



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN  
DE LOS PROBLEMAS Y SOLUCIONES  
EN LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

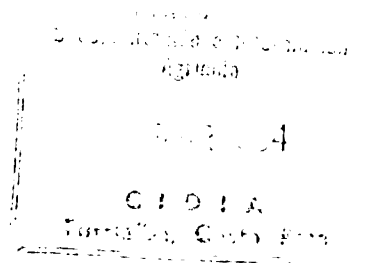
Agosto de 1986, Turrialba

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

CATIE

PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS

CRITERIOS PARA CLASIFICACION DE LOS  
PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN LA  
CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS



JORGE FAUSTINO (1)

1986

CATIE, Turrialba - Costa Rica

- (1) Ingeniero Agrícola MSc. Especialista en Conservación de Suelos y Aguas del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas - CATIE

## **AGRADECIMIENTO**

El contenido aquí presentado tiene su base en información elaborada por diversas instituciones y técnicos, a quien se hace reconocimiento por otorgar una fuente valiosa de consulta; especialmente a los que en Latinoamérica tienen problemáticas similares y que con su experiencia están enriqueciendo la capacidad de los países en vías de desarrollo.

Se agradece al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE quien a través del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas, PRMC, está realizando acciones importantes en esta temática y por lo tanto ha posibilitado la elaboración de este documento.

Singular reconocimiento a la contribución técnica del Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas (Convenio PERU-AID N°527-0220), al Proyecto Manejo de Recursos naturales (USAID Proyecto N°522-0168), ya que por medio de sus logros e intercambio de experiencias con sus técnicos se ha conseguido aportes muy valiosos para este documento.

Asimismo agradezco las sugerencias de especialistas centroamericanos y de Panamá y de los colegas del PRMC-CATIE, quienes siempre crearon una base amplia de opiniones técnicas y científicas para una mejor presentación del tema.

Finalmente agradezco a la Coordinación del PRMC por facilitar la conclusión de este trabajo; al personal de apoyo, a la Sra. Lissette Vega por su dedicación al mecanografiarlo; expreso los sentimiento de gratitud en general a todas las personas que colaboraron en una u otra forma a la realización de esta obra.

## INDICE

	Página
<b>CAPITULO I      INTRODUCCION</b>	1
1.1 Aspectos Conceptuales	1
1.2 Los problemas y soluciones de la conservación de suelos y aguas en manejo de cuencas	3
<b>CAPITULO II      CLASIFICACION DE LOS PROBLEMAS</b>	4
2.1 Variabilidad temporal y espacial de los problemas	4
2.2 Criterios de clasificación	6
2.3 Clasificación de los problemas	8
2.3.1 Problemas de inundación	8
2.3.2 Problemas de erosión	9
2.3.3 Problemas de sequía	12
2.3.4 Problemas de contaminación	13
2.3.5 Problemas especiales de manejo	15
2.4 Codificación y ordenamiento de los problemas	19
<b>CAPITULO III      CLASIFICACION DE LAS SOLUCIONES</b>	23
3.1 Caracterización de las soluciones	23
3.2 Clasificación de las soluciones	25
3.2.1 Según la naturaleza de tratamiento	25
3.2.2 Por su localización aplicativa	28
3.2.3 Por su aplicación y duración en el tiempo	28
3.3 Codificación y ordenamiento de las prácticas de conservación suelos y aguas	37
<b>CAPITULO IV      GLOSARIO DE TERMINOLOGIAS</b>	46
<b>CAPITULO V      BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	59

## LISTA DE FIGURAS

<u>N°</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
1	Equilibrio entre la erosión y la formación del suelo	2
2	Diagrama de zonas de erosión y de deposición	2
3	Marco descriptivo de la problemática de conservación de suelos y aguas a nivel de cuenca hidrográfica	5
4	Modelo de identificación de problemas de conservación de suelos y aguas	7
5	Erosión en surcos	11
6	Cárcavas	11
7	Sobrepastoreo	14
8	Derrumbe	14
9	Erosión Eólica	16
10	Deforestación y quemas	16
11	Disposición inadecuada de cultivos	18
12	Limpieza del terreno y sustitución de cobertura natural por cultivos anuales o permanentes en limpio	18
13	Modelo de soluciones de problemas de conservación de suelos y aguas	24
14	Cultivos asociados	26
15	Cultivos en fajas	26
16	Manejo de pastos	27
17	Siembra en contorno	27
18	Selección de árboles	30
19	Acequia de ladera (tipo canal)	30
20	Vertedor y caída	31
21	Estanque	31
22	Frutales en contorno y acequias de ladera	32
23	Canal de desviación	32

<u>N°</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
24	Terrazas de bancos	34
25	Bancales	34
26	Planta y perfil de terraza individual	35
27	Terrazas individuales	35
28	Control de cárcavas	36
29	Diques de piedra	36

## LISTA DE CUADROS

<u>N°</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
1	Codificación de los problemas de conservación de suelos y agua	22
2	Codificación de las prácticas y obras de conservación de suelos y aguas	39
	.....Continuación	40
	.....Continuación	41
	.....Continuación	42
3	Ordenamiento de las prácticas y obras de conservación de suelos y aguas con fines de identificación	44

## **PREFACIO**

La presentación de este documento constituye parte de una revisión bibliográfica en materia de suelos y aguas. Referente a los problemas y soluciones para definir la conservación del suelo, existen variados criterios técnicos de autores y organismos especializados como por ejemplo la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y otros muy importantes. Con el propósito de tener un documento integrado, sencillo y flexible a modificaciones sobre los criterios para clasificar los problemas de conservación de suelos y aguas, asimismo los criterios para clasificar las soluciones, se elabora esta propuesta con la finalidad de ofrecer un sistema ordenado y orientador para manejar la información terminológica en suelos y aguas. Cabe señalar que el enfoque principal trata del suelo y su conservación considerando inherente el agua como componente esencial para una condición adecuada del suelo para desarrollo agrícola y afines.

La estructura fundamental del análisis expuesto, considera la relación entre manejo de cuencas y conservación de suelos y aguas; el concepto de variabilidad temporal y espacial, clasificación de problemas, clasificación de soluciones, codificación, ordenamiento y terminología en la conservación de suelos y aguas. Se hace un análisis muy específico y resumido de cada tema agregando algunas ilustraciones importantes.

Esta obra podría ser útil para estudiantes de manejo de cuencas, conservación de suelos y para técnicos relacionados a la conservación de suelos y aguas; quienes encontrarán una consulta para la materia.



## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### 1.1 Aspectos Conceptuales

Los problemas de conservación de suelos y aguas son muy variables ya sea en su consideración a origen, localización, tipos, etc., estos no tienen un patrón estático; son dinámicos, en el tiempo y en el espacio. La complejidad del medio físico, el manejo del suelo y agua y las interacciones socioeconómicas describen aspectos diferenciados del problema.

Al establecer los criterios para considerar un buen suelo y agua se indican parámetros de calidad/cantidad/frecuencia/ubicación, etc., desde luego es importante definir; la calidad del suelo o su aptitud, la calidad del agua (para riego, uso poblacional, industrial, etc), del mismo modo seguiríamos para otros parámetros; entonces será importante conocer el estatus de "condición normal" o natural referencia desde la cual los signos de deterioro permitan indicar la presencia del problema y la causa específica.

Determinar la condición natural u original a veces resulta difícil de establecer por ejemplo ¿Cómo establecer con exactitud el nivel original del suelo? existen modelos morfogenéticos que presentan respuestas; sin embargo, esta no es una respuesta directa. Asimismo, determinar la calidad real del suelo ó agua es relativa, dependerá del uso proyectado; por ejemplo el agua con signos de turbidez podría ser buena para la agricultura (riego), pero para abastecimiento poblacional no; así entonces consideramos que al identificar los problemas estos generalmente se presentan relacionados a la condición natural o normal y a su potencial como recursos. Es necesario complementar un valor moderno que interactúa en esta relación básica; a la condición natural (buena calidad) al potencial (uso proyectado) se asocian los aspectos tecnológicos, los aspectos sociales y económicos que agregan un índice relativo al valor natural o normal y un índice relativo al valor potencial. Un recurso escaso, vital en una zona socioeconómica exigente adquiere un valor más allá del que puede indicar la tecnología tradicional. Por ejemplo, en una región predominante de suelos en ladera con gran presión demográfica por tierras para agricultura, influye en la valoración y utilización del suelo en fuertes pendientes; considerando la tecnología y las condiciones medioambientales de productividad óptima.

Valor de condición normal/natural +  
 Valor potencial como recursos +  
 Índice asociado por tecnología +  
 Índice relativo por socioeconomía  
 = Valor integrado que define la condición base del recurso

Cualquier limitación, pérdida, degradación, alteración, etc., de este valor indicará tanto en el tiempo como en el espacio la presencia de un problema (asociamos la relación causa-efecto). Hasta ahora se ha mencionado que cada recurso agua o suelo independientemente tipifica sus problemas; sin embargo, en el sentido conservacionista para manejo de cuencas; se integran los dos recursos "suelo y agua", es decir que cuando se establece un problema de conservación de suelo se está integrando el requerimiento de agua como elemento para que el

Basado en KIRKBY y MORGAN (10)

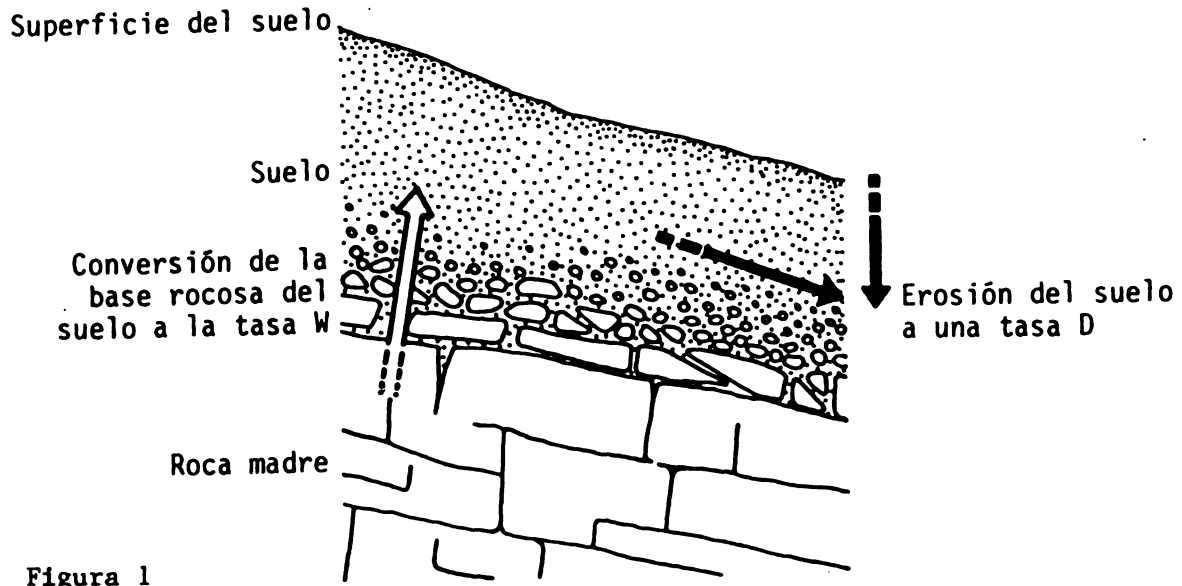


Figura 1  
Equilibrio entre la erosión y la formación de suelo

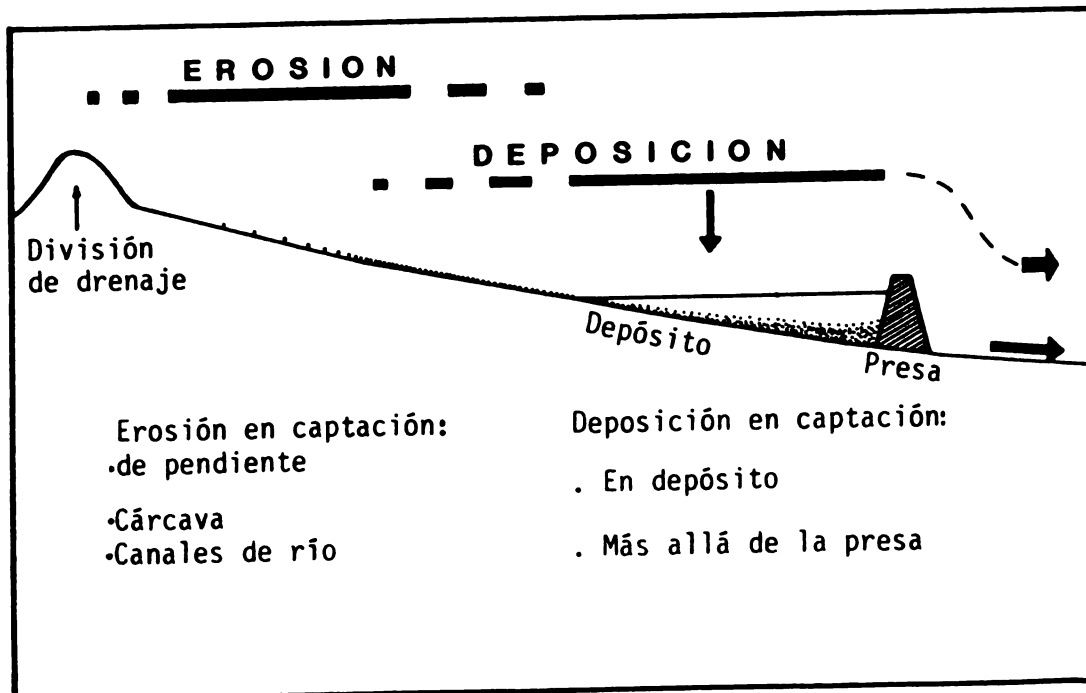


Figura 2  
Diagrama de zonas de erosión y de deposición

suelo responda al uso agrícola fundamentalmente; el agua se constituye entonces como un recurso "asociado" "integrado" al suelo para determinar una condición óptima de producción agropecuaria; entonces es importante definir que la conservación del agua para el suelo, debe indicar la cantidad y calidad óptima para crear un medio físico óptimo para el desarrollo de vegetación y que existe un umbral en la disponibilidad y demanda correspondiente (ejm. sequías, inundaciones) para un equilibrio adecuado. Las soluciones, involucran otro juego de relaciones, fundamentalmente orientadas al nivel de socioeconomía, cultura, tecnología y restricciones biofísicas. Son variadas las posibilidades de manejo integrado suelo-agua, se asignan, tratamientos, medidas, prácticas, obras, etc; cualquier solución será una respuesta a un buen análisis del problema, ya que toda solución para conservar al suelo y al agua debe ser realista en el medio biofísico y socioeconómico, concordante con el nivel tecnológico factible de implementar; sin embargo es importante indicar el rol institucional y las estrategias de la planificación; primero para el manejo de los recursos suelo y agua y luego para las acciones conservacionistas específicas de recuperación, rehabilitación y mejoramiento dentro del contexto físico conservacionista y socioeconómico.

## **1.2 Los problemas y soluciones de la conservación de suelos y aguas en el manejo de cuencas**

Considerando a la cuenca hidrográfica como un sistema abierto que interrelaciona aspectos biofísicos y socioeconómicos; se puede enunciar que en la problemática de cuencas existe una complejidad de soluciones que deben accionarse integralmente de un modo lógico en la variabilidad temporal, espacial e institucional. Si el manejo de cuencas es el marco multidisciplinario e integral, es necesario ubicar las acciones conservacionistas de recurso suelo y agua; interrelacionando entre sí aspectos biofísicos y socioeconómicos inherentes al suelo y el agua dentro de la conducción técnica de la cuenca.

La identificación y/o caracterización de problemas y soluciones conservacionistas de suelo y agua en el contexto de manejo de cuencas; tiene un significado básico para el aprovechamiento de los recursos en forma sostenida mediante acciones de protección, mejoramiento, rehabilitación y conservación. En este sentido es importante definir la forma óptima y racional de aprovechar o utilizar el suelo y el agua, debiendo corresponder a características bien definidas de los recursos en la cuenca; por ejemplo en el caso del suelo se buscará mantener las características físicas y químicas para una buena productividad; asimismo controlar su estabilidad y/o movimiento; capacidad de uso, etc.

En el caso del agua se buscará mantener una buena calidad, cantidad y disponibilidad oportuna en el espacio y tiempo; no lograr una interacción de estas características durante el manejo; generará conflictos o desequilibrios, estableciendo indicadores del mal manejo de la cuenca.

Finalmente, creemos que un concepto esencial para relacionar las acciones de conservación de suelos y aguas en el manejo de cuencas; es considerar que la finalidad conservacionista se orienta al cuidado que debe otorgarse a estos recursos valiosos; y que en sus aprovechamientos se apliquen las técnicas más depuradas concordantes con la realidad, para constituir buenos beneficios y servicios de la agricultura, ganadería, foresta, etc. entre otras actividades importantes en la cuenca hidrográfica, destacando los propósitos específicos de bienestar, salud, educación; para un mejor nivel de vida del poblador rural, en armonía con el hombre de la ciudad que necesita de los productos agropecuarios, forestal, etc de las cuencas. Este nivel de vida asociado a los aspectos complementarios inherentes al medio ambiente tienen un significado base para el logro de la calidad de vida; que soporta al marco conceptual del manejo de cuencas.

## CAPITULO II

### CLASIFICACION DE LOS PROBLEMAS

#### 2.1 Variabilidad temporal y espacial

Las condiciones variadas de la unidad de análisis; del complejo cuenca, señalan que los efectos serán diferentes, aún en el supuesto hipotético de unidad homogénea; si los agentes son diversos, los efectos serán diferentes:

- . Diferentes en las áreas componentes de la cuenca (áreas planas, áreas inclinadas, áreas con bosque, áreas con cultivos, usos diversos, etc.)
- . Diferentes en el tiempo por los comportamientos hidroclimáticos variables (temperatura, vientos, precipitación) y comportamiento socioeconómico (tecnología, presión demográfica, etc).

