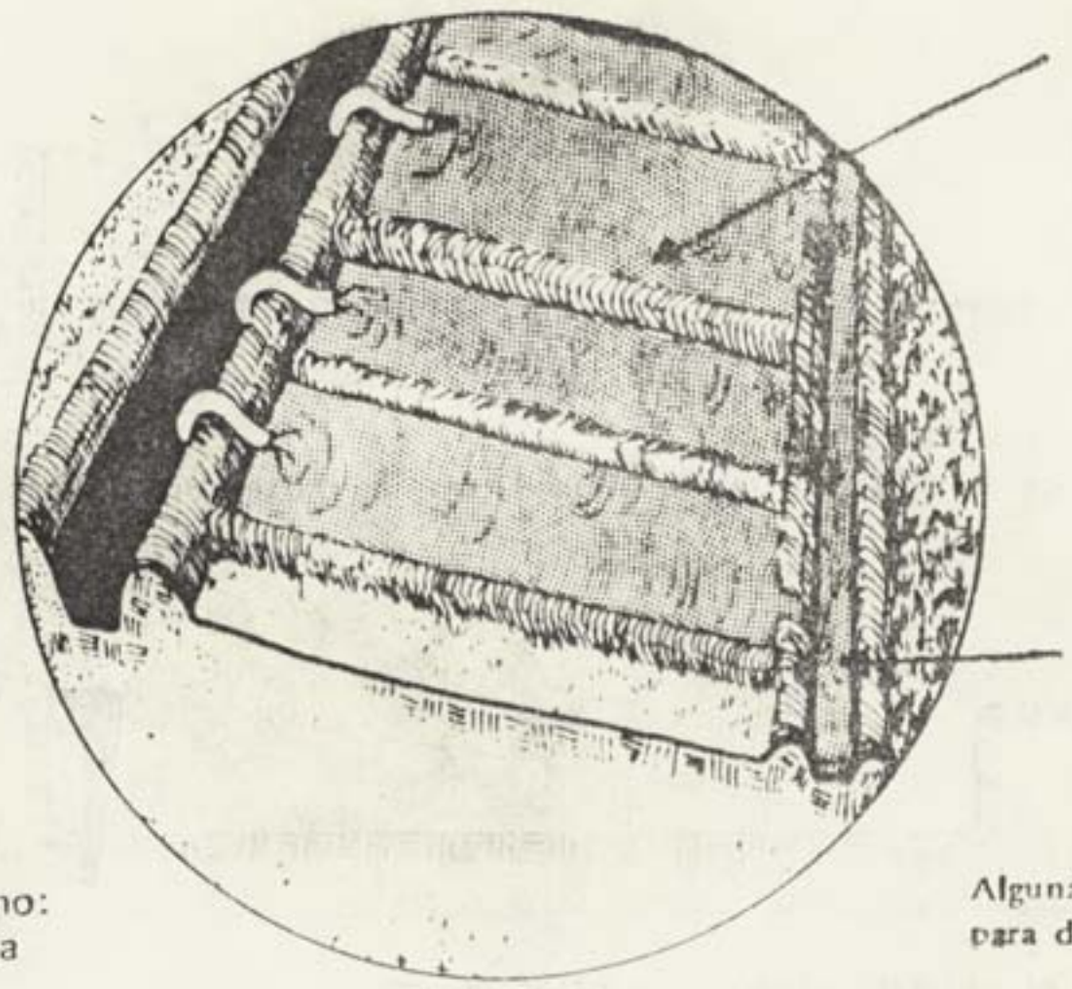
9. Si los suelos no son profundos:

Separe el suelo bueno de encima
Haga las nivelaciones
Coloque la capa del suelo bueno sobre el terreno nivelado

En ningún caso se debe dejar una capa de suelo de menos de 30 cm. en cualquier parte de la poza.

2. RIEGO POR MELGAS

Melgas son:
Franjas de terreno en el sentido de la pendiente.
Se usa en terrenos sin ondulaciones



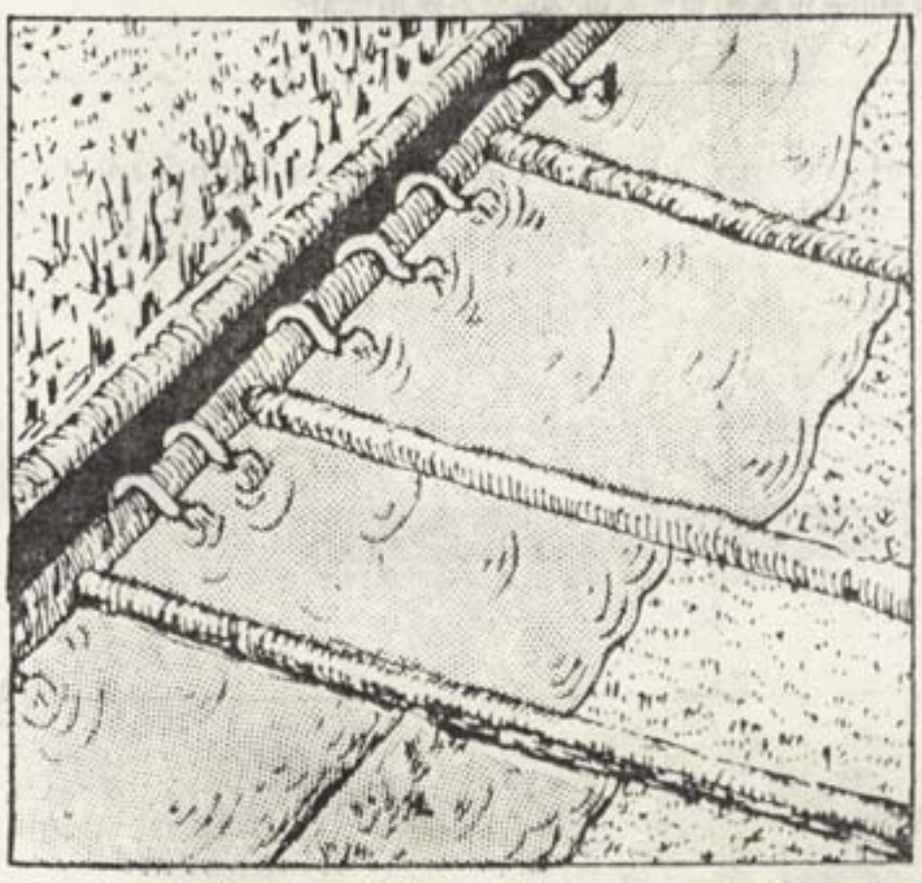
Con melgas se riega:

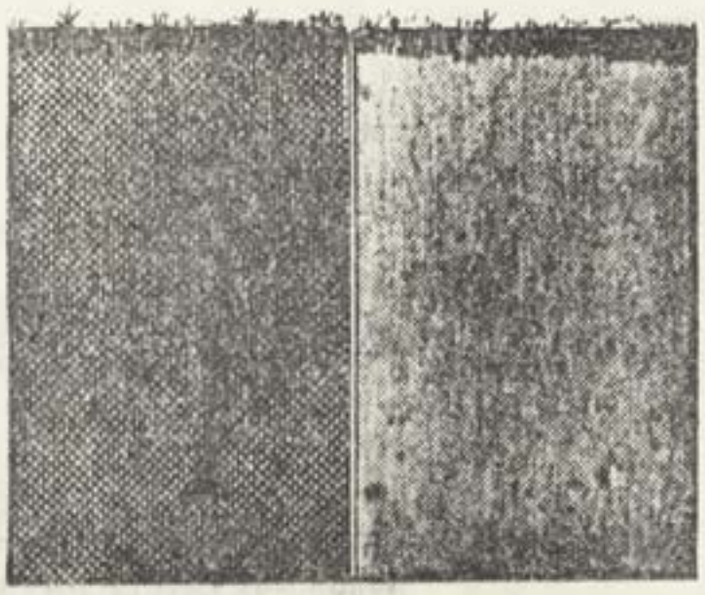
- Cultivos tupidos como:
  Trigo, Avena, Cebada
  Centeno, Pastos

Algunas melgas tienen BORDES para detener escorrentía

¡Cuando riege con melgas en pendientes mayores del 1 por ciento, utilize cultivos que se fijen bien al suelo!

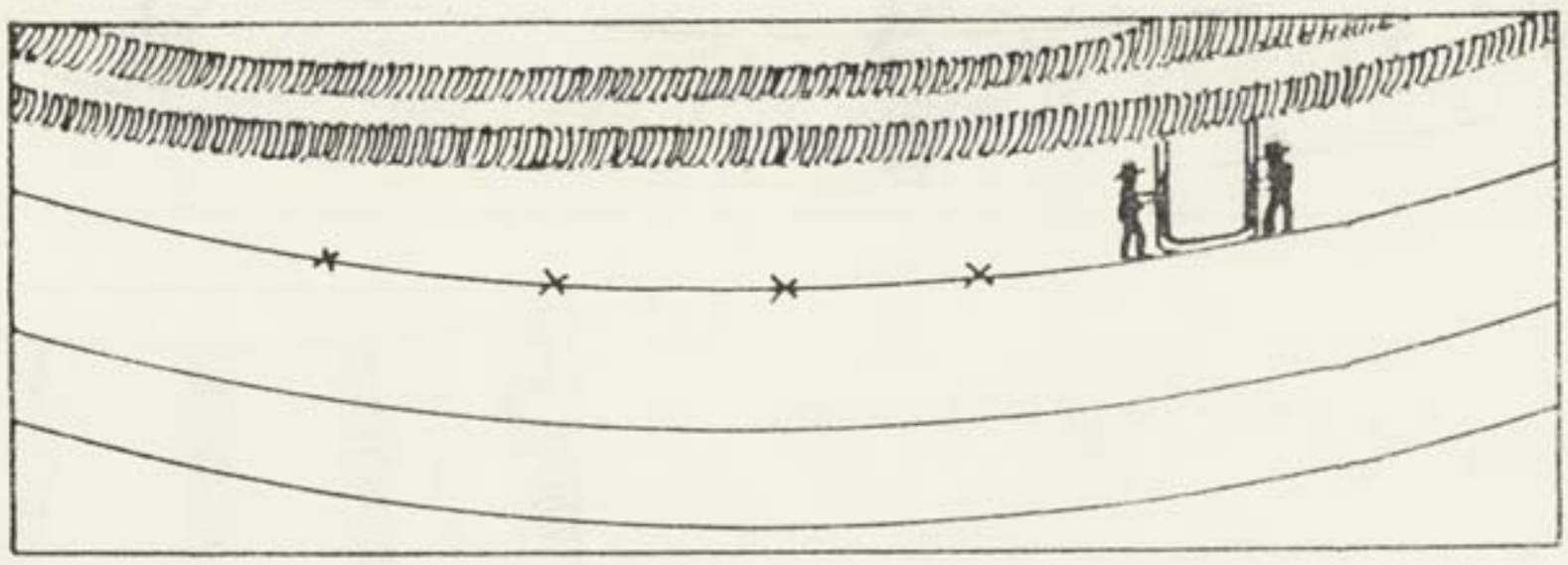
Se debe usar en parcelas largas y suelos de textura media y fina



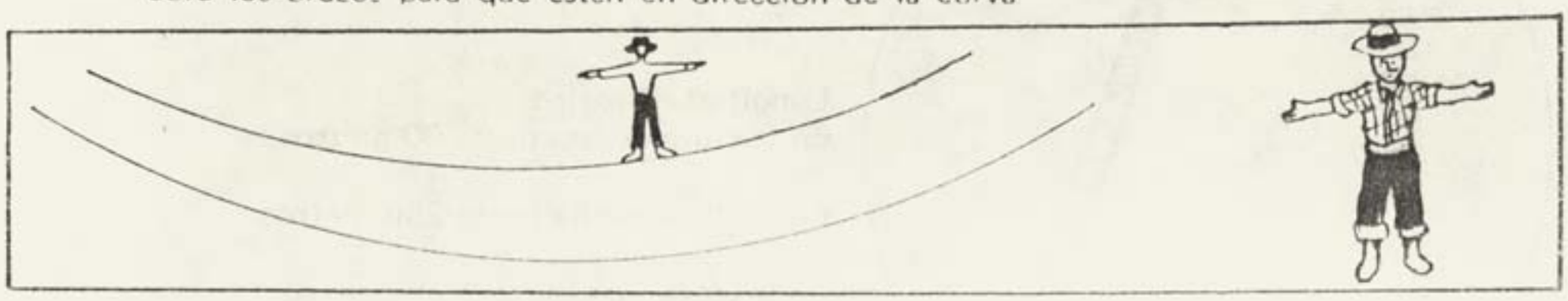


Melgas, en suelos arenosos, se utilizan, solamente, con cultivos que fijan bien el suelo.
Generalmente, no se usa en suelos que forman costras.

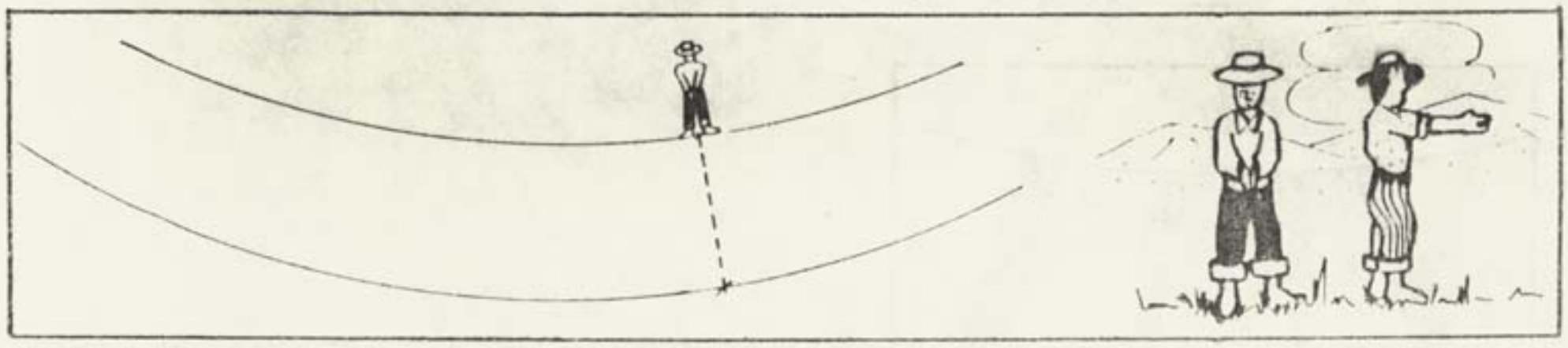
1. Trace algunas curvas a nivel a 5 — 10 m. de distancia, comenzando en la parte alta del terreno.



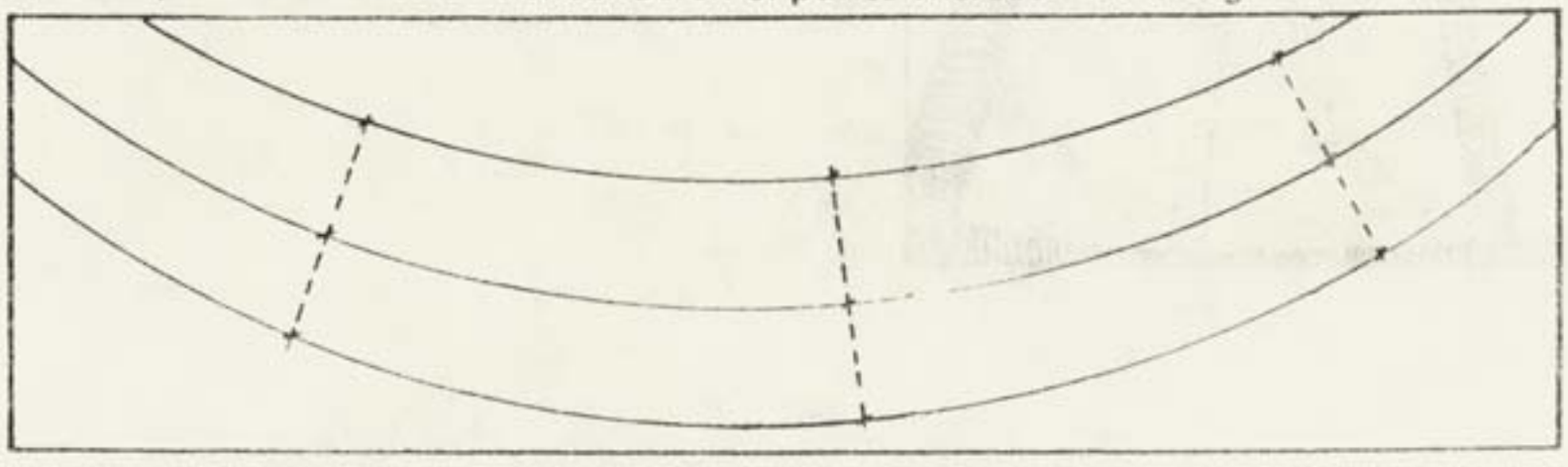
2. Escoja un punto en la primera curva a nivel. Ponga ambos pies en la curva a nivel y abra los brazos para que estén en dirección de la curva



3. Ahora, junte las manos para que apunten en sentido de la pendiente; su compañero debe marcar el punto a donde apuntan las manos en la siguiente curva.

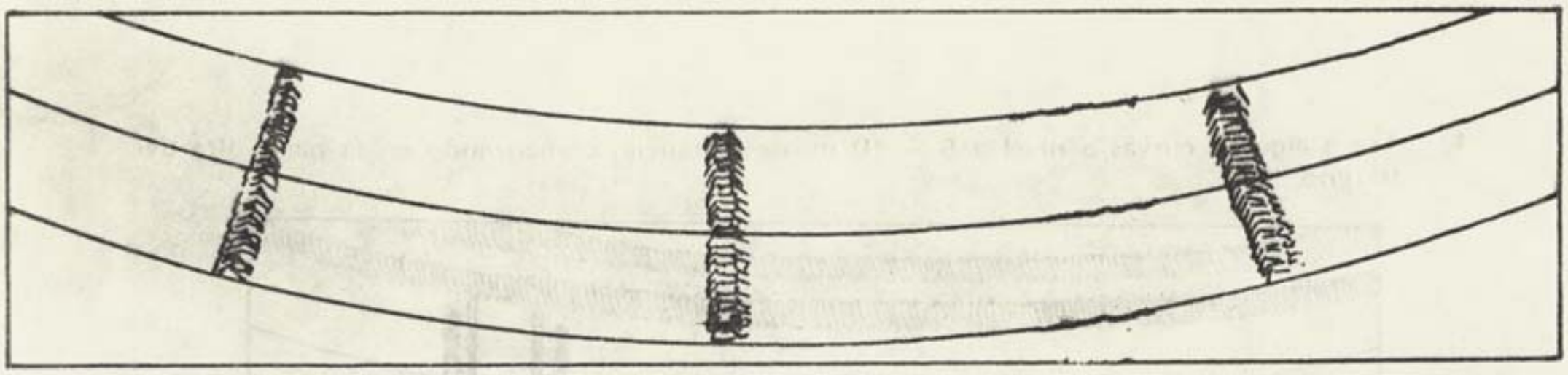


4. Repita el procedimiento comenzando en el punto marcado en la segunda línea.

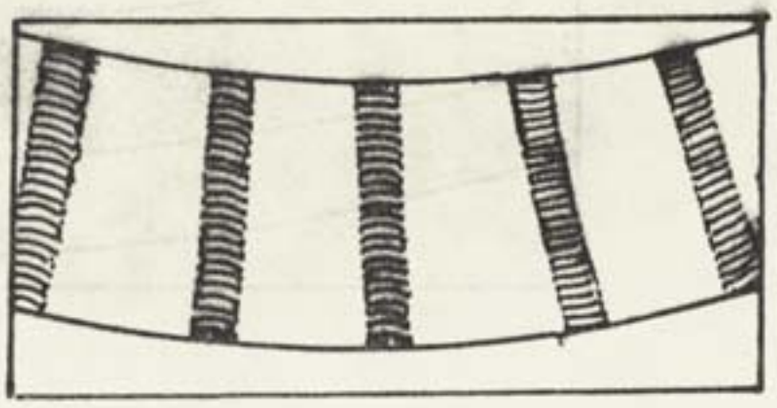


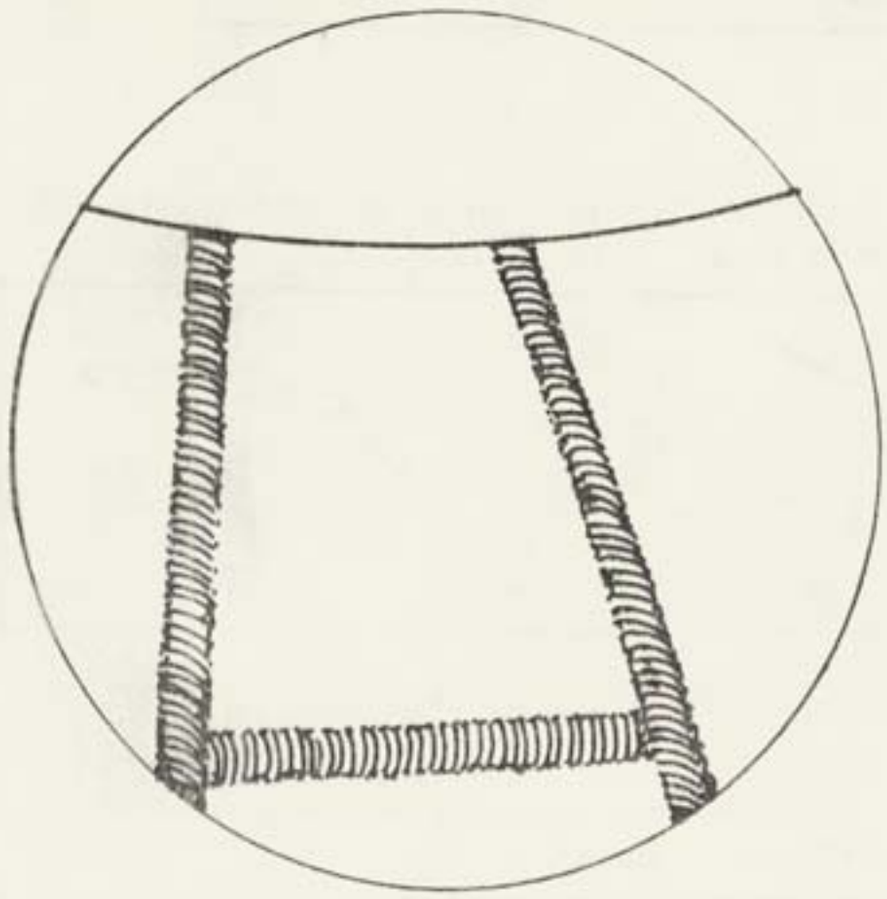
5. Siga el procedimento hasta la longitud de la melga deseada.

6. Construya el borde en sentido de la pendiente.



7. Repita los pasos 2 al 6 para construir otros bordes, en sentido de la pendiente.

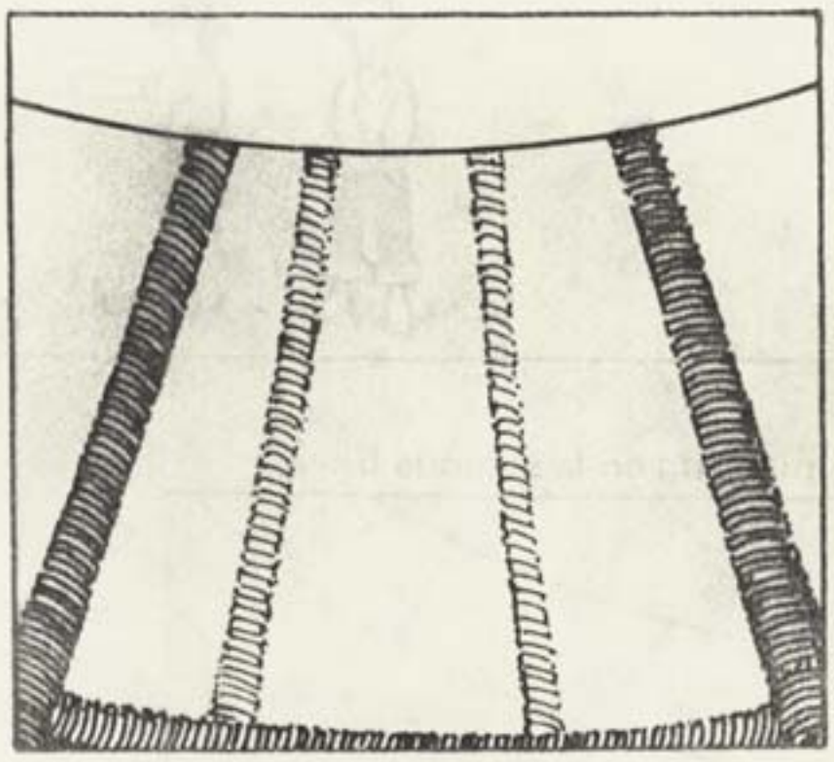




Longitud de melga:
En textura gruesa hasta 90 metros

En textura media hasta 250 metros.

En textura fina hasta 350 metros.

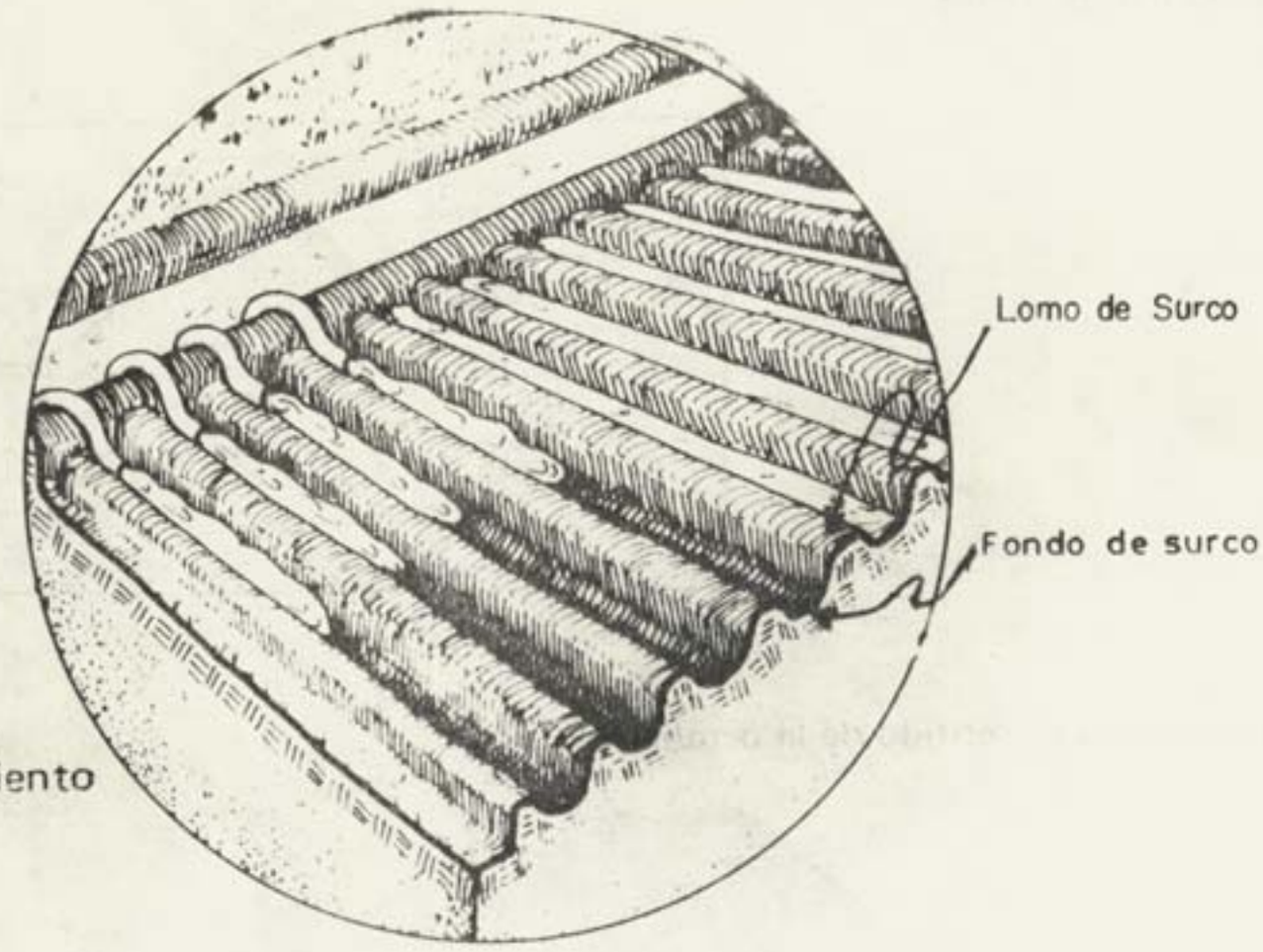


En terrenos poco ondulados construya surcos dentro de la melga para guiar el agua:

8. Empareje el terreno entre los bordes.
9. Si hay poca agua que no cubre bien el terreno, haga las melgas más delgadas. Con caudales muy pequeños las melgas deben ser muy estrechas.

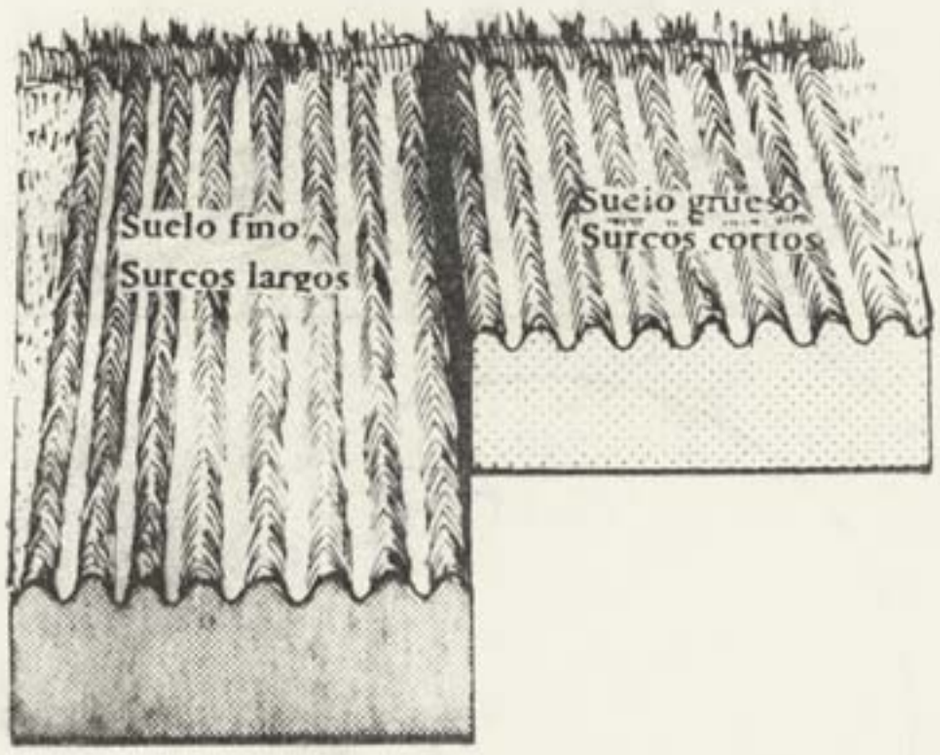
3. SURCOS DERECHOS
(en sentido de la pendiente)

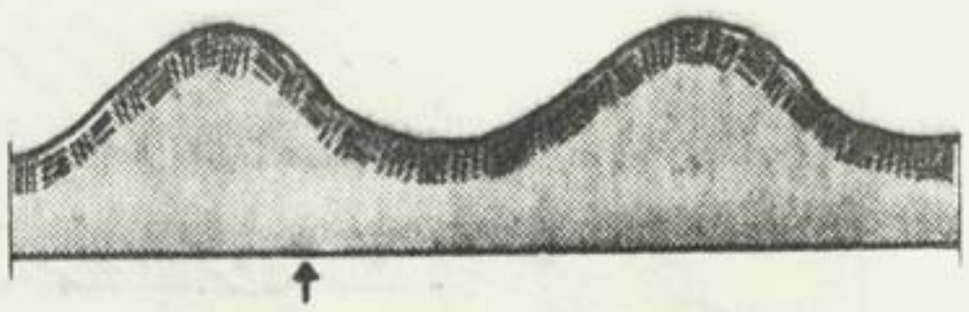
Un surco tiene dos partes:



Se utiliza para regar cultivos en hileras como: maíz papas, hortalizas, frijoles y otros cultivos de aporque

Se utiliza para regar en:
- terrenos casi planos
- con pendiente hasta 3 por ciento
- y con poca irregularidad





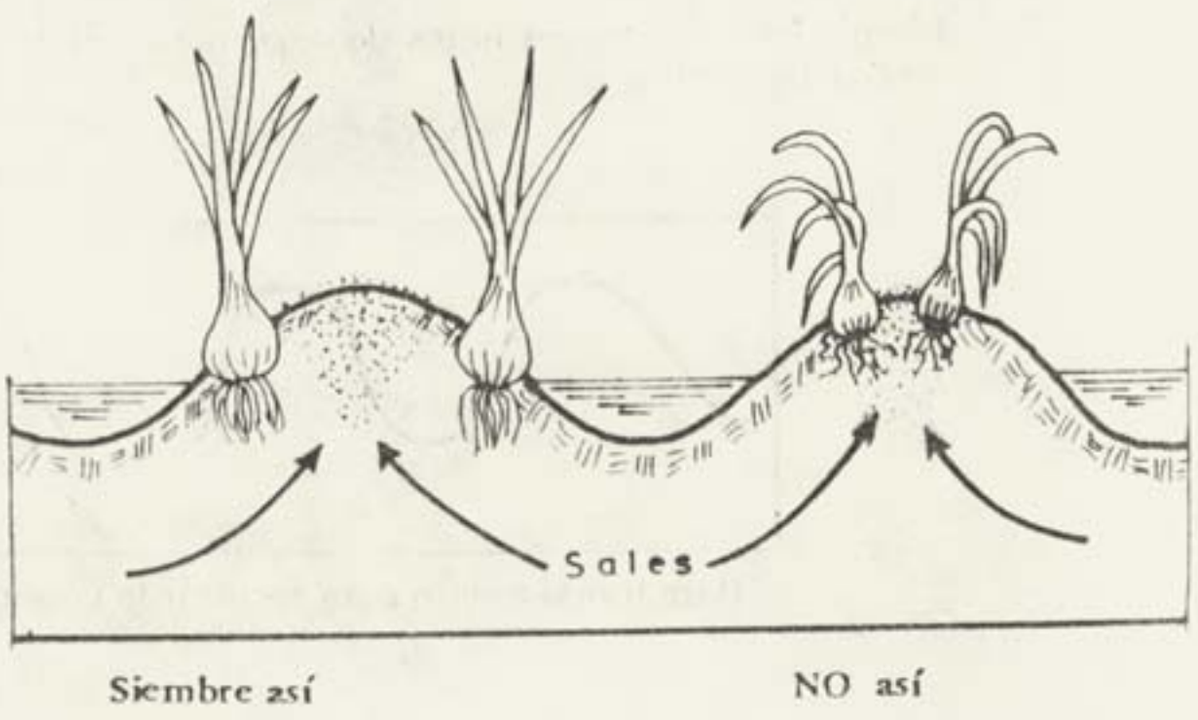
Suelos arcillosos permiten surcos con mayor espaciamiento que suelos arenosos.



Es un sistema bueno para suelos que forman costras duras al secarse, que impiden el desarrollo del cultivo.

En suelos con muchas sales:
Siembre los cultivos a los costados de los surcos.

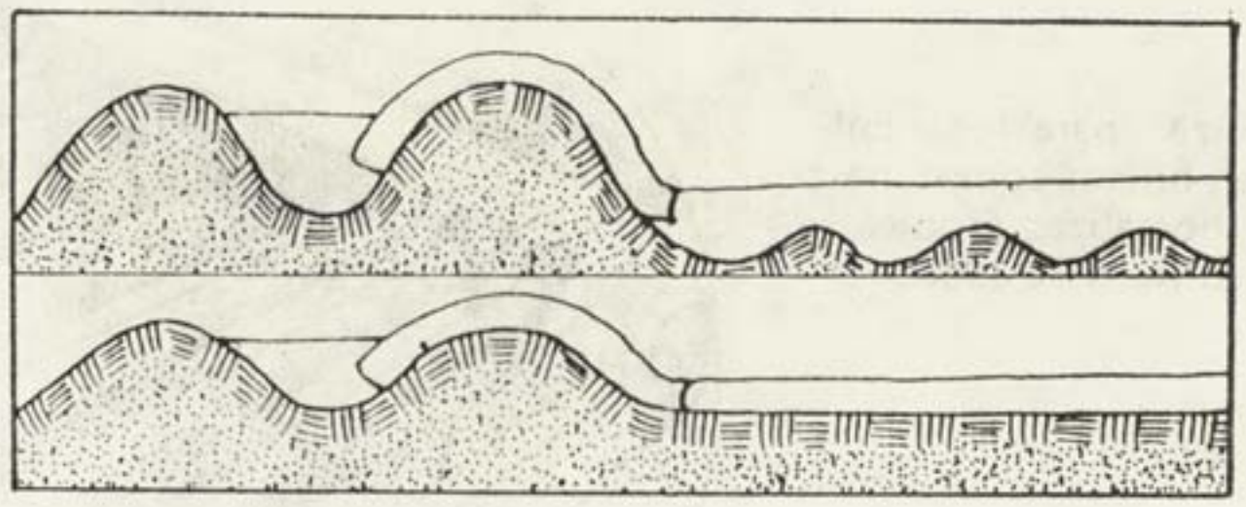
(Suelos con muchas sales al secarse generalmente, presentan manchas blancas o amarillas en la superficie del terreno).



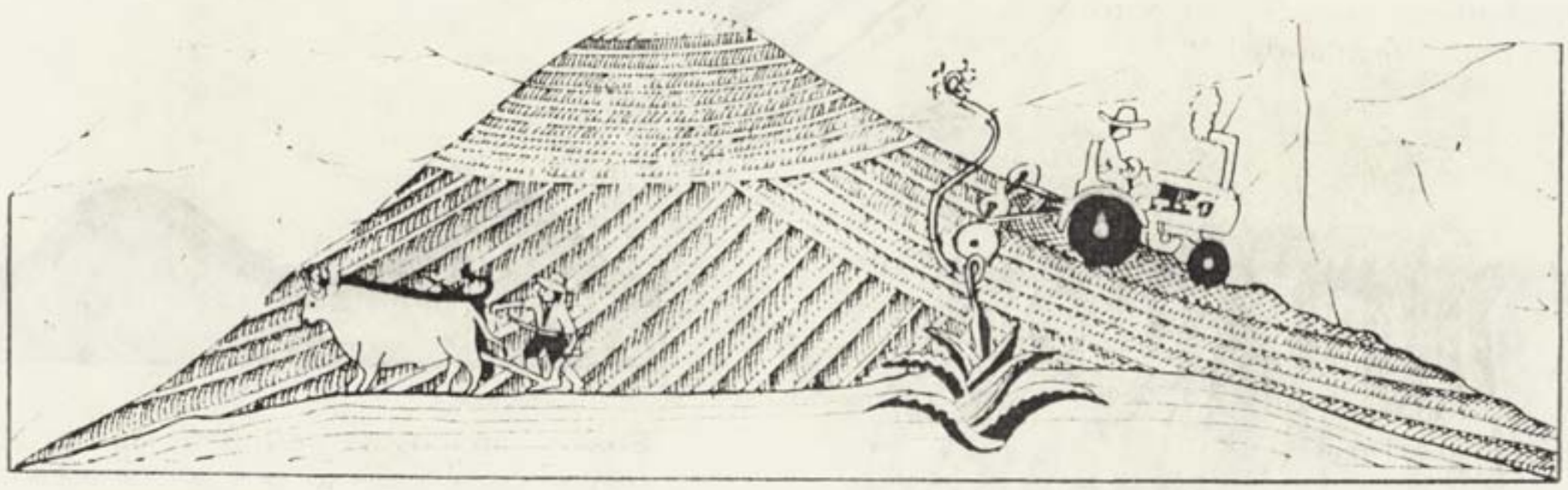
Siembre así NO así

CONSTRUCCION DE SURCOS DERECHOS

1. Empareje el terreno para evitar mucha irregularidad



2. Haga los surcos en sentido de la pendiente

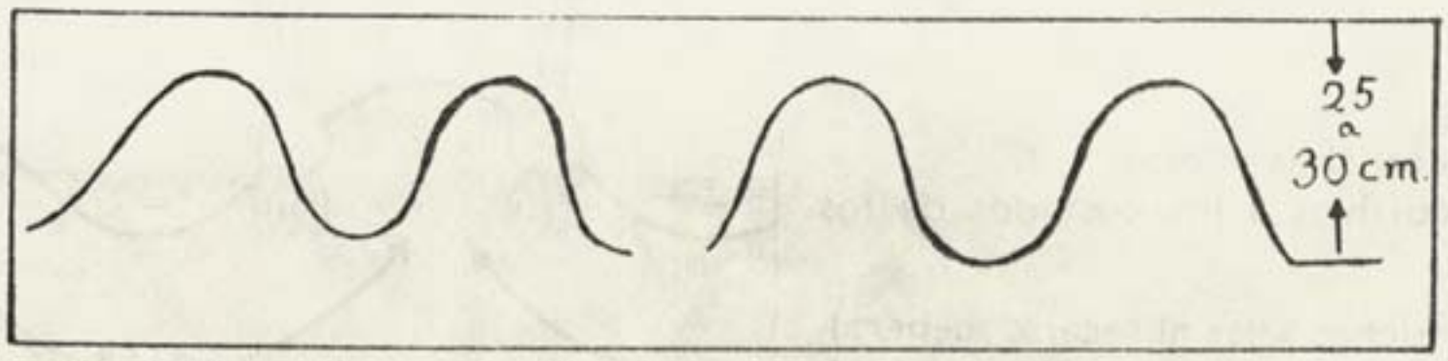


Recuerde ¡PELIGRO EROSION!



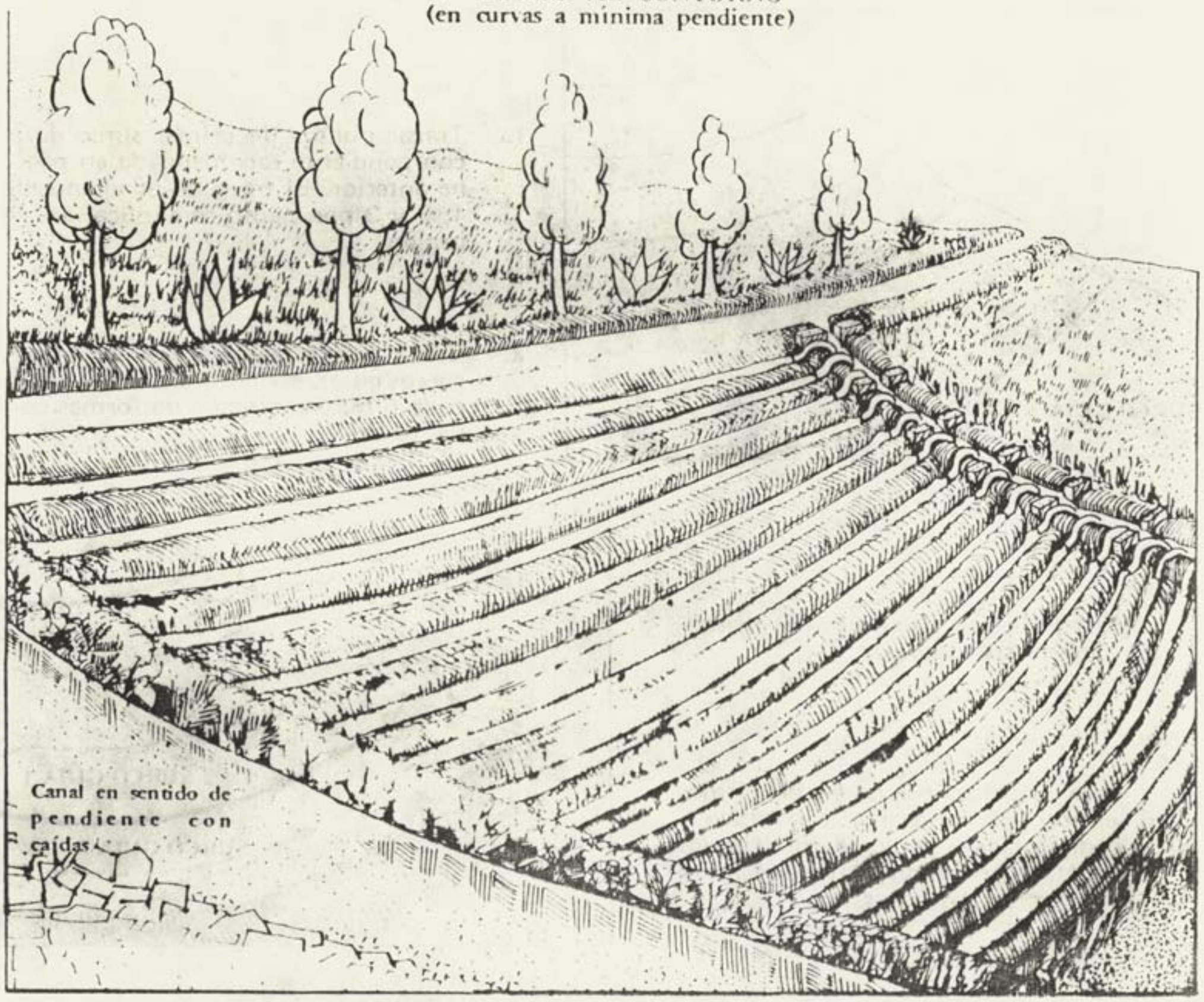
¡No haga los surcos con mucha pendiente, porque el agua se lleva los suelos!

3. Limpie bien los surcos antes de regar para evitar desbordamientos:



¡Use fondo ancho para facilitar la penetración del agua en texturas finas!

4. SURCO AL CONTORNO
(en curvas a mínima pendiente)



Surcos al contorno son: surcos cortos, profundos y de mínima pendiente, (hasta el 3 por ciento)

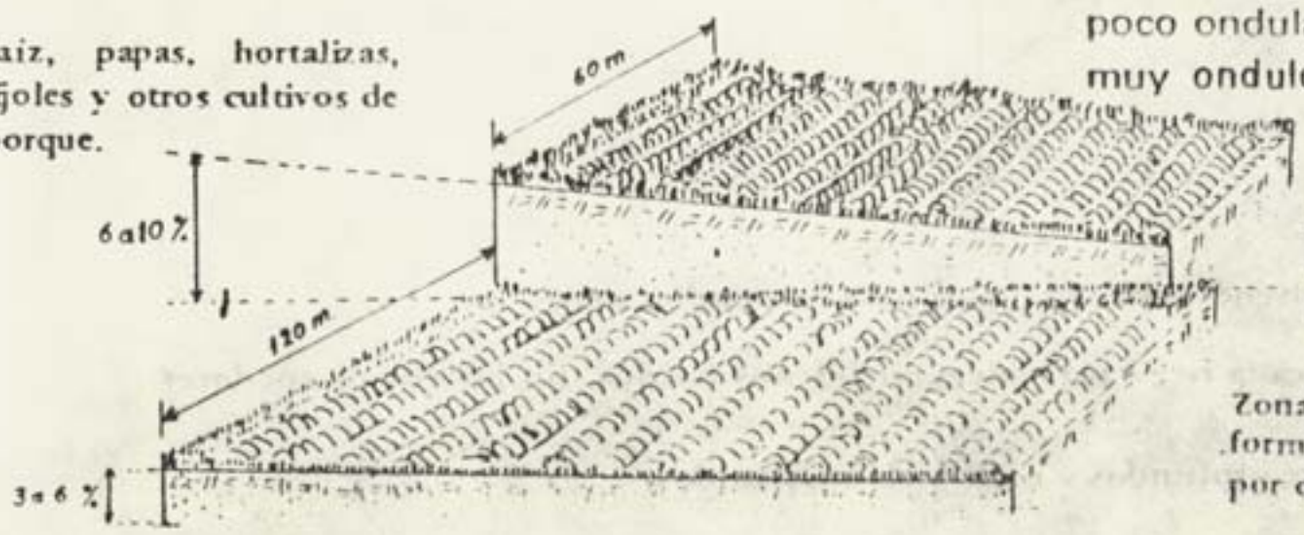
Son buenos para:

- Terrenos ondulados y suelos poco profundos
- Pendientes de hasta 10o/o

CULTIVOS:

Maiz, papas, hortalizas, frijoles y otros cultivos de aporque.

Terreno	Pendiente de Surcos
no ondulado	1 a 2 por ciento
poco ondulados	2 por ciento
muy ondulados.....	2 a 8 ciento

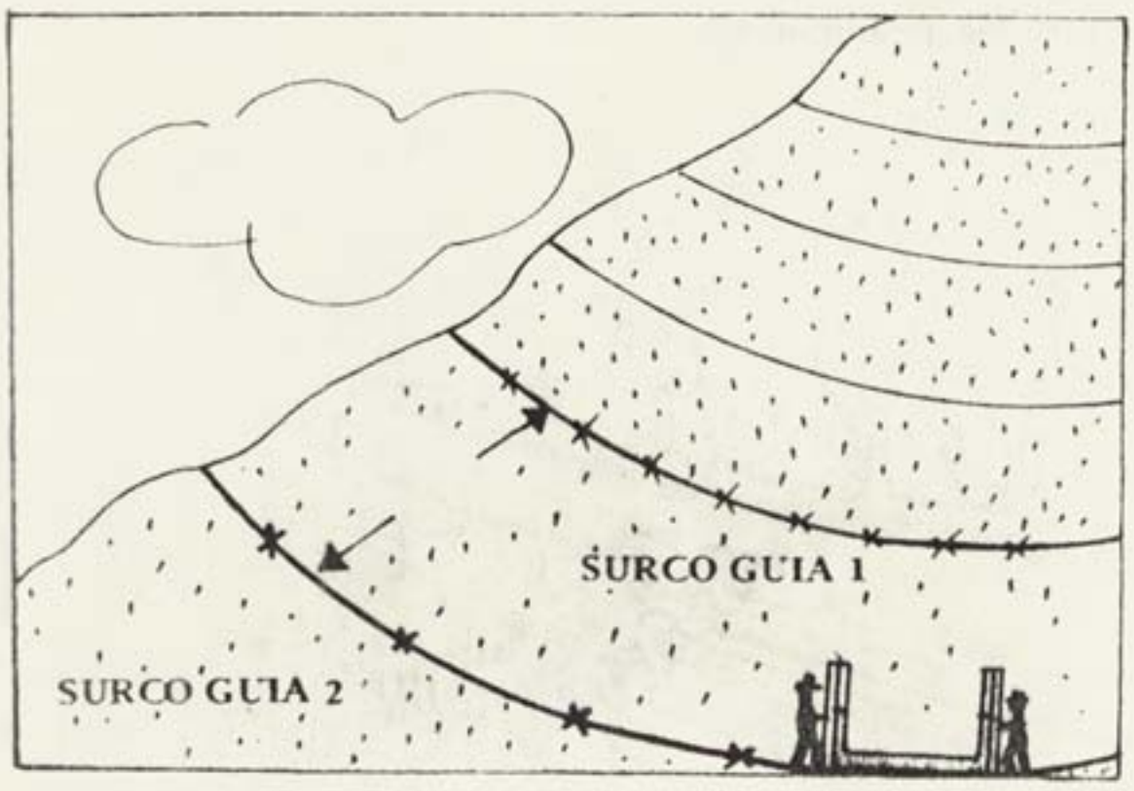


Zona lluviosa, terreno ondulado, pendiente de 6 a 10 por ciento

Zona árida y terreno uniforme, pendiente de 3 a 6 por ciento

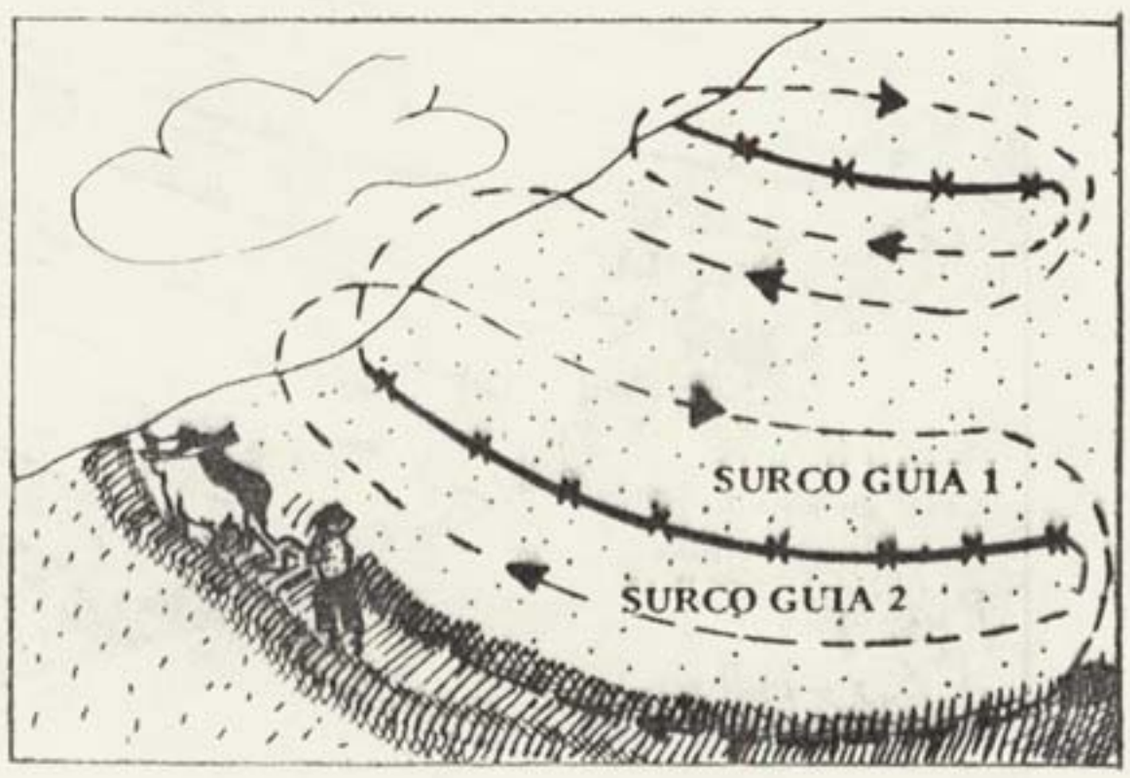
¡LOS SURCOS SON CORTOS Y PROFUNDOS PARA EVITAR DESBORDAMIENTOS!

CONSTRUCCION DE SURCOS AL CONTORNO



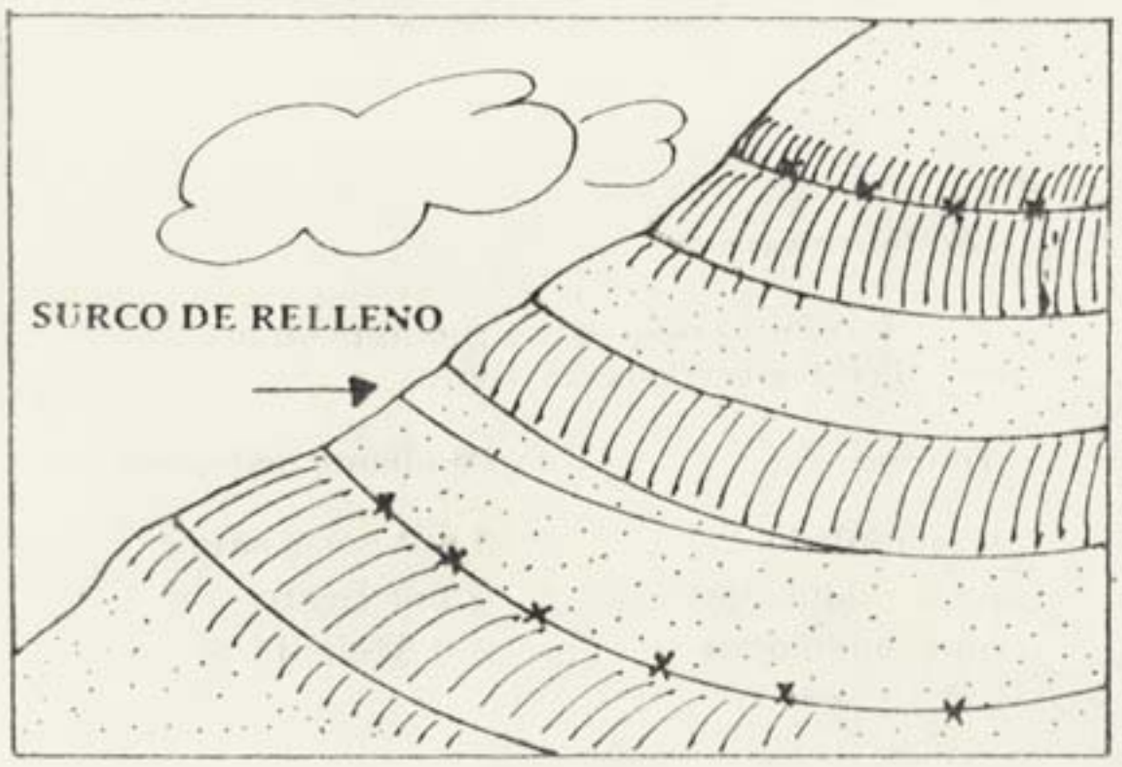
1. Trazar puntos de primer surco guía con pendiente recomendada en página anterior. El trazo de pendiente de 1, 2 y 3 por ciento se explica en la página

2. Con la misma pendiente traze otros surcos guías, en terrenos ondulados, cada 5 m. en terrenos uniformes cada 10 m



3. Haga su primer surco donde marcó el primer surco guía.

Haga los otros surcos en el mismo sentido, hasta llegar a la mitad de la distancia al siguiente surco guía. Repetir el procedimiento con los siguientes surcos guías.



4. Si quedan espacios grandes en algunos sitios, acá se puede colocar surcos cortitos de relleno

Los surcos deben conducir a drenes bien vegetados para que no haya erosión.

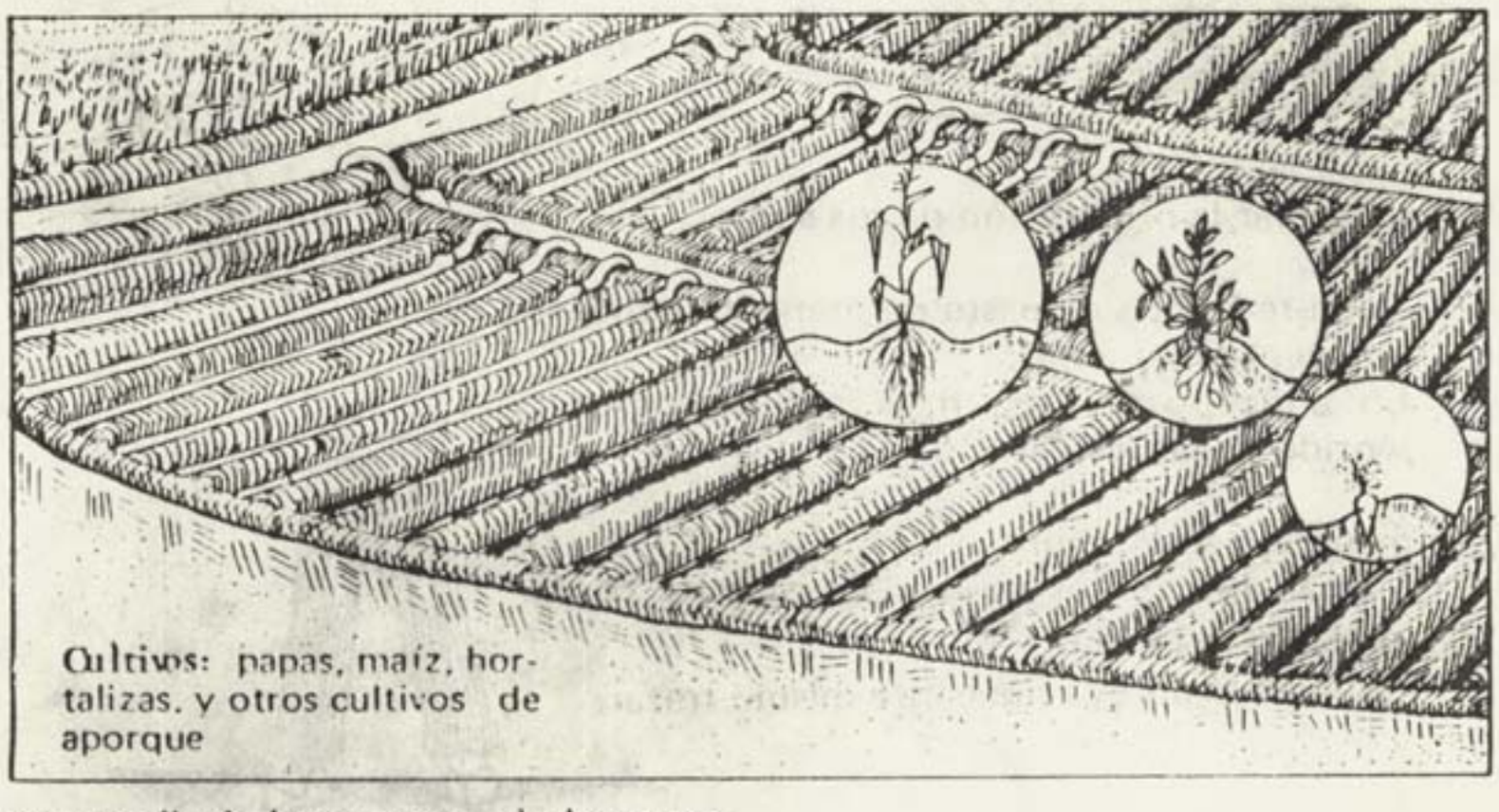
Revisar sus surcos antes de cada riego para asegurar buenos bordos, sin huecos de roedores.

Recuerde: los surcos deben ser profundos y estar bien mantenidos.

5. SURCOS A NIVEL

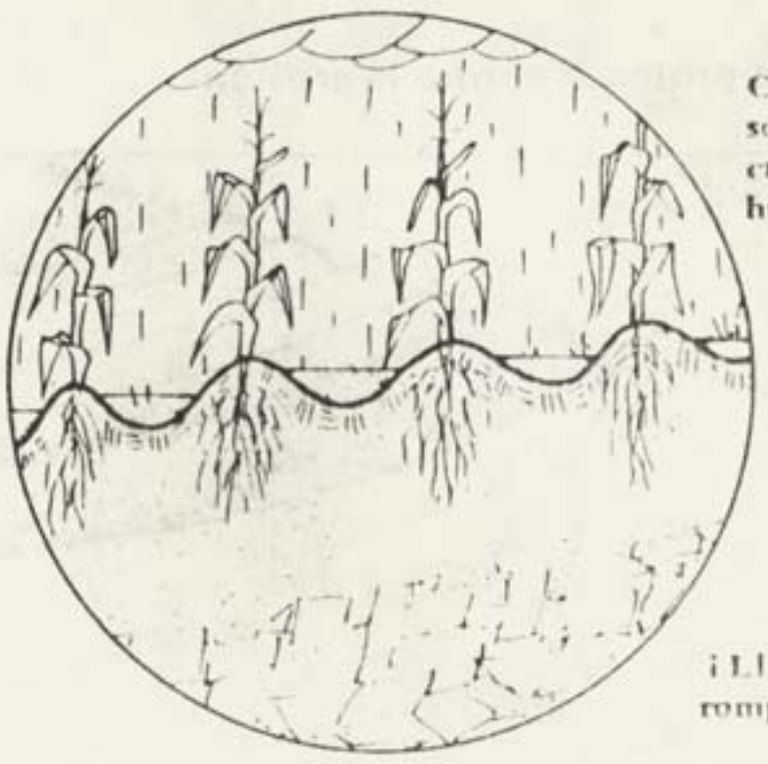
Son surcos cortos y profundos, sin desague. Se llenan rápidamente y el agua estancada penetra al suelo.

