



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



**VICEMINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS**  
**DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO RURAL**  
**UNIDAD DE INFORMACION ESTUDIOS Y POLITICAS DE DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE**

## **MANUAL TÉCNICO**

# **“EL CULTIVO EN CONTORNO, UNA PRÁCTICA PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN LOS SUELOS”**

**(Con Énfasis en Regiones de Llanura)**

**Autor: Miguel Murillo Illanes**  
JEFE UNIDAD DE INFORMACIÓN ESTUDIOS Y  
POLITICAS DE DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE

**La Paz – Bolivia**

**Octubre - 2010**

## CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	1
II. CULTIVO EN CONTORNO.....	4
Criterios de Planeamiento.....	4
Normas de Realización.....	5
Simplificación del Cultivo en Contorno.....	7
Equipos Necesarios y Capacidad de Trabajo.....	8
Normas de Mantenimiento.....	8
III. TERRAZAS.....	9
Tipos de Terrazas.....	9
Terrazas de Desagüe.....	10
Criterios de Planeamiento y Dimensionamiento.....	10
Fórmula Usada en EE.UU.....	11
Fórmula Usada en Israel.....	12
Fórmula Usada Sudáfrica.....	12
Fórmula Usada en Rhodesia.....	12
Normas de Construcción.....	19
Equipos Necesarios y Capacidad de Trabajo.....	22
Mantenimiento de la Práctica.....	22
IV. BIBLIOGRAFIA.....	23

## PRESENTACION

En los últimos años del siglo pasado, la humanidad, asumió un desafío, tomo el paradigma del desarrollo sostenible, para garantizar el bienestar de la población en armonioso desenvolvimiento con la naturaleza. En los principios del este nuevo siglo, el país, y muchos otros a nivel mundial, asumen también un nuevo paradigma, que es la soberanía alimentaria. Pero al mismo tiempo, el mercado mundial ante la crisis de los hidrocarburos (por escasez o elevados precios) inducen a los países desarrollados a optar por la producción agrícola para la obtención de combustibles (biocombustibles).

En tomo a este escenario, surgen posiciones encontradas a favor o en contra de la producción de biocombustibles, antes de atender a la seguridad y soberanía alimentaria. Además se discute sobre los impactos en la biodiversidad, en las sociedades y economías de países llamados en desarrollo.

En todo caso, las universidades están obligadas a desarrollar investigación y enseñar tecnologías con criterio social, económico, ambiental y financiero. En este proceso, es vital y estratégico para el ingeniero agrónomo y para el productor, comprender y asimilar que el aprovechamiento y manejo integral del suelo, agua y cobertura vegetal, resulta imprescindible para marcar la sostenibilidad de cualquier emprendimiento agroproductivo.

Por lo tanto, este trabajo fruto de una recopilación bibliográfica de fácil lectura y asimilación, brinda conceptos y conocimientos más que elementales sobre: La Ciencia del Suelo, la Pedología y la Edafología; y esta dirigido a todo estudiante interesado en profundizar y complementar sus conocimientos en las materias de Edafología, Física y química de suelos, Fertilidad de suelos, Manejo y conservación de suelos.

*Miguel Murillo Illanes*

# **EL Cultivo en Contorno**

## **Una Práctica para el Control de la Erosión Hídrica**

### **(Con Énfasis en Regiones de Llanura)**

#### **I. INTRODUCCION**

El cultivo en contorno es un sistema de cultivo del suelo que consiste en encauzar todas las labores siguiendo una línea guía que puede ser trazada con todos sus puntos a un mismo nivel, o dándole una pendiente suave para que haya escurrimiento no erosivo de los excedentes de agua, en caso de lluvias intensas.

Es una técnica que se emplea para prevenir la erosión de los suelos por efecto del agua de escurrimiento, que se desliza por la pendiente del terreno con velocidad creciente. También, facilita una mejor distribución e infiltración del agua y la eliminación de los excedentes resultando beneficioso tanto en zonas húmedas como en aquellas con problemas de aridez.

Se estima que la práctica del cultivo en contorno, aplicada en condiciones adecuadas, reduce la erosión del suelo en un 50%.

En el Cuadro 1 se observan datos de pérdida de suelo con cultivo de soya sembrado a favor de la pendiente y cortando la pendiente en parcelas experimentales.

**Cuadro 1 Pérdida del Suelo en Parcelas Experimentales,  
Correspondientes al Período 1977-78/81-82 (EERA INTA, Paraná – Argentina)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Pérdida de suelos (kg/ha/año)</b>
Soya continua a favor de la pendiente	20.861
Soya continua cortando la pendiente	8.975

El cultivo en contorno clásico, se realiza trazando tantas “Líneas Guías” como sea necesario, de acuerdo a los espaciamientos determinados por fórmula. Ello asegura que una elevada proporción de surcos de cultivo quede “a nivel”, o con pequeñas desviaciones respecto del mismo. La ventaja del sistema clásico es por lo tanto, su mayor confiabilidad.

Este sistema posee el inconveniente de una mayor complejidad para la realización de los cultivos ya que cada sector del terreno se cultiva siguiendo una curva de nivel (línea guía) que es diferente a las demás. A ella se suma una mayor proporción de surcos cortos en los sectores centrales entre líneas guías, que determina espacios del lote no cultivables o cultivables con dificultades. Estos inconvenientes se acentúan cuando el relieve es complejo.

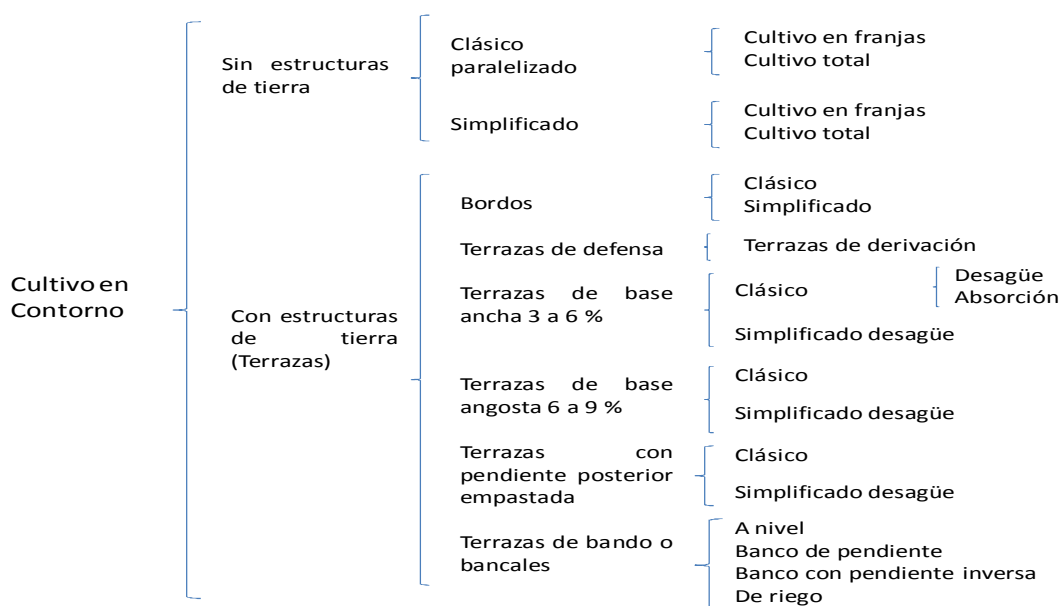
El cultivo en contorno simplificado se realiza trazando una o unas pocas líneas guías, en función de la complejidad y extensión del lote a sistematizar. La ventaja de este sistema consiste en una menor complejidad para la realización de los cultivos, ya que el cultivo del lote se realizará siguiendo una sola curva de nivel (línea guía única) o unas pocas líneas de nivel.

Como consecuencia de ello, se reduce considerablemente la proporción de espacios desaprovechables ocupados por surcos cortos. La desventaja del sistema radica en su menor confiabilidad debido a que al trazar pocas líneas guías, habrá sectores del terreno que no serán cultivados “a nivel”, en los cuales el riesgo de erosión aumentará.

En la Figura 1 se muestra una clasificación de los distintos tipos de cultivo en contorno que pueden efectuarse. Se los ha agrupado de esa forma para facilitar su clasificación y poder relacionarlos entre ellos. Pero debe aclararse que: a) el cultivo en contorno simplificado en realidad no es estrictamente en contorno, ya que el paralelizar respecto de una línea guía se está apartando de las curvas de nivel; b) los bordos no constituyen terrazas, ya que no se los dimensiona.

De ahora en adelante, al hablar de cultivo en contorno vale referirse al cultivo en contorno sin estructura, y al hablar de terrazas, al cultivo en contorno con estructuras de tierra.

**Figura 1 Clasificación de los Distintos Tipos de Cultivo en Contorno, Incluyendo su Combinación con Estructuras de Tierra**



## II. CULTIVO EN CONTORNO

Vale la definición dada para el cultivo en contorno en su concepción más amplia.

Se realiza en pendientes cuyo grado no exceda el 3 %. Conviene que las pendientes sean uniformes, para poder trazar un sistema fácilmente cultivable. No es recomendable su empleo cuando la topografía es irregular. En este caso se deberá recurrir, como se verá luego, a un sistema simplificado.

### Criterios de Planeamiento

Es conveniente contar con un plano altimétrico del lote a sistematizar. De no contar con el mismo, se deberá efectuar un relevamiento rápido, volcando las lecturas de mira a un plano que permita posteriormente dibujar las curvas de nivel. De esta manera se conocerán las direcciones y grados de las pendientes.

Para la elección del sistema, deben conocerse los siguientes factores: relieve, suelos, erosión, cultivos y extensión del lote a sistematizar.

El **Sistema Clásico** convendrá con relieve simple, suelos erodibles y/o poco profundos, suelos erosionados, predominancia de cultivos densos y en lotes extensos.

El **Sistema Paralelizado** convendrá utilizarlo con relieve complejo, suelos poco erodables y profundos, sin erosión o con erosión ligera, con predominancia de cultivos carpidos y en lotes poco extensos.

