

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN UNA CUENCA

TRABAJO MONOGRÁFICO

**PARTE COMPLEMENTARIA DE LA MODALIDAD "D" EXAMEN DE
HABILITACIÓN PROFESIONAL MEDIANTE CURSOS DE
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ALEX MARCOS VENTURA TERÁN

Asesor:

Ing. M. Sc. ATTILIO ISRAEL CADENILLAS MARTÍNEZ

CAJAMARCA - PERÚ

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO MONOGRÁFICO.

En Cajamarca, a los veintisiete días del mes de setiembre del año dos mil catorce se reunieron en el Aula 2C-201 de la facultad de Ciencias Agrarias los integrantes del jurado designado por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias según Resolución N° 192-2014-FCA- UNC, con el objeto de evaluar la sustentación del Trabajo Monográfico Titulado “**MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN UNA CUENCA**” a cargo del Bachiller en Agronomía Alex Marcos Ventura Terán, para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las once horas y diez minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto académico.

Después de la exposición del Trabajo Monográfico, formulación de preguntas y la deliberación del Jurado, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad con el calificativo de dieciséis (16); por lo tanto, el graduado queda expedito para que se le otorgue el título profesional correspondiente.

A las doce horas y cincuenta minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto académico.

Cajamarca, 27 de setiembre del 2014.

.....
Ing°. M.Sc. José Ramiro Díaz Cumpén

PRESIDENTE

.....
Ing°. M.Sc. Segundo César Guevara Cieza

SECRETARIO

.....
Ing°. M. Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal

VOCAL

.....
Ing°. M.Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez

ASESOR

DEDICATORIA

Con respeto y gratitud a mis queridos padres, Hipólito y Evarista que con su cariño y esfuerzo, me dieron educación y apoyo incondicional en todas las circunstancias de mi vida e hicieron de mi un profesional. Estoy eternamente agradecido por enseñarme a agradecer a Dios por todo lo que nos ha dado, enriquecer el espíritu del hombre y siempre buscar la paz, sobre todas las cosas.

Con inmensa gratitud a mis queridos hermanos, por su apoyo, consejos y aliento para lograr mi meta tan anhelada.

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por haberme dado la vida y guiarme, por la senda correcta, concediéndome la dicha de la meta tan anhelada.

A los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias, por su valioso apoyo y asesoramiento en la conducción del trabajo de investigación, haciendo posible la culminación del mismo.

Como muestra de mi más sincero agradecimiento al asesor Msc, Attilio Israel Cadenillas Martínez por compartir sus conocimientos y experiencias de su intachable carrera profesional con mi persona durante el desarrollo de del trabajo monográfico.

A mis compañeros y amigos de la Escuela Profesional de Agronomía, por su apoyo desinteresado.

EL AUTOR

RESUMEN

El recurso hídrico representa el elemento vital para la supervivencia del hombre, más aún cuando este lo utiliza para los distintos usos, entre los de mayor importancia están los de abastecimiento para uso poblacional, agrícola, pecuario, minero, energético y otros de menor envergadura como para el uso y mantenimiento de las especies silvestres de flora y fauna existentes (uso ecológico), por lo tanto es necesario definir, su ubicación, cantidad, calidad, y distribución para darle un manejo adecuado dentro de una cuenca.

Las condiciones bajo la cual vive la mayoría de familias de una cuenca, especialmente los de la zona alta, se caracterizan por el predominio de la pobreza y extrema pobreza. Estas familias de recursos económicos limitados y escasos recursos productivos, en la actividad agrícola sobreviven bajo condiciones adversas, como la sequía, suelos degradados por la erosión hídrica, mal manejo del recurso hídrico y baja fertilidad.

El manejo del recurso hídrico en una cuenca, se plantea teniendo en cuenta propuestas a nivel general como a nivel específico para cada una de las zonas (alta media y baja), entre las propuestas a nivel general citamos: establecimiento de una autoridad autónoma de cuenca; elaboración y ejecución del plan concertado de gestión de una cuenca; educación y capacitación en el ecosistema cuenca hidrográfica; Ordenar y conservar los recursos naturales de la Cuenca, mediante la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE); entre las medidas principales del manejo del recurso hídrico de la parte alta de una cuenca se plantea la activación del ciclo hidrológico, para lo cual debemos tener en cuenta: Mantener una cobertura vegetal; forestación y reforestación, manejo adecuado de la cosecha y de los desechos forestales; almacenamiento del agua superficial y riego por aspersión; implementación de prácticas mecánico-estructurales

de conservación de suelos y agua (Acequias de infiltración, control de cárcavas, diques de retención de sedimentos y terrazas de formación lenta)

Las medidas de manejo del recurso hídrico propuestas para la zona media de una cuenca citamos a las siguientes: Defensas riverseñas, surcos en contorno y estabilización de suelos deleznales o frágiles.

Para la parte baja de la cuenca se plantean las siguientes medidas: Utilización de riego presurizado, rotación de cultivos y tratamiento de la desertificación de los suelos.

Palabra clave. Manejo del recurso hídrico en una cuenca.

ABSTRACT

The water resource is vital for human survival element, especially when this is used for different uses, among the most important are the supply for population, agriculture, livestock, mining, energy use and other smaller as for use and maintenance of wild species of flora and fauna (ecological use) , so it is necessary to define the location, quantity, quality, and distribution to give adequate management within a watershed .

The conditions under which most families live in a watershed, especially in the upper area are characterized by the prevalence of poverty and extreme poverty. These families of limited resources and scarce productive resources in agriculture survive under adverse conditions such as drought, degraded soils by water erosion, poor water management and low fertility.

The management of water resources in a basin arises considering proposals generally and a specific level for each of the zones (high medium and low) , among the proposed general level quote: establishment of an autonomous basin authority ; development and implementation of the cooperative basin management plan ; education and training in the watershed ecosystem; Manage and conserve the natural resources of the Basin, through the Ecological and Economic Zoning (ZEE); among the main dimensions of water management in the upper part of a watershed hydrologic cycle activation arises , for which we must consider : Maintaining a vegetative cover ; afforestation and reforestation , proper management of crop and forest wastes; storage of surface and sprinkler irrigation ; implementation of mechanical and structural soil conservation practices and water (infiltration Acequias , gully control , sediment retention dams and slow formation terraces)

The measures of water management proposals for the middle of a basin to the following quote: Defenses riverine, contour furrows and stabilization of friable or fragile soils.

Use of pressurized irrigation, crop rotation and treatment of desertification of soils:
To the bottom of the basin the following measures are raised.

Keyword. Management of water resources in a watershed.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.....	3
1.1. Cuenca.....	2
1.2. Ubicación y Delimitación de la cuenca.....	3
1.3. Características climáticas.....	3
1.4. Características geológicas.....	4
1.5. Características ecológicas.....	5

1.6.	Características hidrológicas.....	5
II.	FUNDAMENTOS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO EN UNA CUENCA.....	6
2.1.	Manejo del recurso hídrico en una cuenca.....	6
2.2.	Fundamentos o criterios para el manejo sostenible del agua.....	7
III.	PROPUESTAS PARA EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO EN UNA CUENCA.....	9
3.1.	Propuestas generales para el manejo del recurso hídrico de la cuenca alta, media y baja.....	9
3.1.1.	Establecimiento de una autoridad de cuenca.....	9
3.1.2.	Elaboración y ejecución del plan concertado de gestión de una cuenca.....	13
3.1.3.	Educación y capacitación sobre ecosistema cuenca hidrográfica..	14
3.1.4.	Ordenar y conservar los recursos naturales de la Cuenca del río Jequetepeque, mediante la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE).....	17
3.2.	Propuestas específicas para el manejo adecuado del recurso hídrico de la parte alta de la cuenca.....	19
3.2.1.	Uso adecuado del recurso hídrico.....	19

3.2.2.	Activación del ciclo hidrológico.....	20
3.3.	Propuestas para el uso sostenido del agua en la parte media de la cuenca.....	38
3.3.1.	Defensas riverañas.....	38
3.3.2.	Surcos en contorno.....	39
3.3.3.	Estabilización de suelos deleznable o frágiles.....	40
3.4.	Propuestas para el manejo adecuado del recurso hídrico en la parte baja de la cuenca.....	41
3.4.1.	Utilización de riego presurizado.....	41
3.4.2.	Rotación de cultivos.....	45
3.4.3.	Tratamiento de la desertificación de los suelos.....	46
IV.	CONCLUSIONES.....	49
V.	REFERENCIAS.....	50

I. INTRODUCCION.

El agua es vida y la vida necesita del agua. Su importancia siempre ha sido reconocida por la sociedad humana con mayor o menor conocimiento. Este conocimiento ha evolucionado hasta el actual consenso que para manejar el agua en forma sostenible, la mejor manera de hacerlo es a través de la gestión de cuencas.

El recurso hídrico representa el elemento vital para la supervivencia del hombre, más aún cuando este lo utiliza para los distintos usos como el abastecimiento para uso poblacional, agrícola, pecuario, minero, energético y para el uso y mantenimiento de las especies silvestres de flora y fauna existentes (uso ecológico), por lo tanto es necesario definir, su ubicación, cantidad, calidad, y distribución para darle un manejo adecuado dentro de una cuenca.

Las condiciones bajo la cual vive la mayoría de familias de una cuenca, especialmente los de la zona alta, se caracterizan por el predominio de la pobreza y extrema pobreza. Estas familias de recursos económicos limitados y escasos recursos productivos, en la actividad agrícola sobreviven bajo condiciones adversas, como la sequía, suelos degradados por la erosión hídrica, mal manejo del recurso hídrico y baja fertilidad del suelo.

En nuestro país, la población actual ya supera los 30 millones de personas y la disponibilidad per cápita de agua dulce bordea los 71,000 m³/hab-año, cifra que hace que nuestro país se ubique en el 17° lugar en el mundo con mayor acceso a este recurso. Esta situación es realmente engañosa, pues en la costa peruana –zona desértica- la disponibilidad per cápita bordea los 1200m³/hab-año, cifra menor que el límite crítico dado por la FAO. Esta cifra –entre 400 a 900 m³/persona /año- es mucho menor en muchas zonas de la sierra peruana, debido a las características de semiaridez y de irregularidad de la presencia de

lluvias, especialmente en los meses de estiaje (mayo – octubre), a pesar que en los meses de lluvia (noviembre – abril) se presentan precipitaciones totales entre 400 y 1400 mm/año, y la mayor parte se pierde rápidamente por escurrimiento superficial y paran finalmente en el mar. En la selva, la situación es diferente, pues como zona tropical, la disponibilidad de agua no constituye mayormente problema alguno (Vásquez, 2012)

En tal sentido, el presente trabajo monográfico expone una serie de criterios que se deben tomar en cuenta para el manejo adecuado del recurso hídrico e incrementar los niveles de vida de los pobladores de una cuenca.

II. OBJETIVO.

Sistematizar la información sobre el manejo del recurso hídrico para proponer el manejo adecuado en cada una de las partes de una cuenca.

CAPÍTULO I.

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.

1.1.Cuenca.

La cuenca hidrográfica debe ser considerada como un gran sistema perfectamente integrado y articulado dentro de la cual todos los elementos que los conforman tienen su sitio en una área topográficamente delineada por el Divortium acuarum, drenada por un sistema de corrientes, en donde la disponibilidad de agua depende de todos sus elementos físicos (bioclimáticos, geológicos, suelos), biológicos (flora y fauna) y sociales (intervención humana). Todos estos elementos se relacionan e inciden en el equilibrio y la sostenibilidad del recurso hídrico.