Se usan en pendientes hasta 10 por ciento.

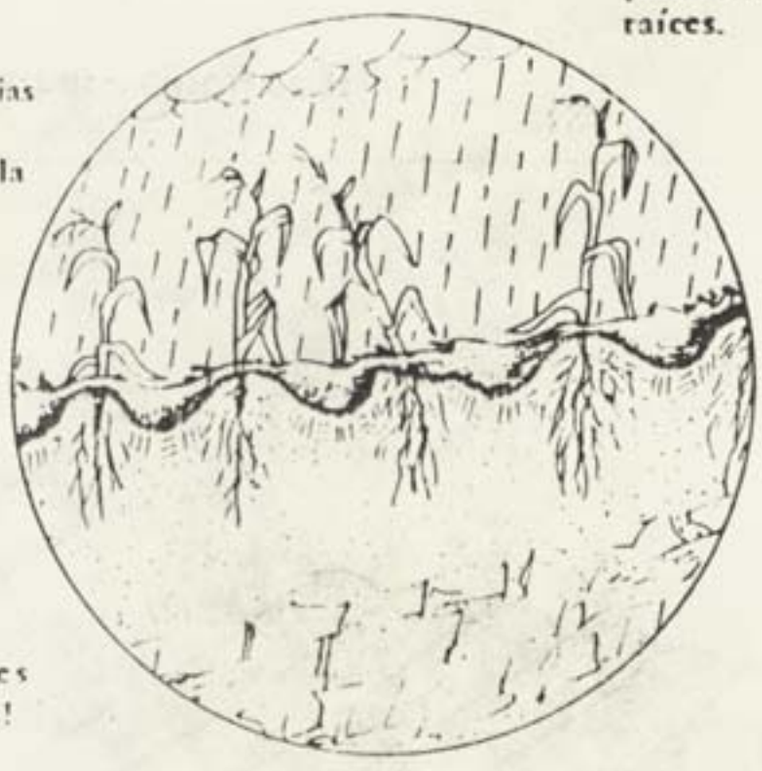


Donde hay poca lluvia los surcos a nivel son mejores que surcos al contorno.

Tanta lluvia pudre mis raíces.



Cuando las lluvias son escasas se conserva toda la humedad

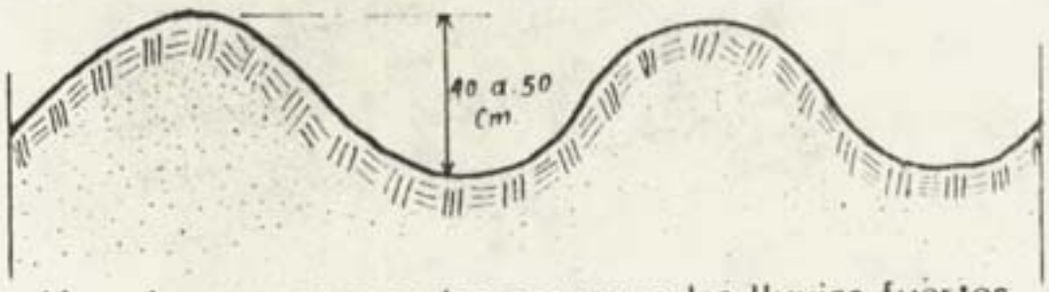


¡Lluvias fuertes rompen mis bordos!

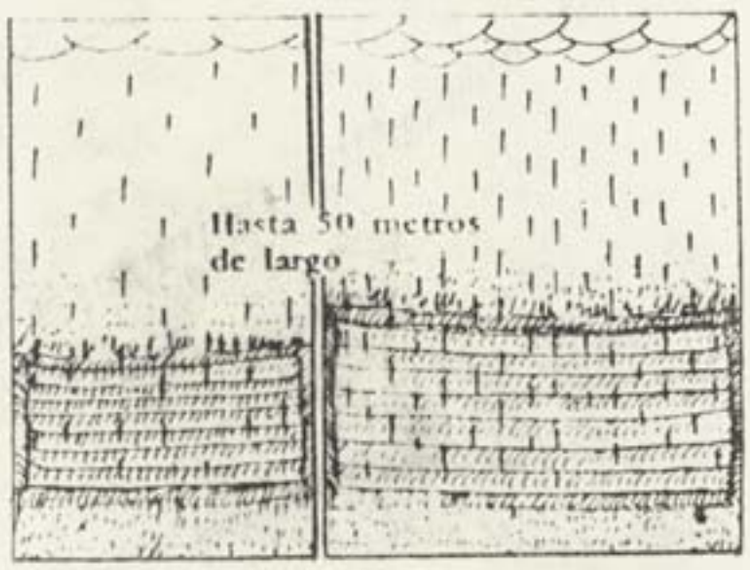
No se utiliza donde hay exceso de lluvia. En éste caso ¡Use surcos al contorno!

CONSTRUCCION

- Traze curvas a nivel
- Haga surcos anchos, profundos y cortos.



Haga los surcos grandes para que las lluvias fuertes no causen desbordamientos.



CONSERVACION DE LAS CURVAS A NIVEL



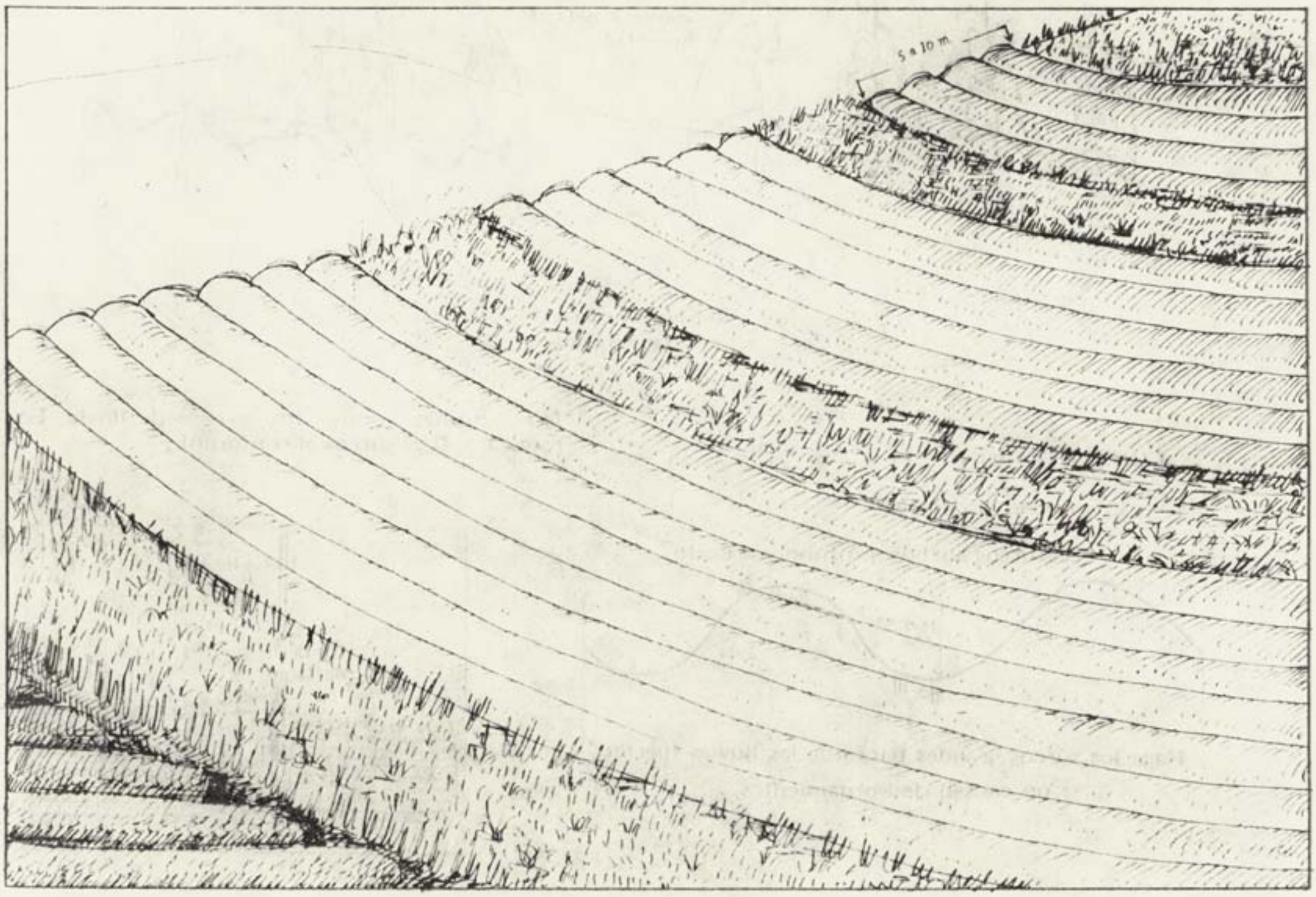
Para conservar la orientación de sus surcos:

- Siembre franjas de pasto permanente donde estaba el surco guía.
- En años posteriores, haga sus surcos en sentido de las franjas.

Otra manera menos segura :

- Marcar los surcos guía a la cosecha con estacas o piedras.
- El siguiente año ya sigue este mismo trazar.

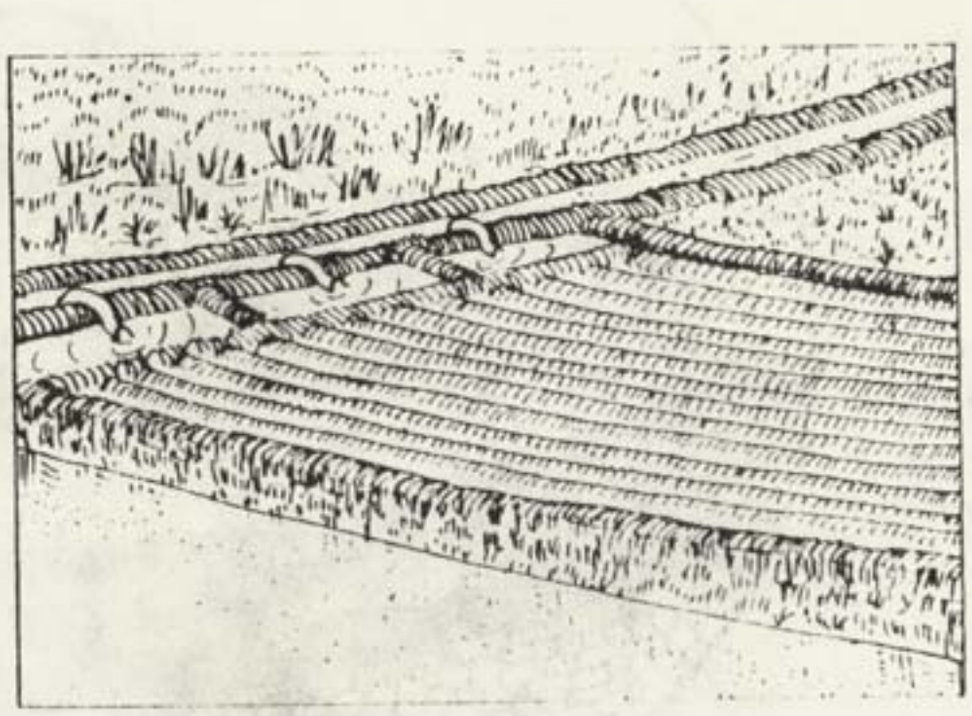
¡Las franjas de pasto, también protegen contra la erosión!



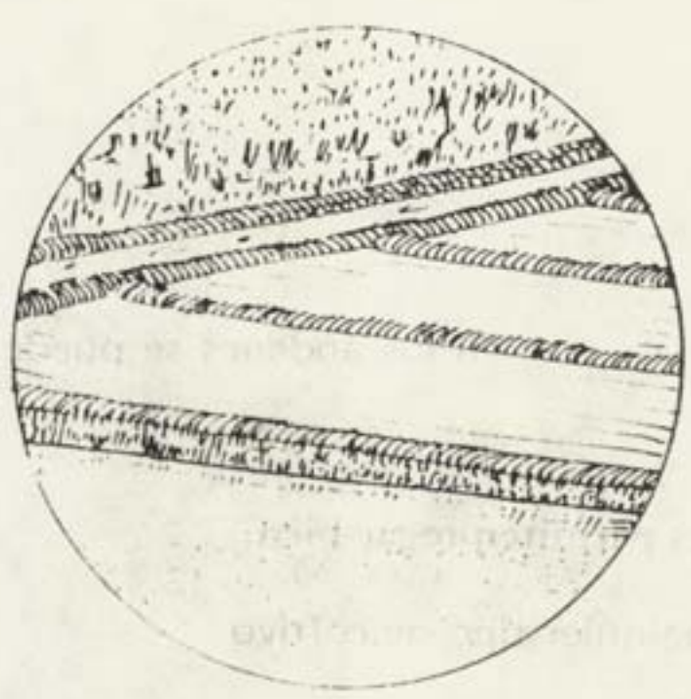
6. CORRUGACIONES – (SURCOS PEQUESOS)

En este sistema de riego el agua corre por pequeños surcos, en sentido de la pendiente.

OJO:
También se usa en melgas para guiar el agua.



Estos surcos se usan para regar:



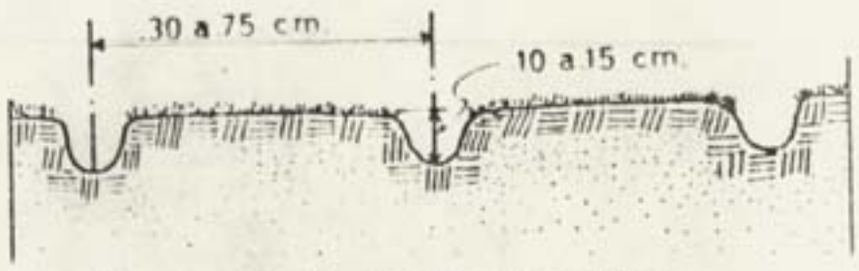
Cultivos de crecimiento tupido:
trigo, avena, cebada, centeno, alfalfa y pastos.

Terrenos con pequeñas irregularidades y pendientes hasta 10o/o.
Suelos de textura media y fina y con caudales muy pequeños.

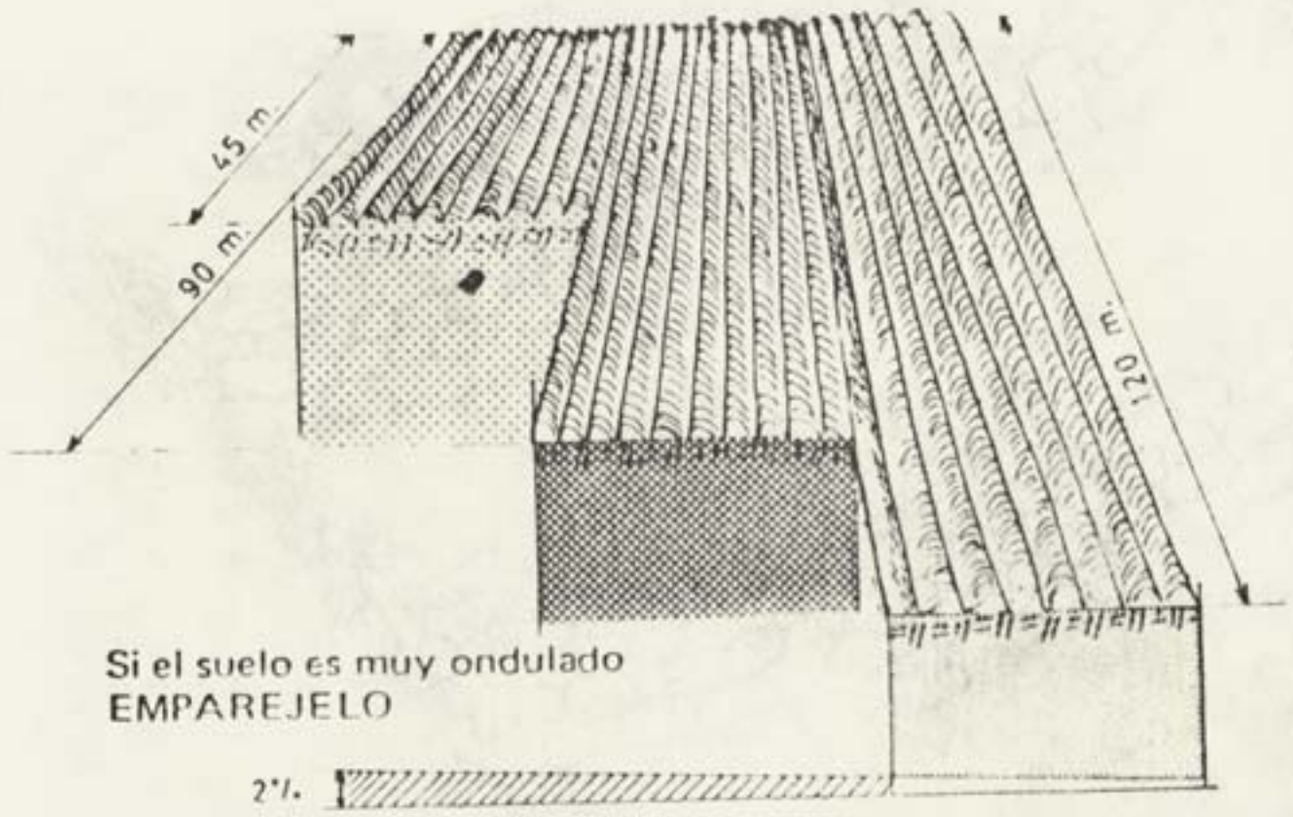
CONSTRUCCION DE CORRUGACIONES

Las corrugaciones están separadas por 30 a 75 cm. y tienen una profundidad de 10 a 15 cm.

Longitud máxima de corrugaciones

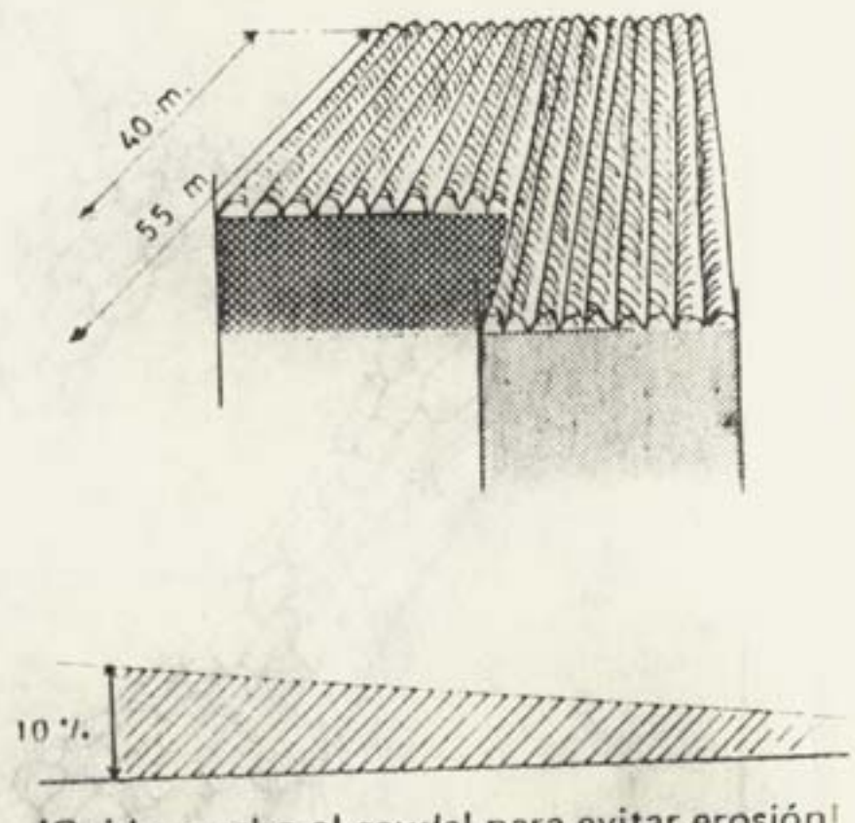


En pendiente de 10 por ciento:



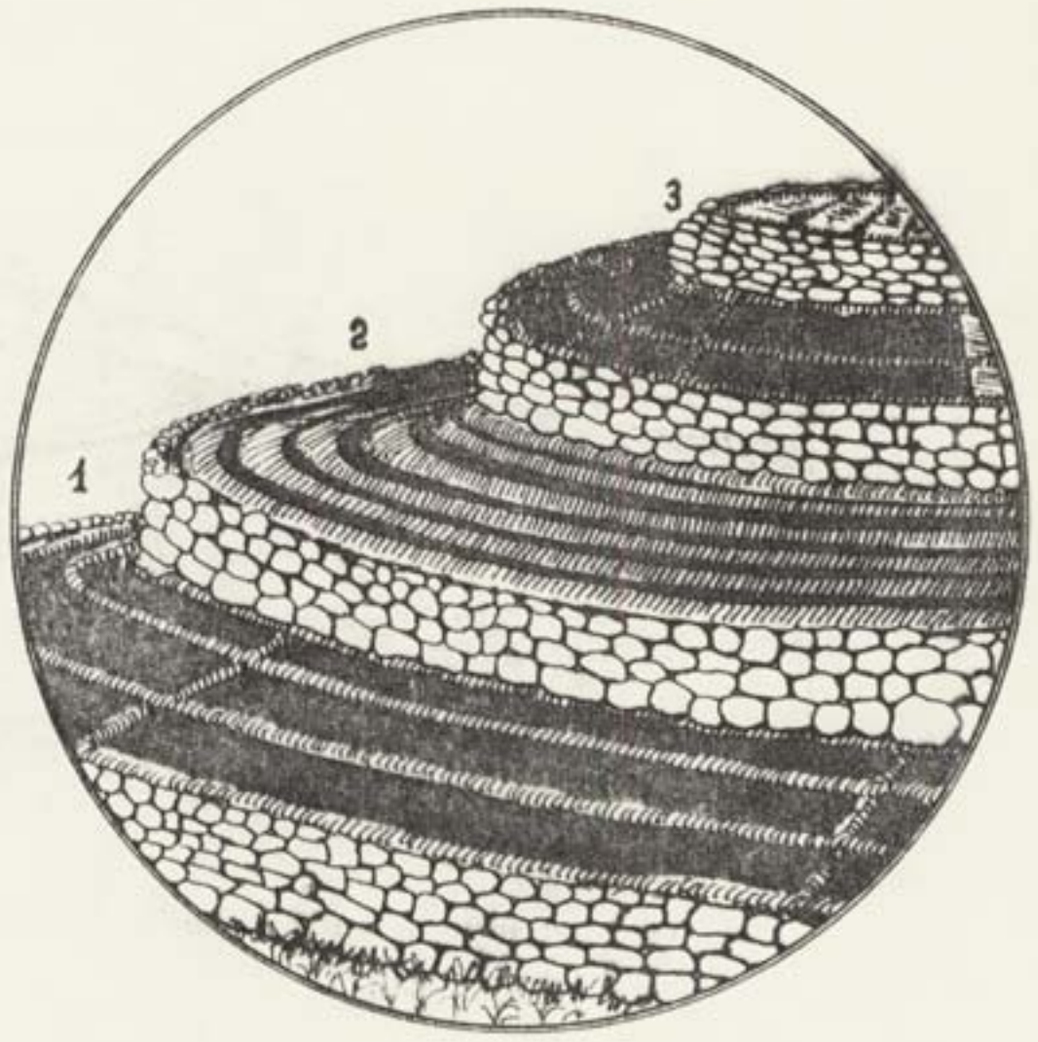
Si el suelo es muy ondulado
EMPAREJELO

En Pendiente de 2 por ciento: Asi evita desbordamientos.



¡Cuide mucho el caudal para evitar erosión!

7. ANDENES O TERRAZAS



en los andenes se puede regar con:

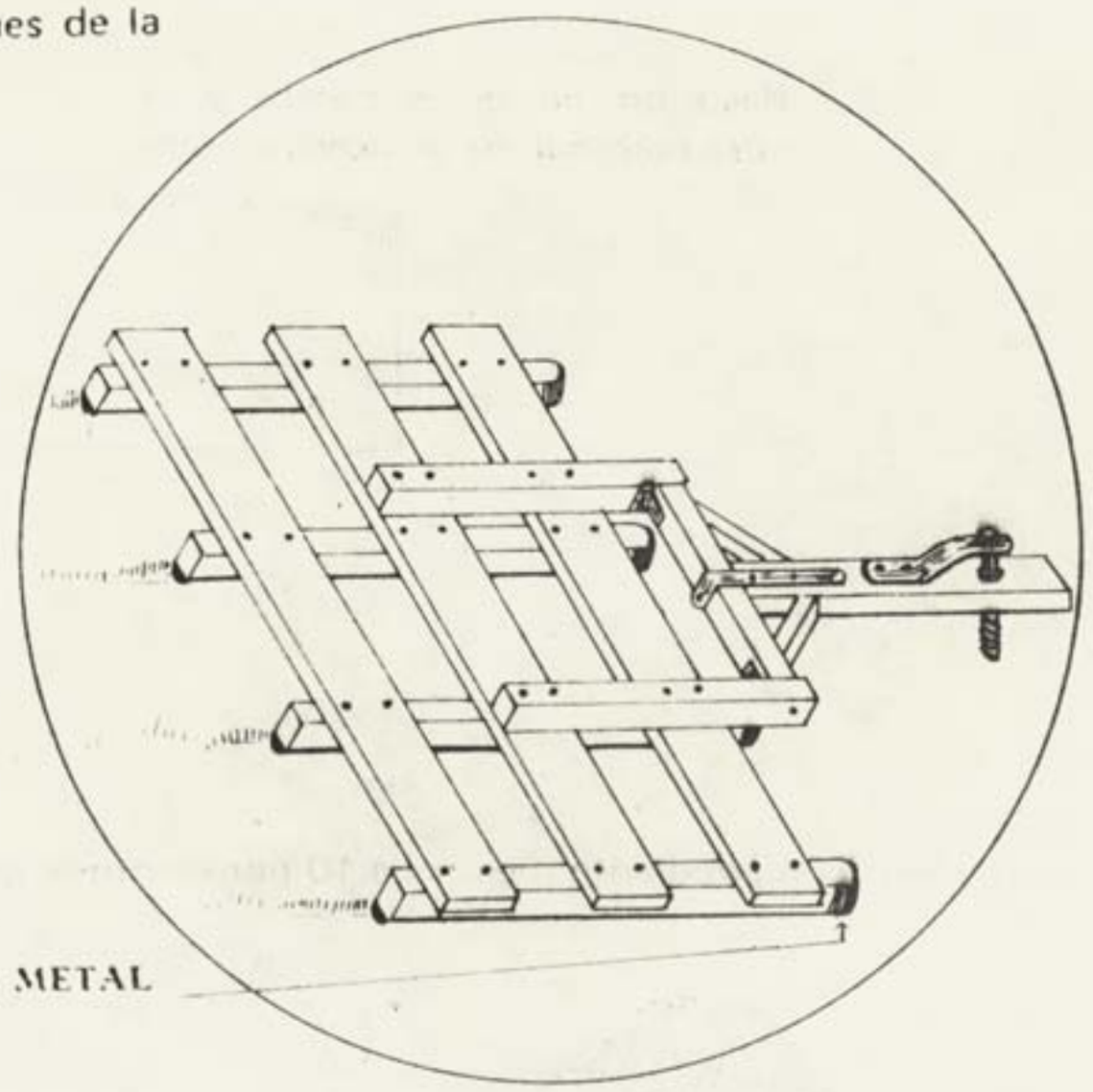
Melgas 1
Surcos 2
Pozas 3

Andenes permiten regar bien:

- Cualquier tipo de cultivo
- Todo suelo que no forma grietas profundas.
- Terrenos con: Pendientes hasta más de 30 por ciento.
  Terrenos muy irregulares.

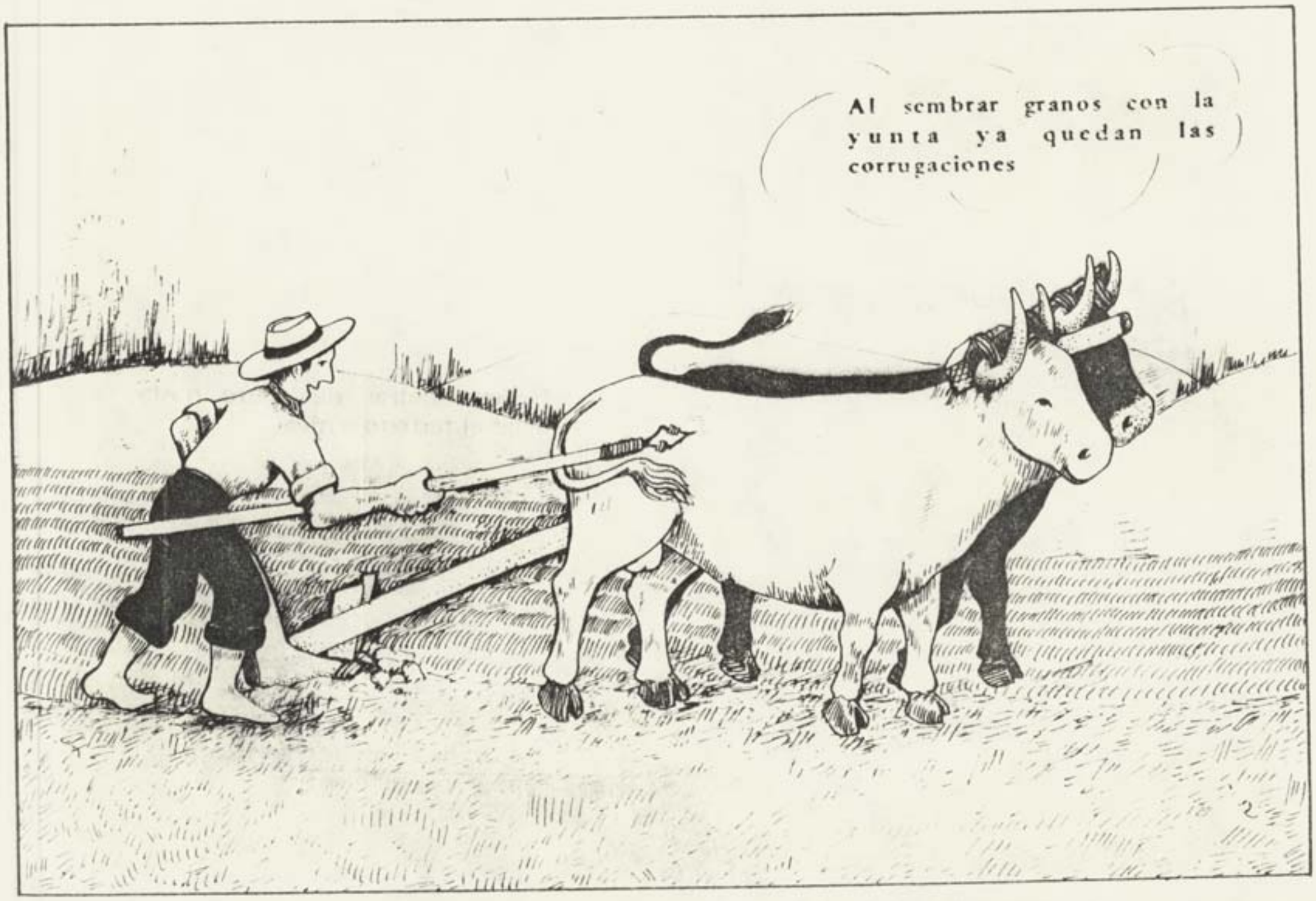


Hay varias maneras de hacer corrugaciones:
aparato para hacer corrugaciones despues de la siembra.

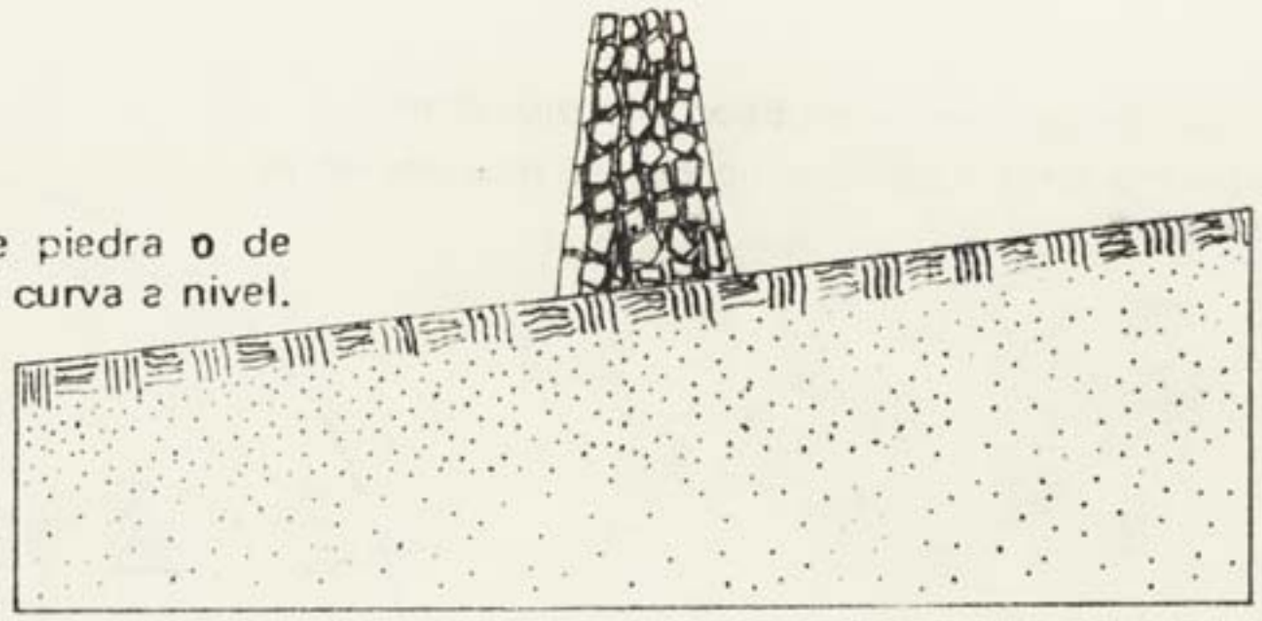


¡agregar peso para hacer corrugaciones más profundas!

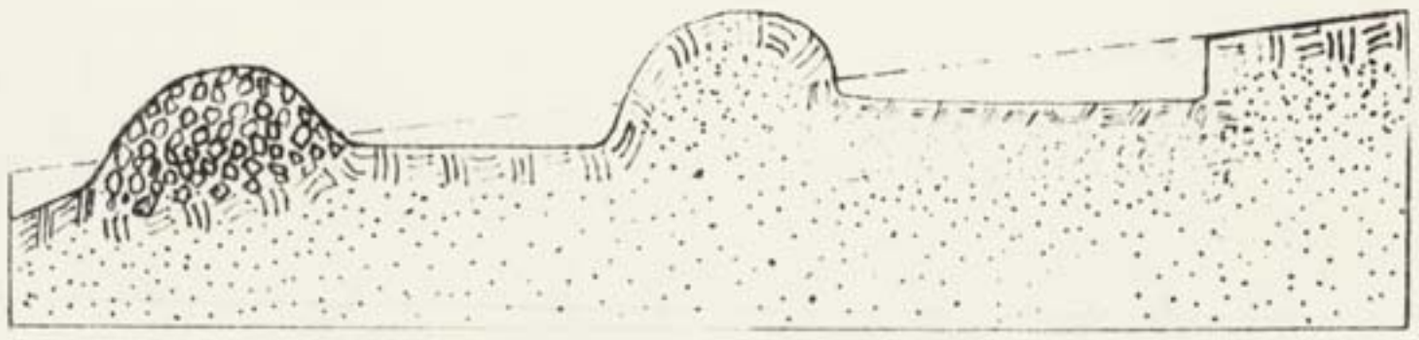
LAMINA DE METAL

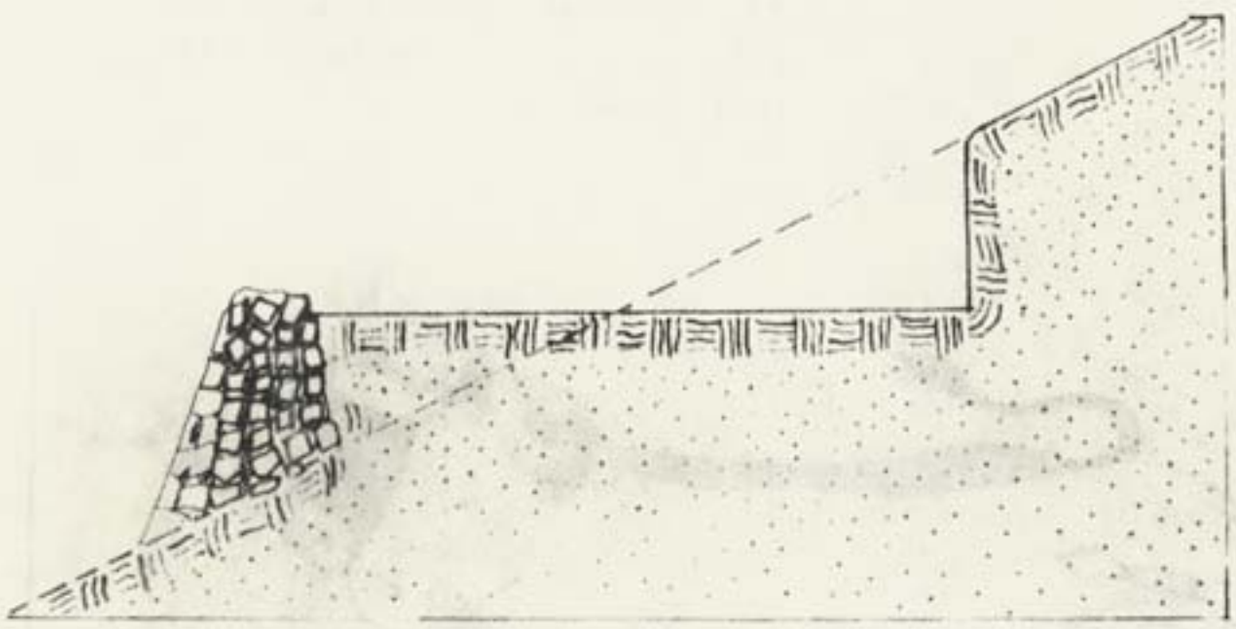


Haga un muro de piedra **o** de otro material en la curva a nivel.



En terrenos con pendiente menor de 10 por ciento se puede hacer el muro de tierra.



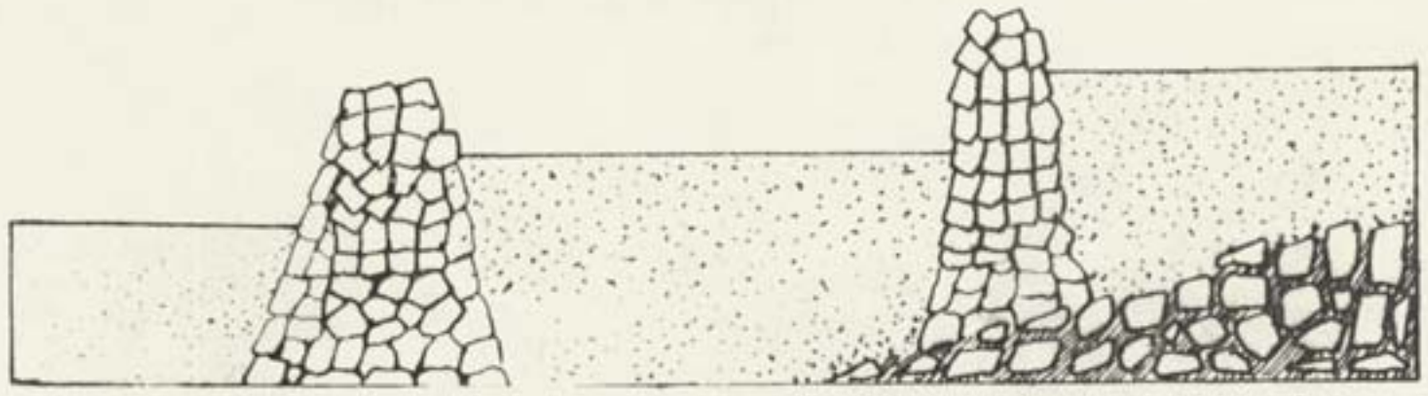


Rellene detraś del muro hasta dejar el terreno a nivel



Repita el proceso para otras terrazas.

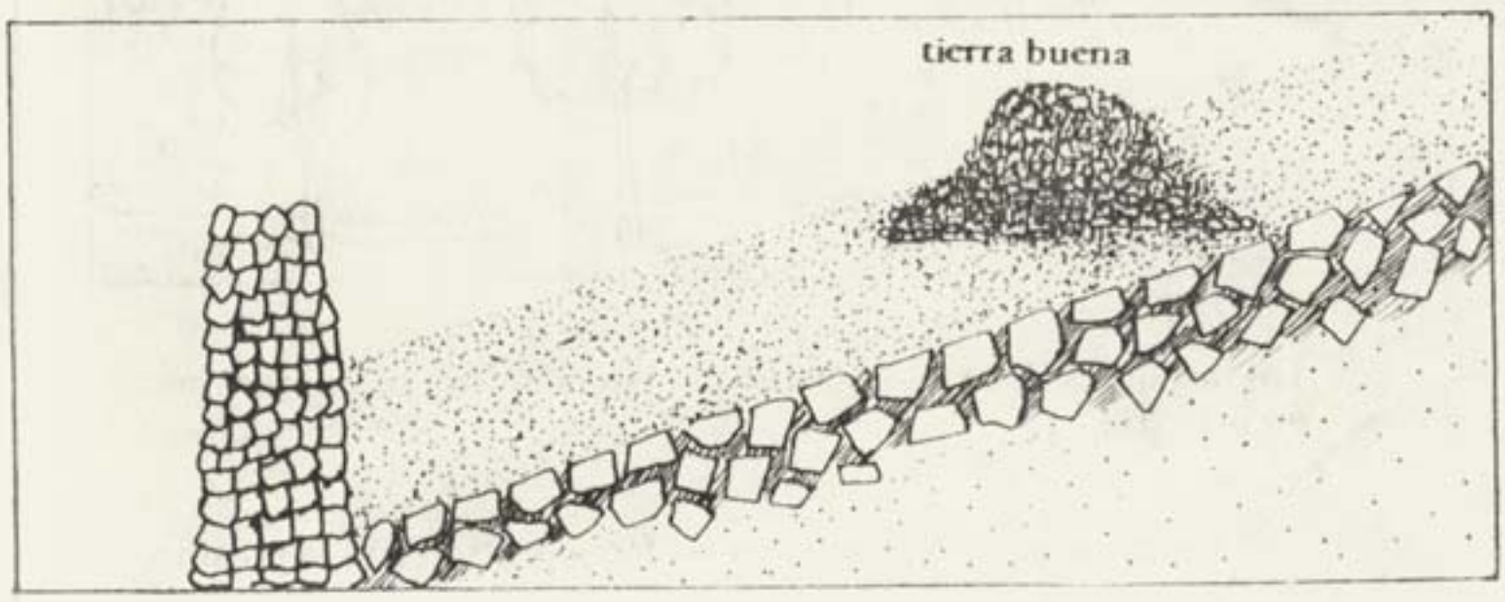
Para tener buenos rendimientos se debe tener una capa de buen suelo de por lo menos 30 cms.



Si el suelo no es profundo:

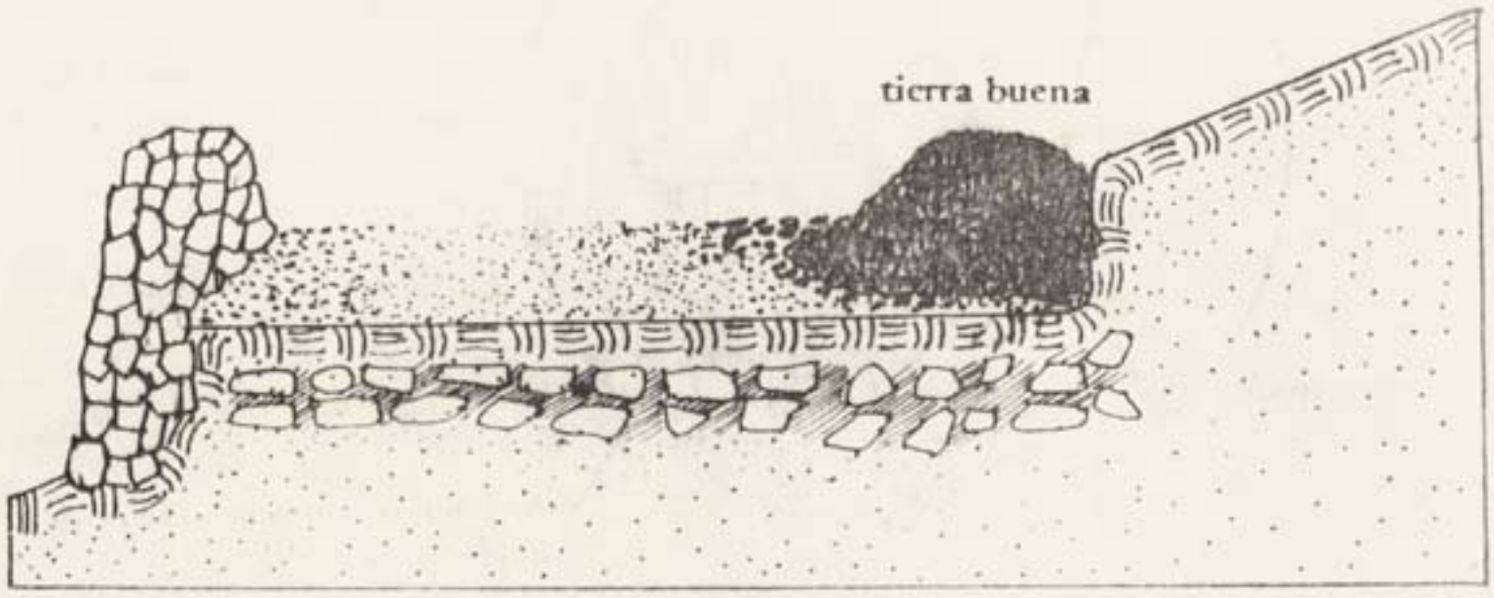
1. Separe el suelo bueno.

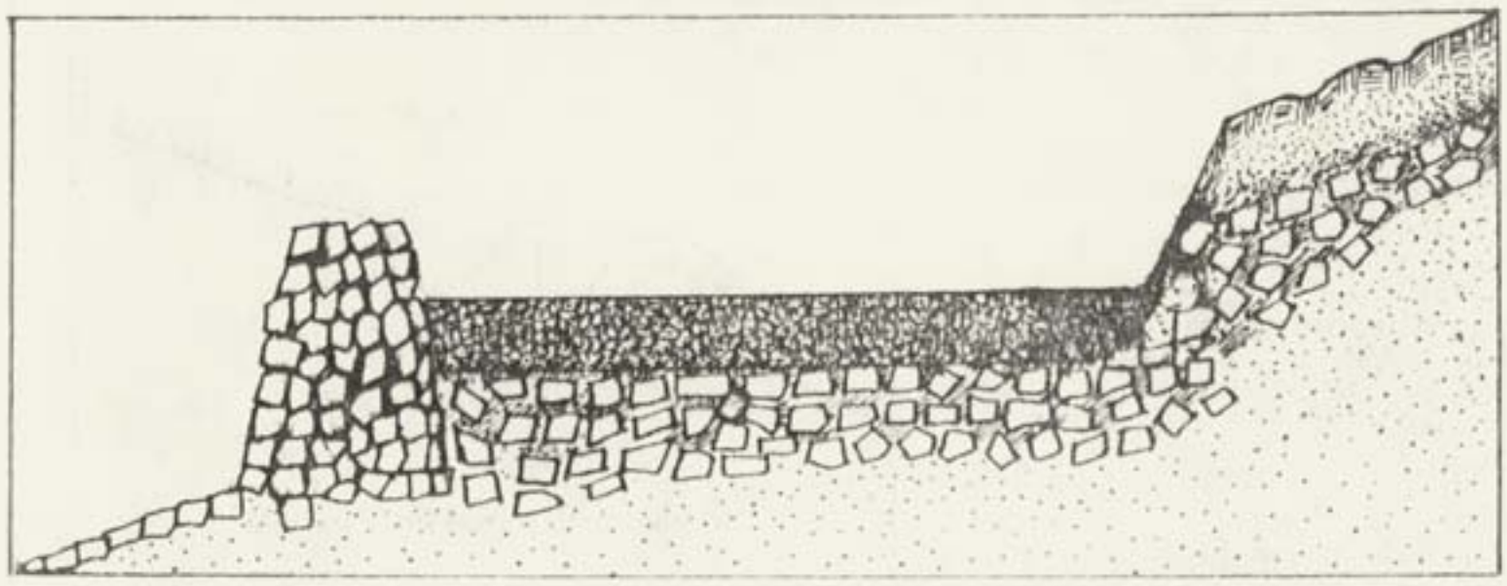




2. Haga muros.

3. Nivele el terreno

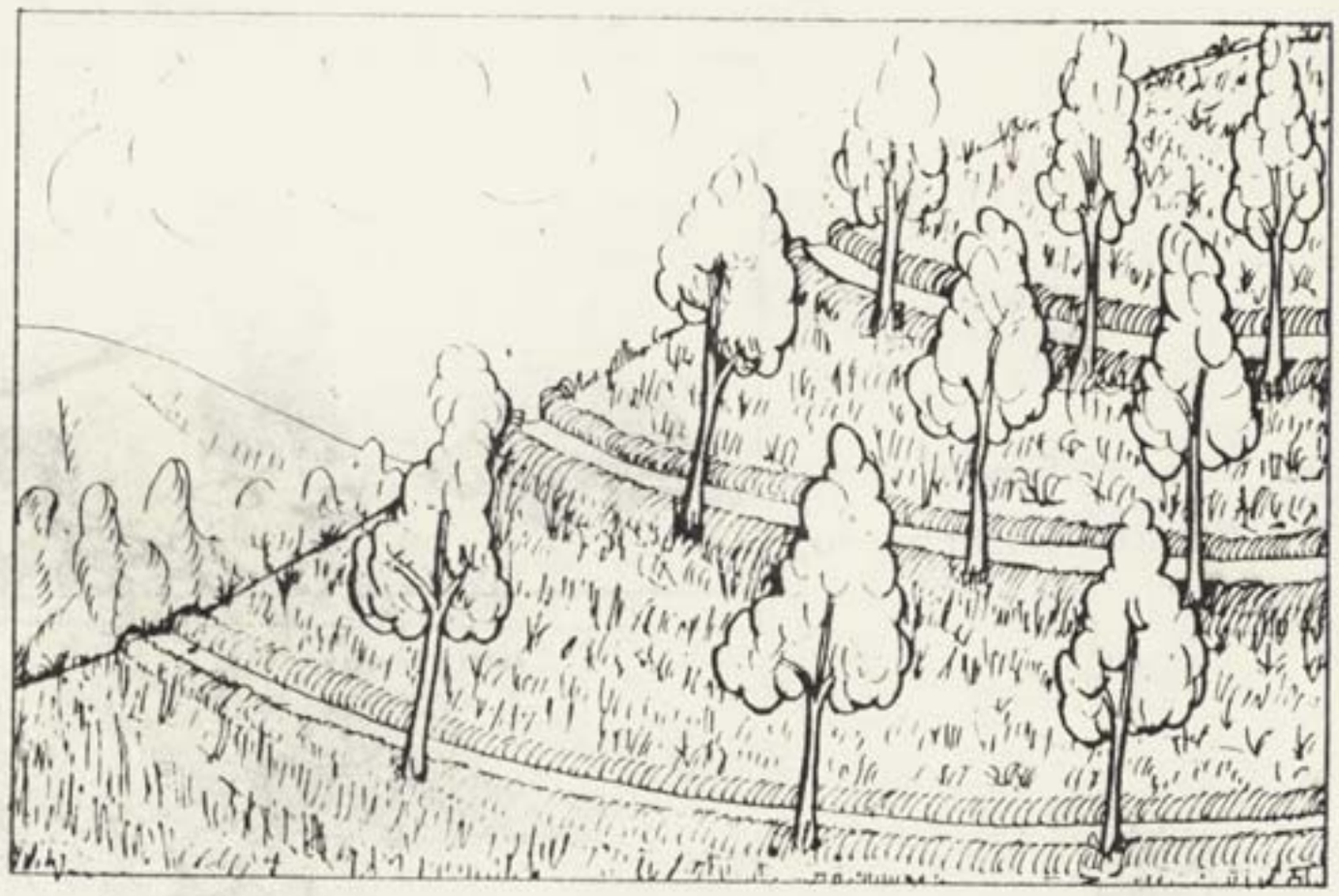




4. Rellene con tierra buena

8. ACEQUIAS A NIVEL.

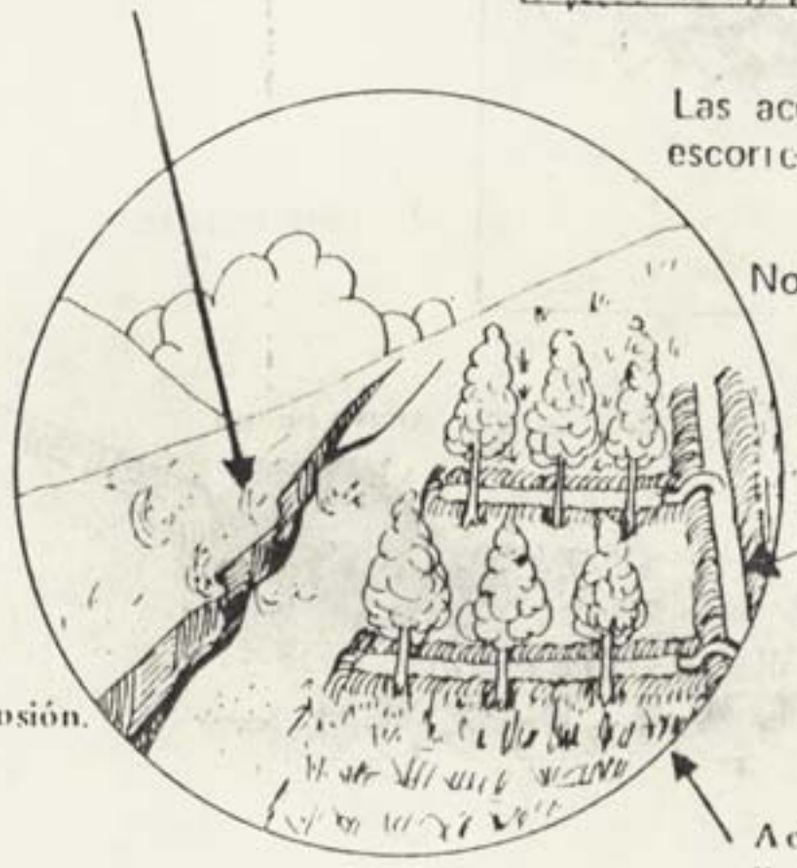
Son acequias trazadas a nivel en la ladera.



Sirven para:

Frutales y árboles de forestación en pendientes hasta 30 por ciento.

Acá se concentra agua de lluvia.



Peligro erosión.

Las acequias captan el agua de lluvia y no se pierde por escorrentía.

No se concentra el agua en las laderas y se evita la erosión.

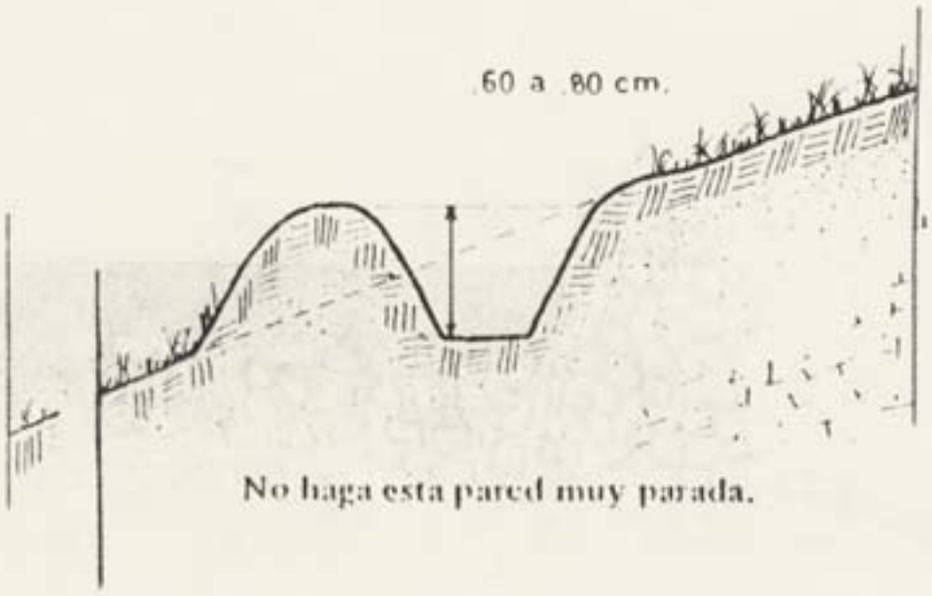
Los canales a nivel se llenan con agua de una acequia alimentadora cuando no hay suficientes lluvias.

Acequia alimentadora.

Acá no se concentra agua de lluvia.

Construcción:

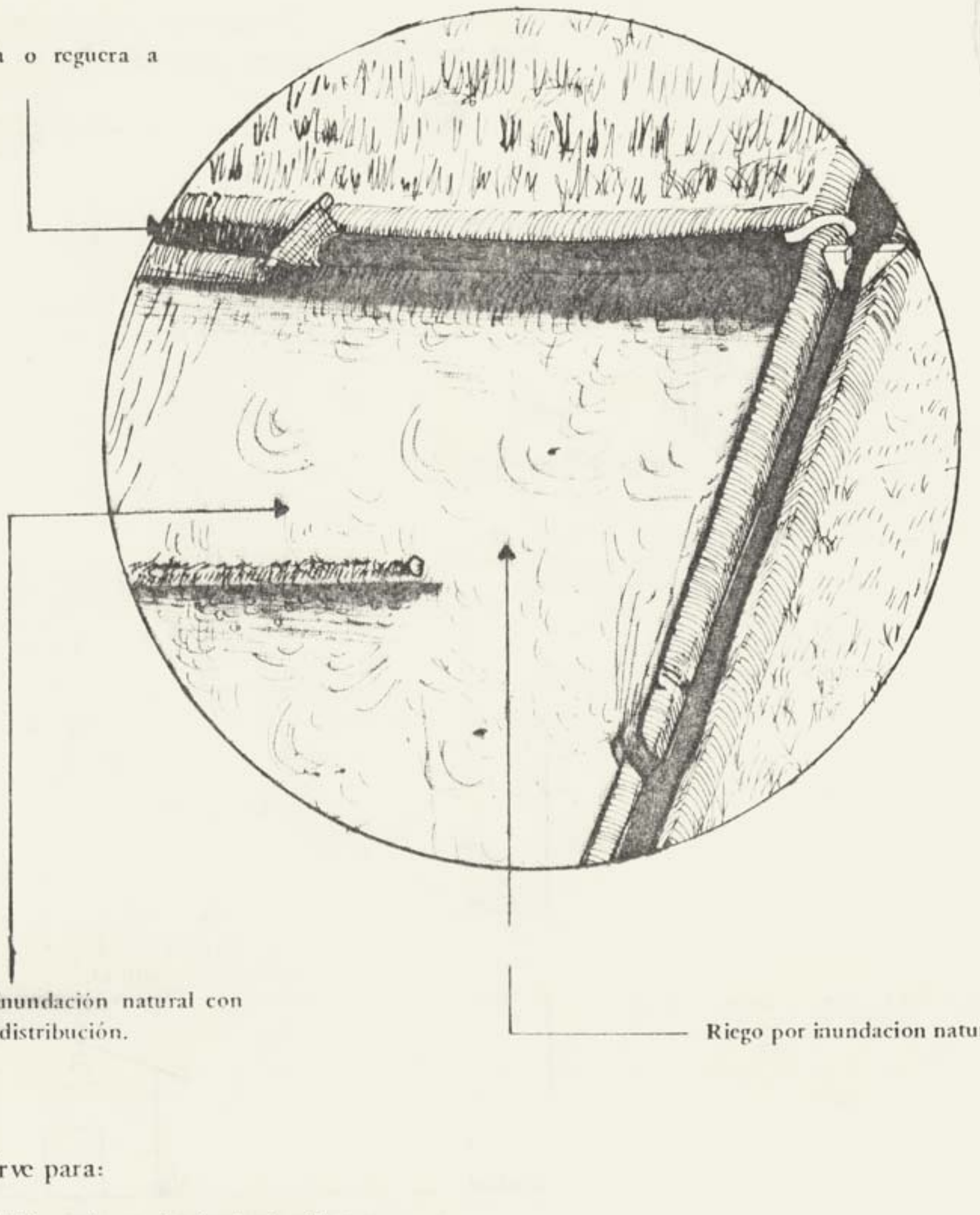
1. Trace curvas a nivel fijando la distancia que desee entre cada fila de árboles.
2. Excave zanjas a nivel con profundidad de 60 a 80 cm. y lados no muy parados.
3. Refuerze bien el lado de abajo..
4. Instale las plantitas en el borde y rieguelas hasta que enraicen bien.



No haga esta pared muy parada.

9. INUNDACION NATURAL

Con éste riego se inunda el terreno desde las acequias. El terreno no se nivela o empareja mucho.



Sirve para:

Cultivos de crecimiento tupido:

(Trigo, Cebada, Avena, Centeno, Alfalfa y otros pastos

Suelos medios y finos que no son profundos.

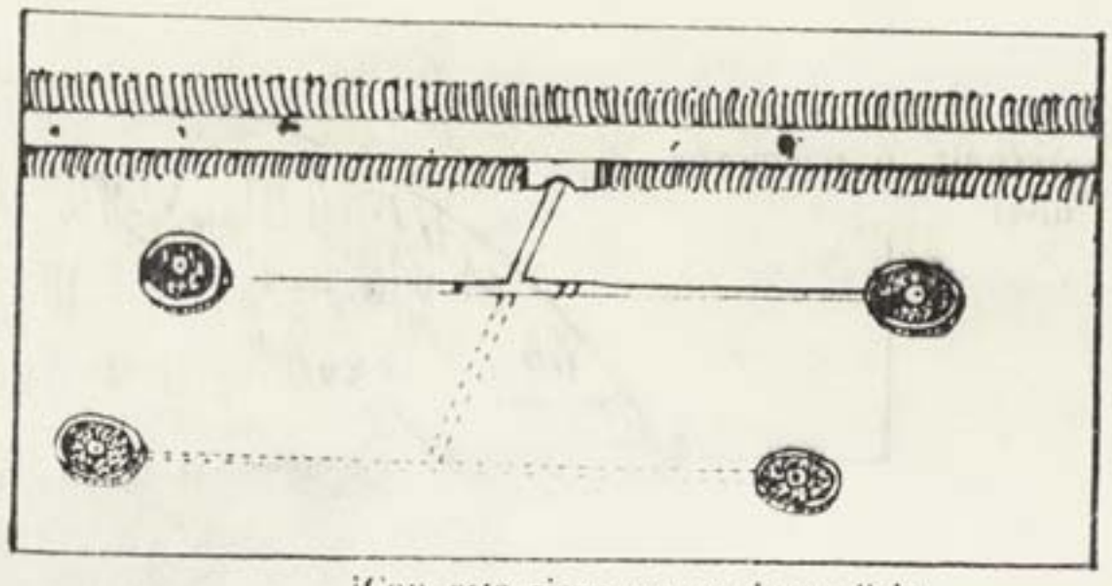
Se usa en pendientes hasta 20 por ciento con pastos permanentes, y terrenos casi planos con cereales y pastos.