Sobre la base de las pendientes promedio se calcula el distanciamiento entre curvas a trazar en el terreno mediante la fórmula:

$$\text{Intervalo Vertical IV} = 0,305 (X \times S + Y)$$

Donde:

**V** = Intervalo vertical entre curvas de nivel (en metros).

**X** = Factor que depende de la cantidad e intensidad de las lluvias (varían entre 0,4 y 0,8).

**Y** = Factor que depende de la erodabilidad del suelo y de las prácticas de manejo (varía entre 0,4 y 0,8).

**S** = Pendiente del terreno, en por ciento.

Para el cálculo del intervalo horizontal (IH) o distanciamiento entre curvas en el terreno, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Intervalo Horizontal IH} = \left( X \times 100 + \frac{Y \times 100}{S} \right) 0,305$$

Donde:

IH = intervalo horizontal o distanciamiento entre curvas en el terreno (en metros).

Dado que la fórmula y por consiguiente los factores “X” y “Y” que intervienen en ella es la misma que la empleada para el cálculo del espaciamiento entre terrazas, podrá encontrarse una aclaración sobre el uso de dichos factores al desarrollar el tema: Criterios de dimensionamiento de terrazas.

### Normas de Realización

El trazado de las curvas de nivel comienza por la parte más elevada del lote a una distancia del punto más alto, aproximadamente igual a la mitad del espaciamiento horizontal determinado por la fórmula.

El trazado se deberá iniciar desde uno de los extremos, por ejemplo, sobre la línea de un alambrado.

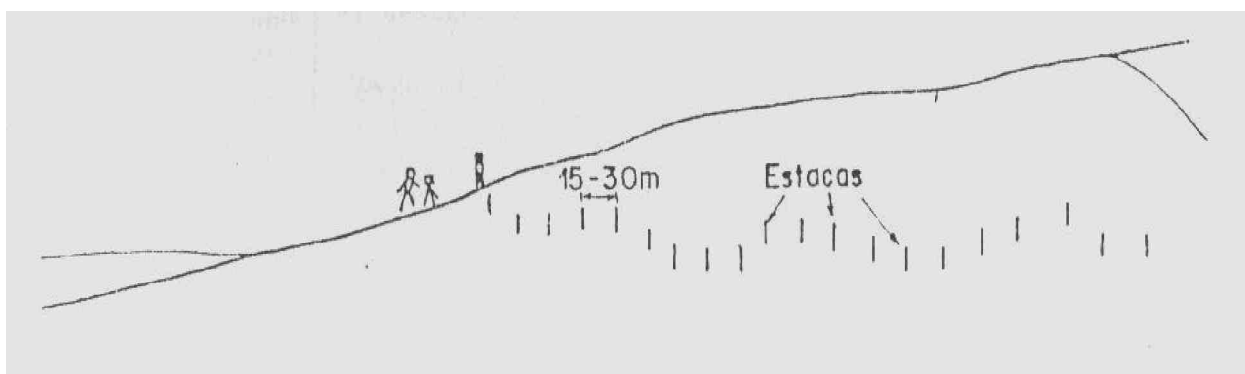
Para la instalación del nivel de anteojo deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: a) tener buena visual de los puntos que se van a nivelar sobre la curva; b) que la lectura de mira en la primera curva a trazar sea lo más baja posible, para que desde la misma estación se pueda trazar varias curvas.

La realización de la nivelación en el terreno se efectúa de la siguiente manera:

Una vez que el mirero se ubica próximo a la línea del alambrado a la mitad del distanciamiento horizontal determinado por fórmula, comienza a desplazarse “sobre la curva”. Cada 20 o 25 m aproximadamente, el mirero se detiene y el observador con el nivel debe hacerlo mover al mirero pendiente arriba o abajo hasta localizar la lectura de mira establecida.

Este punto es marcado con una estaca (ver Figura 2). Cuando el mirero llega al final de la curva, se desplazará pendiente abajo hasta que el observador con el nivel ubique la lectura de mira correspondiente al intervalo vertical calculado por la fórmula; con esta lectura se traza la segunda curva de nivel, y así sucesivamente.

**Figura 2. Marcación con Estacas de la Línea Básica  
(a intervalos de 15 - 30 m entre estacas)**

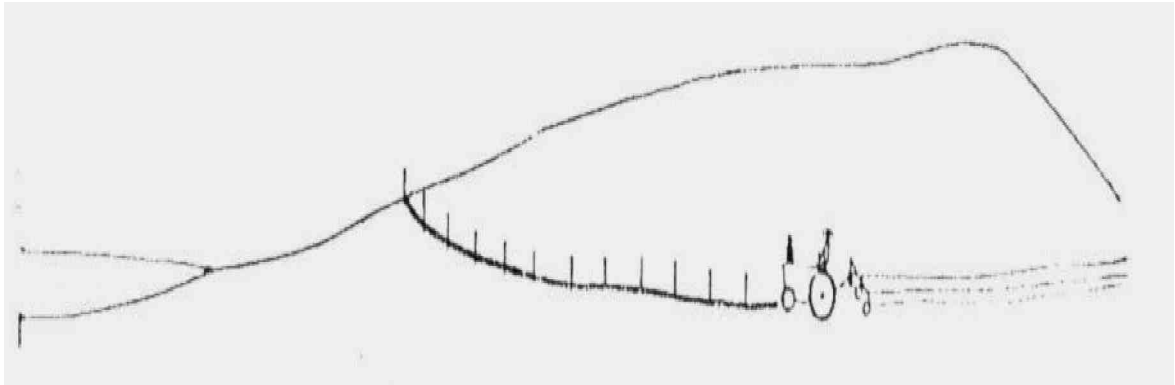


Por ejemplo, si la pendiente es del 2% y se considera  $X = 0,6$  y  $Y = 1,5$ , el IV será de 0,82 m y el IH de 41 m; o sea que el mirero se ubicará a aproximadamente 20,5 m del punto más alto y en uno de los extremos de la curva, se supone que el observador con el nivel lee en la mira 0,50 m y ésta es la lectura que mantendrá a lo largo de toda la curva, haciendo que el mirero marque con estacas un punto cada 20 ó 25 metros.

Cuando el mirero llegue al final de la curva, comenzara a desplazarse pendiente abajo hasta que el observador lea 1,32 m (0,50 m que es la lectura de la curva anterior más 0,82 m que es el intervalo vertical calculado por fórmula).

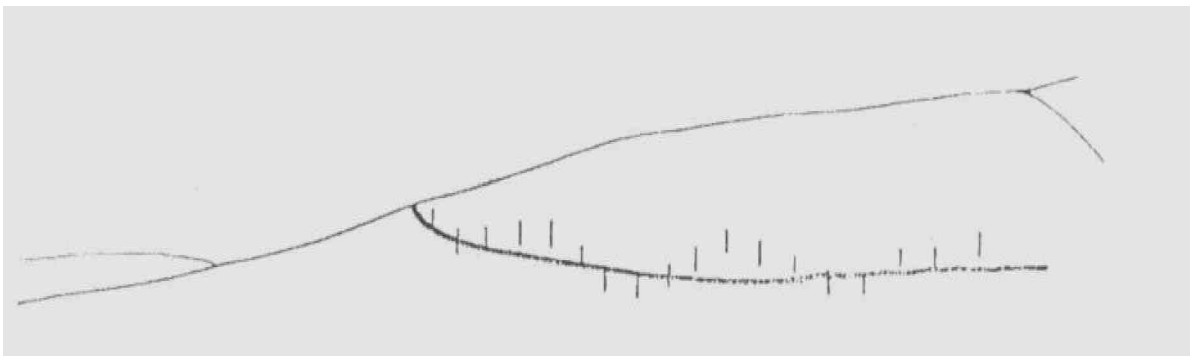
Una vez terminado el trazado de las curvas de nivel, se procede a suavizarlas desplazando algunas estacas, pendiente arriba o abajo de tal forma de que no existan tramos con ángulos cerrados que dificulten las labranzas y cosecha (ver Figura 3).

**Figura 3. Suavizado del Trazado de la Línea Básica para Facilitar la Labor de los Equipos Agrícolas**



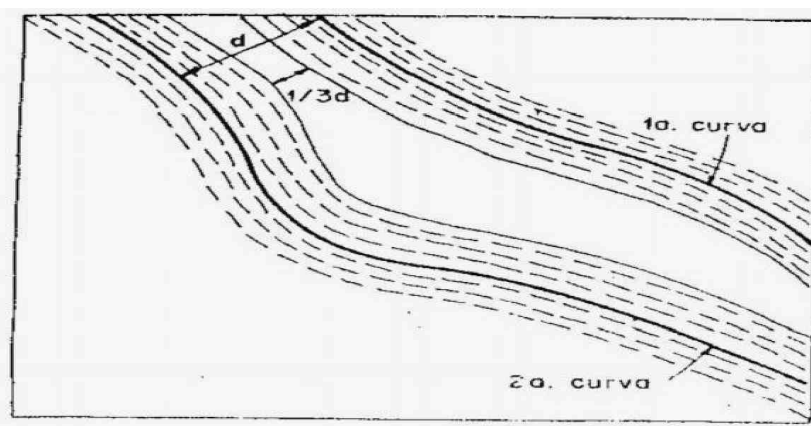
El paso siguiente consiste en marcar la curva en el terreno mediante una pasada de arado ida y vuelta alomando, de tal manera de dejar un pequeño bordo. También se puede marcar dejando una franja de aproximadamente 1 m de ancho con vegetación espontánea, de tal forma que sea fácilmente identificable (ver Figura 4).

**Figura 4. Marcación de la Línea Básica con Arado o Rastra de Discos**



Una vez marcadas las curvas sobre el terreno, las labranzas se efectúan "en redondo" alrededor de cada curva hasta alcanzar un tercio de la distancia mínima que la separa de otra curva (ver Figura 5).