Estas relaciones dinámicas se explican de la manera siguiente:

- A. La pérdida o degradación del suelo por ejemplo erosión; varía en el espacio, en términos de magnitud así como en el tipo correspondiente; debido a factores causales en forma integrada o individual, estos generan procesos variables, la precipitación no es homogénea en el espacio, tiene comportamiento variable, por lo tanto sus efectos serán variables tanto por su propia naturaleza, y también por la naturaleza variable del medio físico donde cae; el suelo puede ser muy heterogéneo, la cobertura de vegetación también; las pendientes (relieve) serán variables, etc. Podemos concluir que los problemas e indicadores de la "pérdida del suelo" en un sentido amplio (degradación, deterioro, mal uso, mal manejo, contaminación, erosión, etc) son variables en el espacio de la cuenca; sería útil definir rangos espaciales en la cuenca como, laderas y montañas; valles o áreas planas y cauces; en los que se producen problemas con características asociadas específicas y diferenciadas.
- B. La pérdida o degradación del suelo varía; en el tiempo, (desde un punto de vista a corto y largo plazo); algunos procesos influyen característicamente en tiempos relativamente mediatos por ejemplo el efecto de una tormenta, está tiene una duración y durante ella la agresividad de la lluvia es variable; pero al mismo tiempo, entre tormentas consecutivas existe variabilidad llevándonos hasta comparaciones estacionales, por eso indicamos que existen períodos críticos o de mayor efecto. Asimismo podríamos mencionar los cambios de temperatura, las sequías; que presentan índices cíclicos que determinan problemas variables relacionados a las variabilidades potenciales de cada uno de los agentes. Otros aspectos dinámicos que indican variabilidad los representan el manejo y uso del suelo y/o agua, el sobrepastoreo (compactación), deforestación (calidad de agua y cantidad), que determinan cambios notables localizados y/o regionales. El problema de salinización es el resultado de un proceso dinámico que frecuentemente se observa por efectos del mal manejo del suelo y agua. La urbanización de tierras de mayor aptitud agrícola resultan de una problemática dinámica de la presión demográfica y/o falta de planificación sectorial. Este análisis nos lleva a establecer la variabilidad en el tiempo de los problemas relacionados al suelo y agua y que un sistema de

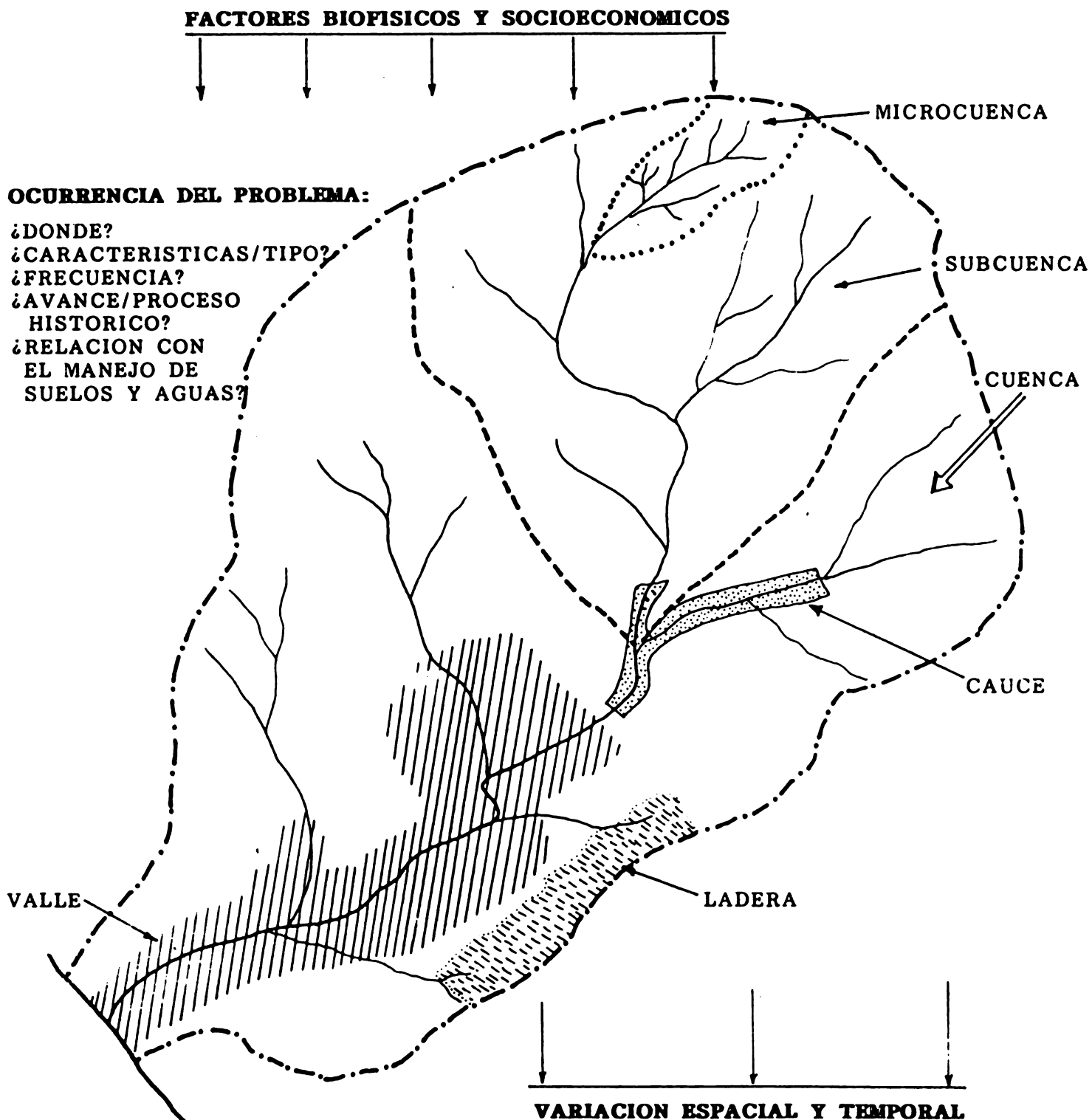


Figura 3

MARCO DESCRIPTIVO DE LA PROBLEMATICA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS  
A NIVEL DE CUENCA HIDROGRAFICA

clasificación y/o tipificación de las características o indicadores valoren el proceso dinámico y los cambios posibles de los problemas.

## 2.1 Criterios de clasificación

Para establecer los criterios se considera muy importante la definición conceptual problemática del suelo y agua en el manejo de cuencas, aunque este criterio no es único, la tendencia es definir diferencias entre los problemas y establecer terminologías, identificativas útiles para un proceso de codificación.

Los problemas se derivan del "uso y manejo" principalmente y se orientan las relaciones suelo, agua, vegetación, animales que originan:

- a) Degradación, en relación a la pérdida parcial o total de la productividad del suelo (cualitativamente o cuantitativamente)
- b) Procesos impactantes, de la erosión hídrica y eólica, salinización, inundaciones, contaminación, pérdida de nutrientes, sequías, etc.

Cuando se habla de planificación y conservación de recursos hidráulicos, se da especial importancia a la disponibilidad del recurso hídrico y su estrecha relación con el suelo, la vegetación, así como la participación del hombre dentro de un complejo de interrelaciones las que pueden dar origen a tres grupos de conflictos diferenciados:

- Conflictos creados por el exceso del recurso hidráulico o intensidad de las lluvias, que tienen como características principal su aleatoriedad y que se presentan a través de las inundaciones y la erosión natural,
- Conflictos creados por déficit del recurso agua, que tiene también carácter aleatorio y afectan directamente su disponibilidad, tal como sucede con la aridez y la sequía.
- Conflictos creados por la incoherencia en el manejo del suelo y el agua, debido fundamentalmente a la acción negativa del hombre sobre el medio ambiente como son: la polución, prácticas inadecuadas de manejo de suelos, etc.

Como puede apreciarse, aún cuando el análisis de los problemas o conflictos de uso y manejo de los recursos de la tierra y agua otorgan especial importancia a uno u otro factor, es evidente la estrecha relación que existe entre los mismos y muchas veces las causas comunes que los originan (tal como sucede con la erosión y las inundaciones).

La clasificación de los problemas de conservación de aguas y suelos se basa en los siguientes criterios:

- A. Por su presencia individual y mayor incidencia en las diferentes zonas o áreas del país o de la región o de la cuenca
- B. Por su origen tanto natural como antrópico

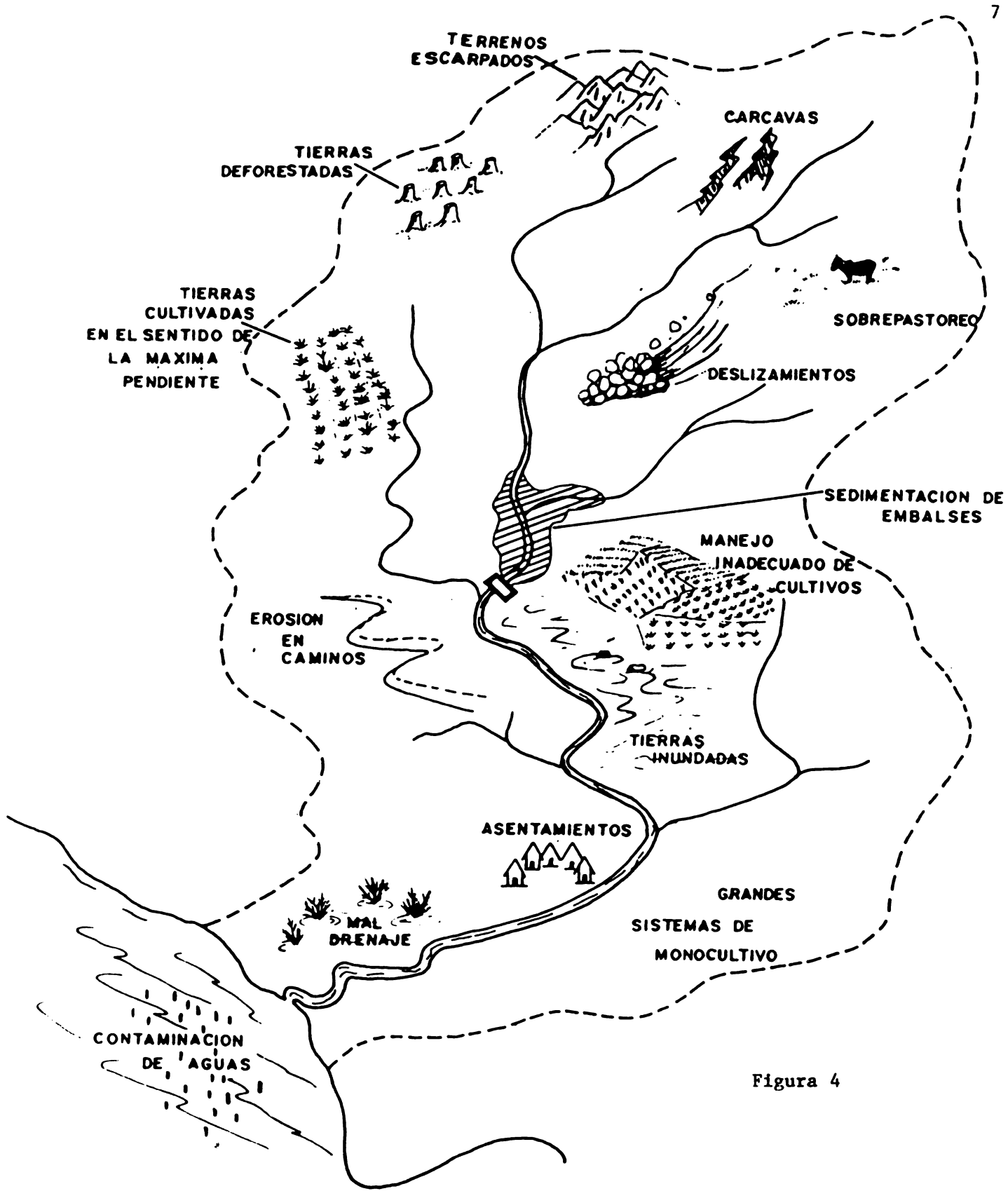


Figura 4

**MODELO DE IDENTIFICACION DE PROBLEMAS DE CONSERVACION DE AGUAS Y SUELOS**

C. Por la diferenciación entre sus diversos tipos o formas de ocurrencia

De acuerdo a estos criterios tomados en forma conjunta, los problemas de conservación se clasifican como se indica a continuación:

- I. INUNDACIONES
- II. EROSION
- III. SEQUIA
- IV. POLUCION
- V. PROBLEMAS ESPECIALES DE MANEJO
  - V.1. INADECUADO MANEJO DE LA VEGETACION
  - V.2. INADECUADO MANEJO DE AGUAS Y SUELOS

### 2.3 Clasificación de los problemas (Según Referencia 12)

Bajo en enunciado fundamental de una definición de los problemas, es conveniente establecer que la definición indicará la naturaleza del problema, determinando el fenómeno o proceso que tipifica el caso y establece las diferencias para la clasificación.

- . Problemas de inundación
- . Problemas de erosión
- . Problemas de sequía
- . Problemas de contaminación
- . Problemas especiales de manejo ocasionados por el hombre

#### 2.3.1 Problemas de inundación

##### Definición del Problema

Pueden definirse como el ascenso del nivel de agua y su retención durante determinado tiempo, en ambientes que son ocupados por el hombre con perjuicio de su vida, viviendas, instalaciones, áreas de cultivo, infraestructura de servicio, etc.

##### Tipos de Inundación

Las inundaciones pueden clasificarse de la siguiente manera:

- 1. Por la extensión del área afectada
  - a. Generalizadas
  - b. Localizadas
- 1.1 **Generalizadas**

Si su incidencia afecta una gran área dentro del sistema de drenaje de la cuenca. Estas a su vez pueden sub dividirse por su ocurrencia en las siguientes clase:



### 1.1.1. Frecuentes

Aquellas que ocurren periódicamente, por lo general en forma anual, manifestándose a través de "descargas de punta" a cortos intervalos de duración.

### 1.1.2 Eventuales

Aquellas que ocurren ocasionalmente, pudiendo presentar largos períodos de retorno.

## 1.2 Localizadas

Su incidencia es puntual afectando áreas relativamente pequeñas. Estas a su vez también pueden subdividirse por su ocurrencia en:

### 1.2.1 Frecuentes

### 1.2.2 Eventuales

## 2.3.2 Problemas de Erosión

### Definición del Problema

Es el desprendimiento y arrastre del suelo causado por el agua o por el viento, o su remoción en masa.

### Tipos de Erosión

Puede clasificarse de la siguiente manera:

#### 1. Por la naturaleza de su origen:

- Geológica o natural
- Acelerada o Antrópica

#### 1.1 Geológica o Natural

Se define como el desgaste natural de la superficie de la tierra sin la intervención del hombre y por lo tanto está fuera de su control. Los factores que actúan en este tipo de erosión son:

- 1.1.1 La precipitación
- 1.1.2 Las corrientes fluviales
- 1.1.3 El viento
- 1.1.4 La temperatura
- 1.1.5 La gravedad

#### 1.2 Acelerada o Antrópica

Es decir, la erosión propiciada por el hombre al romper el equilibrio entre los suelos, la vegetación, el agua o el viento.

Este tipo de erosión a su vez puede sub dividirse de acuerdo al FACTOR EROSIVO MAS IMPORTANTE EN:

### **1.2.1 Erosión Eólica**

Aquella que es causada por el viento en terrenos, sueltos, localizados en regiones con grandes variaciones de temperatura, de escasa precipitación, predominancia de vientos fuertes.

### **1.2.2 Erosión Hídrica**

Su agente es el agua de lluvia, que actúa por el impacto en el desprendimiento del suelo y su arrastre por el agua de escurrimiento.

La erosión hídrica a su vez implica:

#### **MOVIMIENTO DE PARTICULAS**

- a) Vertical, originando la erosión LAMINAR
- b) Vertical y lateral, originado erosión en SURCOS
- c) Vertical, lateral y remontante, originando CARCAVAS
- d) Lateral, en los cauces de los ríos originando erosión FLUVIAL
- e) En forma INTERNA, en los suelos (forma vertical en las grietas)

#### **MOVIMIENTO DE MASAS**

- a) Deslizamientos
  - Rotacionales
  - Traslacionales
    - Deslizamiento de derrubios
    - Desplome de derrubios
    - Desplome de bloques o rocas
    - Deslizamiento de losas
- b) Corrientes de lodo o barro
- c) Hundimientos

La erosión eólica a su vez implica:

#### **MOVIMIENTO DE PARTICULAS**

- . laminar
- . formación de dunas

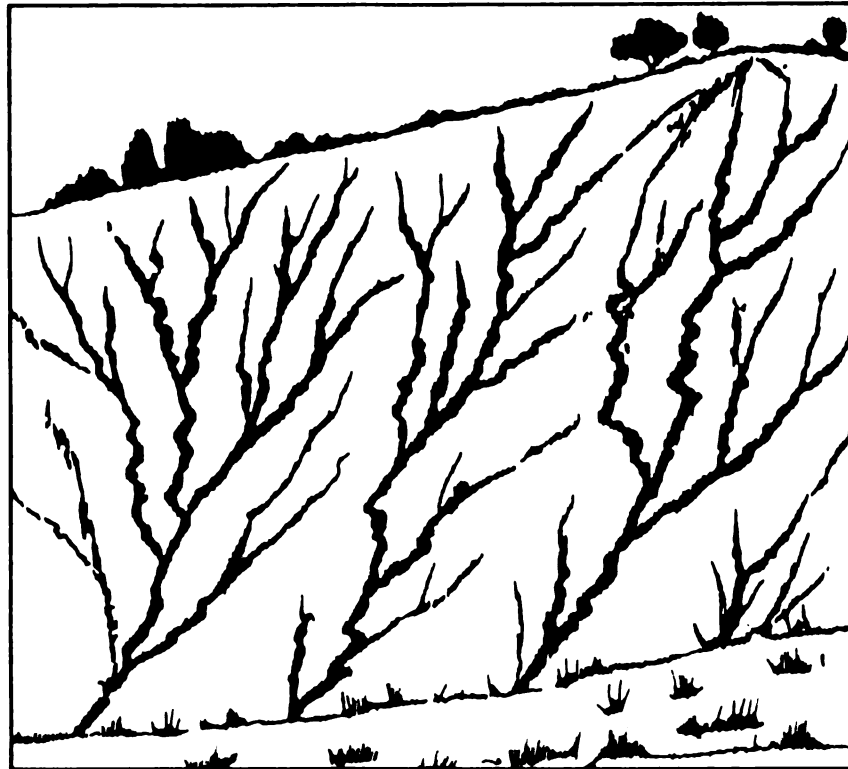


Figura 5

EROSION EN SURCOS



Figura 6

CARCAVAS

### **2.3.3 Problemas de Sequía**

#### **Definición del Problema**

Es la ausencia de precipitaciones en forma persistente y continua, durante un largo período, con efectos perjudiciales para la vida vegetal, animal y del hombre, particularmente, en aquellas regiones donde la precipitación normalmente es suficiente para el abastecimiento de agua de uso doméstico, para la generación de energía, riego de los cultivos y regulación del bosque.