En enfoque sistémico significa que la cuenca es un todo, funcionalmente indivisible e independiente, en el que interactúan en el tiempo y en el espacio los subsistemas social, cultural, económico político, legal, institucional, tecnológico, productivo, biológico, y físico. También implica la interacción e interconexión entre la parte alta, media y baja o costero marina de la cuenca, la propuesta de opciones de manejo y gestión basada en el análisis participativo de los problemas sus causas y consecuencias, así como el aprovechamiento racional de sus potencialidades y el reconocimiento del agua como elemento integrador (Jiménez, 2005).

Los ecosistemas dependen del flujo del agua, la estacionalidad, las fluctuaciones en los niveles de agua y tienen la calidad de agua como factor determinante, el manejo de recursos de agua y tierra deben garantizar que se mantenga la vida del ecosistema y que los efectos adversos sobre otros recursos naturales sean considerados y en lo posible mejorarlos cuando se tomen decisiones de manejo y desarrollo (GWP; TAC, 2000).

1.2.Ubicación y delimitación de la cuenca.

La ubicación y delimitación de una cuenca, se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel, siguiendo las líneas del divortium acuarum (parte aguas), la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, que en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de la cuenca. El parte aguas está formado por los puntos de mayor nivel topográfico y cruza las corrientes en los puntos de salida, llamado estación de aforo (Villon, 2007)

1.3.Características climáticas

Las características climáticas de una cuenca está fuertemente influenciada por factores astronómicos (Sol, Tierra, Estaciones del año) y geográficas (latitud, altitud, relieve, corrientes marinas). Por consiguiente se puede decir que, en la climatología juegan el papel importante tanto la física de la atmósfera como la geografía (Villon, 2007)

1.4.Características geológicas.

Desde el punto vista de un manejo de cuencas la geología nos determina los procesos geológicos que afectan la cuenca como por ejemplo la posibilidad de ocurrencia de deslizamientos y derrumbes moderados de las laderas de algunas elevaciones con fuerte pendiente, que favorecerán a los arrastres de sedimentos y al incremento de procesos erosivos.

Por otro lado un estudio geológico también nos permite determinar lugares vulnerables que se constituyan en peligro para los que habitan dentro de una cuenca y sus áreas de influencia (Arteaga 2008)

1.5. Características ecológicas.

Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.

Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones con las características físicas y biológicas del agua (<http://www.monografias.com/trabajos96/cuencas-hidrograficas/cuencas-hidrograficas.shtml#ixzz32AAJF0MC>)

1.6. Características hidrológicas.

La cuenca es una área drenada por un río, de cualquier tamaño que desemboca a otros cuerpos de agua dulce o directamente al mar (caudales de m³ cada segundo), hasta la quebrada intermitente de primer orden más modesta, que drena tan solo unas hectáreas y tributa un flujo mínimo de su río colector, sin embargo es claro que la cuenca es un sistema interconectado por el agua que fluye por la pendiente de la red de drenaje, desde sus límites más altos en sus divisorias hasta la desembocadura de un río mayor, además se constituye en una unidad natural tridimensional con interfaces con la atmósfera y el subsuelo en función de la altura y profundidad que alcance su vegetación, Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.

Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración, descarga del agua como escurrimiento (<http://www.monografias.com/trabajos96/cuencas-hidrograficas/cuencas-hidrograficas.shtml#ixzz32AAhDTfJ>)

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTOS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO EN UNA CUENCA.

2.1. Manejo del recurso hídrico en una cuenca.

Las cuencas hidrográficas, también conocidas como zonas de captación son cruciales para el ciclo del agua, ya que son las unidades del paisaje donde se junta toda el agua de superficie y está disponible para su uso. Por lo tanto, tiene sentido que las decisiones estratégicas sobre la gestión del agua se deben tomar a nivel de cuencas (WWF, s.f).

Por lo tanto, todos somos responsables por su custodia. La participación pública en la planificación y el manejo de los recursos hídricos es un objetivo importante para determinar las necesidades y preocupaciones de todos los usuarios del agua en donde una colaboración efectiva entre los organismos y la población local aumenta las posibilidades de instituir planes eficaces de manejo de las cuencas hidrográficas (RAMSAR, 2010).

Para una participación real se necesita de una sociedad bien informada, con conocimientos claros sobre la problemática ambiental, y sus consecuencias en su calidad de vida, permitiendo formar parte del proceso de toma de decisiones esto puede ocurrir directamente cuando las comunidades locales se juntan para llevar a cabo la elección de sistemas de provisión, la administración y el uso del agua (GWP, TAC; 2000).

La participación es un elemento que permite integrar a los actores de la sociedad y generar mecanismos de vinculación entre quienes viven en las partes altas, medias y bajas de las cuencas, así como abrir espacios de negociación con otros grupos de interés

y el gobierno, impulsando modelos de políticas y de intervención en los espacios de la cuenca (Soares, 2003).

2.2. Fundamentos o criterios para el manejo sostenible del agua.

La participación pública en la planificación y el manejo de los recursos hídricos es un objetivo importante para determinar las necesidades y preocupaciones de todos los usuarios del agua en donde una colaboración efectiva entre los organismos y la población local aumenta las posibilidades de instituir planes eficaces de manejo de las cuencas hidrográficas (RAMSAR, 2010).

El agua, es fundamental para la seguridad ambiental, social y económica, que permite fortalecer el desarrollo humano y al mismo tiempo satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad para que generaciones futuras satisfagan las propias (UICN, 2000).

Los diferentes instrumentos de planificación ambiental de orden nacional, regional y local, deben articularse con las directrices y medidas de manejo que se establezcan para los recursos naturales renovables, lo cual facilitará el manejo integrado de la cuenca hidrográfica. Para esto, es necesario que durante el proceso de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica, se consideren los planes de manejo o instrumentos de planificación de recursos naturales renovables concurrentes en el área objeto de ordenación, así como los instrumentos y planes sectoriales con el fin de prever la demanda de recursos naturales en la cuenca, los impactos potenciales sobre los mismos, los ecosistemas y la biodiversidad.

El agua es considerada el elemento integrador pues la zona de cabecera de las cuencas garantiza la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores durante todo el año. Los procesos en las partes altas de la cuenca invariablemente tienen repercusiones en la parte baja dado el flujo unidireccional del agua, y por lo tanto toda la cuenca se debe manejar de manera integral, como una sola unidad. Al interior de la cuenca, el agua funciona como distribuidor de insumos

primarios (nutrientes, materia orgánica, sedimentos) producidos por la actividad sistemática de los recursos (Jiménez, 2005).

El movimiento del agua de lluvia y los flujos superficiales, a través de la red de drenaje, desde la parte alta de la cuenca hasta la parte baja, promueve el desprendimiento y arrastre de partículas (sedimentos orgánicos y minerales) e induce la formación de valles, planicies o llanuras de inundación. El sistema hídrico también refleja un comportamiento de acuerdo a como se están manejando los recursos agua, suelo y bosque, así como a actividades o infraestructuras que afectan su funcionamiento (Jiménez, 2005).

CAPÍTULO III.

PROPUESTAS PARA EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO EN UNA CUENCA.

3.1. Propuestas generales para el manejo del recurso hídrico de la cuenca alta, media y baja.

Debemos de partir por considerar que la cuenca es un conjunto funcional. Cuyo funcionamiento armonioso y productivo depende de la integración perfectamente constituida de todos sus elementos. Como son; la población humana involucrada. Los recursos naturales en especial el agua, y suelo, las vías de comunicación, el sistema energético. Por lo que, debemos tener una conciencia clara de la interdependencia de todos los elementos presente en el ecosistema cuenca hidrográfica, en base a esta concepción, es que nuestra propuesta se refiere al establecimiento del "consejo de cuenca". (Articulado el Sistema Nacional de Recursos Hídricos) que facilite el ordenamiento o reordenamiento de estos importantes espacios. Que constituyen las unidades geográficas de acción para el desarrollo sostenido de nuestro país. Entre estas medidas citamos a los siguientes:

3.1.1. Establecimiento de una autoridad de cuenca.

Según ATA-INADE (1982)

- a) Que el Consejo de Cuenca se origine por delegación de todas las instituciones involucradas en el ecosistema cuenca. Solo así se genera una autoridad respetada y capaz de cumplir con su función de ordenamiento social y territorial.

- b) Que el Consejo puede ejercer funciones ordenadoras. Si estas se basan en el establecimiento de un plan concertado realista. Que se ejecute en forma participativa e integral y con la mayor severidad.
- c) Que el Consejo cuente con un marco legal pertinente. Basado en la Ley General del Ambiente, la Ley del recurso hídrico, de suelos y la propia Ley de autoridad con sus respectivos reglamentos y estatutos. Estos últimos que surjan de la más amplia participación de los involucrados. Donde no primen los intereses y caprichos personales, sino más bien, los intereses comunitarios y con el mayor sustento científico-técnico y su factibilidad financiera.
- d) Que las base de las acciones que ejerza la autoridad, surjan de la aplicación de un adecuado Plan Estratégico de Acción para cada cuenca. Los que además deberán ser coincidentes con los planes de desarrollo de los gobiernos municipales, pues de acuerdo a la Ley que rige el gobierno municipal. Ellos son los responsables del manejo de los recursos naturales y del medio ambiente de su distrito o provincia.
- e) Que todos los usuarios o vivientes, tengan conciencia que su vida y su desarrollo, el cual depende de la justa interdependencia de todos los elementos que dependen de los recursos naturales de la cuenca, donde todos los elementos son importantes, y de su accionar adecuado dependerá la disponibilidad de agua en calidad, cantidad y oportunidad, haciendo posible el desarrollo sostenido de este espacio geográfico; en igual forma deberán entender los procesos de acción, las juntas de usuarios, los proyectos hidro-energéticos y los mineros.
- f) Uno de los importantes actores del uso del agua de una cuenca, son las empresas de agua potable, que deben existir en todos los pueblos y ciudades de la cuenca, por lo que deben ser conscientes de la dependencia que tiene en cuanto al agua de toda su cuenca, y por lo tanto tiene la obligación de apoyar las acciones de conservación, por lo que deberán aportar a los costos de su gestión.

Institucionalidad de la cuenca.