**Figura 5. Forma de Labranza**



Luego se aran los surcos cortos (ver Figura 6) (los que tienen longitud menor a la curva de nivel), y por último, el callejón que queda en la parte central entre las curvas (ver Figura 7). Este callejón permite girar a los equipos sobre la tierra firme durante la aradura de los surcos cortos

Figura. 6. En una Segunda etapa Conviene arar los Surcos, es decir los que tienen longitud menor a la curva de nivel

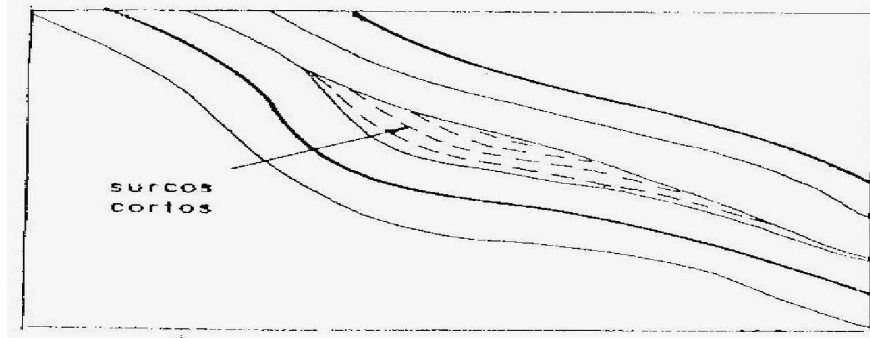
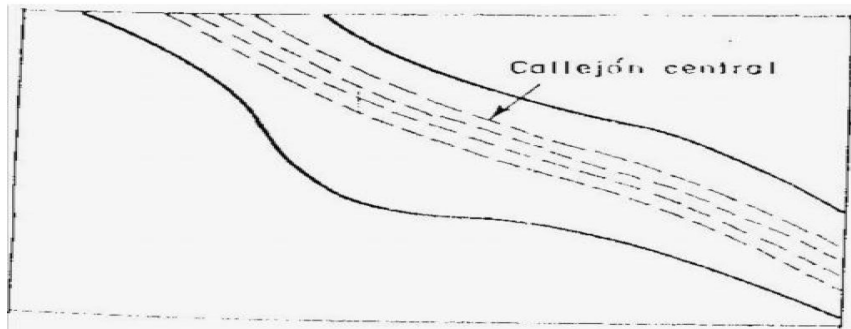
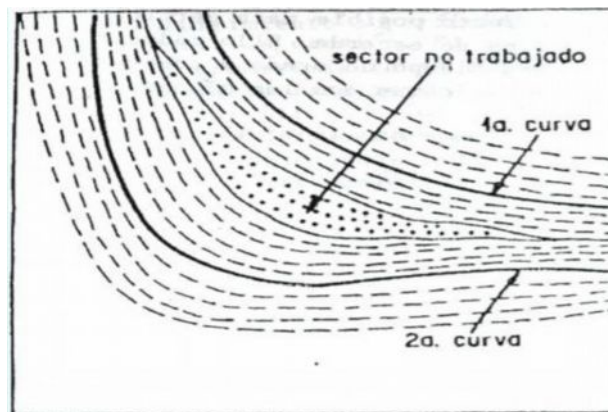


Figura.7. En una Segunda Etapa Conviene Arar los Surcos, es Decir los que tienen longitud menor a la curva de nivel



Otra posibilidad consiste en arar alrededor de cada curva hasta la mitad de la distancia mínima que la separa con la otra curva, y el sector que queda con surcos cortos se dejará sin arar (ver Figura 8).

Figura 8. Otra posibilidad consiste en arar Alrededor de cada Curva hasta la mitad de la Distancia mínima que la separa de la otra curva, dejando sin arar el sector que quedó con surcos cortos



### Simplificación del Cultivo en Contorno

Técnicos del Soil Conservation Service de EE.UU. han desarrollado una simplificación del sistema convencional. El sistema clásico o convencional consiste en trazar las líneas guías distanciadas entre sí según los espacios verticales, que se determinan por fórmula.

Uno de los métodos simplificados permite el trazado de un sistema paralelizado de curvas de nivel que reduce notablemente la cantidad de líneas cortas en vastas superficies con pendientes más o menos uniformes.

Para lograrlo se construyen terrazas, con los intervalos indicados por las fórmulas, moviendo la tierra de tal modo que se balancean los desniveles del terreno que surgen del paralelizado mediante la profundización de los canales o la elevación de los terraplenes, de modo que el agua no pueda pasar por encima y tenga gradiente adecuado para circular hacia el desagüe (5).



Técnicos de Conservación de Suelos del INTA desarrollaron un sistema de simplificación más sencillo que permite reducir el número de líneas guías en un 70 %, disminuyendo así considerablemente la complejidad del método convencional (10).

La técnica consiste en la marcación de una línea guía que debe servir a una franja de terreno de 80 a 120 m de ancho, según su uniformidad; al mismo tiempo que se marca la línea guía, se verifica si a 40 - 60 m hacia arriba y hacia abajo de la pendiente, la curva paralela a la que se marca mantiene la misma tendencia. Si no ocurre así, se hacen ajustes sobre la línea guía (subiéndola o bajándola) dentro de las amplitudes elegidas previamente, hasta conseguir que la línea "madre o guía" y sus paralelas tengan la misma tendencia.

Una vez trazado el sistema, puede reforzarse construyendo terrazas de base ancha enteramente cultivables a los intervalos calculados por fórmula.

Para el levantamiento planimétrico de las curvas trazadas puede virilizarse el método de las líneas rectas y paralelas a distancia de 50 a 100 m entre sí, desde las cuales a intervalos regulares y con una cruz de prismas, se miden las distancias en ángulo recto hasta las intersecciones con las curvas utilizando para ello una cinta métrica.

La principal resistencia para la adopción del cultivo en contorno clásico, es la elevada proporción existente de líneas cortas a muy cortas. Éste es el punto crítico que dificulta la adopción del sistema.

Prego y Mon (1969) verificaron la eficiencia práctica del método clásico y simplificado comparando las superficies ocupadas por líneas de distintas longitudes. El resultado obtenido se observa en el Cuadro 2. (8).

**Cuadro 2 Porcentaje de Tierra Ocupada por Surcos de Longitudes Variables en el Cultivo en Contorno Convencional y Simplificado.**

Longitud de las Líneas	Método Clásico	Método Simplificado
Líneas Extremadamente Cortas	2,2	0,7
Líneas Muy Cortas	5,6	2,7
Líneas Cortas	21,4	19,0
Líneas de Longitud Normal	70,3	77,5

\* La longitud es inferior a la de un equipo común de tractor y arado ( es lo que se necesita para poder girar ).

\*\* La longitud va desde 2 a 4 veces la longitud del equipo.

\*\*\* La longitud es intermedia entre las muy cortas y las normales.

\*\*\*\* Corresponde a la dimensión menor del cuadro a trabajar, para formas comunes.

Siguiendo el sistema simplificado con modificación de la línea guía para franjas entre 60 y 120 m de ancho, las líneas con problemas de longitud y dificultades de laboreo, pueden reducirse de 30 % a 23 % de la superficie y las líneas muy cortas y extremadamente cortas de 8 %, a 3%.

### Equipos Necesarios y Capacidad de Trabajo

Los elementos necesarios para el trazado de las curvas de nivel son: nivel de anteojo, mira, estacas y equipo de tractor con arado o rastra de discos.

El tiempo empleado para marcar cada curva de nivel varía entre 10 y 15 minutos por cada 100 m lineales, dependiendo ello de la habilidad del mirero y de la irregularidad del terreno. Cada cambio de estación de nivelación insume entre 10 y 15 minutos.

### Normas de Mantenimiento

El lote sistematizado en curvas de nivel se lo trabajará permanentemente siguiendo las mismas, variando año a año la dirección de la arada. Es decir que sí se inicia arando alomado, al año siguiente se deberá arar hendiendo.

Al menos una vez al año conviene repasar el bordo que marca la curva de nivel. En el caso que se haya marcado con una faja de vegetación natural, se procederá al desmalezado mecánico al menos dos veces al año.

### III. TERRAZAS

Es un terraplén o bordo y canal, construido transversalmente a la pendiente, en una posición adecuada para interceptar el escurrimiento de agua superficial. Puede ser construida con un gradiente adecuado para desagüe o a nivel.

Las terrazas son construidas para reducir la erosión por acortamiento de la longitud de la pendiente y conducción del agua de escurrimiento a una velocidad no erosiva hacia un desagüe estabilizado.

Además son usadas para conservar la humedad y reducir inundaciones por medio de terrazas a nivel cerradas o con terrazas con gradiente buscando incrementar el tiempo de concentración. Los objetivos del terraceo son los siguientes:

1. Control de la erosión: es el objetivo primordial del terraceo. Se deberán considerar las pérdidas admisibles de suelo y el uso del suelo más intensivo esperado para planear el sistema de terrazas.
2. Facilidad para realizar labranzas y prácticas culturales: las terrazas deben permitir las labranzas y labores culturales en general sin causar inconvenientes al agricultor para ser aceptadas y mantenidas posteriormente. Un buen sistema de terrazas deberá cumplir las siguientes condiciones:
  - a. Un paralelismo lo más perfecto posible para permitir realizar sin inconvenientes los cultivos de escarpa. Ello reducirá la cantidad de surcos cortos, ahorrará tiempo de arada y cosecha, y reducirá desperdicios de áreas de maniobras con las máquinas.
  - b. Tener un espaciamiento adecuado que se ajuste a la maquinaria común de la zona. A su vez, deben espaciarse lo más posible sin excederse en la pérdida de suelo tolerable.
  - c. Proyectarse y construirse con una sección cultivable, y que en lo posible no incremente la pendiente del terreno.

Algunos proyectos de terrazas incrementan la pendiente entre terrazas porque toman tierra del canal para hacer el bordo. Esto es tolerable en tierras más o menos llanas, pero en aquellas empinadas complica las operaciones de laboreo. Una solución para estos casos, es una terraza con un talud aguas abajo empinado y sembrado con una pastura. También conviene que la zona de préstamo para construir el bordo esté aguas abajo.