#### **Tipos de Sequía**

Puede clasificarse de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Por la naturaleza de su origen
  - Sequía natural
  - Sequía artificial o Antrópica

##### **1.1 Sequía Natural**

Aquella que es causada por desequilibrios climatológicos debidos, fundamentalmente, a la presencia de anticiclones, a la acción recíproca de océanos y continentes y a la alteración de la radiación solar.

Este tipo de sequía a su vez puede sub-dividirse de acuerdo a los parámetros de sequía más importantes:

##### **1.1.1 Sequía de Precipitación**

Debido a la aleatoriedad o ausencia estacional de las precipitaciones (en zonas con estaciones lluviosas y secas bien definidas).

##### **1.1.2 Sequía Atmosférica**

Debido a períodos prolongados de fuertes vientos, bajas precipitaciones, altas temperaturas y bajas humedades relativas.

##### **1.1.3 Sequía Hidrológica**

Referida a la falta de humedad de los suelos y capas freáticas con disminución de los niveles del agua embalsada y estiaje prolongado de los ríos.

##### **1.1.4 Sequía Agrícola**

Aquella que no empieza al cesar la lluvia, sino, cuando las raíces de las plantas no obtienen la suficiente humedad del suelo para compensar las pérdidas por evapotranspiración.

##### **1.2 Sequía Artificial o Antrópica**

Aquella que es producida por el hombre al causar desequilibrio en el medio físico natural o ecológico.

## **2.3.4 Problemas de Contaminación**

### **Definición del Problema**

Es la alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, debido a fuentes contaminantes, tanto naturales como antrópicas, que le hacen perder sus condiciones para el consumo vital, producción agropecuaria, energía, usos industriales, minería, navegación, recreación, etc.

### **Tipos de Contaminación**

Puede clasificarse de la siguiente manera:

1. Por la naturaleza de la contaminación:

- Contaminación natural
- Contaminación antrópica

#### **1.1 Contaminación Natural**

Debida al arrastre de elementos contaminantes presentes en la atmósfera a través de las precipitaciones o también de sustancias que existen de manera natural en la cuenca (Ejm. Carbonatos).

#### **1.2 Contaminación Antrópica**

Aquella que es causada por el hombre al intensificar e incrementar sus actividades alterando la calidad del agua pudiendo ocasionar serios desequilibrios ecológicos.

Este tipo de contaminación a su vez puede sub-divirse por el origen de los productos contaminantes o fuentes poluentes en:

##### **1.2.1 Contaminación por Aguas Servidas**

Cuando las sustancias contaminantes provienen de residuos colectivos de los centros urbanos y/o rurales, los cuales son descargados a los cauces naturales sin previo tratamiento.

##### **1.2.2 Contaminación por Desechos Industriales**

Cuando los agentes poluentes provienen de la actividad industrial y son vertidos a los cursos de agua sin previo o deficiente tratamiento.

##### **1.2.3 Contaminación por desechos Mineros**

Es la forma de contaminación más peligrosa debido a la presencia de sustancias tóxicas provenientes de relaves mineros con gran contenido de elementos como arsénico, mercurio, selenio y el plomo.



Figura 7

**SOBREPASTOREO**

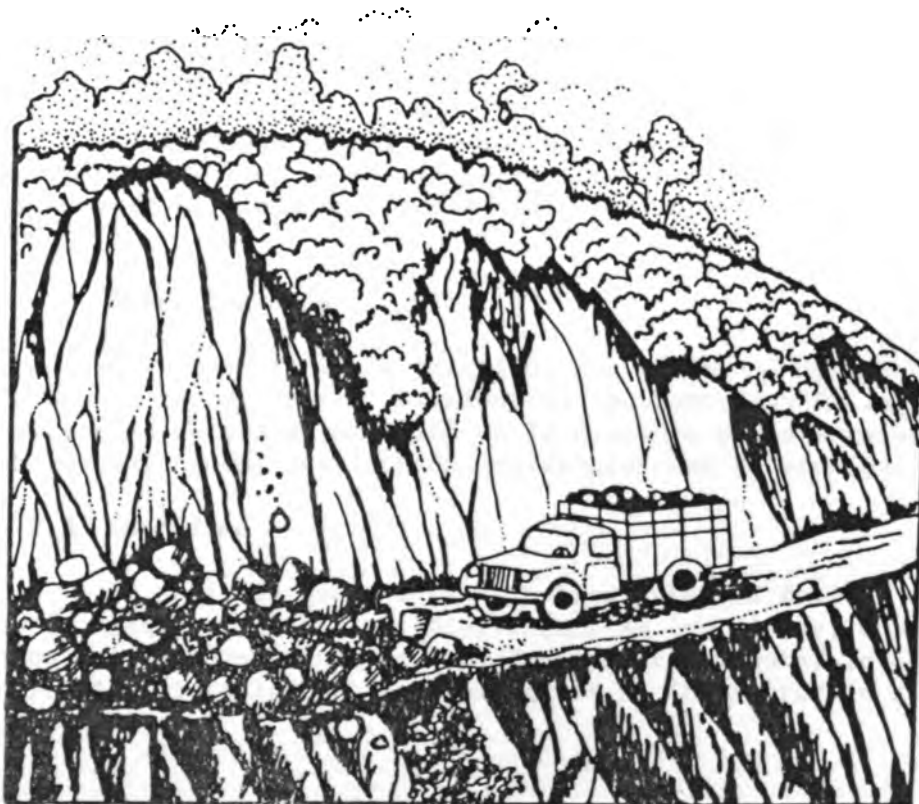


Figura 8

**DERRUMBE**

#### **1.2.4 Contaminación de Origen Agrícola**

Debido a un incremento en el uso de fertilizantes, bio-ácidos y otros productos químicos en las áreas de cultivo y su posterior deposición en los cursos naturales mediante el lavaje.

Esta contaminación también puede ocurrir por aguas con alto contenido de sales provenientes del drenaje de suelos en proceso de recuperación.

#### **2.3.5 Problemas Especiales de Manejo**

Lo que se pretende con esta clasificación es agrupar los problemas ocasionados por el hombre debido a su ignorancia o desconocimiento en el aprovechamiento racional del suelo, el agua y la vegetación en su afán constante de satisfacer sus requerimientos vitales, siendo mínima la incidencia de la naturaleza. Dentro de esta clasificación se han considerado los siguientes problemas:

##### **1. Inadecuado Manejo de la Vegetación**

Inciden básicamente en el manejo de cultivos, conducción de praderas, conducción de bosques naturales o establecidos, sistemas de cultivo, etc.

##### **1.1 Tala Irracional**

Es decir la destrucción de las masas boscosas mediante el rozado, seguido de incendio y desbosque mecánico. Esta acción aparte de la reducción de la cubierta vegetal trae consigo un efecto físico concomitante: la compresión del suelo. Esto a su vez reduce la porosidad no capilar y como consecuencia de ello disminuye la capacidad de infiltración del suelo.

El problema de tala irracional aumenta el escurrimiento superficial (favorecido por la pendiente y menor intercepción de lluvia) el que casi siempre es acompañado por sedimentos, en virtud de la erosión acelerada.

##### **1.2 Sobre Pastoreo**

Que consiste en la tracción, por parte del ganado de un pasto cortado casi a raz del suelo, disminuyendo su capacidad de infiltración como consecuencia de una disminución en la densidad de la vegetación. Este problema es muy común; ocasionando graves procesos de erosión.

##### **1.3 Incendios**

Es decir la quema intensa y frecuente del follaje con fines de manejo de bosque y pastizales, ocasionando en los suelos, especialmente profundos, variaciones en la capacidad de almacenamiento, intercepción y escurrimiento, impidiendo la acumulación de incorporación de la materia orgánica.

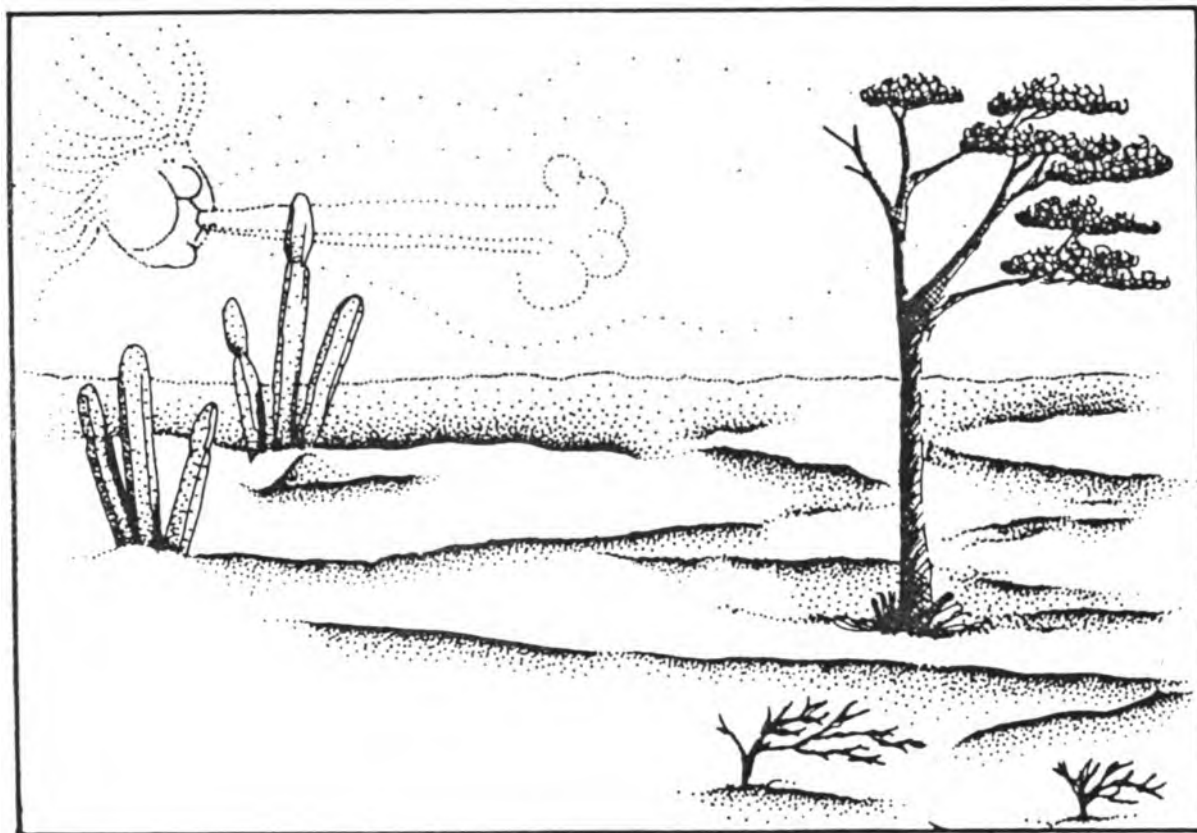


Figura 9

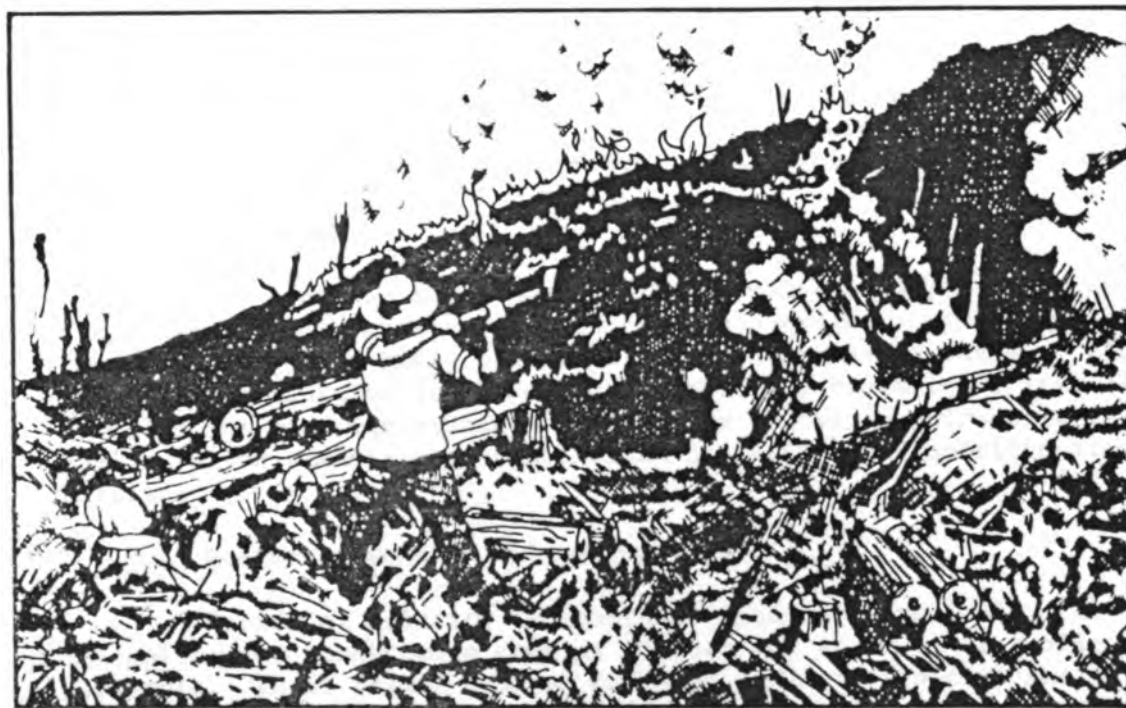
**EROSION EOLICA**

Figura 10

**DEFORESTACION Y QUEMAS**



#### **1.4 Disposición Inadecuada de Cultivos**

Debido al emplazamiento de los cultivos en el sentido de la máxima pendiente, sin preveer las medidas conservacionistas adecuadas, lo cual ocasiona que el agua de lluvia escurra abriendo surcos y grietas con el consiguiente arrastre de humus y de la capa agrícola del suelo.

#### **1.5 Sustitución de Plantas Perennes por Plantas Anuales**

Que consiste en la limpieza de los terrenos con vegetación natural (bosques, matorrales o pastos) y su reemplazo por cultivos anuales durante algún tiempo; posteriormente se deja descansar los terrenos con el objeto de restablecer el estado de los nutrientes de las plantas y la estructura del suelo entre otros. Mientras descansa la tierra, el agricultor se traslada a otro sitio y repite el ciclo. Este cambio, en realidad, multiplica los fenómenos erosivos al desprotegerse los suelos incidiendo también en los recursos hidráulicos tanto en su cantidad como en su cantidad.

### **2. Inadecuado Manejo de Suelos y Agua**

Debido fundamentalmente a la alteración de las propiedades del suelo con pérdida de su fertilidad y disminución de su capacidad productiva. Estos problemas pueden ocurrir sin necesidad de que se produzcan pérdidas efectivas de suelo.

#### **2.1 Mal Drenaje**

Debido a un deficiente manejo de las aguas de tipo pluvial, torrencial y de riego, aunada a una deficiente nivelación de tierras. Aquí hay dificultad para eliminar los excesos de agua que se acumulan en la superficie y/o dentro del perfil de los suelos. Tratándose de tierras agrícolas los problemas de drenaje inciden significativamente en los cultivos, en las operaciones agrícolas mecanizadas, en la sanidad, infraestructura, etc.

#### **2.2 Salinidad**

Que consiste en la acumulación de sales solubles tanto en la superficie como en las capas superiores del suelo debido a una distribución inadecuada del agua de riego o a prácticas deficientes de lavado. Este problema generalmente va asociado a un drenaje inadecuado. Si las sales solubles son predominantemente de sodio se afecta la estructura de los suelos, el pH aumenta y se manifiestan desequilibrios nutricionales en los cultivos.

#### **2.3 Labranza Excesiva o Incorrecta**

Debido al tránsito frecuente de maquinaria agrícola o al empleo de implementos inadecuados como es el caso del arado en el sentido de la pendiente. En el primer caso se comprime paulatinamente el suelo favoreciendo el escurrimiento de superficie, en tanto que el segundo da lugar a serios peligros de degradación y erosión.