El concejo de cuenca, no es una súper autoridad, sino más bien una entidad integradora, concertadora y coordinadora: a fin que todos los esfuerzos se conjuguen para la solución de los diversos problemas de gestión de la cuenca.

a) **Visión.** El concejo de la cuenca, deberá tener una visión clara sobre su función, que es el desarrollo sostenido de la totalidad de la cuenca, la que está formada por subcuencas, cada uno de los cuales deberá ser tomada como una unidad de base pero integrada a la cuenca principal; así mismo entenderá que es tan importante cuidar el desarrollo de la cuenca baja, media y alta. Esto es posible lograr con la organización adecuada y fuerte de toda la población involucrada en los diferentes ámbitos, gestión que estará en estrecha relación racional y sostenida de los recursos naturales, especialmente del recurso hídrico y del sistema biológico en general, y la integración económica de sus diversos productos al mercado.

b) **Misión.** La misión del consejo de cuenca, debe ser:

- Lograr el desarrollo sostenido de la cuenca.
- Lograr la concertación de todos los actores de la cuenca, especialmente de los usuarios del agua, del suelo y de otros recursos naturales, a fin de establecer un plan integral y participativo de la gestión de las diferentes subcuencas, integradas a la cuenca principal.
- Que el Plan de Gestión, ejecute acciones que recojan los intereses principales de los participantes, y por lo tanto generen beneficios a los diversos grupos involucrados en la gestión de la cuenca.
- Lograr el Plan de Desarrollo de la Cuenca sea parte integrante de los planes de desarrollo de todos los Concejos Municipales, a fin de lograr una mejor integración y fortalecimiento, y sobre todo en aprovechamiento de los escasos recursos, pues estos no siempre son abundantes.
- Conseguir una financiación mediante la adecuada administración de los recursos acuíferos, de cánones como el minero, el energético, forestal; así como establecer convenios con entidades nacionales e

internacionales que permitan por ejemplo, intercambiar forestación por captura de CO₂.

Propuesta de Organización del Consejo de Cuenca.

Tomando en cuenta la visión y la misión planteada para el desarrollo sostenido de la cuenca, se plantea la siguiente organización para el Consejo de Cuenca.

- a) **Asamblea general.** Este es el órgano deliberativo más importante, y debe estar conformado por representantes de las micro cuencas uno por cada 6 micro cuencas, los alcaldes o los representantes oficiales de los municipios distritales, los representantes de las Juntas de Usuarios de las Cuencas baja, media y alta, representantes de las empresas de agua potable de las empresas hidro-energéticas, de las empresas mineras y las empresas industriales. Sin embargo, debemos indicar que la Asamblea no debe ser muy amplia para ser operativa. Esta Asamblea que es el más alto organismo concertador y coordinador, deberá aprobar en Plan Estratégico Anual de Desarrollo de la Cuenca, que incorpore todos los planes estratégicos de los gobiernos municipales, de las empresas y usuarios en los aspectos de gestión de agua y la erosión de la cuenca. Toda institución mantendrá su independencia e identidad pero delegara a la autoridad de cuenca con carácter de ley, la gestión del agua, el control de la erosión y la conducción del Plan aprobado para el desarrollo de la cuenca.
- b) **Concejo Ejecutivo.** Este segundo nivel es un organismo eminentemente técnico y ejecutivo. Que no deberá estar integrado por más de siete personas y su función será la de hacer cumplir el Plan Estratégico de Desarrollo de la Cuenca. Especialmente en lo referente a la gestión del agua y en control de la erosión y será el encargado de ejecutar las obras civiles que establezca el gobierno central, los gobiernos regionales, los gobiernos municipales, otras obras y funciones que la Asamblea le encargue. Así mismo será el encargado de gestionar con todas las instituciones involucradas el Plan de Educación y Capacitación de la Cuenca, la ley y el reglamento de creación de la autoridad

de Cuencas deberá investir a estos dos niveles de más amplia garantía para el cumplimiento de sus funciones, sin descuidar las relaciones humanas que deben existir entre todos los grupos humanos y las empresas que habitan este espacio.

- c) **Tribunal de cuencas.** En la ley de Recursos Hídricos y las propias leyes específicas de cuencas, se establecerán los organismos que velaran por el cumplimiento de las leyes, reglamentos, estatutos y acuerdos de la asamblea. Existe la propuesta en la Ley de Recursos Hídricos, la existencia de un Tribunal Nacional de Resolución de Controversias Hídricas y un Consejo Directivo. Creemos sin embargo, que deberá establecerse, paralelamente a la Jefatura de la Autoridad Nacional, un juez de aguas y cuencas, por cada dos o tres cuencas de acuerdo a su importancia. No consideramos por lo tanto que deba ser la misma autoridad, la que establezca las sanciones o penas, pues no tendría tiempo para otras actividades y esa no es su función. Debemos entender además, que el agua de acuerdo a la constitución es de la nación y el Estado Peruano, es decir de todos nosotros, función que ha sido encargada al INADE, entidad que deberá proporcionar el agua en “bloque” a las Juntas de Usuarios, para su distribución y la cobranza respectiva.

3.1.2. Elaboración y ejecución del plan concertado de gestión de una cuenca.

Es el instrumento fundamental sobre el que deberá actuar el Consejo de Cuenca es el “Plan de Desarrollo Estratégico de la Cuenca”

Plan de desarrollo estratégico de una cuenca, documento que proporciona un marco físico, financiero y de organización que guiará el futuro desarrollo de una cuenca.

Para la elaboración del “Plan de Desarrollo Estratégico de la Cuenca”, se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos.

- a. Recoger toda la información existente sobre la gestión de la cuenca

- b. Elaborar un diagnóstico participativo y técnico, que tome en cuenta los planes estratégicos de las micro-cuencas o sub-cuencas establecidas, donde se han analizados los aspectos sociales, económicos, viales, energéticos y de aprovechamiento de los recursos naturales.
- c. El plan de desarrollo de la cuenca, deberá por lo tanto tener como base los planes de desarrollo de las Micro-cuencas, pero estos a su vez integrados a los planes de desarrollo de sus distritos a las que pertenecen.
- d. El diagnóstico, la ubicación de los recursos más importantes, los lugares donde se efectúan las obras físicas, deberán estar perfectamente determinadas mediante el sistema de información geográfica (SIG), lo que facilitara la operatividad y el seguimiento de la ejecución del plan,
- e. El plan de cada micro-cuenca o sub-cuenca, deberá ser consultado al inicio y permanentemente con los actores principales de la cuenca, especialmente con los técnicos de planificación municipal.
- f. El Plan de Desarrollo de toda la cuenca, será analizado y aprobado por la Asamblea General de la cuenca, la que además designara anualmente un comité de seguimiento y evaluación.

3.1.3. Educación y capacitación sobre cuenca hidrográfica.

El desarrollo socioeconómico de una cuenca hidrográfica, dependerá además de una organización adecuada que permite en ordenamiento adecuado de la cuenca y del aprovechamiento de los recursos, que se basara en una correcta organización de la Autoridad de la Cuenca; pero esto no es suficiente, sino unimos a este esfuerzo un adecuado “Plan de Educación” y de todos los procesos de vida que existen en una cuenca hidrográfica.

El ordenamiento de una cuenca y el uso de sus recursos no será posible si toda la población involucrada no ha tomado conocimiento y conciencia de lo que significa todas las interrelaciones que se dan en una cuenca y la importancia de todos y cada uno de los elementos que actúan en ella.

El Plan de Educación y Capacitación deberá ser instrumento fundamental y este deberá surgir del aporte de diversos especialistas, tanto en educación como en capacitación y en conocimientos de los diferentes temas, comenzando por la concepción de un manejo sistémico de todas las cosas, de los ciclos de vida y diferentes procesos biológicos y socioeconómicos.

Educación ambiental (EA). Es un proceso de reconocer valores y aclarar conceptos para crear habilidades y actitudes necesarias, tendientes a comprender y apreciar la relación mutua entre el hombre, su cultura y el medio biofísico circundante. EA también incluye la práctica de tomar decisiones y formular un código de comportamiento respecto a cuestiones que conciernen a la calidad ambiental. Por lo tanto, la educación ambiental es un “proceso continuo en el cual los individuos y la colectividad toman conciencia de su medio y adquieren los valores, las competencias y la voluntad para hacerlos capaces de actuar en la resolución de los problemas actuales y futuros del medio ambiente (<http://www.ecopibes.com/educadores/que.htm>).

Objetivos de la educación ambiental.

El objetivo de la educación ambiental es lograr que tanto los individuos como las comunidades comprendan la complejidad del ambiente natural y el creado por el hombre, como resultado de la interacción de los factores biológicos, físicos-químicos, sociales, Económicos y culturales, para que adquieran los conocimientos, valores actitudes y habilidades prácticas que les permiten participar de manera responsable y efectiva en la previsión y resolución de los problemas ambientales (<http://www.ecopibes.com/educadores/que.htm>).

Esta tarea deberá ser dirigida a toda la población: niños jóvenes y adultos y especialmente a los niños en sus primeros años. Donde se marcara los mensajes más importantes de los procesos vitales, sus intereses y su respeto por ello.

Los grupos sociales que se deben capacitar debe ser a todos los maestros de Jardines, Escuelas, Colegios e Instituciones de Educación Superior: pero especialmente a los profesores y profesoras del nivel inicial y primario, así

como de las instituciones de nivel superior a extensionistas y promotores de todos los sectores del Gobierno, especialmente a los relacionados con el uso y manejo de los recursos naturales: a los periodistas y personal de radio, televisión y periódicos.

Esta tarea se debe efectuar mediante cursos regulares, talleres, seminarios, conferencias, concursos y todas las actividades educativas posibles. No siempre es importante considerar que solo con cursos integrados al currículo de estudios se pueda lograr el éxito deseado. Está probado que las actividades extracurriculares son más eficaces, además lo más importante será el testimonio que den los propios maestros, promotores, periodistas, funcionarios, etc.

Las actividades se pueden financiar de la siguiente manera:

- Coordinando con el ministerio de educación para que las actividades o estos mensajes se incluyan en los libros, textos y planes educativos.
- Con una parte aunque pequeña que se obtenga con el pago del agua, de los servicios de agua potable, de los canos y del aporte del sector educación, debe priorizar pues esta será la acción más productiva en el futuro.
- Que las propagandas de radio, televisión y prensa, incluyan un pequeño aporte a esta función.
- Finalmente la autoridad de la cuenca en su estructura funcional, deberá contar con una unidad de educación y capacitación, que con el mínimo personal especializado coordine y apoye las diferentes acciones educativas de capacitación que se efectuó sobre los diferentes aspectos del manejo y gestión de los recursos naturales de la cuenca hidrográfica.

Lineamientos de política a tener en cuenta en la sustentabilidad ambiental en las cuencas.

- Diseñar, desarrollar y evaluar políticas de educación ambiental dentro de una cuenca.
- Involucrar a todos los actores sociales a través de acciones intersectoriales en educación ambiental.

- Construir participativamente una agenda educativo-ambiental compartida.
- Contribuir a la comunicación, reflexión y toma de decisiones de la ciudadanía respecto a las acciones generadas en el marco del plan integral de la cuenca.
- Facilitar el acceso democrático a la información ambiental.
- Promover el desarrollo de la responsabilidad personal, empresarial, social y de fiscalización del estado en cuestiones ambientales.
- Desarrollar proyectos de investigación Educativo Ambientales.
- Promover la salud ambiental.
- Impulsar acciones de protagonismo responsable y solidario vinculadas a la prevención y mitigación de riesgos.
- Promover la reflexión crítica respecto a los modos de producción y consumo.
- Promover el control integrado de plagas y enfermedades.
- Manejo de desechos sólidos para asegurar la protección del agua, aire, suelo y la vida marina.
- Calentamiento global, como resultado del crecimiento de la población mundial y de una continua dependencia de los combustibles fósiles, se está incrementando los niveles de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

3.1.4. Ordenar y conservar los recursos naturales de una cuenca, mediante la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE).

La ZEE, es un proceso dinámico por el cual se determinan las diferentes alternativas de uso sostenible del territorio, basada en la evaluación de sus potencialidades y limitaciones, con criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales. Una vez aprobada la ZEE, se convierte en un instrumento técnico orientador del uso sostenible del territorio y sus recursos naturales (IIAP, 2006).