3. Conservación de la humedad: en áreas de bajas precipitaciones y particularmente en regiones semiáridas, con suelos de alta permeabilidad, las terrazas a nivel son usadas para la conservación de la humedad, así como para el control de la erosión.

El escurrimiento se acumula en el canal de la terraza y es lentamente absorbido por el suelo.

#### Tipos de Terrazas.

Hay dos tipos principales de terrazas basados en la distribución del escurrimiento:

- a) Terrazas con gradiente: son terrazas de desagüe, y
- b) Terrazas a nivel: son terrazas de absorción.

Las terrazas de desagüe se utilizan generalmente en regiones de llanura con más de 500 a 700 mm de precipitación anual y tienen por función conducir el escurrimiento hacia desagües vegetados a velocidades no erosivas. El gradiente del canal puede ser uniforme o variable.

Las terrazas de absorción se utilizan generalmente en regiones de llanura con menos de 500 mm de precipitación y tienen por finalidad infiltrar el escurrimiento superficial que se genera entre terrazas, además de reducir la erosión. El canal y bordo se construyen a nivel para que el escurrimiento se alcance a lo largo de la terraza. Los extremos de la terraza generalmente son cerrados de manera que ese desagüe por infiltración; otras veces los extremos se dejan abiertos, debiéndose disponer, en estos casos, de desagües vegetados.

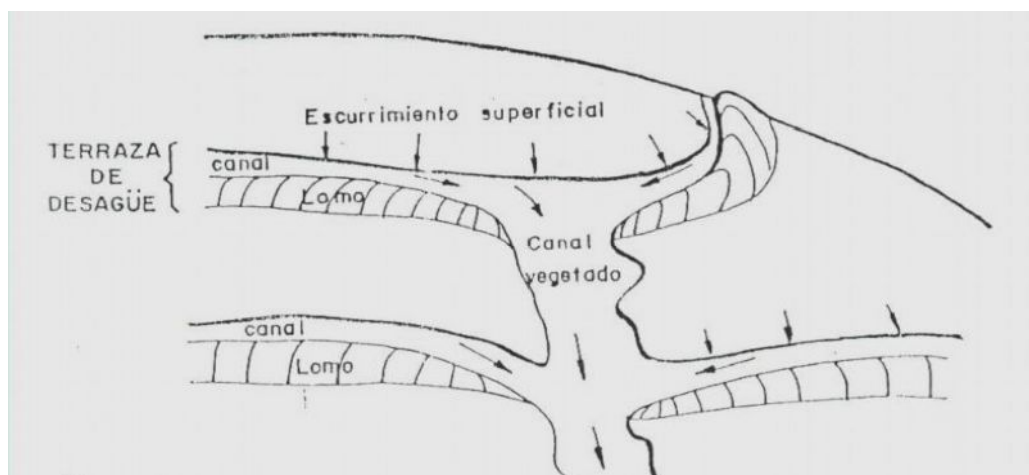
En el presente trabajo se hará referencia exclusivamente a las terrazas con desagüe como práctica para el control de la erosión hídrica en regiones de llanura.

### **Terrazas con Desagüe.**

Es una estructura de defensa, consistente en una combinación de camellón y canal que se construye transversalmente a la pendiente con el objeto de defender el suelo contra la erosión, evacuando el agua de escorrentía excedente hacia desagües acondicionados a tal fin.

El objetivo para la instalación de estas estructuras consiste en reducir la erosión hídrica mediante el acortamiento de la longitud de la pendiente, y conducción del escurrimiento superficial a velocidades no erosivas hasta un desagüe estabilizado (ver Figura 9).

**Figura 9. Terraza de Desagüe**



Además pueden emplearse para el control del anegamiento, al incrementar el tiempo de concentración y desviar el escurrimiento hacia desagües estabilizados. También pueden usarse en pendientes inferiores al 3% pero de una gran longitud. Normalmente entre 3 a 6 % pendientes medianas de moderada longitud.

Las terrazas de base ancha, enteramente cultivables, se aplican en suelos con pendientes entre 3 y 6 %, en los cuales no es factible disminuir el riesgo de erosión por medio de otro tipo de prácticas. En pendientes algo superiores al 6 % pueden emplearse terrazas de base angosta.

Los suelos deben ser profundos, sin barreras físicas tales como duripanes o pedregosidad en el perfil. El lote a terrazar no debe estar muy erosionado, con presencia de cárcavas, ya que esto impide una sistematización adecuada. Es conveniente que las pendientes no sean excesivamente compuestas, para poder obtener un sistema fácilmente cultivable.

### **Criterios de Planeamiento y Dimensionamiento**

Para efectuar el planeamiento de un sistema de terrazas debe disponerse de un plano acotado del campo a sistematizar. Sobre dicho plano se estudiarán la dirección de las pendientes y ubicación de las terrazas, desagües y depresiones del terreno. La estimación del escurrimiento superficial se efectuará para una lluvia de 24 horas, que corresponde a la diaria máxima para un período de retorno de 10 años.

Lo más importante en el planeamiento de un sistema de terrazas son los desagües. Si no existe un adecuado desagüe natural, se deberá constituir uno artificial situado en los cauces naturales de drenaje.

Los desagües se deben preparar con uno o dos años de anticipación a la construcción de las terrazas. Si no se pueden emplear cauces naturales se deberá construir en el sitio que no cause inconvenientes para el uso del campo. Se deberá tener en cuenta la necesidad o no de construir una terraza de derivación para desviar el agua de lotes vecinos que pueda perjudicar el lote sistematizado.

Los lotes con pendientes uniformes sin cambios bruscos son los más adecuados para la sistematización con terrazas, ya que de lo contrario serán difíciles de trabajar.

A continuación se mencionan las fórmulas más usadas para el cálculo del intervalo vertical en distintos países (5).

### 1.- Estados Unidos de América:

Para zonas con más de 800 mm anuales de lluvia (9):

$$\text{Intervalo Vertical IV} = 2 + \left(\frac{S}{4}\right)0,305 \quad \text{IV} = 0,60 + \left(\frac{S}{13}\right)$$

Donde:

**S** = Pendiente en %

Para zonas con menos de 800 mm anuales de lluvia:

$$\text{Intervalo Vertical IV} = 2 + \left(\frac{S}{3}\right)0,305 \quad \text{IV} = 0,60 + \left(\frac{S}{10}\right)$$

Además existe una fórmula llamada "Simplificada"

$$\text{Intervalo Vertical IV} = S \times 15 + 60$$

Donde:

**S** = Pendiente en %

Estas fórmulas han caído en desuso, ya que no consideran la infiltración del suelo, ni el grado de cobertura de los cultivos. La influencia de las lluvias es considerada en forma muy general y no se tiene en cuenta la intensidad de las mismas.

La fórmula más usada actualmente es la siguiente:

$$\text{IV} = 0,305 (X \times S + Y)$$

Donde:

**X** = factor que depende de la cantidad e intensidad de las lluvias. 0.4 – 0.8

**Y** = factor que depende de la erodabilidad del suelo y del grado de cobertura de los cultivos. 1 – 2

**S** = pendiente del terreno, en por ciento.

Para el cálculo del intervalo horizontal (IH) o distanciamiento entre terrazas en el terreno, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{IH} = X (100) + \frac{Y \times 100}{S} \times 0,305$$

Donde:

**IH** = intervalo horizontal o distanciamiento entre terrazas en el terreno (m).

**S** = pendiente del terreno (%).

El valor X de la ecuación es una variable determinada por la ubicación geográfica de las terrazas, dependiendo en gran medida de la cantidad e intensidad de las lluvias en el área. Los valores oscilan entre 0,4 y 0,8 mientras que para regiones semiáridas el valor es de 0,8.

Es decir, para regiones húmedas los valores de X varían entre 0,4 y 0,8 mientras que para regiones semiáridas el valor es de 0,8.

Los valores de **X** estimados para diferentes zonas del país podrían ser las siguientes: Beni 0,4 y Santa Cruz 0,5, Región de llanura Chaqueña 0,5 y 0,6; Región Occidental Altiplanos 0,7 y 0,8. Obviamente que deben estudiarse, probarse en campo.

Los valores de **Y** que se usan generalmente, son los siguientes:

Y = 1,0 para suelos pesados, con un índice de infiltración por debajo del promedio y sistemas de cultivos que poseen poca cobertura en los períodos de lluvias intensas.

Y = 2,0 para suelos sueltos con índice de infiltración igual o por encima del promedio y con sistemas de cultivos que brinden buena cobertura durante los períodos de lluvias intensas.

Y = 1,5 cuando uno de los factores mencionados es favorable y el otro es desfavorable

## 2. Israel

$$IV = \left(\frac{S}{10} + 2\right) \times 0,305$$

Donde:

**IV** = intervalo vertical, en metros

**S** = pendiente del terreno, en por ciento.

## 3 - Sudáfrica

$$IV = \left(\frac{S}{a} + b\right) \times 0,305$$

Donde:

IV = Intervalo vertical

S = Pendiente del terreno en %

a = Factor que depende de la cantidad de lluvia (varía entre 1,5 y 4)

b = Factor que depende de las características del suelo (varía entre 1 y 3)

## 4. Federación de Rhodesia

$$IV = \left(\frac{S + f}{2}\right) \times 0,305$$

Donde:

**IV** = intervalo vertical, en metros

**S** = pendiente del terreno, en por ciento

**f** = factor que depende de la erosionabilidad del suelo (varía entre 3 y 6)

En Estados Unidos de América se han llevado a cabo numerosas experiencias sobre el efecto de los distintos espaciamientos sobre las pérdidas de suelo, en parcelas de distintas longitudes (12). Las fórmulas usadas en EE.UU. se escogieron como resultado de tales experiencias.

El dimensionamiento del canal de la terraza debe efectuarse siguiendo una metodología similar a la empleada para la estimación del escurrimiento y diseño de canales vegetados, es decir, se estima el escurrimiento máximo entre terrazas para un período de retorno de 10 años.