¡El riego por desbordamiento no es un sistema ventajoso, porque se desperdicia mucha agua y no se controla bien!

10. RIEGO POR ASPERSION

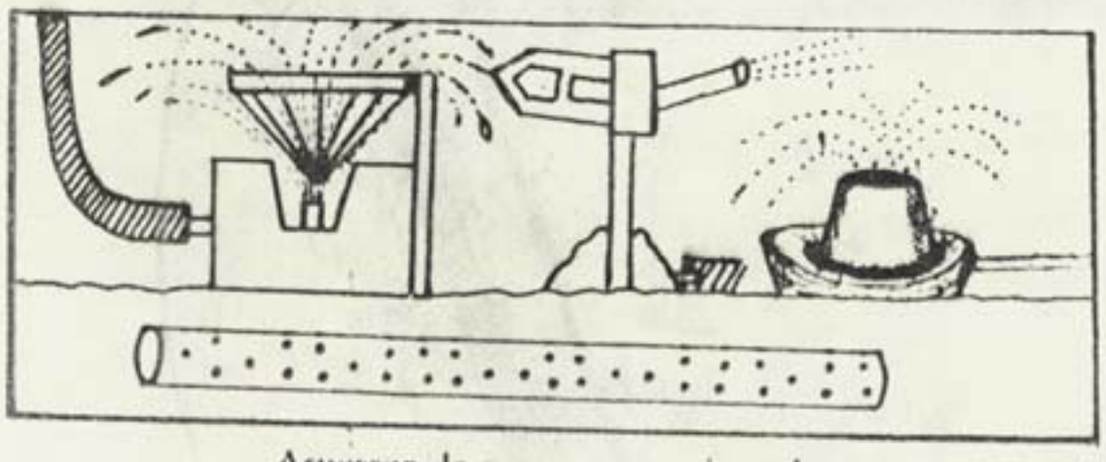
Este riego es una lluvia artificial que se usa para:

Todos los cultivos
Pendientes hasta 30 por ciento
Terrenos ondulados o uniformes
Todo tipo de suelo
Todo tamaño de parcela



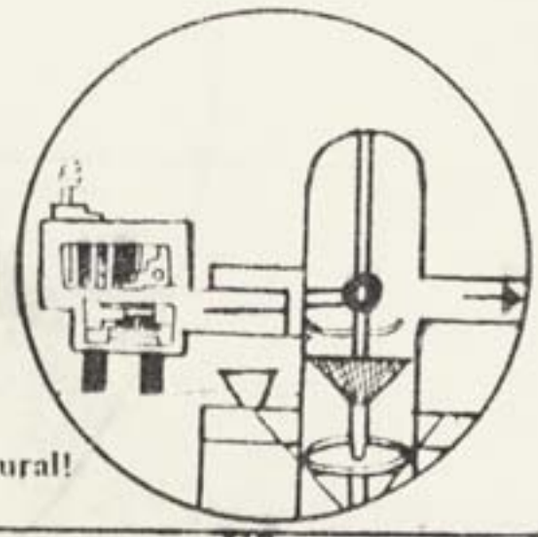
¡Con este riego no se desperdicia agua y se conservan los suelos!

Diferentes tipos de aspersores



Aspersor de manguera agujereada.

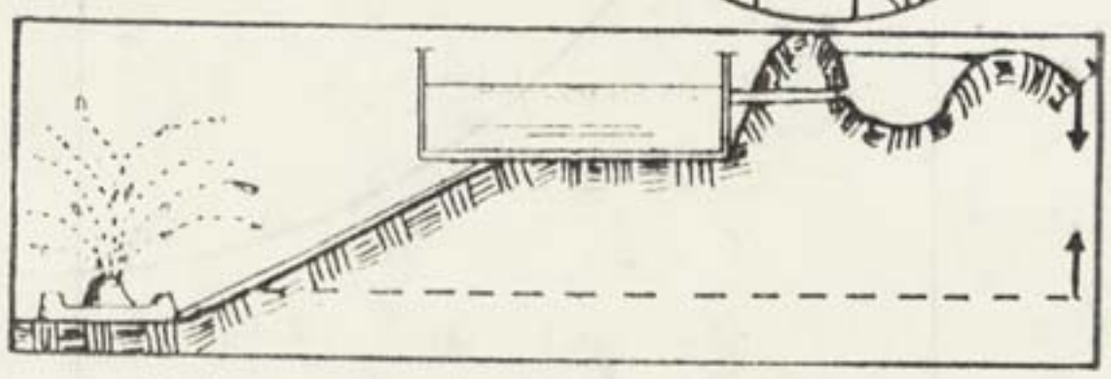
Bomba de agua



¡Diferencia en altura dá una presión natural!

Usted puede conectar más de un aspersor a la manguera si el agua alcanza.





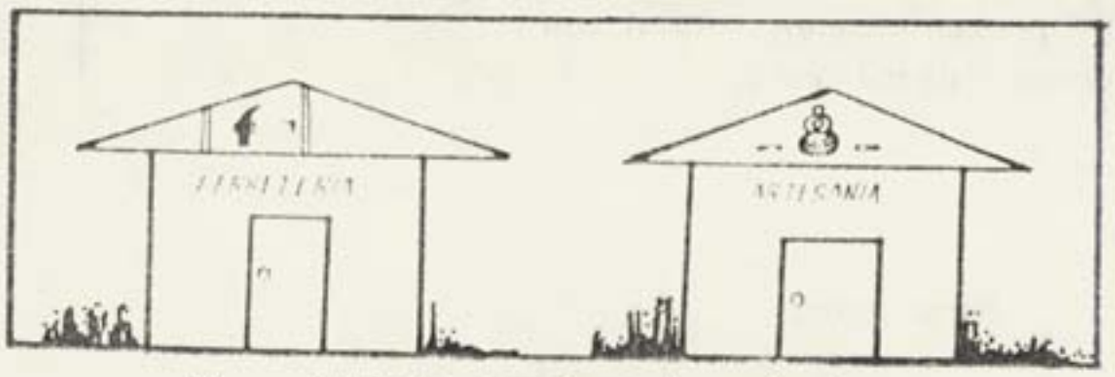
En terrenos con bastante pendiente en la Sierra tenemos una presión natural.

El equipo necesario es:

Una manguera o tubo para llevar el agua a presión.

Un aspersor, de donde sale la lluvia artificial.

Una fuente de presión.



Y..... ¿Dónde consigue el equipo?

La manguera y conecciones se consigue en cualquier ferreteria.

Los aspersores de fierro plástico se consigue en algunas ferreterias. Los de cerámica en algunos centros artesanales del País.



Boquilla 2–5mm.

¡Si alguien de la comunidad sabe trabajar con cerámica, puede experimentar hasta tener un aspersor bueno y producir más ejemplares para todos los comuneros!

11. RIEGO CON OLLAS DE BARRO

Este método se utiliza para regar:

Frutas y hortalizas, en cualquier suelo y cualquier pendiente.



Algunas ollas de barro pierden agua lentamente por sus paredes.

Hay que probar para conocer:



La arcilla adecuada

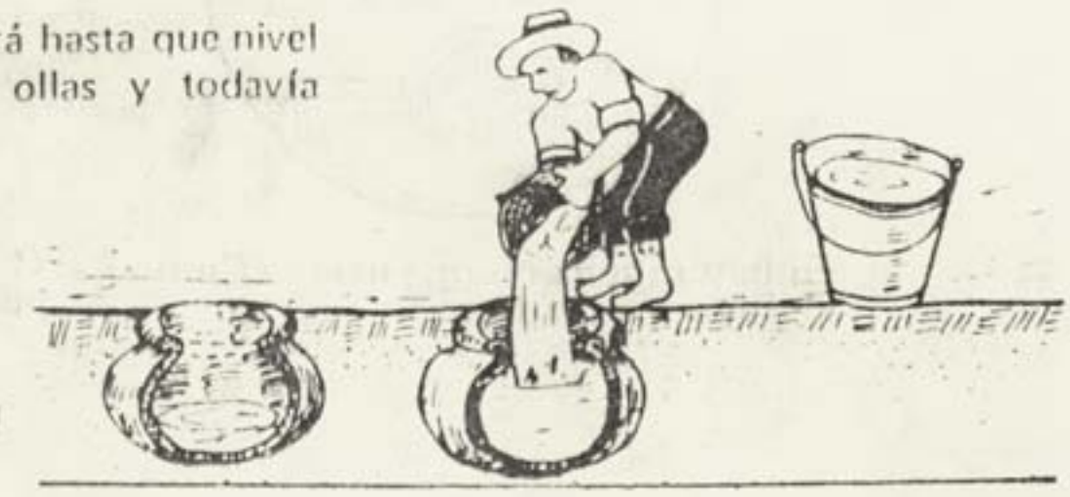
Tamaño y forma de olla.

Espesor de paredes

¡Tienen que ser porosas!

Para regar, llene la olla con agua.

Con algunas pruebas usted sabrá hasta que nivel puede bajar el agua en las ollas y todavía abastecer las plantas.



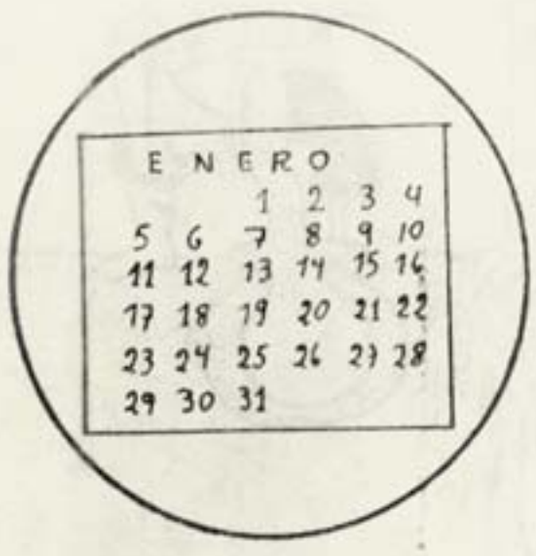
¡No todas las ollas de barro funcionan!

Introducción
¿Qué es el buen riego?



Las necesidades de agua en los cultivos.





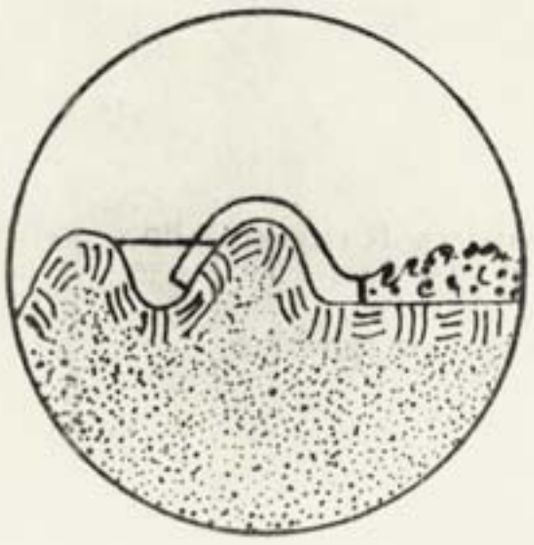
¿Cada cuántos días se debe regar el cultivo?

El buen manejo del agua de riego



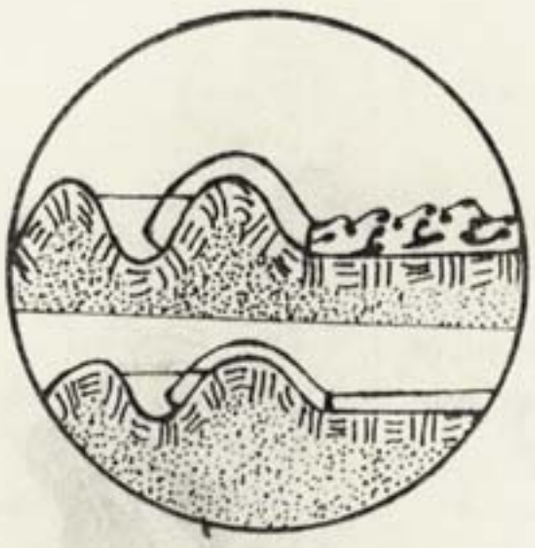
¿Como determinar cuando hay que regar los cultivos?

Si hay erosión: ¿Como evitarla?

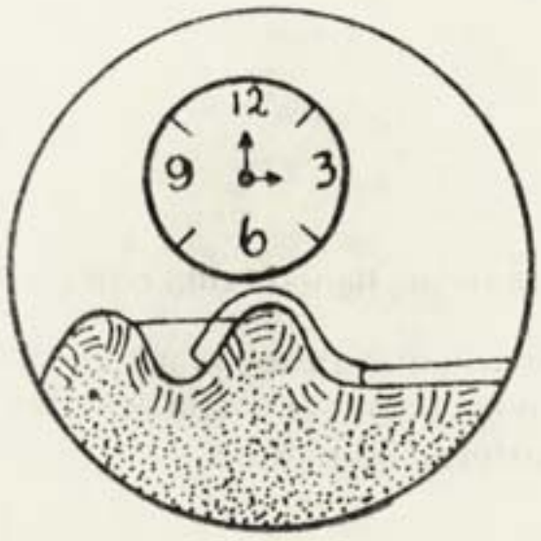




Si hay desuniformidad del riego: ¿Cómo se uniformiza?



Si hay mucha escorrentía: ¿Cómo reducir las pérdidas?

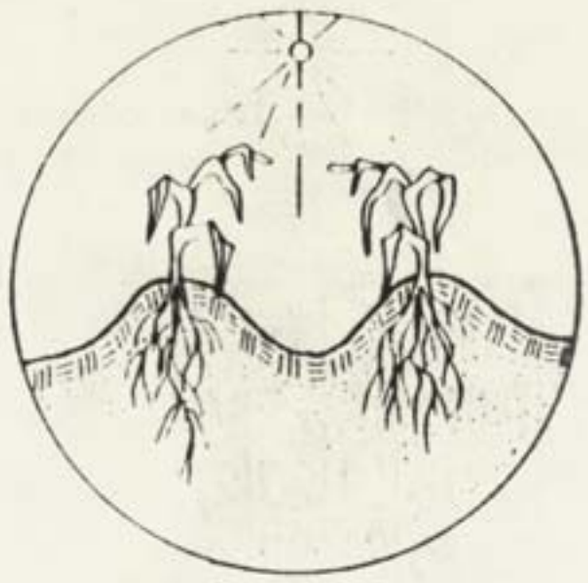


¿Cuando cortar el agua, para que penetre bien?

EL BUEN MANEJO DEL AGUA DE RIEGO

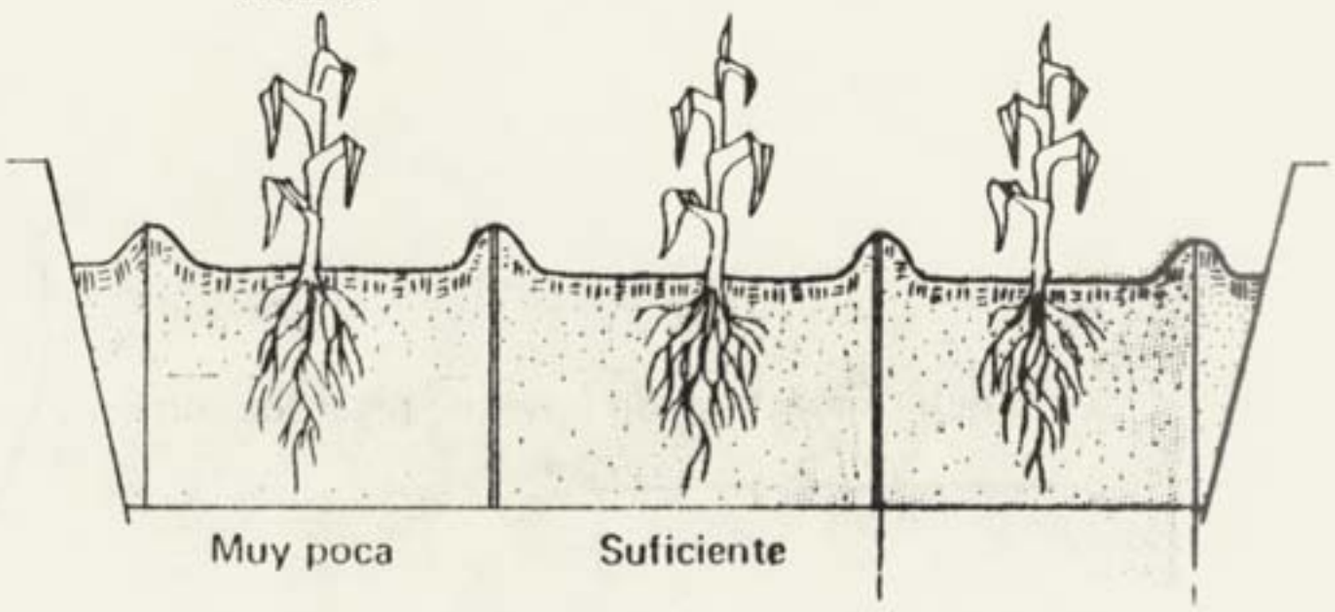
El buen riego:

1. Se aplica cuando las plantas lo necesitan

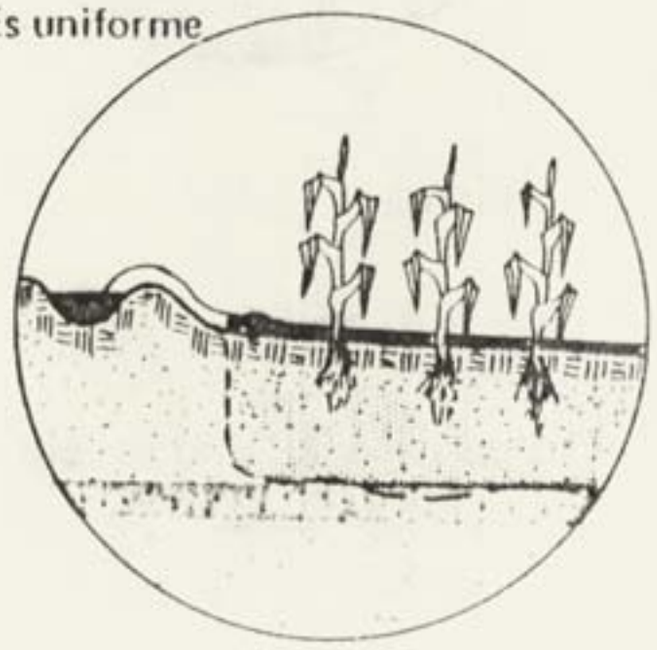


¡No deje que sus plantas lleguen a éstas condiciones!

2. Llena la zona de raíces con suficiente agua.



3. Es uniforme



Casi la misma profundidad en toda la parcela.

Penetración de agua

4. No erosiona los suelos





5.

No pierde demasiada agua por escorrentía.
El agua debe alcanzar para todos.

Minimizar agua de escorrentia

Para regar bien se debe conocer:

1. Las necesidades de agua de los cultivos



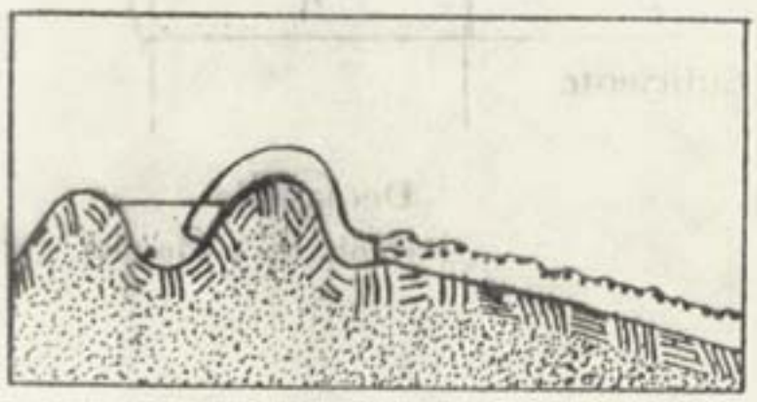
?

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

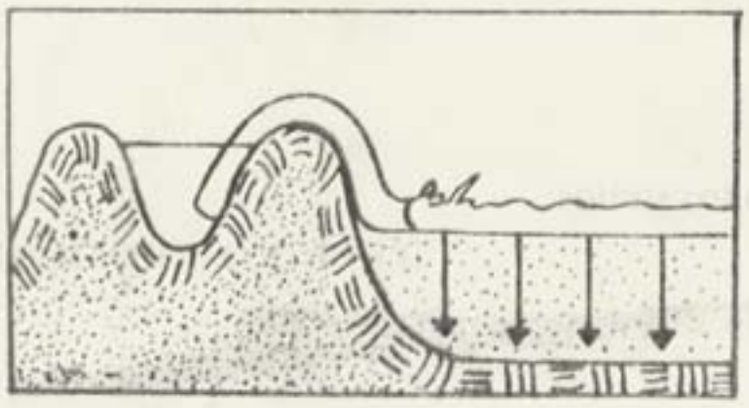
2. Más o menos, cada cuantos días se debe regar el cultivo.



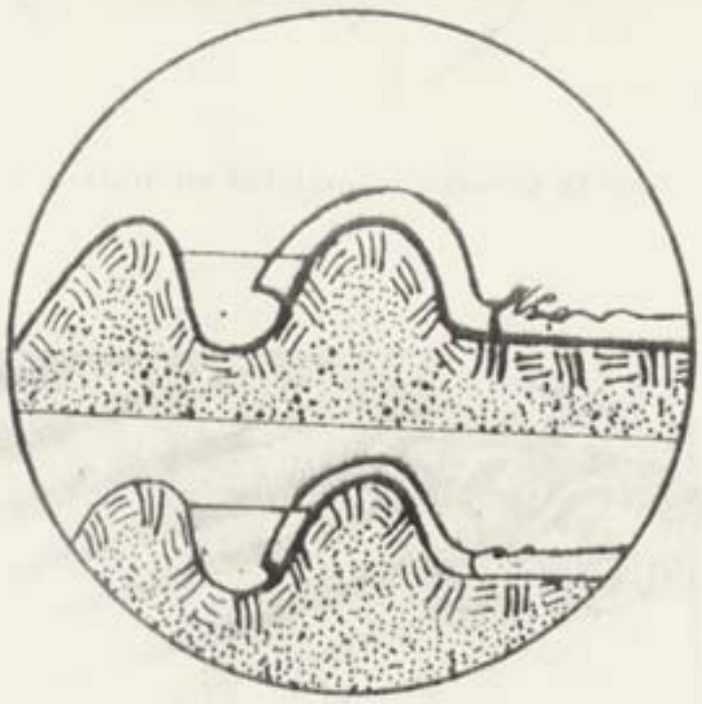
3. Como determinar cuando hay que regar los cultivos.



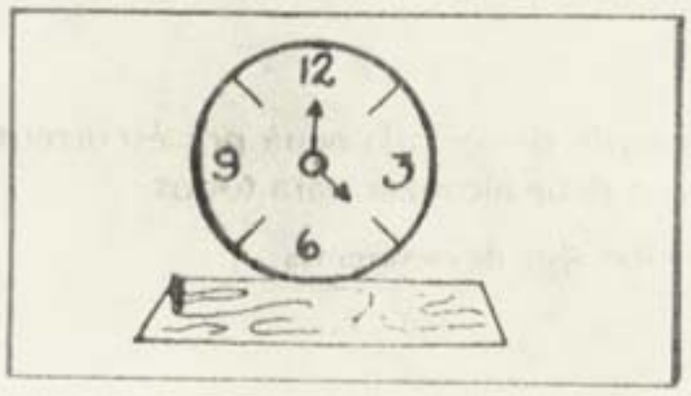
4. Si hay erosión ¿Cómo evitarla?



5. Si hay desuniformidad de riego ¿Cómo se uniformiza?



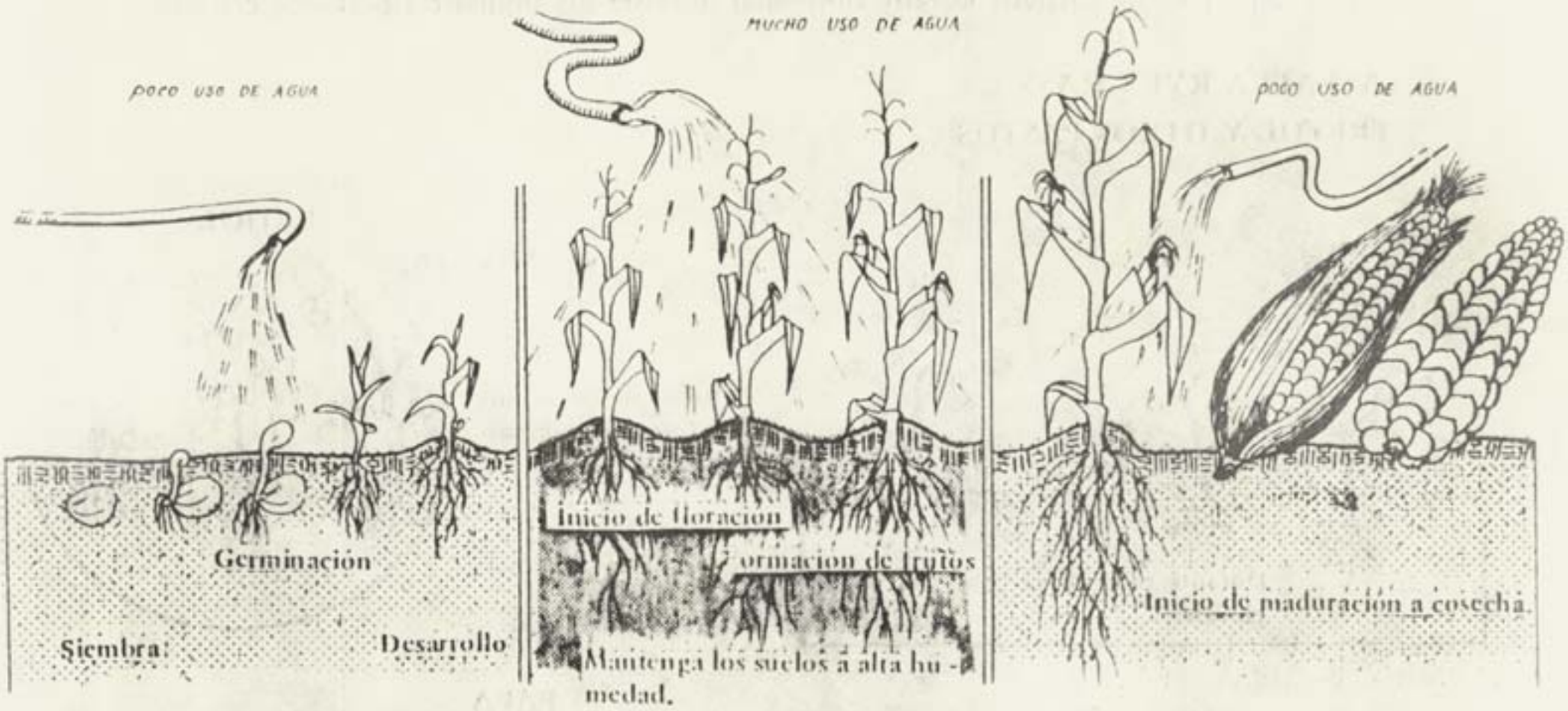
6. Si hay mucha escorrentía ¿Cómo reducir las pérdidas?



7. ¿Cuando cortar el agua para que penetre bien?

1. NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS

Esto varía mucho según el desarrollo de la planta.



Riegos frecuentes y ligeros para asegurar la germinación y el desarrollo inicial del cultivo.

Mantenga los suelos a alta humedad.
Riegos más pesados por que el reservorio de humedad es mayor.

Pocos riegos

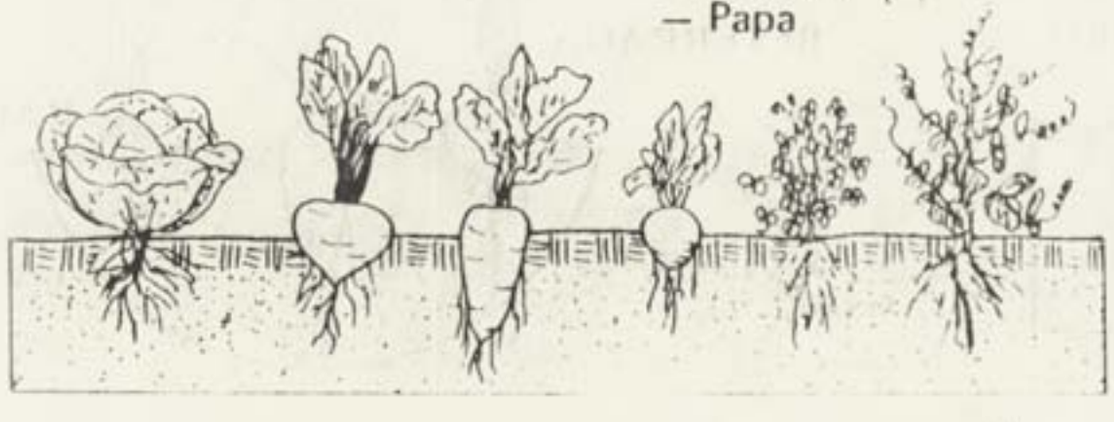
Algunos cultivos resisten faltas de humedad mejor que otras sin bajar la producción.



NO RESISTENTES

Mantener el suelo siempre a alta humedad a partir de la siembra

- Apio
- Espinaca
- Cebolla
- Papa



POCO RESISTENTES

- Acelga
- Col
- Beterraga
- Nabo
- Rabanito
- Habas
- Arvejas
- Tarhui
- Trebol
- Pastos



RESISTENTES

- Maíz
- Trigo
- Cebada
- Avena
- Alfalfa

¡Los cultivos bajan su producción especialmente cuando les falta agua durante ciertas épocas de su desarrollo!

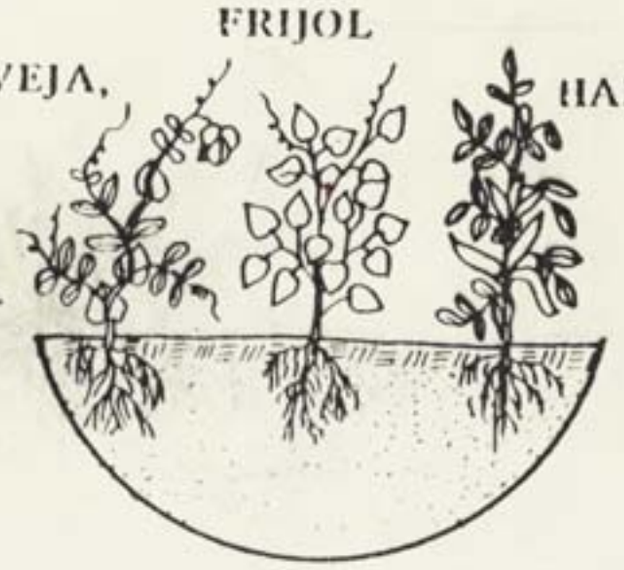
¡No deje que sus cultivos le falte humedad durante los siguientes periodos críticos:

ALFALFA RYE GRASS
TREBOL Y OTROS PASTOS

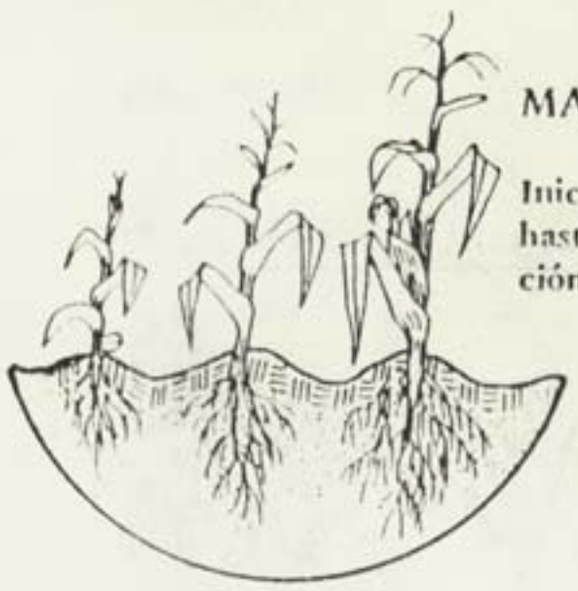


Durante todo el crecimiento.

FRIJOL
ARVEJA, HABAS



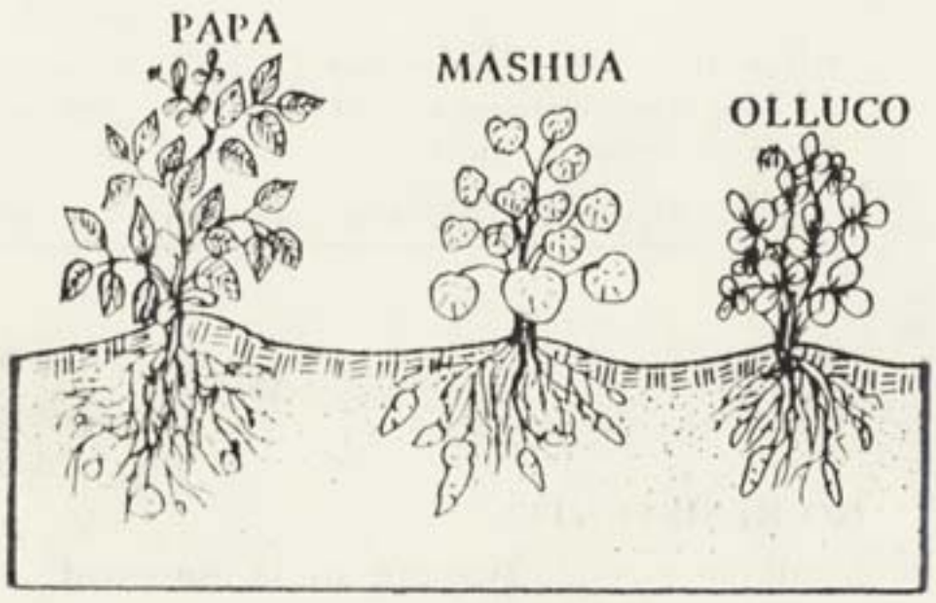
Inicio de floración a formación de vainas o granos.



MAIZ

Inicio de floracion hasta iniciar formación de granos.

PAPA
MASHUA
OLLUCO



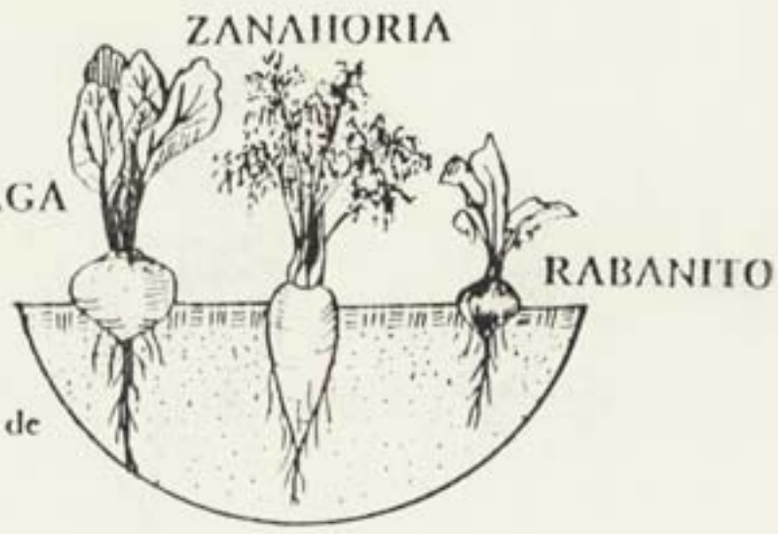
Formación y engrandecimiento de tubérculos.

CEBOLLA
AJO
PORO



Durante la formación de bulbos.

ZANAHORIA
BETERRAGA
RABANITO



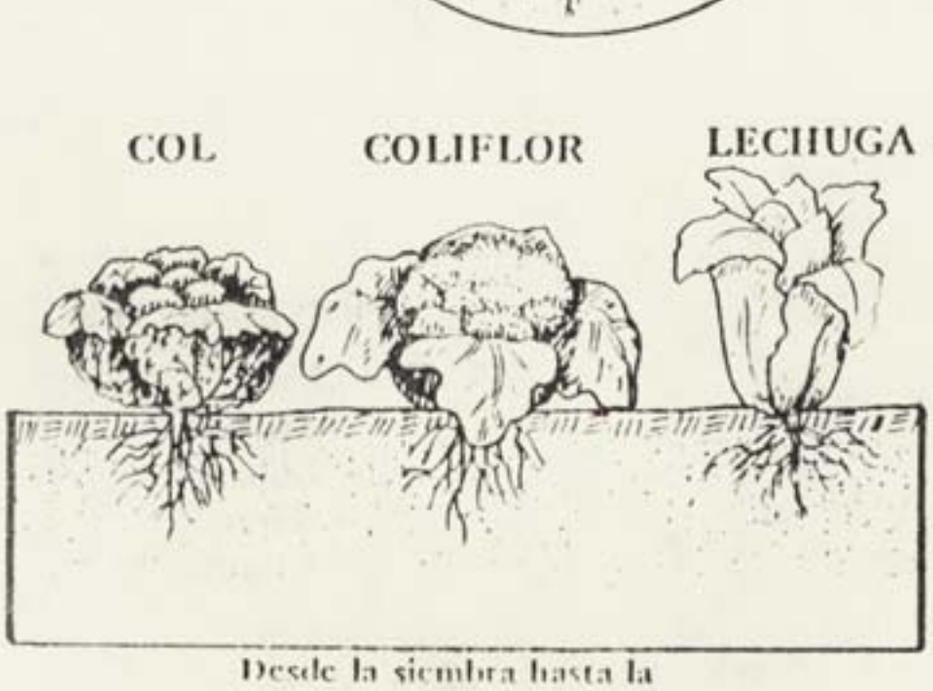
Ensanchamiento de la raíz.



TRIGO, CEBADA, CENTENO, AVENA

Primeras hojas hasta espigamiento.

COL COLIFLOR LECHUGA



Desde la siembra hasta la cosecha. Especialmente durante formación de repollo o cabeza.

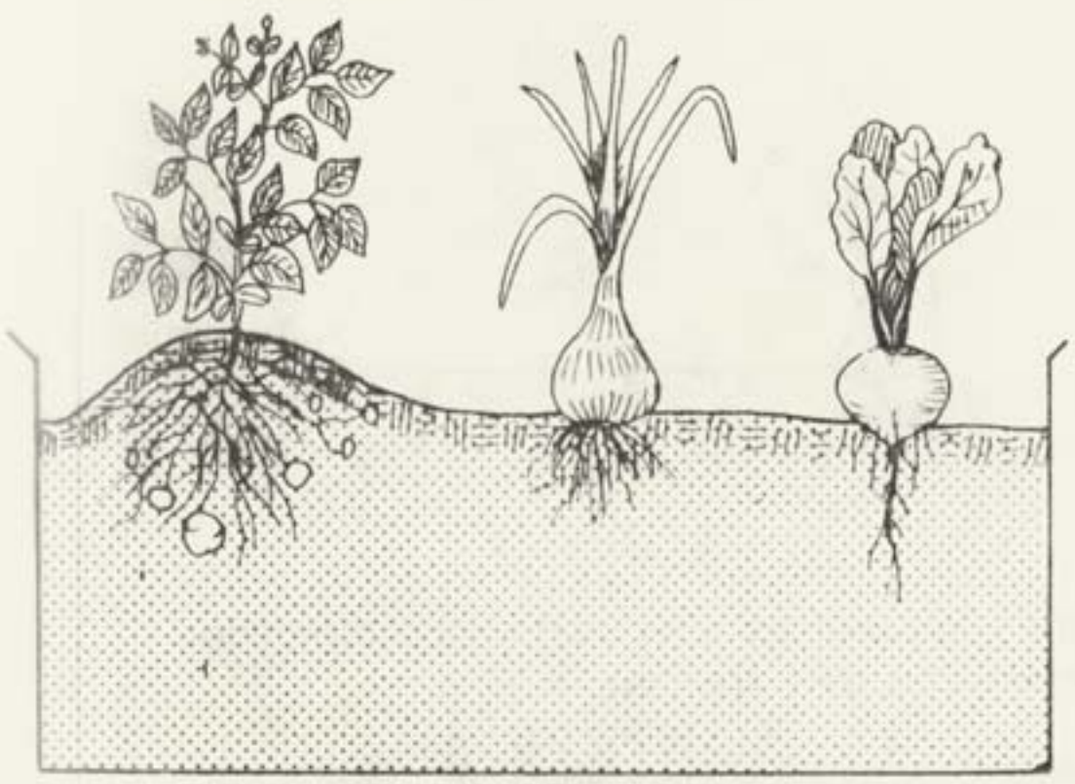
2. ¿CADA CUANTOS DIAS SE DEBE REGAR EL CULTIVO?
(Frecuencia de riego)



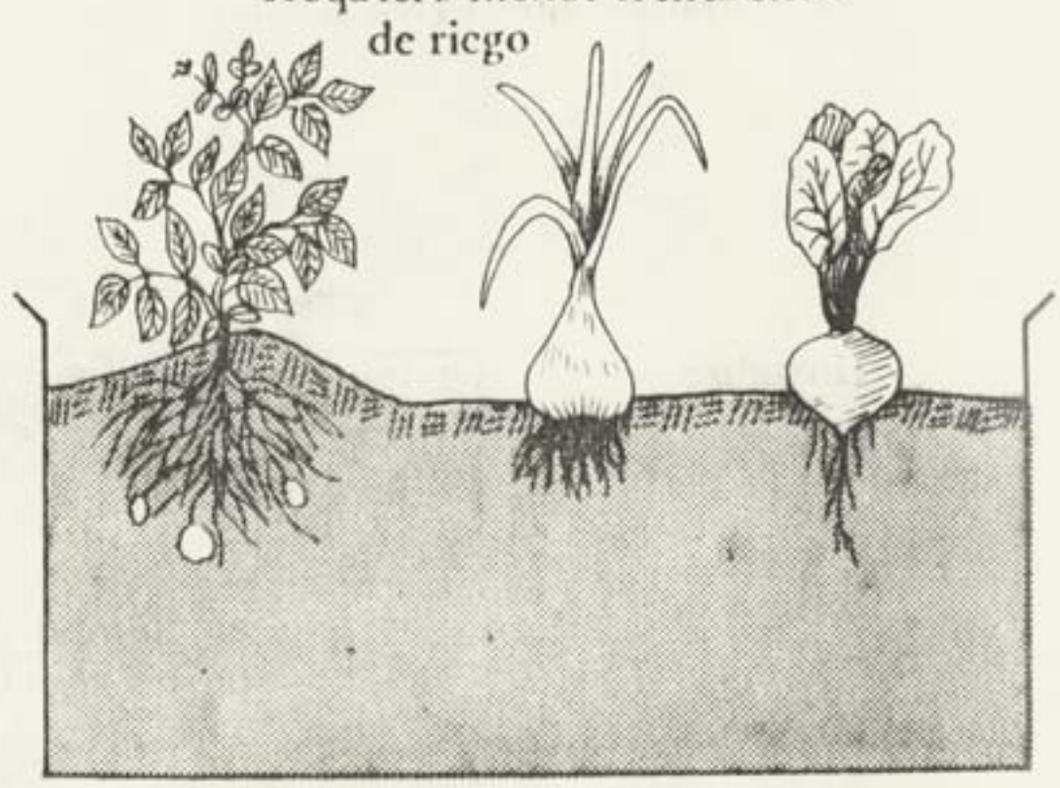
La frecuencia de riego depende de:

- La capacidad del suelo para almacenar agua.
- El uso de agua por los cultivos.
- La resistencia de los cultivos a la falta de humedad.

¡Considerando el mismo cultivo: (porque los suelos arenosos almacenan poca agua y les penetra el agua rápido) los riegos son más frecuentes y ligeros en sùelos arenosos que en sue los arcillosos!



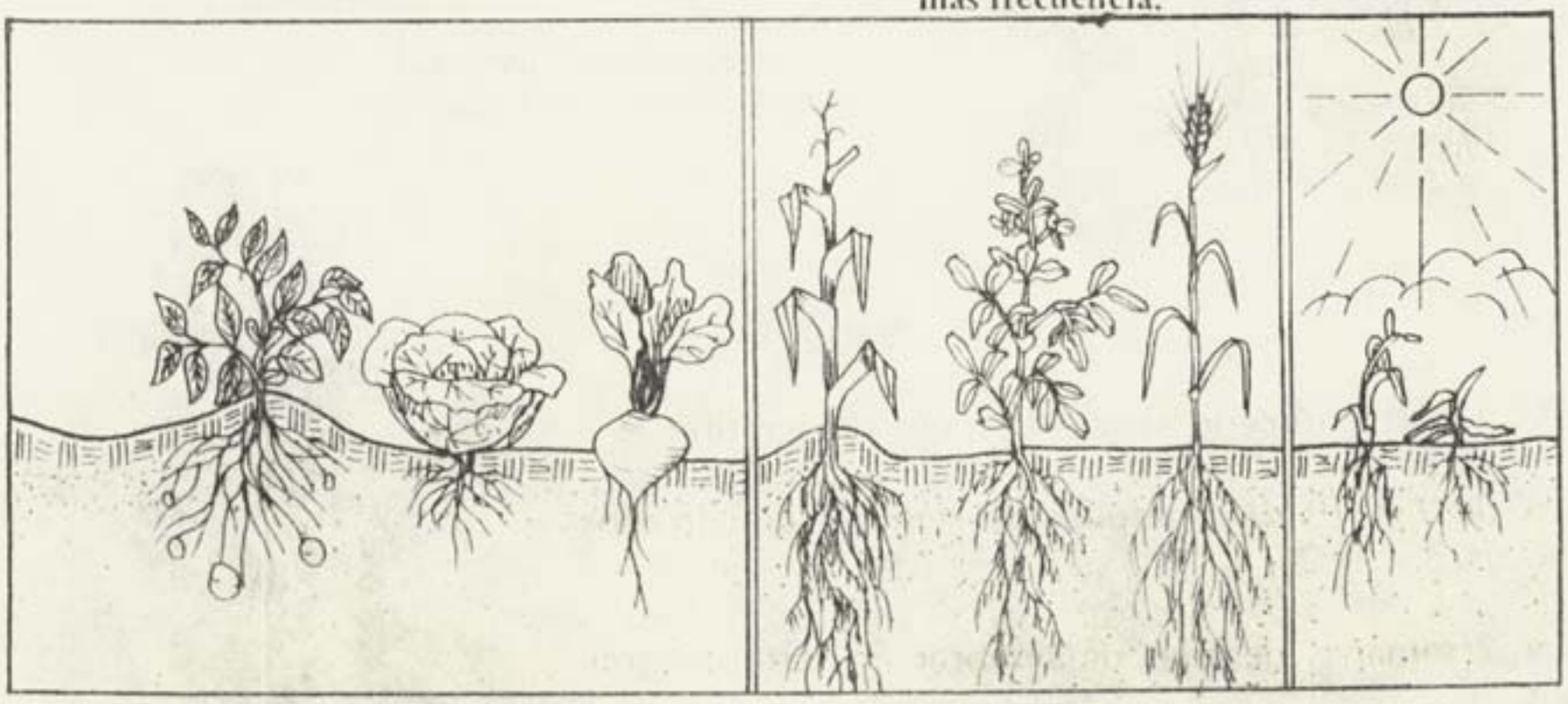
Requiero menor frenaencia de riego



¡Considerando el mismo suelo: Porque los cultivos de raíz superficial tienen poca agua a su alcance los riegos son más frecuentes y ligeros que con cultivos de raíz profunda.

Sólo consumo el agua superficial y no resisto la sequía

En días calurosos, los cultivos usan mucho más agua que en días frescos y se debe. regar con más frecuencia.



Requieren mayor frecuencia de riego

Necesitan menor frecuencia de riego

¿Cada cuántos días debo regar?

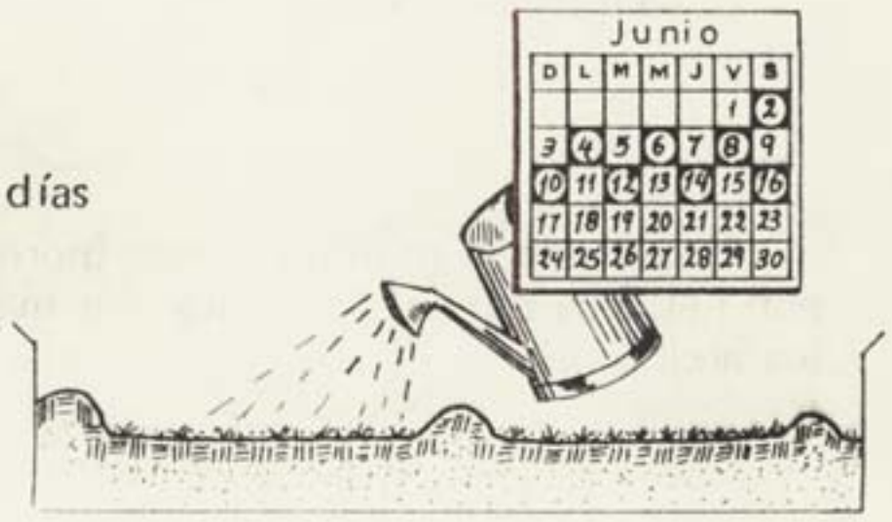
El período entre riegos se alarga cuando hay bastantes lluvias.



En general durante la germinación:

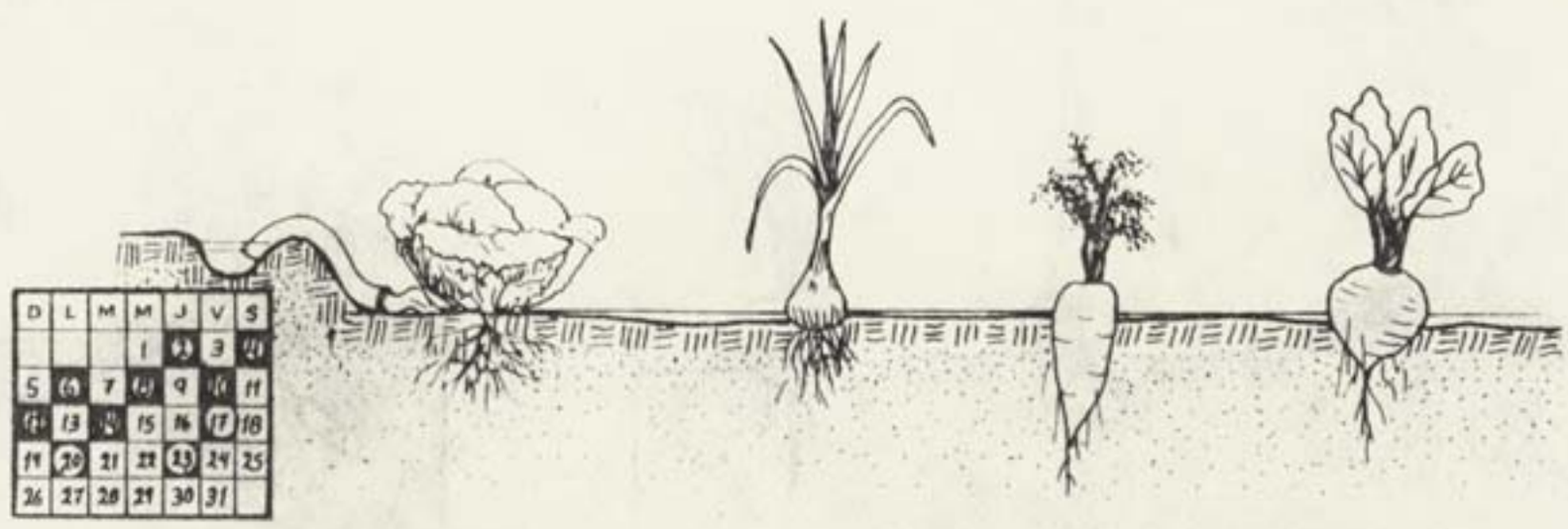
Almácigos:

Regar cada 2 días con regadera



Hortalizas:

Regar cada 2 ó 3 días



en tiempo caluroso y si se observa el suelo seco alrededor de las semillas, riegue con más frecuencia.



(Maíz, habas, arvejas.....)

Regar cada 7 a 10 días.



Granos:
(Trigo, cebada, avena..)
Regar cada 5 a 7 días.



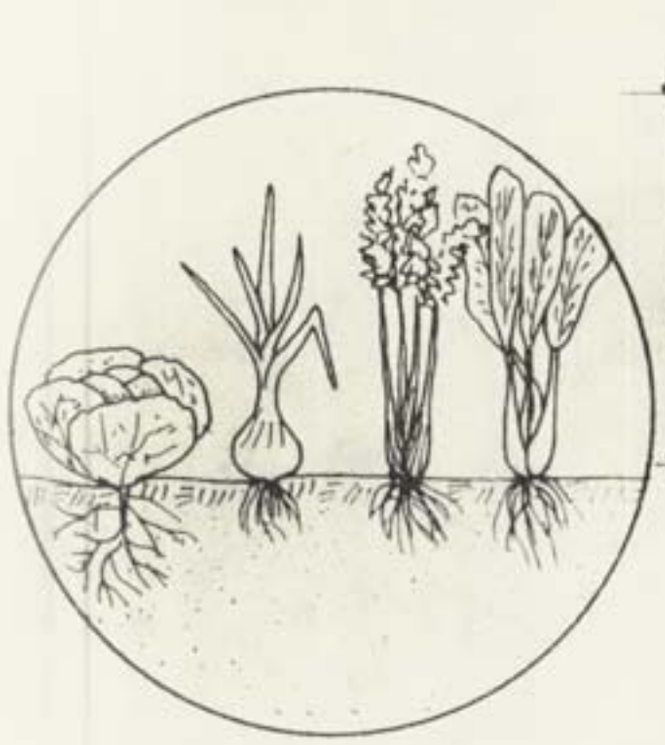
Papa:

Si el suelo no está húmedo riegue después de sembrar.

- Regar de 7 a 10 días después de sembrar en terrenos arenosos.
- Regar 2 semanas después de sembrar en terrenos arcillosos.

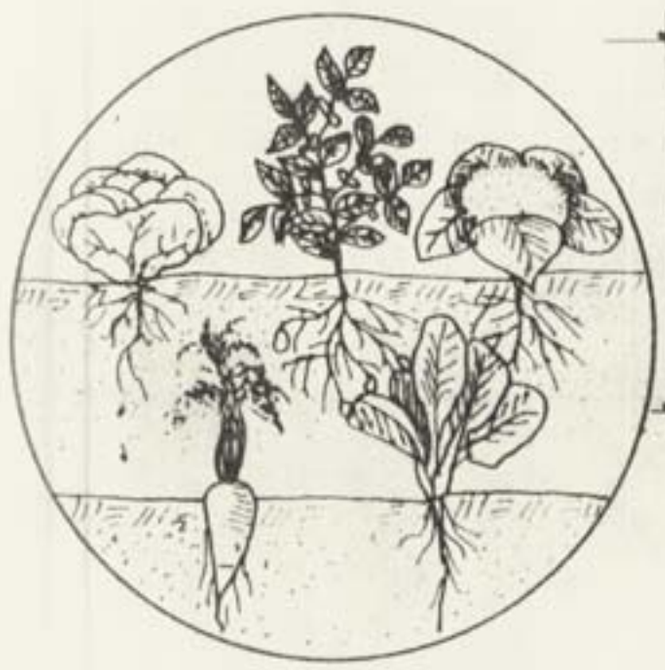
Frecuencia Optima de Riegos para Cultivos de 3,000 a 4,000 m. de altura

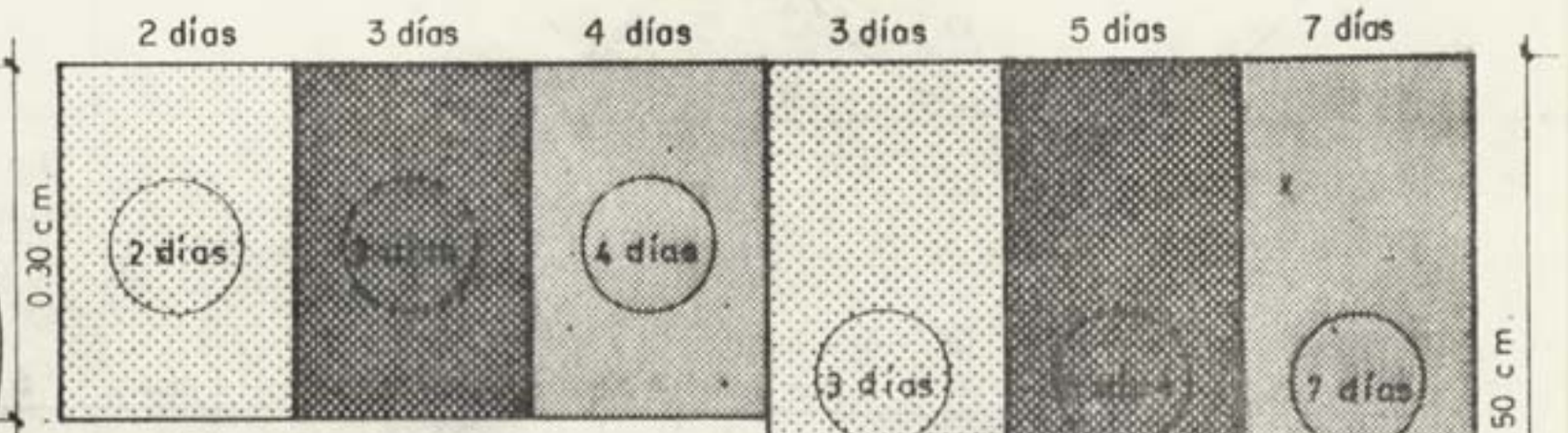
Cuando están bien desarrolladas las raíces, los cultivos se deben regar más o menos a la frecuencia que indican los siguientes gráficos:





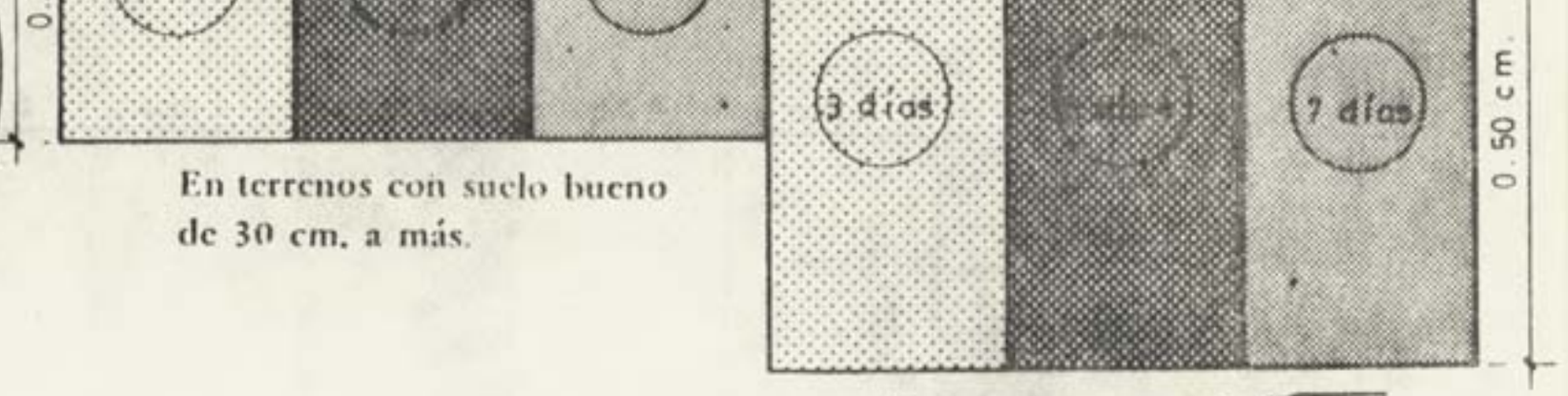
En terrenos con suelo bueno de 50 cm. a más.





En terrenos con suelo bueno de 30 cm. a más.

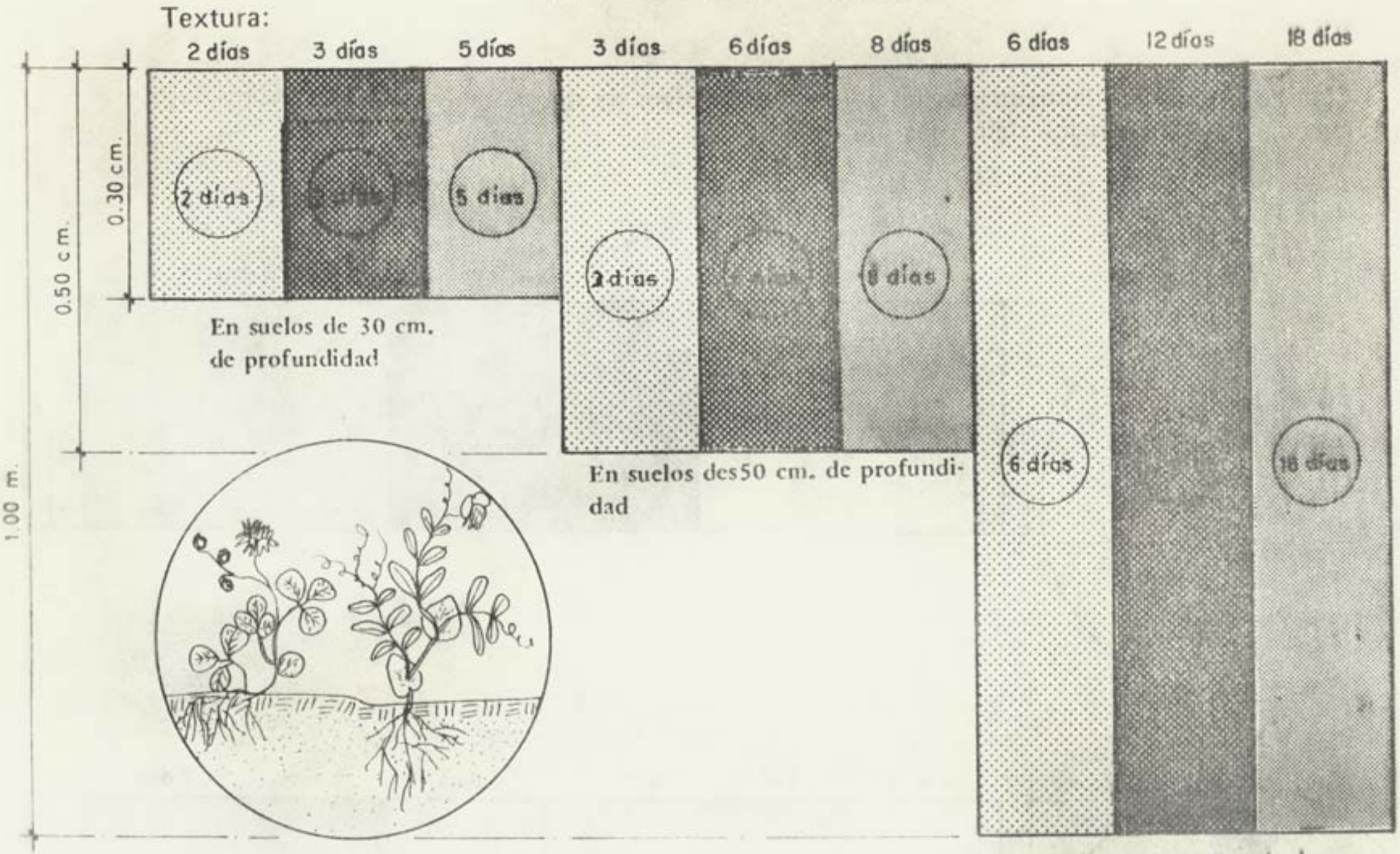
En terrenos con suelo bueno de 30 cm.