Objetivo de la ZEE.

- a. Identificar las potencialidades y limitaciones del territorio respecto a sus características: ecológicas, socioeconómicas y culturales de la zona o región.
- b. Orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas regionales, sectoriales y locales sobre el uso sostenible de los recursos naturales y del territorio; así como la gestión ambiental en concordancia con las características y potencialidades de los ecosistemas, la conservación del ambiente y el bienestar de la población.
- c. Proveer el sustento técnico para la formulación de los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, en el ámbito regional y local, para promover y orientar la inversión pública y privada.
- d. Apoyar el fortalecimiento de capacidades en la gestión de los espacios y los recursos naturales de la región (IIAP, 2006).

Función de la ZEE.

- a. Orienta la toma de decisiones para el uso adecuado de los recursos naturales y mejor ocupación del territorio.
- b. Proporciona a las autoridades nacionales, regionales y locales información técnica indispensable para una buena administración de los proyectos.
- c. Genera la información necesaria para direccionar la inversión pública y privada.
- d. Previene las zonas de riesgo y la pérdida de la inversión por la ubicación de infraestructura en zonas de exposición a peligros naturales (IIAP, 2006).

3.2.Propuestas específicas para el manejo adecuado del recurso hídrico de la parte alta de una cuenca.

3.2.1. Uso adecuado del recurso hídrico.

Más de mil millones de personas en el mundo habitan en cuencas donde los niveles de estrés hídrico amenazan al ambiente (UICN, 2003). El rápido crecimiento poblacional y el resultante aumento de las demandas de agua, así como su contaminación hasta el punto de generar escasez, es un problema compartido por numerosas cuencas del mundo y que particularmente en Suramérica ocurre dentro de una realidad social similar.

Esta región comparte la falta de políticas públicas estables y consistentes sobre los recursos hídricos, problemas de suministro de agua potable y servicios de saneamiento, legislación inadecuada en el uso del recurso, inversiones insuficientes en el sector agua y una expansión de la frontera agrícola que desconsidera la conservación del recurso (GWP, 2000). Aunque ya pueden ser percibidos graves daños ambientales debido al uso excesivo y a la contaminación de las aguas, no son bien conocidas sus consecuencias a largo plazo, lo que agudiza los requerimientos de un cuidadoso análisis de los conflictos producidos por el uso del recurso hídrico.

Las actividades agrícolas, forestales y ganaderas, inciden en el deterioro de las tierras en el parte alta de la Cuenca, se debe al proceso de erosión hídrica de los suelos está dada mayormente por el uso intensivo de los suelos en cultivos y pastizales en fuertes pendientes, asociado a una fuerte deforestación y una gran presión socioeconómica sobre la zona en estudio.

Asimismo, estos procesos de erosión hídrica, se dan en períodos de grandes avenidas (erosión en masa), favorecidos por las propias condiciones naturales como el tipo de roca madre, suelos, pendientes; situación que se agrava en función de las carreteras mal ubicadas, así como la intervención por el hombre.

3.2.2. Activación del ciclo hidrológico.

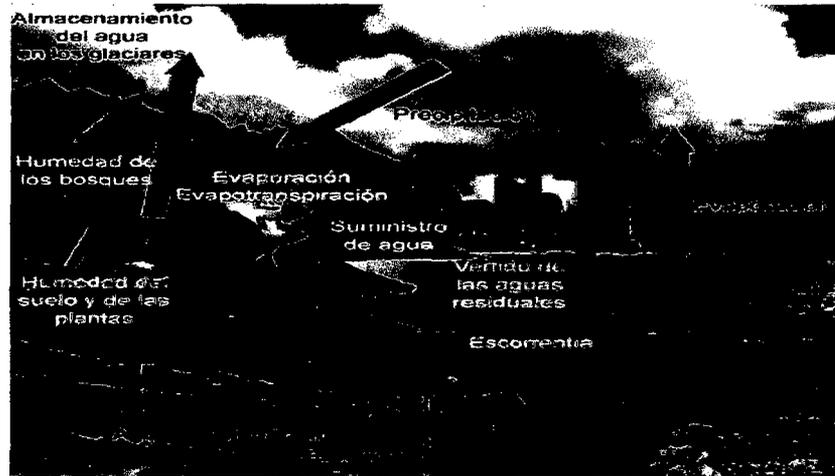


Fig.01. Ciclo Hidrológico en una cuenca.

Cadenillas (2010) manifiesta que el agua es uno de los recursos naturales responsable de potencializar o no una determinada cuenca. Este elemento interviene en la formación de los diferentes suelos, así como también en su deterioro; responsable de la solubilización de minerales y fertilizantes para que sean aprovechados por los cultivos. El agua es el componente principal de la estructura celular de los seres vivos; interviene en una buena germinación, emergencia, crecimiento y de desarrollo de las diferentes especies vegetales, por lo tanto, intervienen directamente en la producción de los cultivos de la cuenca.

Quizás el recurso natural más relevante es el agua, debido a que sus características físicas generan un grado extremadamente alto, y en muchos casos imprevisible, de interrelación e interdependencias entre sus usos y usuarios desde la cuenca alta hasta la costa. Como consecuencia una estrategia basada en la utilización del agua en cuanto a su cantidad y calidad, es la mejor distribución para el manejo de una cuenca (PNMUMA 2005).

Factores que afectan el ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico se puede alterar por una serie de procesos, tales como: la deforestación, erosión del suelo, cambio climático, inadecuado manejo y diseño de los sistemas de riego, compactación y sellamiento de la superficie del suelo, uso de maquinaria pesada en las labores agrícolas, incremento de la población y sus diferentes actividades, entre otros, disminuyendo el potencial productivo de la cuenca (Cadenillas 2010).

Principales medidas para activar al ciclo hidrológico en la cuenca.

Cadenillas (2010) menciona que las principales medidas para activar el ciclo del agua, tendientes a un manejo adecuado y sostenido de los suelos de la cuenca del río Jequetepeque son: cobertura vegetal, reforestación en la parte alta de la cuenca, almacenamiento del agua superficial, protección de las fuentes de agua y la implementación de prácticas mecánico-estructurales de conservación de suelos; acequias de infiltración, terrazas de formación lenta, control de cárcavas.

Entre las principales medidas para activar al ciclo hidrológico, a fin de dar un buen manejo de suelos en esta parte de la cuenca proponemos a las siguientes:

- a. Cobertura vegetal
- b. Forestación y reforestación
- c. Manejo de la cosecha y de los desechos forestales
- d. Almacenamiento del agua superficial
- e. Implementación de prácticas mecánico-estructurales de conservación de suelos y agua
 - Acequias de infiltración
 - Control de cárcavas
 - Diques de retención de sedimentos
 - Terrazas de formación lenta

a. La cobertura vegetal.



Fig.02. Cobertura vegetal en la parte alta de una cuenca.

Con adecuadas prácticas de retención del agua y del suelo y con la siembra o resiembra de las distintas especies vegetales, desde las xerofitas para la costa y la yunga, pasando por las mesófitas de la yunga alta y de la quechua, hasta las hidrófitas de las lagunas y los humedales de las jalcas y las punas. Esta vegetación es el factor más activo de la construcción o reconstrucción del ciclo hídrico, constituyendo la “Esponja Hídrica” que nos asegura agua abundante y permanente. Esta deberá ser una de las tareas principales que deberán afrontar la autoridad de cuencas en concertación con todas las autoridades y la población asentada a lo largo y ancho de la cuenca. Recordemos que la vegetación, no solo frena el efecto mecánico de la lluvia, fija el suelo, genera el primer eslabón de la cadena trófica, haciendo posible la vida de todo tipo de animales y del hombre, y si esto fuera poco, estos árboles, arbustos, hierbas si son frutícolas, aromáticas, medicinales o maderables, pueden fácilmente convertirse en el recurso económico más importante de una cuenca hidrográfica.

En la parte alta de la cuenca, la cubierta vegetal en algunas zonas está compuesta por *Stipa ichu* (ichu), arbustos y especies forestales como *Eucaliptus glóbulos* (Eucalipto) y *Pinus radiata* (pino).

b. La forestación y reforestación de la parte alta de la cuenca, como medio de atenuar la erosión hídrica de los suelos.

La deforestación, así como la degradación forestal, reducen notablemente la capacidad de los suelos para retener los nutrientes, además de producir su erosión y fomentar tanto las inundaciones como las sequías, por la desestabilización de las capas freáticas del subsuelo. El resultado es la pérdida o reducción de la biodiversidad, es decir, la capacidad de los bosques especialmente los tropicales) de albergar hábitats, especies y variabilidad genética (FAO1996).



Fig.03. Plantación con pino (Pinus radiata) en la parte alta de una cuenca.

Según FAO citado por Cadenillas (2010) menciona que la forestación y reforestación, constituyen una medida práctica, efectiva y económica de recuperación y conservación del suelo debido a que:

- El bosque es un sistema generador de suelos
- Eleva la capacidad productiva del suelo
- Favorece la recirculación de los elementos minerales
- Acumula materia orgánica
- Facilita la vida de la micro flora y fauna
- Tiene efecto beneficio en el ciclo hidrológico

- Sistema acumulador de energía
- Contribuye a incrementar el nivel del poblador rural de la cuenca
- En el Perú este recurso, representa las mejores perspectivas económicas sociales.
- La reforestación es esencial para la supervivencia de la vida, un proyecto de reforestación bien manejado, contribuye al mejoramiento económico, social, ecológico y cultural de una región o país, o sea, se convierte en una forma de desarrollo sustentable. La reforestación disminuye la pérdida de nutrientes del suelo, contribuye a recuperar terrenos degradados y erosionados, mantiene el ciclo natural del agua, protege el balance hídrico de las cuencas hidrográficas, ayuda con la dispersión de especies, favorece el retorno de la vida silvestre, permite que se mantengan las cadenas alimenticias, regula el clima, protege el suelo contra el calor y contribuye a mantener el proceso fotosintético del cual dependen la mayoría de los seres vivos. También un gran proyecto de reforestación contribuye a purificar masas de aire contaminadas, puede proporcionar material genético para la biotecnología, brindar requerimientos energéticos por medio de la bioenergía, generar investigación científica y transferencia de tecnología y contribuir con el mantenimiento y la recuperación de la biodiversidad (Bonilla 2010).

Cadenillas (2009) menciona que las especies forestales son muy importantes en la formación de los suelos, debido a que las raíces se introducen en el material materno y lo fragmentan, formando partículas más pequeñas. Sus hojas cuando caen al suelo, se descomponen, aportando materia orgánica o humus, y de esta manera fertilizándolo, al proveer al suelo de elementos primarios, secundarios y micronutrientes, debido a la materia orgánica aumenta su volumen y capacidad de absorber no solo nutrientes por ser un coloide, sino también agua. La copa de los árboles intervienen en la formación del suelo, atenuando o disminuyendo la erosión hídrica del suelo, al interceptar las gotas de lluvia. Las raíces de las especies forestales

sostienen al suelo, disminuyendo el avance de las cárcavas (torrentes o quebradas) en ancho y profundidad.