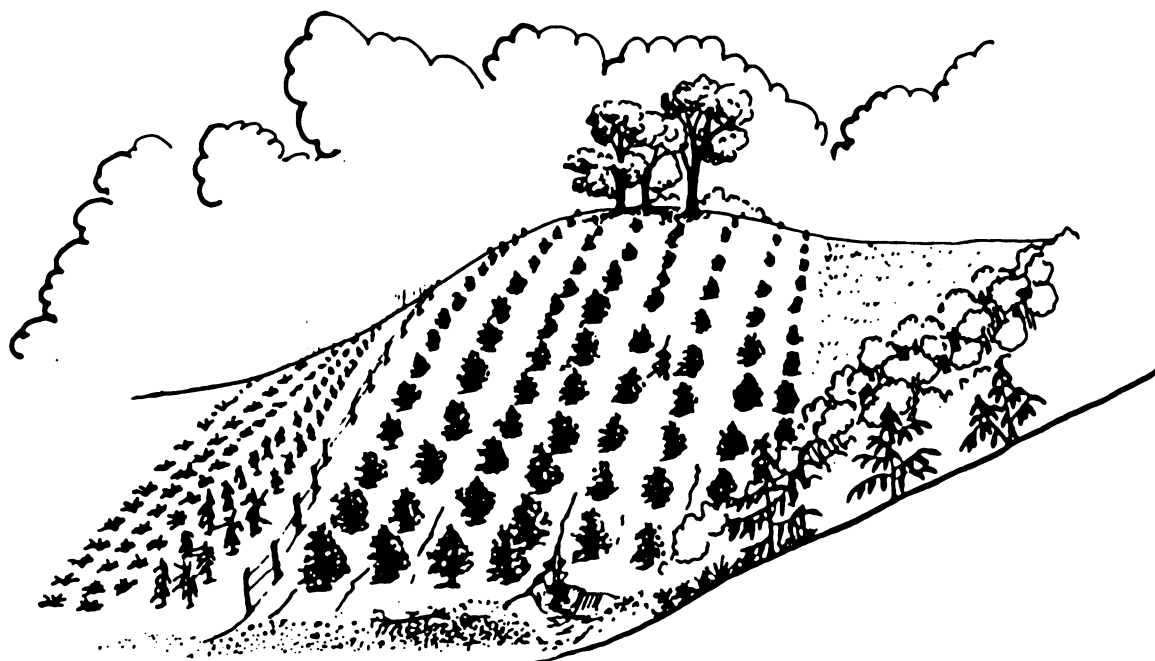


Figura 11 Disposición inadecuada de cultivos



Figura 12 Limpieza del terreno y sustitución de cobertura natural por cultivos anuales o permanentes en limpio

## 2.4 Nivelación Deficiente de Terrenos

Se refiere a la ejecución deficiente o la no realización de las operaciones precedentes al riego, como son el emparejamiento y nivelación de los terrenos, no acorde con la profundidad del suelo, características físicas del área, tipo de cosecha que se desea obtener y principalmente con el sistema de riego empleado.

## 2.5 Métodos Inadecuados de Riego

Debido a la no adecuación del sistema de distribución del agua al método de aplicación que considere el tipo de suelos y cultivos a establecerse, formas de entrega de agua, etc. Esto trae como consecuencia problemas de erosión en la base y taludes de los canales y pérdidas excesivas por filtración.

## 2.4 Codificación de los Problemas de Conservación de Suelos y Aguas

### a) Criterios de Codificación

Para efectos de la codificación se ha tenido en cuenta el ordenamiento establecido en la clasificación de los problemas de conservación de suelos y aguas. La nomenclatura que corresponde a cada uno de los problemas descritos en el presente trabajo, está dada en forma literal y numérica mediante códigos tal como se indica a continuación:

- El primer código expresado mediante una letra "Mayúscula" identificará al problema genérico.

Ejem. Problemas de Inundación: I  
 Problemas de Erosión : E  
 Problemas especiales  
 de manejo : M

- El segundo código, expresado en forma literal mediante dos letras en minúsculas que precederán al código anterior mediante un punto, identificará los tipos o formas de ocurrencia de cada uno de los problemas de conservación.

Ejem. (caso de las Inundaciones)

Generalizada : ge  
 Localizadas : lo

- El tercer código, expresado en forma numérica, precederá al código anterior mediante un guión identificando las sub-divisiones (clases) que corresponden cada uno de los tipos o formas de ocurrencia de los problemas de conservación.

Ejem. (caso de las Inundaciones Generalizadas)

Frecuentes : I. ge - 1  
 Eventuales : I. ge - 2

En el caso específico de la Erosión, el tercer código estará expresado en forma literal mediante dos letras: una mayúscula y otra minúscula, que precederán al segundo código mediante un punto. La primera letra de este código corresponde a la CLASE de Erosión.

Ejem. (caso de la Erosión Antrópica)

Eólica : E.an.E  
Hídrica : E.an.H

La segunda letra de este código identificará la sub-clase 1, o sea, las divisiones comprendidas dentro de la CLASE denominada "Hídrica" tal como sucede con la erosión por escurrimiento, pluvial y remoción de masa. Se ubicará como sub-índice de las letras mayúsculas.

Ejem. (caso de la Erosión Antrópica Hídrica)

Pluvial : E.an.Hp  
Escurrimiento : E.an.He

Finalmente y siempre referido al caso de la Erosión, existirá un cuarto código expresado en forma numérica que identificará a la sub-clase 2, es decir, las divisiones comprendidas en las sub-clases 1 de Erosión que para el caso corresponden al "Escurrimeinto" y "remoción en masa", respectivamente. Esta numeración permitirá diferenciar los problemas de erosión a nivel de la sub-clase 2 a la vez que les proporcionará un ordenamiento.

Ejem. (caso de la Erosión Antrópica Hídrica por Escurrimiento)

Difuso : E.an.He-1  
Laminar : E.an.He-2  
Surcos : E.an.He-3

**ORDENAMIENTO GENERAL**

<b>PROBLEMA</b>	<b>ORDEN PARCIAL</b>
I. INUNDACION	(2)
. Generalizada	1
. Geológica	2
II. EROSION	(5)
. Geológica	
- Eólica	1
- Hídrica	2
- Gravedad	3
. Antrópica	
- Eólica	4
- Hídrica	5
III. SEQUIA	(2)
. Natural	1
. Antrópica	2
IV. CONTAMINACION	(2)
. Natural	1
. Antrópica	2
V. ESPECIALES DE MANEJO	(2)
. De la vegetación	1
. Del suelo y agua	2

CUADRO 1 CODIFICACION DE LOS PROBLEMAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS (Basado en Referencia 12)

PROBLEMAS	CODIGO	TIPO O FORMA	CODIGO	CLASE	CODIGO	SUB-CLASE 1	CODIGO	SUB-CLASE 2	CODIGO	CODIGO GENERAL DEL PROBLEMA	N° DE ORDEN						
INUNDACION	I	Generalizada	ge	Frecuente	1					I. ge - 1	1						
											2	I. ge - 2	2				
											1	I. lo - 1	3				
											2	I. lo - 2	4				
EROSION	E	Geológica	ge	Eólica	1	Pluvial	P	Difuso	1	E. ge - 1	1						
											2	Hídrica	2	E. ge - 2	2		
											3	Gravedad	3	E. ge - 3	3		
											E	Eólica	E	E. an - E	4		
											H	Hídrica	H	E. an. Hp	5		
														E. an. He - 1	6		
		Antrópica	an					Escurrecimiento	e	Surcos	3	E. an. He - 2	7				
													4	Cárcavas	4	E. an. He - 3	8
													5	Regresiva	5	E. an. He - 4	9
													6	Terracetras	6	E. an. He - 5	10
													1	Deslizamientos	1	E. an. He - 6	11
													2	Derrumbes	2	E. an. Hr - 1	12
													3	Coladas de Barro	3	E. an. Hr - 2	13
SEQUIA	S	Natural	na	Precipitación	1					S. na - 1	1						
											2	Atmosférica	2	S. na - 2	2		
											3	Hidroológica	3	S. na - 3	3		
											4	Agrícola	4	S. na - 4	4		
														S. an.	5		
CONTAMINACION	C	Natural	na	Aguas Servidas	1					C. na	1						
											2	Desechos Industriales	2	C. an - 1	2		
											3	Desechos Mineros	3	C. an - 2	3		
											4	Origen Agrícola	4	C. an - 3	4		
														C. an - 4	5		
ESPECIALES DE MANEJO	M	Inadecuado Manejo de la Vegetación	ve	Tala Irrracional	1					M. ve - 1	1						
											2	Sobrepastoreo	2	M. ve - 2	2		
											3	Incendios	3	M. ve - 3	3		
											4	Disp. Inad. de cul. Sust. de plantas perennes por anuales	4	M. ve - 4	4		
											5	Mal Drenaje	5	M. ve - 5	5		
		Inadecuado Manejo del Suelo y Agua	sa			Salinidad	1					M. sa - 1	6				
													2	Labranza Exce.	2	M. sa - 2	7
													3	Niv. defic.	3	M. sa - 3	8
													4	Met. Inad. de Riego	4	M. sa - 4	9
													5		5	M. sa - 5	10

## **CAPITULO III**

### **CLASIFICACION DE LAS SOLUCIONES**

#### **3.1 Caracterización de las Soluciones**

Desde una clasificación sistémica y realística de los problemas, se produce una necesaria clasificación de sus alternativas de solución, ya sea como medidas o acciones para controlar los problemas, para mejorar una situación específica o para eliminar el problema; muchas de las decisiones deberán ser integrales en el complejo de la cuenca y por la misma interrelación suelo-agua; toda medida para conservar al suelo implica una acción conservacionista del agua.

Para el manejo de cuencas, las acciones conservacionistas son diferentes, será la realidad biofísica, socioeconómica, cultural y política la que permita definir los alcances y tipos básicos ingenieriles de solución. Frecuentemente se indican:

- . Medidas de conservación de suelos y aguas, criterio de planificación y prevención.
- . Prácticas de conservación de suelos y aguas, criterio agronómico
- . Obras de conservación de suelos y aguas, criterio ingenieril

Asimismo, para conservar el suelo y agua, es fundamental considerar que el uso adecuado de la tierra es un principio esencial y que toda acción que se complemente a la capacidad potencial será una solución tipificada como mejoramiento, rehabilitación, protección, preservación.

#### **BASES PARA LA CLASIFICACION**

La clasificación puede definirse por:

- . La naturaleza de tratamiento
- . El lugar geográfico de su aplicación en la cuenca
- . La frecuencia y duración de su aplicación
- . El propósito con que son utilizados
- . Su función protectora
- . El material utilizado

A veces la clasificación se define por la función que desempeñan al ser aplicados en conjunto por ejemplo:

- . Para el control de inundaciones
- . Para la protección de los suelos
- . Para el control de torrentes

Lo más importante al integrar conservación de suelos y aguas en el manejo de cuencas parece ser la clasificación por la acción individual, que vienen a constituir una base práctica y representativa fundamental pero no única, ejem:

Por la: **NATURALEZA DEL TRATAMIENTO**

- Lugar Geográfico
- Frecuencia y duración

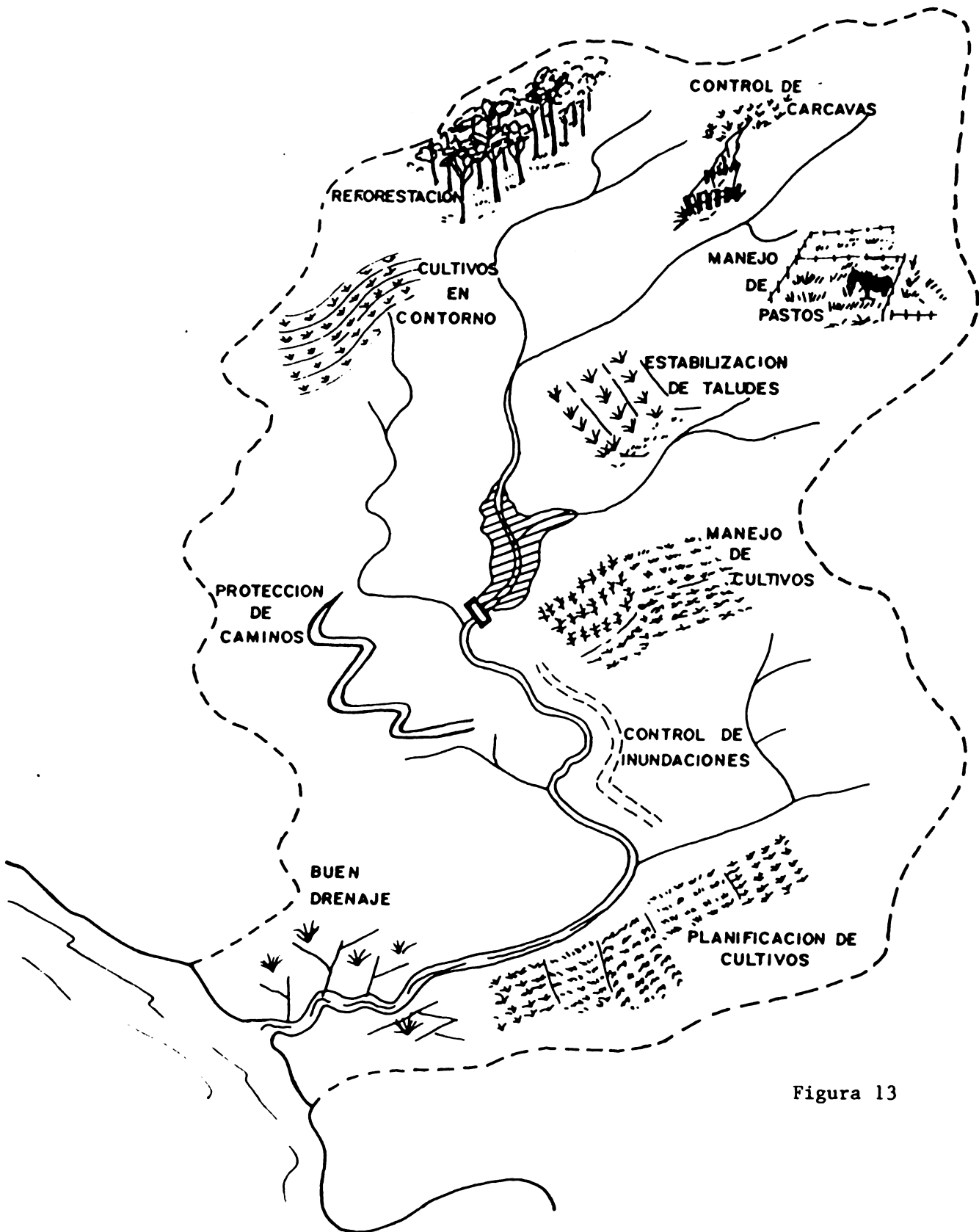


Figura 13

**MODELO DE SOLUCIONES DE PROBLEMAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**



## **3.2 Clasificación de las Soluciones (Basado en Referencia 12)**

### **3.2.1 Por la Naturaleza del Tratamiento**

Esta clasificación se basa, fundamentalmente, en la técnica utilizada y en los medios o materiales empleados en la ejecución de acciones prácticas.

Normalmente a estas se les denomina prácticas y se les clasifica como mecánicas, agronómicas y forestales; también se les conoce como medidas estructurales, medidas culturales y medidas vegetativas. Estos términos son utilizados indistintamente, por este motivo se ha preferido agruparlos dándoles una denominación compuesta tal como se indica a continuación:

#### **Prácticas Agronómicas-Culturales**

Son prácticas que se basan en el conocimiento de manejo de suelos, técnicas de cultivos, asociados con medidas de protección de suelos, tales como: surcados en contorno, rotación de cultivos, fertilización y otros vinculados al mejoramiento y conservación del suelo. Son generalmente ejecutados por Especialistas en Agronomía. Pueden a su vez dividirse en:

- a. Prácticas de labranza
- b. Prácticas de cultivos
- c. Prácticas especiales de cultivos

#### **Prácticas Forestales-Agrostológicas**

Son técnicas que se basan en manejo de bosques, pastos y vegetación marginal. Son ejecutados principalmente para evitar la erosión en zonas de explotación forestal y pecuaria o con fines de proteger áreas de tierras marginales dentro de una cuenca. Preveen y reducen los daños causados por el sobrepastoreo, incendios y degradación de la vegetación natural en general. Se dividen básicamente en dos grandes grupos:

- a. Prácticas forestales-agrostológicas de protección
- b. Prácticas forestales-agrostológicas de producción

#### **Prácticas Mecánico-Estructurales**

Son técnicas que se basan en el movimiento de tierras, están diseñadas en base a principios de ingeniería para la construcción de obras, generalmente hidráulicas, desde muy pequeñas como drenes interceptores en laderas, hasta pequeñas presas.