En realidad para la construcción de terrazas, el área de la sección transversal se determina con menor precisión que en el caso de canales de desagüe, ya que en general son construidas con maquinaria comunes de la chacra y se modifica con los cultivos y las labranzas. En general el área del canal oscila alrededor de un metro cuadrado.

En la evacuación de las aguas de escurrimiento por el canal de las terrazas, tiene gran importancia el gradiente del mismo ya que si es elevado, habrá erosión y si es bajo se producirá sedimentación.

Para el cálculo de la sección transversal del canal de la terraza se debe conocer el pico de descarga a conducir por el canal de la terraza (4)

$$Q = Ac \times V$$

Donde:

**Q** = Caudal crítico, o pico de descarga, en m<sup>3</sup>/s.

**Ac** = Sección transversal del canal de la terraza, en m<sup>2</sup>.

**V** = Velocidad máxima no erosiva del agua en el canal de la terraza (0,4 – 0,5 m/s).

En el Cuadro 3 se muestran las fórmulas empleadas para el dimensionamiento del canal de la terraza según su sección sea parabólica o triangular (5).

**Cuadro 3. Fórmulas Empleadas para el Dimensionamiento del Canal de la Terraza Según su Sección sea Parabólica o Triangular**

Sección parabólica	Sección triangular
$A_c = \frac{2}{3} t \cdot d$ $P_m = t + \frac{8 d^2}{3 t}$ $Rh = \frac{t^2 d}{1,5 t^2 + 4 d^2} \approx \frac{2d}{3}$ $t = \frac{3 a}{2 d} \quad T = t \left(\frac{D}{d}\right)^{1/2}$	$\text{talud } x = \frac{e}{d}$ $A = x \cdot d^2$ $P_m = 2 d \cdot \sqrt{x^2 + 1}$ $Rh = \frac{x d}{2 \sqrt{x^2 + 1}}$ $t = 2 d x$

El cálculo del gradiente del canal se puede efectuar por la fórmula de "Manning" o empleando el nomograma que resuelve dicha fórmula (4)

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

**V** = Velocidad máxima no erosiva del agua en el canal de la terraza. Se considera 0,4 a 0,5 m/s.

**N** = Coeficiente de rugosidad

**Rh** = Radio hidráulico ( $Rh = \frac{A_c}{P_m}$ )

**A<sub>c</sub>** = Área transversal del canal de la terraza

**P<sub>m</sub>** = Perímetro mojado

**S** = Gradiente del canal de la terraza

El coeficiente de rugosidad "n" puede obtenerse del cuadro 4.

**Cuadro 4. Coeficiente de Rugosidad de Manning**

Canales libres de vegetación	n
Sección transversal uniforme, orientación rectilínea, sin piedras ni vegetación, en suelos sedimentarios y finos	0,016
Sección transversal uniforme, orientación rectilínea, sin piedras ni vegetación, sobre arcilla	
Canales con vegetación	n
Hierba corta (5 a 15 cm)	0,030 - 0,060
Hierba media (15 a 25 cm)	0,030 - 0,085
Hierba larga (25 a 60 cm)	0,040 - 0,150

El gradiente del canal de la terraza puede calcularse gráficamente empleando el nomograma que resuelve la fórmula de Manning (ver Figura. 10) (5).

Es decir, que los pasos a seguir para el cálculo de la sección transversal y gradiente del canal de la terraza se resumen de la siguiente manera:

- 1º. Se calcula el pico de descarga Q.
- 2º. Se calcula el área transversal del canal de la terraza  $A_c$ .
- 3º. Conociendo el área  $A_c$ , se dimensiona un ancho (t) y profundidad (d) del canal usando la fórmula  $A_c = 2/3 (t \times d)$
- 4º. Conocida la profundidad, se calcula el radio hidráulico ( $R_h$ ) por la fórmula  $R_h = (2d)/3$
- 5º. Se fijan los valores del coeficiente de rugosidad "n" y la velocidad no erosiva "v".
- 6º. Se calcula el gradiente del canal de la terraza empleando el monograma.

En los canales de las terrazas de desagüe, el caudal conducido es mayor a medida que se acerca al punto de desagüe, de manera que, la capacidad de conducción del mismo debe adaptarse a dicha situación. Para ello existen dos soluciones y una tercera alternativa (5).

La primera de ellas consiste en mantener la sección del canal constante, aumentando el gradiente a medida que se acerca el punto de desagüe. Es común, en el Servicio de Conservación de Suelos de EE.UU., la aplicación de gradientes crecientes de la siguiente forma:

Primero 100 m : 1 ‰	Segundo 10 m : 2 ‰
Tercero 100 m : 3 ‰	Cuarto 100 m : 4 ‰

La segunda solución sería mantener el gradiente constante y hacer variar la sección del canal, aumentándola a medida que se acerca al desagüe. Esto es engorroso teniendo en cuenta que en la mayor parte de los casos son construidos con arados comunes.

La tercera alternativa consiste en el sobredimensionamiento del canal para la parte inferior de la terraza, manteniendo sección y gradiente constantes. Esta alternativa es costosa.

En el caso de terrazas paralelas, la distancia entre terrazas debe ser menor que para los trazados convencionales y comúnmente se considera un intervalo vertical igual a 2/3 del calculado convencionalmente:

$$IV \text{ par.} = 2/3 IV \text{ conv.}$$

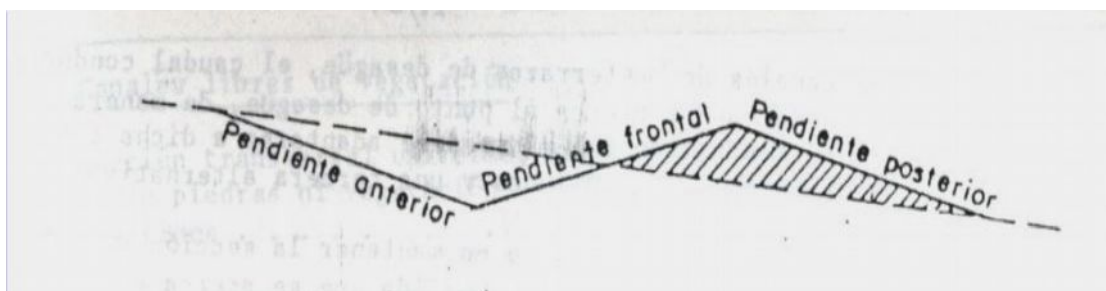
La longitud de las terrazas de desagüe no debe exceder los 500 m, ya que de lo contrario se correrá el riesgo que el excesivo caudal conducido por el canal pueda superar su capacidad y rebasar, "cortando" a la terraza.

El ancho de la terraza es muy variable, dependiendo ello, de que se trate de terrazas no cultivables o cultivables. Así puede variar desde 4 a 5 m hasta 10 a 14 metros.

La sección transversal de la terraza (canal y bordo) debe adaptarse a la pendiente del terreno, cultivos a realizar y maquinaria a emplear. La sección está limitada por tres caras: pendiente anterior, pendiente frontal y pendiente posterior (ver Figura 11) (11).

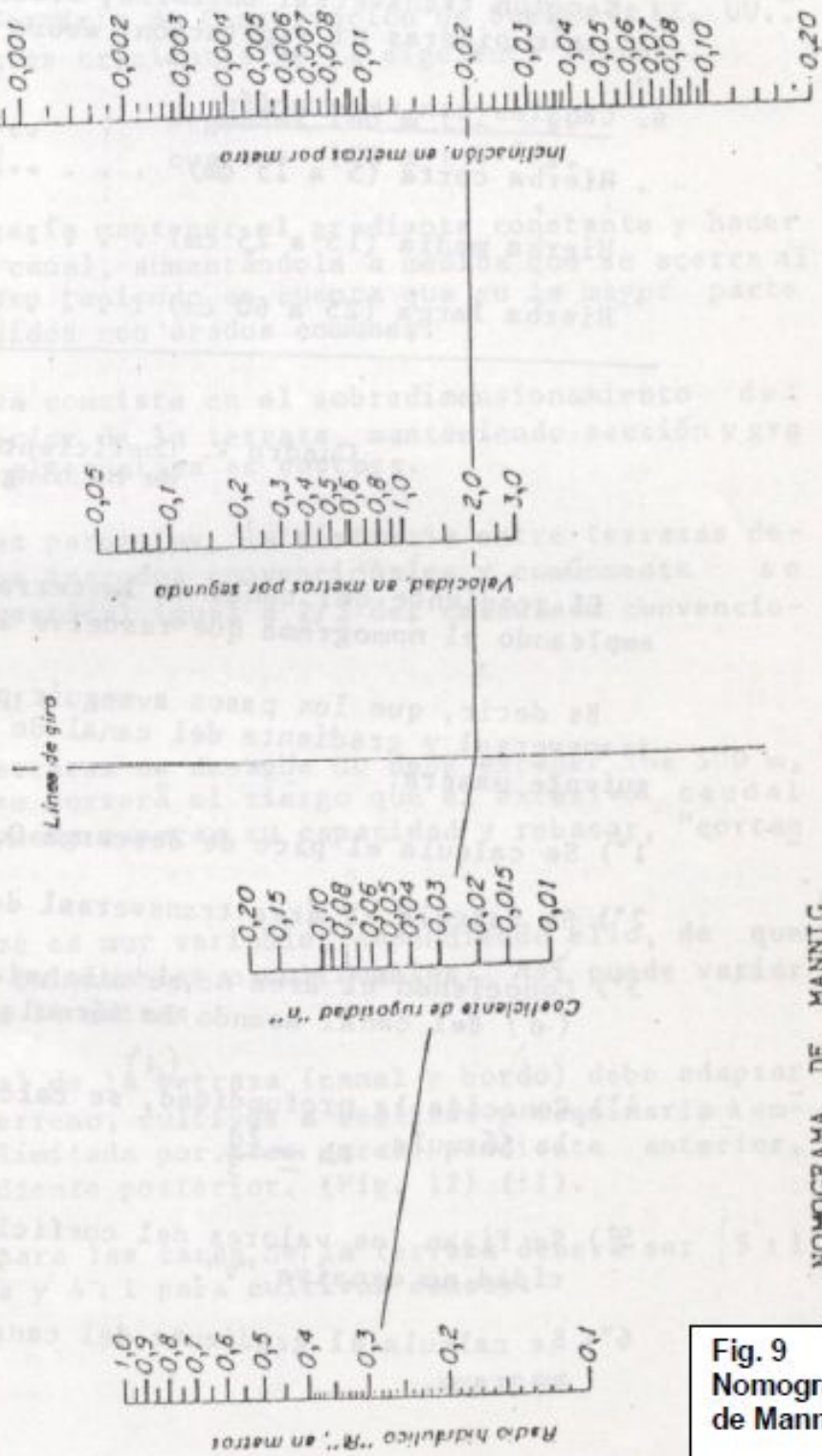
La pendiente límite para las caras de la terraza deberá ser 5:1 para cultivos de escarda y 4:1 para cultivos densos.