Las especies forestales aumentan la capacidad de retención de agua de los suelos, fundamentalmente en las partes altas de la cuenca, disminuyendo las crecidas de los ríos en la época lluviosa, permitiendo que tengan un mayor caudal en la época seca, debido a que los suelos con especies forestales (suelos forestales) absorben cuatro veces más agua de lluvia que los suelos cubiertos de pastos, y dieciocho veces más que un suelo desnudo (Cadenillas 2009).

Continúa el mismo autor mencionando que la cubierta forestal, permite que el agua se infiltre adecuadamente en el suelo, recargando a los acuíferos y manantiales. El agua asimilada por el suelo forestal, posteriormente se evapora, se condensa a una baja altura formándose las nubes y nuevamente se precipita, evitando que el agua se pierda, es decir se produce un corto circuito del ciclo, en cambio en los suelos deforestados, las nubes se forman a gran altura y fácilmente son transportados por el viento de una zona a otra, concluye que las especies forestales intervienen en la formación y conservación del suelo y agua; disminuyendo los procesos erosivos; evitan el calentamiento global y contribuyen en la descontaminación del suelo.

c. Manejo de la cosecha y los desechos forestales

Cosecha forestal

Según FAO y PNUMA (1996). Mencionan que para la cosecha y el manejo de los desechos forestales se deben tener en cuenta lo siguiente:

- Al planificar las actividades de cosecha, se debe minimizar el impacto de ellas sobre el suelo a largo plazo, resguardando siempre la calidad de sitio.

- En cortas por tala rasa, se debe restringir al tamaño de unidades de cosecha, de modo de disminuir los impactos negativos en el sitio cosechado y el sector adyacente.
- La localización de las vías de saca y canchas debe ser planificada de manera previa, y quedar claramente señalada en el mapa y en el terreno, asegurando que los operarios de maquinaria encargados de seguirlas, conozcan la localización exacta de su trazado.
- Al planificar, procurar reservar los terrenos de mayor fragilidad para ser cosechados en temporada seca, para así minimizar la afectación del suelo cuando este se encuentre con alto contenido de humedad.
- En la cosecha forestal, se debe procurar el empleo de una mínima extensión y número de vías de saca, canchas y caminos, para así limitar la superficie alterada.
- Con relación a la extensión de las unidades de manejo para cosecha mediante tala rasa y preparación de sitios con prácticas intensivas, considerar un tamaño límite para la intervención.
- En las zonas de corta a tala rasa, deberán estar separadas con áreas de bosque sin cortar, de una superficie equivalente. Estas raíces sin cortar podrán ser cosechadas cuando la plantación establecida adyacente alcance una altura de 3m.
- Procurar reducir al mínimo el número de canchas, las cuales perfectamente no deberían tener una superficie mayor a 0.10 ha. Incluidas áreas para acopio de madera.
- Una vez finalizada la cosecha, es necesario la desactivación de todas las vías de saca, para minimizar la superficie del suelo expuesta directamente a procesos de erosión y deslizamientos, y conservar la superficie de suelo.
- El área alterada por la red de caminos no deben superar un 5% de la superficie manejada.
- En la construcción del camino, minimizar en ancho de la faja del camino, para reducir la superficie del suelo a alterar.

- En la habilitación de terrenos, la superficie a despejar debe ser solo la mínima que garantice el buen desarrollo de la plantación.
- De las diferentes técnicas para el manejo físico del suelo, elija aquellas que remuevan el mínimo de superficie, de preferencia solo en el área pequeña en la cual se plantara el árbol.
- Los caminos que hayan cumplido su vida útil, o se consideren actualmente un exceso, deben ser desactivados, cuando no sea posible realizar un adecuado mantenimiento de su estado incluyendo sus obras de drenaje.
- Luego de la cosecha, las canchas deben ser mantenidas o en caso contrario, desactivadas, para prevenir el inicio de eventuales procesos de erosión a partir de ellas.

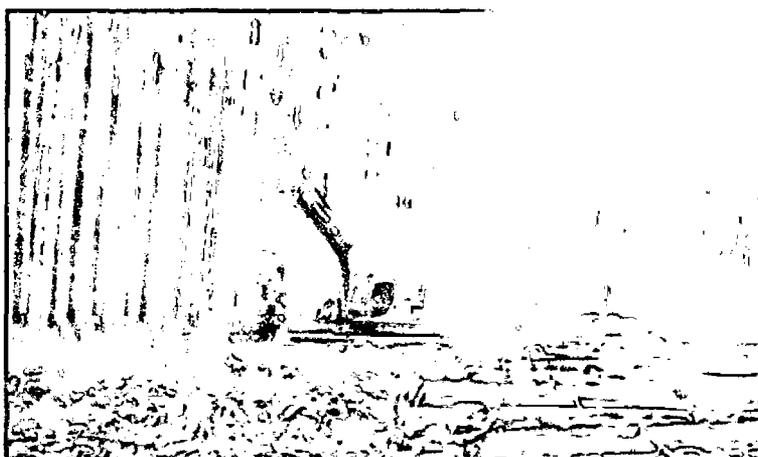


Fig. 04. Cosecha de pino (Pinus radiata) en la parte alta de una cuenca en Japón. Fuente Propia.

Tratamiento de los residuos forestales

- Para conservar las propiedades físicas del suelo forestal y prevenir la erosión, es fundamental evitar la quema de los desechos de cosecha, siendo preferible tratarlo, mediante fraccionamiento y distribución homogénea de los desechos en el sitio, o mediante confección de fajas a curvas de nivel.

- Es importante no remover la totalidad de los desechos del sitio, ya que su distribución en el sitio favorece el reciclaje de nutrientes a partir de la materia orgánica, a la vez disminuye el escurrimiento superficial, protegiendo al suelo y contribuyendo a la conservación de humedad del suelo.
- Al confeccionar las fajas o rumas, no debe removerse la hojarasca ni el suelo mineral, evitando la incorporación de estos a la faja o ruma.
- Las fajas de desechos forestales deben ser confeccionadas, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Depositar las rumas en forma paralela a las curvas de nivel
 - La separación entre rumas debe ser menor a 20 metros.
 - Ancho de la ruma menor a 2m.
 - Altura menor a 1m.
 - Se debe ordenar solo los desechos gruesos, en cambio los desechos finos y medios deben permanecer en el sitio.



Fig. 05. Fajas de desechos forestales en Japón. Fuente propia.

- El empleo de equipo mecanizado en las labores de ordenamiento de desechos. Debe llevarse a cabo solo si los suelos presenten bajo contenido de humedad, para prevenir impactos por compactación o remoción del suelo.
- Con respecto a las quemas controladas, tener en cuenta que estas afectan en:

- Alteran la estructura y pH del suelo.
- Provocan la pérdida de los principales nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S y de micronutrientes.
- Contribuyen a la pérdida futura de la productividad del suelo.
- El ordenamiento de los desechos forestales permite el reciclaje de los nutrientes en el sitio, así como el mantenimiento de la materia orgánica, con los consecuentes beneficios para las propiedades del suelo.
- Se debe considerar la fragilidad del sitio en la elección de la técnica para el tratamiento mecánico de los desechos forestales.



Fig.06. Apilamiento de restos de cosecha forestal en una cuenca.

d. Almacenamiento de agua superficial.

Consiste en la captación y almacenamiento del agua de pequeños manantiales u ojos de agua en reservorios. Según Vásquez (2000) manifiesta que los reservorios son infraestructuras que nos permiten almacenar la suficiente cantidad de agua para diferentes usos, tales como: energéticos, agropecuarios, de

consumo humano, industrial, piscícola, entre otros. Para la construcción de los reservorios se necesita conocer el caudal disponible y el tamaño de área a irrigar.

Experiencia de la ONG Proyecto de desarrollo integral andino “PRODIA”, en la provincia Hualgayoc

Valqui (2010) da a conocer algunas experiencias sobre captación de aguas superficiales realizadas por ONG, Proyecto de desarrollo integral (PRODIA) en la provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, las cuales muy bien se podrían replicar en una cuenca.

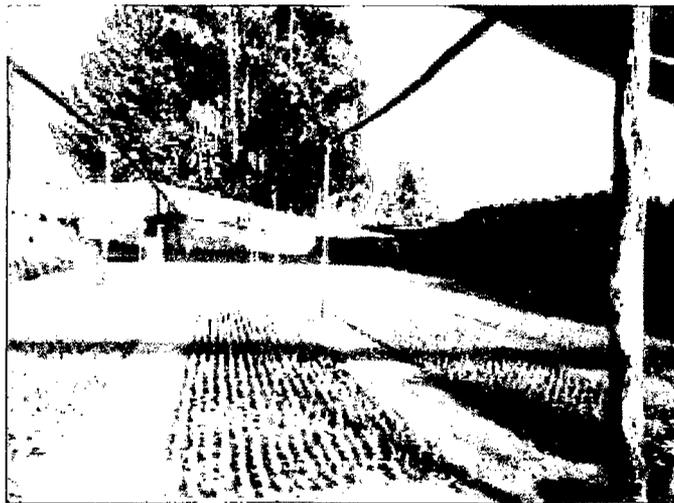


Fig.07. vivero de producción de plantación forestal en San Pablo.

Una de las propuestas que más impacto ha tenido por sus resultados exitosos, es la propuesta de “siembra y cosecha del agua”, a través de diagnósticos participativos en las comunidades, en donde se prioriza las necesidades más principales. Para el caso del distrito de Bambamarca, una de las limitaciones para garantizar una agricultura sostenible en el recurso agua, los actores sociales que habitan en las zonas de ladera u zonas donde el agua es escasa, el agua es el principal problema, para ello la ONG. PRODIA a través del eje de dinamización de economías, está poniendo en práctica una experiencia muy beneficiosa, que

comienza primero con la “Siembra del agua” llamado así al programa de reforestación, como segundo paso es la “Cosecha del agua”, interpretado como la captación de manantiales, ojos de agua, agua de canal u otros para almacenarlos en reservorios y luego distribuirlos a las unidades agrícolas de los beneficiarios por medio del sistema de riego por aspersión, culminado con la instalación de cultivos alternativos y pastos mejorados (Valqui 2010).

Programa de siembra de agua.

Según Valqui (2010) menciona que este programa abarca la construcción, equipamiento de viveros forestales in situ, para la producción de plantones de pino (*Pinus patula*) y quinual (*Polylepis racemosa*), especies muy adaptables a altitudes.

Según ADEFOR (1996) el pino se adapta a zonas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm y el quinual entre 2500 a 4500 msnm.

El propósito de este programa es forestar y reforestar las cabeceras de cuenca para formar bosques de pino, que permitan almacenar el agua de las lluvias actuando como un colchón hídrico y dando como resultado un microsistema con nuevos ojos de agua o manantiales.



Fig.08. Vivero forestal de ADEFOR Cajamarca.

Continúa el mismo autor, afirmando que para las zonas en donde el pino no se adapta, los pobladores con asesoramiento del personal técnico del PRODIA, están produciendo a nivel de vivero una especie nativa como el quinal (*Polylepis racemosa*), arbusto que debido a sus características morfológicas, es un propicio para formar barreras vivas, muy importante en la protección de los cultivos de las zonas altas, reduciendo el efecto de los vientos y las bajas temperaturas.

Según Núñez (2004) aproximadamente de 100ml de agua que cae en un árbol, un 10 al 20% lentamente se escurren para infiltrarse o percollarse entre los perfiles del suelo, aumentando el abonamiento de la capa freática. Otra parte de ella escurre sobre la superficie terrestre y va a contribuir en aumentar el caudal de los ríos, los cuales van a desembocar al mar, donde el agua se evapora y al condensarse se precipita en la superficie de la tierra y de esa manera se cumple el ciclo hidrológico.