En terrenos con suelo bueno de 30 cm.

En terrenos con suelo bueno de 50 cm.

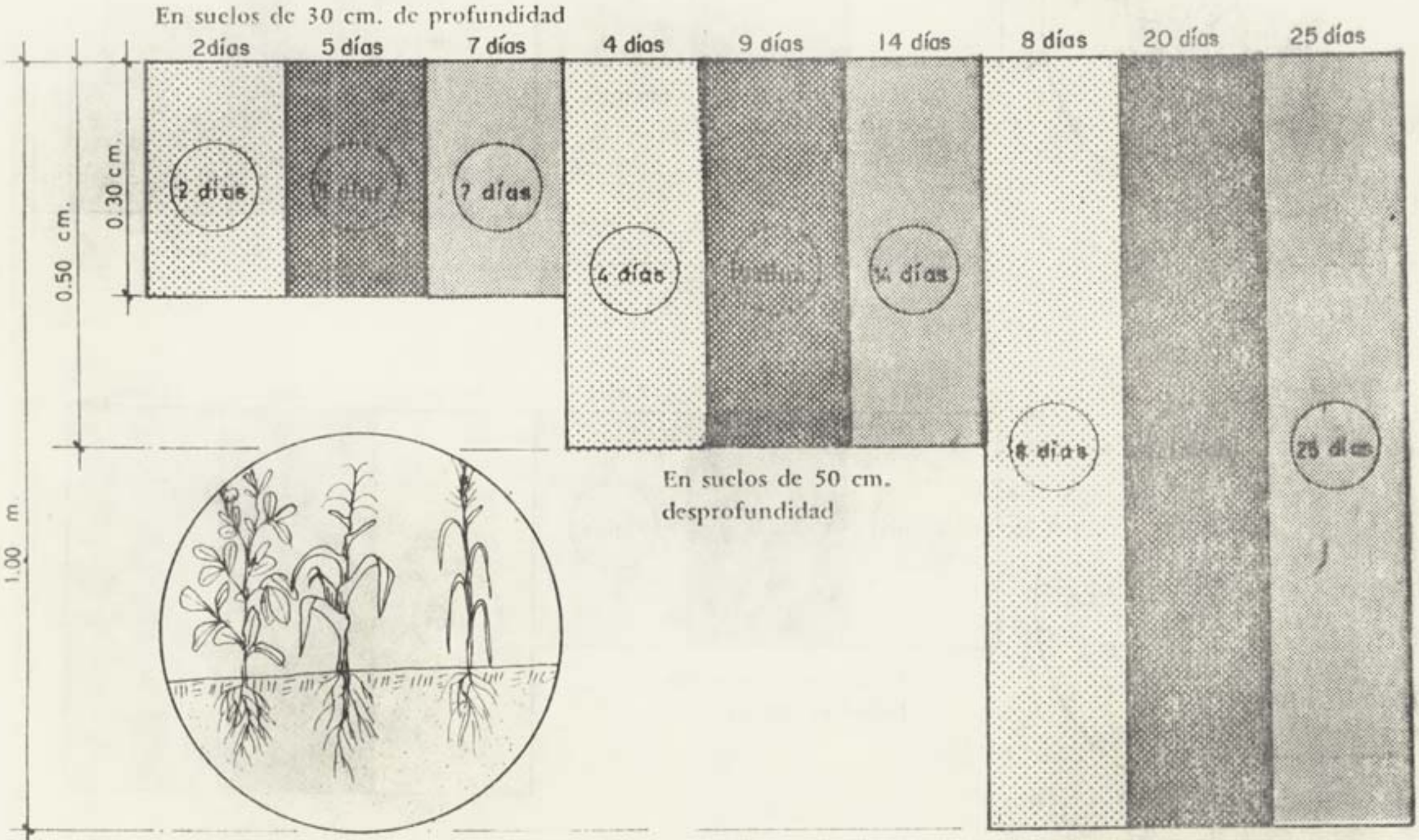
Frecuencia de Riego (Continuado)
(3,000 a 4,000 m. de altura)



En suelos de 30 cm.
de profundidad

En suelos des50 cm. de profundidad

En suelos de 1 m. o más de profundidad.

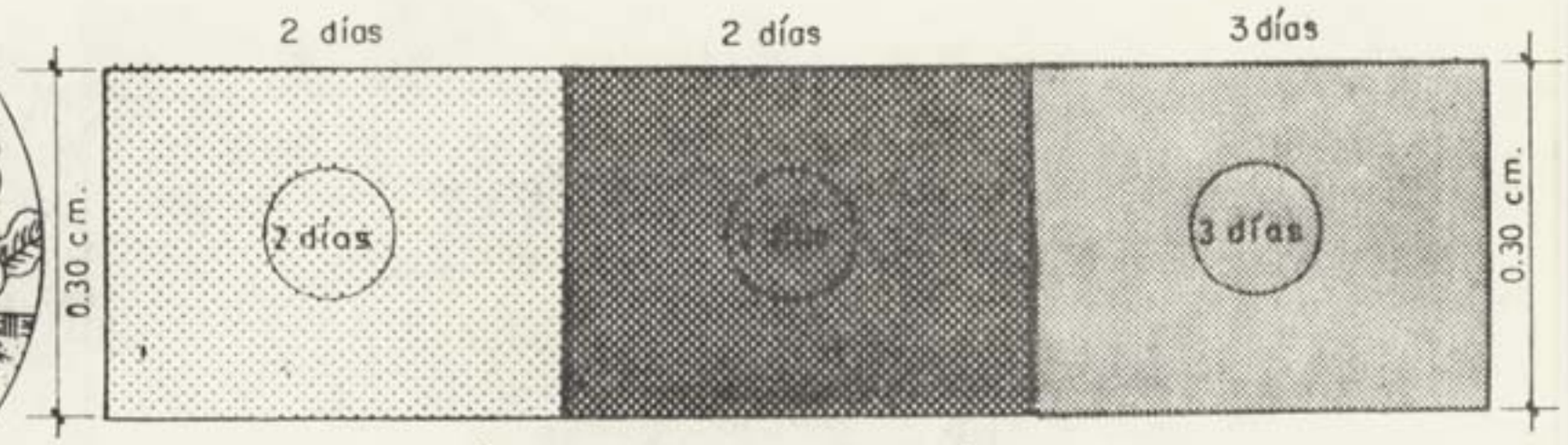


En suelos de 50 cm.
desprofundidad

En suelos de 1 m. o más de profundidad

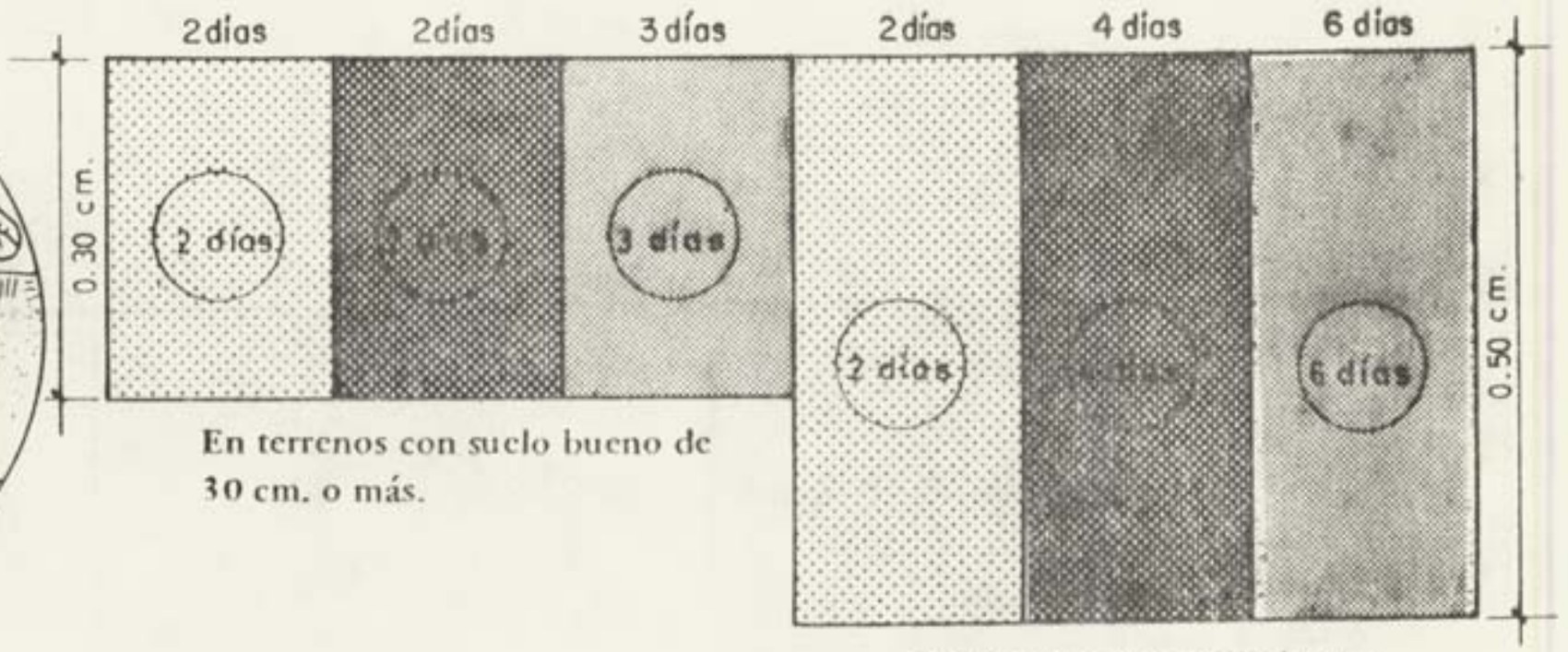
Frecuencia Optima de Riegos para Cultivos
(De 1,500 a 3,000 m. de altura)





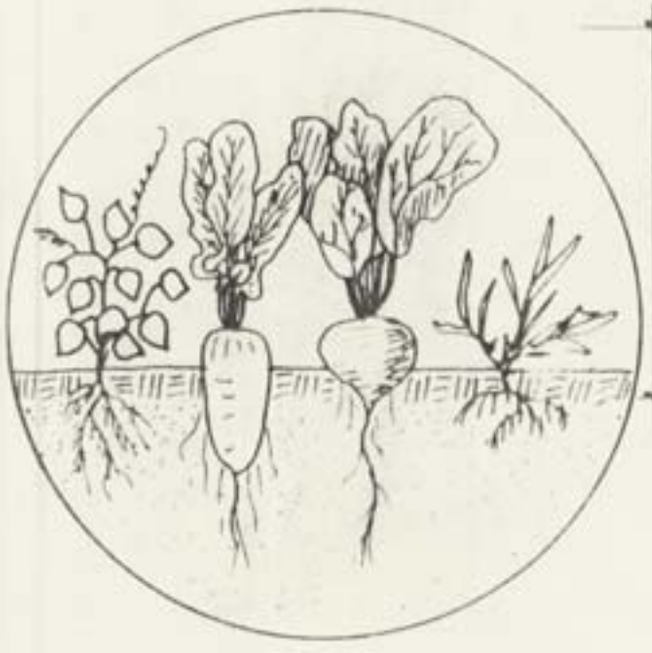
En terrenos con suelo bueno de
30 cm.

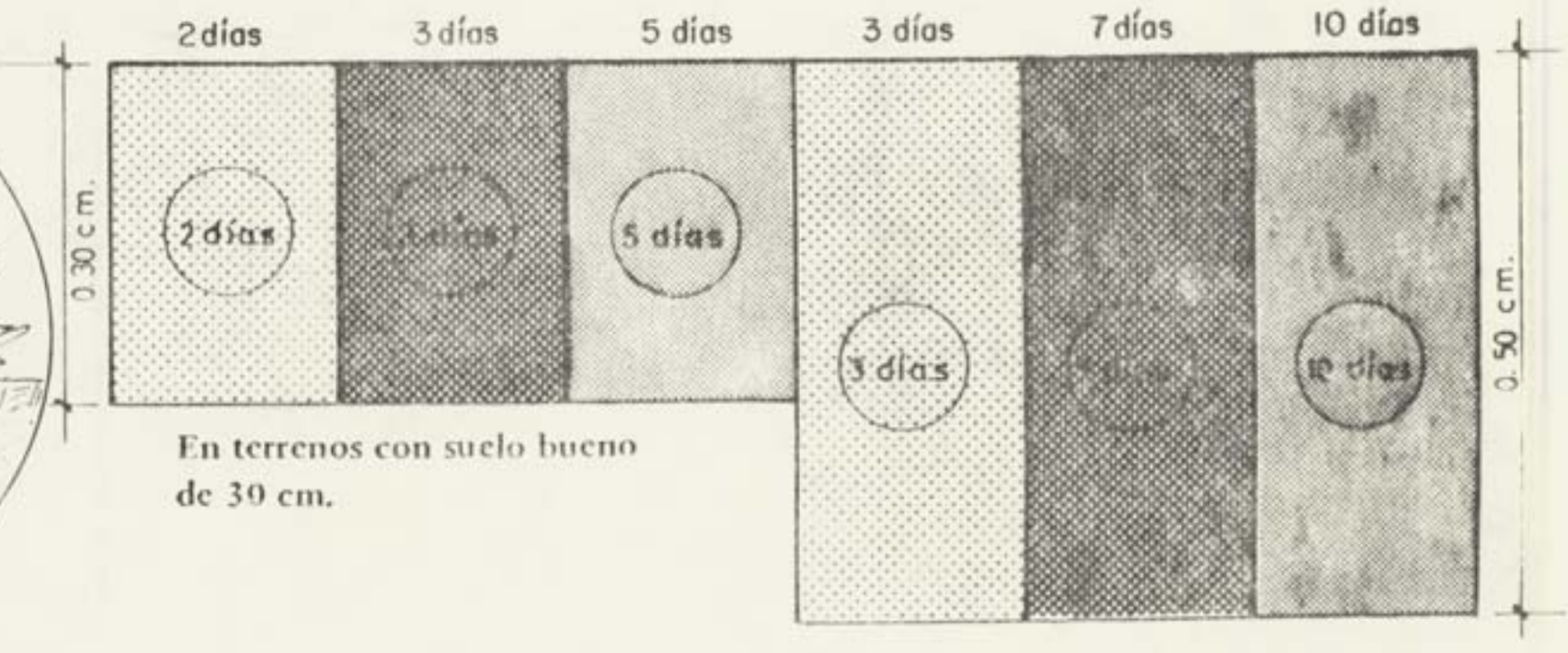




En terrenos con suelo bueno de 30 cm. o más.

En terrenos con suelo bueno
de 50 cm. o más





En terrenos con suelo bueno
de 30 cm.

3. ¿COMO DETERMINAR CUANDO DEBE REGAR LOS CULTIVOS?

1. Saque un poco de tierra de la zona de las raíces, cierre la mano y presione.

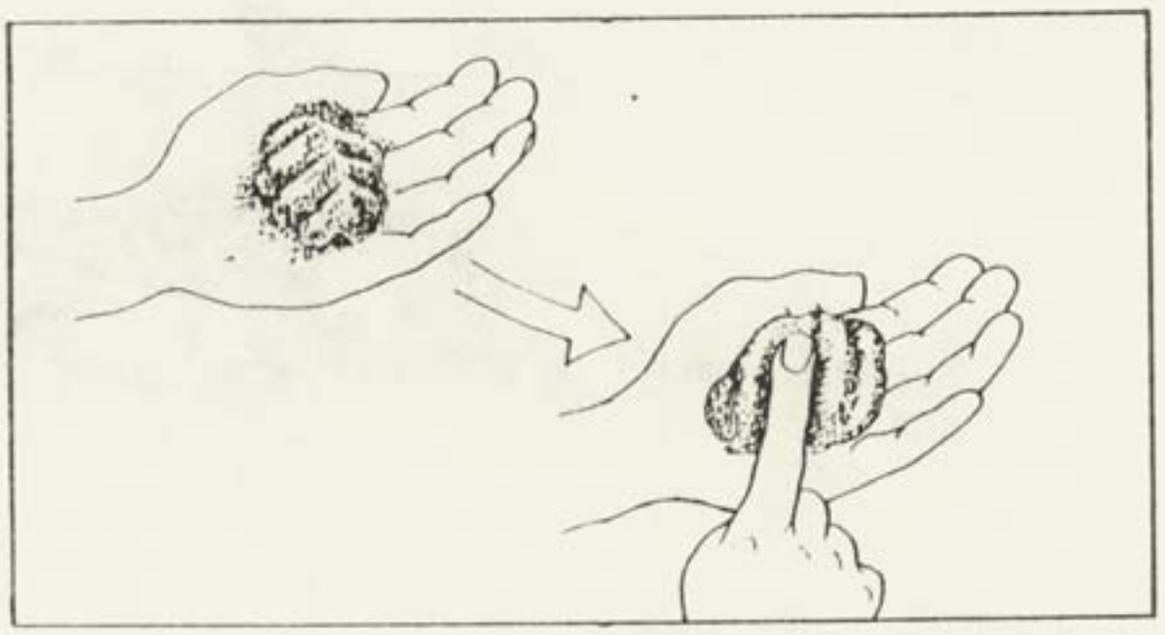


2. Abra la mano.
   Riegue antes de que el suelo se seque al siguiente estado:

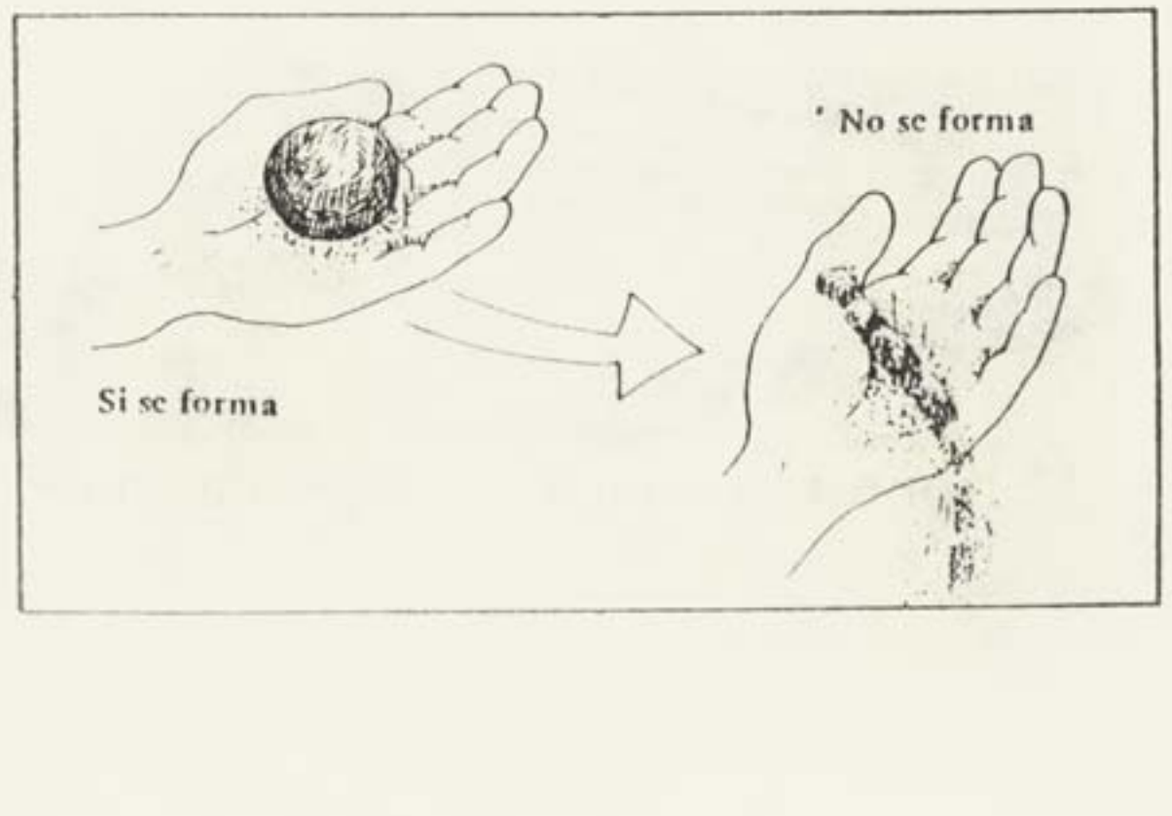


Textura Arenosa:

El suelo no retiene la forma, y comienza a tener apariencia seca.



Textura Media:
El suelo retiene la forma de la mano.
Esta forma se amigaja al presionarla con un dedo.



Textura fina:

El suelo retiene la forma de la mano.
Se puede formar una bolita moldeable, pero no una salchicha delgada.

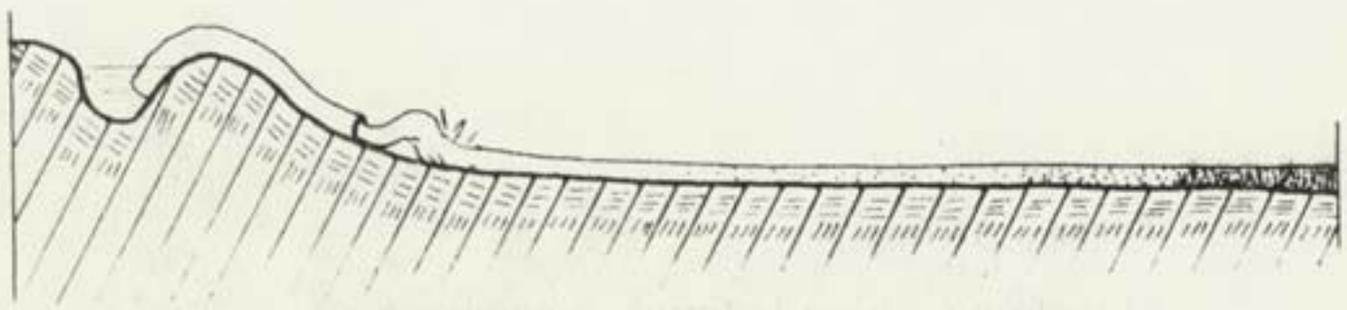
4. SI HAY EROSION ¿COMO EVITARLA?

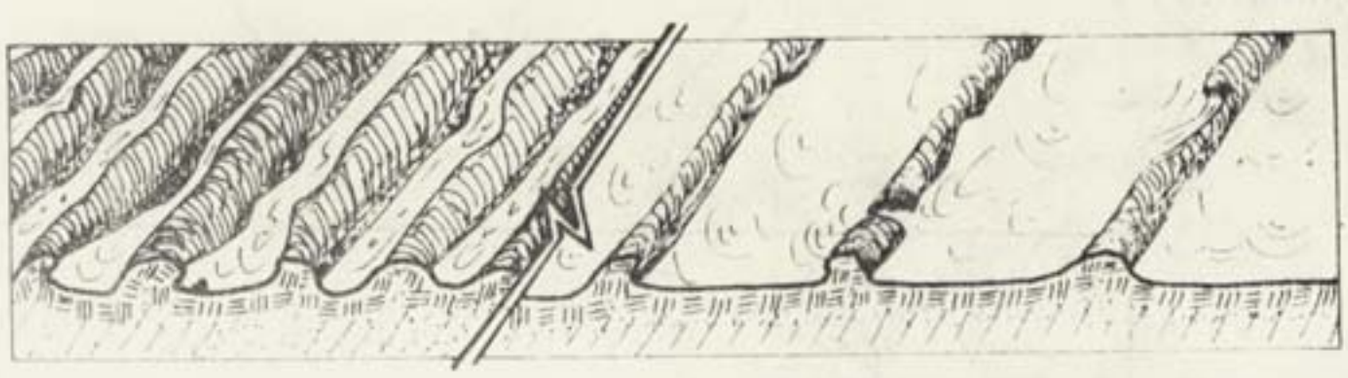


¿Se está erosionando mi suelo?

OBSERVE .... PRIMERO:

Si el agua entra limpia a la chacra y sale sucia.

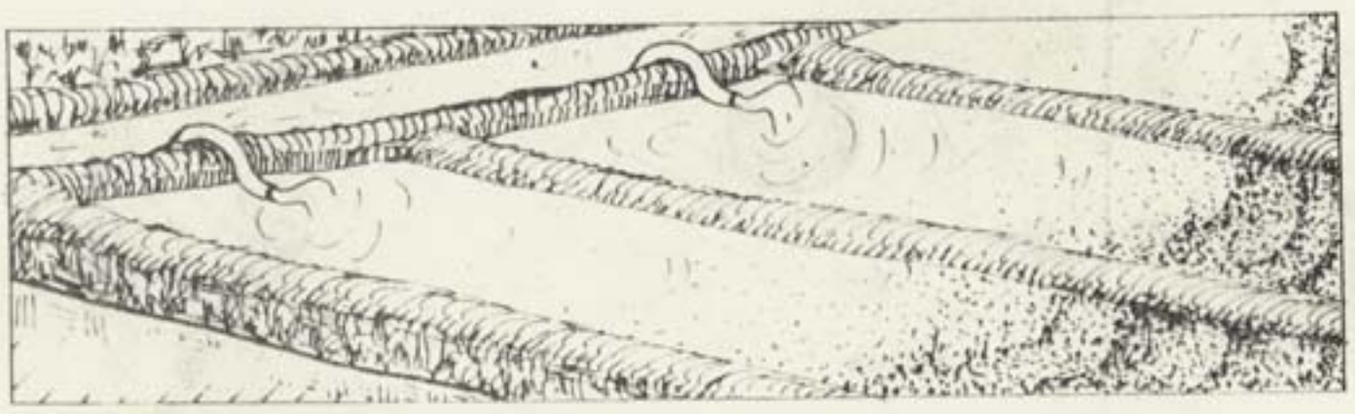




Si hay cambios en configuración de surcos o melgas.

Si hay formación de pequeñas cárcavas.





¡TODO ESO INDICA QUE HAY EROSION!

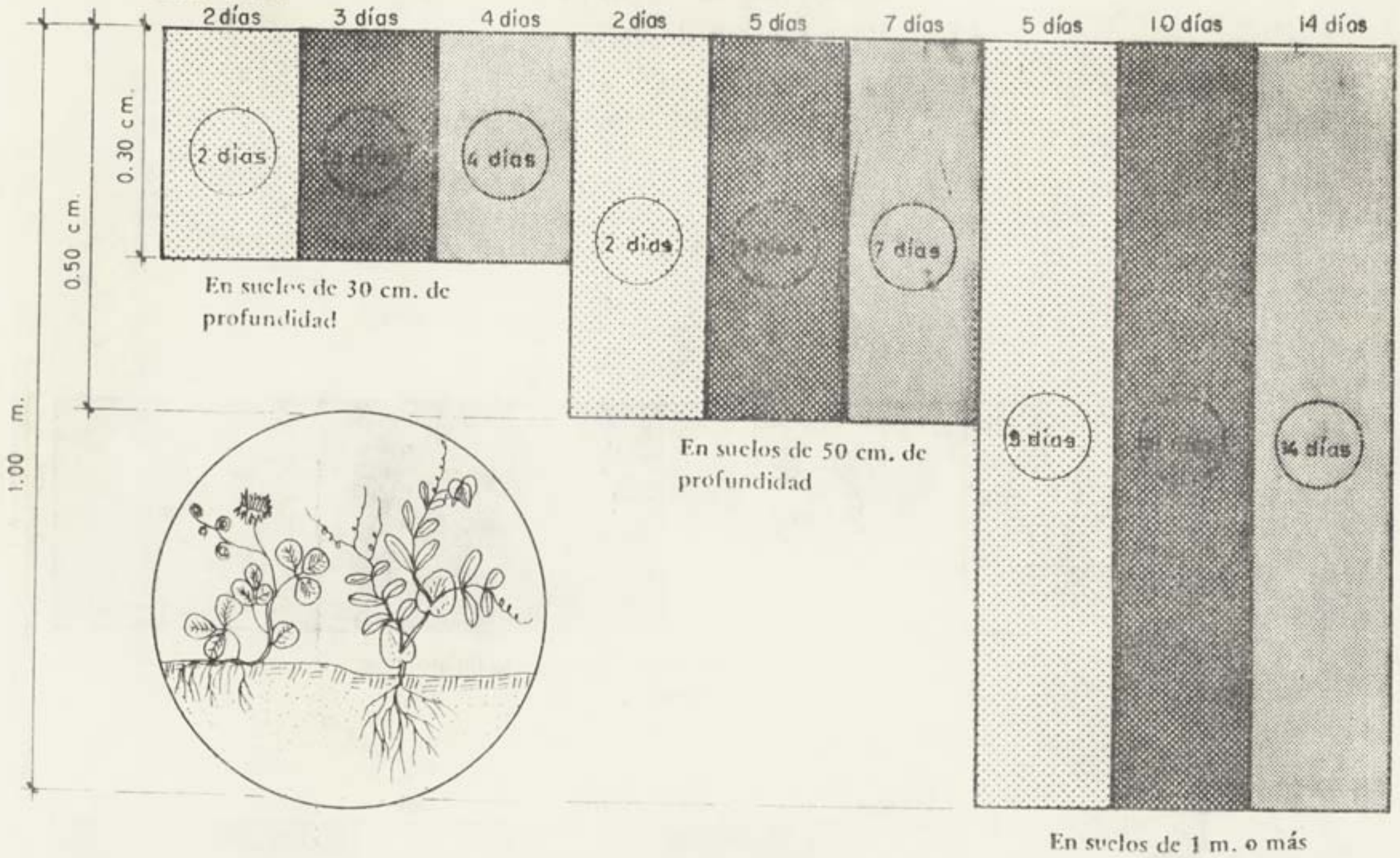
Si hay depósitos de sedimentos al final de surcos, melgas o pozas, o en la salida de la chacra.

¡PELIGRO!
EROSION

Frecuencia de Riego (Continuado)
(1,500 a 3,000 cm.)

REGAR CADA:

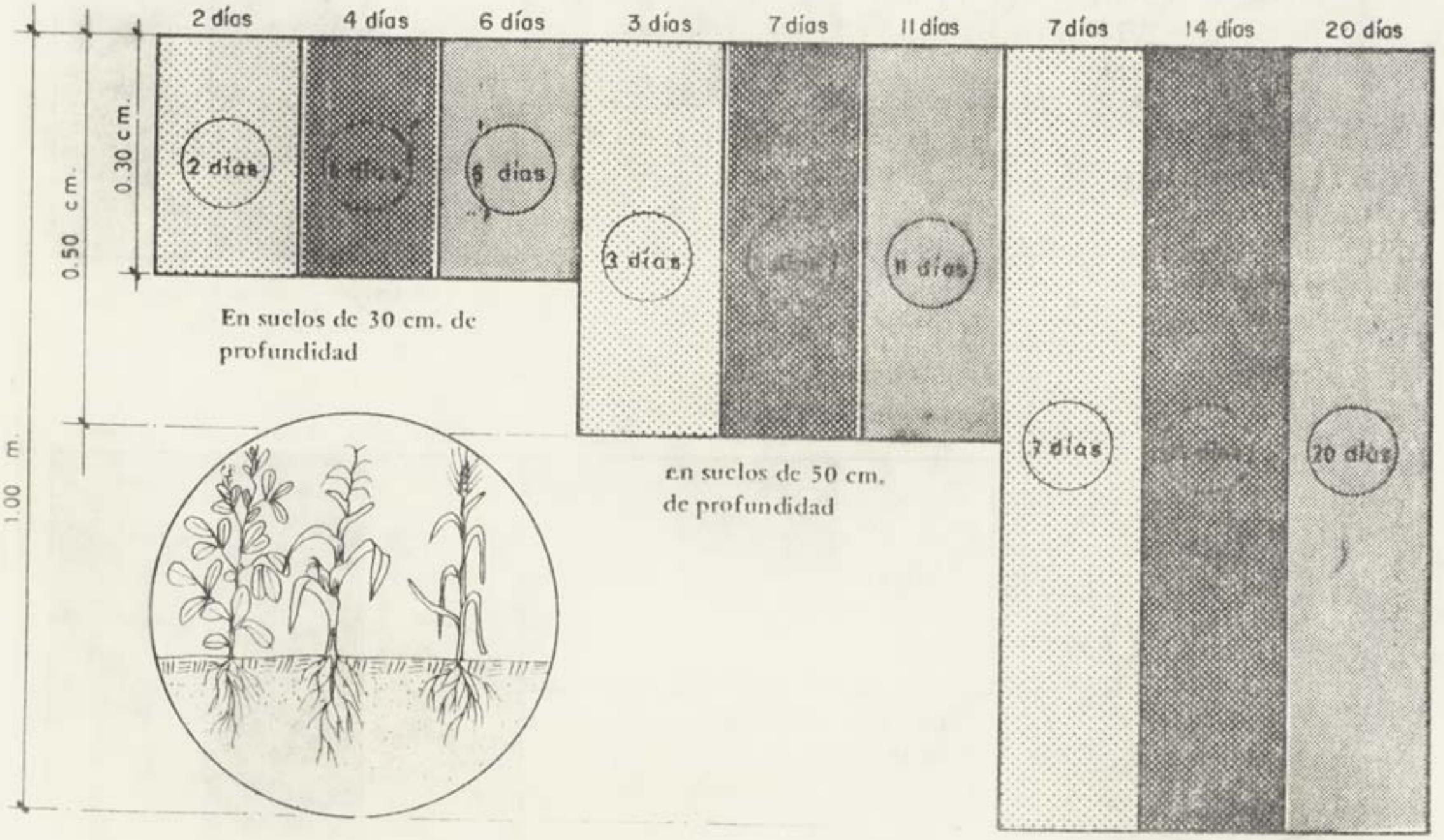
TEXTURA



En suelos de 30 cm. de profundidad

En suelos de 50 cm. de profundidad

En suelos de 1 m. o más



En suelos de 30 cm. de profundidad

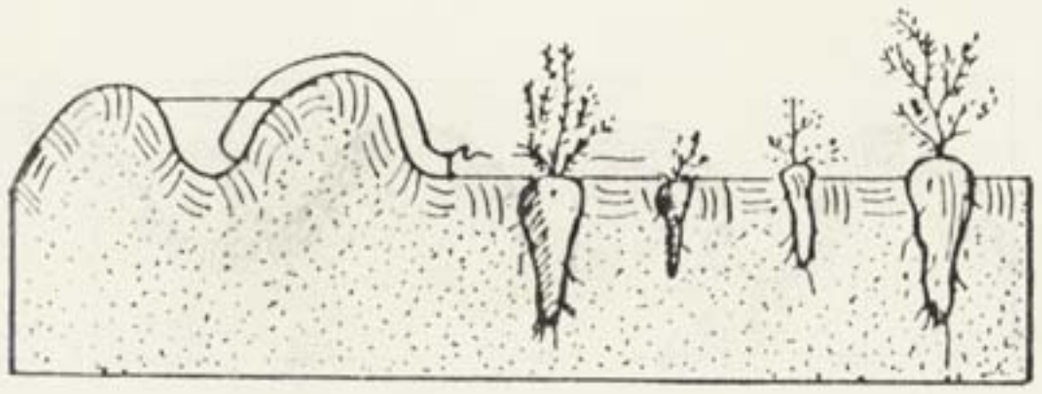
en suelos de 50 cm. de profundidad

En suelos de 1 m. o más

5. ¿COMO OBTENER UN RIEGO UNIFORME SI HAY DESUNIFORMIDAD?

¿Son mis riegos uniformes?

OBSERVE.....si hay

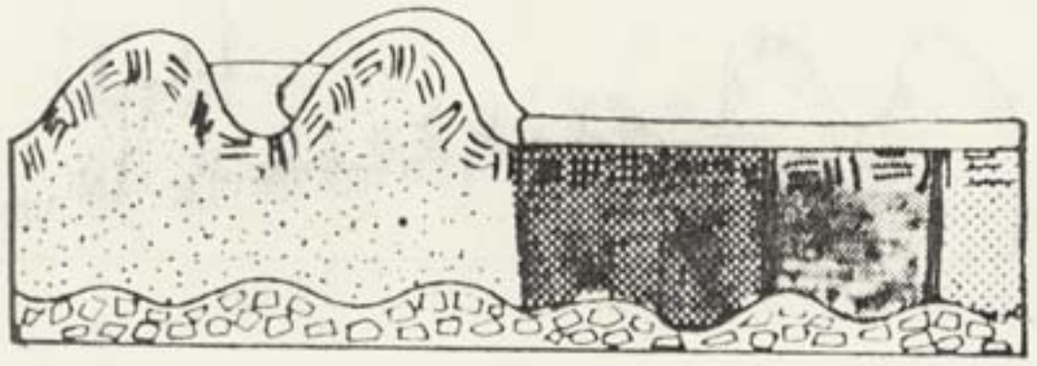


Variaciones en la altura de la planta en diferentes partes de la parcela.

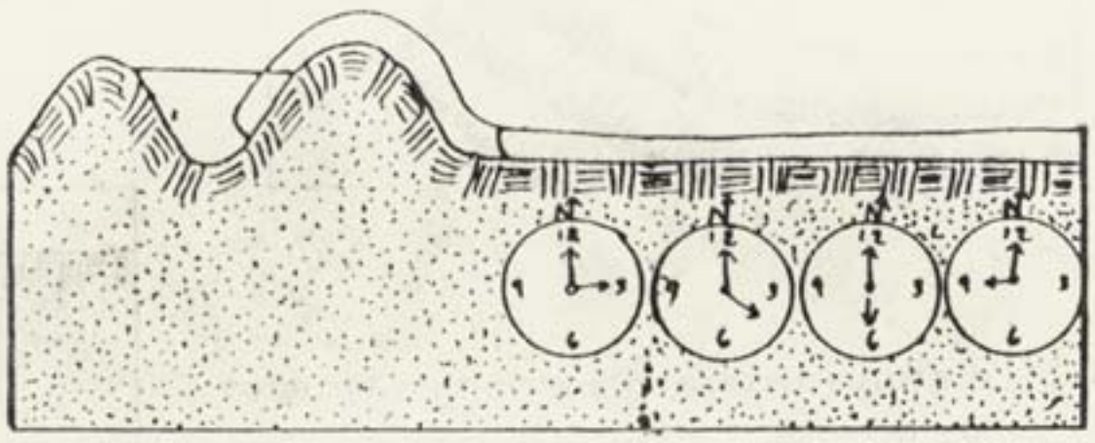
(Esto también se puede deber a la falta de abonos en algunas partes del terreno)



Marchitamiento de plantas en alguna partes de la parcela.

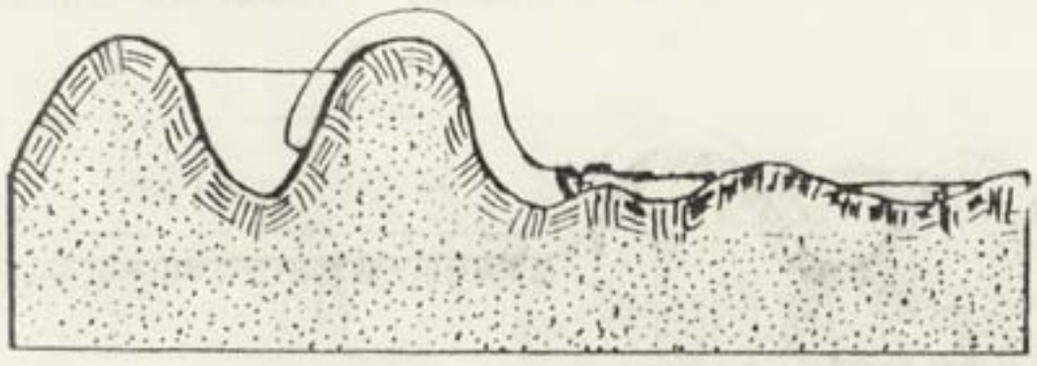


Variaciones muy grandes en textura y profundidad de suelo a lo largo de surcos, melgas o pozas.



Variaciones muy grandes en el tiempo que permanece el agua en distintas partes del surco, melga o poza.

Por ejemplo, el agua avanza muy lentamente o el agua se corta antes de humedecer bien la cola del surco, o melga o poza.



Terreno muy ondulado, se encharca el agua en algunos sitios y se quedan otros secos.

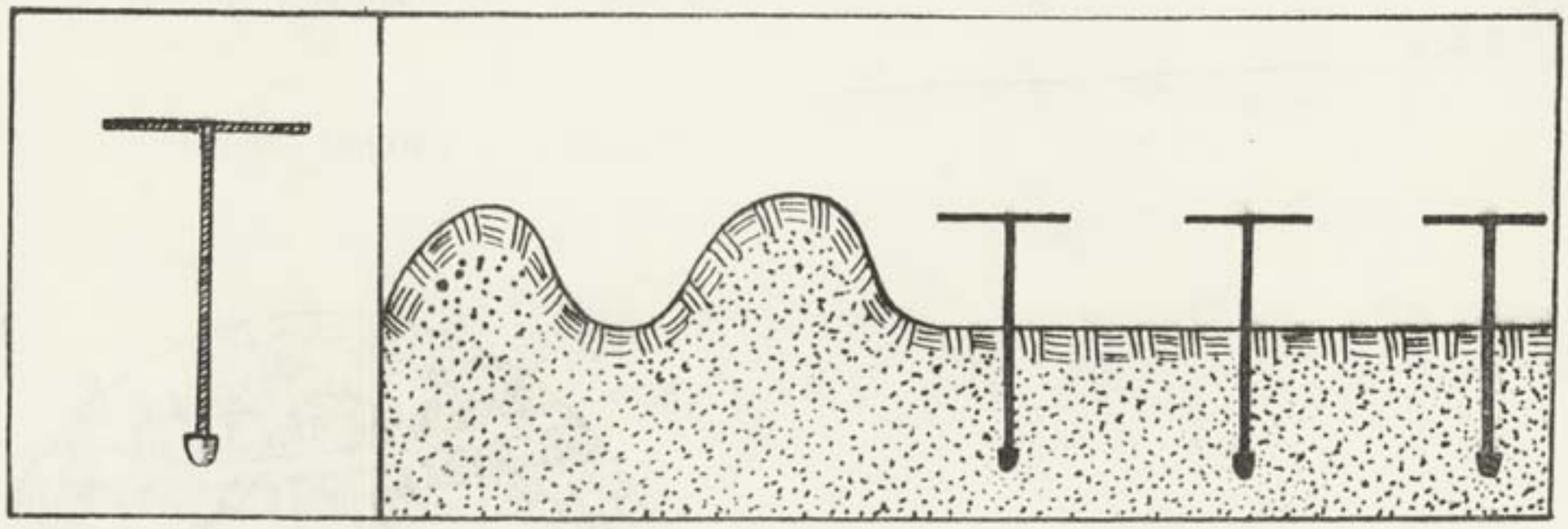
¡Estos son indicadores que el agua de riego NO penetra al suelo uniformemente!

Pero:

Para determinar definitivamente si el agua ha penetrado uniformemente:

. Introduzca una barreta con punta redondeada en diferentes partes de la melga, surco o poza después del riego.

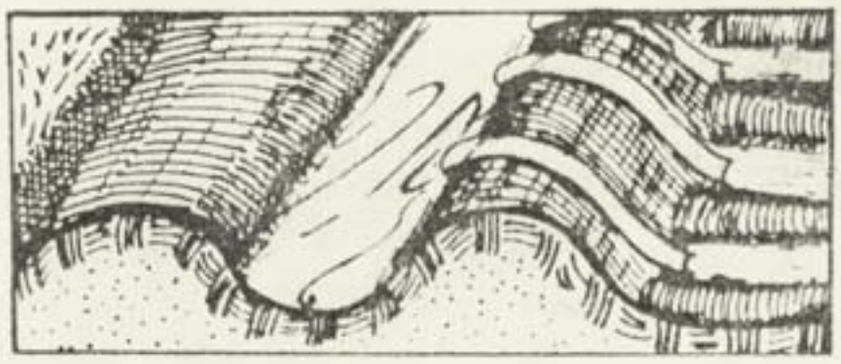
. Si penetra la misma profundidad en toda la parcela, el riego fue uniforme.



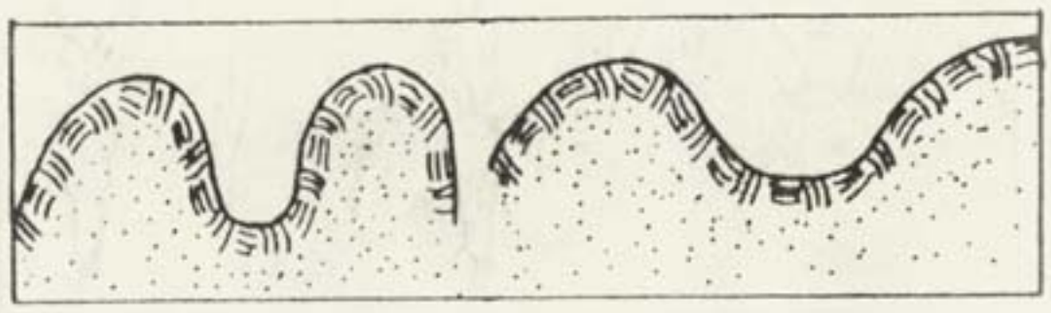
En suelos con muchas piedras la barreta no funciona y hay que excavar para observar la profundidad de penetración



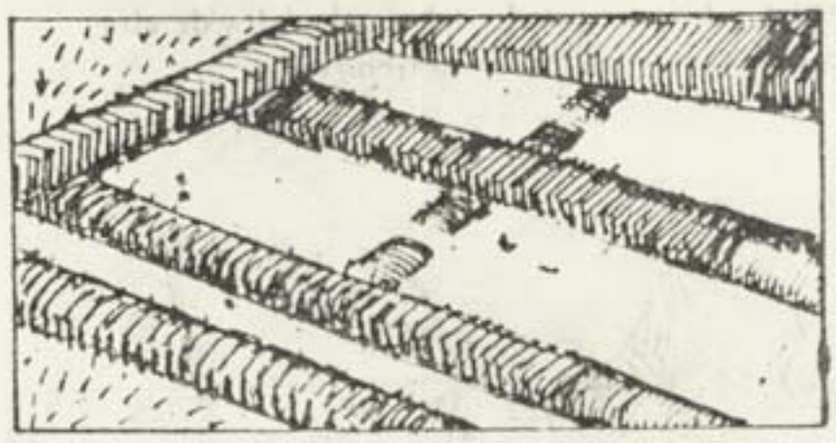
Para controlar la erosión:



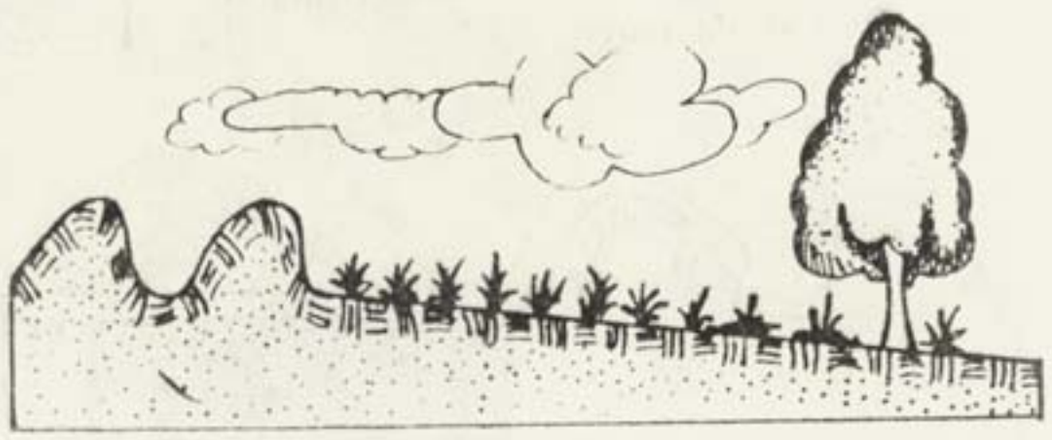
1. Reduzca el caudal que entre a cada surco, melga o poza.
   Quizá con esto también tenga que acortar las longitudes de surco, melga o poza.



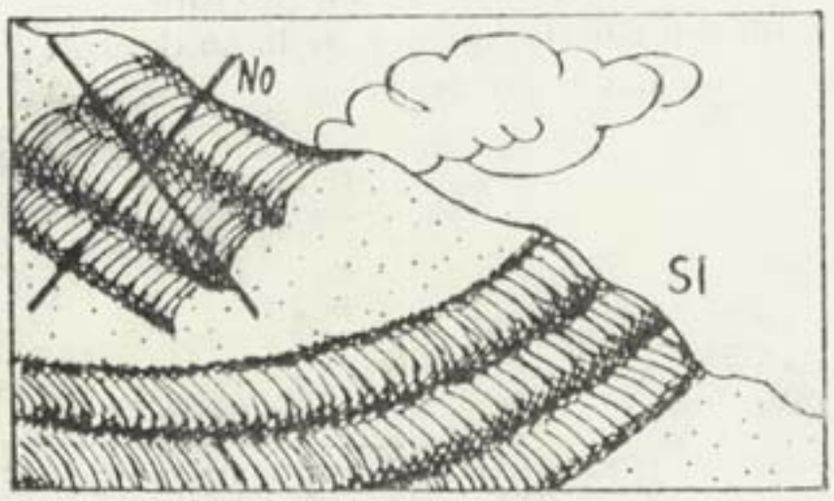
2. Haga surcos más grandes para disminuir la velocidad del agua.



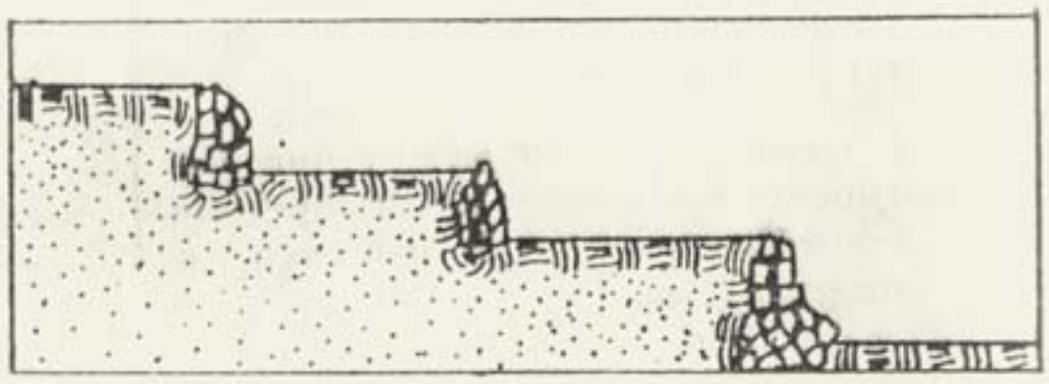
3. Haga melgas más anchas para no concentrar el flujo.



4. Siembre pastos u otros cultivos que fijan al suelo.



5. Cambie el sentido de los surcos para que bajen a mínima pendiente

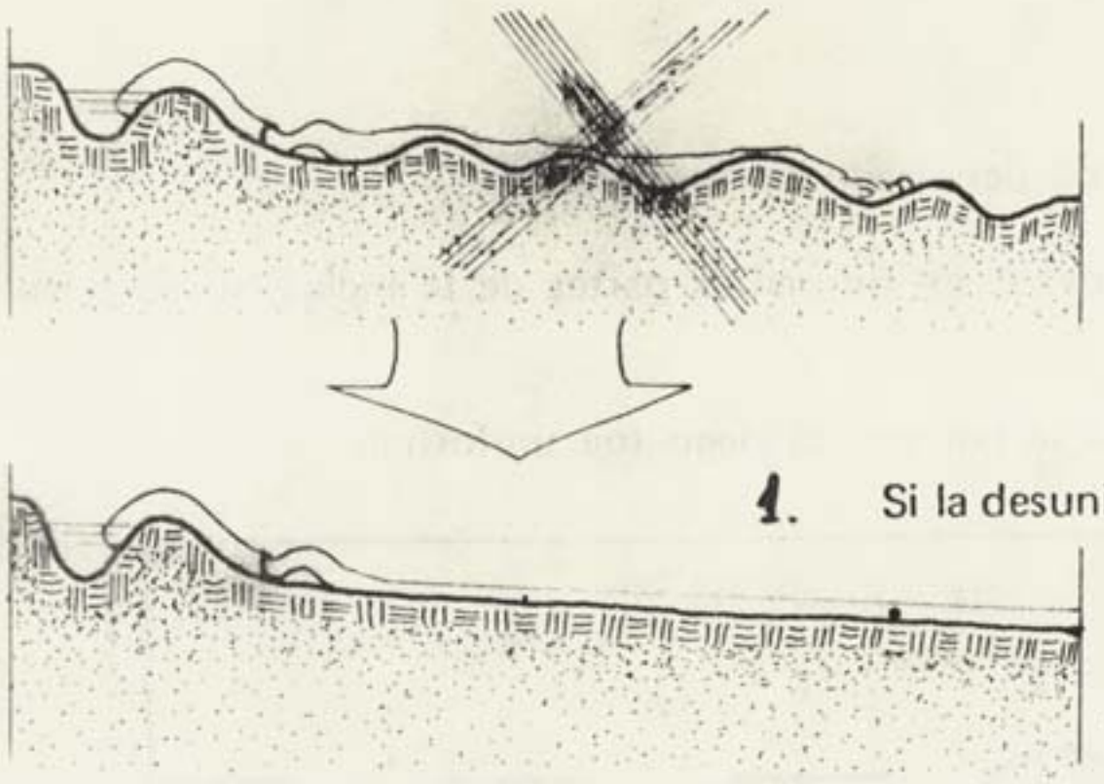


6. Construya terrazas o andenes en terrenos muy parados.



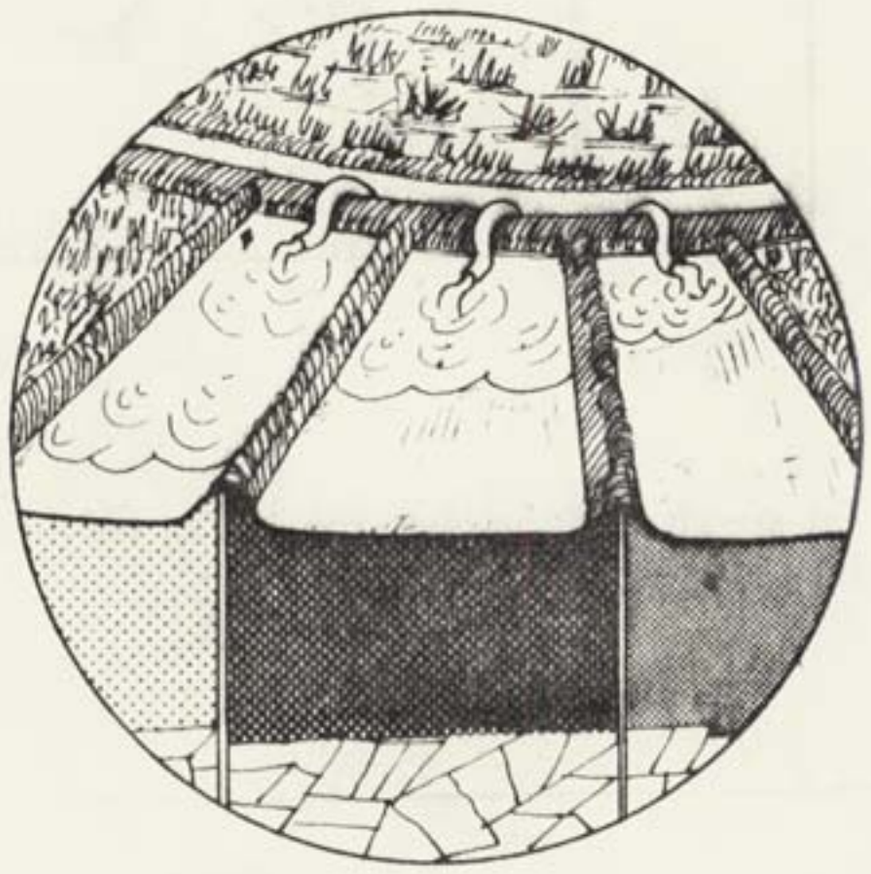
7. Nivele y empareje el terreno.

Si el agua no ha penetrado uniformemente puede haber solución



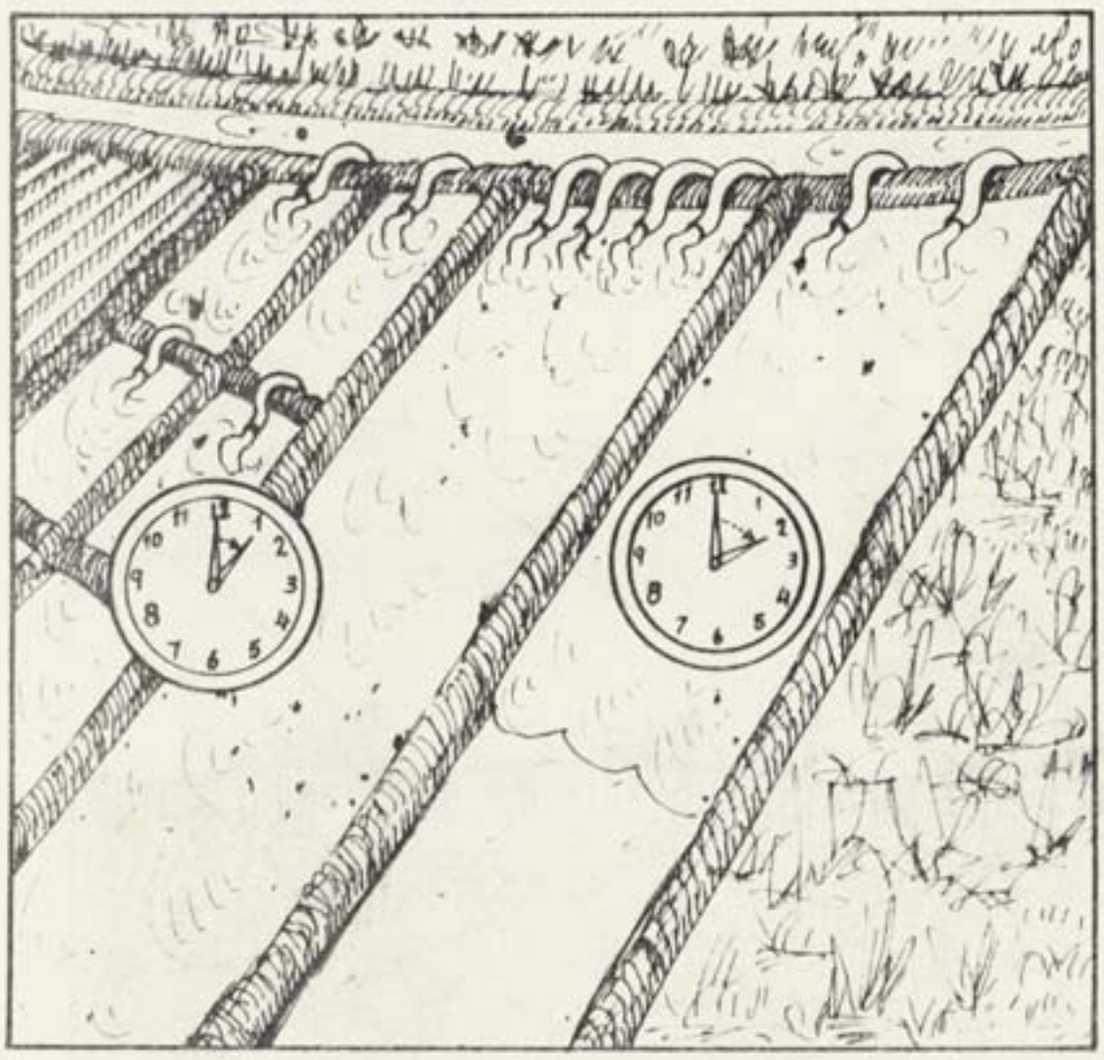
1. Si la desuniformidad se debe a ondulaciones del terreno....

¡Nivelar o emparejar!



2. Si se debe a diferencias en textura y profundidad .....

Regar partes con diferentes texturas por separado



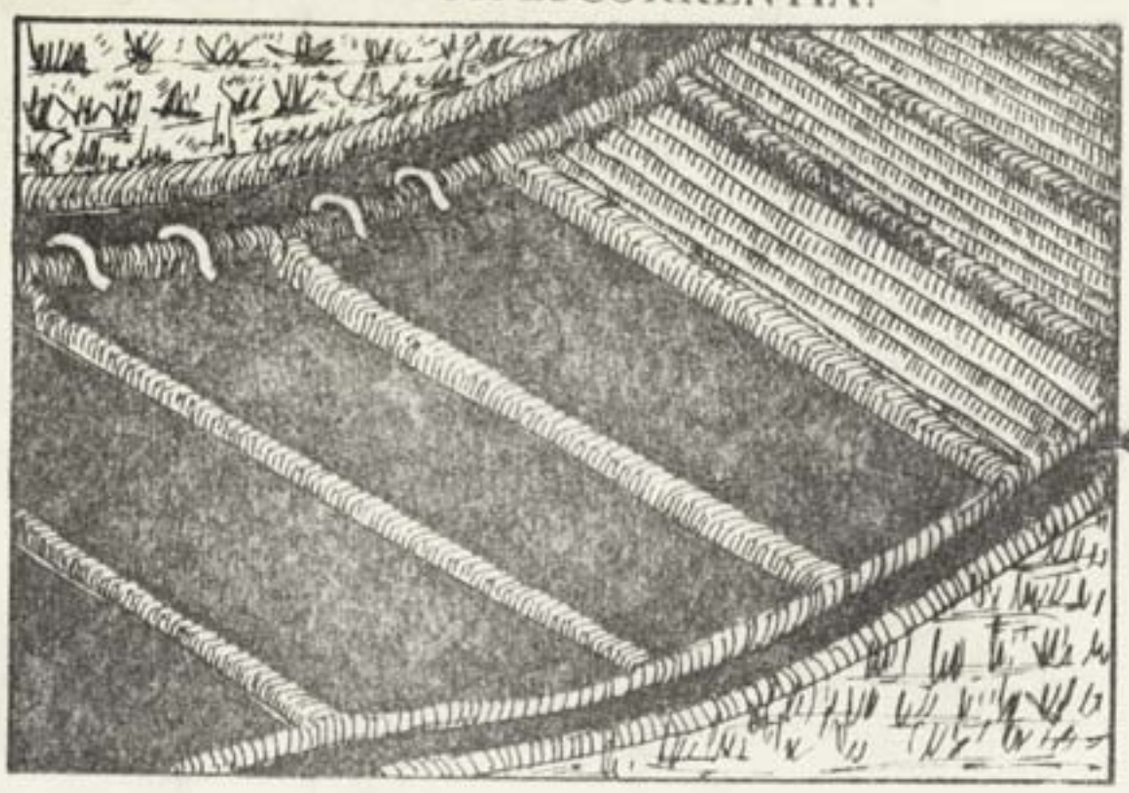
3. Si se debe a que el agua cubre el terreno muy lentamente....