**Figura. 11. Cara Anterior, Frontal y Posterior de una Terraza de Base Ancha.**



Ejemplo: Dados  $R = 0.3$  metros,  $n = 0.03$ , inclinación =  $2\%$  o  $0.02$  metros por metro, hallar la velocidad  $V$

Solución: Unir  $R = 0.3$  con  $n = 0.03$ , prolongando el trazo hasta la línea de giro; unir el punto hallado en esta línea con la inclinación =  $0.02$ ; la línea cruza la escala de las velocidades dando  $V = 2.0$  metros por segundo.



NOMOGRAMA DE MANNIG

Fig. 9  
Nomograma  
de Mannig

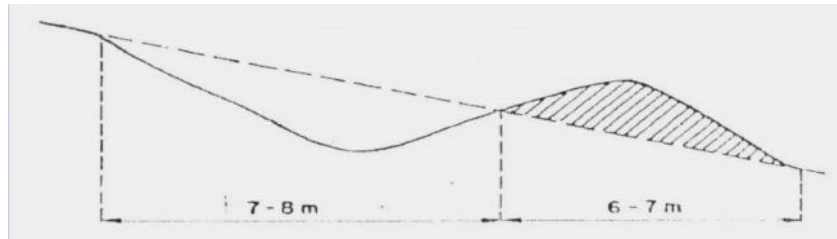


El canal de la terraza puede ser de forma parabólica, en "v" o trapezoidal. La forma parabólica es la más común debido a que es la forma a que naturalmente tiene una estructura de tierra que se trabaja con implementos agrícolas.

La sección transversal de la terraza (canal y lomo) y por lo tanto el hecho de que sean cultivables o no, depende fundamentalmente de la pendiente del terreno, la terraza de base ancha, se utiliza en pendientes de hasta el 3 - 6% (esta apreciación es estrictamente desde el punto de vista de la pendiente del terreno).

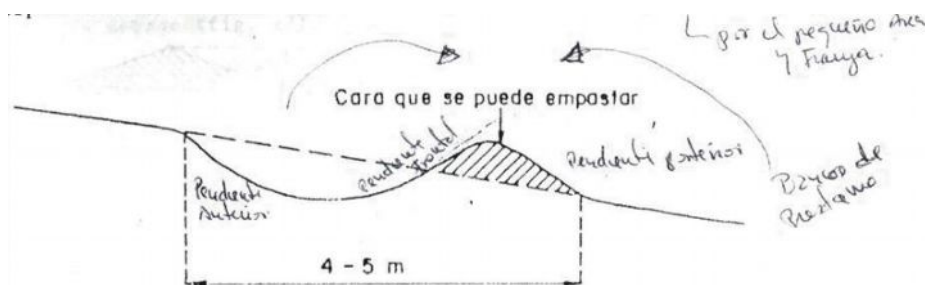
La terraza de base ancha es enteramente cultivable, es decir, se cultivan las tres caras de la terraza (Figura. 11). Si bien el ancho que puede variar, las terrazas cultivables miden entre 10 y 14 m considerando canal y lomo (Figura. 12).

**Figura. 12. Ancho del Canal y Lomo en Terrazas de Base Ancha Enteramente Cultivables.**



La de base angosta no se cultiva, o sólo se cultivan dos caras (las correspondientes al canal) dejándose empastada la cara posterior por el pequeño área y franja (Figura. 13)

**Figura. 13. Terraza de Base Angosta con Cara Posterior para Empastar.**



El ancho de las terrazas de base angosta, si bien es variable, oscila entre 4 y 5 metros.

El ancho del camellón de la terraza es variable. Algunos anchos de camellón más empleados son: 8 - 10 m; 14 m; 1 - 2 m; y 7 metros.

Las terrazas de base ancha se construyen para que la maquinaria que da trabajar todas las caras (anterior, frontal y posterior) sin dificultades. La pendiente frontal se construye de un ancho adecuado a la maquinaria común de la zona, mientras que la pendiente anterior y la posterior se construyen como mínimo de un ancho igual a la frontal.

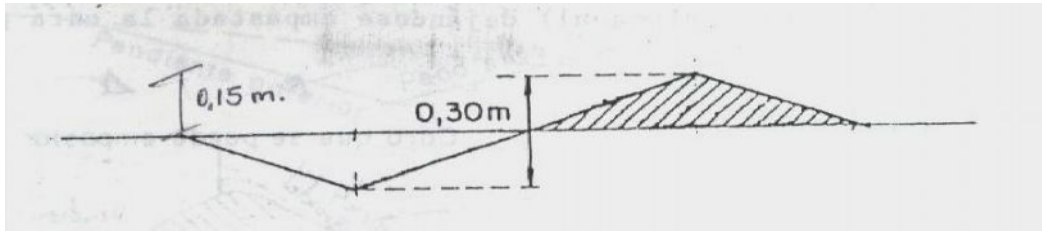
En este tipo de terraza, el "préstamo" o excavación para construir el canal y el borde se hace desde aguas arriba o desde ambos lados.

Las ventajas de este tipo de terrazas radican en que son enteramente cultivables y por lo tanto no existen problemas con malezas y daños en las estructuras debido a la fauna cavícola (roedores de pradera).

¿Qué ocurre cuando una terraza de base ancha se construye tomando el préstamo de la parte alta, es decir aguas arriba? El caso común es que la pendiente anterior y la posterior sean de igual longitud y que la excavación iguale al relleno. La profundidad del corte será igual a la altura del relleno (11).

Si una terraza hipotéticamente se construyera en un terreno horizontal con una altura total de 0,30 m, sería necesario excavar 0,15 m y rellenar 0,15 m, de esta manera habría 0,30 m desde el fondo del canal hasta el tope del bordo (Figura. 14).

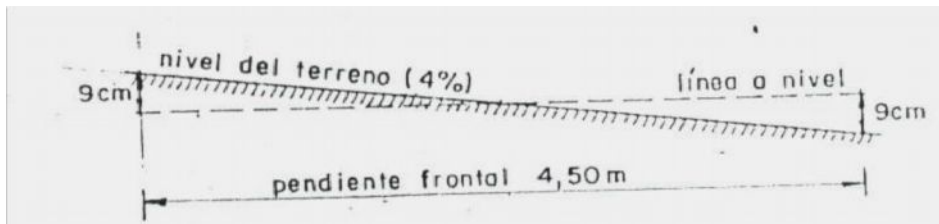
**Figura. 14. Corte y Relleno Necesarios para una Terraza con una Altura Total de 0,30 metros.**



Si se considera el caso de una pendiente del 4%, altura de la terraza 0,30 m y una pendiente frontal de 4,50 m, para calcular la profundidad del corte y la altura del relleno se procede de la siguiente manera; (Figura 15).

Primero se determina la profundidad de corte y el relleno necesario para nivelar el área.

**Figura. 15. Corte Necesario para Nivelar la Tierra.**



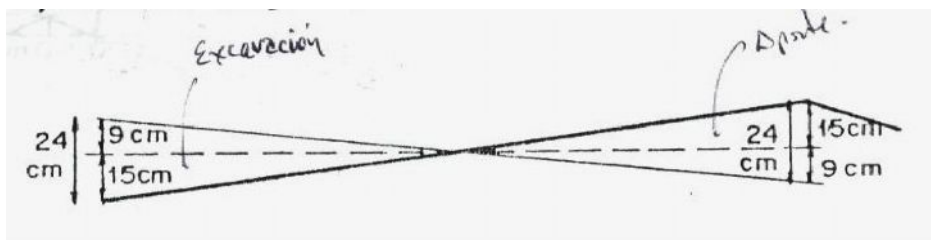
Pendiente del terreno (d) = 4,50m x 0,04 m = 0,18 metros en 4,50 m de longitud.

Para nivelar el área, hará falta un corte de 0,09 m y un relleno de 0,09 m. si se quiere construir una terraza de 0,30 m de altura, el cálculo del corte y relleno con respecto a la superficie del terreno debe ser el siguiente:

$$\left( \text{Corte necesario para nivelar el terreno} \right) + \left( \text{Altura total de la terraza} \right) = 0,09 \text{ m} \left( \frac{0,30}{2} \right) = 0,24 \text{ m}$$

Para el relleno se procede exactamente igual, y así se calcula también, 0,24 metros (Figura 16).

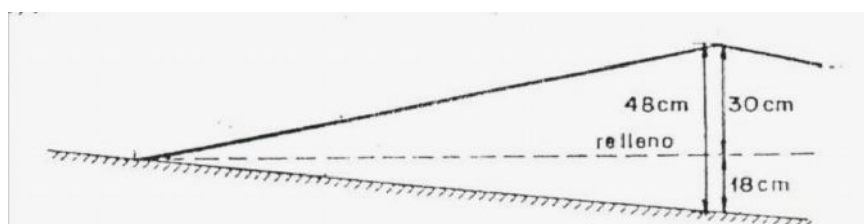
**Figura. 16. Corte y Relleno Necesarios para Construir la Terraza**



A medida que la pendiente del terreno se incrementa, los cortes son más profundos para la construcción de terrazas de base ancha

Otra posibilidad consiste en construir el bordo con tierra aportada desde abajo sin realizar excavación en el sitio que funcionará como canal. Para el ejemplo de la pendiente del 4%, el relleno para nivelar la base será de 0,18 m. Un relleno de 0,30 m es necesario para darle altura, haciéndose de 0,48 m el total de relleno. Esto es el doble de alto que cuando se realizó el préstamo desde la parte alta (Figura. 17).