Programa de cosecha de agua

Cosiste en la capacitación y almacenamiento del agua de pequeños manantiales u ojos de agua en reservorios. Según Vásquez (2000) manifiesta que los reservorios son infraestructuras que nos permiten almacenar la suficiente cantidad de agua para diferentes usos, tales como: energéticos, agropecuarios, de consumo humano, industrial, piscícola, entre otros. Para la construcción de los reservorios se necesita conocer el caudal disponible y el tamaño de área a irrigar. Durante los procesos de construcción de los reservorios participan todos los actores sociales beneficiarios por el proyecto, quienes en forma organizada realizan los trabajos de construcción. El trabajo permanentemente es supervisado por el ingeniero encargado de la zona, quien asesora y conduce el trabajo. Para revestir, utilizaron geomembrana, que vienen a ser láminas de plástico con características de materiales impermeables y flexibles.

e. Implementación de prácticas mecánico-estructurales de conservación de suelos y agua

e.1. Acequias de infiltración.

Vásquez (2000) manifiesta que las acequias de infiltración, son canales de sección rectangular o trapezoidal, generalmente simétricas. Se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno. El fondo de estos canales debe estar a nivel salvo que se trate de acequias o canales de desviación, en los que la pendiente recomendable es de 0.1 a 0.3% y su desembocadura debe efectuarse en una zona protegida a fin de evitar la formación de una gran cárcava. Las zanjas de infiltración se pueden usar en laderas con profundidad de suelos de 30 cm. y subsuelos permeables y con plantaciones forestales, con pasturas y en algunos casos en zonas agrícolas.

Entre los objetos de estas prácticas cita a los siguientes:

- Interceptar el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la cuenca, anulando su velocidad y permitiendo una mayor infiltración.
- Aumentar la producción de pastos, árboles y cultivos.
- Reducir la erosión hídrica del suelo.
- Aumentar el número de manantiales y el caudal de agua de estos en las partes más bajas.
- Disminuir los riesgos de inundación y deslizamientos.

e.2. control de cárcavas

Como se puede observar que en la parte alta y media de una cuenca, existen numerosas cárcavas y quebradas desnudas nuevas el efecto del mal trazo de carreteras, canales y del efecto erosivo en pastizales y especialmente por el cultivo inadecuado en terrenos de grandes pendientes. Estas cárcavas son las que acarrearán gran cantidad de sedimentos hacia el río, por lo que es indispensable y urgente, establecer un plan de control de cárcavas y quebradas desnudas que presentan mayor inestabilidad de sus cauces. Existen

numerosos diseños y prácticas que controlan el efecto de arrastre de sedimentos y de desestabilización de las laderas (ATA – INADE 1992).

La cárcava es una zanja causada por la erosión hídrica del suelo, constituye un cauce natural por donde se concentra y discurre el agua proveniente de las lluvias. El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas de suelo, producto de la erosión (Vásquez 2000).

Morgan (1997) menciona que estas estructuras juegan un papel muy importante en la rehabilitación de torrentes y en el control de la erosión por cárcavas, las cuales se disponen transversalmente a la cárcava para capturar sedimentos y reducir, de esta manera su profundidad y pendiente. Las construcciones presenta alto riesgo de falla, pero proporcionan estabilidad temporal y, por ello, se utilizan conjuntamente con medidas agronómicas tienen éxito, sujetan al suelo y reducen la escorrentía. El espaciamiento de las presas o entre dique y dique puede determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$ESPACIAMIENTO = \frac{HE}{Ktg\alpha\cos\alpha}$$

Dónde:

HE = Altura de dique

α = Angulo de la pendiente de la cárcava

K = Constante K= 0.3 para $tg\alpha \leq 0.2$; K = 0.5 para $tg\alpha > 0.2$).

Para Vásquez (2000) la ubicación de los diques, se lo realizara teniendo en cuenta la siguiente figura.

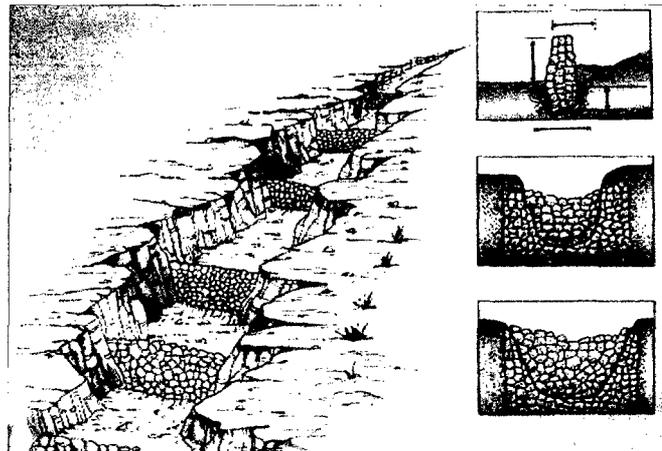


Fig.09. Construcción de diques para el control de cárcavas

Para el control de cárcavas la primera acción que se debe realizar es eliminar la causa que la origina, para lo cual se tiene que realizar trabajos a dos niveles:

- i. A nivel de ladera o área de drenaje. En muchos casos resulta ser suficiente, cuando con las prácticas conservacionistas ejecutadas se controla o se anula el escurrimiento superficial. En caso contrario, si después de haber tratado la ladera todavía sigue corriendo el agua por la cárcava se debe realizar trabajos a nivel de la cárcava misma. Entre las practicas conservacionistas a nivel de ladera tenemos las siguientes:
 - Repoblamiento de pastos y bosques, fundamentalmente con especies adaptadas a la zona de valor económico.
 - Buen manejo de pasturas y bosques.
 - Construcción de acequias de infiltración en área de bosques y pastizales.
 - Construcción de pequeños reservorios.
- ii. Practicas a nivel de cárcavas. Después de haber tratado la ladera y si todavía existe escurrimiento en la cárcava, se efectuara trabajos a nivel de esta, considerando en la construcción de diques en forma transversal a la cárcava,

a fin de disminuir la velocidad del agua y favorecer la sedimentación de las partículas que lleva el agua en suspensión.

e.3. Diques de retención de sedimentos.

De Freitas (2001) manifiesta que a lo largo de la cuenca existen zonas donde sería fácilmente retenidos los sedimentos mediante diques, desde pequeñas hasta medianas dimensiones; los que al retener los sedimentos evitarían que estos sean arrastrados hasta la represa del “Gallito Ciego”, alargando su vida útil. Estos diques, deberían tener un adecuado diseño y deberán estar ubicados en las áreas de angostamiento del río, en donde se afecte en forma mínima las áreas de cultivo, y en donde se retengan volúmenes aceptables de sedimentos, estos diques no solamente deberán construirse en el cauce del río Jequetepeque, sino también en los causes de los ríos tributarios, sobre todo en donde existe gran volumen de arrastre, como son los ríos Asunción, Río San Miguel, Río Huertas, río Contumazá.

e.4. Terrazas de formación lenta



Fig.10. Terrazas de formación lenta en la parte alta de una cuenca

Las terrazas son una serie sucesiva de plataformas dispuestas a manera de escalones en la ladera. Los terraplenes pueden construirse a curvas de nivel o con una ligera inclinación hacia adentro (contra pendiente); sus bordes tanto el externo como el interno, se encuentran a nivel. La inclinación del terraplén hacia adentro evita el rebalse del agua de lluvia durante los aguaceros fuertes o lluvia prolongadas. La nivelación de los bordes impide que el agua discurra de un lado al otro; de este modo el agua de lluvia que cae en las terrazas se infiltre totalmente y uniformemente en estas, evitando totalmente la erosión. Cuando se construyen estas prácticas en zonas de alta precipitación (más de 1000 mm/año), se debe contemplar un sistema de drenaje superficial (Vásquez 2000).

3.3.Propuestas para el uso sostenido del agua en la parte media de la cuenca.

3.3.1. Defensas rivereñas.

Se aplican en casos especiales y cuencas de comportamiento hidrológicos variables y extremos, generalmente corresponden a condiciones geológicas y geomorfológicas especiales, o casos de sobreusos extremos de la tierra y donde la precipitación requiere una buena cobertura forestal y alta estabilidad de terreno. Los tratamientos más adecuados están asociados a la reforestación, estabilización de taludes, diques de contención, protección de cauces y combinaciones con medidas estructurales.

Son obras dispuestas en las riberas de los cauces, destinadas a controlar el escurrimiento de los ríos, de modo que, durante crecidas frecuentes no afecten a los terrenos dedicados a cultivos agrícolas y la infraestructura en esta zona de la cuenca. Es decir la defensa ribereña, es una forma de proteger las zonas cercanas de los ríos de las posibles crecidas, para ello se utilizan medidas estructurales y no estructurales (<http://www.ana.gob.pe:8088/informacion-relevante/otros/planes/defensas-ribere%C3%B1as.aspx>).

Medidas estructurales. Entre estas medidas citamos a las siguientes:

- a. Construcción de embalses (reservorios). Cuya finalidad es regular el caudal del río, almacenando el agua de los periodos lluviosos, para utilizarlos durante los periodos más secos para el riego, para el abastecimiento de agua potable, para la generación de energía eléctrica.
- b. Construcción de muros de contención. Los muros de gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo con los dos lados del cauce del río, constituyendo una estructura importante de soporte y protección contra las inundaciones de campos de cultivo e infraestructura. La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes altas de la

cuenca, provoca el azolvamiento (sedimentación o inundación) de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicación que existe en la parte baja media y baja de la cuenca ([wikipedia.org/wikiGavion](http://wikipedia.org/wiki/Gavion))



Fig.11.defensas rivereñas en la parte media de una cuenca.

Los gaviones o apilamiento de grandes rocas fijas con cemento o alambre, pueden estar vestidos de especies vegetales como pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*), carrizo (*Arundo donax*) (Cadenillas 2009).

Medidas no estructurales. Los muros de contención de las avenidas de los ríos se lo realizan utilizando la vegetación nativa de la zona. Tales como: pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*), carrizo (*Arundo donax*) (Cadenillas 2009).

3.3.2. Surcos en contorno.

Otra de las formas de un manejo adecuado del agua y suelo, se lo puede realizar mediante el surcado siguiendo las curvas a nivel, cuyo objetivo es reducir la erosión laminar y por surcos, reducir el transporte de sedimentos y otros contaminantes del agua, reducir la velocidad del escurrimiento superficial, promover la infiltración de agua en el suelo, y aumentar la humedad disponible para el crecimiento de las plantas, reducir los riesgos de formación de cárcavas y surcos en terrenos con pendiente. El surcado en contorno es más efectivo en pendientes entre 2 y 10% ([www. Peruecologico.com.pe/lib_c18_tl4.htm](http://www.Peruecologico.com.pe/lib_c18_tl4.htm)).