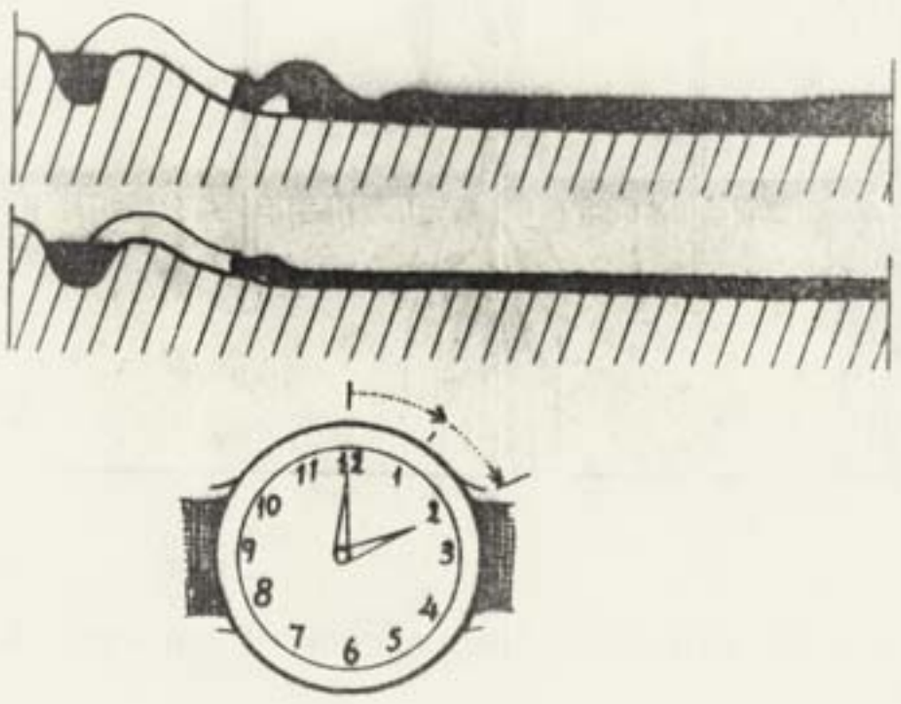
a. Cortar la longitud o el ancho de los surcos, melgas o pozas.

b. Aumentar caudal de entrada para cubrir el terreno rápido.

c. Aumentar la duración del riego.

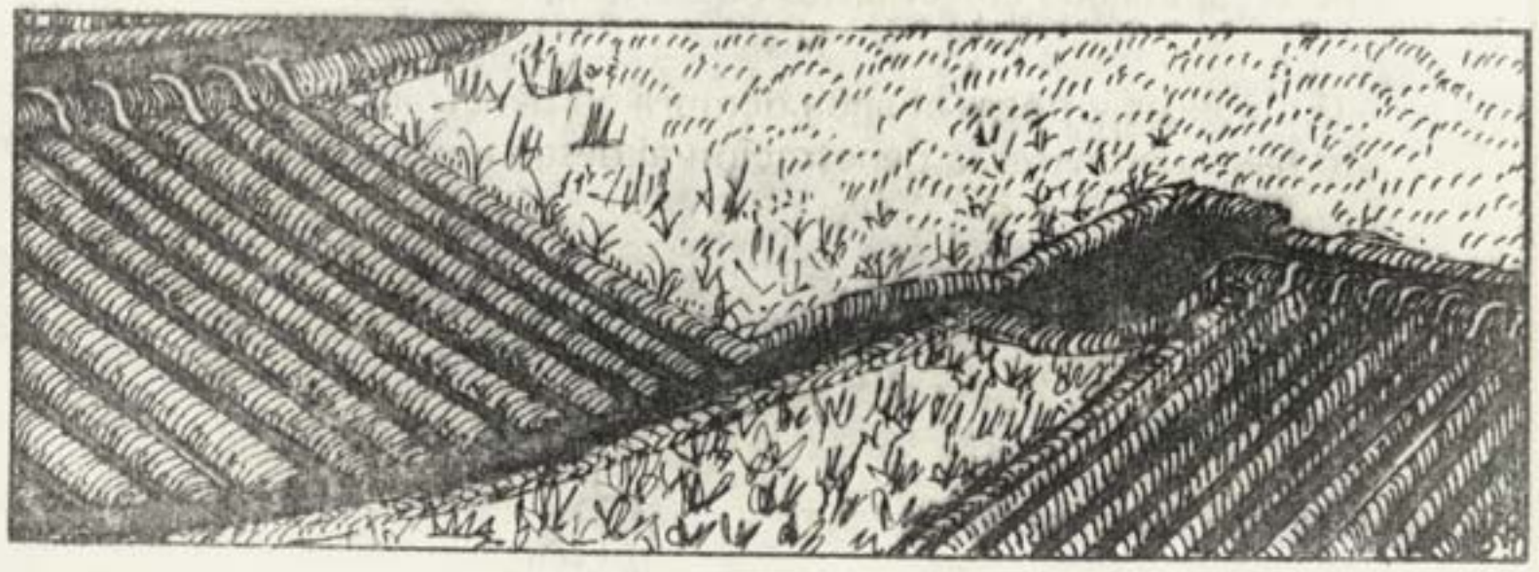
6. ¿COMO REDUCIR LAS PERDIDAS POR ESCORRENTIA?

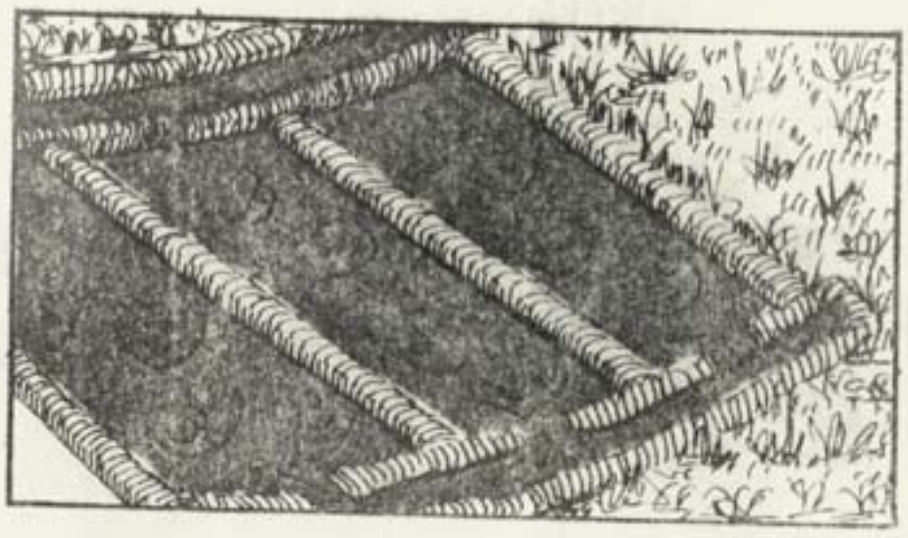




SOLUCIONES:

1. Utilice caudales de riego más pequeños.
2. Disminuya el tiempo que deja el agua en las melgas, surcos, pozas,...
3. Disminuya el agua de entrada a los surcos cuando ésta llegue a la cola
4. Recoja el agua de escorrentía en pequeños reservorios para regar otras tierras.



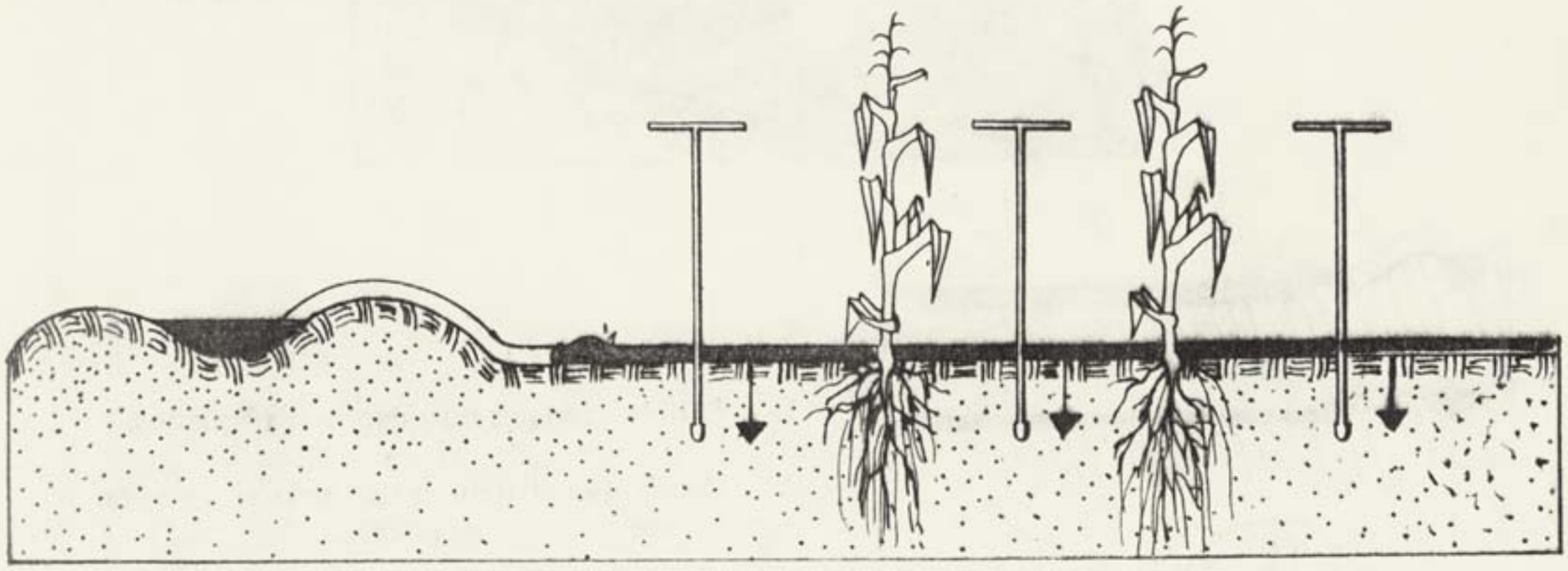


7. ¿CUANDO CORTAR EL AGUA DE RIEGO PARA QUE PENETRE BIEN?

En Surcos:

La barreta debe penetrar hasta la mitad o 3/4 de la profundidad de raíz en todo lo largo del surco antes de cortar el agua.

El agua de riego sigue penetrando en el suelo por algunos días después de terminar el riego. Por eso, no necesita penetrar hasta la profundidad de las raíces durante el riego.

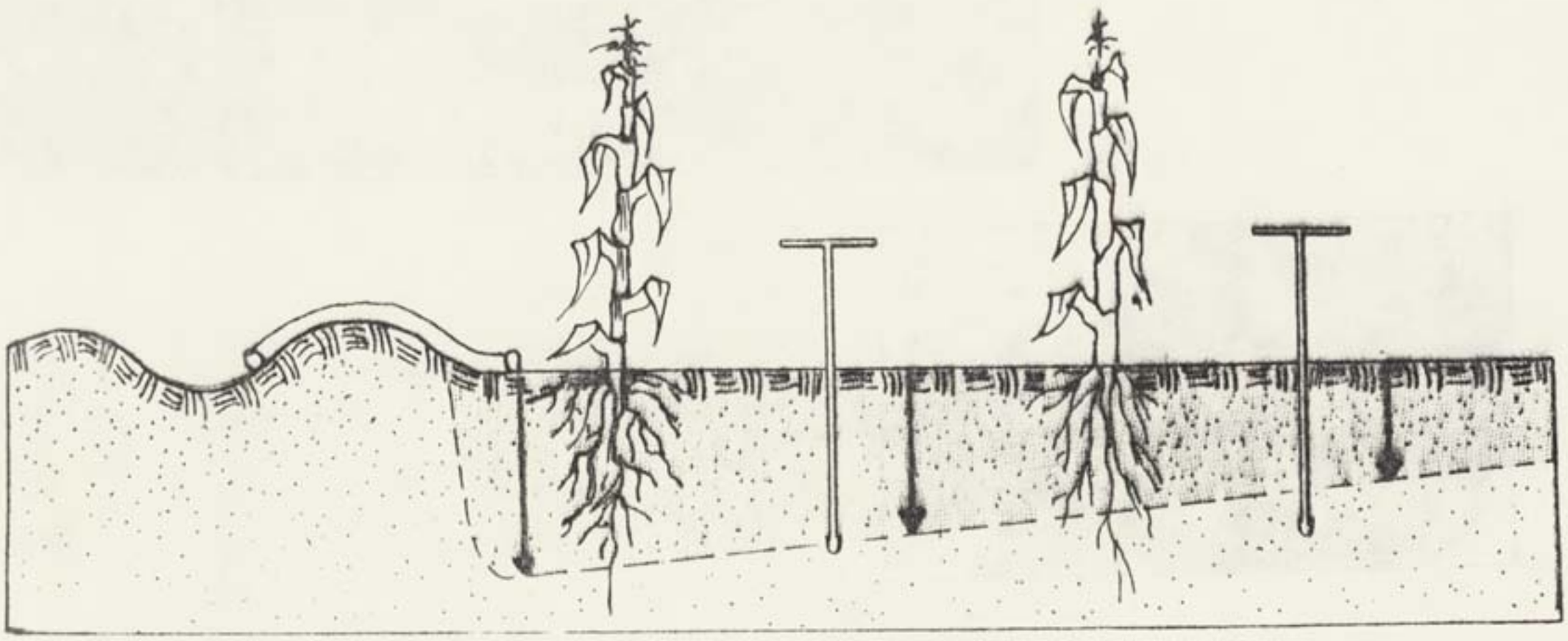


En Melgas y pozas:

La barreta debe penetrar a la mitad o 3/4 de la zona de raíces al desaparecer el agua de la superficie.

Hay que variar la duración del riego en las primeras melgas o pozas hasta determinar cuanto tiempo dejar el agua correr antes de cortarla en la cabecera.

¡En melgas y pozas el agua demora en penetrar al suelo después de cortarla en la cabecera. Por esto hay que revisar la penetración al desaparecer el agua de la superficie!



Usted puede asegurarse si el riego ha sido suficiente para humedecer toda la zona de raíces:



1. Haga un hueco hasta la profundidad de las raíces



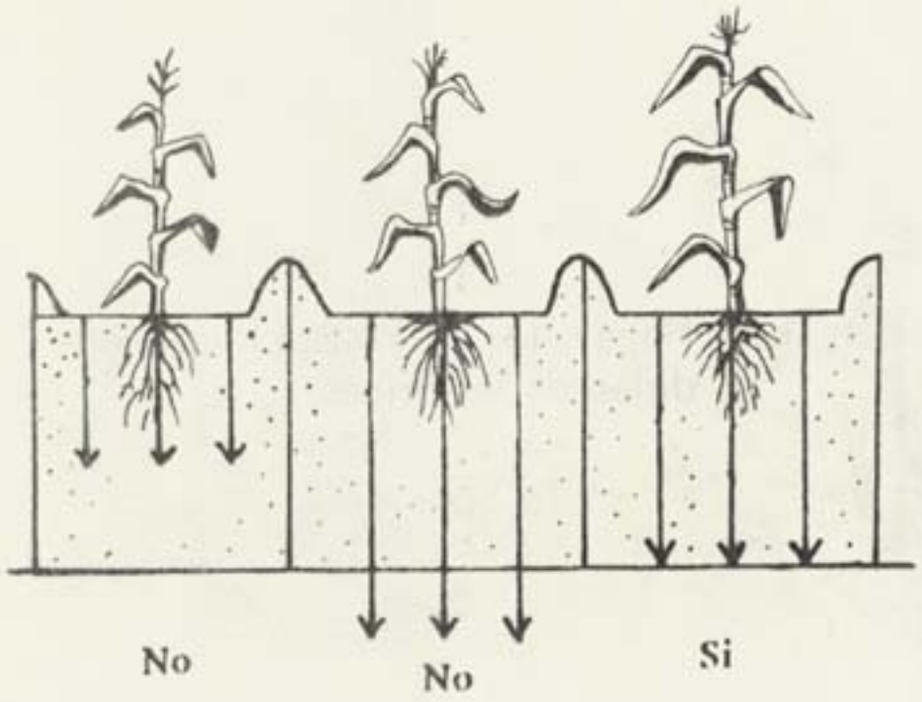
2. Revise la humedad del suelo.

Repetimos estas importantes recomendaciones para dar buenos riegos:

¡RECUERDE!

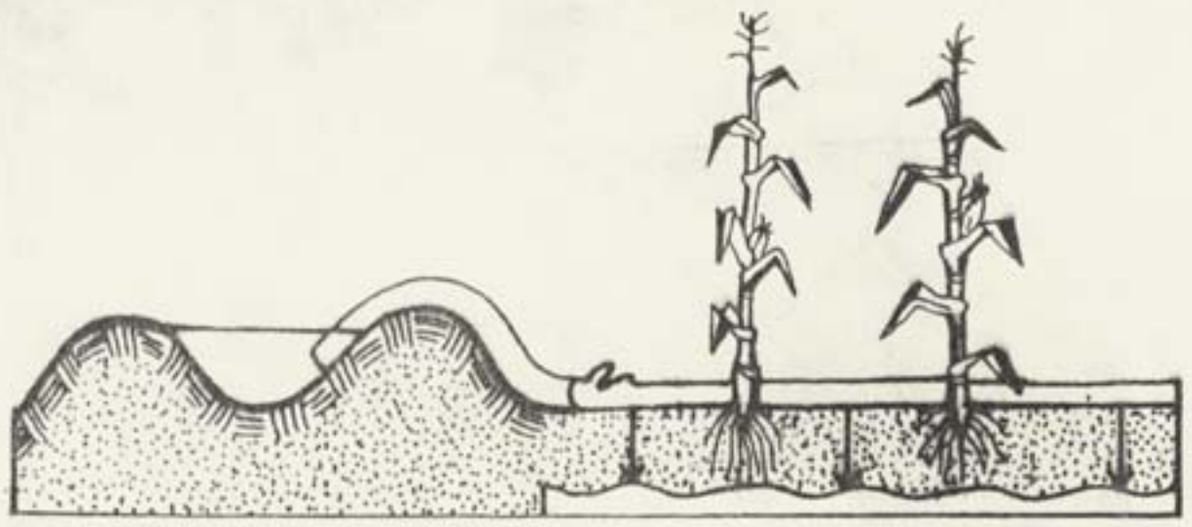
Riegue con suficiente frecuencia para no dañar los cultivos.

Julio 1979						
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				



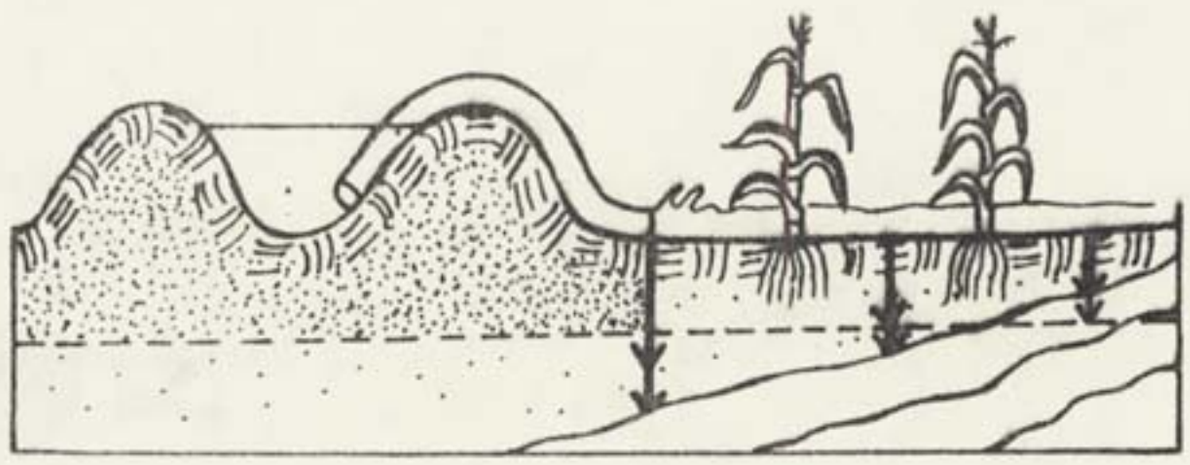
Llene su reservorio de humedad en el suelo ...
¡Pero no agregue agua demás!

Así

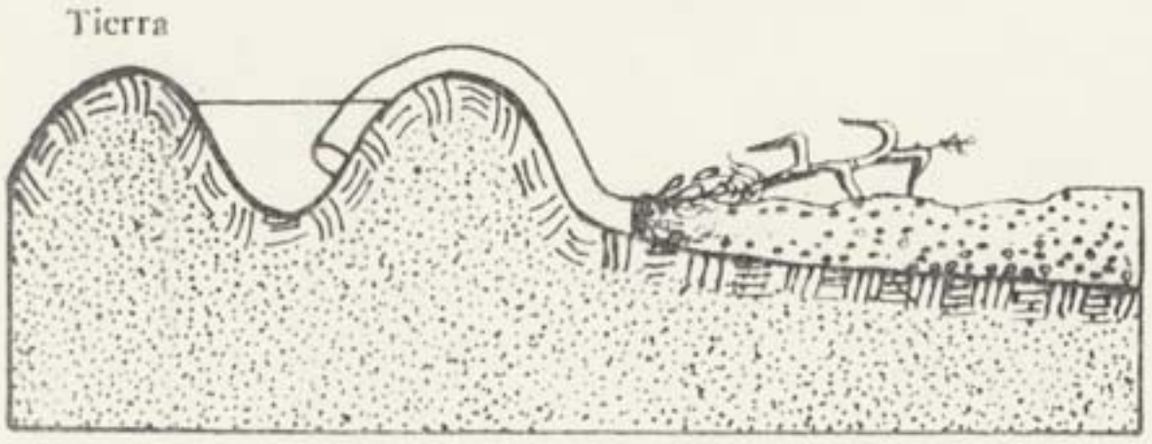


Asegure un riego uniforme.

No así



Tierra



Partículas dentro del agua

¡PELIGRO!
EROSION

No lave sus suelos.

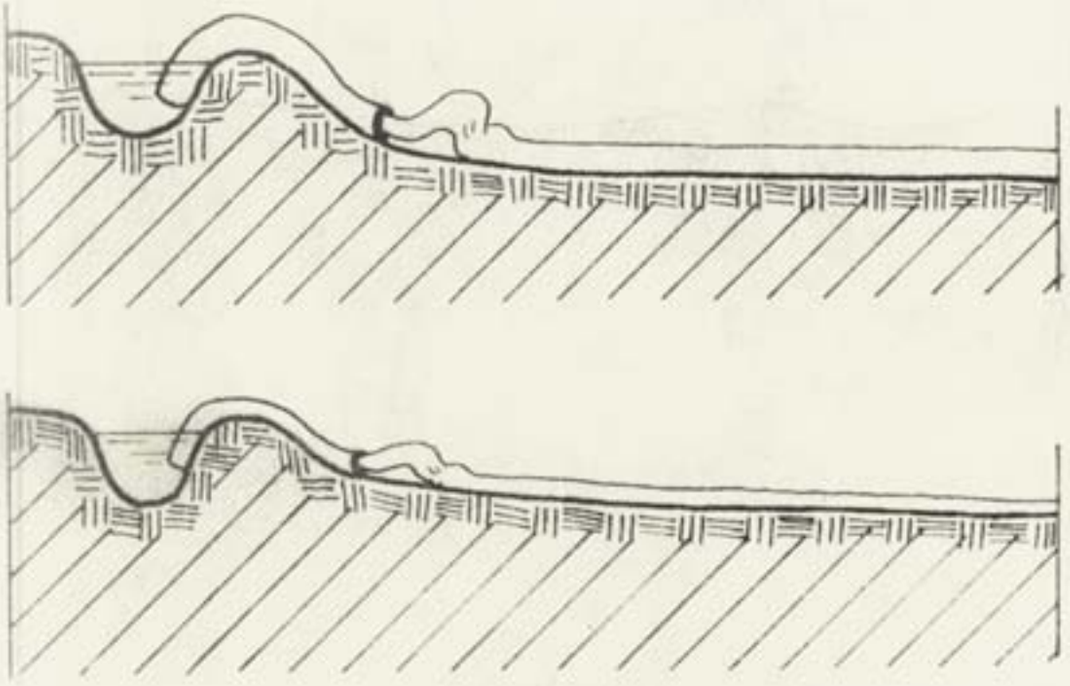
Y PARA LOGRAR EL BUEN RIEGO USTED PUEDE CONTROLAR MUCHOS FACTORES

LA FRECUENCIA



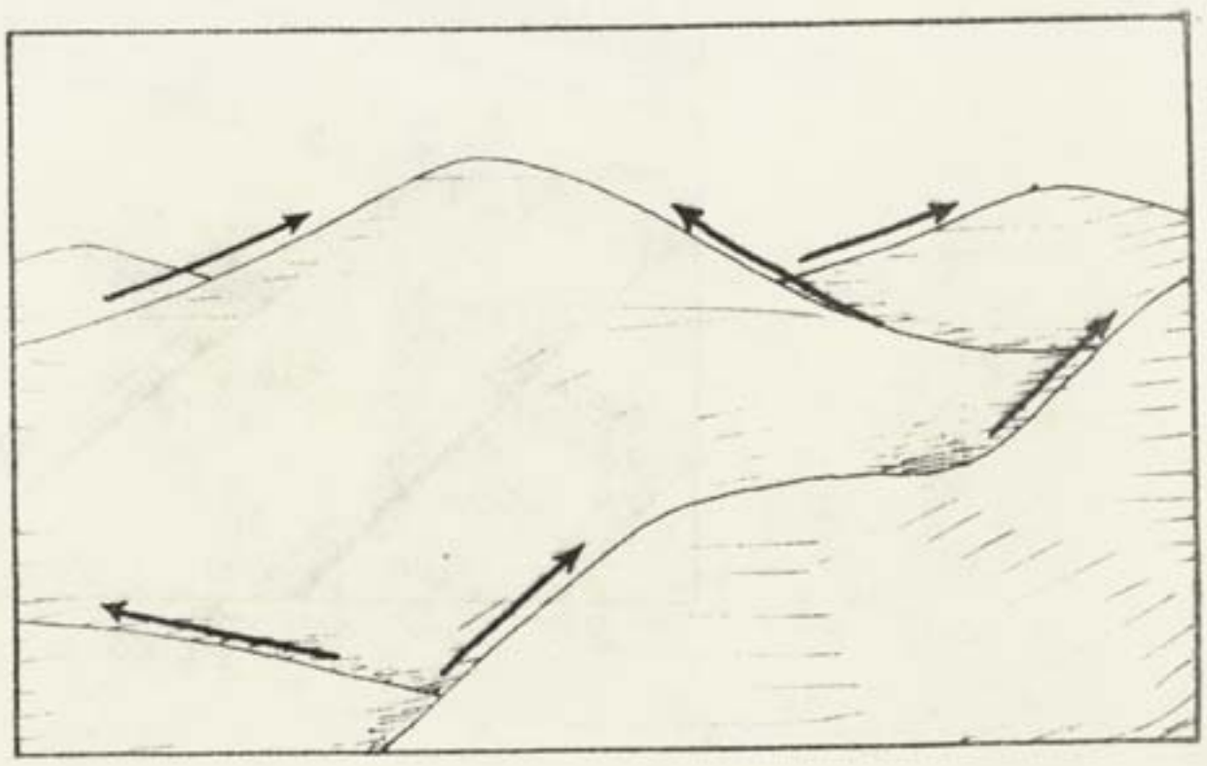
LA DURACION





EL CAUDAL

LA PENDIENTE



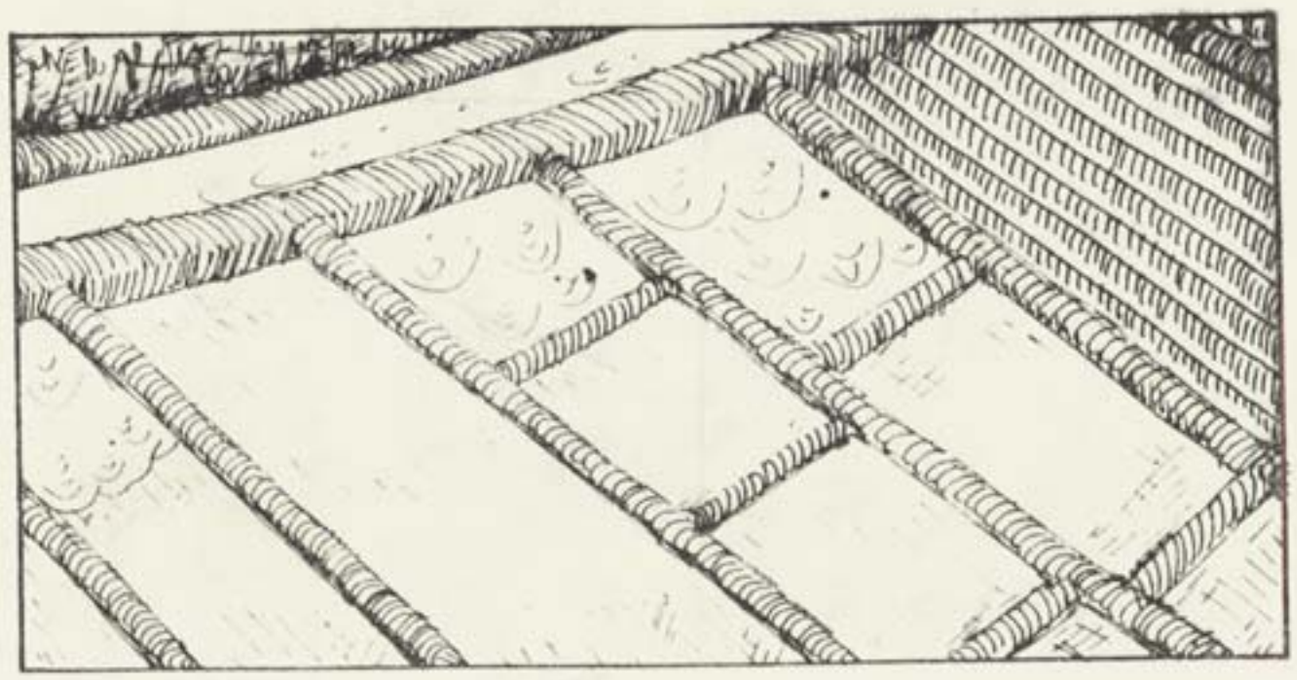
LA ONDULACION



EL CULTIVO



EL SISTEMA DE RIEGO Y SU LONGITUD Y ANCHURA



CONSERVACION DE LADERAS

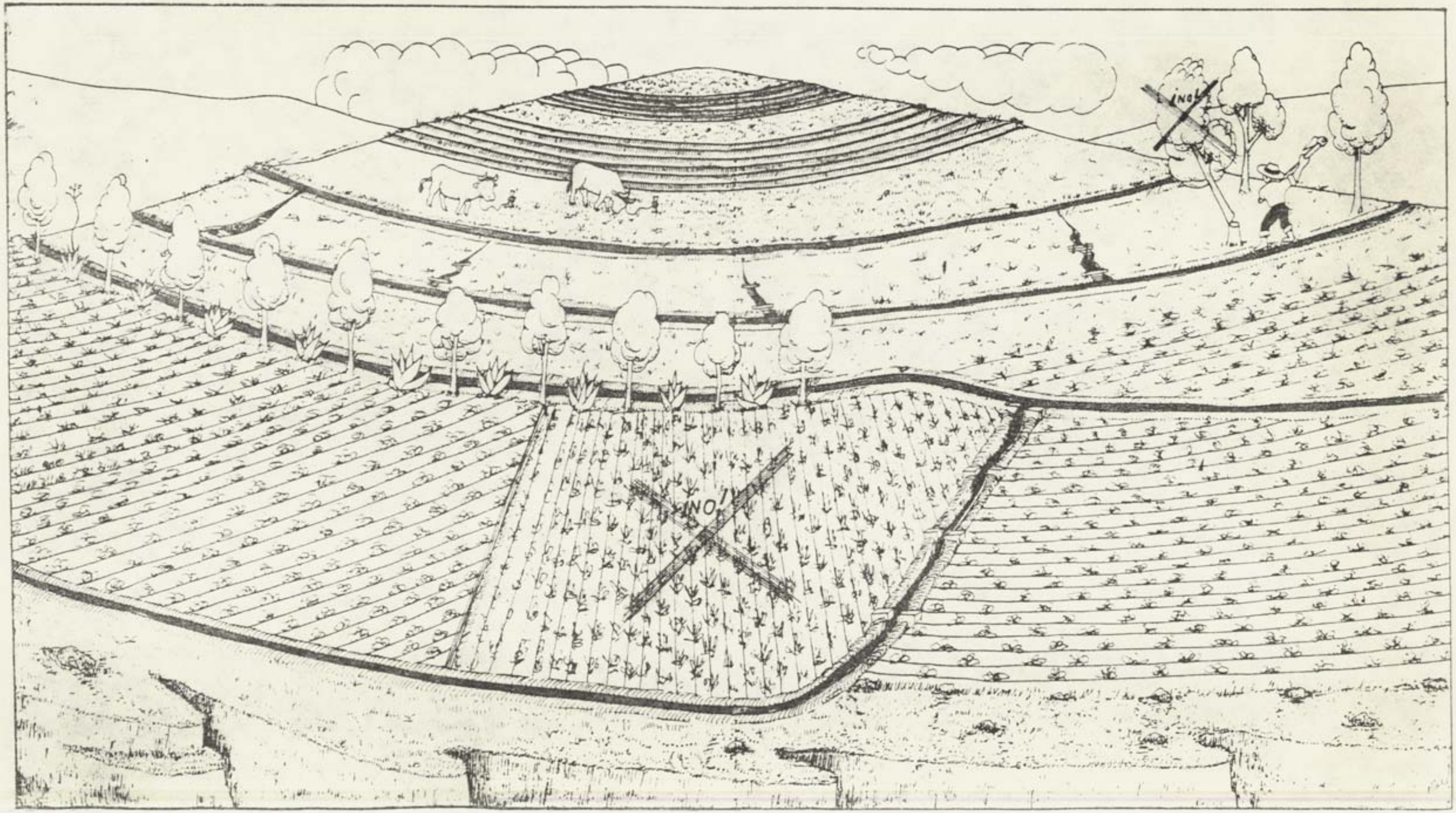
Mantenga sus laderas de manera que no se pierdan sus suelos:

1. Siembre cultivos que fijan el suelo, especialmente pastos, árboles y algunos arbustos.
2. No pastoree sus laderas constantemente. El pisoteo y el pastoreo contínuo malogran los pastos que fijan el suelo.
3. Donde se comienzan a formar carcavas:

   Elimine el pastoreo totalmente
   Ponga obstáculos que retengan el suelo y reduzcan la velocidad del agua.
   Siembre cultivos que fijen el suelo

4. Donde siembra cultivos anuales, deje pequeñas franjas de pasto entre el terreno cultivado.
5. No siembre hasta la orilla de los precipicios, deje franjas de pasto en éstas.
6. Lleve la escorrentía del riego y lluvia á los cauces naturales por canales a mínima pendiente o canales bien defendidos.

¡Cuida tus suelos y asegura el alimento de tus hijos!



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
S E N A
BOGOTA – COLOMBIA

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO
U S A I D
BOGOTA – COLOMBIA

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION

MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

MODULO 6: "AGUAS SUBTERRANEAS"

NIVEL CAMPESINOS A.

CONSORCIO HIDRAULICO MUNDIAL S. A.
" CHIMU "
AMSA CONSULTORES
AGRO-INGENIERIA, S.A.

Manejo y Conservación de Suelos y Agua- Vol6.Aguas Subterráneas by Sistema de Bibliotecas Sena
is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.
Creado a partir de la obra en http://biblioteca.sena.edu.co/.

CONTENIDO

	Pág.
Qué son las aguas subterráneas?	1
Qué es una cuenca?	2
Qué es una Napa?	
Calidad de las aguas subterráneas	3
Cuáles son las condiciones para la existencia de aguas subterráneas?	
Cómo se pueden captar las aguas subterráneas	
Qué se debe hacer antes de realizar una obra de captación de aguas subterráneas?	4
Qué se debe hacer antes de realizar una obra de captación de aguas subterráneas?	5
Qué se debe hacer antes de realizar una obra de captación de aguas subterráneas?	6
Importancia de los pozos	7
Qué son los pozos a tajo abierto?	8
Cuánta agua puede producir un pozo a tajo abierto?	9
Qué profundidad debe tener un pozo?	
Características de los pozos a tajo abierto	10
Cómo construir un pozo	11
Motobomba para bombear agua durante la construcción	12
Equipo de seguridad	12
Revestimiento del pozo	13
Materiales de construcción	14
Proceso de construcción de un pozo a tajo abierto revestido con anillos corredizos cuando el terreno es estable	15
Proceso de construcción de un pozo a tajo abierto revestido con anillos corredizos cuando el terreno es estable	16
Construcción de pozos a tajo abierto revestidos con anillos cuando el terreno es inestable	17
Construcción de pozos a tajo abierto revestidos con anillos fijos	18
Construcción de pozo a tajo abierto revestido con anillos de cemento fijo	19
Construcción de pozo a tajo abierto revestido con madera	20
Otros revestimientos empleados	21
Cómo se conservan los pozos?	22
Recomendaciones	23
Qué son manantiales?	25
Qué son buenas condiciones de un manantial	25

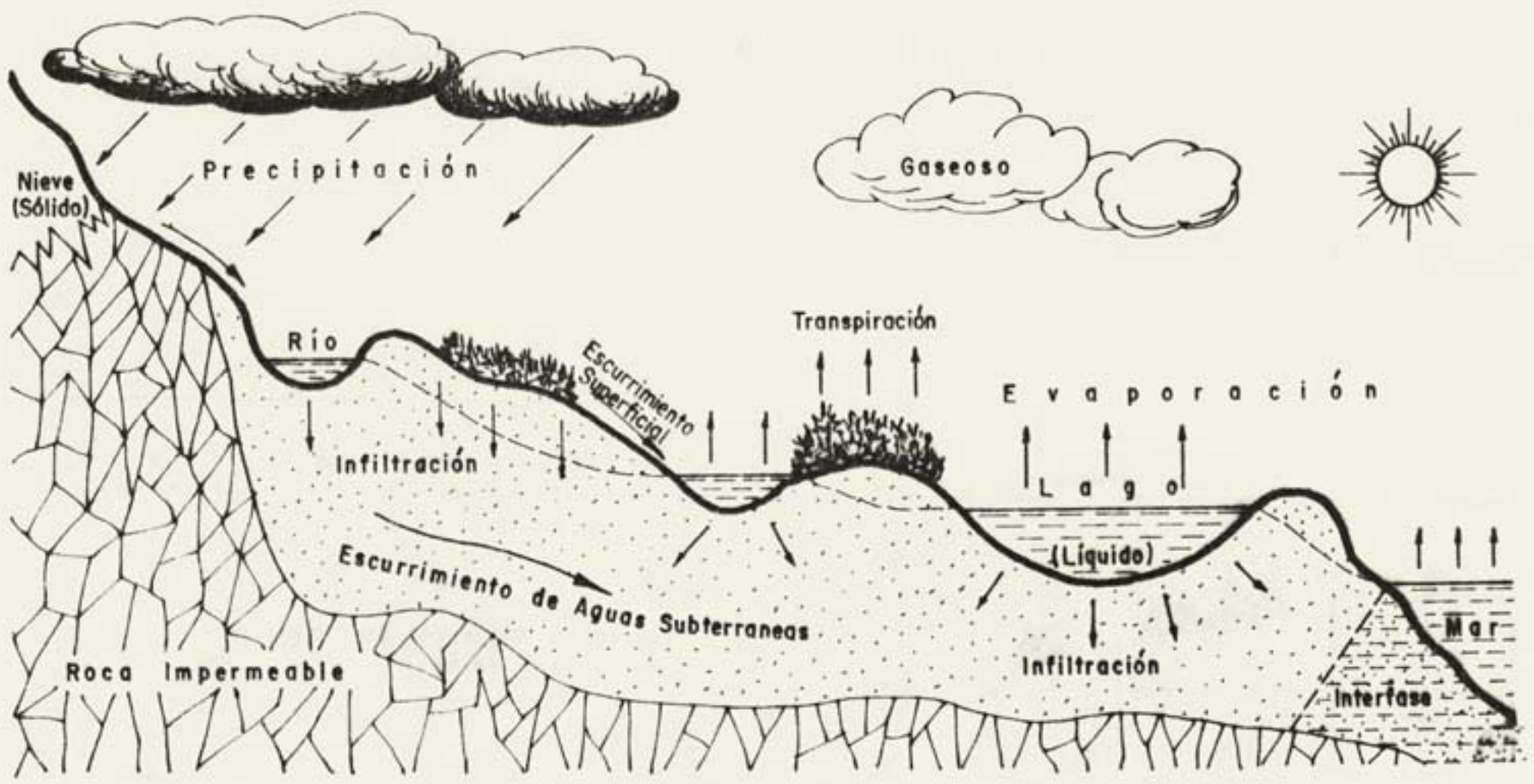
	Pág.
Qué hacer antes de realizar una obra de captación de manantiales?	26
Qué es una galería filtrante?	28
Cuántas clases de galerías filtrantes existen?	28
Qué debe hacerse antes de construir una galería filtrante?	28
De qué manera se construyen las galerías filtrantes?	29
Qué es una galería tipo zanja?	29
Qué es un equipo de bombeo?	30
Qué tipos de bombas hay?	31
Bombas centrífugas o motobombas	32
Cuáles son los sistemas de acondicionamiento que existen?	33
Acondicionamiento manual	34
Acondicionamiento rústico	34
Acondicionamiento de una bomba de pistón	35
Tracción humana	35
Acondicionamiento mecánico	36
Acondicionamiento eólico	36
Recomendaciones	37
Equipamiento de pozos	38
Medidas y observaciones útiles a realizar en las captaciones de aguas subterráneas	39
Medición del fondo de un pozo	40
Medición de la cantidad de agua que produce el pozo	41
Cómo se mide el caudal de una obra de captación?	42
Medidas de calidad del agua	43
Recomendaciones para la toma de muestras	44
Recomendaciones para la toma de muestras	45
	46

AGUAS SUBTERRANEAS **1** DEFINICION

¿QUE SON LAS AGUAS SUBTERRANEAS?

Provienen de la filtración de las aguas de los ríos, riegos, lluvias y desagües, en terrenos que son permeables, es decir que están formados por piedras y arena. En esta forma pueden acumular grandes cantidades de agua subterránea. Estas pueden ser aprovechadas por el hombre para su alimentación, la de sus animales y para el riego.

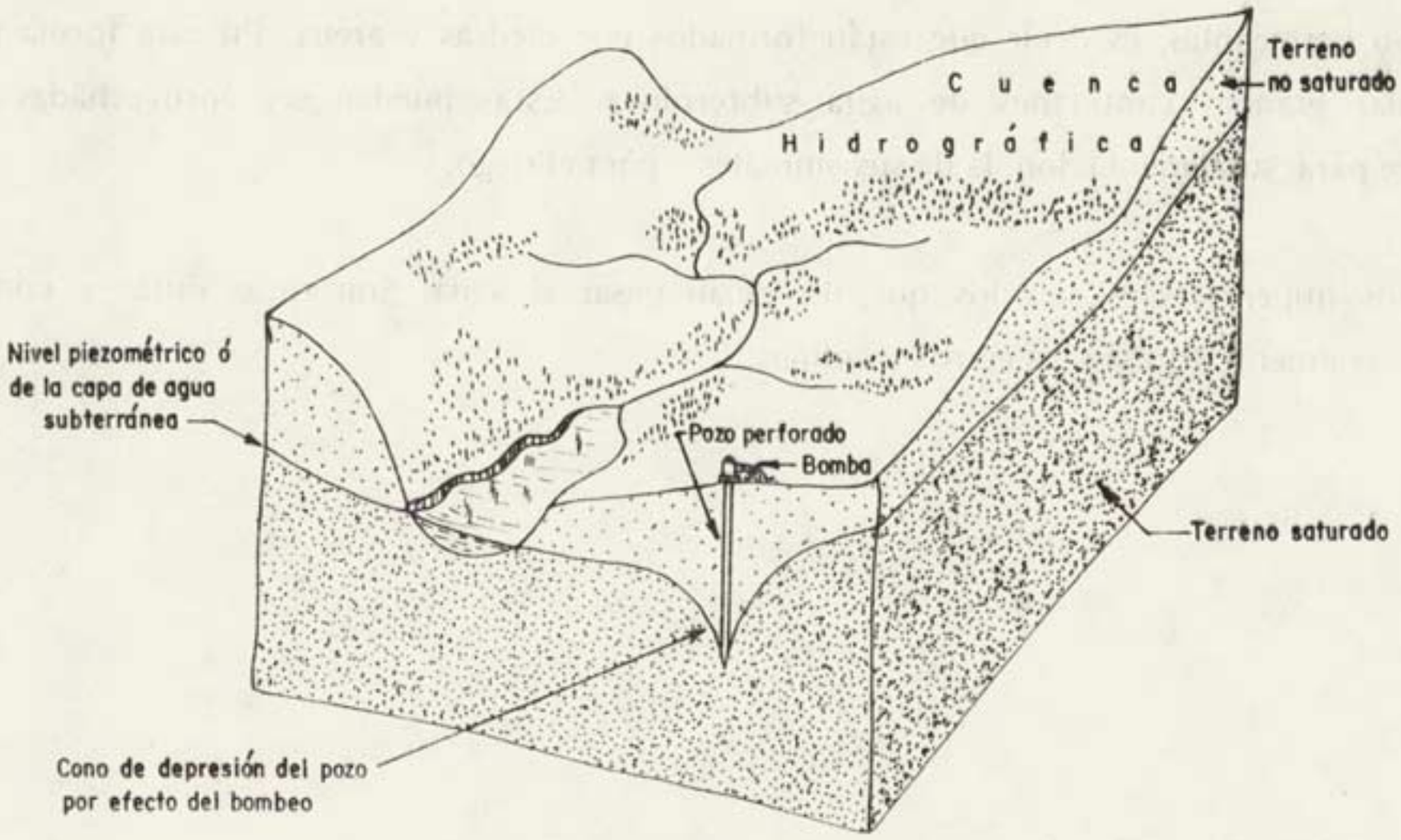
Terrenos impermeables son los que no dejan pasar el agua. Son rocas duras y compactas que generalmente forman los cerros y colinas.



CICLO HIDROLOGICO

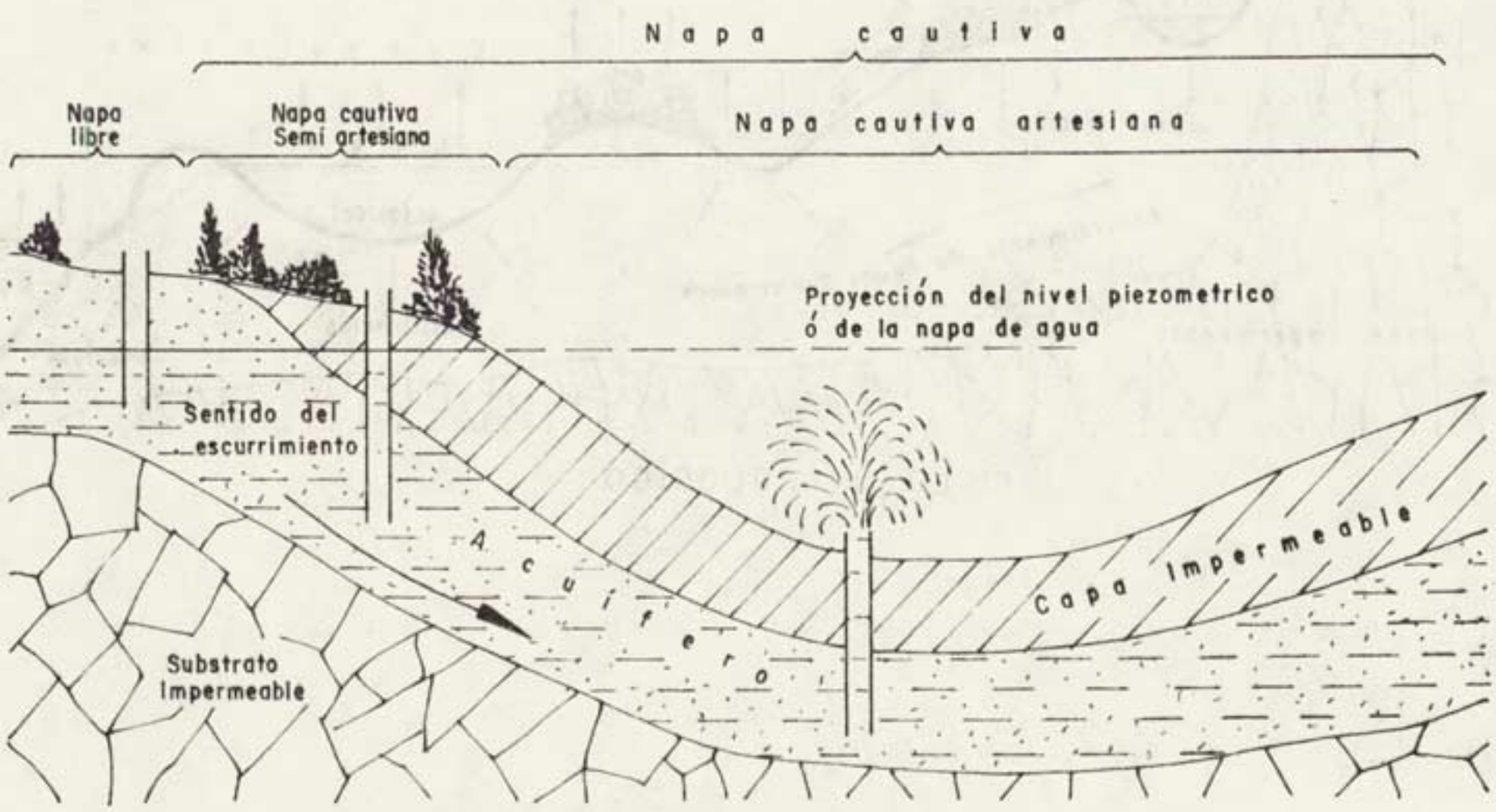
¿ QUE ES UNA CUENCA ?

Es una zona donde todas las aguas que caen se agrupan y corren por un mismo cauce hasta desembocar en un lago o en el mar.



EL SUBSUELO ES UN GRAN RESERVORIO DE AGUA

¿ QUE ES UNA NAPA ?



DIFERENTES TIPOS DE NAPAS

CIDEGEO GEOGRAFIA VOLCANOLOGIA CRAIDOT

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Son generalmente muy puras para la bebida.

Sin embargo antes de aprovecharse para este fin o para el riego, es necesario tomar una muestra en una botella y enviarla para su análisis físico-químico y bacteriológico a los laboratorios más cercanos.

¿CUALES SON LAS CONDICIONES PARA LA EXISTENCIA DE AGUAS SUBTERRANEAS?

Se requiere:

** Que haya la mayor extensión posible de terrenos porosos y permeables;

** Que existan aguas superficiales en cantidad suficiente para permitir la formación de corrientes de aguas subterráneas;

** Que las aguas subterráneas sean de buena calidad.

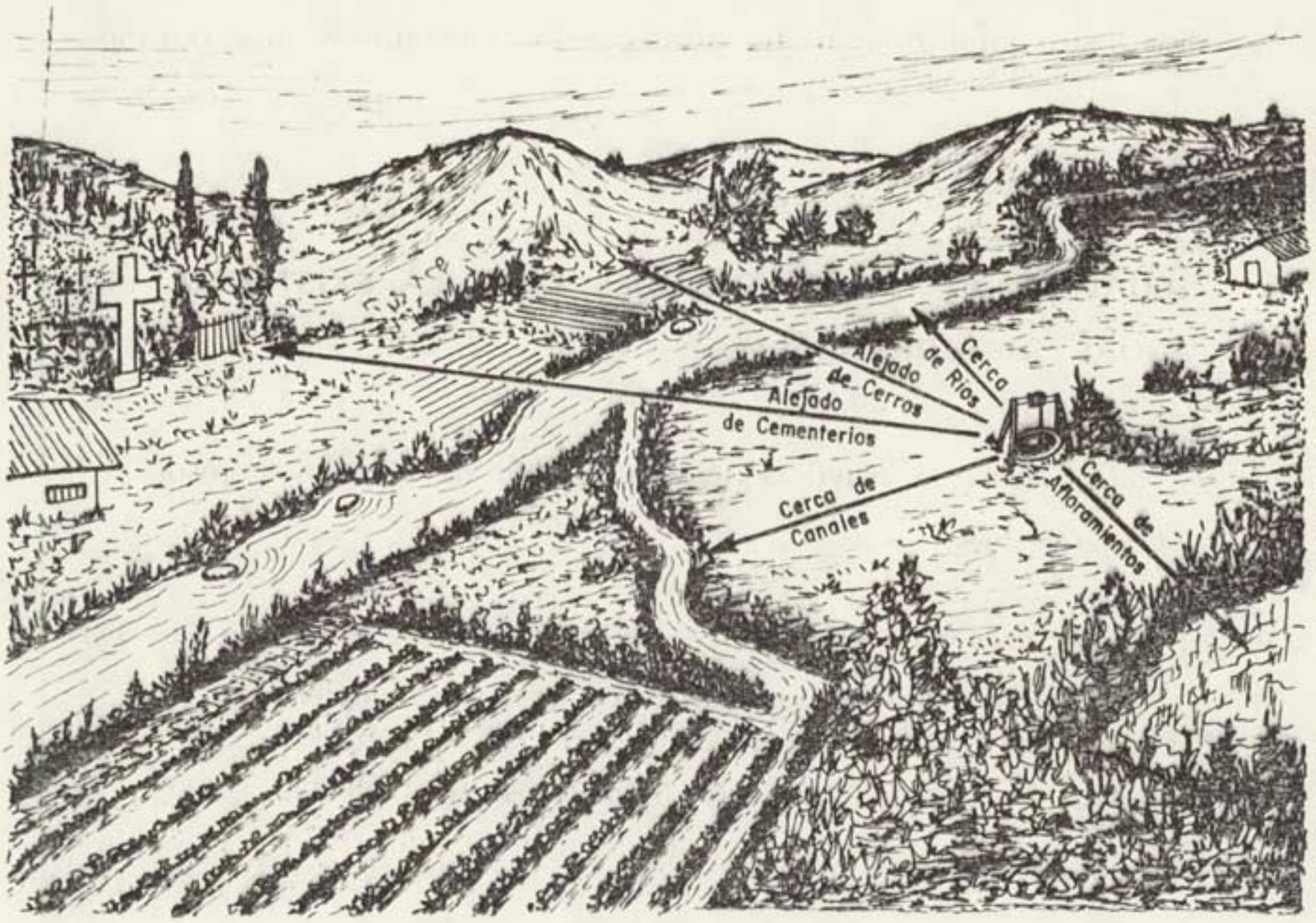
¿COMO SE PUEDEN CAPTAR LAS AGUAS SUBTERRANEAS?

Las aguas subterráneas se pueden captar a través de sus salidas naturales llamadas manantiales.

También haciendo excavaciones a manera de zanjas o canales cuando el agua subterránea no se encuentra muy profunda.

Por último se pueden captar las aguas subterráneas haciendo excavaciones más profundas llamadas pozos.

¿QUE SE DEBE HACER ANTES DE REALIZAR UNA OBRA DE CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS?



ZONAS FAVORABLES PARA PERFORACION DE POZOS

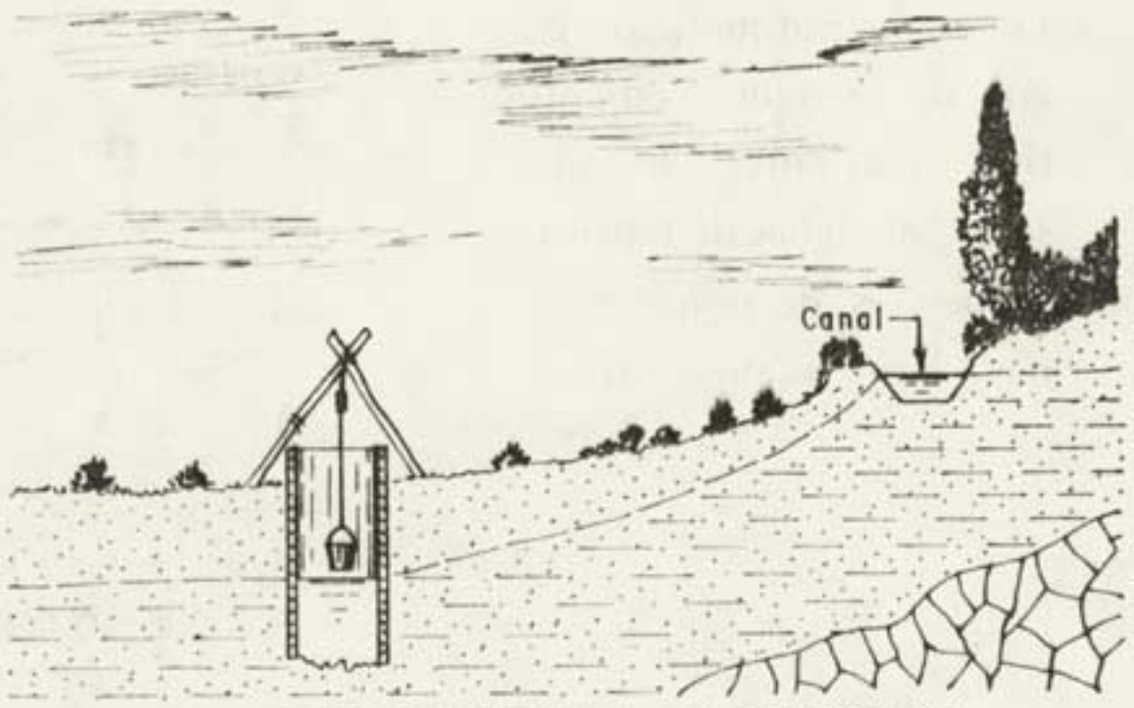
1o. Observe si se dan en la región las condiciones para la existencia de aguas subterráneas.

2o. Recorra la zona tratando de averiguar si existen indicios de la presencia de aguas subterráneas tales como humedad o vegetación en sectores aparentemente secos; y, de distinguir las rocas permeables de las impermeables para conocer dónde podemos excavar en busca de agua.

3o. Averiguar si existen obras de captación utilizadas por vecinos, sean manantiales, galerías filtrantes o pozos. En este caso, pregunte u observe la cantidad de agua que se obtiene. En las captaciones en las que se observe una buena cantidad de aguas subterráneas, anote sus características para tratar de aplicarlos a la zona elegida para captar aguas subterráneas.