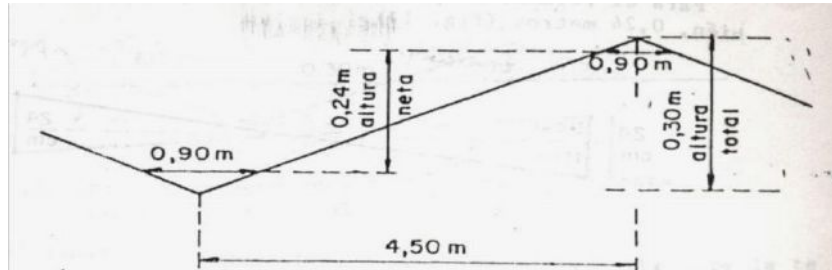
**Figura 17. Construcción del Bordo con Tierra Aportada desde abajo sin Excavar en el Canal.**



La altura de la terraza de 0,30 m fue medida desde el fondo del canal hasta el extremo superior del bordo. En general, las diversas especificaciones técnicas que existen para la construcción de terrazas no admiten que se mida en esta forma la altura de la terraza.

Por ejemplo, puede estar especificado que la altura se mida desde un nivel de anchura de 0,90 m en la base del canal hasta similar nivel de anchura hacia abajo del extremo superior del lomo (Figura. 18).

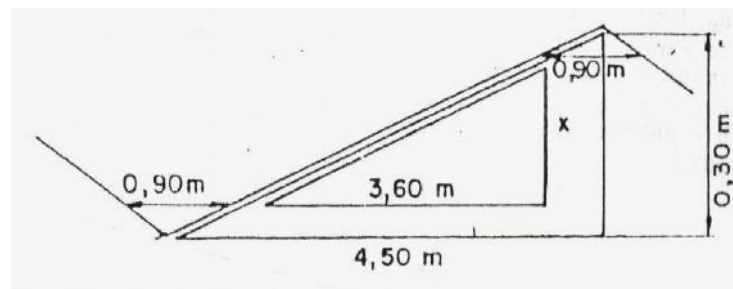
**Figura. 18. Dimensionamiento de la Altura de una Terraza con Márgenes de Seguridad.**



Esto determina que la altura neta o efectiva de la terraza sea menor que la que se dio cuando se construyó la terraza; esta diferencia es como un margen de seguridad.

El cálculo de la altura neta o efectiva se realiza por triángulos semejantes (Figura 19).

**Figura. 19. Cálculo de la Altura Efectiva de una Terraza Dimensionada con Márgenes de Seguridad**

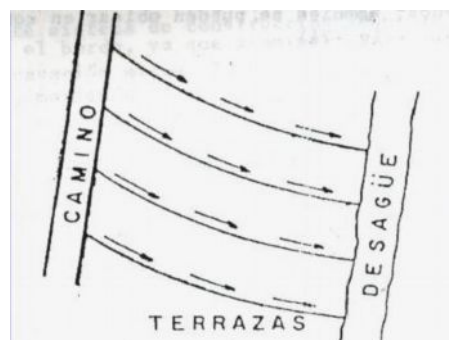


$$\frac{0,30 \text{ m}}{4,5} = \frac{x}{3,60 \text{ m}} \quad \text{Altura neta} = \frac{0,30 \times 3,60}{4,5} = 0,24 \text{ m}$$

El valor 3,60 m surge de restar a la longitud de la pendiente frontal (4,50 m) 0,45 m de un lado y 0,45 m del otro, que corresponden a los puntos a partir de los cuales se mide la altura efectiva en el canal y en el lomo.

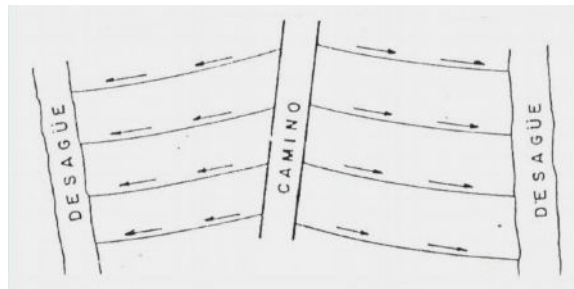
En la planificación de un sistema de terrazas se deberán ubicar adecuadamente los caminos dentro del campo (5), si el camino debe pasar por uno de los extremos, deberá ser por el superior y nunca por el extremo donde descargan las aguas (Figura. 20).

**Figura. 20. Ubicación de un Camino en el Extremo Superior de un Sistema de Terrazas que vuelca las Aguas en un sólo Sentido.**



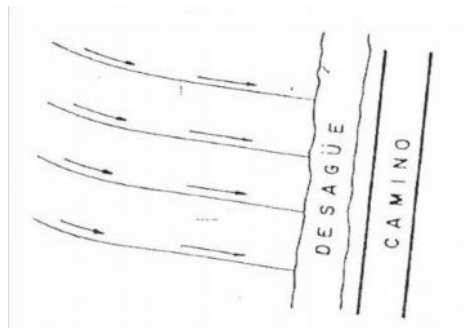
Cuando las terrazas están en “espina de pescado”, se dejarán abiertas en la cresta y por allí se trazará el camino (Figura. 21).

**Fig. 21. Ubicación de un Camino en el Extremo Superior de un Sistema de Terrazas que Vuelca las Aguas en dos Sentidos.**



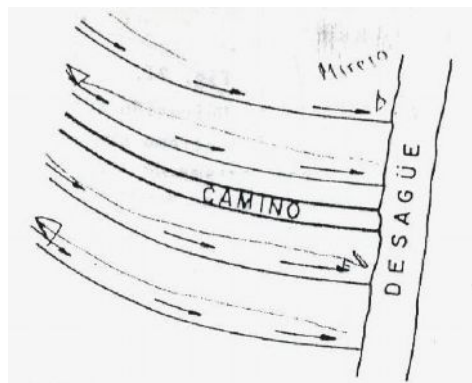
Si se desea ubicar en el extremo donde vierten las aguas, deberá ser paralelo al desagüe del lado externo para no tener que cruzar las terrazas (ver Figura 22).

**Fig. 22. Ubicación de un Camino en el Extremo Inferior de un Sistema de Terrazas.**



Los caminos internos, también se pueden ubicar en contorno por debajo de alguna terraza (Figura. 23)

**Figura. 23. Ubicación de un Camino Paralelo a las Terrazas. se lo debe Emplazar Inmediatamente Debajo de Alguna Terraza del Sistema**



### **Normas de Construcción**

Se deberán señalar y marcar las terrazas en forma similar a lo indicado para las curvas de nivel en la práctica de cultivo en contorno.

Es decir que, se comenzarán a marcar en el sector más alto del lote y desde el cauce vegetado hacia el extremo más alto de la terraza.

Por ejemplo, se supone que comienza la marcación de la terraza con un gradiente en el canal del 0,2% para ello, el mirero se ubica en la parte superior del lote, a una distancia igual a la mitad del intervalo horizontal entre terrazas a partir del punto más alto del lote a sistematizar, junto al desagüe vegetado. En ese punto el observador lee en el nivel 1,50 m. El mirero se desplaza unos 20 m y en este nuevo

punto el observador debe leer 1,46 m (gradiente del 0,2%). Así se continúa hasta llegar al extremo superior de la terraza.

Cuando se determina la marcación de una terraza, el mirero se desplaza nuevamente junto al desagüe y se comienza desde allí el trazado de la segunda terraza a una distancia de la anterior calculada por fórmula.

De esta manera, se marcan todas las terrazas del lote; posteriormente, se procede a suavizar las curvas de tal manera que se facilite la construcción y posteriores trabajos.

La construcción se puede realizar con arado de discos, de reja y vertedera y con motoniveladora, por mencionar las herramientas más usadas. Consiste en mover tierra pendiente abajo para construir un canal amplio y un bordo.

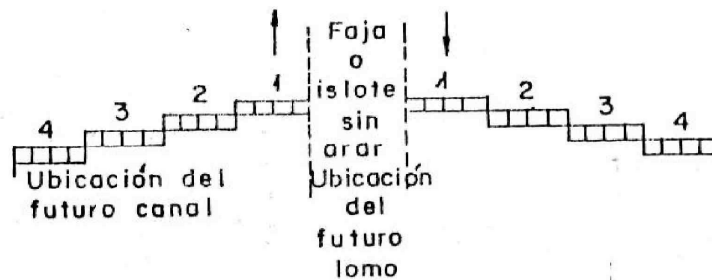
Este sistema de construcción requiere menor volumen de tierra para hacer el bordo, ya que gran parte de lo que funcionará como canal es la excavación misma. También se puede construir desde ambos lados, es decir, moviendo la tierra desde pendiente arriba y pendiente abajo. La construcción se comienza por la terraza superior en la cual se debe poner especial atención porque de ella depende en gran medida el funcionamiento de todo el sistema.

Si bien es difícil explicar un método preciso para la construcción de terrazas con arado de reja y vertedera o disco, ya que ello dependerá de factores tales como ancho diseñado para la estructura, ancho de labor del equipo empleado, textura del suelo y contenido de materia orgánica, entre los más importantes, se pueden dar pautas generales para la construcción (3).

Una vez determinadas las dimensiones de la terraza, se deberá marcar con estacas en el terreno el centro del lomo y del canal. En el lugar en que se construirá el lomo de la terraza, se dejará una faja o "islote" sin arar de 1 a 2 m de ancho.