3.3.3. Estabilización de suelos deleznales o frágiles.

Suelos muy susceptibles de sufrir erosión severa, debido a factores limitantes propios y de uso del suelo, tales como: pendiente, textura, estructura, profundidad, drenaje, pedregosidad u otros factores edáficos inadecuados. (www.piurarural.com temas consersuelos.htm)

Recuperación de suelos frágiles

La estabilidad de estos suelos se lo recupera con la forestación o reforestación con diferentes especies tales como:

- *Capparis angulata* (zapote)
- *Prosopis juliflora* (algarrobo)
- *Acacia macrocarpa* (espino, faique o guarango)
- *Bombax sp.* (ceibo)
- *Tessaria integrifolia* L. (pájaro bobo)
- *Casuarina equisetifolia* L. (casuarina)
- *Caesalpinia spinosa* (taya). Esta especie forestal muy apreciada por sus frutos en la industria, se utiliza para cercos vivos (cortinas rompe vientos), se utiliza para la recuperación de zonas degradadas.
- *Schinus molle* (molle). Especie forestal que se puede utilizar como cortinas rompe vientos.
- *Eugenia sp.* (lanche)
- *Kageneria lanceolata* (lloque)

3.4. Propuestas para el manejo adecuado del recurso hídrico en la parte baja de la cuenca.

3.4.1. Utilización de riego presurizado.

El riego es un factor determinante en el incremento de la seguridad alimentaria, en el crecimiento agrícola y en el productivo, y el desarrollo humano de las zonas rurales del país. Los recursos hídricos y la infraestructura hidráulica para riego están distribuidos de manera desigual, lo que crea realidades muy diferentes. La costa de tierra fértil pero seca, posee grandes infraestructuras hidráulicas, fruto de inversiones destinadas al desarrollo de regadíos para fomentar exportaciones. La sierra y la región amazónica, con abundantes recursos hídricos pero poca o rudimentaria infraestructura para riego, poseen minifundios con cultivos destinados a mercados locales o subsistencia. Una gran parte de la población es pobre.

La agricultura de regadío es cada vez más importante en el desarrollo y crecimiento del Perú, en especial después del periodo de estancamiento y desarrollo limitado en las décadas de los 70 y 80. La agricultura emplea al 30% de la población de Perú, y representa más del 13% del PIB y más del 10% de las exportaciones totales (1,600 millones US\$ en 2005) (Chávez, 1999). Dos tercios del PIB agrícola se producen en la costa del pacífico, una región totalmente dependiente del riego debido a las pocas precipitaciones. Los cultivos de alto valor y la tecnología de riego han tenido un gran impacto en el desarrollo rural de la costa.

Solo el 4.3% del territorio peruano (5.5 millones de hectáreas), se dedica a la agricultura, de los que 3.75% son de secano y 1.75% están dotados de infraestructura para riego.

La escasez e incremento de los costos del agua para riego en las áreas agrícolas hace que el sector académico, productivo y público en general cada día le dé un mayor valor al agua buscando mejores alternativas para su manejo; una de estas alternativas es el uso de sistemas de riego a presión, también conocidos como

sistemas de riego presurizados, o sistemas de riego por conductos cerrados. A diferencia de los métodos tradicionales de riego en los que la aplicación está gobernada por la acción de la gravedad, en los sistemas de riego presurizados el agua se aplica por medio de tubería en las que el fluido circula a una presión mayor que la presión atmosférica (López 2004)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RIEGO PRESURIZADO.

Según López (2004), menciona los siguientes:

Ventajas

Permite que el riego se realice con mayor eficiencia en varios sentidos:

- Primero porque se puede controlar la cantidad de agua por aplicar a lo largo del terreno y se pueden reducir pérdidas de volúmenes que no son utilizados por los cultivos.
- Segundo, es posible aplicar de manera eficiente los fertilizantes en las dosis necesarias a lo largo del ciclo del cultivo.
- Tercero, se reduce el uso de mano de obra especialmente en sistemas mecanizados o semi-automatizados.

Desventajas

- No obstante debe reconocerse que los costos de inversión y de mantenimiento de los equipos y sistemas pueden representar una barrera insalvable en algunos casos, por lo que su uso está limitado a aquellas condiciones donde la rentabilidad de los cultivos garantiza la amortización de estos costos.

a. Utilización de riego por aspersión.

Villon, L. (2007) menciona que el riego por aspersión es el método que consiste en aplicar agua a la superficie del terreno, rociándola a la manera de una lluvia, lo cual es producida por el choque con el aire, el flujo del agua que sale bajo presión a través de pequeñas boquillas. El método en sí, requiere de la instalación de una

red de tuberías, con una serie de aspersores acolados para esparcir el agua sobre la superficie del suelo.

Mediante una cuidadosa selección del tamaño de las boquillas, elevadores, presión, espaciamiento de aspersores, el agua puede aplicarse de manera uniforme a una velocidad basada en la infiltración del suelo, y con ello, se puede evitar que se produzca la formación de una lámina de agua sobre el suelo y los escurrimientos superficiales, eliminando así el daño resultante al terreno y al cultivo.

Torres, P, Peñalosa, R. et al (2004) mencionan que el riego por aspersión consiste en la distribución del agua en forma de lluvia. Esto se hace mediante un equipo de riego y por la presión hidráulica de una bomba si es necesario; asimismo señalan si la aplicación de un cierto sistema de riego dependerá de los siguientes factores:

Topografía del terreno.

Tipo de cultivo.

Rendimiento del cultivo.

Disponibilidad de agua.

Inversión y costo de mantenimiento del sistema.

Disponibilidad de mano de obra.

Vera, R (2001) el riego en la sierra es de mucha importancia especialmente el sistema de riego por aspersión, tecnología que hoy en día viene imponiéndose dentro de los agricultores de manera positiva y muy extendida, de acuerdo a una buena selección de los aspersores. Este tipo de riego resulta importante porque disminuye la erosión de los suelos y lavado; dotando a los cultivos cantidades necesarias de agua para su normal desarrollo.

Varas y Sandoval (2001) el riego por aspersión es un método de riego mecanizado o presurizado, ya que necesita de mecanismos que generan presión para mover el agua. Con este método de riego no es necesario nivelar el suelo, y se puede regar un potrero recién sembrado sin causar problemas de erosión o de corrimiento de las semillas, si se usa la presión y el aspersor adecuado.

- Chuquilin, L (2002) la eficiencia en la aplicación del agua de riego a nivel parcelario es muy variable refiriéndose siempre a sistemas de gravedad, se estima que oscila entre 75% en los distritos de riego más tecnificados, hasta apenas el 35% en otros, estos niveles son datos que se utilizan en todo el mundo.

Ventajas y desventajas del riego por aspersión.

Peralta y Simpfendorfer (2001) señalan que las ventajas y desventajas en el sistema de riego por aspersión entre las cuales tenemos:

Ventajas.

- La eficiencia del riego por aspersión es alta (70 a 85%), en consecuencia se requiere menor cantidad de agua por unidad de superficie.
- Permite una distribución uniforme y controlada de los caudales aplicados, aun en terrenos de topografía irregular, ondulados y de fuertes pendientes.
- Este sistema es ideal para ciertas condiciones de suelo y cultivos en los que prácticamente no hay otra opción de riego.
- Tiene efecto sobre el control de heladas a través de la llovizna proporcionada por el sistema.
- También puede ser ventajoso para ciertos cultivos el hecho que proporcione un ambiente húmedo, lo que impide la deshidratación del tejido joven y, en otros casos, favorece la maduración de algunos frutos.
- El sistema de riego por aspersión permite aprovechar el agua de riego de día y de noche, sin necesidad de supervisión continua.

Desventajas.

- El sistema de riego por aspersión no es un sistema apropiado para zonas con fuertes vientos o persistentes. En general, velocidades de vientos superiores a 2.5 m/seg hacen no recomendable el riego por aspersión y velocidades entre 1 y 2.5 m/seg lo hacen poco recomendables.

- La condición de humedad puede resultar desventajosa en determinadas condiciones, puesto que propicia un ambiente óptimo para el desarrollo de enfermedades.
- Es necesaria una mayor coordinación para fijar los periodos de riego y los de fumigaciones.
- La aspersión requiere mayor presión de funcionamiento comparando con otros sistemas presurizados, lo que trae consigo más consumo de energía por metro cubico (m³) de agua aplicada.
- La cantidad de agua puede convertirse en una limitante del método, dados los efectos de las sales sobre el follaje.
- También es una desventaja en relación a otros métodos menos tecnificados, que se deba disponer necesariamente de caudales continuos.

3.4.2. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en el tiempo determinado (http://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura_ecol%C3%B3gica)

Ventajas de la rotación de cultivos.

- La alternancia planificada de diferentes cultivos es una práctica comprobada para mantener la diversificación del sistema. Al mismo tiempo permite un mejor aprovechamiento de los recursos suelo y agua mediante la capacidad diferencial que tienen las especies de explorar el suelo mejorando las propiedades físicas y químicas del mismo, estableciendo un mejor balance hídrico para los cultivos.

- Se aprovecha mejor el abonado, al utilizar plantas con necesidades nutritivas distintas y con sistemas radiculares diferentes.
- Se controlan mejor las malas hierbas.
- Se disminuye los problemas con las plagas y las enfermedades, al no encontrar un huésped tienen más dificultades para sobrevivir.
- La rotación de los cultivos, además de mejorar la fertilidad del suelo evita la exposición indebida del suelo a la sequedad y la erosión.

Si a la cosecha de cereales sigue otra de leguminosas y a esta una de cultivo en hileras o el barbecho, para luego volver a los cereales, aumentan los residuos que mantienen unidas las partículas del suelo. Sin embargo, dada la disponibilidad de fertilizantes inorgánicos, la rotación de cultivos está perdiendo aceptación.



Fig. 12. Rotación de cultivos.

3.4.3. Tratamiento de la desertificación de los suelos.

Según el Banco Mundial, con el manejo deficiente de la tierra se está agotando el suelo, se está destruyendo la vegetación natural y con ella la diversidad y se está permitiendo la acumulación de agentes contaminantes peligrosos. En los últimos 49 años, el mal uso de las prácticas de riego, ha traído problemas decrecientes de salinización y anegamiento que conspiran contra la productividad de las inversiones en proyectos agrícolas o de irrigación

impactando el medio socioeconómico y constituyendo un aspecto importante en relación a los impactos acumulativos, que en algunos casos pueden ser beneficiosos y en otros perjudiciales.

Estudios realizados en México, en el problema del agua en las ecorregiones áridas como el Desierto de Chihuahuense se origina en la interpretación antropocéntrica equivocada del ciclo hidrológico, la cual lamentablemente o afortunadamente ha evidenciado sus limitaciones ante un constante y real déficit hídrico como lo expresan los períodos de sequía similares al que enfrentamos actualmente.

El desarrollo de los proyectos de riego en las zonas áridas del oeste de los Estados Unidos, México, Perú, Chile y Argentina han demostrado como la riqueza creada y el valor real y potencial de la tierra bajo riego puede destruirse en el lapso de unos pocos lustros por los altos niveles de salinidad y anegamiento de las tierras, asociadas a la falta de adecuadas condiciones de drenaje. La creciente demanda de agua para diversos usos se convierte en un factor de presión humana sobre este recurso, cuya disponibilidad y distribución física está predeterminado por la propia naturaleza, haciendo vulnerable las cuencas hidrográficas donde esto sucede tal como hoy en día se observa en las Cuencas de los ríos de la costa peruana.