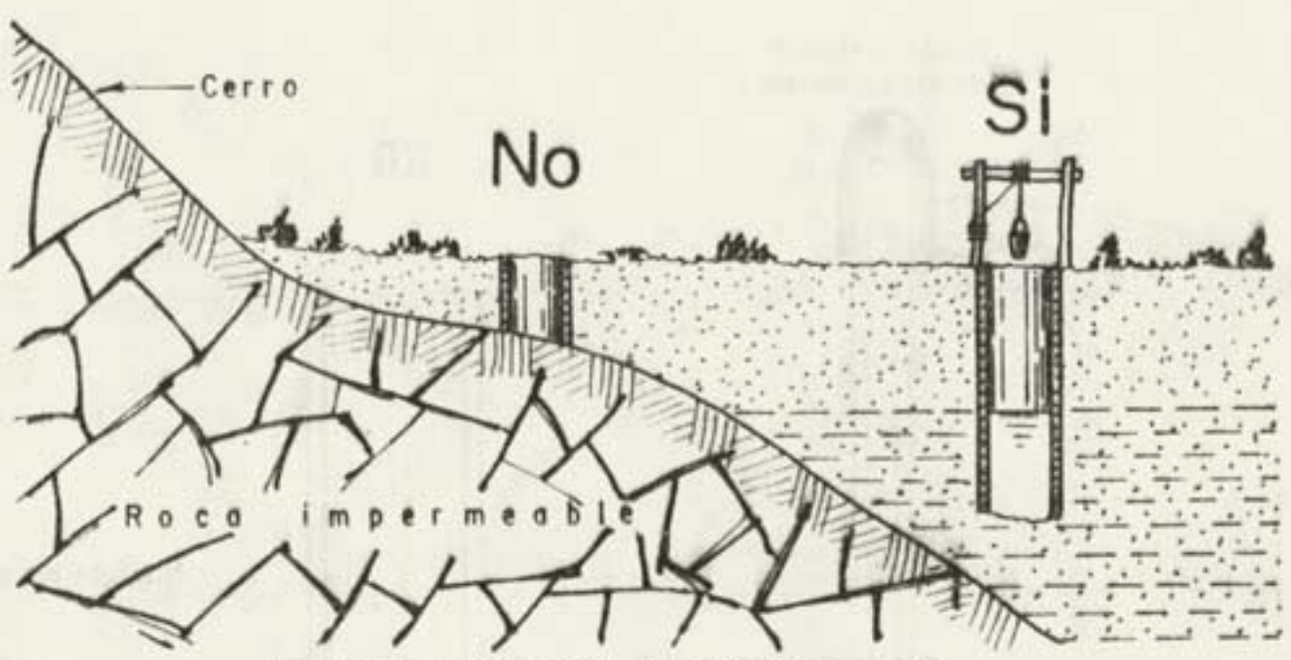
3o. En todo caso, trate de captar las aguas subterráneas :

* Cerca de ríos, lagos, caños;

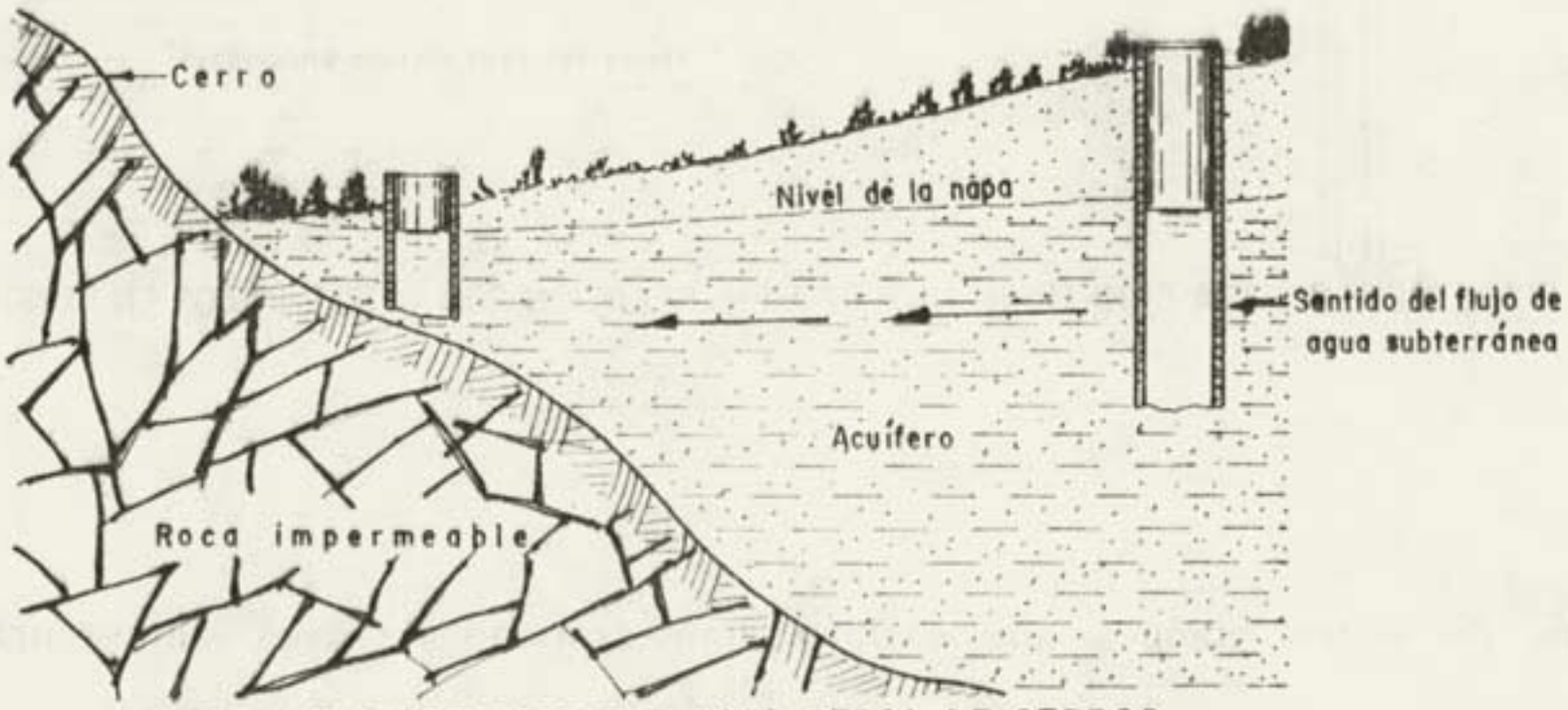


POR QUE ES CONVENIENTE QUE ESTE CERCA DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

* Lejos de cerros y montañas de roca dura y compacta, a menos que cerca de éstos exista la presencia de humedad o de aguas;

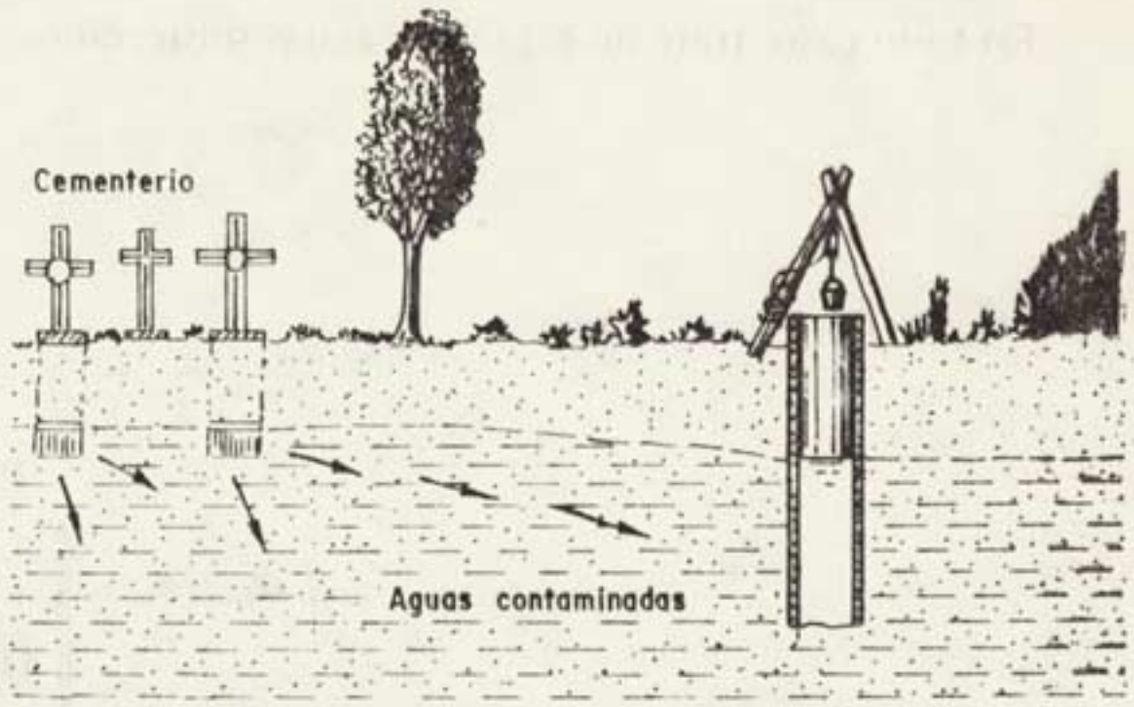


POR QUE NO CERCA DE LOS CERROS



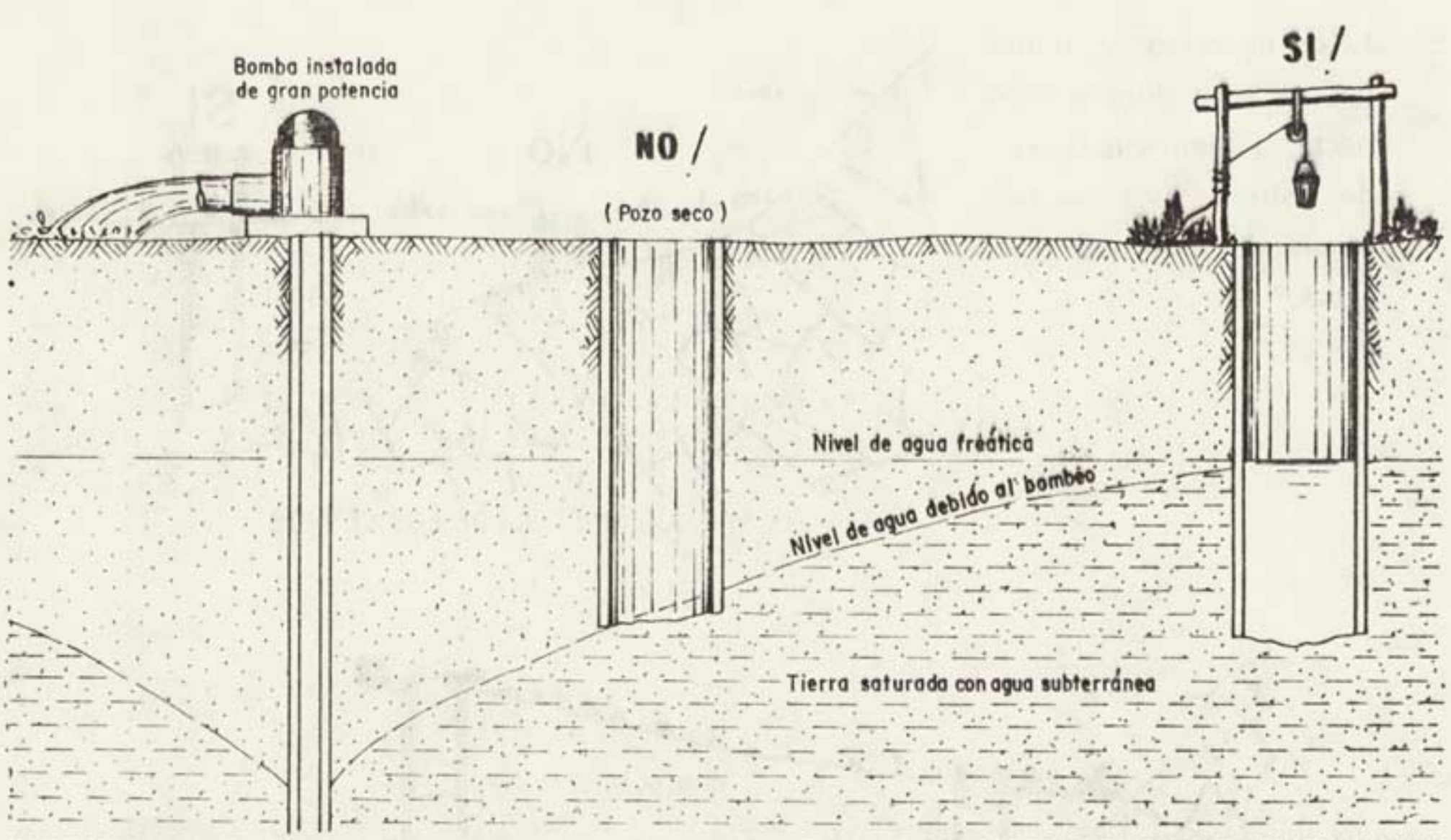
CASO EN QUE PUEDE CAPTARSE AGUA CERCA DE CERROS

* Lejos de porquerizas, pozos de desagüe, cementerios, corrientes de agua sucia, desagües de fábrica deshechos de minas y zonas con suelos salinos,



POR QUE NO CERCA DE FUENTES DE CONTAMINACION

* Cerca, pero nunca a menos de 150 metros, de pozos o galerías en estado útil;



DISTANCIA CONVENIENTE PARA CONSTRUIR UN POZO EN RELACION CON OTROS POZOS EN FUNCIONAMIENTO

* Lejos de pozos grandes que extraen gran cantidad de agua subterránea;

* Lejos del mar, lagos o en general depósitos de aguas saladas o inconvenientes.

IMPORTANCIA DE LOS POZOS

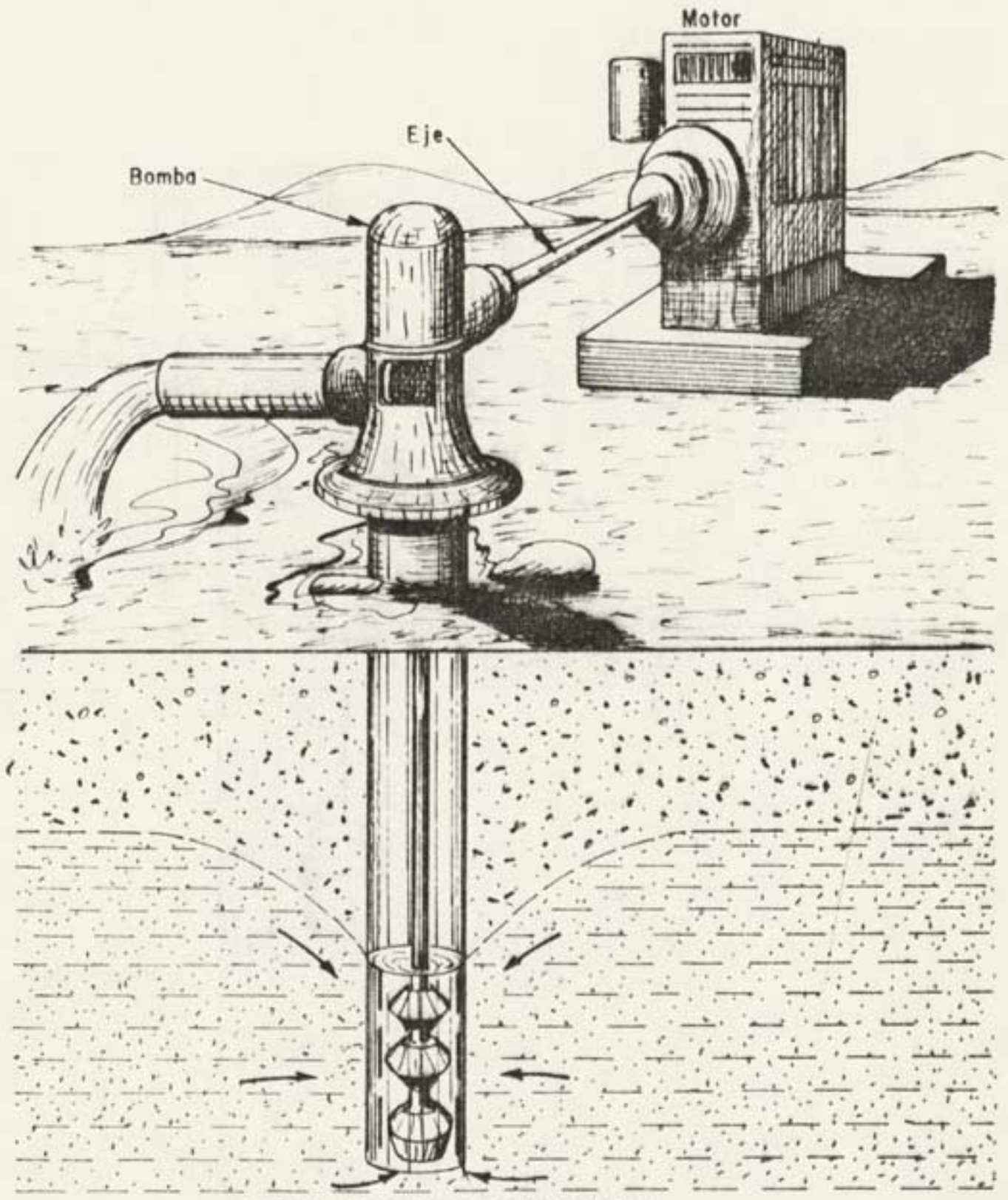
En zonas desérticas o donde se producen períodos de sequedad, son los únicos medios de abastecimiento de agua. Además, gran parte de ellos pueden ser construídos manualmente y son de bajo costo.

¿QUE PASA CUANDO SE BOMBEA AGUA EN UN POZO?

Cuando se bombea agua de un pozo, el nivel del agua baja. Si el terreno acuífero es capaz de suministrar mayor cantidad de agua que la que extrae la bomba, el nivel del pozo se estabilizará. Si los terrenos en los que está el pozo no son capaces de suministrar el agua a la misma velocidad que la extraída por la bomba, el pozo se quedará en seco. El agua en el subsuelo adopta la forma de un embudo.

El pozo puede quedar también en seco si ha estado mal construído y no tiene suficientes orificios para la entrada del agua, o es poco profundo. Por eso es importante realizar pruebas para conocer el caudal que es posible extraer de un pozo y escoger el equipo conveniente.

El agua ingresa al pozo. por las paredes del hueco y también por el fondo.

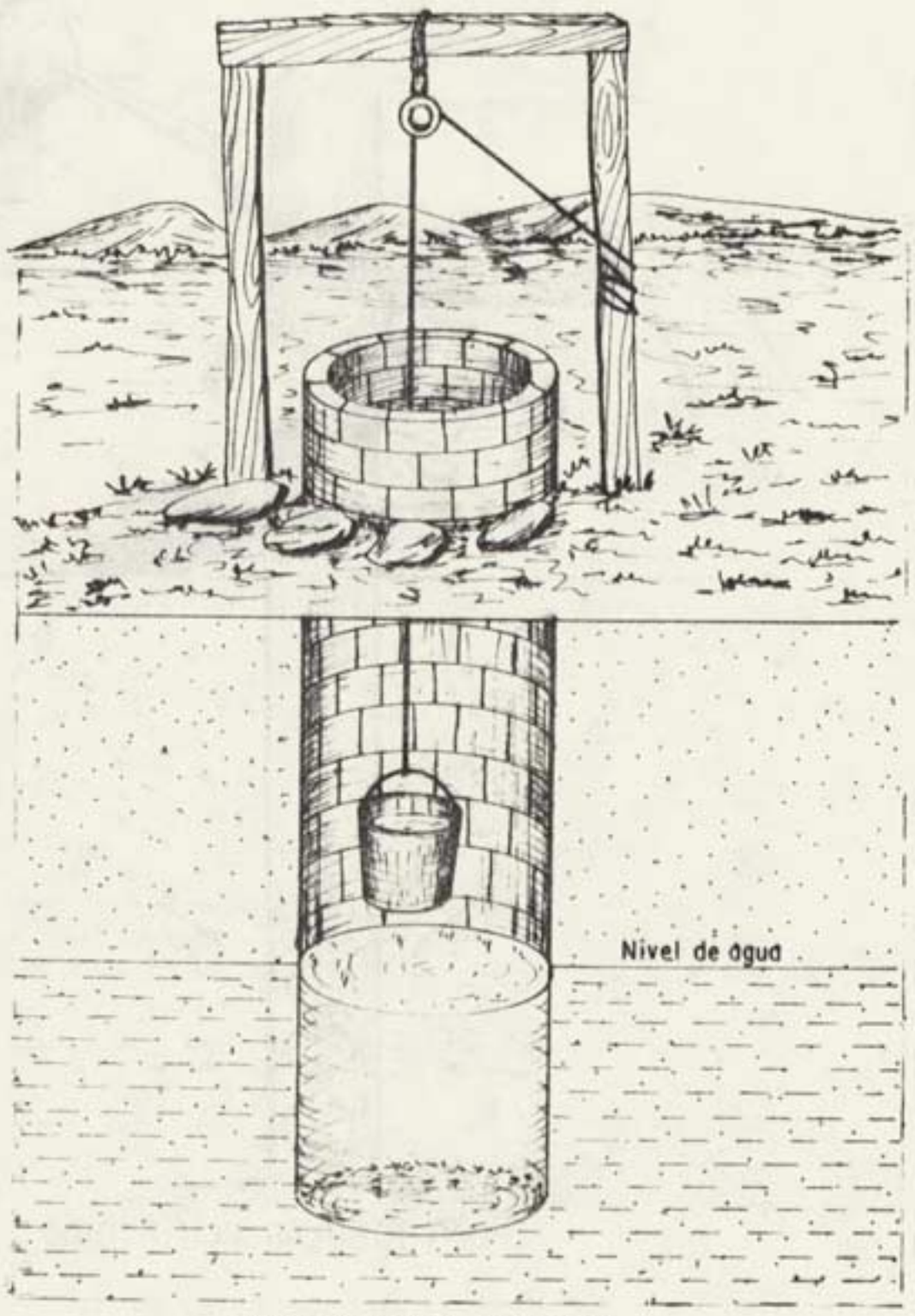


POZO TUBULAR CON EQUIPO

¿QUE SON POZOS A TAJO ABIERTO?

Son excavaciones que se ejecutan generalmente en forma manual, utilizando herramientas tales como palas, baldes, picos, barretas, entre otros.

Son de gran diámetro y de poca profundidad. Pueden no ser revestidos pero es preferible que lo sean, de ladrillo, cemento, piedra, madera u otros materiales.



POZO A TAJO ABIERTO

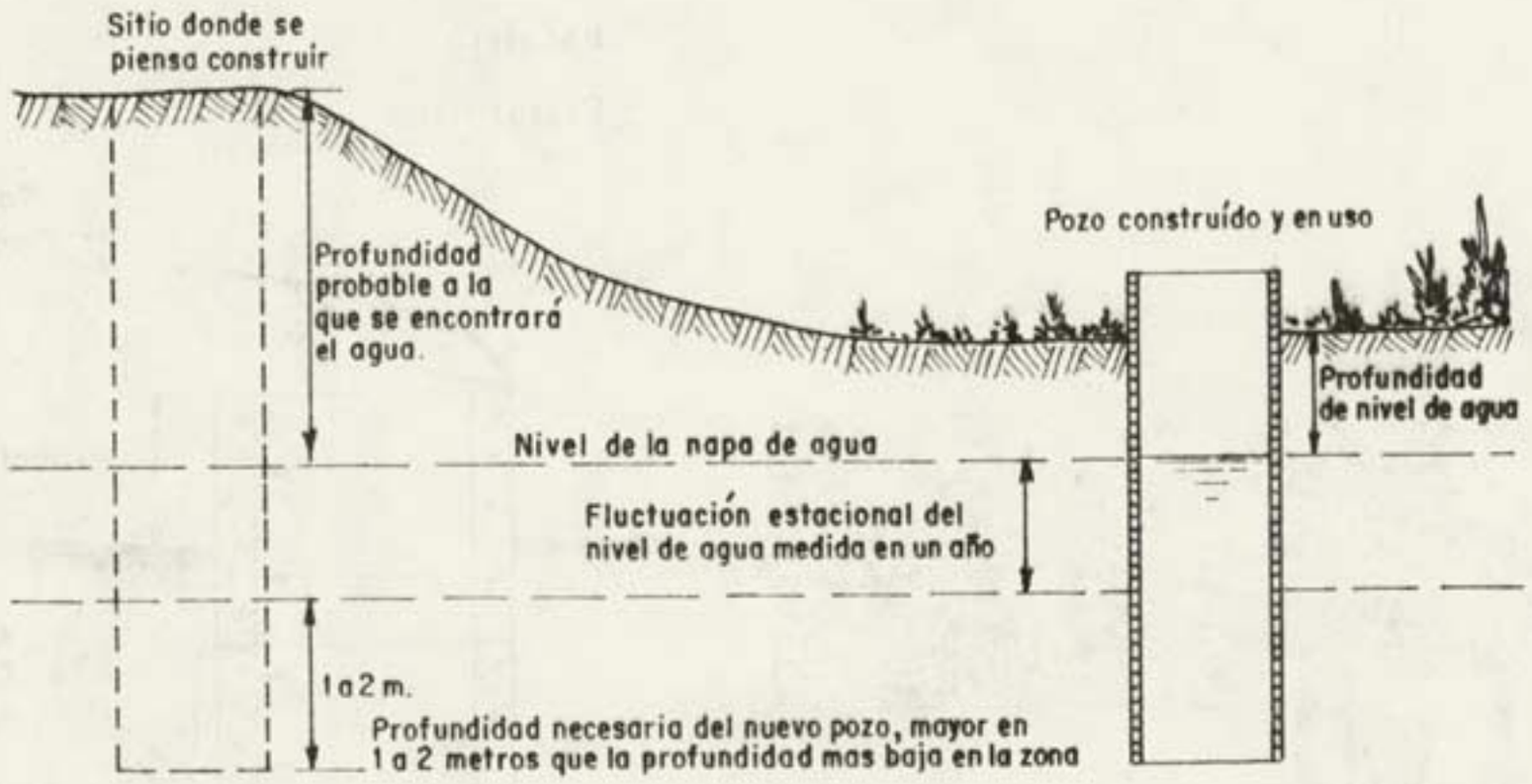
UNIDAD

¿ CUANTA AGUA PUEDE PRODUCIR UN POZO A TAJO ABIERTO?

Generalmente estos pozos pueden producir hasta 10 litros por segundo, lo que es suficiente para cubrir las necesidades de la familia, abastecer de agua a los animales y regar algunas hectáreas.

¿ QUE PROFUNDIDAD DEBE TENER UN POZO?

Es difícil llegar más allá de 30 metros en la excavación de estos pozos. Por lo general debe tratarse de excavar lo máximo posible debajo del nivel de agua, en su época más profunda.



INDICIOS A TENERSE EN CUENTA ANTES DE LA CONSTRUCCION DE UN NUEVO POZO.

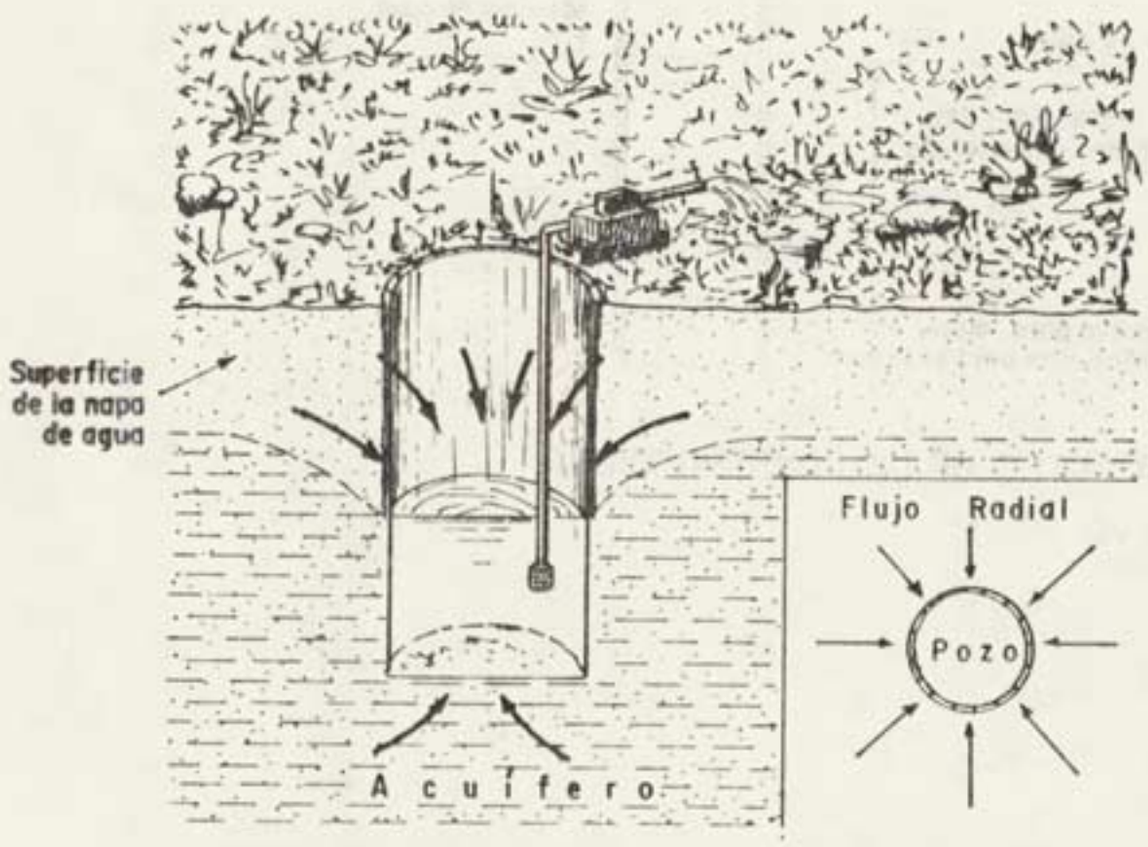
SEÑOR AGRICULTOR TENGA EN CUENTA QUE EL NIVEL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS FLUCTUA DE ACUERDO A LAS ESTACIONES CLIMATICAS. EN CONSECUENCIA, ES PREFERIBLE EXCAVAR POZOS EN LAS EPOCAS EN QUE LAS AGUAS SE ENCUENTRAN EN EL MAS BAJO NIVEL PARA QUE EL POZO NO SE QUEDE EN SECO EN DETERMINADAS EPOCAS DEL AÑO.

¿QUE FORMA DEBE TENER EL POZO?

La forma más adecuada es la cilíndrica.

¿QUE TAMAÑO DEBE TENER EL POZO?

El diámetro del agujero debe ser tal que permita el trabajo de 1 ó 2 hombres.



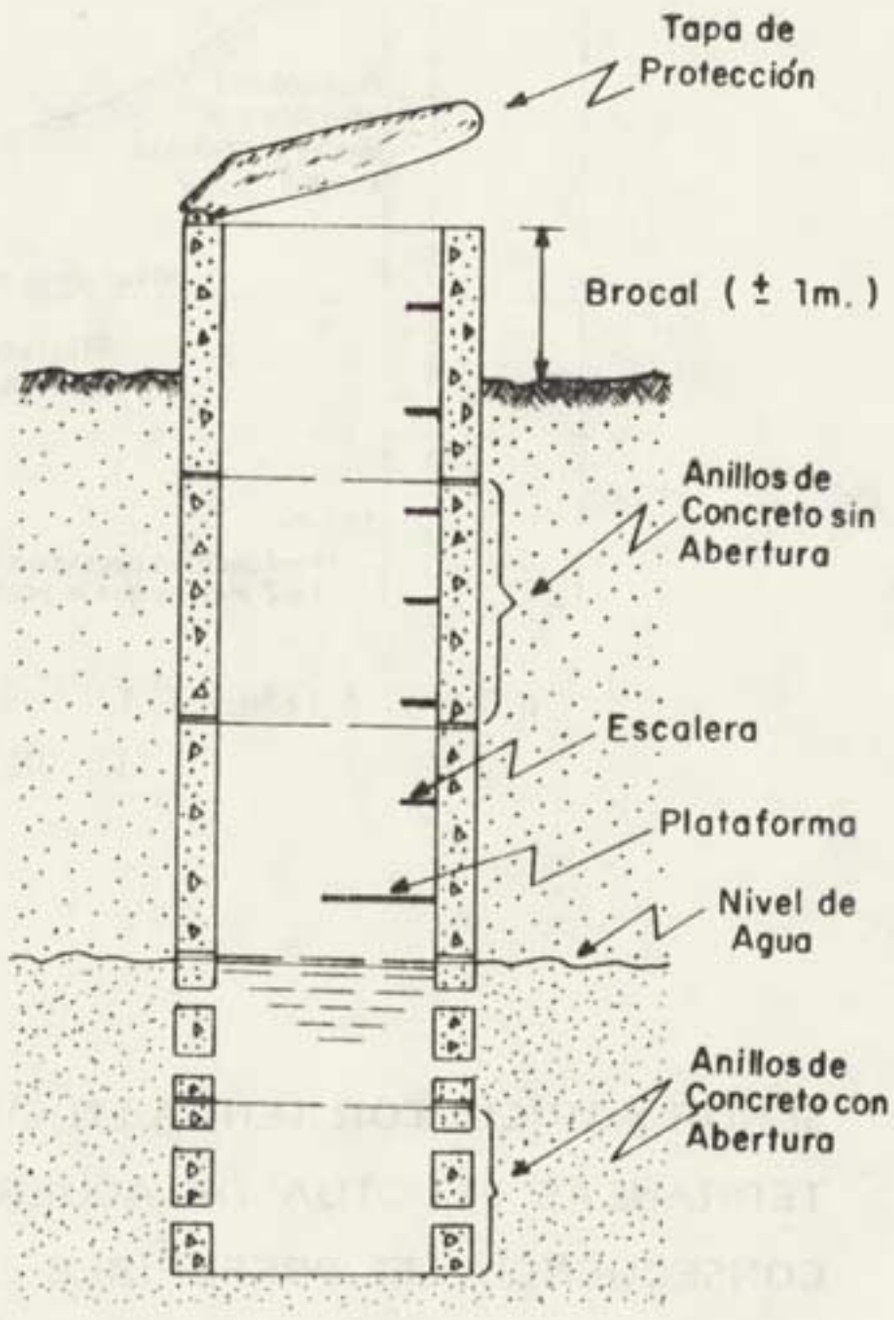
EL AGUA FLUYE AL POZO DE TODAS DIRECCIONES

¿COMO INGRESA EL AGUA AL POZO?

El agua ingresa al pozo por las paredes del hueco y también por el fondo.

¿CUALES SON LAS PARTES DE UN POZO A TAJO ABIERTO?

* Revestimiento propiamente dicho
* Parte filtrante
* Brocal
* Tapa de protección
* Escalera
* Plataforma



¿COMO CONSTRUIR UN POZO?

Herramientas

** Pico

** Pala

** Barretas

** Recipiente (balde)

** Carretilla





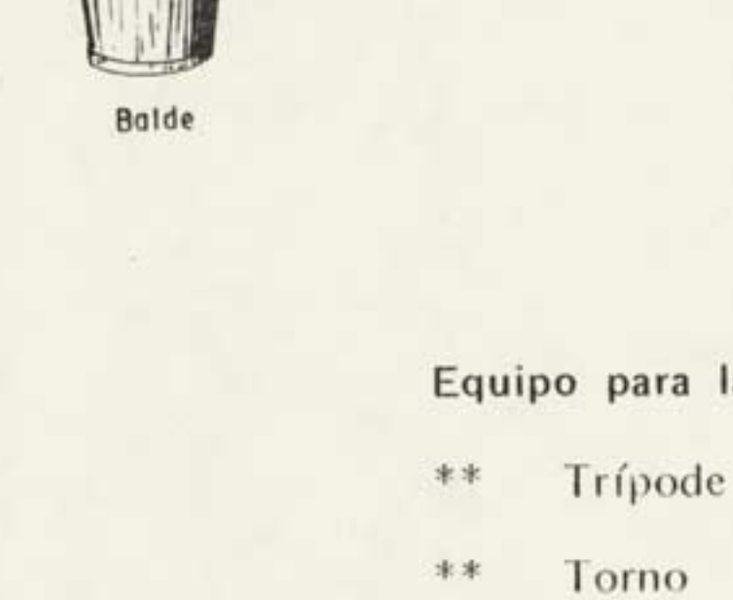




Equipo para la Excavación:

** Trípode o,

** Torno

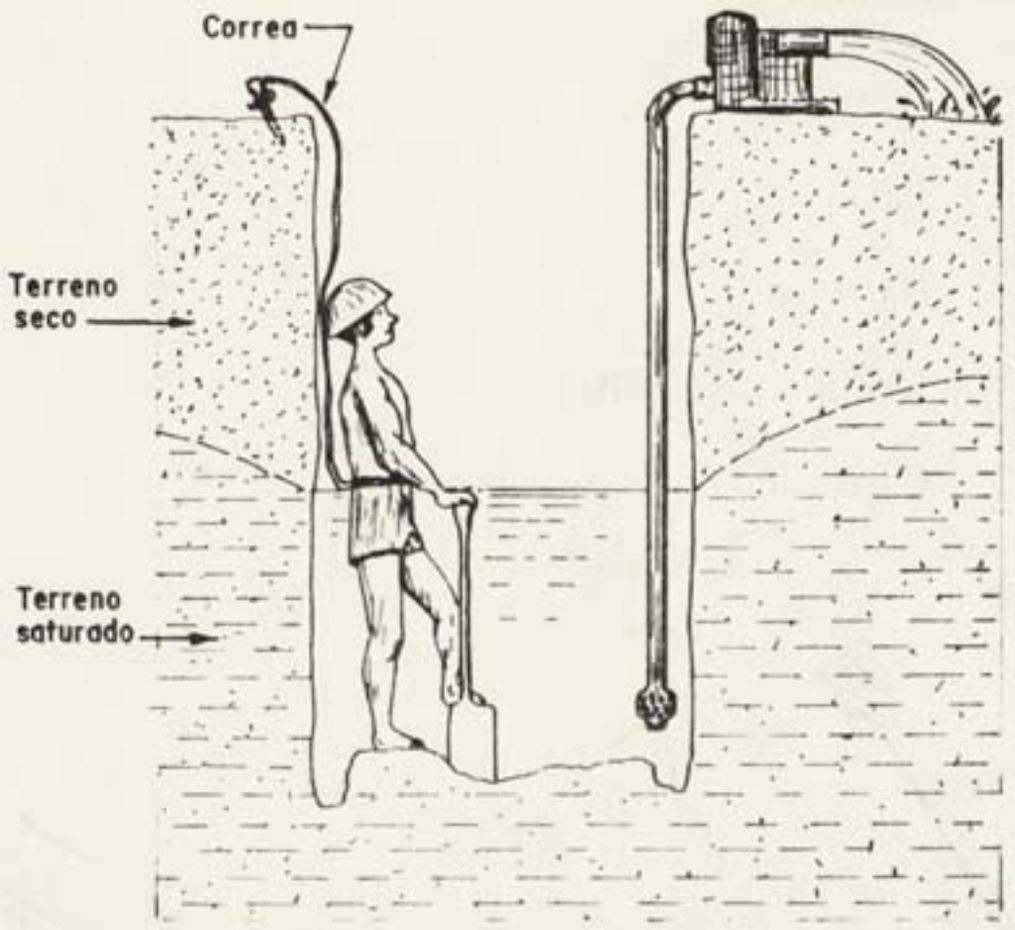


TORNO PARA EXTRACCION DE TIERRA EN LA CONSTRUCCION



TRIPODE PARA EXTRAER EL MATERIAL EN LA CONSTRUCCION DE UN POZO

** Motobomba para bombear agua durante la construcción



BOMBEO DEL AGUA PARA PERMITIR LA EXCAVACION

Equipo de Seguridad

** Casco

** Botas

** Guantes

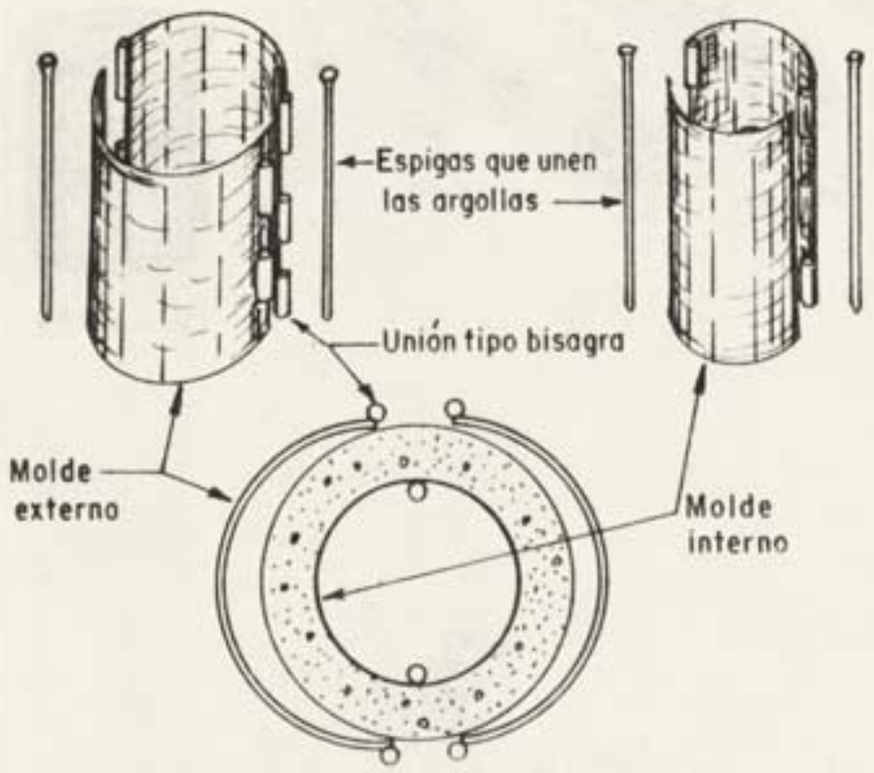
** Correa de Seguridad



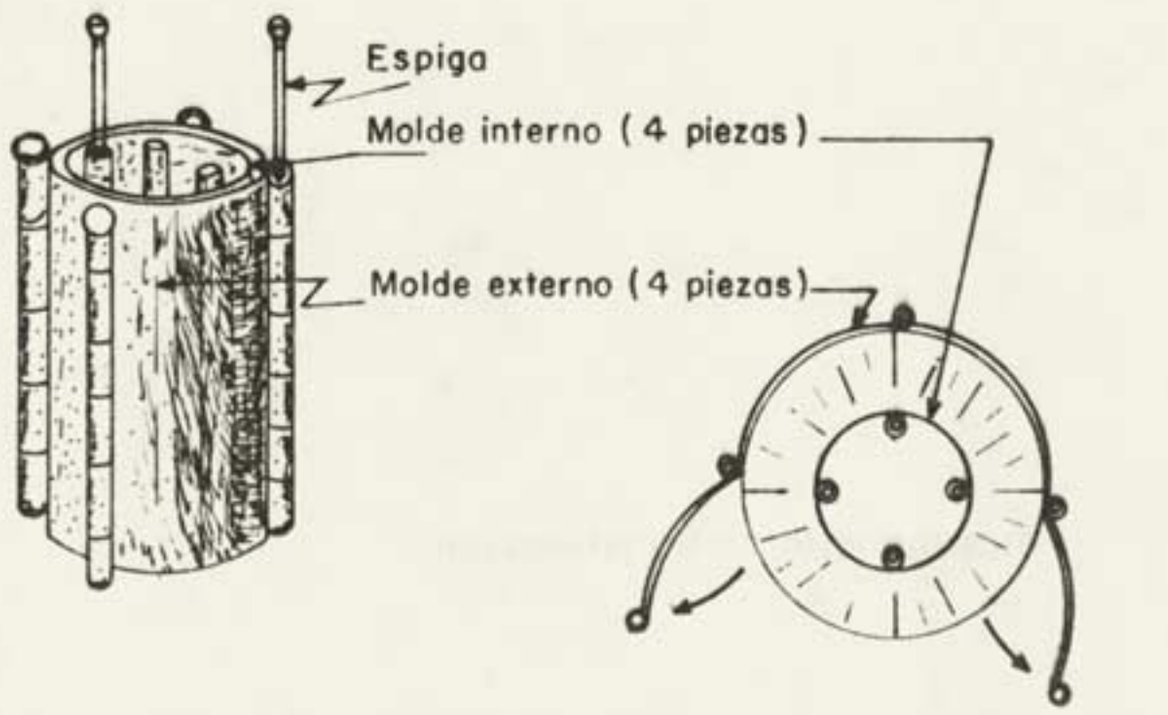
REVESTIMIENTO DEL POZO

Es preferible que la pared interna de la excavación sea revestida, a fin de evitar derrumbes, caída de materiales dentro del pozo, así como para mayor protección de las personas que excavan el pozo. Este revestimiento se puede hacer con anillos de cemento, ladrillos, bloques de cemento, madera, piedra y cemento o simplemente con pañeteado de cemento. Cuando el terreno es muy estable y el pozo ha de ser poco profundo se puede prescindir de este revestimiento.

El revestimiento del tramo comprendido entre la superficie del suelo y el nivel del agua debe ser impermeable; mientras que el tramo inferior que irá sumergido en el agua debe tener agujeros o aberturas para facilitar el ingreso del agua al pozo.



MOLDES DE LATA PARA CONSTRUCCION DE ANILLOS DE CONCRETO SOBRE EL NIVEL DE AGUA

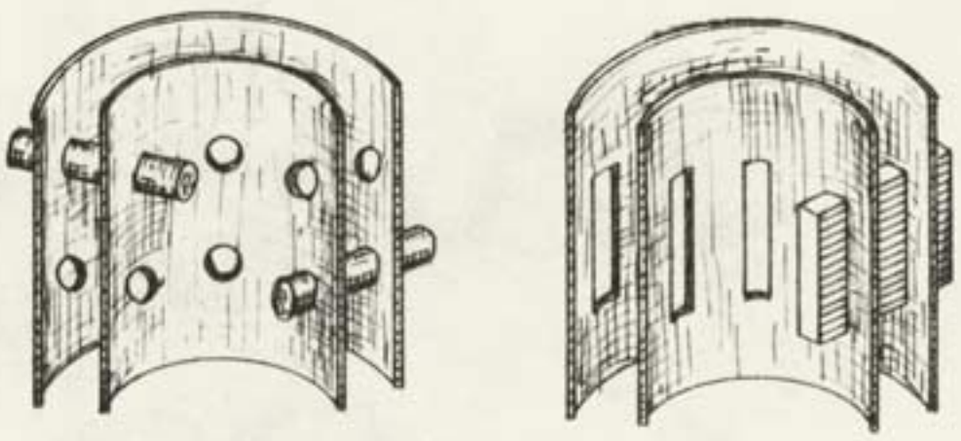


MOLDES DE HIERRO PARA CONSTRUIR ANILLOS DE CONCRETO SOBRE EL NIVEL DE AGUA.

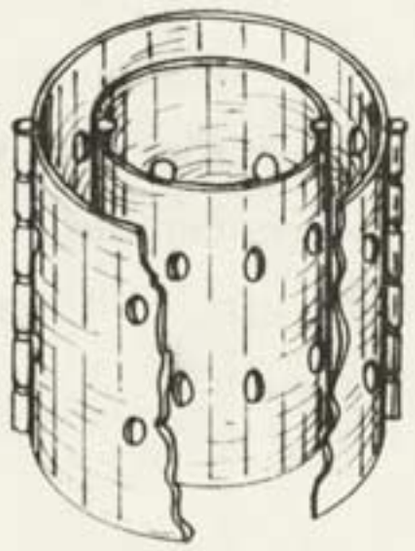
Revestimiento con Anillos de Cemento

Moldes: Para la fabricación de los anillos es necesario contar con dos juegos concéntricos: un juego sin aberturas y otro con aberturas. Los diámetros más usuales de estos moldes son de 1.50 metros para el molde exterior y 1.20 metros para el interior. La altura puede ser de 1.00 a 1.20 metros.

Las aberturas de los moldes que servirán para fabricar los anillos que quedarán sumergidos en el agua pueden ser de 1 pulgada de diámetro, a razón de 20 orificios por vuelta y 4 vueltas por anillo. También pueden ser de forma rectangular (1 cm. x 30 cm.), a razón de 200 por vuelta y 3 vueltas por anillo. El material puede ser de hierro de 1/8" de espesor, o de lata de aceite o petróleo.

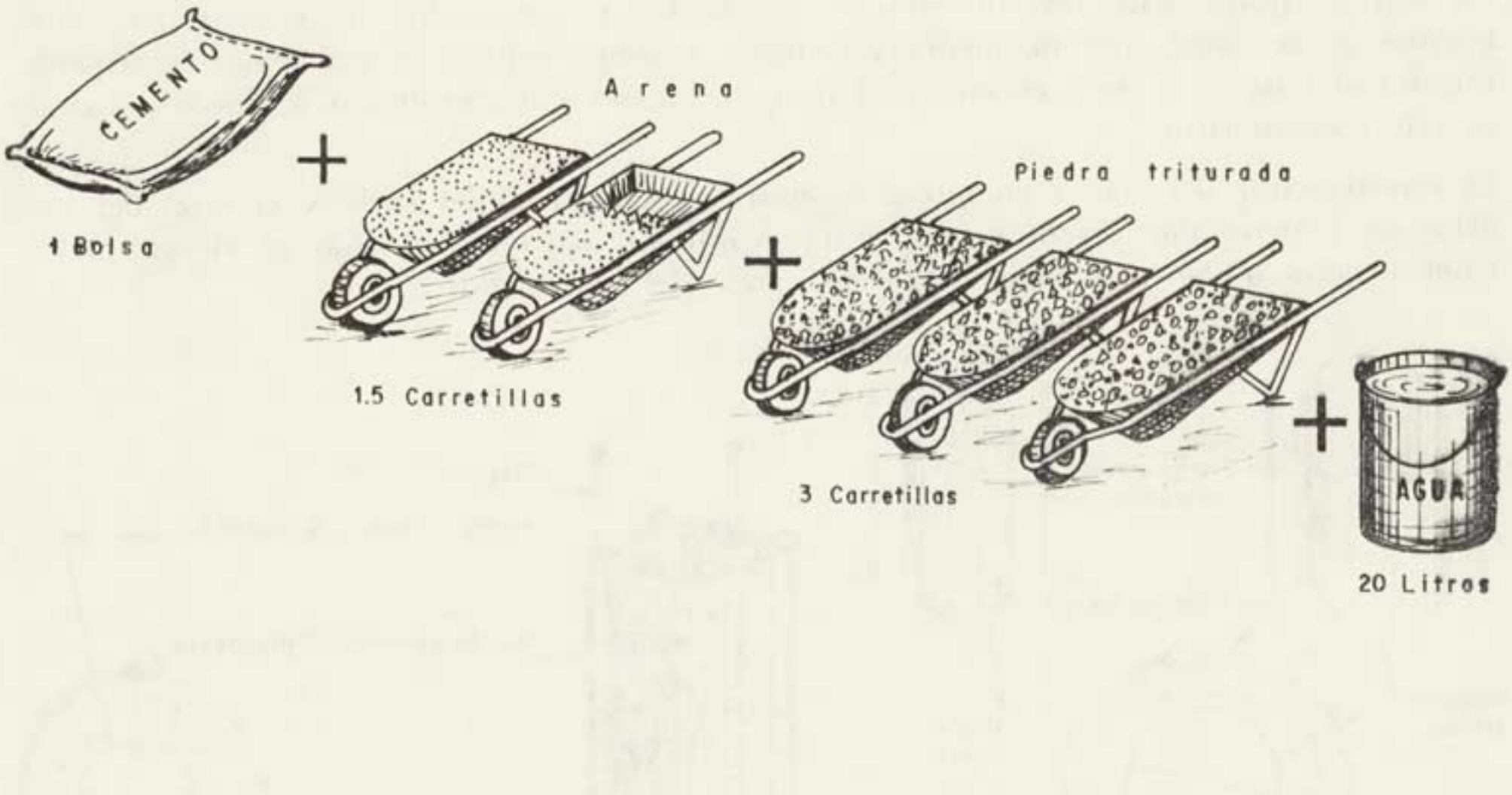


ARMADO DE LOS MOLDES PARA EL VACEADO DE CEMENTO PARA LA CONSTRUCCION DE ANILLOS CON ORIFICIOS



MOLDE PARA CONSTRUIR ANILLOS BAJO EL NIVEL DEL AGUA

Materi:



Procedimiento de Construcción

Anillos Corredizos o Deslizantes:

Se llama así cuando la columna de anillos que se construye desciende por gravedad según avanza la excavación. Cuando el terreno es estable se excava hasta llegar al nivel de aguas subterráneas colocándose en el fondo los anillos con aberturas, que son los que se sumergirán luego por debajo del nivel del agua, conforme se prosiga con la excavación.

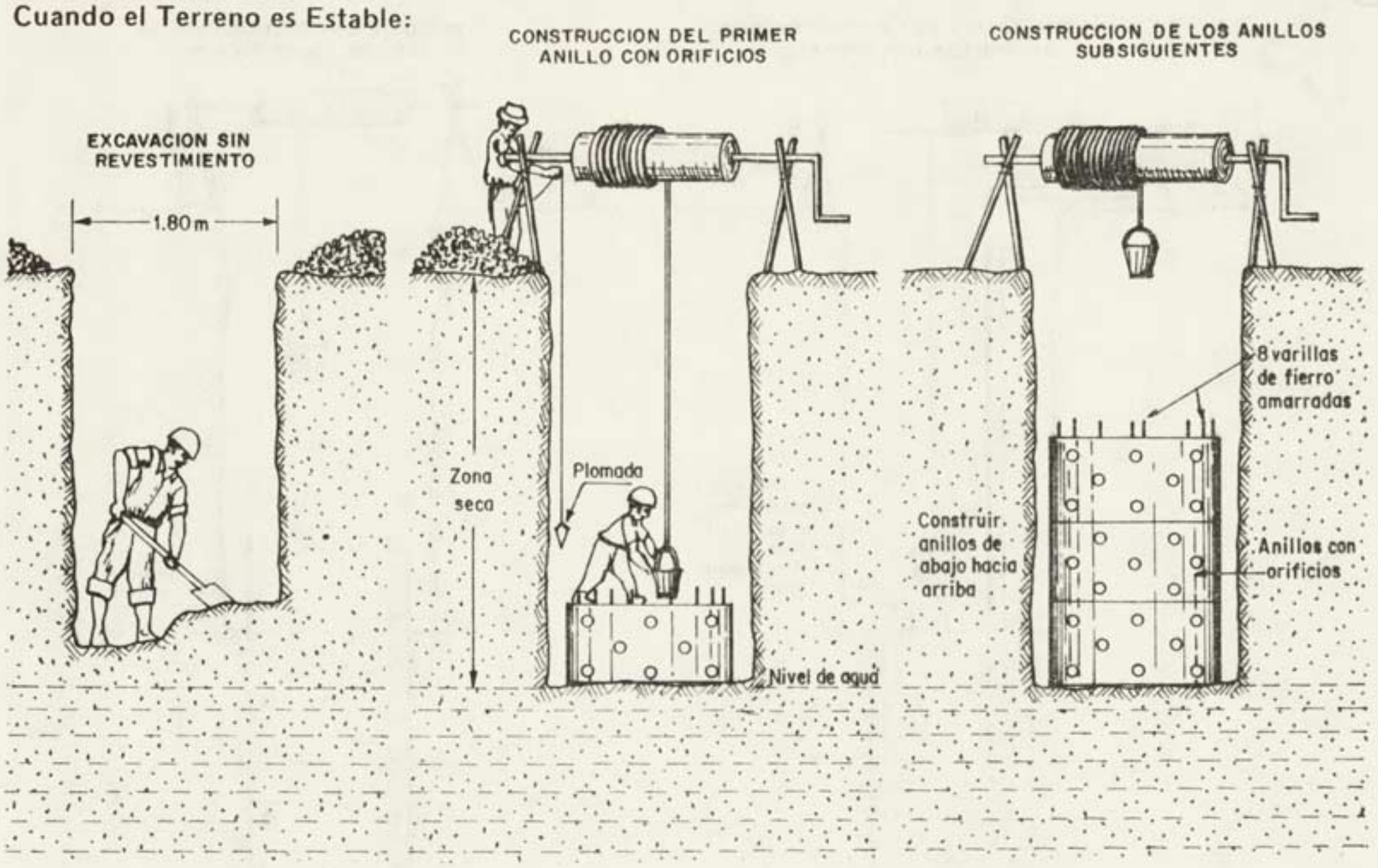


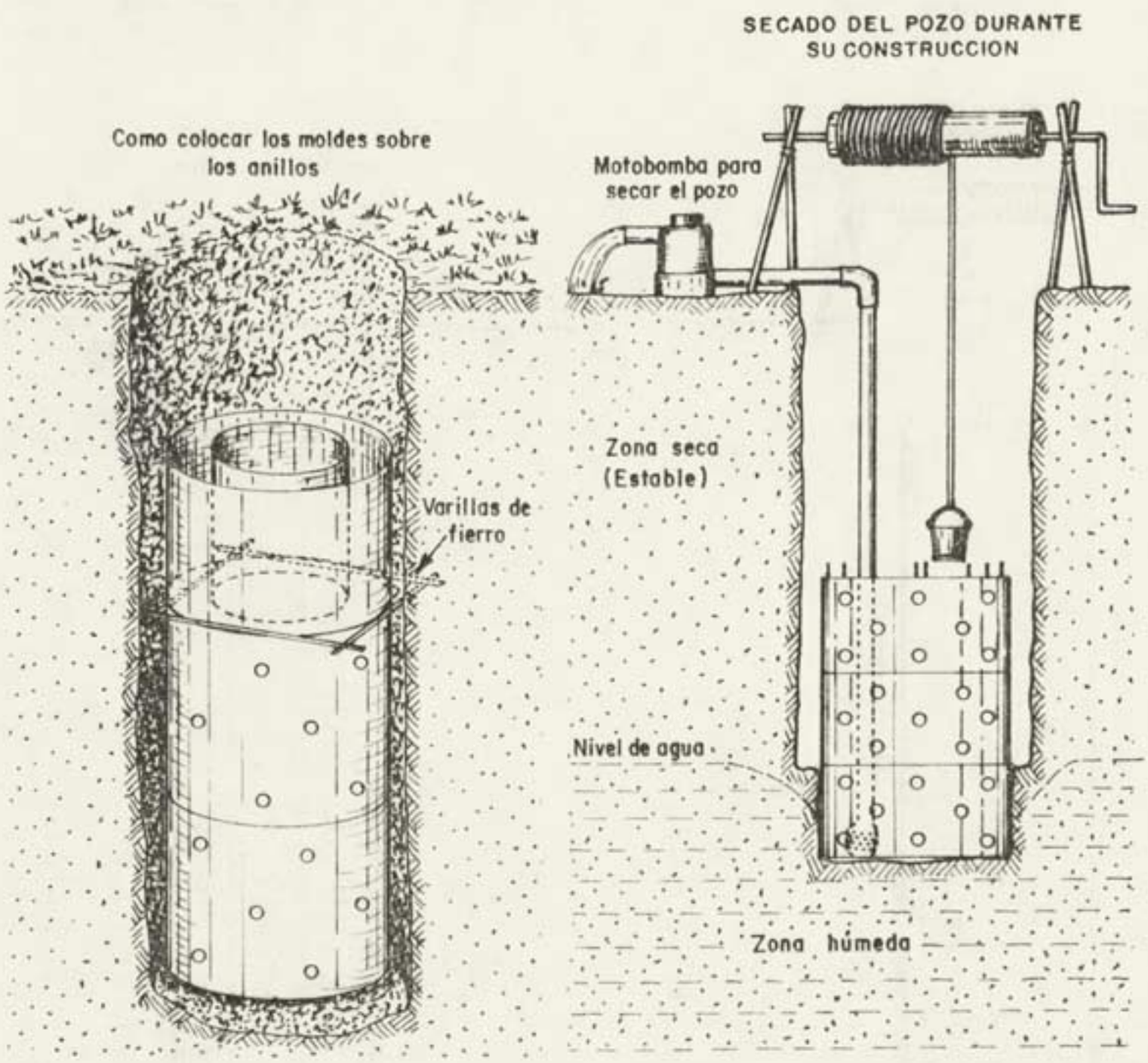
CONSTRUCCION DE ANILLOS DESLIZANTES EN EL POZO



CONSTRUCCION DE ANILLO FIJO EN EL POZO.