Normalmente estas medidas están destinadas a disipar la energía y/o controlar la descarga del agua. Requieren para su diseño y construcción conocimientos de hidráulica, estructuras y mecánica de suelos, etc. Son generalmente diseñadas por ingenieros agrícolas, civiles o especialistas en manejo de cuencas. Se dividen en tres grupos:

- a. Prácticas de almacenamiento y captación del agua

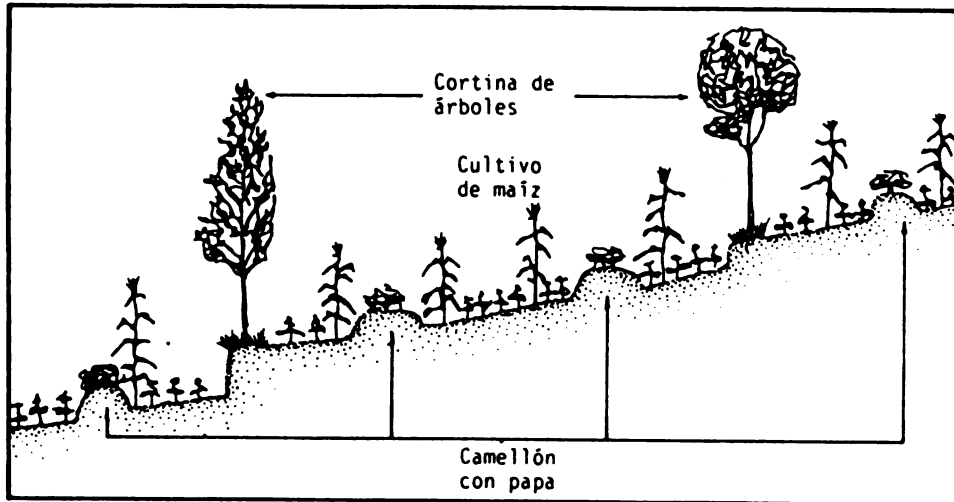


Figura 14

CULTIVOS ASOCIADOS

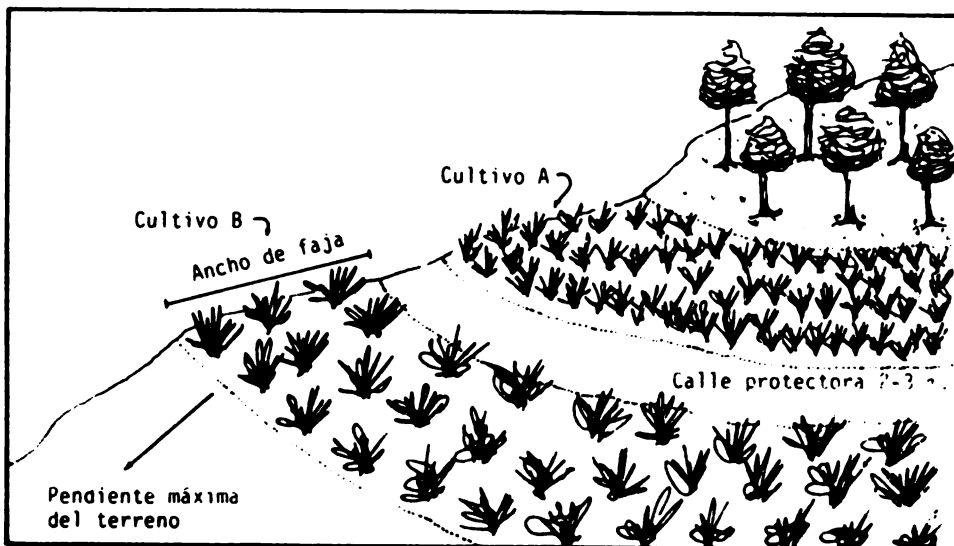


Figura 15

CULTIVOS EN FAJAS



Figura 16

**MANEJO DE PASTOS**

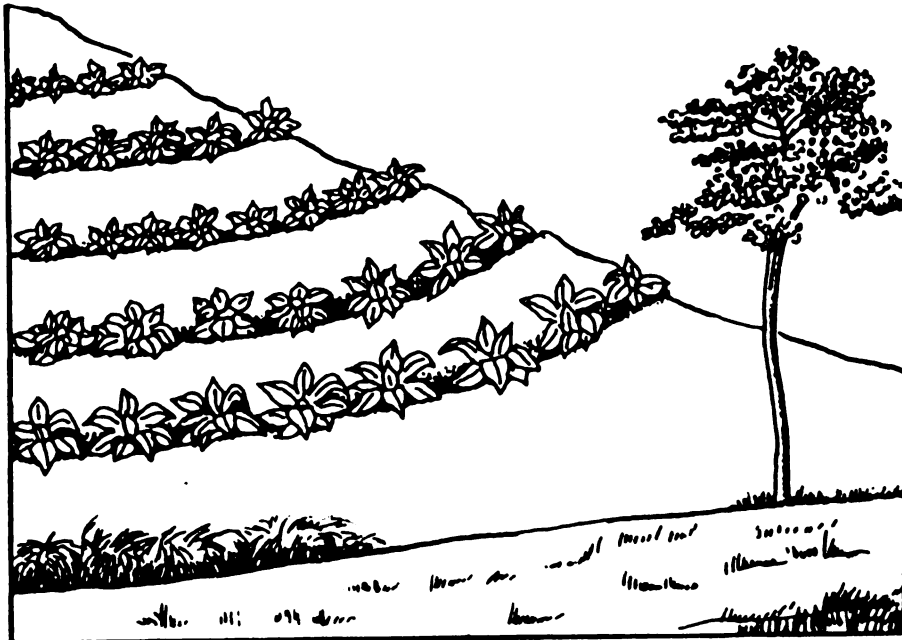


Figura 17

**SIEMBRA EN CONTORNO**

- b. Prácticas de conducción, control y evacuación del agua
- c. Prácticas de distribución y aplicación del agua

### **3.2.2 Por su localización aplicativa**

Es decir, por el lugar donde son construídas dentro de la cuenca: ladera, valle y cauce.

#### **A Nivel Geográfico de Ladera**

Las prácticas de conservación a nivel de ladera tienen como objetivo fijar el suelo en su lugar aumentando su resistencia a la erosión; básicamente, son medidas de protección de tierras agrícolas y de infraestructura y servicio con una relación óptima suelo-agua-planta.

#### **A Nivel Geográfico de Valle**

Las prácticas a nivel de valle son aplicables a zonas relativamente planas (menores del 15%) estando dirigidas, principalmente, a facilitar el drenaje de las aguas superficiales y sub-superficiales y controlar la salinidad. Son aplicables cuando el agua presenta dificultad de drenaje.

Asimismo, permite lograr el uso apropiado de los suelos, el agua y vegetación de acuerdo a su vocación y a las condiciones naturales del ambiente.

#### **A Nivel Geográfico de Cauce**

Las prácticas a este nivel tienden a controlar los efectos producidos por las descargas del agua, disipando la energía de la misma o encauzándola. Pueden ser construcciones transversales y/o longitudinales al cauce. El agua debe escurrir en forma concentrada.

El nivel geográfico de cauce considera, no sólo el canal propiamente dicho, sino también las áreas inundables que muchas veces son explotadas. Algunas prácticas a este nivel geográfico tienen por función controlar el caudal de agua y sedimentos.

### **3.2.3 Por su aplicación y duración en el tiempo**

Esta clasificación se refiere a la periodicidad de su aplicación y su duración en el tiempo. Por este concepto las prácticas pueden ser:

#### **Permanentes**

Si se les construye para que tengan una vida útil de 25 años a más. Ejemplo: Estanque de almacenamiento nocturno del agua, canales de desviación, terrazas de banco, etc.

#### **Ocasionales**

Si las prácticas de conservación van a tener una aplicación y vida útil temporal. Son ejemplos típicos de éstos, algunas prácticas mecánico-estructurales rústicas: (empleando materiales perecibles).

## **Anuales**

Son aquellas cuya aplicación y vida útil es de aproximadamente un año.  
Ejemplo: Prácticas de labranza, rotaciones anuales, etc.

### **CUADROS DE PRACTICAS CLASIFICADAS (Basado en Referencia 12)**

#### **a) Prácticas Agrónomicas - Culturales**

- Prácticas de labranza
  - Aradura del suelo
  - Labranza del sub-suelo
  - Surcos en contorno
  - Surcos tabicados
  
- Prácticas de manejo de cultivos
  - Aplicación de materia orgánica
  - Rotación de cultivos
  - Cultivos asociados
  - Cultivos en fajas (bandas)
  - Cultivos con "MULCH"
  - Cultivos de cobertura
  - Aplicación de fertilizantes
  - Uso de semillas seleccionadas (mejoradas)
  
- Prácticas especiales de cultivos
  - Abono verde
  - Barreras vivas/barreras muertas
  - Fajas (bandas) de contención
  - Agregantes ("Acondicionadores" - Correctores del suelo)

#### **b) Prácticas Forestales - Agrostológicas**

- Prácticas forestales - agrostológicas de protección
  - Cercas de protección del bosque
  - Cortafuegos
  - Vedas rotativas
  - Foresta de protección de taludes, quebradas y cárcavas
  - Protección de riberas con vegetación nativa
  - Establecimiento de pasturas con fines de protección
  - Ejecución de deshieras en pastos
  
- Prácticas forestales - agrostológicas de aprovechamiento
  - Ordenamiento de bosques con fines de aprovechamiento
  - Pastos mejorados con fines pecuarios
  - Establecimiento de potreros
  - Selección de especies y semillas forestales con fines de aprovechamiento
  - Entresque racional del bosque
  - Cortes selectivos forestales con fines de aprovechamiento

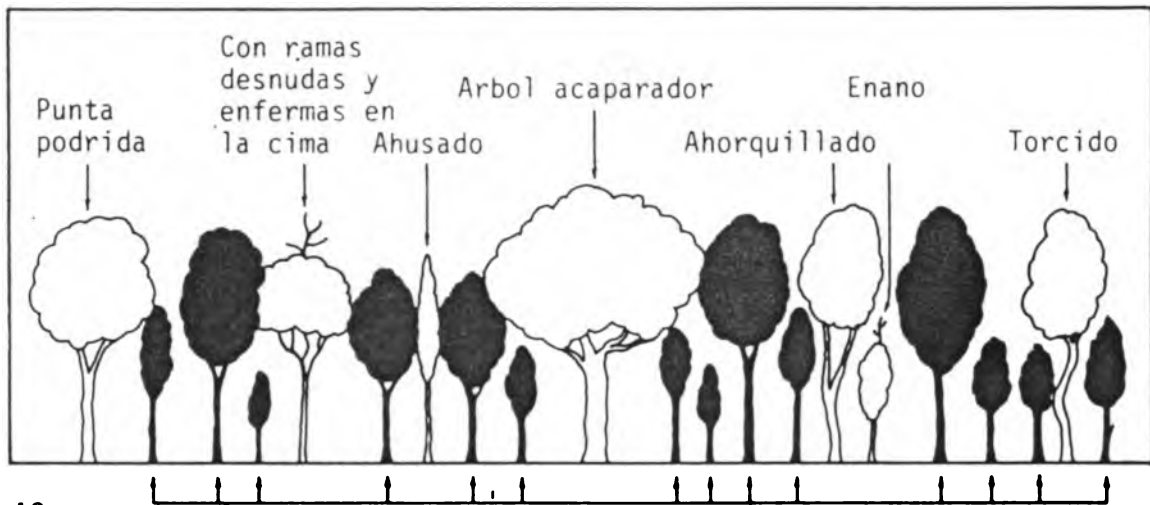


Figura 18

**SELECCION DE ARBOLES JOVENES, SANOS Y DE BUENA COPA**

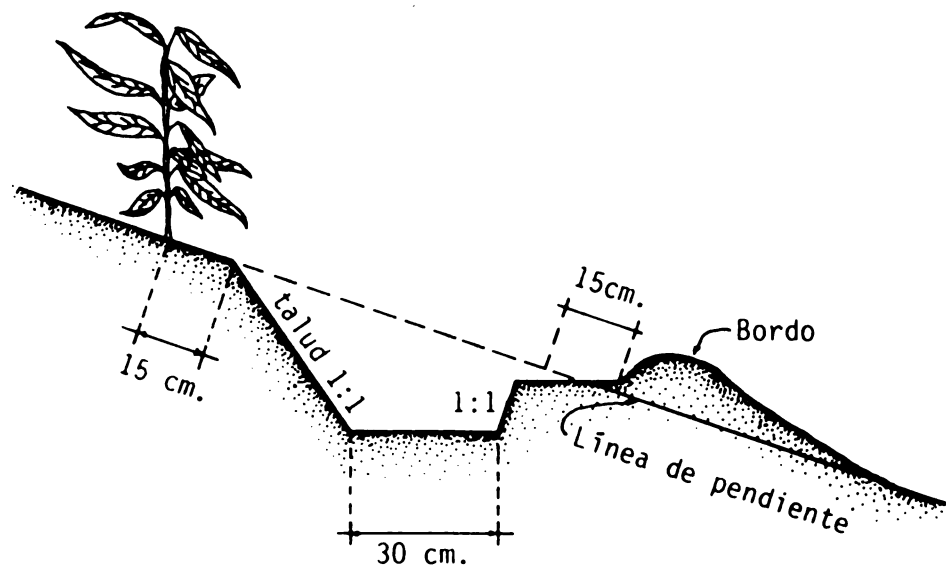


Figura 19

**ACEQUIA DE LADERA (Tipo canal)**

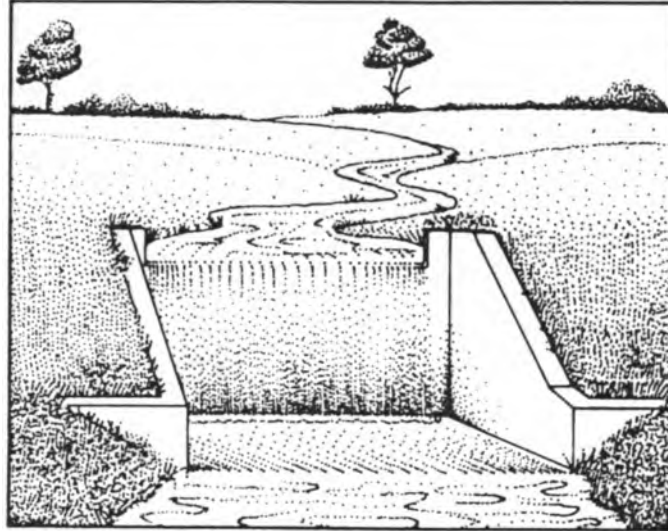


Figura 20  
**VERTEDOR Y CAIDA**

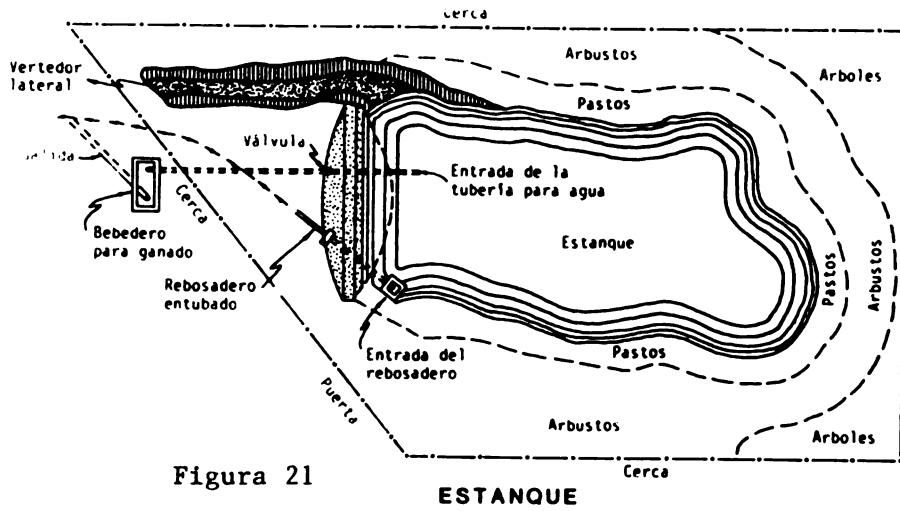


Figura 21  
**ESTANQUE**

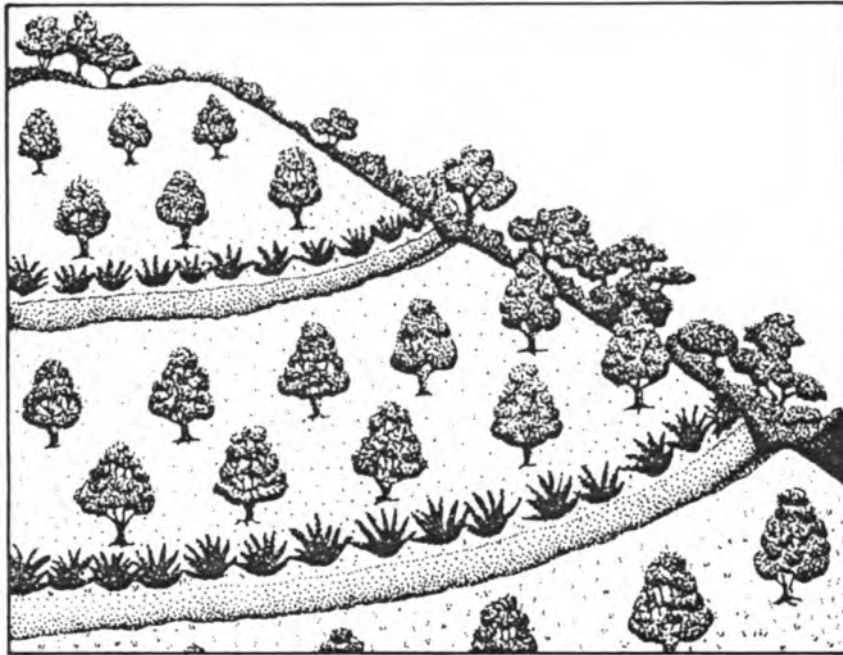


Figura 22 FRUTALES EN CONTORNO Y ACEQUIAS DE LADERA

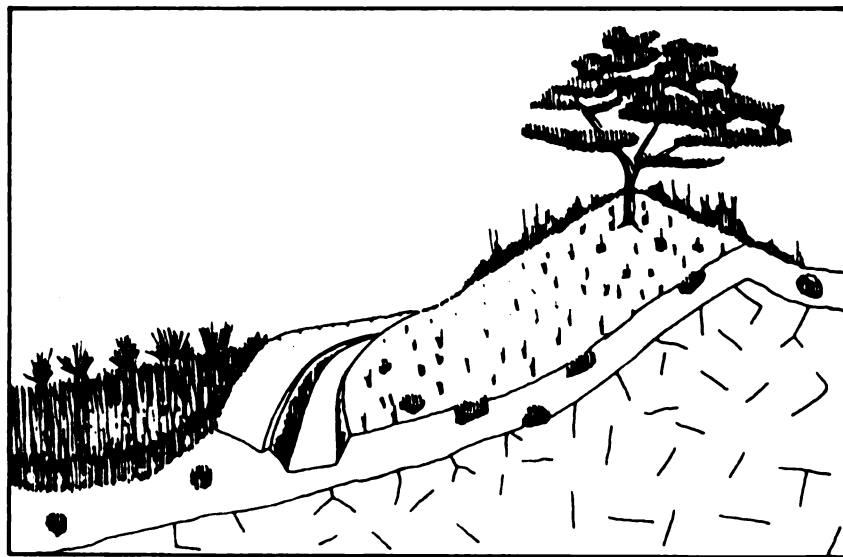


Figura 23 CANAL DE DESVIACION



c) Prácticas Mecánico-Estructurales

- Prácticas de almacenamiento y captación del agua

Micropresas  
 Pozos de almacenamiento nocturno  
 Estanques de captación del agua  
 Pozas de captación  
 Terrazas de captación

- Prácticas para la conducción, control y evacuación del agua

Acequias de ladera  
 Canales de desviación  
 Canales vegetados  
 Drenes subterráneos y superficiales  
 Zanjillas de desagüe  
 Vertimientos de agua  
 Defensas ribereñas y control de torrentes\* (Ver principales prácticas en el siguiente cuadro)

- Prácticas para la distribución y aplicación del agua

Terrazas

Terrazas de Banco o Bancales  
 Terrazas con plataforma inclinada  
 Terrazas de Camellón  
 Terrazas individuales