En el Perú, los proyectos de irrigación como el Proyecto Especial Jequetepeque - Zaña y el Proyecto Especial Chavimochic, han modificado las condiciones ambientales en su área de influencia, lo cual sumando al manejo inadecuado del agua y al abandono en la explotación del agua subterránea han ocasionado el incremento de la salinidad, pérdida de fertilidad, condiciones potenciales para la aparición de enfermedades transmisibles, elevación del nivel freático, entre otros impactos.

La desertificación de los suelos en la parte baja de una cuenca es un proceso de degradación del suelo, como resultado de diversos factores:

- Variaciones climáticas.

- La escasez del agua.
- Actividades humanas adversas: Uso exagerado de fertilizantes.
- La deforestación.
- El agotamiento de los suelos.
- La pobreza.
- La pérdida de biodiversidad de plantas y animales.

El tratamiento de la desertificación es de importancia crítica y esencial para lograr los objetivos de desarrollo del milenio. El bienestar de los habitantes de las zonas secas, de los cuales cerca del 90% están en países en desarrollo. Aproximadamente la mitad de los habitantes del mundo que están por debajo de la línea de la pobreza viven en tierras secas. El tratamiento de la desertificación por lo tanto facilita la erradicación de la pobreza extrema y del hambre, según lo previsto en los objetivos del milenio (ODM), esto también complementa directamente las políticas a incluir en los planes destinados a luchar contra la desertificación, una de las medidas sería la activación del ciclo del agua en la cuenca. (<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Deserti.htm>)

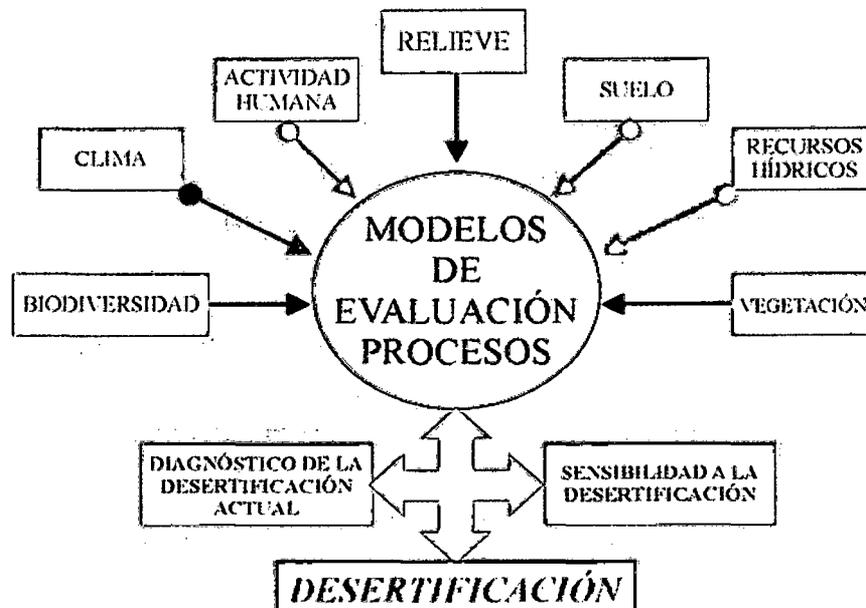


Fig.13. Desertificación de suelos en la parte baja de una cuenca.

CAPITULO IV.

CONCLUSIONES

El manejo del recurso hídrico en una cuenca es un proceso muy importante para elevar la producción y la productividad de los cultivos agrícolas e incrementar los niveles económicos y sociales de los pobladores, especialmente los de la parte alta de la cuenca.

Forestar y reforestar la parte alta de la cuenca con especies que mejor se adapten a fin de captar humedad y evitar la erosión hídrica de los suelos.

Utilizar sistemas de riego presurizado.

Los gobiernos locales, incluyen en sus “Planes de Desarrollo” la educación ambiental, con la finalidad de dar a conocer el buen manejo recurso hídrico en la cuenca.

Todos los actores de la cuenca consideran al recurso agua como un medio integrador de la cuenca (Parte alta, media y baja).

Es necesario fomentar acciones de cultura hídrica a través de las instituciones involucradas con la comunidad con el apoyo de los dirigentes locales, en donde las herramientas utilizadas deben ser innovadoras en el sentido que logren atraer la atención de la mayoría de los habitantes, tanto de la población infantil como la adulta, que les permita adquirir conocimientos teóricos y prácticos para el cuidado de sus recursos, de la misma manera se hace necesario que estos procesos tengan continuidad y seguimiento para asegurar el éxito esperado.

V. REFERENCIAS.

ADTI.(Friends of the Earth International).2003. Agua para la vida y el sustento. (En línea). Consultado 7 nov. 2004. Disponible en: http://www.foei.org/esp/publications/pdfs/water_briefing_esp.pdf.

Arteaga, H. (2008) La geología y su impacto en una cuenca.

ATA – INADE (1982). Gestión de oferta de agua en Cuencas de Proyectos Hidráulicos del INADE. Erosión en la cuenca Media y Alta del Rio Jequetepeque.

Basterrechea M. et ál. (1996). Lineamientos para la preparación de proyectos de manejo de cuencas para eventual financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Washington, DC.

Bonilla, A. (2010). Importancia de los bosques y la reforestación.

Cabrera, R., y E. de León (1999). Conceptualización y lineamientos para la formulación de un Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas Estratégicas en Guatemala. UPIE/MAGA, PAFG, BID. Informe de consultoría.

Cadenillas, A. (2010). Manejo de Cuencas. Universidad Nacional de Cajamarca.

Cansino J. *et al.* 2000. Contaminación de los recursos hídricos en la zona central de Chile. Pontífice Universidad Católica de Chile. CH. 22 p.

Castañeda, Wilson (2006). Inventario de proyectos en manejo de cuencas. FAO-MAGA, Guatemala. Informe de consultoría.

Castro Rivas. (2006). Perú: una propuesta de organización territorial. CONCYTEC

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1986. Principios de calidad de agua para el manejo de cuencas. Turrialba, C R.

- Chiquilín, L (2002). Técnicas de riego en la remolacha azucarera.
- Colon y Ballesteros, (2003). Gobernabilidad eficaz del agua: Acciones conjuntas en Centro América. Global WaterPartnership.60 p.
- De Freitas, H. (2001). Asistencia para protección de la Presa Gallito Ciego de los problemas de Sedimentación- Proyecto TCP/PER/0167.
- Dourojeanni, A; Jouravlev, A.; Chávez, G. 1999.Recursos Naturales e Infraestructura Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica División de Recursos Naturales e Infraestructura Santiago de Chile, CEPAL/ECLAC.
- Elías, Silvel (2006). Marco Estratégico para la rehabilitación del medio rural y reducción de la vulnerabilidad a medio y largo plazo. Manejo Integrado de Cuencas para la Gestión de Riesgos. FAO-MAGA, Guatemala. Informede consultoría.
- Fernández, A. (1999). Aprovechamiento y Gestión de Recursos Hídricos. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. (En línea). Consultado el 31 de julio de 2005 disponible en: <http://www.cyted.agua.uba.ar/pdf/aprovechamientoyGestion.pdf>
- García, A. (2006). Manejo de suelos salinos: Características, propiedades y manejo. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. X Congreso Nacional e internacional de la Ciencia del suelo: Suelo, seguridad alimentaria y pobreza. Lima –Perú. 212p.
- Girón, E. (2003). “Proyecto cuencas andinas”, CONDESAN, Disponible en www.condesan.org/.../Jequetepeque.htm.
- GWP (Asociación mundial para el agua); TAC (Comité de Consejo Técnico). 2000. Manejo Integrado del Recurso Hídrico. Global WaterPartnership. Estocolmo, SE. 76 p.
- Hendriks, J. (2006). Estructura político-institucional para la gestión de cuencas en países Andinos. Servicio Holandés de Cooperación para el desarrollo-Perú. 20p
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) 200 *Visión de Desarrollo de la Amazonía Peruana al 2022*. Iquitos.

Jiménez, F. (2005). Gestión integral de cuencas hidrográficas. Enfoque y estrategias actuales. Agronomía del riego Recursos, ciencia y decisión. Edición N° 2 Turrialba, CR.

López, K. (2004). Agronomía del riego presurizado.

Morgan, R. (1997). Erosión y conservación del suelo. Edición Mundio- Prensa. Madrid. Barcelona. México.

Núñez, M (2004). La cosecha del agua dulce. Lima- Perú. Disponible en <http://www.ecoportel.net/content/view/full/24951>.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006). Más allá de la escasez: poder, pobreza y crisis mundial del agua. Informe de Desarrollo Humano Mundial 2006. Barcelona: Mundiprensa.

Rodas, Ogden y J. López (2005). Programa Emergente de Manejo de Cuencas y Conservación de Suelos y Aguas, en Cuencas afectadas por la Tormenta Tropical Stan. FAO-MAGA, Guatemala. Informe de consultoría.

Rodas, Ogden (2006). Marco de políticas vinculadas a la gestión de cuencas hidrográficas. FAO-MAGA, Guatemala. Informe de consultoría.

FAO y PNUMA (1996). Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. Oficina Regional de la FAO Para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile.

Peralta y Simpfendorfer (2001). El riego por aspersión y su tecnología.

RAMSAR (2010). Asignación y manejo de los recursos hídricos. Lineamientos para la asignación y el manejo de los recursos hídricos a fin de mantener las funciones ecológicas de los humedales

Siles, J; Soares, D. (2003). La fuerza de la Corriente: Gestión de Cuencas Hidrográficas con Equidad de Género. San José, CR. Hivos/IUCN. 266 p.

Soares, D. (2005). "Educación Ambiental para el Manejo Sustentable del Agua en la Cuenca del Moctezuma, México", ponencia presentada en el Encuentro por una Nueva

Cultura del Agua en América Latina, Asociación Brasileña de Recursos Hídricos, Fortaleza, Brasil

Torres, P; Peñalosa, R. (2004) Ingeniería del Riego. Utilización Racional del Agua, Editorial Paraninfo S.A., España: Thomson Learning 2000. Págs. 63 - 65.

UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). 2000. Visión del Agua y la Naturaleza: Estrategia Mundial para la Conservación de los Recursos Hídricos en el siglo XXI. Cambridge, UK. 52 p.

Valqui, R. (2010). El riego por aspersión y experiencias en la provincia de Hualgayoc. Trabajo Monográfico. Examen de Habilitación Profesional. Universidad Nacional de Cajamarca.

Varas, J; Sandoval, H (2001) Agronomía del riego, Ed. Mundi-Prensa, 1993.

Vásquez, A. (2000). Manejo de cuencas alto andinas. Tomo II. Editorial FIMART, Lima.

Vásquez, A. (2000). Manejo de cuencas alto andinas. Tomo I y II. Universidad Nacional Agraria "La Molina", Lima – Perú.

Vásquez, A. (2012). Almacenamiento de agua con la construcción de micro reservorios en las zonas alto andinas. Universidad Nacional Agraria "La Molina", Lima – Perú.

Vera, R (2001). Proyectos Agrícolas de Riego. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires (Argentina).

Villon, L. (2007). Climatología e hidrología de cuencas.

Wikipedia (2012). El Riego en el Perú. Disponible en es.wikipedia.org/wiki/Riego_en_el_Perú.

WWF (WorldWildlifeFund.) s.f. Aprovechamiento racional del agua: Promoción del desarrollo sostenible a través de la gestión integrada de las cuencas hidrográficas. Gland.. 7 p.