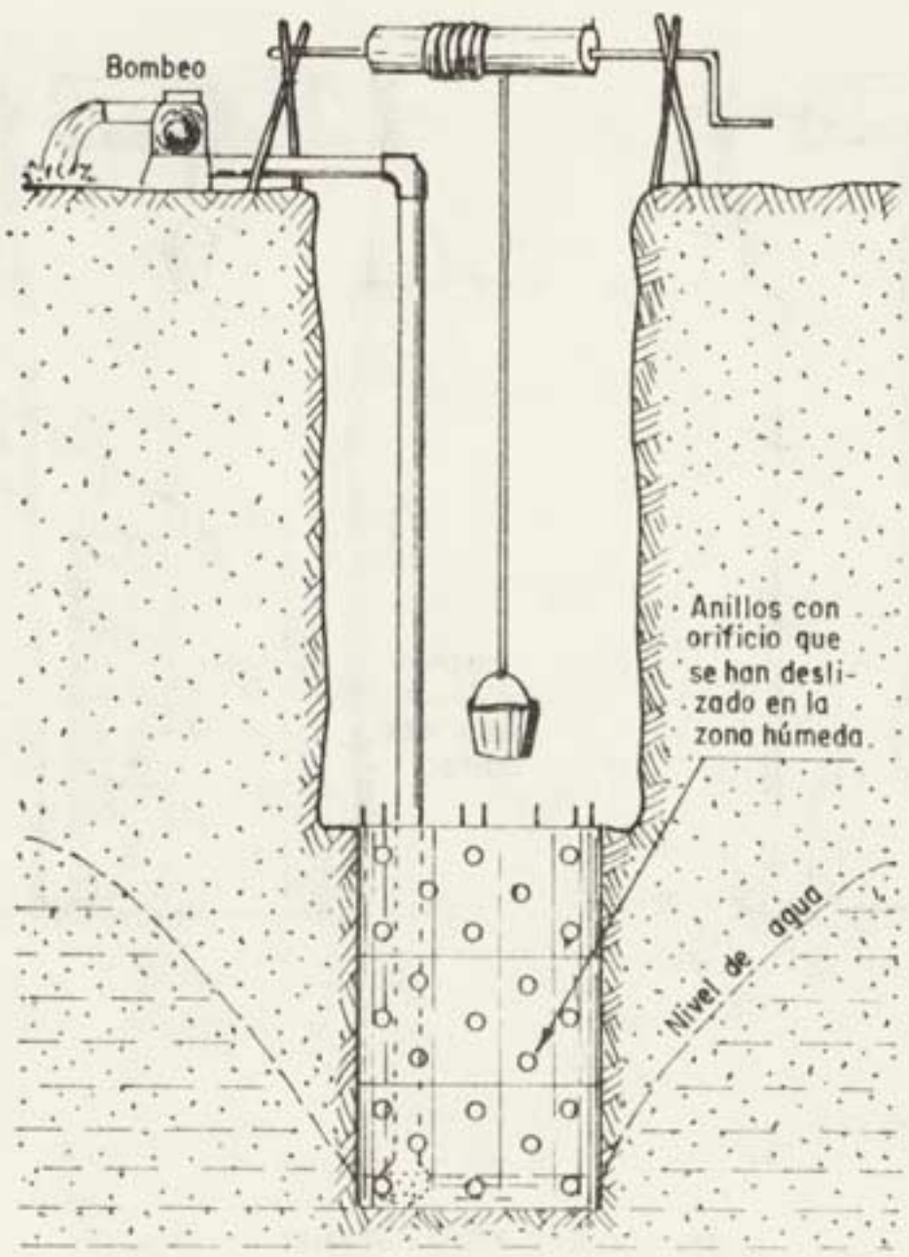
Cuando el Terreno es Estable:



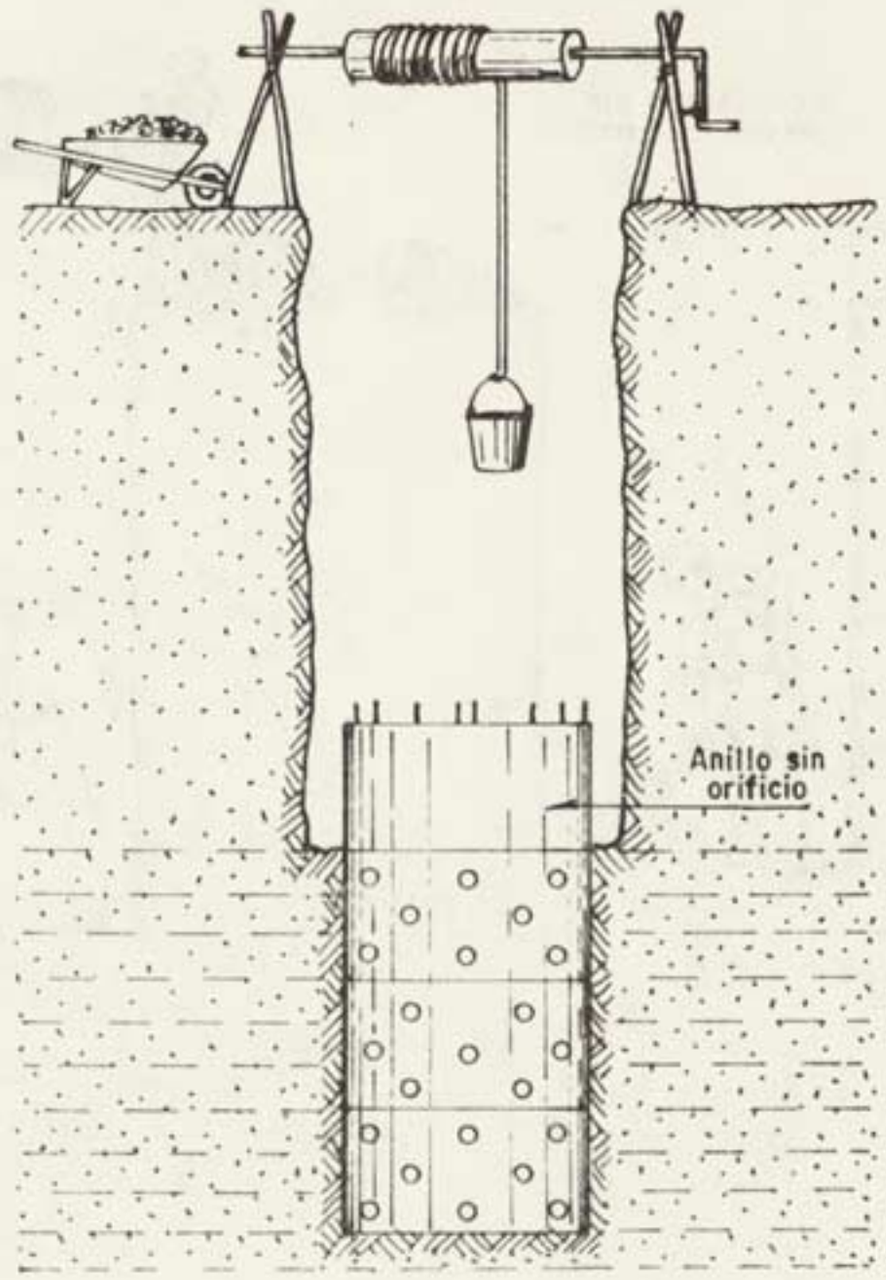


PROCESO DE CONSTRUCCION DE UN POZO A TAJO ABIERTO REVESTIDO CON ANILLOS CORREDIZOS CUANDO EL TERRENO ES ESTABLE

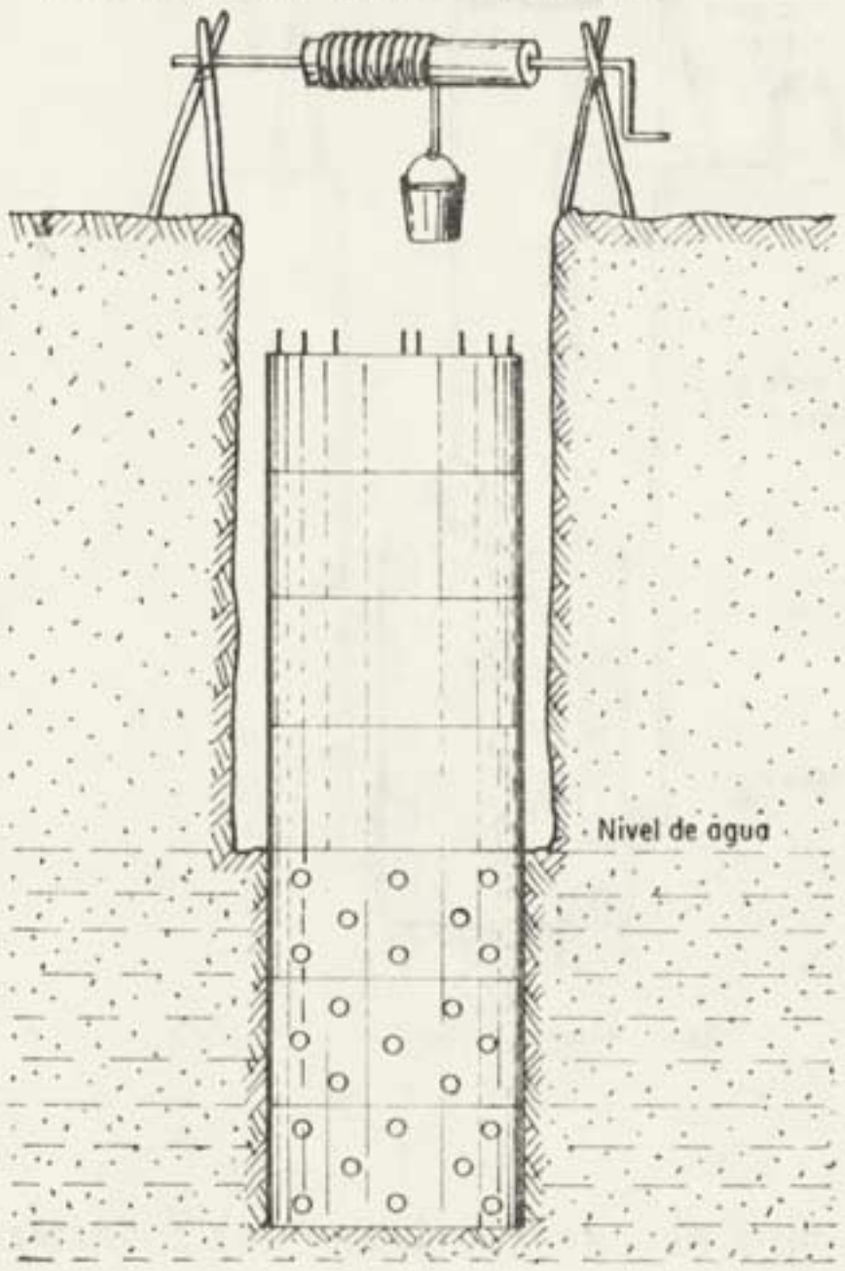
FINALIZACION DE LA CONSTRUCCION DE ANILLOS CON ORIFICIOS



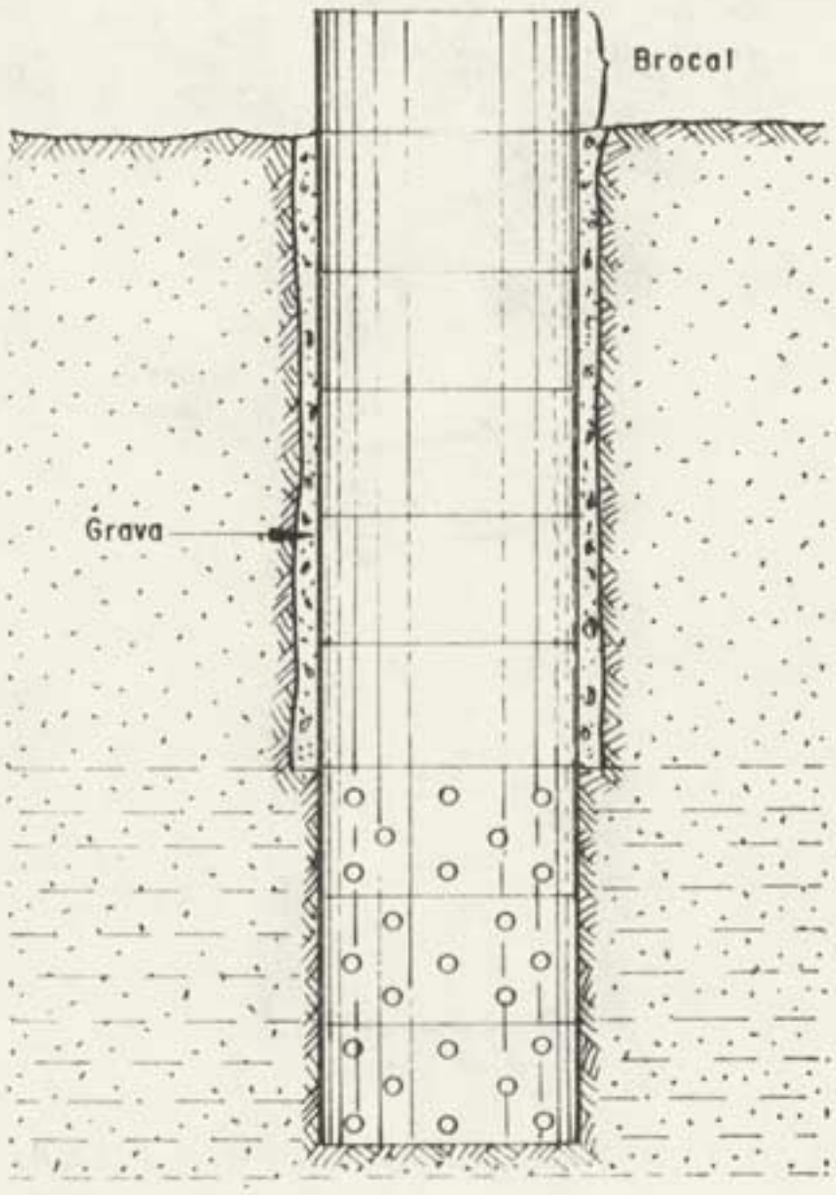
INICIO DE LA CONSTRUCCION DE ANILLOS SIN ORIFICIOS



LOS ANILLOS SIN ORIFICIOS SON CONSTRUIDOS DE ABAJO HACIA ARRIBA



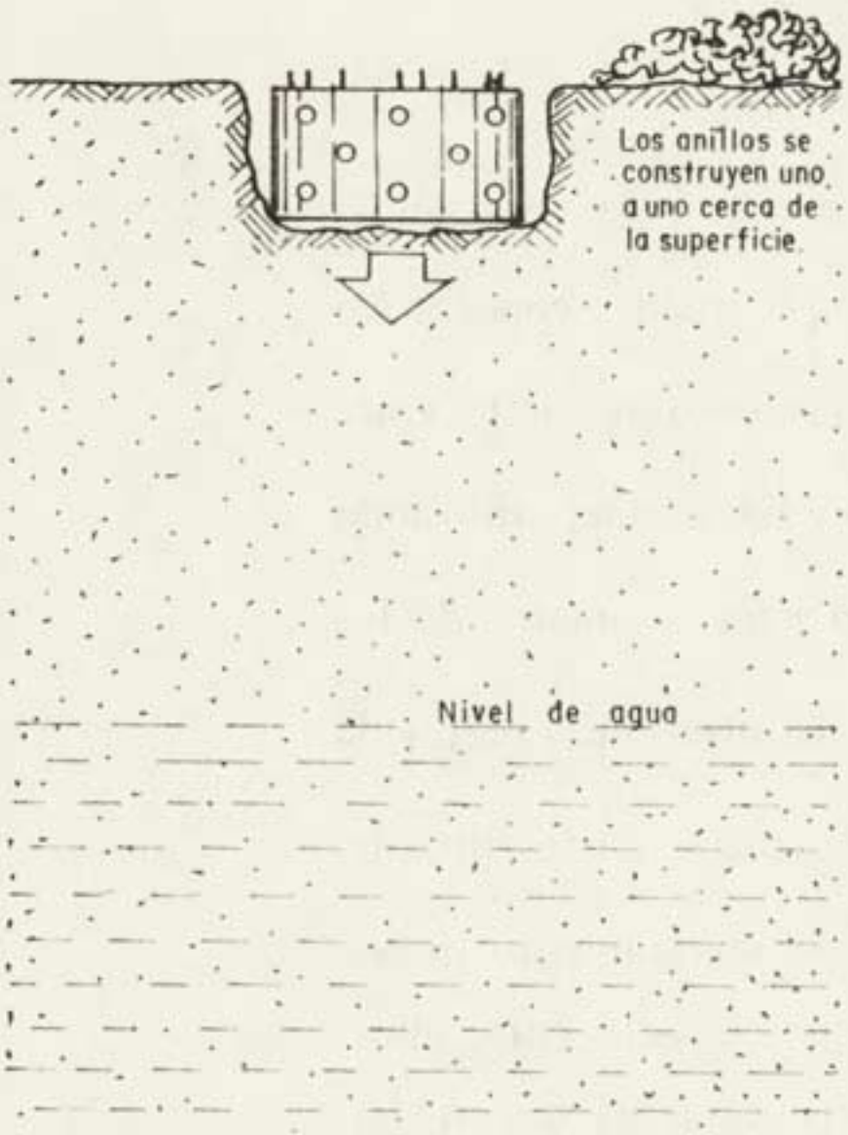
POZO TERMINADO



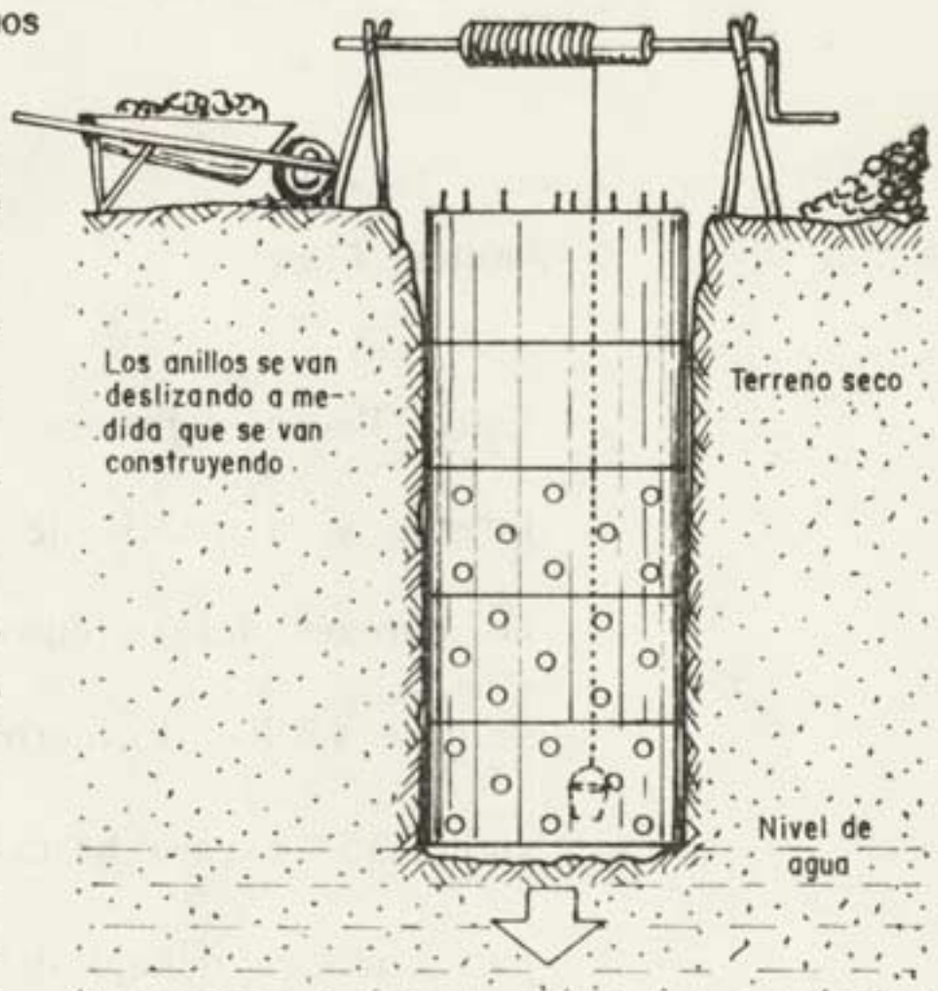
PROCESO DE CONSTRUCCION DE UN POZO A TAJO ABIERTO REVESTIDO CON ANILLOS CORREDIZOS CUANDO EL TERRENO ES ESTABLE

CARACTERISTICAS DE LOS POZOS A TAJO ABIERTO
Revestimiento
* Anillos de Cemento
Deslizantes o corredizos

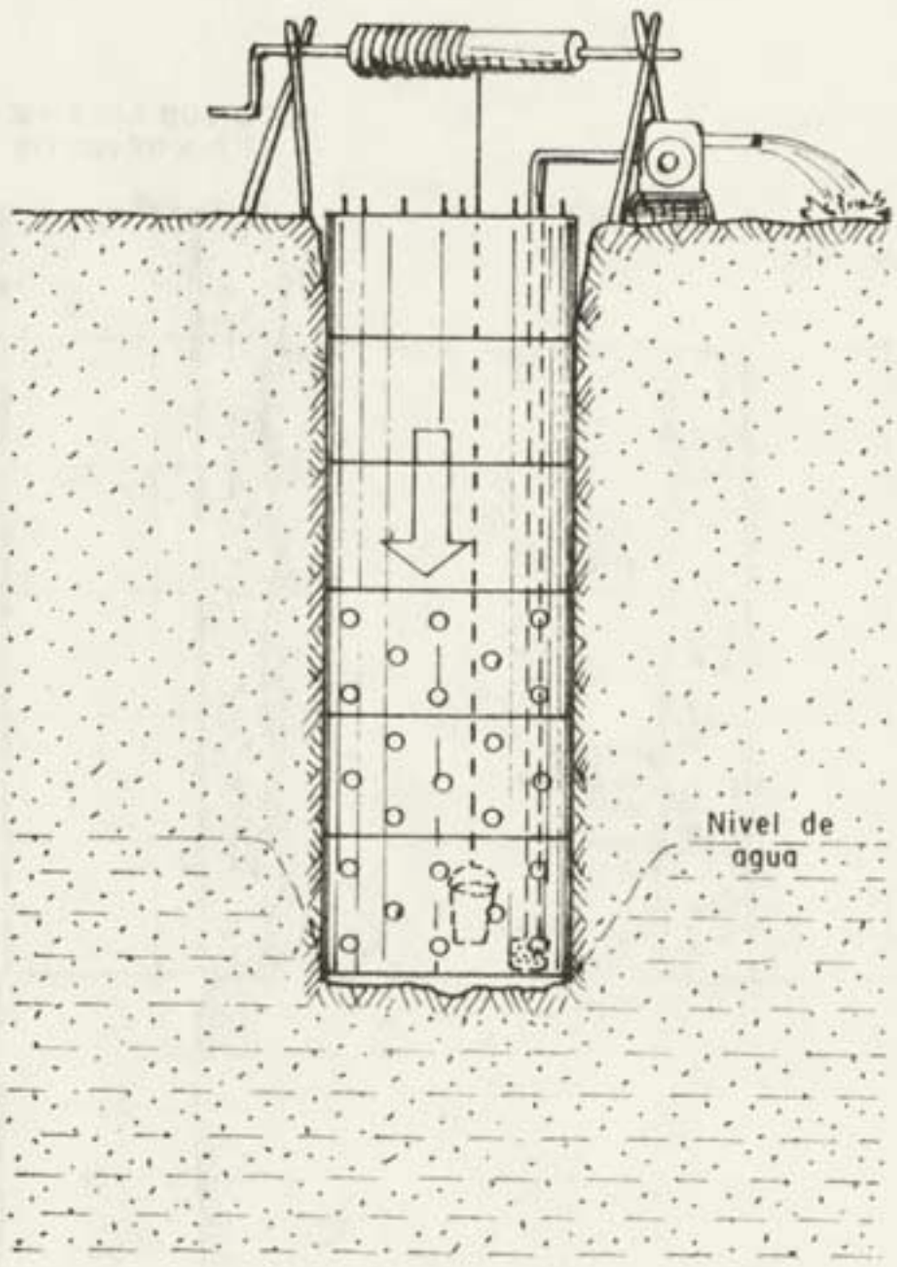
CONSTRUCCION DEL PRIMER ANILLO CON ORIFICIOS



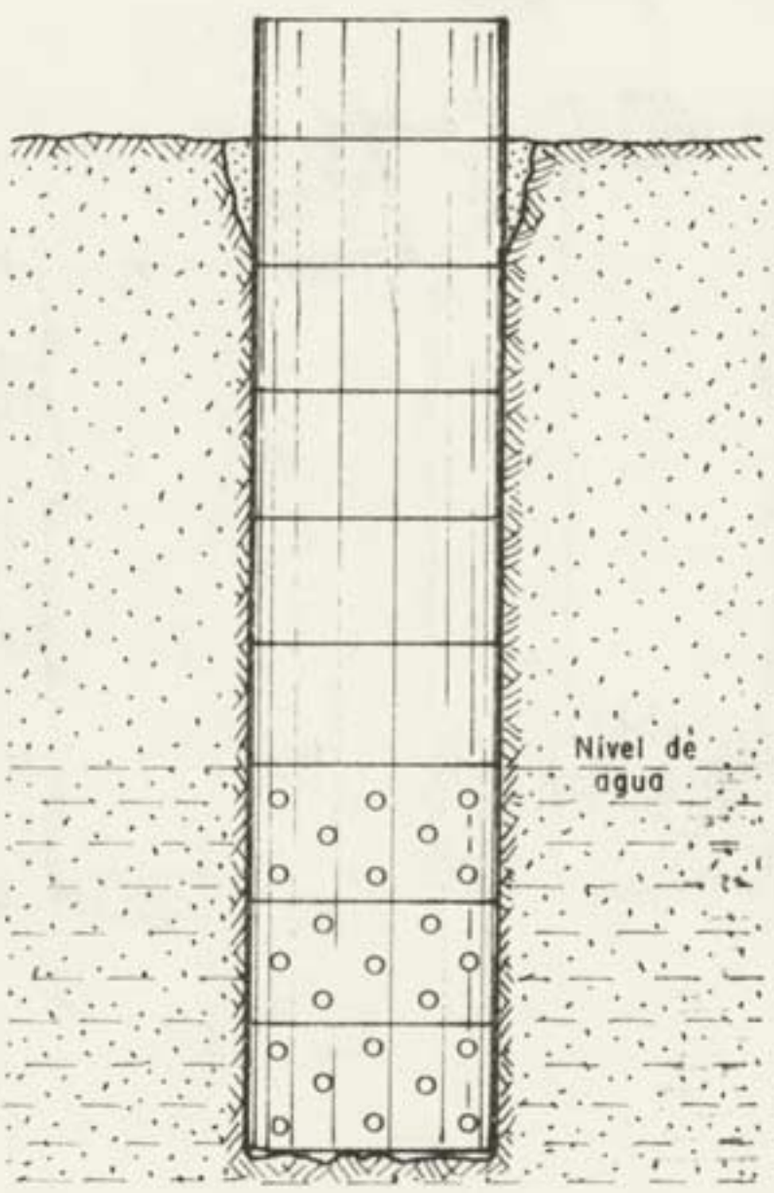
LA COLUMNA DE ANILLOS LLEGA HASTA EL NIVEL DE AGUA



SECADO DEL POZO Y DESLIZAMIENTO DE LA COLUMNA DE ANILLOS



POZO TERMINADO

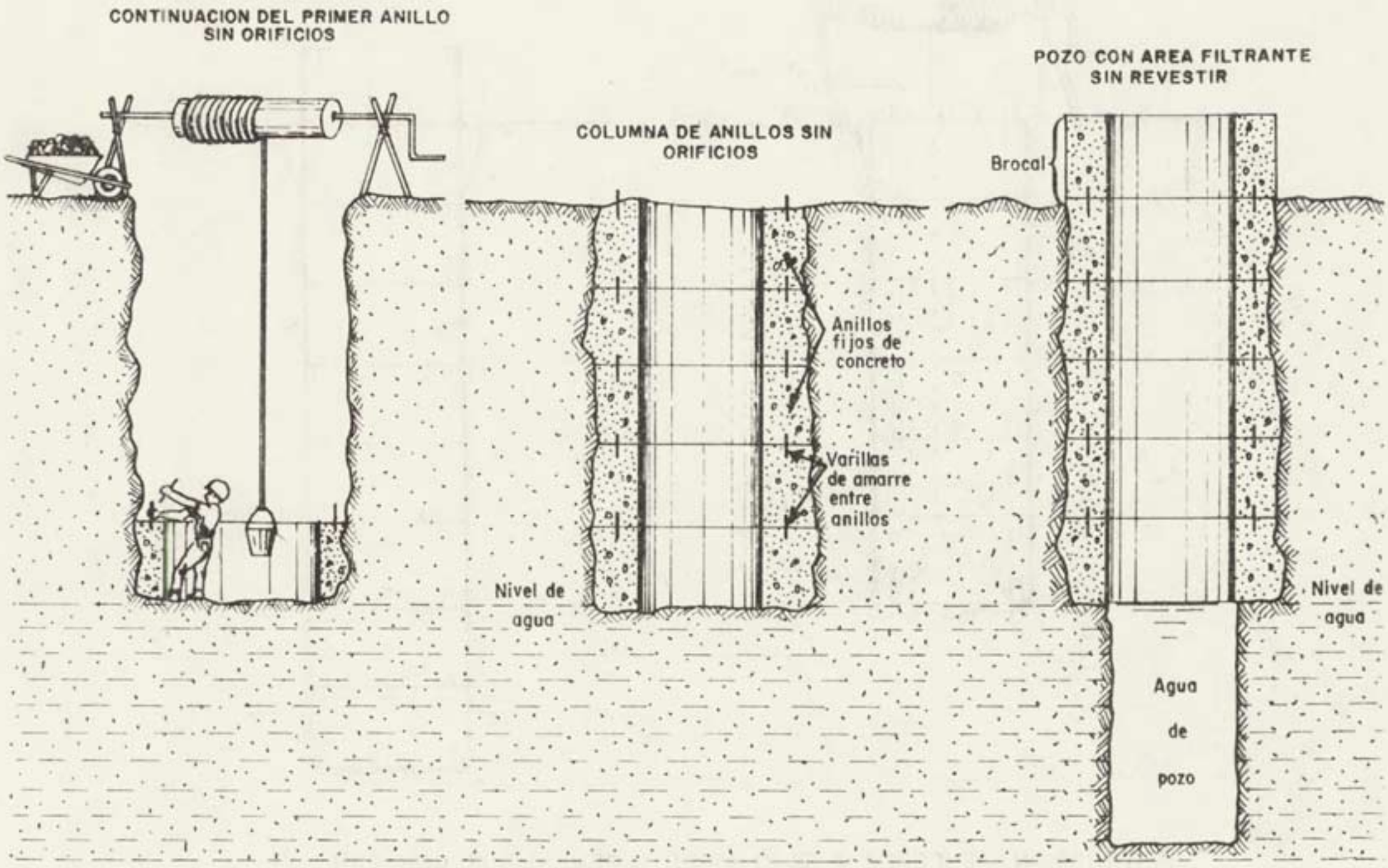


CONSTRUCCION DE POZOS A TAJO ABIERTO REVESTIDOS CON ANILLOS CORREDIZOS CUANDO EL TERRENO ES INESTABLE.

CONSTRUCCION DE POZO A TAJO ABIERTO REVESTIDO CON ANILLOS FIJOS.

Anillos Fijos:

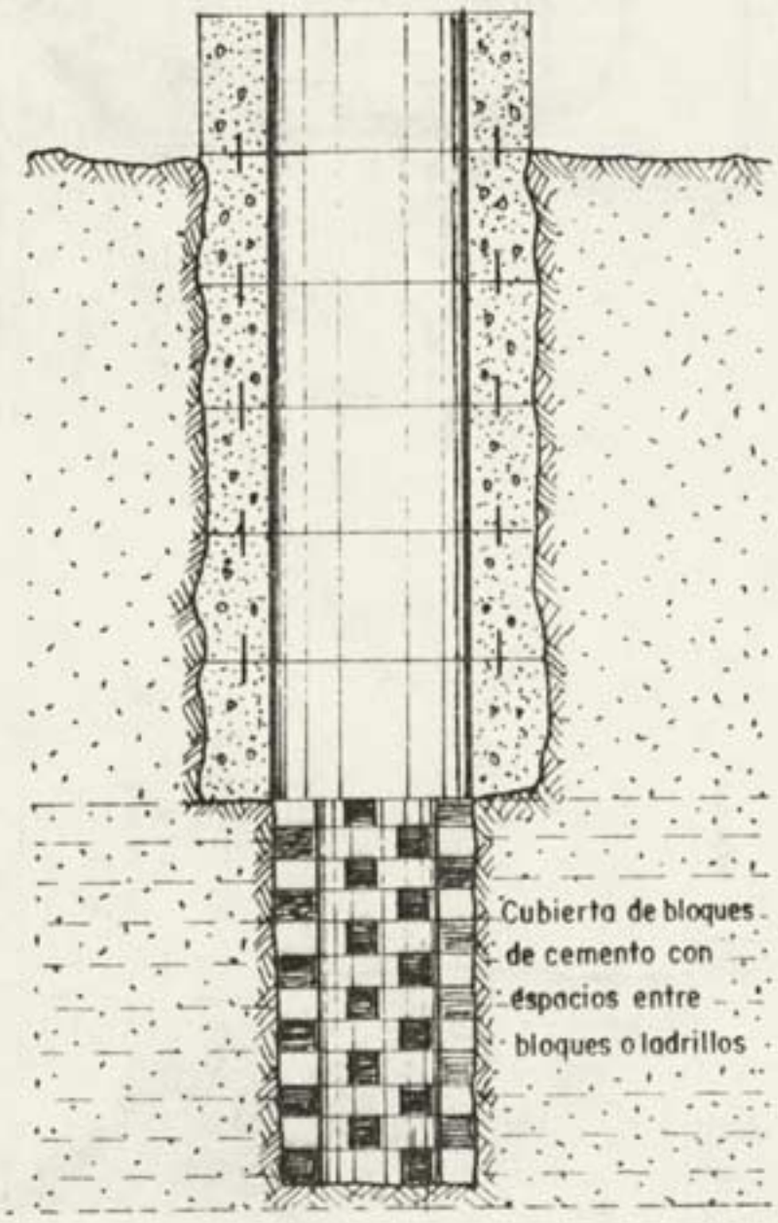
Estos llevan solamente el molde concéntrico interno y la mezcla de cemento se vierte entre las paredes del terreno y el molde, utilizando siempre varillas de hierro para el amarre de los anillos. Se excava hasta el nivel de agua; y la parte que va debajo del agua o parte filtrante, va sin revestimiento o con revestimiento de bloques de concreto que dejan espacio entre ellos mismos o con una tubería ranurada o con agujeros clavados a golpes en el terreno.



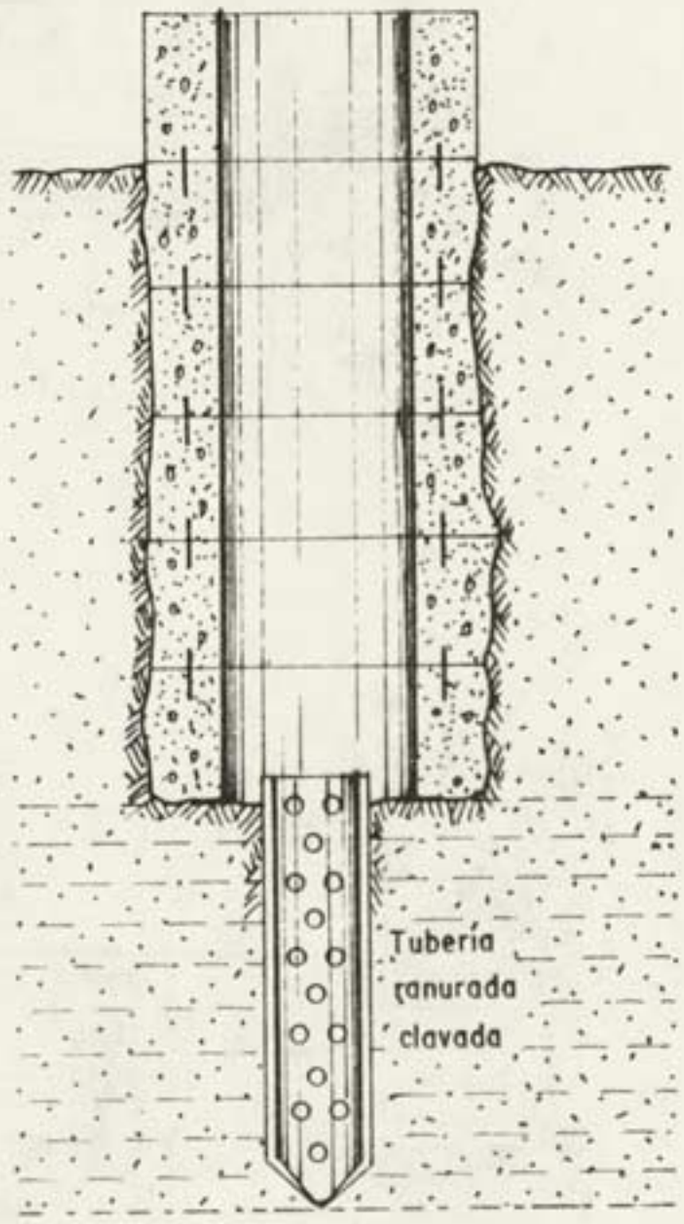
CONSTRUCCION DE POZO A TAJO ABIERTO REVESTIDO CON ANILLOS FIJOS.

CARACTERISTICAS DE LOS POZOS A TAJO ABIERTO
Revestimiento
* Anillos de cemento filo

POZO CON AREA FILTRANTE REVESTIDO (BLOQUES DE CONCRETO O LADRILLO)

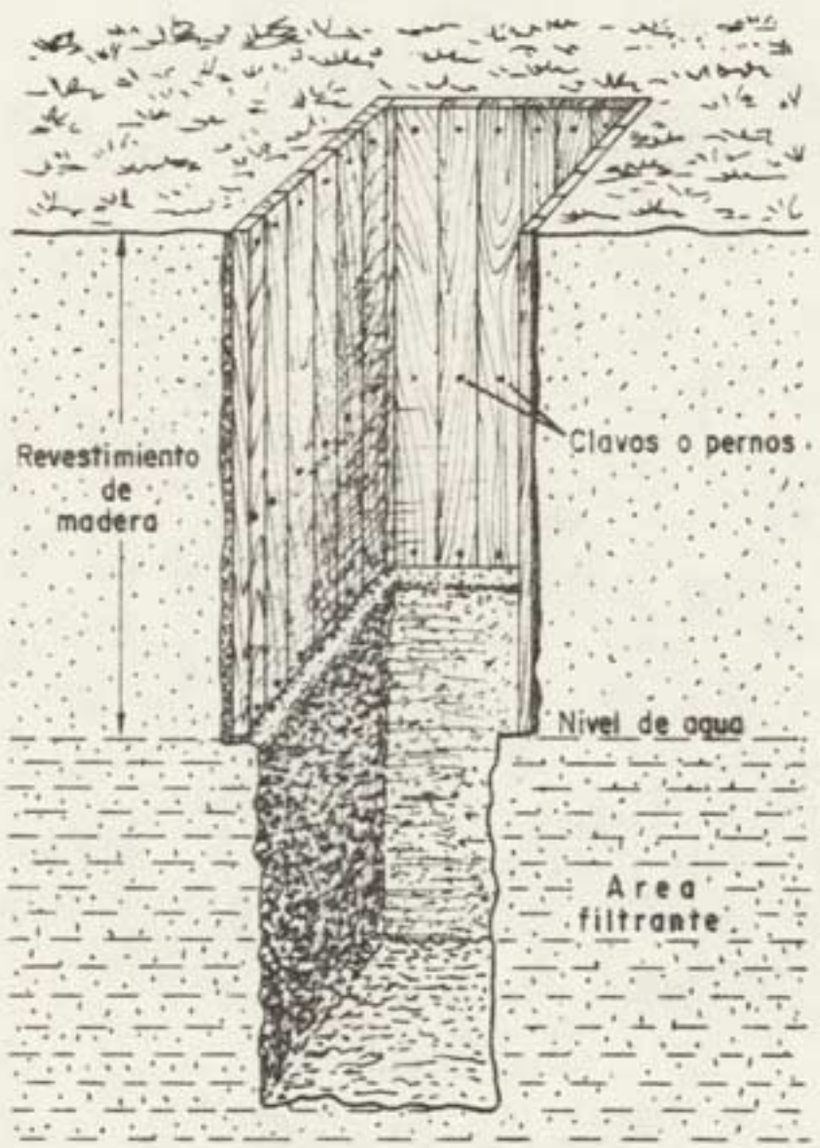


POZO MIXTO TAJO ABIERTO CLAVADO



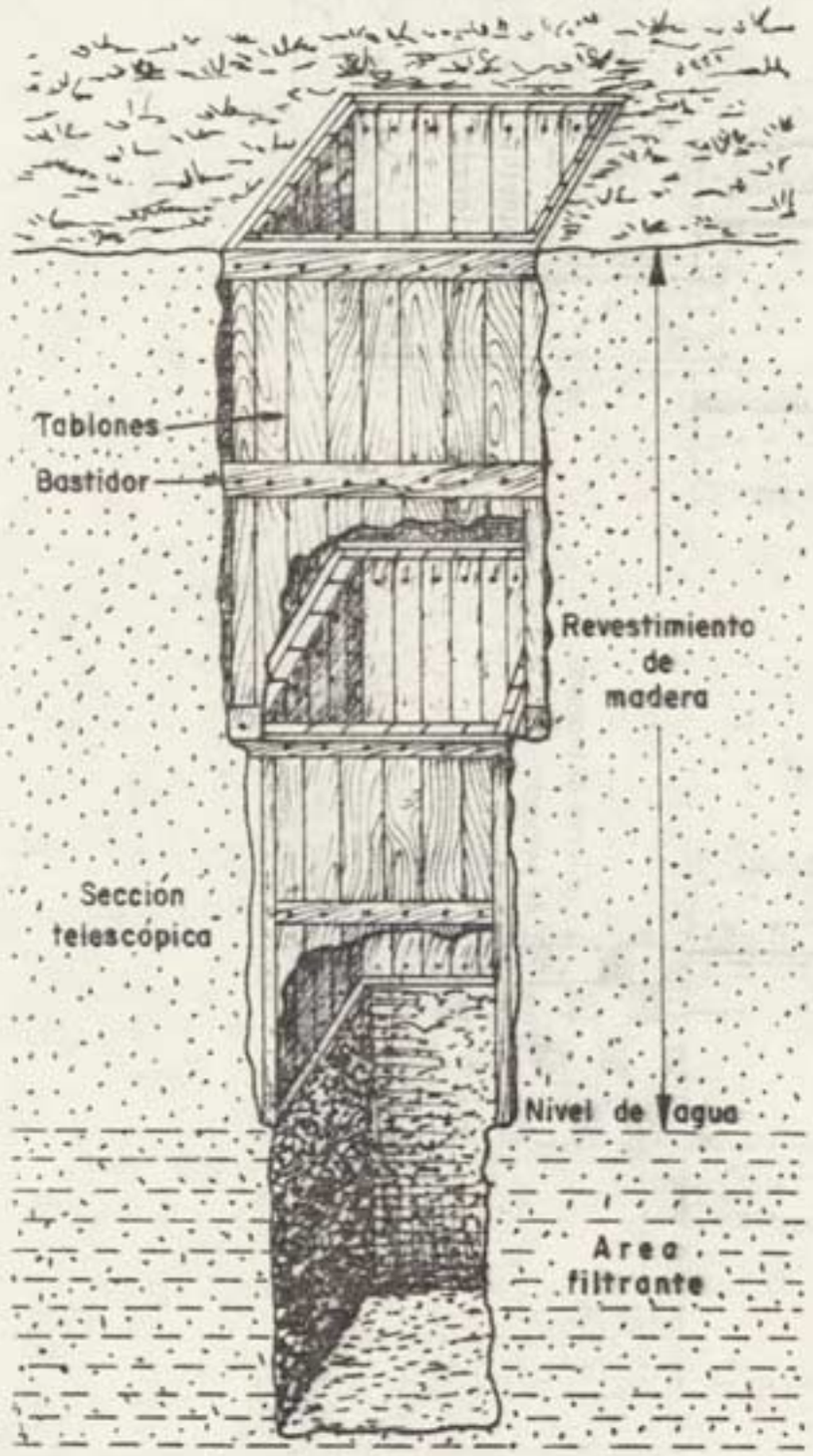
CONSTRUCCION DE POZO A TAJO ABIERTO RE
CON MADERA

POZO REVESTIDO CON TABLAS VERTICALES EN

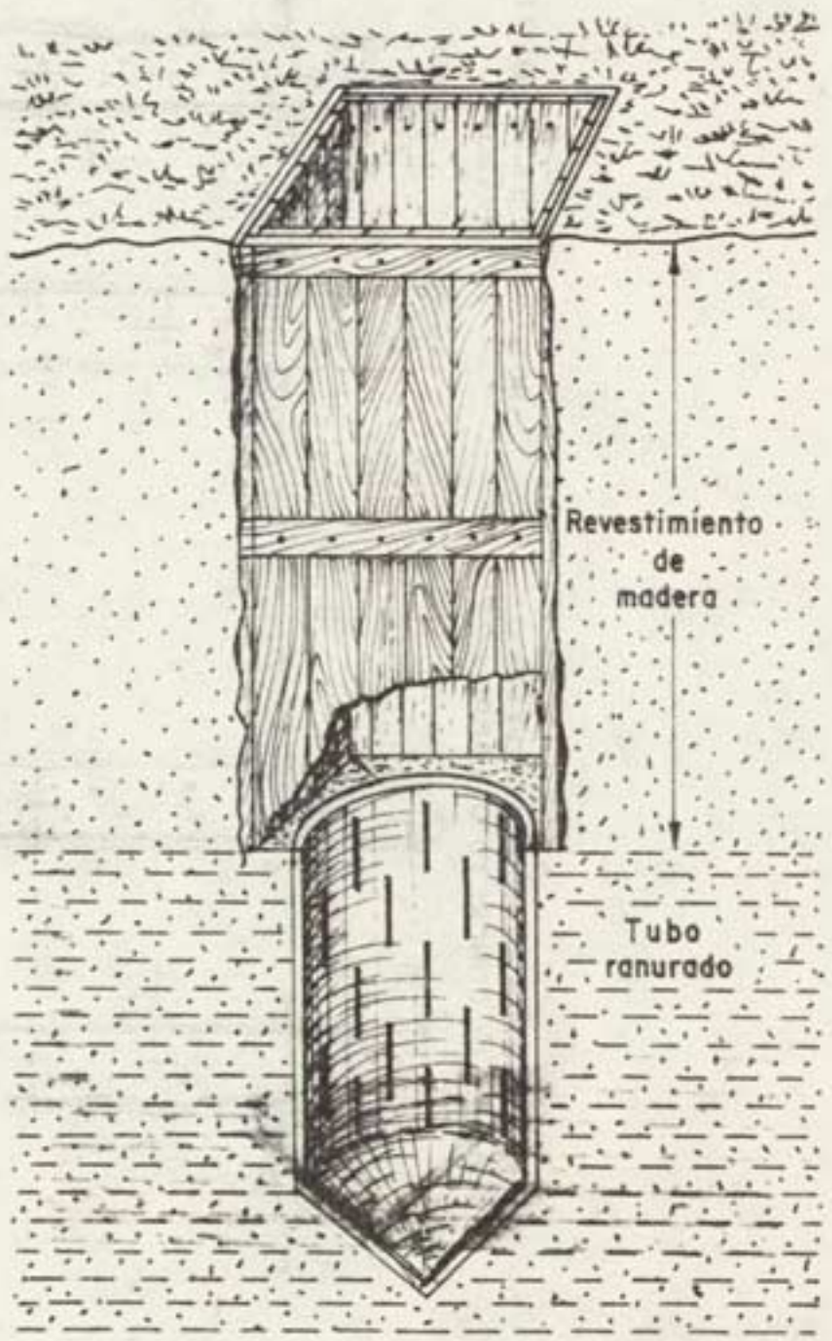


Tamaño de tablones 3" x 6"
Tamano de bastidores 4" x 4"

Cuando nivel de agua es poco profundo



Cuando nivel de agua es profundo



Pozo mixto: Tajo abierto - clavado

POZOS REVESTIDOS CON TABLAS VERTICALES EN TERRENOS ESTABLES

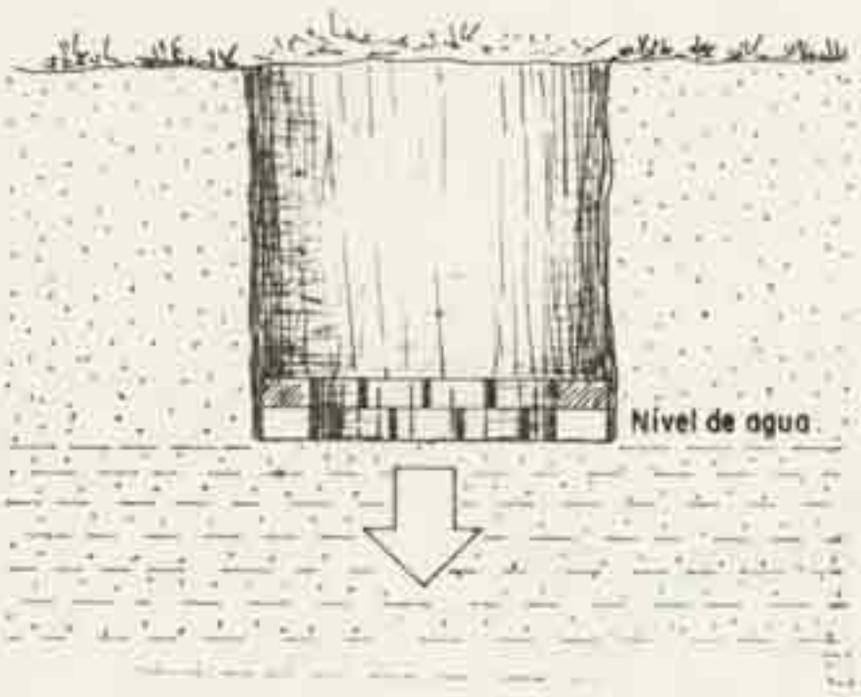
zo mixto tajo abierto-clavado

CARACTERISTICAS DE LOS POZOS A TAJO ABIERTO
Revestimiento de madera

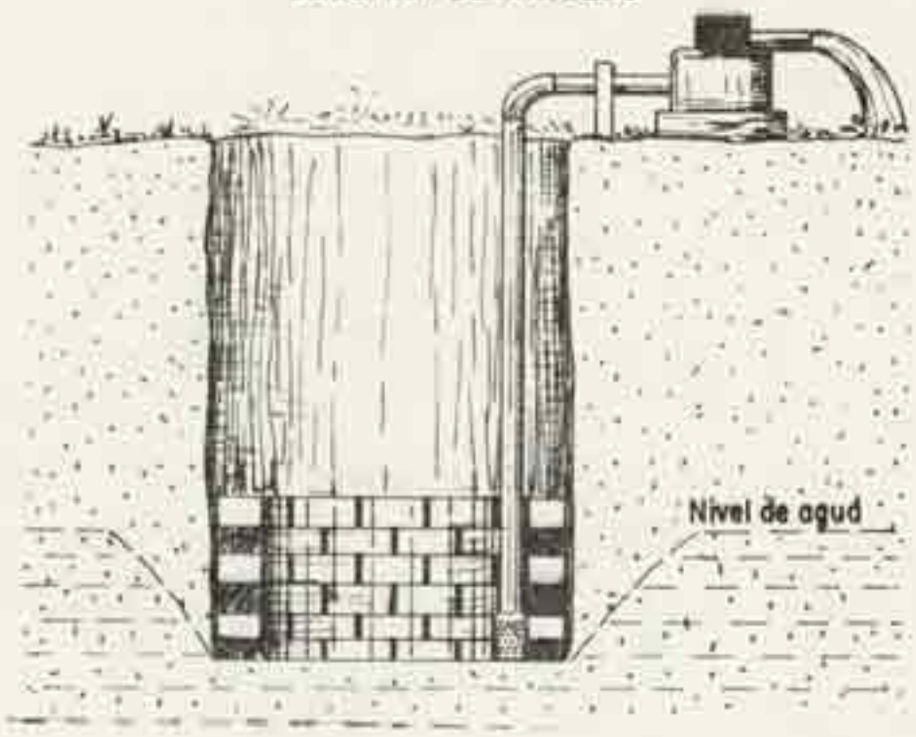
Otros Revestimientos Empleados

Una vez que la excavación haya llegado al nivel del agua, el revestimiento se hace de abajo hacia arriba utilizando ladrillos, bloques de cemento, piedras o pañeteado de cemento. Por debajo del nivel del agua puede o no estar revestido. En caso de revestir este último tramo, puede hacerse con ladrillos o bloques de cemento, dejando libre las juntas verticales para dejar pasar el agua. También puede hincarse puntas coladoras o tuberías ranuradas (mixto: tajo abierto-hincado).

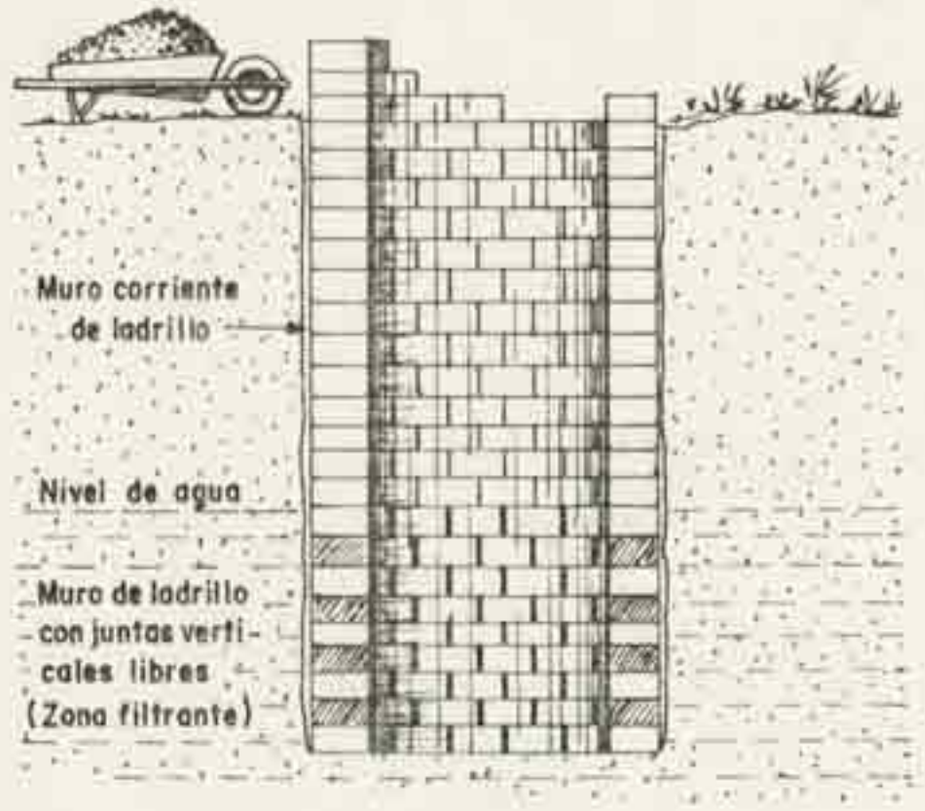
CONSTRUCCION DEL PRIMER ANILLO



SECADO DEL POZO Y DESLIZAMIENTO DE LA COLUMNA DE ANILLOS



TERMINACION DEL POZO

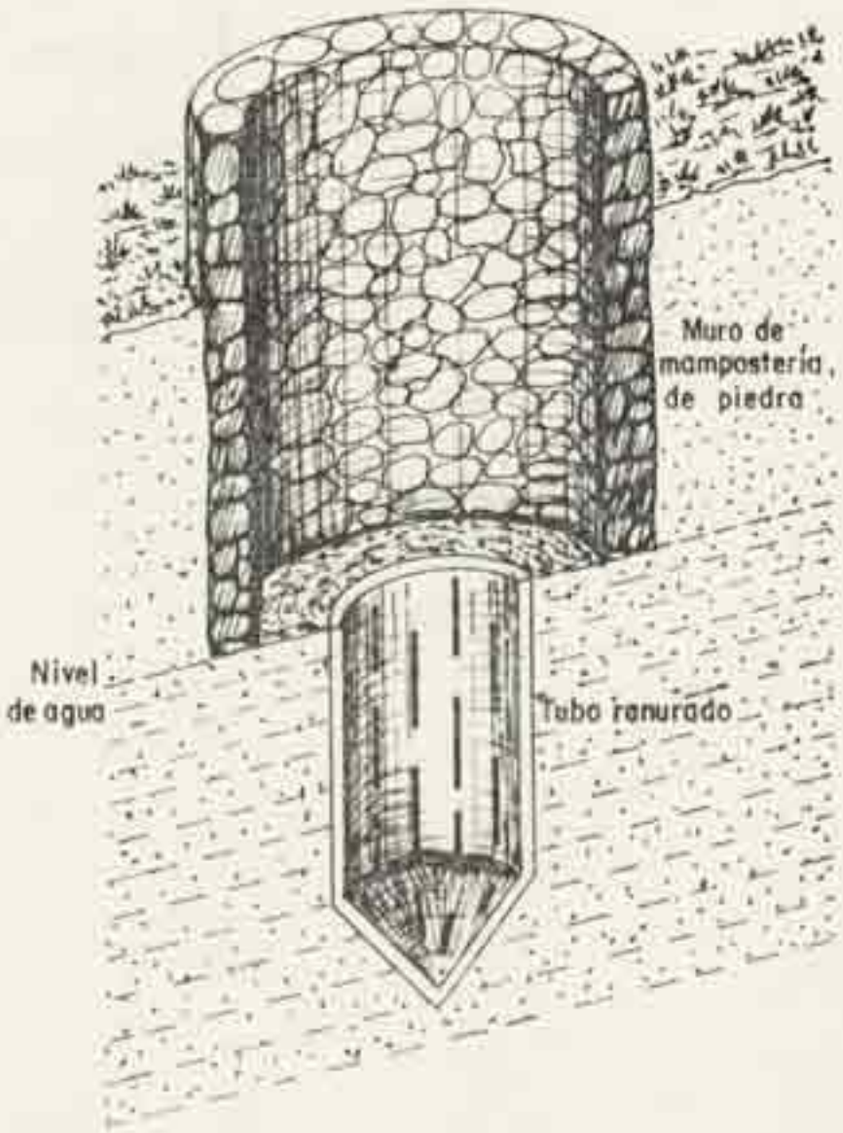


CONSTRUCCION DE POZO A TAJO ABIERTO
REVESTIDO CON LADRILLOS
O BLOQUES DE CEMENTO
CUANDO EL TERRENO ES ESTABLE.

POZO CON AREA FILTRANTE SIN REVESTIR

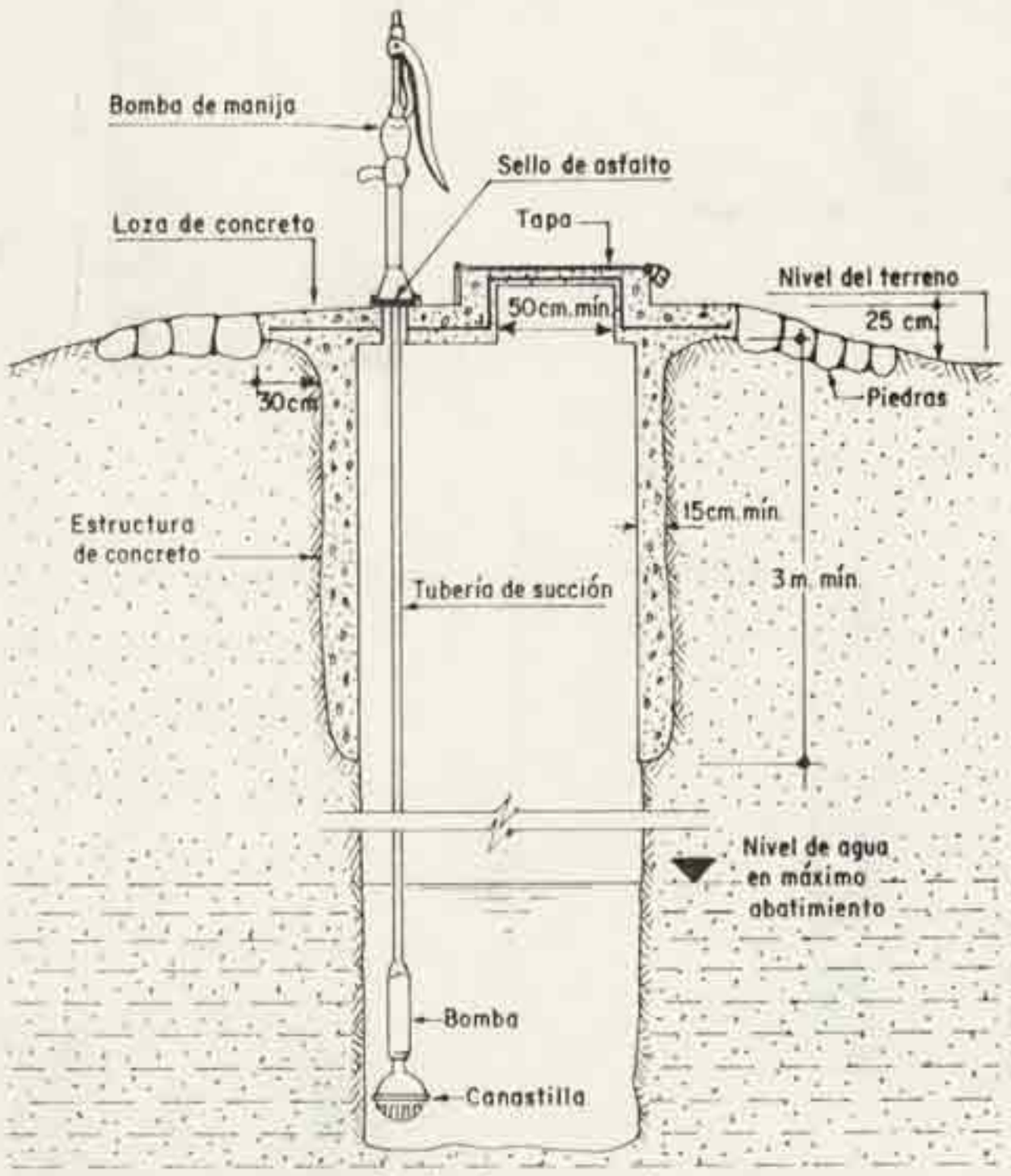


POZO MIXTO TAJO ABIERTO – CLAVADO



¿COMO SE CONSERVAN LOS POZOS?

El trabajo, esfuerzo e inversión que se han necesitado para excavar o construir un pozo deben mercer el mayor cuidado por parte de su propietario, ya que del mismo dependen las principales necesidades de la familia rural.



Corte transversal

POZO A TAJO ABIERTO CON EQUIPO

RECOMENDACIONES:

SEÑOR AGRICULTOR:

* PONGA TAPA Y BORDES DE PROTECCION (Brocales) al pozo, para evitar accidentes y contaminación del agua subterránea.

* CONSTRUYA CASETAS o techos de protección.

* NO introduzca RECIPIENTES OXIDADOS.

* Periódicamente MIDA EL FONDO DEL POZO para probar si se ha acumulado material y proceder a su extracción.

* LIMPIE periódicamente los ORIFICIOS DE ENTRADA DEL AGUA.

* MIDA EL NIVEL DEL AGUA dentro del pozo antes de comenzar su extracción, por lo menos una vez por mes, para saber si es necesario una reprofundización del pozo.



POZO CON BROCAL







TIPOS DE TAPA PARA POZOS A TAJO ABIERTO

* TOME MUESTRAS de agua para sus ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y FISICO-QUIMICOS, si es posible una vez cada año o antes si hay señales de enfermedad que afecten a varios miembros de la familia o de la comunidad.

* APLIQUE cada año una solución de HIPOCLORITO de SODIO a razón de 5 a 9 gramos por metro cúbico de agua contenida en el pozo.

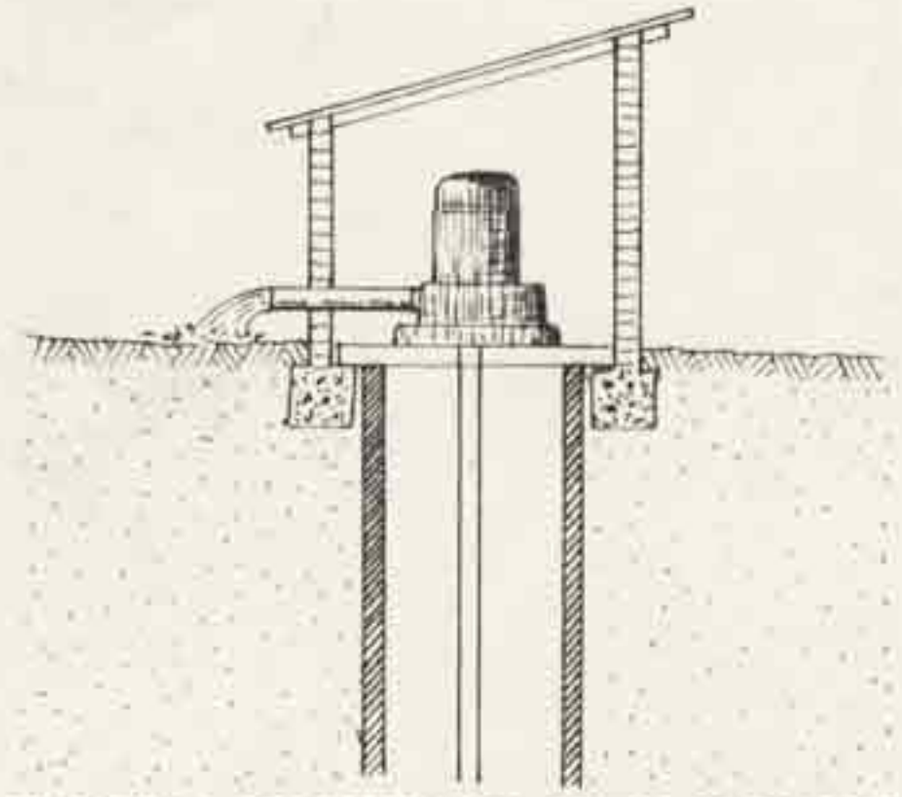
* NO DEJE que se instalen cerca del pozo, DEPOSITOS DE BASURA, PORQUERIZAS U OTRAS FUENTES DE CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA.



POZO A TAJO ABIERTO EXPUESTO A CONTAMINACION



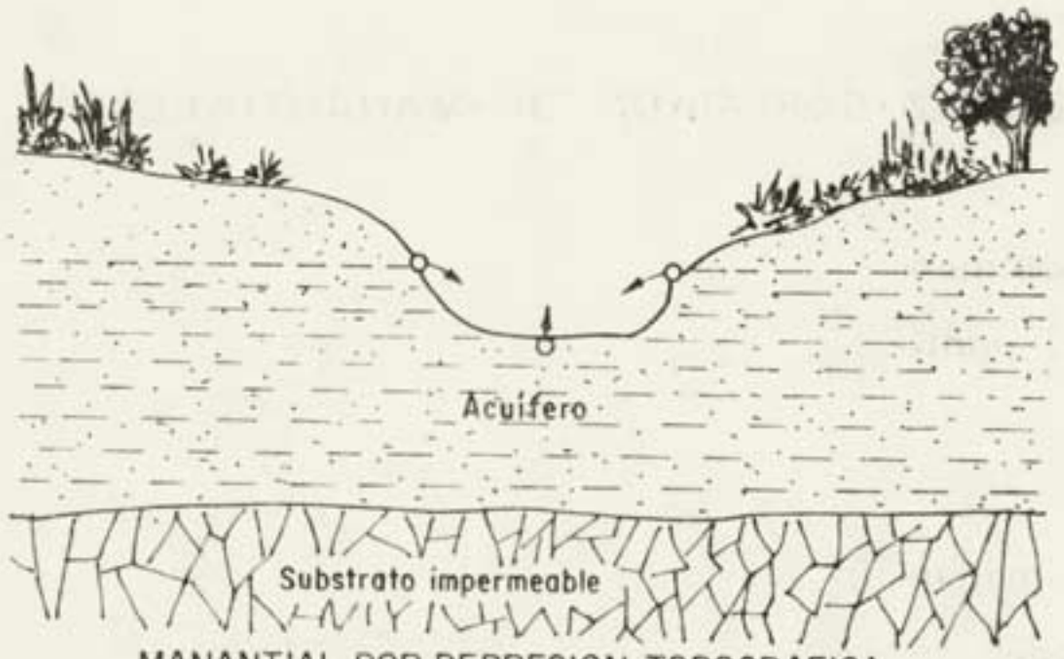
POZO A TAJO ABIERTO CON TAPA



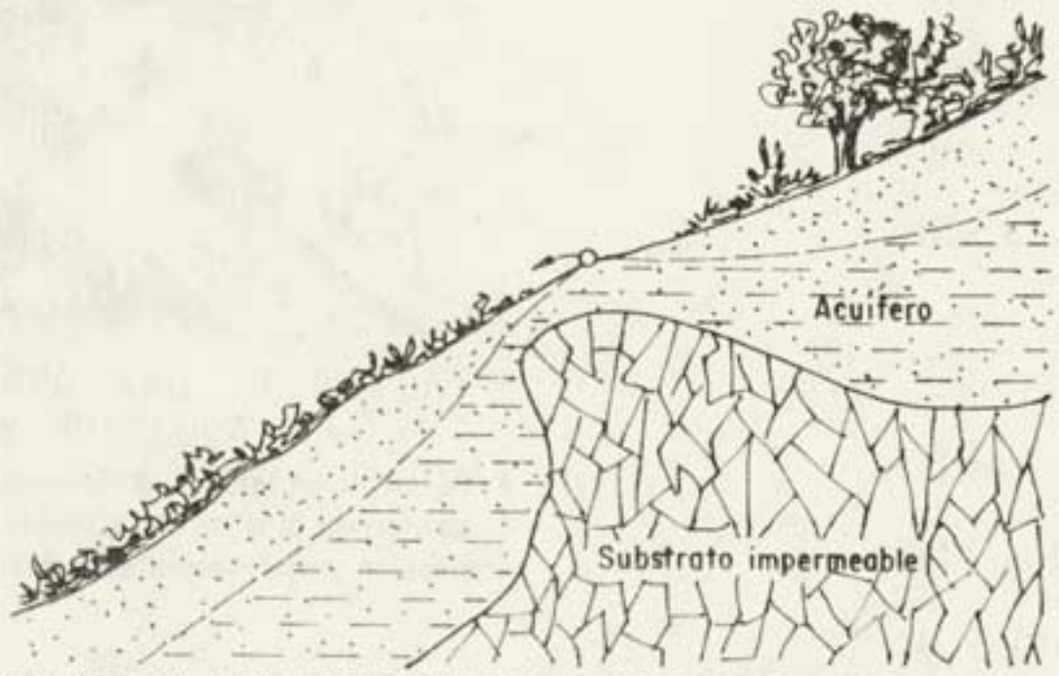
CASETA DE PROTECCION DEL EQUIPO DE BOMBEO

¿ QUE SON MANANTIALES ?

Son aguas subterráneas que salen a la superficie en forma natural.



MANANTIAL POR DEPRESION TOPOGRAFICA



MANANTIAL POR ACCIDENTE DEL SUBSTRATO IMPERMEABLE

El aprovechamiento de los manantiales es bastante económico ya que se requiere sólo BUENAS CONDICIONES del manantial, sin construcciones costosas ni equipos de bombeo.

¿ QUE SON BUENAS CONDICIONES DE UN MANANTIAL ?