Zanjas de absorción

---

\* Defensas Ribereñas y Control de Torrentes

Diques de mampostería de piedra asentada  
 Muros enmallados o gaviones  
 Diques de concreto ciclópeo  
 Diques de roca pesada  
 Dados de concreto  
 Diques de muro seco  
 Diques de madera  
 Muros de piedraplén  
 Muros de terraplén  
 Bolsas  
 Tetrápodos  
 Diques transversales de madera  
 Diques transversales de muro seco  
 Diques transversales de concreto

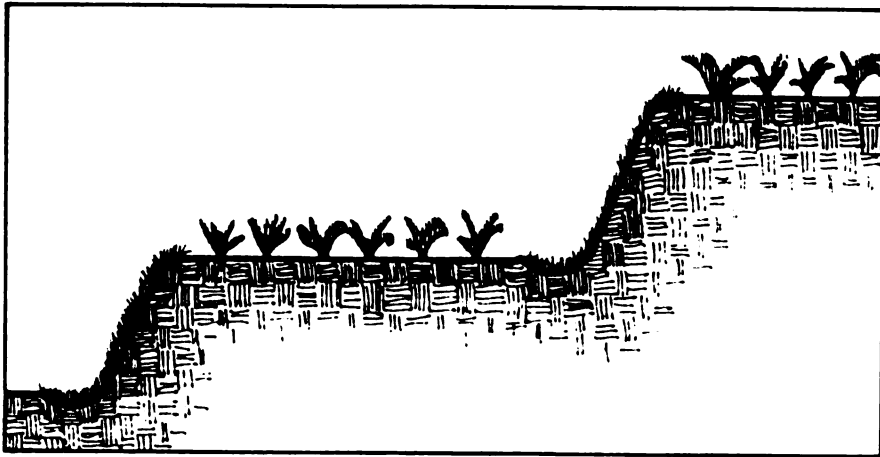


Figura 24

TERRAZAS DE BANCO

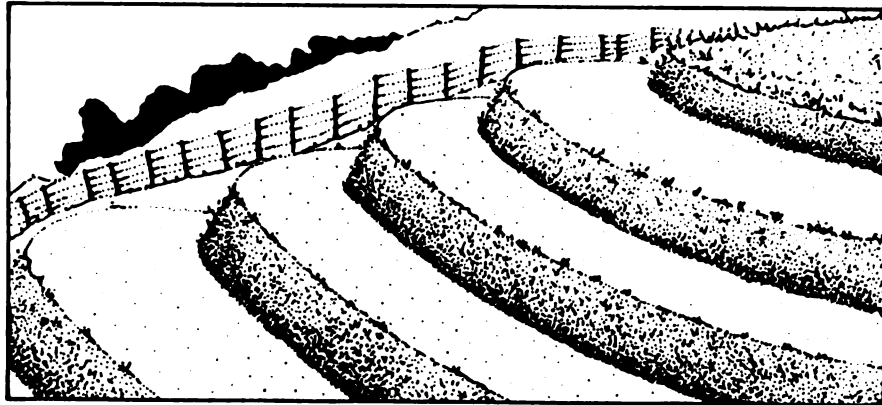


Figura 25

BANCALES

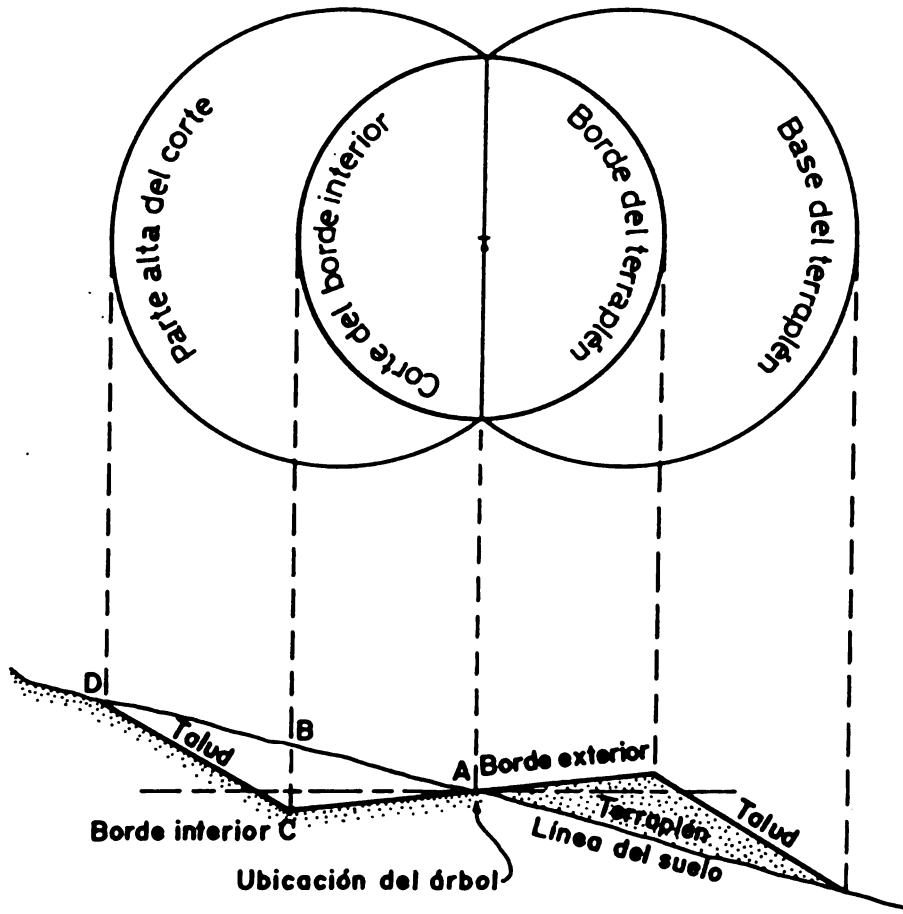


Figura 26

PLANTA Y PERFIL

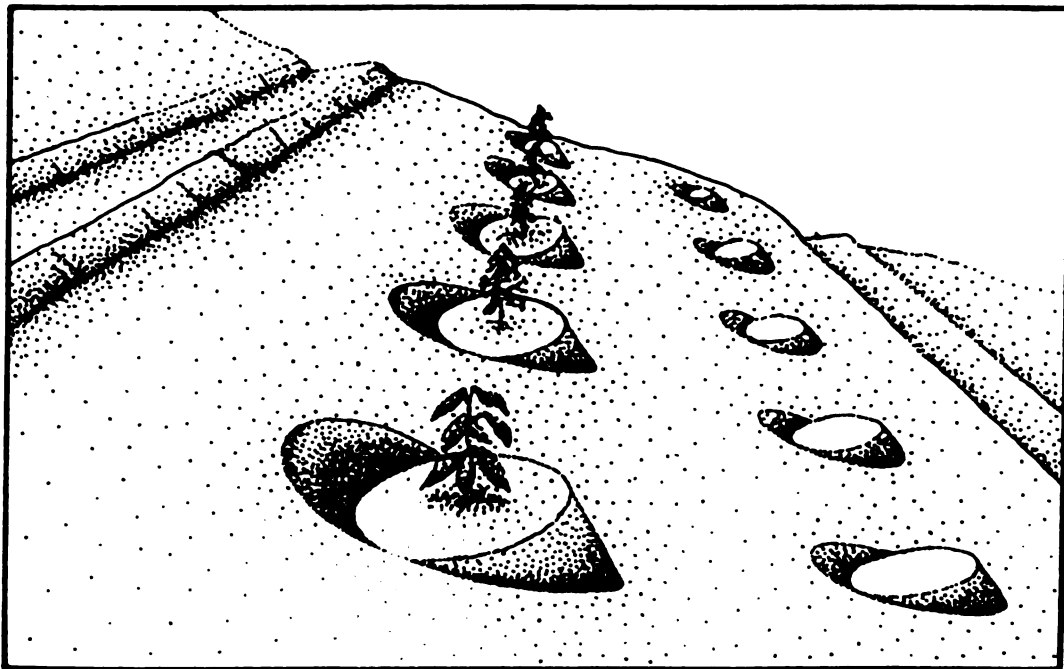


Figura 27

**TERRAZAS INDIVIDUALES**

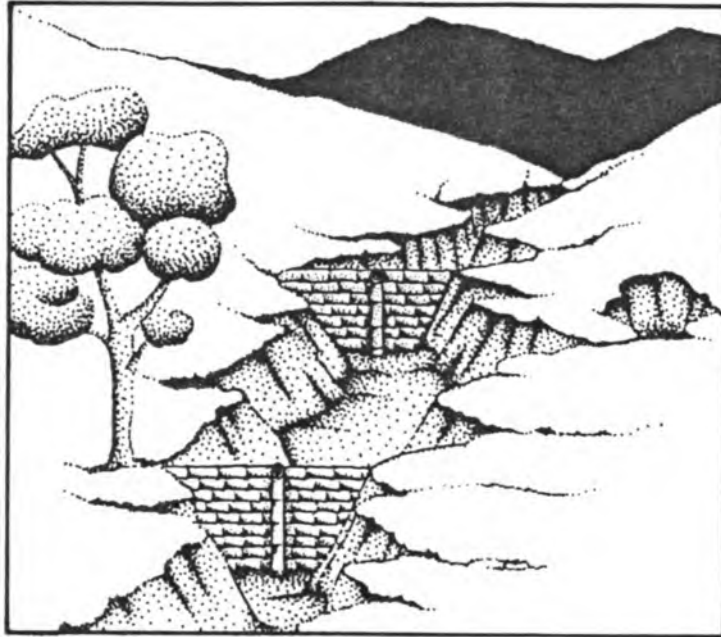


Figura 28

CONTROL DE CARCAVAS

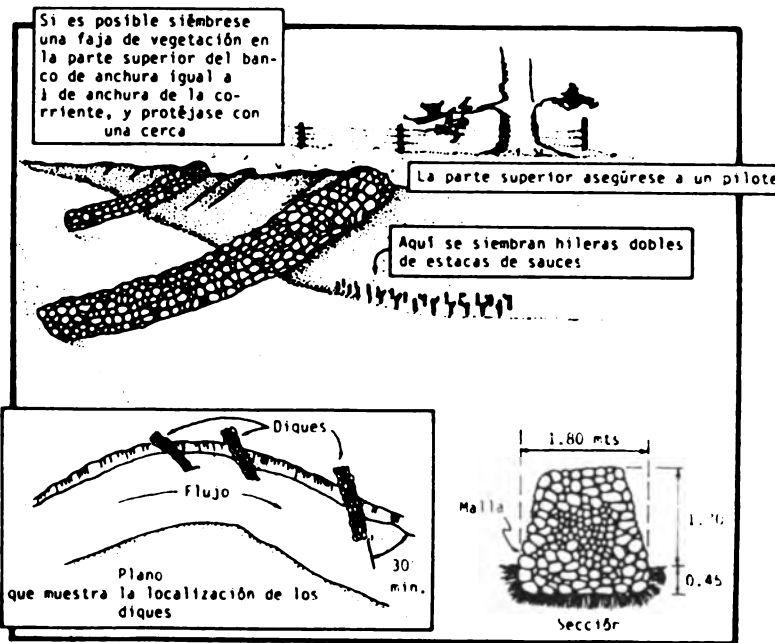


Figura 29

DIQUES DE PIEDRA

### 3.3 Codificación de Prácticas Conservacionistas (Ref. 12)

#### Criterios de Codificación

Se han tomado como base para la codificación de las prácticas de conservación los siguientes criterios:

#### A) La Clasificación de las Prácticas por la Naturaleza del Tratamiento

Para ello se ha establecido una nomenclatura literal que identificará a cada una de las sub-clasificaciones comprendidas por la "naturaleza de tratamiento", tal como se indica a continuación:

- |   |    |
|---|----|
| - Prácticas Agronómicas - Culturales    | Ac |
| - Prácticas Forestales - Agrostológicas | Fa |
| - Prácticas Mecánico - Estructurales    | Me |

#### B) Por el Tipo de Manejo a que están Destinadas

De acuerdo a este criterio de codificación se establecerá una nomenclatura literal en mayúscula correspondiente al tipo de manejo en las que se encuentran involucradas las prácticas conservacionistas. De esta manera las prácticas se han agrupado en tres tipos de manejo:

- |                           |      |
|---------------------------|------|
| - Manejo del agua         | (MA) |
| - Manejo de Suelo         | (MS) |
| - Manejo de la vegetación | (MV) |

Este agrupamiento no implica que una práctica pertenezca a un sólo manejo, los problemas de conservación del agua, suelo y vegetación, al igual que los tratamientos, están interaccionados unos a otros no pudiendo establecerse divisiones tajantes.

En los cuadros de las prácticas codificadas se muestra el tipo de manejo a que pertenece cada una de las prácticas.

Escapan a esta agrupación los tratamientos correspondientes al control de deslizamientos y al control de torrentes, los que por las características de los procesos en sí (geológicos) se establecerá una nomenclatura también literal, basada en las iniciales de los tratamientos.

- |                             |      |
|-----------------------------|------|
| - Control de Deslizamientos | (CD) |
| - Control de Torrentes      | (CT) |

#### C) La Clasificación de las Prácticas Conservacionistas por la Frecuencia de su Aplicación y Duración

Por ese concepto las prácticas se las identificará con las letras mayúsculas:

- P si son permanentes
- O si son ocasionales
- A si son anuales

#### D) Ordenamiento de las Prácticas con Fines de Identificación:

A fin de identificar individualmente cada práctica, se ha convenido hacerlo mediante un número. Como ejemplo, se muestra un listado con prácticas clasificadas de acuerdo a "La Naturaleza del Tratamiento" y numeradas en forma ascendente. Estos listados quedan abiertos y se incrementarán con el conocimiento de nuevas prácticas conservacionistas.

En resumen, el código de una práctica estará constituida de esta manera:

- Las dos primeras letras del alfabeto (mayúsculas seguidas de minúscula identificarán la naturaleza de la práctica):

Ejem.: Me..... Práctica Mecánica estructural

- Las dos letras siguientes (en mayúsculas), el tipo de manejo a que están destinadas las prácticas.

Ejem.: MA..... Manejo del Agua

- La quinta letra que precede a las dos anteriores y separadas por un punto indicará si la práctica tiene carácter Permanente (P), Ocasionales (O) ó Anuales (A), según sea el caso.
- Finalmente, antecedido por un guión, se anotará el numeral correspondiente al ordenamiento de las prácticas con fines de identificación.

#### Ejemplos de Codificación de Práctica

Práctica: Canal de Desviación Código: MeMA.P - 4

Me : Corresponde a las prácticas Mecánico Estructurales

MA : Que corresponde al grupo de prácticas de Manejo del Agua (conducción, control y evacuación del agua), ver criterio de Codificación B.

P : Que identifica a las prácticas de aplicación y duración permanente

4 : Correspondiente al ordenamiento de las prácticas Mecánico-Estructurales con fines de identificación

El ordenamiento resultante de la codificación de Problemas y Soluciones en la Conservación de Suelos y Aguas; puede servir para un manejo de información que permitirá caracterizar fácilmente todas las posibilidades.

#### CODIFICACION RESULTANTE

Identificación por N° de Orden	Simbología numérica	Simbología gráfica	Simbología alfabética
Tabla de ordenamiento de Problemas y soluciones	Correlativa o por grupos	Diferenciación por tipo o por asociación	Según el rango del ordenamiento

CUADRO 2 CODIFICACION DE LAS PRACTICAS Y OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS

Ref. 12. Ministerio de Agricultura y Alimentación del Perú

CODIGO	PRACTICA	CRITERIOS DE CODIFICACION			
		Clasificación por la Naturalaleza del Tratamiento	Tipo de Manejo	Frecuencia y Duración de la práctica	Ordenamiento con fines de Identificación.
Ac.MS.A-1	Aradura Mínima del Suelo	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo del suelo (MS)	Anual	1
Ac MS.A-2	Surcos en contorno	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo del suelo (MS)	Anual	2
Ac MV.O-3	Rotación de cultivos	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	3
Ac MS.O-4	Aplicación de Fertilizantes	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo del Suelo (MS)	Ocasional	4
Ac MV.P-5	Cultivos en Fajas	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	5
Ac MV.O-6	Cultivos Asociados	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	6
Ac MV.O-7	Cultivos de Cobertura	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	7
Ac MV.O-8	Cultivos con "Mulch"	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	8
Ac MV.A-9	Uso de semilla seleccionado	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Anual	9
Ac MV.O-10	Aplicación de Enmiendas Orgánicas	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	10
Ac MS.O-11	Labranza del sub-suelo	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo del suelo (MS)	Ocasional	11
Ac MS.O-12	Surcos tabicados	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo del Suelo (MS)	Ocasional	12
Ac MV.O-13	Aplicación de abonos verdes	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	13
Ac MV.O-14	Barreras vivas	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	14
Ac MV.O-15	Fajas de contención (Barridos)	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	15
Ac MS.O-16	Correctores del suelo	Agronómico-Cultural (Ac)	Manejo del suelo (MS)	Ocasional	16

CODIGO	PRACTICA	CRITERIOS DE CODIFICACION			
		Clasificación por la Naturaleza del Tratamiento	Tipo de Manejo	Frecuencia y Duración de la práctica	Ordenamiento con fines de identificación
Fa MV. P-1	Ordenación de bosques con fines de aprovechamiento y/o protec.	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	1
Fa MV. P-2	Pastos mejorados con fines pecuarios	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	2
Fa MV. P-3	Establecimiento de Potreros	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	3
Fa MV. O-4	Selección de especies y semillas forestales	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	4
Fa MV. O-5	Entresaque racional del bosque	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	5
Fa MV. O-6	Podas forestales	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	6
Fa MV. O-7	Cortes selectivos forestales	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	7
Fa MV. O-8	Cercos de protección del bosque	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	8
Fa MV. P-9	Cortinas rompevientos	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	9
Fa MV. P-10	Corta-fuegos	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	10
Fa MV. O-11	Rotación de potreros	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la Vegetación (MV)	Ocasional	11
Fa MV. O-12	Vedas rotativas	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	12
Fa MV. P-13	Foresta de protección de quebradas y cárcavas	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	13
Fa MV. P-14	Protección de riberas con vegetación nativa	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	14
Fa MV. P-15	Establecimiento de pasturas con fines de protección.	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Permanente	15
Fa MV. O-16	Destierbos en pastos	Forestal-Agrorológico (Fa)	Manejo de la vegetación (MV)	Ocasional	16