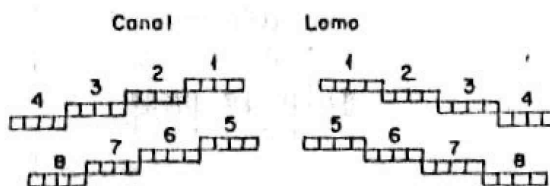
Se comienza la construcción de la terraza arando alomando hacia el lomo ida y vuelta, sin superponer ninguna reja y tantas veces como sea necesario de acuerdo al ancho que deberá tener la terraza y al ancho de labor del arado empleado (ver Figura. 24)

**Fig. 23. Primera Etapa en la Construcción de una Terraza con Arado de Reja y Vertedera (en el Ejemplo, Arado de Cuatro Rejas). Las Flechas Indican el Sentido de Desplazamiento del Equipo y los Números el Orden en que se va Arando**



La segunda etapa consiste en desplazar tierra desde ambos bordes de la terraza hacia el lomo, mediante la superposición de rejas. En cada pasada se deja sin superponer una reja para desplazar la tierra paulatinamente hacia el lomo (ver Figura. 25)

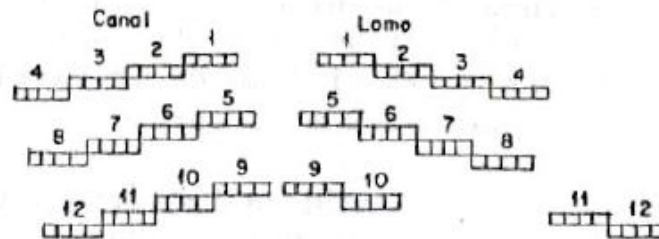
**Figura 25. Segunda Etapa en la Construcción de Terrazas. Se ara Alomando hacia el Centro de la Estructura (donde se construye el lomo) Dejando sin Superponer una Reja**



En la tercera etapa, en la porción correspondiente al canal, se sigue arando de la misma forma, es decir, dejando sin superponer una reja en cada pasada. De esta manera, se va “subiendo” la tierra sobre el “islote” y se “vacía” el espacio correspondiente al canal.

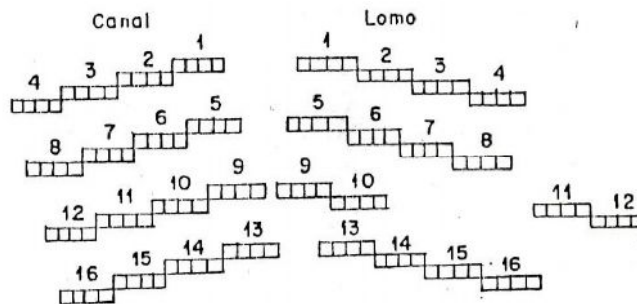
En esta etapa, los viajes “de vuelta” del arado se hacen en parte sobre la tierra arada y en parte sobre la tierra sin arar de acuerdo al ancho previsto para el lomo de la terraza (ver Figura. 26).

**Figura. 26. Tercera Etapa en la Construcción de Terrazas. Los Viajes “De Ida” son Similares a la Etapa Anterior pero los “De Vuelta” se hacen en Parte Sobre la Tierra Arada y en Parte Sobre la Tierra sin Arar**



En la cuarta etapa, el sector correspondiente al canal se sigue arando de la misma forma que en la etapa anterior. Los viajes “de vuelta” del arado se realizan por la porción central comprendida entre el lomo y el borde de la terraza ubicado “aguas arriba” (ver Figura. 27).

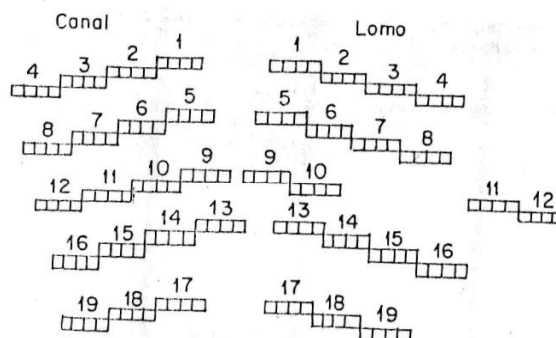
**Figura. 27. Cuarta Etapa en la Construcción de Terrazas. Los viajes “de vuelta” del Arado se Realizan por la Porción Central Comprendida entre el Lomo y el Borde de la Terraza Ubicado “aguas arriba”**



La quinta y sexta etapa consiste en arar ida y vuelta alomando hacia el lomo de la terraza, disminuyendo el número de “ida y vueltas” del equipo. Por ejemplo, si se estuvieran realizando cuatro viajes de ida y cuatro de vuelta en etapas anteriores, en las etapas quinta y sexta se realizarán tres viajes ida y vuelta.

En los viajes de ida se continuará dejando sin superponer una reja, de manera de seguir “vaciando” el canal de la terraza. En los viajes de vuelta se arrimará tierra al lomo de la terraza (ver Figura. 28).

**Figura 28. Quinta Etapa en la Construcción de Terrazas. Se Reduce el Número de “Idas i Vueltas” del Equipo y se Continúa Alomando hacia el Lomo de la Terraza.**



A veces es necesario completar la construcción de la terraza en una séptima u octava etapa, las cuales se complementaran de similar manera a lo expuesto para la quinta y sexta etapa.

De acuerdo a lo explicado y dependiendo de los factores apuntados anteriormente (ancho de labor del arado, ancho diseñado para la estructura, textura del suelo, etc.), se estima que una terraza enteramente cultivable puede construirse en alrededor de 30 viajes completos, es decir, ida y vuelta.

### **Equipos Necesarios y su Capacidad de Trabajo**

Si bien el tiempo empleado para la construcción depende de varios factores tales como, ancho de labor del equipo empleado, características de los suelos a terracear y pericia del tractorista, entre otros, a continuación se menciona un ejemplo (19).

Empleando un arado de 8 discos, se puede construir una terraza con aproximadamente 20 pasadas. El tiempo empleado para hacer 100 m lineales de terraza con 20 pasadas es de 24 minutos.

Utilizando un arado de 6 rejas se puede construir una terraza con 20 pasadas. El tiempo empleado para construir 100 m lineales de terreno en 20 pasadas, es de 20 minutos.

La motoniveladora tiene la ventaja sobre los dos anteriores, de mover gran volumen de tierra y trabajar en ambos sentidos. Utilizando este equipo con cuchilla giratoria, se puede construir una terraza con 7 pasadas. El tiempo empleado para construir 100 m lineales de terraza con 7 pasadas es de 12 minutos.

Para arar un lote sistematizado con terrazas, debe tenerse en cuenta si éstas son paralelas o no.

En el primer caso se comienza a trabajar arando alrededor de cada terraza (alomando hacia la terraza), hasta la mitad de la distancia que lo separa de la terraza contigua. Luego se pasa a la terraza siguiente, donde se repite el procedimiento.

Cuando la variación del terreno no permite la paralelización, se ara alrededor de cada terraza hasta un tercio de la distancia mínima que la separa de la terraza contigua. Luego se procede a arar los surcos cortos y por último se ara la calle central que queda entre terrazas. Es decir, que en el caso de terrazas no paralelas la forma de arar es similar a la explicada para cultivo en contorno.

### **Mantenimiento de la Práctica**

Se la debe revisar especialmente durante el primer año posterior a su construcción debido a que durante este período se asientan los bordos, Después de cada lluvia copiosa se debe revisar y cualquier cortadura debe repararse inmediatamente.

Las labores de aradas se efectuarán de tal manera que los contrasurcos queden en la parte superior del bordo, manteniendo así la altura constante del terraplén y compensando el asentamiento natural que se produce.

Al predio sistematizado con terrazas, se lo trabajará siempre siguiendo la dirección de las mismas.

#### **IV. BIBLIOGRAFÍA**

- (1) AGUIRRE, E.R. y L.H. FLORES. Catálogo de prácticas para el distrito San Luís. Dirección de Recursos Naturales Renovables, Depto. de Conservación y Recuperación de Suelos de la Provincia de San Luís. San Luís. 1982.
- (2) BEASLEY, R.P. y L.D. MAYER. New terraces Construction Technique. Agric. Engneen. 38 (1): 32-36, Michigan 1957.
- (3) CASAS, R.R., C.B. IRURTIA, R.O. MICHALENA y R. MON. Construcción de Terrazas. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, INIA. Cautelar (inédito). 1972.
- (4) CASAS, R.R. Y C.B. IRURTIA. Diseño y Cálculo de Prácticas para el Control de la Erosión Hídrica en la Pampa Ondulada. Jornadas de divulgación tecnológica en la Universidad de Morón. 16 de agosto de 1984. Morón (inédito). 1984.
- (5) FOSTER, A.B. Métodos Aprobados en Conservación de Suelos. Edit. Trillas. México. 1967.
- (6) HUDSON, N. Soil Conservation, corneil Univ. Press. Ithaca, No. York. 1971.
- (7) INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA, Archivo de informaciones anuales de planes de trabajo del programa conservación y fertilidad de suelos, Castelar. 1982.
- (8) PREGO, A.J. Y C. MON. Simplificación del Cultivo en Contorno por el Método de la Línea Guía. Actas de la 5. Reunión Argentina de la Ciencia del Suelos, Santa Fe. 1969.
- (9) QUEVEDO, C.V. Conservación del Suelo, Cultivo en Contorno. Terrazas. Colección. El Campo, vol. 35-36. Ed. Suelo Argentino. Buenos. Aires 1946.
- (10) QUEVEDO, C.V., A.J. PREGO, J. IPUCHA AGUERRE y R.A. ALONSO. Nuevos Enfoques para el Control de la Erosión Pluvial. Mimeografiado, ISA, INTA. Buenos Aires. 1966.
- (11) SOIL CONSERVATION SERVICE, U.S.D.A. Engineering Field Manual for Conservation Practices. Chap. 8. EE.UU. 1969.
- (12) WISCHNETER, W.H., D.D. SMITH and R.E. UNLAND. Evaluation of Factors in The Soil - Loss Equation. Agric. Engineering, 39: 458-462. EE.UU. 1958.

MMI, Invierno, La Paz 2010