** Que produzca buena cantidad de agua; y,

** Que la cantidad de agua que sale no sufra variaciones importantes durante el año.

¿ QUE HACER ANTES DE REALIZAR UNA OBRA DE CAPTACION DE MANANTIALES ?

Debe observarse durante todo un año la cantidad de agua que produce el manantial, con el fin de realizar obras de un tamaño adecuado a la cantidad de agua a captar.

PASOS A SEGUIR EN LA CAPTACION DE MANANTIALES

1o. Limpieza manual de sedimentos y vegetación del punto de salida de las aguas.

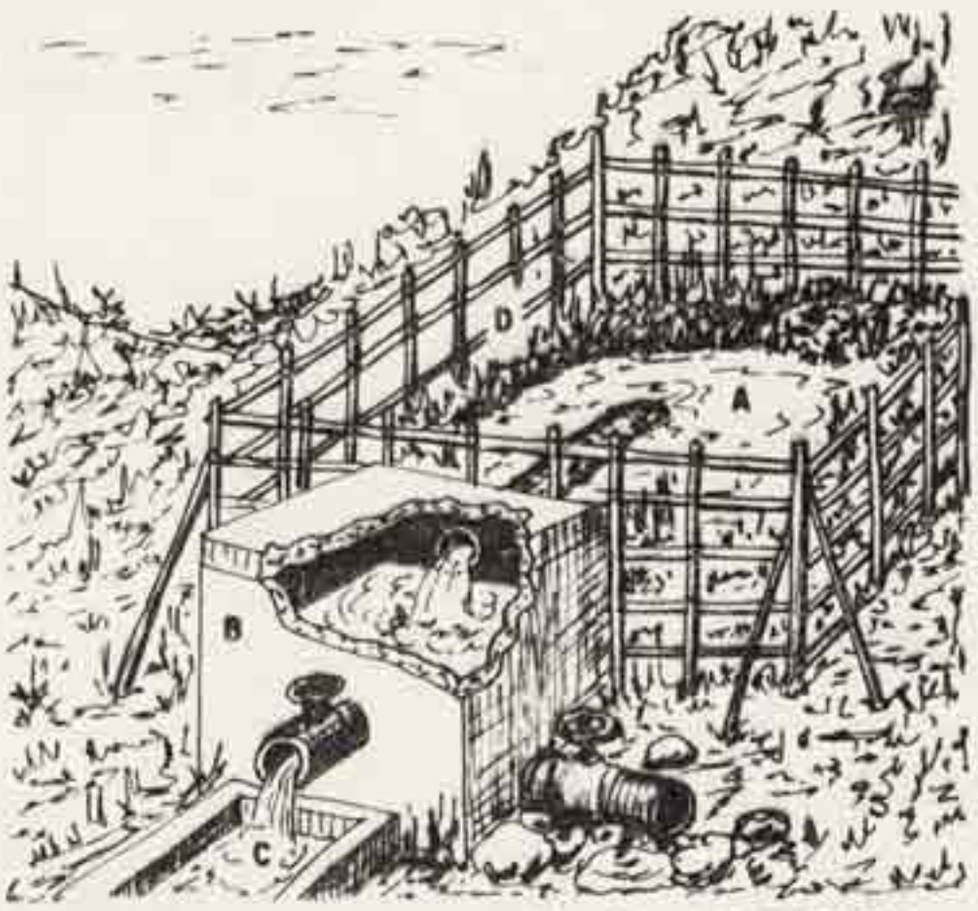
2o. Cuando se trata de manantiales de ladera pueden introducirse tubos con orificios en la parte que irá dentro del terreno para aumentar el agua a captar.

3o. No utilice explosivos para la limpieza de los puntos de nacimiento de agua. Generalmente se obstruye la salida del agua.

3o. En el caso de los manantiales situados en fondos planos existen dos formas de captación:

a) Hacer excavaciones de gran diámetro (5 ó 6 metros) y de 1 a 2 metros de profundidad por debajo del agua y con auxilio de una motobomba.

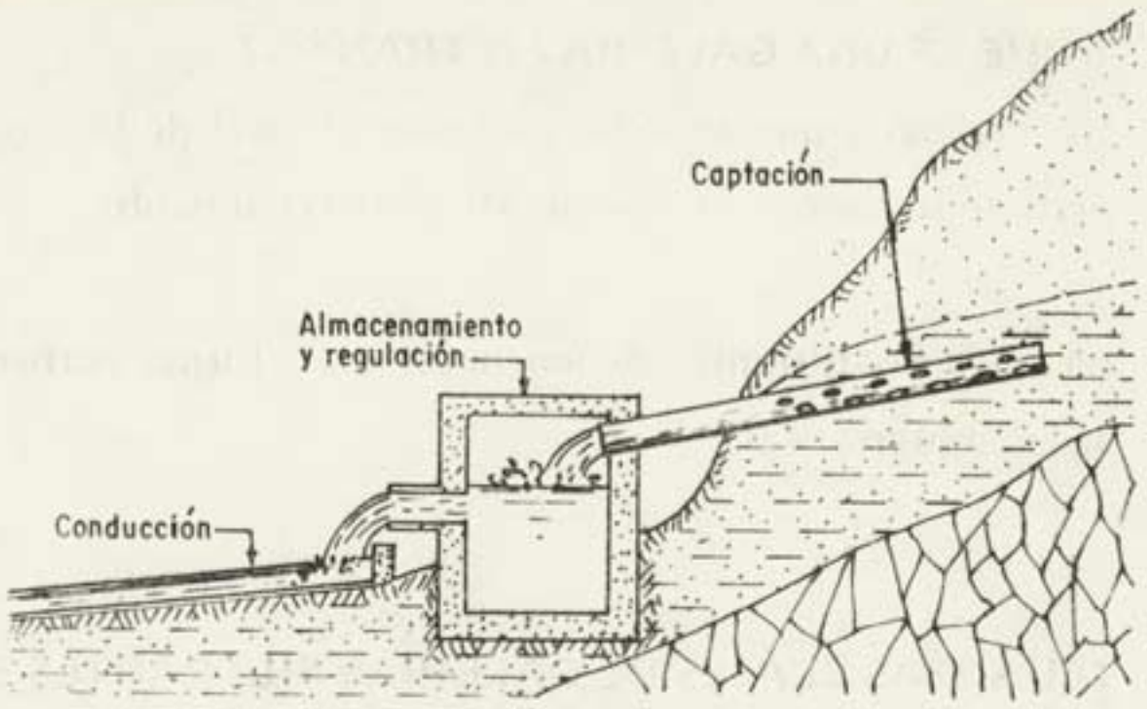
b) Mediante zanjas (galerías filtrantes).



PARTES DE UNA OBRA DE CAPTACION DE AGUAS DE MANANTIAL

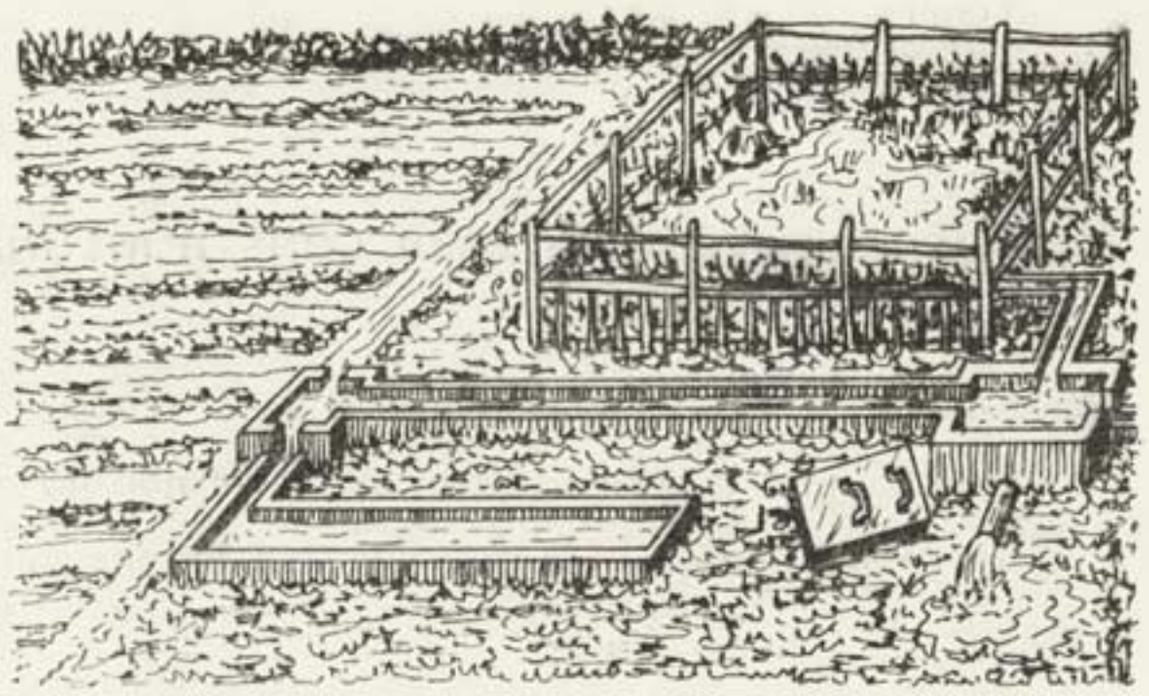
A: Fuente de captación; **B**: Reservorio de almacenamiento y regulación **C**: Conducción al lugar de aplicación; **D**: Protección, para evitar contaminación y destrucción de la fuente.

4o. Las aguas del manantial captado pueden ser conducidas mediante mangueras, tuberías o canales a un reservorio donde se almacena y regula la salida del agua.



MANANTIAL CAPTADO

5o. Cerque sus manantiales para evitar el ingreso de animales que puedan contaminar o sellar los puntos de nacimiento de agua, caminando sobre ellos.


CERCADO DE PROTECCION DE UN MANANTIAL

6o. Mantenga siempre limpio el punto de salida de aguas.

7o. Incremente y conserve la vegetación de las cuencas donde se origina el manantial.

8o. Tome periódicamente muestras de agua para su análisis físico-químico y bacteriológico.

9o. Mantenga en buen estado de conservación y limpieza las estructuras de conducción, almacenamiento, regulación y protección.

¿ QUE ES UNA GALERIA FILTRANTE ?

Es una zanja que se excava cuando el nivel de las aguas subterráneas es poco profundo, lo que permite su captación y posterior aprovechamiento.

Las galerías filtrantes deben hacerse en forma perpendicular al sentido del movimiento de las aguas subterráneas.

¿CUANTAS CLASES DE GALERIAS FILTRANTES EXISTEN?

** Zanja
** Zanja entubada
** Túnel

¿QUE DEBE HACERSE ANTES DE CONSTRUIR UNA GALERIA FILTRANTE?

1o. Conocer la profundidad del agua subterránea y su fluctuación para darle a la excavación la profundidad necesaria con el fin de que no quede en seco cuando las aguas subterráneas bajan su nivel en la época de seca de cada año.

   Esta información puede obtenerse de pozos vecinos o haciendo una excavación pequeña y midiendo periódicamente dentro de ella la profundidad del nivel de agua.

2o. Averiguar la cantidad de agua que es posible captar, mediante información obtenida en pozos o galerías de los vecinos; o, en su defecto, alquilando una motobomba y succionando el agua de la pequeña excavación efectuada con fines exploratorios, observando si esta excavación se seca muy rápidamente con el bombeo.

3o. Finalmente, obtener muestras de agua subterránea para su análisis físico - químico y bacteriológico para saber si la calidad del agua a captarse es adecuada para los fines domésticos y agropecuarios.

Toda esta información permitirá planear las características de la galería filtrante en cuanto a su longitud, ancho y profundidad.

¿DE QUE MANERA SE CONSTRUYEN LAS GALERIAS FILTRANTES?

Excepto la galería tipo túnel que requiere conocimientos de ingeniería, los otros tipos de galería filtrante se construyen con las mismas características de los canales de riego o de drenaje. Es decir, dándole a los taludes la pendiente necesaria para su estabilidad. La longitud y el ancho dependerán del caudal a captar. A mayor tamaño de la sección de la zanja mayor cantidad de agua podrá obtenerse.

Es necesario que la galería filtrante tenga una pendiente que permita el movimiento del agua hacia el punto más bajo desde donde puede ser bombeada para su utilización; o donde pueda ser construido un reservorio para almacenamiento y regulación antes del bombeo.

El agua subterránea fluirá dentro de la galería por sus paredes y por el fondo.

¿ QUE ES UNA GALERIA FILTRANTE TIPO ZANJA ?

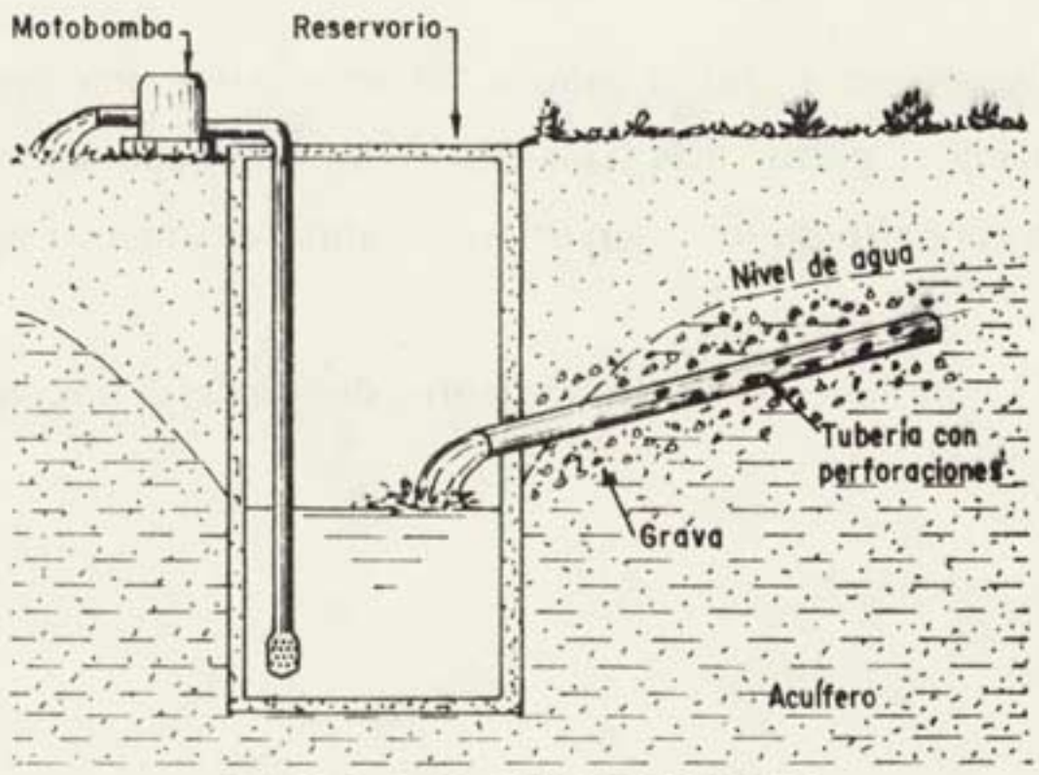
Es como un canal abierto y su uso no es muy recomendable para fines domésticos o potable, debido a que está expuesta a los factores ambientales.



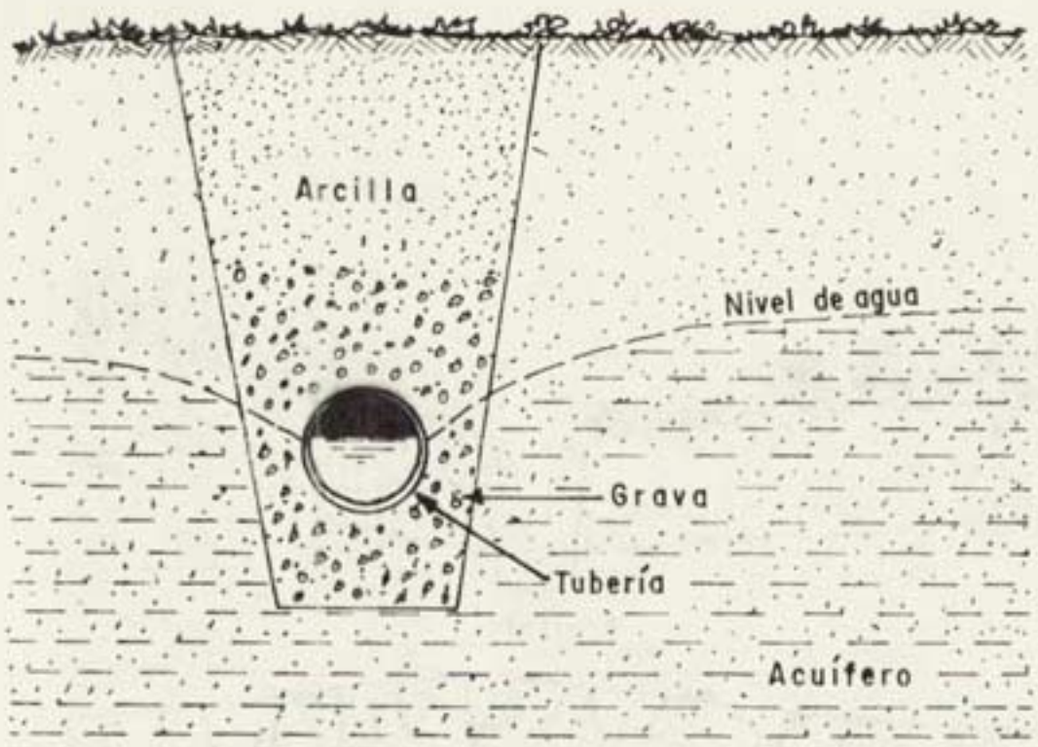
GALERIA FILTRANTE TIPO ZANJA

Las galerías filtrantes tipo zanja y zanja entubada se construyen con procedimientos manuales y herramientas comunes como palas, picos, barretas, etc.

Para efectos de la pendiente de la galería y otras características, utilice los mismos procedimientos que para la construcción de canales y drenes.



GALERIA TIPO ZANJA ENTUBADO
(Sección Longitudinal)



SECCION TRANSVERSAL DE GALERIA FILTRANTE
TIPO ENTUBADO

En la galería filtrante, dependiendo de la permeabilidad y porosidad del terreno, de la cantidad de agua contenida en él y de su construcción y dimensiones, se pueden obtener caudales de más de 50 litros por segundo.

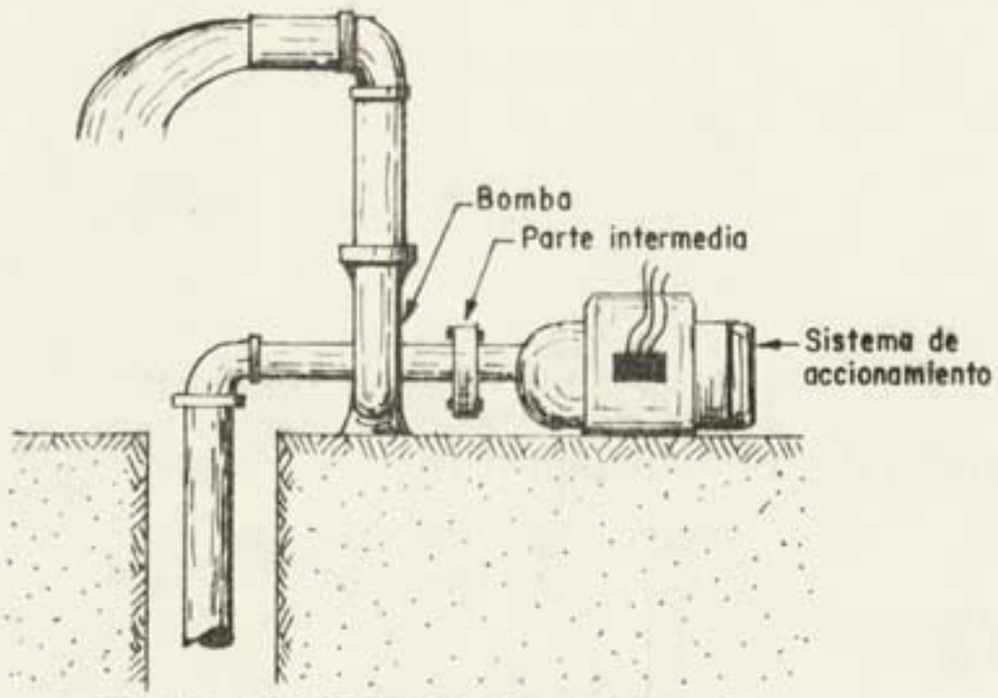
En el caso de las galerías de zanja entubadas, es necesario dejar, cada cierto trecho, aberturas para proceder a su limpieza y mantenimiento.

¿QUE ES UN EQUIPO DE BOMBEO?

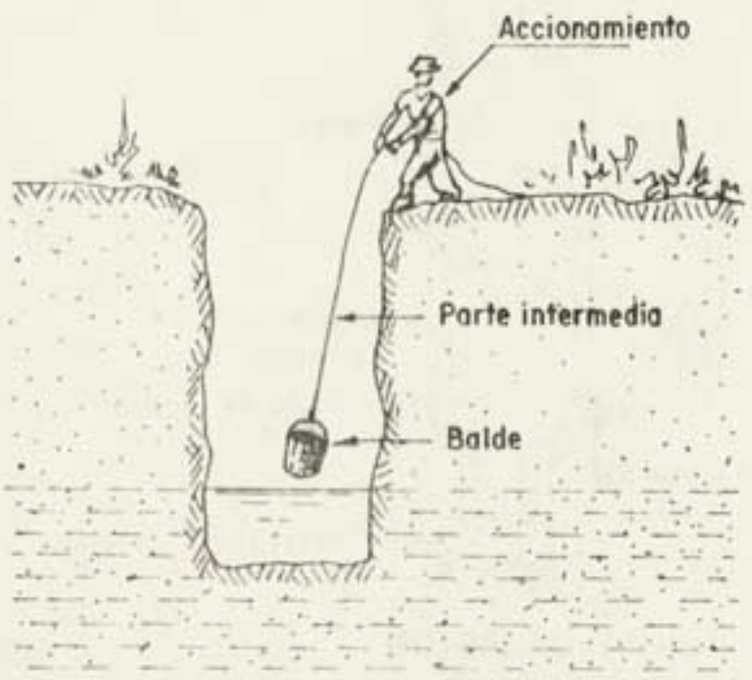
Es un conjunto formado por una energía, fuerza o tipo de accionamiento y un procedimiento de extracción de agua, unidas por su parte intermedia.

A estas tres partes se le conoce con los nombres de:

* Bomba
* Parte intermedia
* Sistema de accionamiento



EQUIPO DE EXTRACCION MECANICA



EQUIPO RUSTICO DE EXTRACCION DE AGUA

¿QUE TIPOS DE BOMBA HAY?

Los tipos de bomba más simples son:

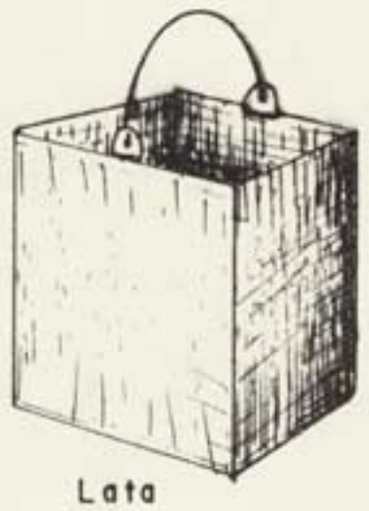
** Los recipientes



Balde



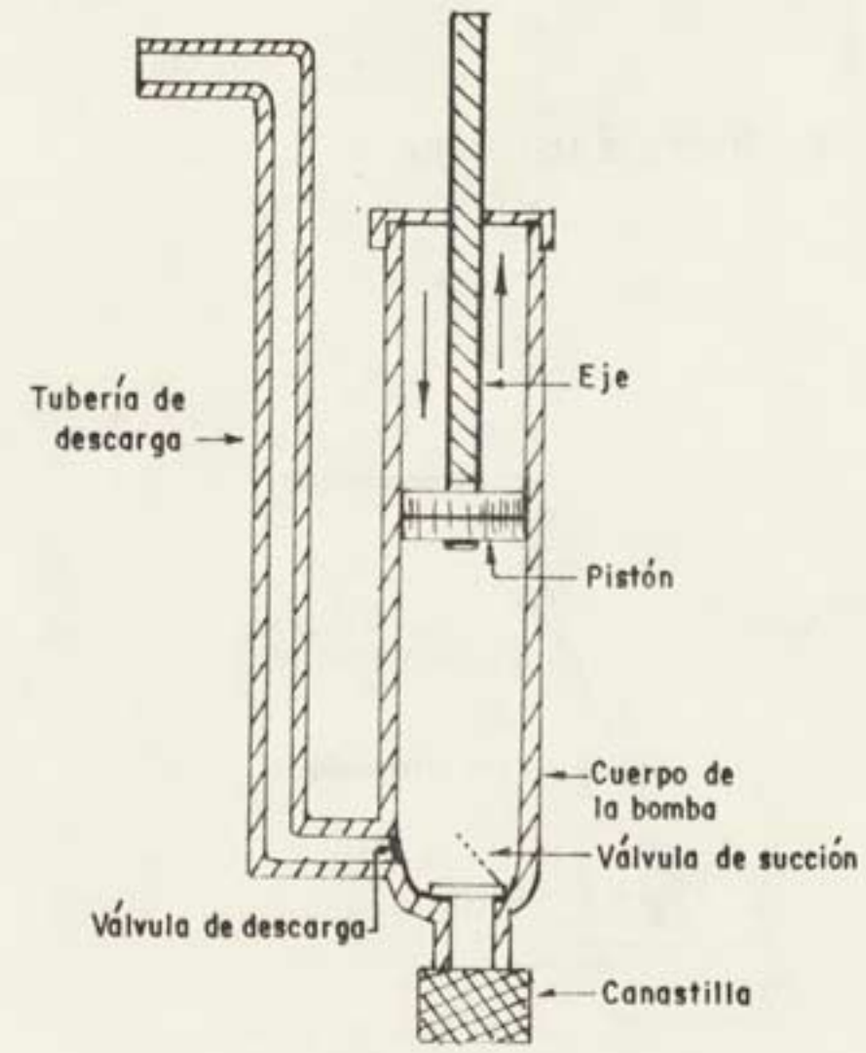
Cubo



Lata

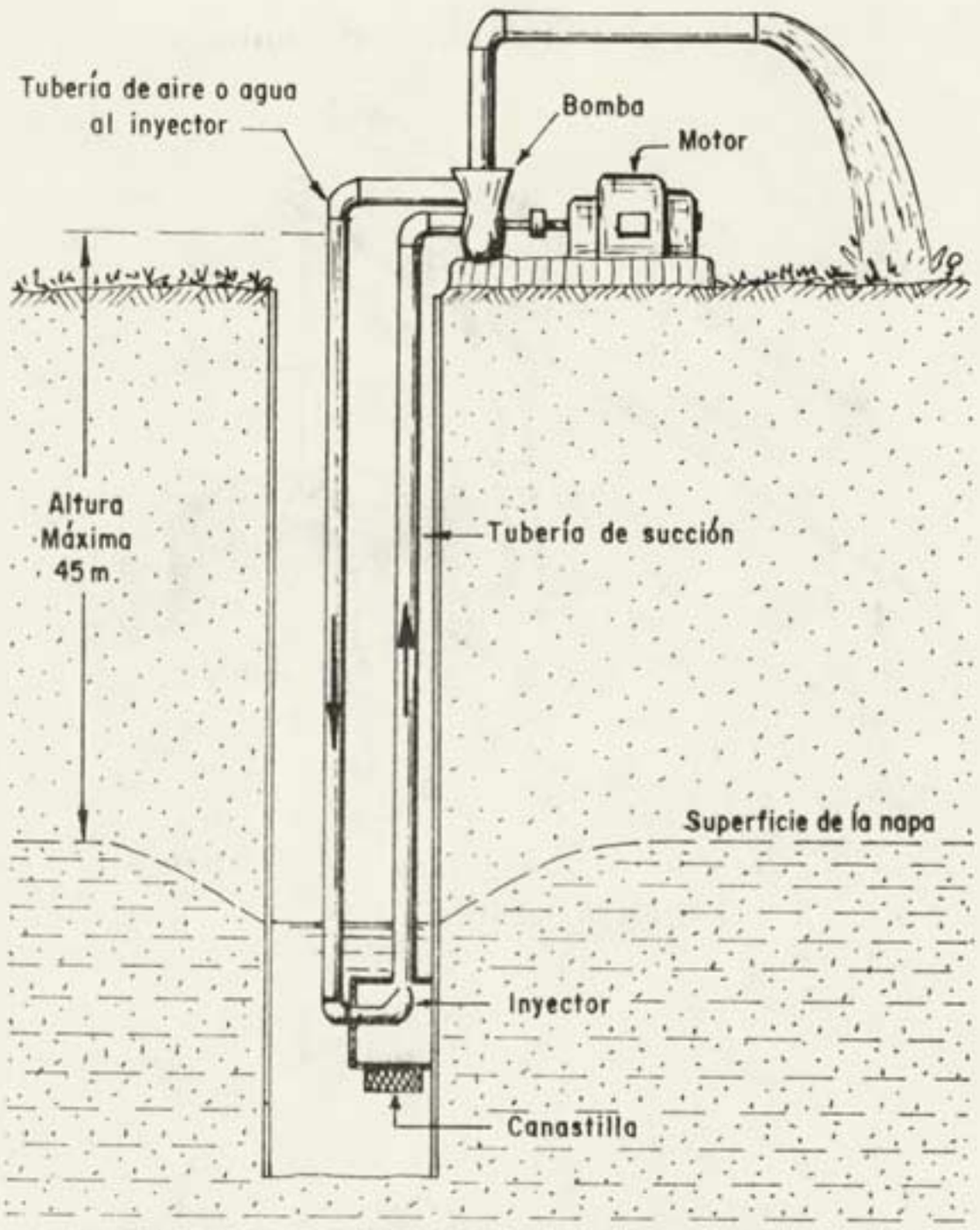
RECIPIENTES

** Las bombas de pistón, que pueden ser aspirantes y aspirante-impelentes.



BOMBA DE PISTON

** Bombas centrífugas o motobombas

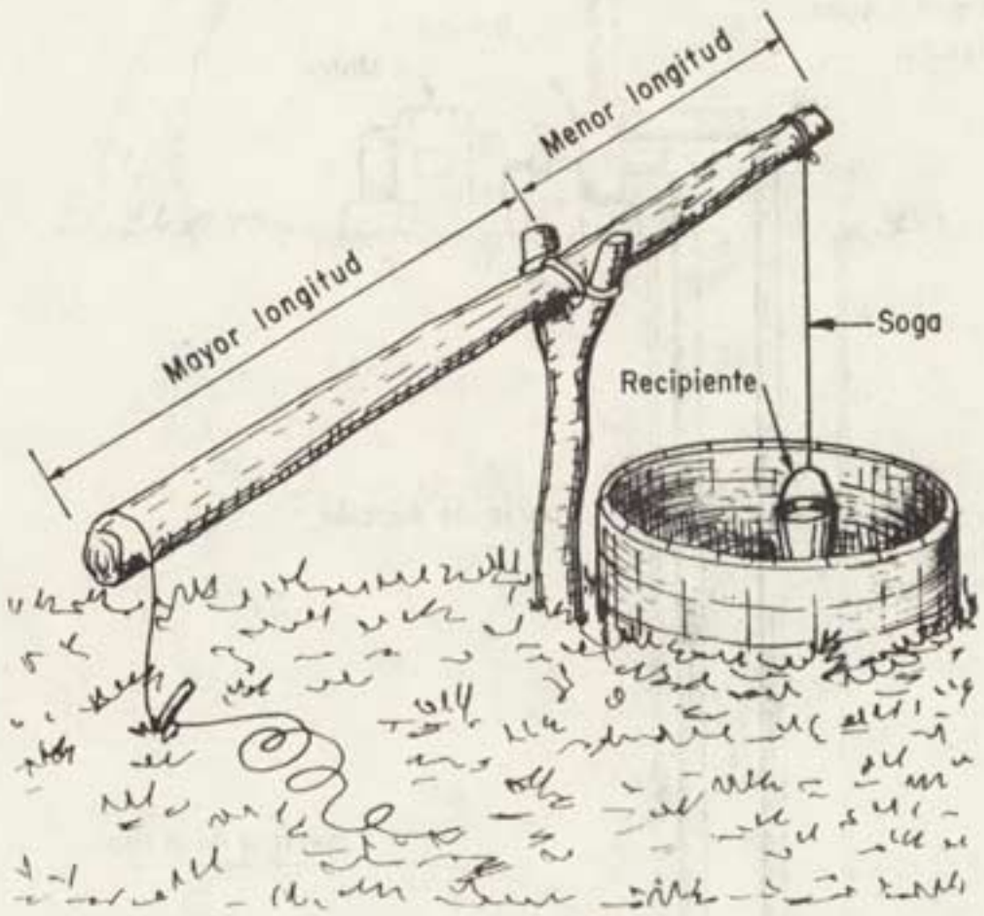


EXTRACCION DE AGUA CON BOMBA CENTRIFUGA Y CON INYECCION DE AIRE

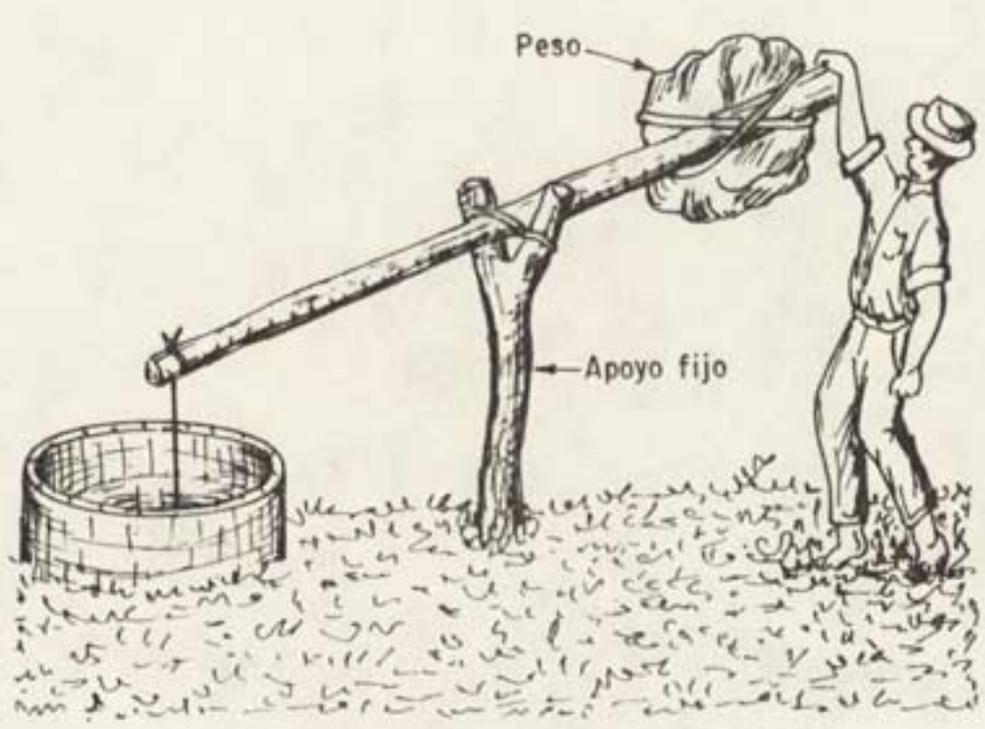
¿CUALES SON LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO QUE EXISTEN?

Los más comunes y difundidos son:

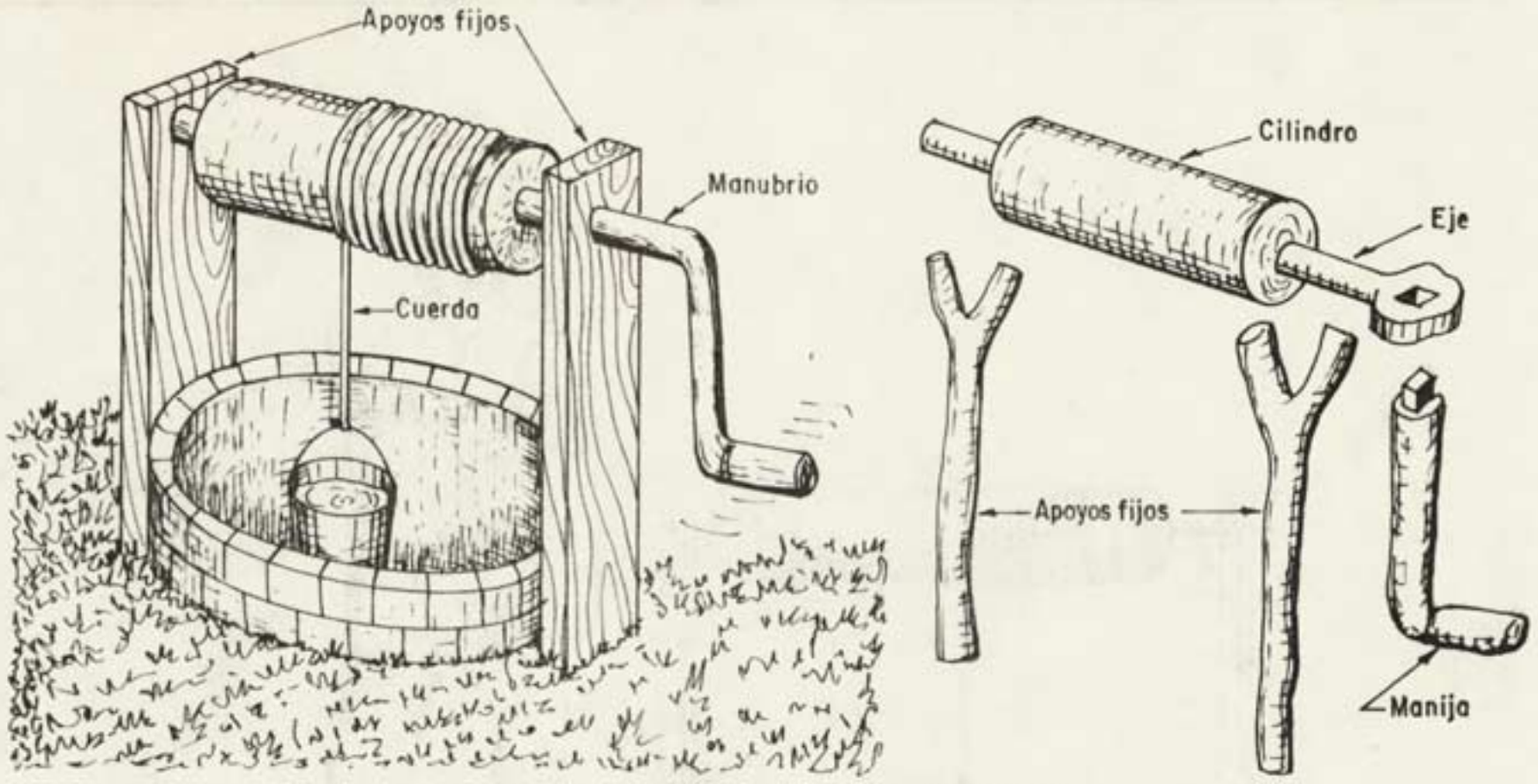
Accionamiento Manual:
- Torno
- Manija
- Palanca Simple
- Palanca con contrapeso



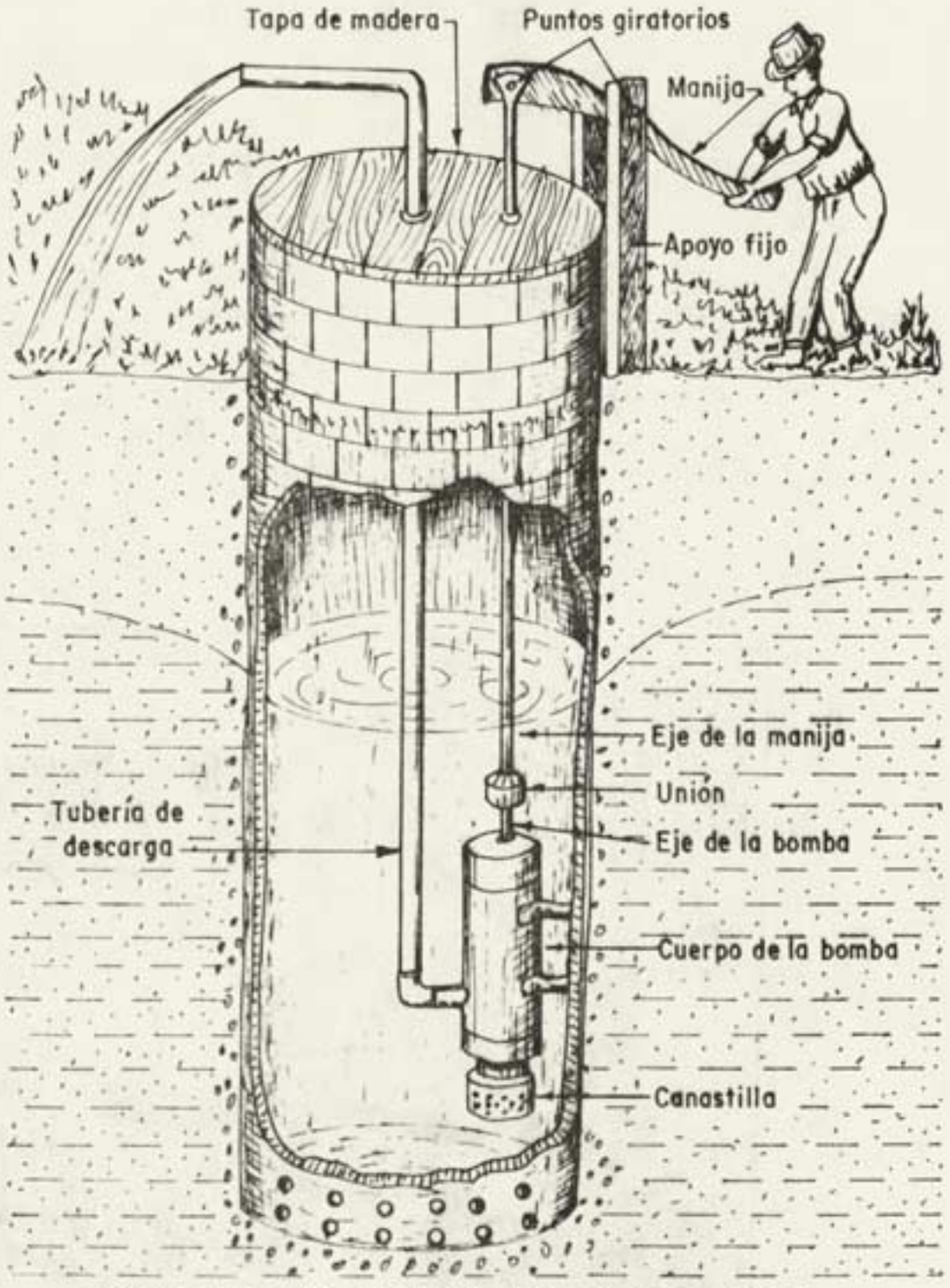
PALANCA SIMPLE



PALANCA CON CONTRAPESO



SISTEMA DE ACCIONAMIENTO RUSTICO
PARA EXTRAER AGUA DE POZO CON RECIPIENTES



ACCIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE PISTON



TRACCION HUMANA

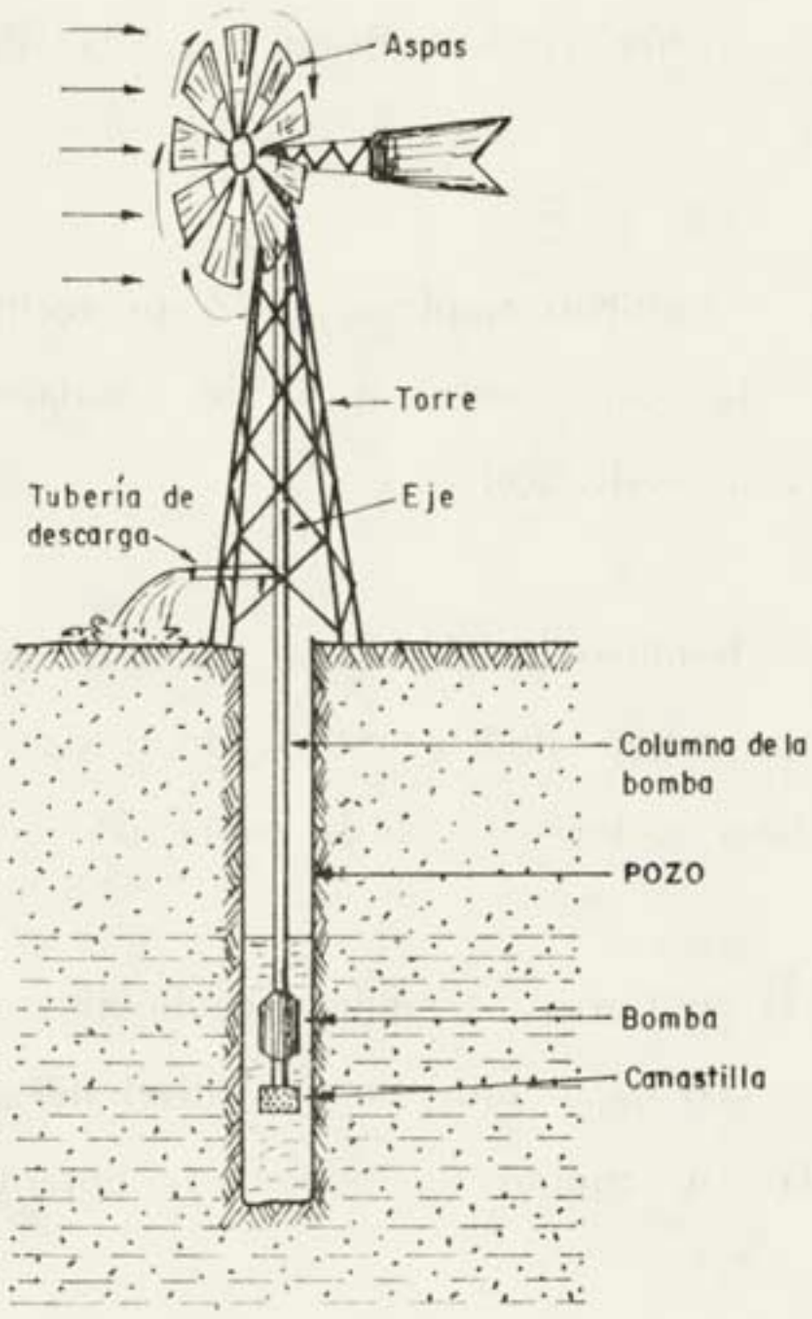
Motor a gasolina

Accionamiento Mecánico: Motor diesel

Motor eléctrico



Accionamiento eólico Aeromotor (molino de viento)



EQUIPO DE BOMBEO ACCIONADO CON LA FUERZA DEL VIENTO

SEÑOR AGRICULTOR CONSULTE CON EL TECNICO AGROPECUARIO O CON SU INSTRUCTOR ANTES DE INVERTIR EN LA COMPRA DE UN EQUIPO DE BOMBEO PARA SU POZO. EN TODO CASO, EL CUADRO SIGUIENTE PRESENTA ALGUNAS PAUTAS PARA LA ELECCION DEL EQUIPO DE BOMBEO ADECUADO PARA CADA CASO.

Como la compra del equipo depende también de la capacidad de producción de agua del pozo, manantial o galería:

* Averigue si los equipos de bombeo empleados por sus vecinos están de acuerdo a la producción de agua de las captaciones y si los caudales extraídos cubrirían las necesidades que usted necesita satisfacer.

* Observe si los equipos de bombeo instalados no secan demasiado rápido los pozos en producción. En este caso usted podría estar adquiriendo un equipo de bombeo demasiado potente para las características de su captación.

* Observe también si por el contrario los equipos de bombeo de los vecinos no llegan a secar nunca las captaciones o bajan muy poco el nivel de agua, lo que querría decir que usted puede instalar un equipo un poco más potente y obtener una mayor cantidad de agua.

* En todo caso, préstese o alquílese un equipo de bombeo, o solicite a la casa comercial que vende dichos equipos que antes de la compra efectúe una prueba de bombeo en la obra que usted proyecta, para observar si el equipo está de acuerdo a la cantidad de agua que puede producir la obra.

EQUIPAMIENTO DE POZOS

USOS	UNIDADES (personas, animales mayores Has.)	TIPO DE BOMBA	TIPO DE ACCIONAMIENTO
CONSUMO HUMANO	Hasta 6	Recipiente Bomba aspirante*	Manual
CONSUMO PECUARIO	Hasta 15	Recipiente Bomba aspirante*	Manual
	Más de 15	Bomba aspirante*	Molino de viento
CONSUMO HUMANO	Hasta 15	Recipiente Bomba aspirante* Bomba con inyector	Manual
AGRICULTURA	Menos de 1/2 Ha.	Recipiente	Manual
	Más de 1/2 Ha.	Bomba centrífuga	Molino de viento Motor

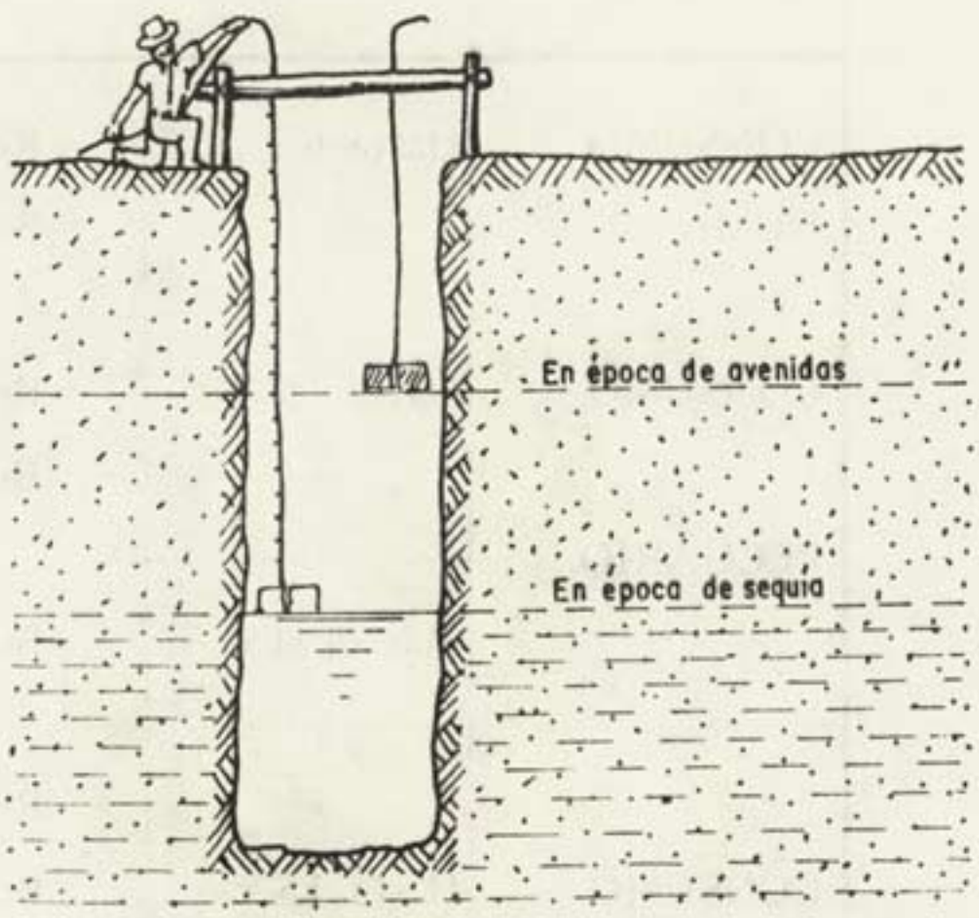
* Aspirante o aspirante-impelente.

MEDIDAS Y OBSERVACIONES UTILES A REALIZAR EN LAS CAPTACIONES DE AGUAS SUBTERRANEAS

MEDICION DE LOS NIVELES DE AGUA

¿LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL DE AGUA O NIVEL ESTATICO EN UN POZO ES CONSTANTE?

No, porque las aguas subterráneas aumentan en las épocas húmedas cuando llueve y se cargan los ríos, produciéndose una mayor infiltración de aguas en el subsuelo, provocando el ascenso del nivel de las aguas; el fenómeno inverso se produce en las épocas de sequía.



MEDICION PERIODICA DE LOS NIVELES DE LA NAPA DE AGUA

¿COMO SE PUEDE MEDIR LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL DE AGUA EN UN POZO?

* Introduzca en el pozo una soga seca con un peso en el extremo para que baje verticalmente. Tomando un punto de referencia cualquiera para la medición (generalmente la boca del pozo), mida la soga hasta el punto en que comienza la parte mojada. De esta manera obtendrá la distancia que hay hasta el nivel del agua subterránea.
* Introduzca una soga con un balde atado en su extremo inferior. Cuando el balde toque el nivel de agua se sentirá un sonido. El balde funcionará también como un lastre. A partir de este punto mida la distancia que hay entre el nivel del agua y el punto que ha tomado como referencia.

* Marque las longitudes mediante una vara de caña, rama de árbol u otro material. También puede instalar una regla graduada en una de las paredes del pozo. Puede emplear estos métodos cuando el nivel del agua no es muy profundo, es decir hasta 2 ó 3 metros.

UTILIDAD DE ESTAS MEDIDAS DEL NIVEL DEL AGUA EN UN POZO

Sirven para conocer los niveles más altos y más bajos que pueden alcanzar las aguas subterráneas en una región, y para prever cuando la bajada del nivel se va haciendo más pronunciada, la reprofundización oportuna del pozo para que no se quede seco.

Anote en un cuaderno las medidas periódicas que realiza y la fecha.

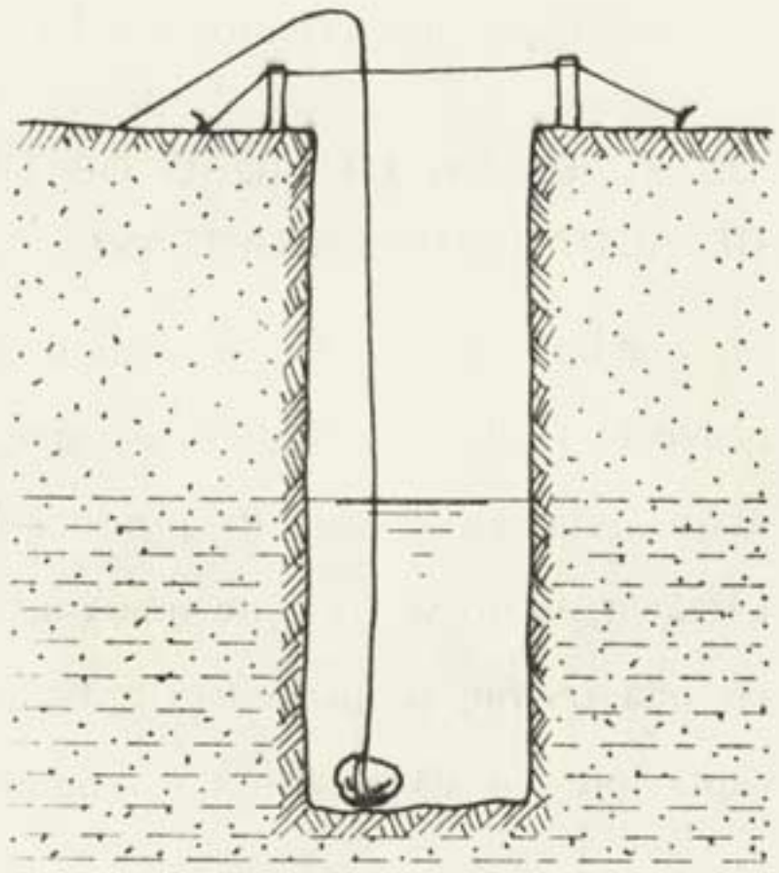
MEDICION DEL FONDO DE UN POZO

¿LA PROFUNDIDAD DEL FONDO DEL POZO ES SIEMPRE LA MISMA?

No, ella puede cambiar, es decir disminuir debido a la acumulación de sedimentos que van ingresando al pozo por los orificios de captación.

¿COMO SE MIDE EL FONDO DE UN POZO?

Utilice una cuerda o cable cualesquiera, con un peso en su extremo inferior para constatar la profundidad de los pozos que desea medir. Use siempre una cinta métrica para calibrar la medida de la superficie.



MEDICION DE LA PROFUNDIDAD DEL FONDO DEL POZO

¿PARA QUE SIRVEN ESTAS MEDIDAS DE FONDO DE UN POZO

Para decidir cuándo es oportuno limpiar el fondo con el fin de que exista una mayor cantidad de agua libre en el pozo para poder ser bombeada.

MEDICION DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE PRODUCE EL POZO

¿DE QUE DEPENDE LA CANTIDAD DE AGUA QUE PRODUCE UN POZO?

La cantidad de agua que produce un pozo en un tiempo determinado se le denomina caudal; por ejemplo: litros por segundo.

El caudal de un pozo depende de la permeabilidad de los terrenos que conforman el reservorio acuífero subterráneo; del buen diseño y construcción del pozo u obra de captación; y, de la potencia y calidad del equipo de bombeo instalado.

¿EL CAUDAL DE UN POZO ES SIEMPRE CONSTANTE?

No, ya que puede disminuir por un descenso general del nivel de aguas subterráneas en la región; por material que puede obstruir los orificios de entrada del agua a la obra de captación; por desperfectos y fallas en los equipos de bombeo.

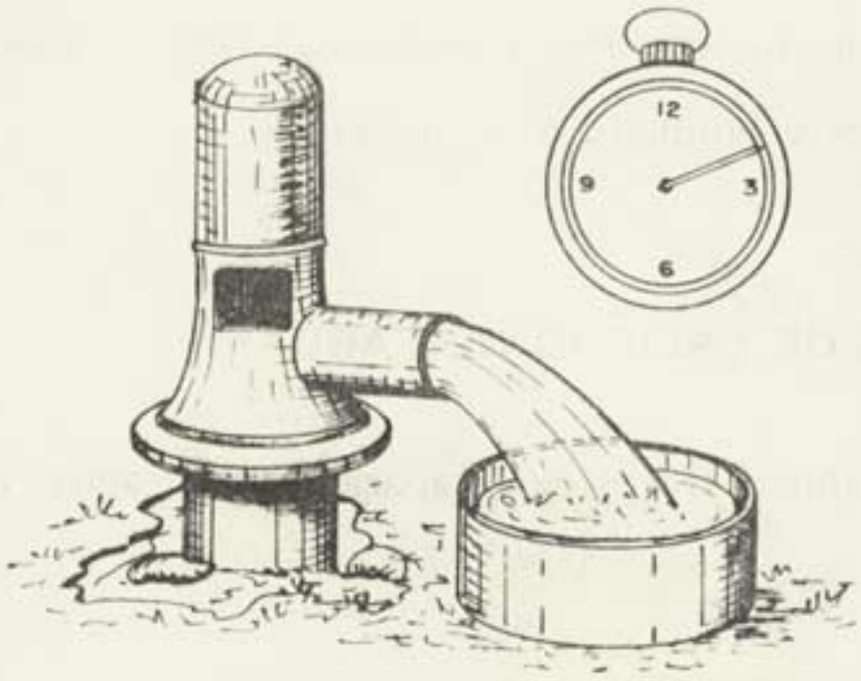
¿CUAL ES LA UTILIDAD DE MEDIR EL CAUDAL DE UNA OBRA DE CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS?

Sirve para conocer la cantidad de agua que puede obtenerse a través de una obra que se proyecta realizar; y, en el caso que ésta se encuentra en funcionamiento, sirve para conocer a qué se debe la baja de producción de una captación e intervenir para corregir el defecto. Es decir, si no se trata de una causa natural como el descenso general del nivel de las aguas en una región, se procederá a la limpieza de los orificios de entrada del agua a la obra de captación y/o a la revisión y reparación de las fallas del equipo de bombeo.

Además, sirve para que el agricultor conozca la cantidad de agua que está utilizando y aplicando a sus cultivos.

¿COMO SE MIDE EL CAUDAL DE UNA OBRA DE CAPTACION?

* Coloque a la salida del tubo de descarga un depósito de volumen conocido. Mida el tiempo que tarda en llenar el depósito. Conociendo el volumen del depósito y el tiempo que tarda usted en llenarlo, podrá saber cuál es el caudal de explotación en un momento determinado realizando una sencilla operación de división.



$$\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} = \text{Caudal}$$

$$\frac{\text{Litros (lts.)}}{\text{Segundos (seg.)}} = \text{Litros por segundo}$$

$$\frac{50 \text{ lts.}}{10 \text{ seg.}} = 5 \text{ lts./seg.}$$

MEDICION DEL CAUDAL QUE DESCARGA UNA BOMBA

* Otro tipo de medición que puede practicar es aforando los canales de conducción del agua.

MEDIDAS DE CALIDAD DEL AGUA

¿LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA ES INVARIABLE?

No. Está sujeta a fenómenos que pueden hacer variar su calidad, como la contaminación por materias extrañas caídas directamente en las aguas o por infiltración de aguas contaminadas cerca a la obra de captación.

¿CUAL ES LA UTILIDAD DE MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA?

Es la de conocer la calidad del agua que podemos captar mediante una obra en proyecto o la de controlar la calidad de las aguas de nuestra obra cuando ésta está en funcionamiento, para evitar daños en la salud de hombrres y animales o en los cultivos.

¿COMO SE REALIZAN LAS MEDIDAS DE CALIDAD DEL AGUA?

Usted puede tener una primera apreciación a través de la apariencia del agua: olor, color y transparencia.

Si a partir de dicha observación o por manifestaciones de enfermedad de personas, animales o problemas con los sembríos agrícolas usted puede decidir la obtención de una muestra de agua para ser enviada a los laboratorios oficiales.

¿ DONDE SE PUEDEN TOMAR LAS MUESTRAS DE AGUA?

En recipientes, de la corriente producida por la bomba de extracción de agua; del canal de conducción de las aguas, o directamente de la superficie de aguas subterráneas, si ésta está cercana a la superficie.

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS

1o. Tome por lo menos 2 litros cuando se trata de realizar análisis físico - químicos.

2o. Utilice recipientes de vidrio o plástico y enjuague previamente la toma de muestras. El recipiente y su tapón con el agua que se va a muestrear.

3o. Indique en un papel los siguientes datos:

* Nombre y lugar del sitio de muestreo
* Fecha y hora en que fue tomada la muestra
* Nombre de la persona que tomó la muestra



4o. Tome muestras periódicas de las aguas de su captación o antes, si hay indicios de enfermedad o daños en los cultivos.

5o. Investigue la posible causa de contaminación de las aguas captadas; por ejemplo, falta de tapa de pozo; manantial no protegido donde entran animales; etc. De esta manera podrá usted adoptar las medidas adecuadas para contrarrestar el problema.

6o. Para los análisis bacteriológicos se requiere de frascos especiales de color oscuro y vidrio esterlizado, que son generalmente proporcionados por las autoridades de salud de la región. La cantidad mínima que se requiere para los análisis es de 1 litro.

7o. No deje pasar las 5 horas entre el muestreo y el análisis. En caso contrario la muestra debe permanecer refrigerada.

8o. En caso de indicio de contaminación bacteriológica aplique a su pozo o reservorio una solución de hipoclorito de sodio en proporción de 5 a 9 gramos por metro cúbico de agua contenida en el pozo o en el reservorio.

9o. Las muestras de agua pueden enviarse directamente a los laboratorios o por intermedio de las agencias zonales. En todo caso deben ser acondicionadas en paquetes que aseguren la integridad de los recipientes.