CRITERIOS DE CODIFICACION					
CODIGO	PRACTICA	Clasificación por la Naturaleza del Tratamiento	Tipo de Manejo	Frecuencia y Duración de la práctica	Ordenamiento con fines de Identificación
Me MA. P-1	Terrazas de Banco	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	1
Me MA. P-2	Micropresas	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	2
Me MA. P-3	Pozas de Almacenamiento nocturno del agua.	Mecánico-Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	3
Me MA. P-4	Canales de Desviación	Mecánico-Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	4
Me MA. P-5	Canales de Laderas	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	5
Me MA. P-6	Zanjias de Absorción	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	6
Me MA. P-7	Canales Vegetados	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	7
Me MA. P-8	Estanques de Captación del agua	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	8
Me MA. P-9	Drenes Subterráneos y Superficiales	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	9
Me MA. P-10	Zanjillas de Desague	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	10
Me MA. P-11	Terrazas de Captación	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	11
Me MA. P-12	Terrazas de Camellón	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	12
Me CD. P-13	Muros de sostenimiento	Mecánico Estructural (Me)	Control de Deslizamientos (CD)	Permanente	13
Me CD. P-14	Banquetes	Mecánico Estructural (Me)	Control de Deslizamientos (CD)	Permanente	14
Me CD. P-15	Fajinas	Mecánico Estructural (Me)	Control de Deslizamientos (CD)	Permanente	15

CRITERIOS DE CODIFICACION					
CODIGO	PRACTICA	Clasificación por la Naturaleza del Tratamiento	Tipo de Manejo	Frecuencia y Duración de la práctica	Ordenamiento con fines de identificación
Me MA .P-16	Diques de mampostería de piedras asentada	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA) (CT)	Permanente	16
Me MA .P-17	Diques de roca pesada	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	17
Me MA .P-18	Muros enmallados o gaviones	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA) (CT)	Permanente	18
Me CT .P-19	Diques transversales de madera (trincheras o rastrillos)	Mecánico Estructural (Me)	Control de Torrentes (CT)	Permanente	19
Me CT .P-20	Diques de concreto armado	Mecánico Estructural (Me)	Control de Torrentes (CT)	Permanente	20
Me MA .P-21	Terrazas de plataforma inclinada	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	21
Me MA .P-22	Terrazas Individuales	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	22
Me MA .P-23	Diques de concreto ciclópeo	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Permanente	23
Me MA .O-24	Caballos y Mancarrones	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Ocasional	24
Me MA .O-25	Muros de piedra plén	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Ocasional	25
Me MA .O-26	Muros de terraplén	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Ocasional	26
Me MA .O-27	Gallineros	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Ocasional	27
Me MA .O-28	Caballos achiquerados	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Ocasional	28
Me MA .O-29	Dados de concreto	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Ocasional	29
Me MA .O-30	Terrapados	Mecánico Estructural (Me)	Manejo del agua (MA)	Ocasional	30

**RESUMEN DEL ESQUEMA PROPUESTO**

CODIGO	MEDIDA PRACTICA U OBRA	CODIFICACION			
		Naturaleza de tratamiento	Tipo de manejo	Frecuencia y duración	Ordenamiento
Combinación de letras y números	Denominación técnica	Simbología líteral	Simbología líteral	Indicación líteral	Numeración correlativa

## CUADRO 3

**ORDENAMIENTO DE LAS PRACTICAS CON FINES DE IDENTIFICACION**

## a) Prácticas agronómicas-Culturales

1. Araduras del suelo
2. Surcos en contorno (curvas a nivel)
3. Rotación de cultivos
4. Aplicación de fertilizantes
5. Cultivos en fajas (bandas)
6. Cultivos asociados
7. Cultivos de cobertura
8. Cultivos con Mulch
9. Uso de semillas seleccionadas (mejoradas)
10. Aplicación de materia orgánica
11. Labranza de sub-suelo
12. Surcos tabicados
13. Aplicación de abonos verdes
14. Barreras vivas
15. Fajas de contención (bandas)
16. Correctores del suelo (agregantes, acondicionadores)

## b) Prácticas Forestales - Agrostológicas

1. Ordenación de bosques con fines de aprovechamiento
2. Pastos mejorados con fines pecuarios
3. Establecimiento de potreros
4. Selección de especies y semillas forestales con fines de aprovechamiento
5. Entresaque racional del bosque
6. Podas forestales
7. Cortes selectivos forestales con fines de aprovechamiento
8. Cercas de protección del bosque
9. Cortinas rompevientos
10. Corta fuegos
11. Rotación de potreros
12. Vedas rotativas
13. Foresta de protección de taludes, quebradas y cárcavas
14. Protección de riberas con vegetación nativa
15. Establecimiento de pasturas con fines de protección
16. Deshierbas en pastos

## c) Prácticas Mecánico-Estructurales

1. Terrazas de banco o bancales
2. Micropresas
3. Pozas de almacenamiento nocturno
4. Canales de desviación
5. Acequias de ladera
6. Zanjias de absorción
7. Canales de vegetación
8. Estanques de captación del agua
9. Drenos subterráneos y superficiales
10. Zanjillas de desagüe
11. Terrazas de captación
12. Terrazas de camellón

13. Muros de sostenimiento
14. Banquetas
15. Fajinados
16. Diques de mampostería de piedras asentadas
17. Diques de roca pesada
18. Muros enmallados o gaviones
19. Diques transversales de madera
20. Diques de concreto armado
21. Terrazas de plataforma inclinada
22. Terrazas individuales
23. Diques de concreto ciclópeo
24. Caballos y mancarrones
25. Muros de piedra Plén
26. Muros de terraplén
27. Gallineros
28. Caballos achiquerados
29. Dados de concreto
30. Tetrápodos

## CAPITULO IV

### GLOSARIO DE TERMINOLOGIA (Referencia 12)

#### **EROSION PLUVIAL**

Una parte del proceso de erosión se debe al golpe de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo (salpicadura). Por la fuerza de caída y el tamaño de las gotas, éstas desprenden las partículas de los agregados del suelo y las dispersan.

Además de los efectos de desprendimiento y dispersión, la erosión pluvial deja las partículas finas del suelo en suspensión para que el agua superficial las arrastre, iniciándose así otras formas de erosión.

El efecto de las gotas de lluvia se puede observar en la salpicadura del follaje más bajo y en la formación de costras cuando se seca el suelo.

#### **EROSION POR ESCURRIMIENTO**

Cuando el agua de lluvia no alcanza a infiltrarse en el suelo (debido a que la intensidad del aguacero es mayor que la velocidad de infiltración o a que el suelo está saturado) fluye por la superficie de terrenos con pendientes (escorrentía) arrastrando el suelo desprendido.

Según la inclinación de la pendiente, la cantidad de agua y la clase de suelo, se presentan diferentes formas dentro de esta clase de erosión.

#### **ESCURRIMIENTO DIFUSO**

Es un tipo de erosión llamada "normal" consistente en desplazamientos cortos de pequeñas partículas, o en la formación de surquillos temporales. Ocurre aún en terrenos con buena cobertura vegetal.

#### **EROSION LAMINAR** (Esgurrimiento difuso intenso)

Es el arrastre uniforme y casi imperceptible de delgadas capas de suelo por mantos de agua. A veces se forman redes de pequeños surquillos por las rugosidades de la superficie, que cambian su curso y su forma durante el aguacero. Es común aún en suelos resistentes a la erosión.

Cuando el agricultor advierte este tipo de erosión, sólo queda una capa muy delgada de suelo; las raíces de las plantas están desnudas o se ha lavado completamente el suelo hasta aparecer el subsuelo o la roca. También se observan cambios de color en algunas partes del terreno (calvas).

#### **EROSION EN SURCOS**

Es causada por el escurrimiento concentrado del agua en surcos mas o menos paralelos, independientes y durables. El cultivo en sentido de la pendiente facilita la concentración del agua de escurrimiento, formando surcos. En pendientes menores al 20%, estos surcos pueden ser borrados con herramientas de labranza y así evitar que aumenten su tamaño hasta formar cárcavas. La formación de surcos es frecuente en suelos medianamente susceptibles a la erosión.

## **EROSION EN CARCAVAS**

Cuando hay una mayor concentración en el escurrimiento, las irregularidades del terreno permiten la unión de varios surcos y se forman zanjas de gran tamaño conocidas como cárcavas, generalmente ramificadas y que no permiten el uso de maquinarias ni el cultivo.

## **EROSION REGRESIVA O REMONTANTE**

Una vez formados los surcos, las cárcavas y derrumbes, la concentración del agua que escurre por ellos hace retroceder las entalladuras aumentando su tamaño y longitud (hacia arriba) hasta llegar, en ocasiones, a la cima de las laderas.

## **TERRACETAS (Patatas de vaca)**

Son los caminos en zig-zag dejados en los potreros por el paso continuo del ganado) sobrepastoreo. El peso de los animales compacta el suelo, destruye la cobertura vegetal y origina a menudo calvas, surcos y cárcavas.

## **REMOCION EN MASA**

Es el movimiento de una masa de suelo, causado por la infiltración del agua y la acción de la gravedad. Puede ser de movimiento o flujo lento como la soliflucción o de flujo rápido como los derrumbes.

Las principales formas en que se presenta este fenómeno son:

### **Deslizamientos**

Son movimientos de suelo en masa, rápidos, que ocurren por saturación y aumento del peso de la masa. El agua infiltrada encuentra capas inferiores de texturas más finas o impermeables que facilitan el deslizamiento de la capa superior del suelo por lubricación y gravedad. Se favorecen cuando se destruye la vegetación y se propicia la infiltración. Se puede observar masas removidas que conservan su cubierta superficial sin dañarse.

### **Derrumbes**

Son desmoronamientos progresivos que se desplazan violentamente hacia abajo en zonas pendientes, por efectos del agua y la gravedad. Afectan toda clase de terrenos y presentan posteriormente pérdidas de suelo por escurrimiento del agua dentro de ellos. Este tipo de remoción es muy frecuente en terrenos con pendientes en las carreteras y ríos, debido al desbalance de las laderas por socavamientos en su base.

Tanto los deslizamientos como los derrumbes pueden originarse por problemas de soliflucción.

### **Coladas de Barro**

Son remociones de flujo rápido en forma de lodo, ocasionadas por sobresaturación de la capa superior de los suelos delgados, que sobrepasa el límite de liquidez\* en terrenos muy pendientes. El sobrepeso de árboles, animales, construc-

---

\*Límite Líquido

ciones y los focos de infiltración favorecen la formación de coladas.

Se llaman "golpes de cuchara" cuando son estrechas y delgadas y dejan una cicatriz superficial semejante a una cuchara; se presenta aún en suelos con vegetación nativa poco profunda y de gran pendiente.

### **Soliflucción o Reptación**

Es el movimiento lento y progresivo de suelos que han alcanzado el límite de liquidez y que descansan sobre materiales arcillosos o rocas de baja permeabilidad, con planos favorables de deslizamiento, o sobre zonas con materiales metamórficos en estado avanzado de meteorización. En algunos textos de mecánica de suelos se emplea el término "reptación" como sinónimo de soliflucción. Los problemas de soliflucción son ocasionados por aguas internas provenientes de infiltración o corrientes subterráneas. Se notan por la presencia de postes o árboles inclinados y hundimientos suaves que forman terrazas que avanzan varios centímetros por año. No siempre se rompe la cubierta vegetal, permitiendo el cultivo, pero se pueden agravar hasta destruir terrenos, construcciones y carreteras.

Si se propician los socavamientos, se agrava el problema presentándose desplomes, hundimientos, deslizamientos o derrumbes. Estos problemas pueden acelerarse con la construcción de carreteras, de estructuras pesadas y torres de transmisión de energía; también, se propician con infiltraciones por roturaciones del terreno, ahoyamientos, etc.

### **Hundimientos**

Pueden ser rápidos o lentos. Los hundimientos rápidos son causados por el lavado superficial de materiales, por disoluciones, por socavación o por falta de los estratos subyacentes; se presentan en áreas con minas, con calizas cavernosas subyacentes y en áreas con corrientes subterráneas artesianas en estratos de materiales con baja estabilidad. También pueden producirse por excavaciones para construcciones, alcantarillas, etc. Los hundimientos lentos ocurren por consolidaciones naturales o sobrepesos.

### **Desprendimientos y Desplomes**

Son caídas rápidas de tierra o roca producidas "en seco" por su peso y pérdida de cohesión. Se presentan en bordes o salientes de formaciones rocosas, formaciones esquitosas y conglomeradas, entre otras.



## **PRACTICAS AGROBONICAS - CULTURALES**

### **1. Aradura Mínima**

Consiste en la remoción moderada del suelo, previa a la siembra, dejando motas o terrones que constituyan obstáculos a la escorrentía, disminuyendo así los riegos de erosión.

Esta práctica generalmente complementa con la aplicación de "MULCH" a base de rastrojo de cosechas.

### **2. Surcos en Contorno**

Esta práctica consiste en el trazado de surcos en sentido transversal a la pendiente, ya sea en curvas de nivel o dándoles un ligero declive longitudinal (generalmente del 0.5%).

De este modo se consigue retener el agua de escorrentía facilitando su infiltración y favoreciendo la conservación del suelo.

### **3. Rotación de Cultivos**

Es una práctica que consiste en una sucesión recurrente y más o menos regular de diferentes cultivos en el mismo terreno con el objeto de controlar la erosión y mantener la fertilidad y productividad de los suelos.

### **4. Aplicación de Fertilizantes (Estercoladuras químicas, etc.)**

Es la práctica que consiste en agregar al suelo los elementos nutritivos necesarios para cubrir las deficiencias que hay en estos y así obtener buenas cosechas, de lo contrario el desarrollo de las plantas serían raquíticas y no habría éxito en los cultivos. Las fertilizaciones pueden hacerse utilizando abonos orgánicos y abonos químicos.

### **5. Cultivos en Fajas (Bandas)**

Consiste en sembrar plantas de cultivo que requieren deshierbes periódicos y otras labores de remoción del suelo en fajas largas de terreno de distinta anchura, a través de una ladera aproximadamente a nivel alternándolas con calles o fajas de cobertura densas naturales o artificiales con el fin de disminuir a intervalos la velocidad del agua y aminorar el peligro de erosión.

### **6. Cultivos Asociados**

Es una práctica que consiste en instalar dos ó más cultivos en el campo, en una sucesión especial durante aproximadamente el mismo período de tiempo. Dichos cultivos deben alternarse en el mismo surco o en surcos continuos. La finalidad de esta práctica desde el punto de vista de la conservación, consiste en brindar al suelo la máxima cobertura vegetal, protegiéndolo así del impacto destructor de la lluvia.

## 7. **Cultivos de Cobertura**

Vegetación que se siembra con el fin de proteger el suelo cuando se han sacado los cultivos regulares, a fin de protegerlo contra la acción directa de la lluvia y de mejorar sus condiciones físicas y químicas para el crecimiento del cultivo posterior.

## 8. **Cultivos con Mulch**

Consiste en aplicar a la superficie del suelo una capa protectora de residuos vegetales. Estas pueden ser paja, hojas o residuos de cosechas u otros. Se ha comprobado que el "mulch" disminuye notoriamente la erosión del suelo y las pérdidas por escorrentía, regula la temperatura del suelo, evitando altas temperaturas en condiciones tropicales, además mantiene la estructura del suelo, ya que favorece la actividad biológica.

## 9. **Uso de Semillas Seleccionadas (Mejoradas)**

Práctica que consiste en la utilización de semillas de buena calidad y sanidad, provenientes de especies productivas y adaptadas al medio ambiente en el cual se las quiere propagar.

## 10. **Aplicación de Enmiendas Orgánicas**

Consiste en incorporar materia orgánica en el suelo en cantidades adecuadas favoreciendo la agregación de las partículas minerales contribuyendo en esta forma a aumentar la resistencia del suelo a la erosión. La materia orgánica constituye una enmienda eficaz del suelo.

## 11. **Labranza del Sub-Suelo**

Es una práctica que se realiza sobre todo en suelos en los cuales existe una capa impermeable o "Hard - Pan" a poca profundidad. Una labranza del sub-suelo en estas condiciones resulta altamente benéfica para el crecimiento de las plantas, así como para la conservación del suelo ya que facilita la infiltración del agua, disminuyendo así los riesgos de escorrentía y de erosión.

## 12. **Surcos Tabicados**

Esta práctica se emplea en zonas de escasas lluvias, o cuando estas se hallan mal distribuidas en el año. Consiste en disponer los surcos en sentido transversal a la máxima pendiente del terreno, y cada cierto distanciamiento (3 - 5 mts), cerrarlas mediante bordes de tierra.

## 13. **Aplicación de Abonos Verdes**

Consiste en cultivar plantas especialmente leguminosas para luego enterrarlas con el objeto de aumentar y mejorar así las condiciones físicas del suelo.

13. **Foresta de Protección de Quebradas y Cárcavas**

Práctica complementaria en el tratamiento de cárcavas y torrentes, consistente en sembrar vegetación arbórea adaptada, en zonas circundantes y márgenes de las quebradas y cárcavas, a fin de estabilizar y proteger los suelos controlando la erosión.

14. **Protección de Riberas con Vegetación Nativa**

Consiste en estabilizar y proteger las riberas de los ríos, mediante la implantación de vegetación nativa. Ejm. como referencia; generalmente se emplea el sauce (*Salix* sp) y se la complementa con obras mecánico-estructurales de protección.

15. **Establecimiento de Pasturas con Fines de Protección**

Práctica consistente en sembrar pastos adaptados a fin de mejorar la velocidad de infiltración y capacitación de almacenamiento del agua, proteger los suelos de la acción directa de las gotas de lluvia y disminuir la velocidad de escorrentía y arrastre de las partículas de suelo.

16. **Deshierbes en Pastos**

Práctica utilizada para mantener limpios de maleza los potreros debidamente establecidos. Ultimamente ha tomado mucho auge el uso de mata malezas (hierbicidas) selectivas, pero no obstante, no debe descuidarse la conveniencia de mantener mezclas de leguminosas y gramíneas en el potrero.

14. **Barreras Vivas/Muertas**

Se denominan así a hileras de plantas perennes (ó piedras), y de crecimiento denso que se disponen a determinado espaciamento horizontal, en líneas trazadas en contorno o en curvas a nivel. Con el tiempo las barreras contribuyen a la formación de bancales en forma natural.

15. **Fajas de Contención (Bandas)**

Faja permanente o semipermanente de césped o de otra vegetación densa que no forma parte de la rotación y se siembra aproximadamente en las líneas a nivel. Está destinada a reducir la velocidad de las corrientes y a contrarrestar la erosión de las fajas superiores.

16. **Correctores del Suelo (Agregantes, Acondicionadores)**

Son elementos que se agregan al suelo con el objeto de mejorar sus propiedades mecánicas o físicas; asimismo contribuyen secundariamente como fertilizantes.

#### **PRACTICAS FORESTALES - AGROSTOLOGICAS**

1. **Ordenación de Bosques con Fines de Aprovechamiento**

Consiste en establecer y distribuir los períodos de producción forestal e investigar los rendimientos de las distintas masas boscosas, en base a los incrementos que experimenta el bosque; teniendo como principio fundamental el rendimiento sostenido del bosque.

2. **Pastos Mejorados con Fines Pecuarios**

Consiste en utilizar pasturas adaptadas de buenos rendimientos para el aprovechamiento pecuario. Para el logro de estos fines es necesario experimentar algunas mejoras en la cuenca y controlar el uso de la tierra.

3. **Establecimiento de Potreros**

Consiste en determinar áreas para el aprovechamiento racional pecuario, tal que permita evitar el sobrepastoreo y consiguiente erosión del suelo. Quedan delimitados y protegidos mediante cercas.

4. **Selección de Especies y Semillas Forestales con fines de Aprovechamiento**

El restablecimiento de un bosque comprende la adecuada selección de especies tal que se adapten a las condiciones del lugar y puedan obtenerse los resultados perseguidos; asimismo, las semillas que se utilicen deben provenir de árboles robustos y que hayan crecido en condiciones de clima comparable a la del lugar donde han de sembrarse. Generalmente sembrarlas en almácigos para luego pasarlas más vigorosas al lugar definitivo.

#### 5. **Entresaque Racional del Bosque**

Comprende la eliminación periódica de árboles mal formados o que están compitiendo con los más promisorios, lográndose así, mantener condiciones apropiadas para la obtención del mayor volumen de madera de la mejor calidad.

#### 6. **Podas Forestales**

La poda de los árboles forestales persigue la supresión de ramas bajas que por formar nudos en el tronco desmerecen la calidad de la madera. Se verifica cuando los árboles tienen un diámetro de 10 a 25 cm. seleccionando cuidadosamente los individuos que se calcula, vale la pena cuidar hasta el estado adulto. Las ramas bajas se cortan a raz del tronco dejándole libre en una o varias operaciones hasta la mitad de la altura de éste.

#### 7. **Cortes Selectivos Forestales con Fines de Aprovechamiento**

Esta práctica consiste en tumbar con intervalos frecuentes los árboles que han llegado a su madurez económica. Así se aprovecha al máximo la madera producida; obteniéndose un ingreso periódico. Asimismo se asegura el mantenimiento permanente de la vegetación arbórea sobre el terreno.

#### 8. **Cercas de Protección del Bosque**

Son elementos que se emplean para cercar la plantación, de modo tal que impiden el ingreso a ella de los animales y de explotadores irracionales de bosques. Además protegen las plantaciones del sobrepastoreo, de la tala indiscriminada y de las plantaciones de reciente instalación.

#### 9. **Cortina Rompevientos**

Es toda barrera de árboles y arbustos que se colocan en la trayectoria del viento, reduciendo la velocidad de éste en zonas cercanas al suelo por ofrecer una resistencia a su avance y desviar las corrientes de aire, logrando de esta manera disminuir los efectos físicos y mecánicos producidos por los vientos sobre los cultivos y los suelos, es decir la erosión eólica.

#### 10. **Cortafuegos**

Superficie de suelos descubiertos y sin vegetación, en forma de una calle que se construye a través de un bosque, con el objeto de proteger las plantaciones boscosas contra incendios.

#### 11. **Rotación de potreros**

Apacentar el ganado por poco tiempo en un pasto, pasar luego a otro pasto y, por último, apacentarlo de nuevo en el primero.

#### 12. **Vedas Rotativas**

Permite la regeneración periódica de los pastos hasta un tamaño adecuado para su aprovechamiento. Evitan el sobrepastoreo y la consecuente erosión de los suelos.

## **PRACTICAS MECANICO-ESTRUCTURALES**

### **1. Terrazas de Banco o Bancales**

Son una serie de plataforma o escalones llanos o casi llanos construidos sobre terrenos de fuerte pendiente, separadas por paredes verticales e inclinadas. La finalidad de esta práctica es captar el agua de lluvia que escurre por la ladera y transportarla hacia desagües debidamente protegidas para evitar la erosión, permitiendo al mismo tiempo que las plataformas de las terrazas sean sembradas y cultivadas.

### **2. Micropresas**

Son pequeñas presas construidas para almacenar el agua y regularla con fines de riego y otros usos. Pueden ser de gravedad, de tierra o mixtas, siendo su capacidad de almacenamiento útil no mayor de 1'000,000 m<sup>3</sup> y la altura del dique en un promedio de 4 mts. aproximadamente.

### **3. Pozas de Almacenamiento Nocturno**

Son estructuras cuya finalidad es el almacenaje nocturno del agua a fin de disponer de reservas para su posterior uso en el riego, abrevaderos y otras necesidades. Su capacidad no debe exceder de los 2,500 m<sup>3</sup>. Generalmente se construye por excavación o en depresiones naturales.

### **4. Canales de Desviación**

Son estructuras que tienen por objeto interceptar, desviar y conducir el agua de escorrentía proveniente de las laderas altas hacia drenajes debidamente protegidas o hacia estructuras de almacenamiento de agua. Presentan sección transversal generalmente trapezoidal cuyo diseño requiere del conocimiento del volumen de agua a interceptar y conducir.

### **5. Canales de Ladera (Acequias)**

Son conductos abiertos construidos a través de la pendiente a intervalos que varían con ésta y con la clase de cultivo. Son construidos en zonas de lluvias intensas y en áreas con suelos pesados poco permeables donde hay exceso de escorrentía y el suelo es susceptible a erosión. Generalmente deben protegerse con una barrera viva simple a doble, sembrada de 15 a 30 cm del borde superior. La evacuación del agua debe realizarse hacia drenajes debidamente establecidos. La base tiene un ancho aproximado de 30 cm y taludes que van de 1:1 a 1:0.5.

### **6. Zanjas de Absorción**

Esta práctica consiste en construir zanjas o surcos a nivel con o sin tabiques transversales, a través de la pendiente dominante de la ladera con el objeto de interceptar la escorrentía superficial y sub-superficial así como los sedimentos producidos entre surcos. Esta práctica se emplea en zonas de escasa lluvia. Propicia la infiltración y retención de la humedad.

### 7. **Canales Vegetados**

Son canales revestidos de vegetación, cuya función es recibir el agua descargada por los canales de desviación, canales de ladera, terrazas de captación y otros, a fin de conducirla en forma suave y sin perjuicio del suelo hasta un punto de descarga estable. Se trazan normalmente en la dirección de la máxima pendiente, logrando de esta manera tener pendientes fijas y algo pronunciadas, de ahí la necesidad del revestimiento.

### 8. **Estanques de Captación del Agua**

Son estructuras construidas para almacenar el agua superficial y sub-superficial captada y conducida por drenes subterráneos para su posterior uso en el riego y otras necesidades.

### 9. **Drenes Subterráneos y Superficiales**

Los drenes subterráneos son tuberías enterradas o zanjas rellenas con piedras que se utilizan para bajar artificialmente el nivel del agua subterránea. Los drenes superficiales son zanjas poco profundas que se utilizan para evacuar el exceso de agua que se encuentra sobre la superficie del suelo, de esta manera se crea condiciones apropiadas de aereación en la zona radicular para que los cultivos alcancen su desarrollo normal. Asimismo, permite disminuir la escorrentía superficial y aumentar el flujo base.

### 10. **Zanjillas de Desague**

Son canales pequeños que tienen un desnivel que permite el flujo del agua a una velocidad que no alcanza a causar arrastre del suelo. Estos canales tienen por objeto evacuar a intervalos cortos hacia desagües bien protegidos. Se emplean en zonas de lluvia intensa.

### 11. **Terrazas de Captación**

Consta de una parte inclinada sin modificación, donde el agua es captada y otra parte, nivelada en forma de poza en contorno donde se conserva el agua. Se puede construir en pendientes hasta del 30%. Normalmente se diseñan para tormentas hasta de 24 horas de duración y frecuencia 1/10 años. Se emplea en zonas semiáridas.

### 12. **Terrazas de Camellón**

Terrazas constuidas con un camellón bastante alto para conducir el escurrimiento de las laderas bajo pendientes no erosivas, o para esparcir el agua por el terreno de la terraza, y así retener las aguas de lluvia.

### 13. **Muros de Sostenimiento**

Son estructuras cuya función es crear estabilidad en las laderas de fuerte declive sobre todo cuando hay problemas con la estabilidad del suelo. Pueden ser de mampostería, de piedra de canteras, muros secos, concreto armado, etc. Protegen carreteras, obras hidráulicas, edificaciones, etc., de los deslizamientos de suelos.

**14. Banquetas**

Son estructuras más pequeñas que los muros de sostenimiento cuya finalidad es crear estabilidad de los suelos en laderas de fuerte pendiente. Generalmente son complementarias a los muros de sostenimiento y a prácticas forestales-agrostológicas.

**15. Fajinados**

Práctica que consiste en instalar una especie de barrera a través de la pendiente en laderas muy inclinadas, formada por estacones y varillas de madera, con el objeto de crear estabilidad de los suelos. Deben consolidarse con la plantación de especies arbustivas y pastos. Cumplen la misma función que los muros de sostenimiento y banquetas pero a un nivel más superficial.

**16. Diques de Mampostería de Piedras Asentadas**

Son estructuras construidas utilizando material de la zona, cuya función es la retención y/o detención del agua y sedimentos. Se las construye en forma perpendicular al eje del río y tienen aplicabilidad económica en cauces relativamente pequeños, presentan vertedero de demasías y colchón amortiguador.

**17. Diques de Roca Pesada**

Son estructuras de encauzamiento y control de inundaciones. El enrocado si está bien ubicado, una vez que capta sedimentos y se establece vegetación natural, es prácticamente indestructible. Las rocas usadas deberán ser de cantera de más de  $1 \text{ m}^3$  de volumen. Deben ser rocas graníticas duras. El inconveniente de estos diques es su alto costo por Km.

**18. Muros Enmallados (Gaviones)**

Son obras de defensas rústicas constuidas de alambre y rellenas con piedras de canto rodado, son armados en forma de muros de 6 m. de longitud por unidad de malla obteniendo un volumen aproximado de  $20 \text{ m}^3$  por malla. El alambre utilizado generalmente es el N° 8.

**19. Diques Transversales de Madera (Trinchas o Rastrillos)**

Son diques de retención y/o detención de agua y sedimentos. Se ubican en forma perpendicular al eje de quebradas y cárcavas. Se emplean para la construcción troncos y rocas del lugar. Van debidamente ancladas y tienen vertedero de demasías y colchón amortiguador. Su diseño obedece a cálculos hidrológicos e hidráulicos.

**20. Diques de Concreto Armado**

Estas defensas se construyen en base a concreto reforzado con fierro de  $3/4''$  y amarres de  $3/8''$ . Se emplea generalmente cerca a puentes y zonas urbanas. En este caso el refuerzo es generalmente a base de lingotes de línea férrea.



21. **Terrazas de Plataforma Inclinada**

Son terrazas de banco que presentan la plataforma inclinada hacia afuera hasta un 15% o menos. Se las aplica en suelos de profundidad superficial o mediana, donde no es posible hacer gran movimiento de tierras que cause cambios en el perfil del suelo y consecuentemente pérdidas de su fertilidad.

22. **Terrazas Individuales**

Terraplenes circulares u ovalados, las cuales se construyen alrededor de cada árbol con una inclinación del 5 al 10% contraria a la dirección de la pendiente del terreno.

23. **Diques de Concreto Ciclópeo (O Muros de concreto Ciclópeo)**

Son estructuras de concreto con dosificación de 1:3:5 ó 1:3:6 y 30% de piedra grande, tienen dimensiones que varían de 0.70 m a 1.00 m de base mayor 0.40 m a 0.60 m de corona y una altura de 1.60 m a 1.20 m. Presentan una cimentación de sección trapezoidal.

24. **Caballos y Mancarrones**

Son defensas ribereñas rústicas construidas con piedras, palos y alambre. Se emplean generalmente troncos de árboles con un diámetro de 0.20 a 0.30 m. piedras de canto rodado y alambre N°8. Cuando la estructura está formada de tres palos recibe el nombre de "Mancarrón", cuando tiene cuatro patas se llama "Caballo".

La utilización del alambre tienen por objeto formar una malla, la que se rellena con piedras cerca a la base de sustentación, esto le permite bajar el centro de gravedad de la estructura y por consiguiente darle mayor estabilidad.

25. **Muros de Piedraplén**

Son defensas ribereñas rústicas hechas con material de cantera. Generalmente presentan una sección transversal de 12 mts. en la base mayor, 4 a 6 mts. en la base menor y una altura promedio de 4 mts. Muchas veces se protegen con enrocados. Estas obras son relativamente costosas y su construcción se lleva a cabo sólo cuando la disponibilidad económica lo permite.

26. **Muros de Terraplén**

Estas obras son construidas con material de zonas aledañas al río. Son núcleos pequeños no apisonados, presentan una sección transversal de 3 - 4 mts. de base mayor, 1 - 2 mts. de corona y una altura de 3 mts. Estas obras evitan el desbordamiento del río pero su función no es definitiva ya que después de las avenidas casi siempre quedan destruidas o deterioradas.

27. **Gallineros**

Son defensas ribereñas bastante rústicas, construidas con palos y ramas de árboles u otros, piedras de río y alambre. Están formados por caballos o

macarrones unidos, presentando el aspecto de un "gallinero". Su base es un triángulo de 1.20 m. de altura, a veces van anclados a un cable que sostiene un bloque de piedras de canto rodado.

28. **Caballos Achiquerados**

Son defensas formadas por caballos o macarrones unidos unos tras otros en cuyo interior van rellenos de piedras. Funcionan como diques cuando son instalados a lo largo de las márgenes y otras veces como espigón cuando forman un ángulo con respecto al eje del río.

29. **Dados de Concreto (o Bloques de concreto)**

Son estructuras que funcionan como boladores o espigones; sus dimensiones en la mayoría de los casos son de 3 mts. de largo 0.4 m. de ancho y una altura de 1.20 mts. También presentan una cimentación de sección trapezoidal. El concreto empleado es de clasificación 1:3:5 ó 1:3:6. Dejan de funcionar cuando el agua socava en la parte inferior, debilitando la base de sustentación y cambiando su posición respecto al muro de concreto.

30. **Tetrápodos**

Son estructuras simétricas, fabricadas "in situ", de acuerdo a un molde pre establecido. La base de sustentación es un triángulo equilátero; presenta el centro de gravedad bien bajo, lo que le permite buena estabilidad, tiene la ventaja de que si alguna vez es removido por las aguas casi siempre toma su misma posición, gracias a su forma simétrica.

**CAPITULO V****BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

1. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, Erosión and Soil Productivity, Proceeding of the National Symposium on Erosion and Soil Productivity U.S.A. 1984.
2. DOUROJEANNI R. AXEL. Control de la Erosión (Notas de clase). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. 1979.
3. FAUSTINO M. JORGE. Conservación de Suelos y Aguas (Notas de clase). Curso de Posgrado CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1986
4. FAUSTINO M. JORGE. Control de Erosión (Notas de clase). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 1984.
5. FEDERACION NACIONAL DE CAFETALEROS DE COLOMBIA. Manual de Conservación de Suelos de Ladra, Chinchiná, Colombia. 1975.
6. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Watershed Development with special reference to soil and water conservation. FAO Soils Bulletin. Roma, Italia. 1979.
7. FOSTER, ALBERT B. Métodos aprobados de Conservación de Suelos. Edit. Trilla, México. 1981.
8. FOURNIER, F. Soil Conservation. Nature and Environment Series, Council Europe. 1972.
9. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. Compendio de Agronomía Tropical Edit. IICA, San José, Costa Rica. 1985.
10. KIRKBY M.J. y MORGAN, R.P.C. Erosión de Suelos. Edit. Limusa, México. 1984.
11. LOW, F.K. Estimating Potential Erosion in Developing Countries. Journal, Soil, and Water Conservation. USA, 1976
12. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION. DIRECCION GENERAL DE AGUAS Y SUELOS. Clasificación y Codificación de Problemas y Prácticas de Conservación de Aguas y Suelos. Lima, Perú. 1980.
13. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION. DIRECCION GENERAL DE AGUAS Y SUELOS. Manual de Conservación de Suelos y Aguas. Lima, Perú. 1980.
14. MOLDENHAUER W.C. y ONSTAND. Soil Conservation and Management in the Humid Tropics, J. Wiley. Chichester 1977.
15. PAULET I. MANUEL y LOW, F. Conservación de Suelos. Control de la Erosión por el Agua. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 1957.

16. SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS E.U.A. Manual de Conservción de Suelos. Edit. Lisuma, Wiley, S.A. México. 1973.
17. SUAREZ DE CASTRO, F. Conservación de Suelos. San José, Costa Rica. 1982
18. TORREZ RUIZ, EDMUNDO. Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. Edit. Diana, México, 1984.