

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA
DIVISION DE PROTECCION Y PARQUES NACIONALES
SECCION DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

PLANIFICACION DEL FOMENTO DE CUENCAS
HIDROGRAFICAS

Por
JOHN BLACKMORE
(TOMADO DE LA REVISTA "UNASYLVA" FAO)

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Enero. 1.962

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA
DIVISION DE PROTECCION Y PARQUES NACIONALES
SECCION DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS**

**PLANIFICACION DEL FOMENTO DE CUENCAS
HIDROGRAFICAS**

Por
JOHN BLACKMORE
(TOMADO DE LA REVISTA "UNASYLVA" FAO)

DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Enero. 1.962

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA
DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIVISION DE PROTECCION Y PARQUES NACIONALES
SECCION DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS

LA PLANIFICACION DEL FOMENTO DE CUENCAS
HIDROGRAFICAS

Por

John Blackmore

Direcciom de Fomento de Tierras y Aguas F.A.O.

Copia del original aparecido en la revista UNASYLVA
FAO, Volumen 14, número 3, 1.960

Caracas, 22 de Enero 1962

LA PLANIFICACION DEL FOMENTO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

John Blackmore

Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO 1

La planificación consiste en decidir una actividad y la forma en que debe desarrollarse. Reviste una importancia particular en relación con las cuencas hidrográficas. Los problemas que plantea una zona de recepción con frecuencia se hallan tan entremezclados y son tan complejos que resulta difícil decidir por dónde debe empezarse. Además, suele ocurrir que la solución de problemas que en un primer examen pueda parecer clarísima, se ve luego, cuando se procede a una investigación más detenida, que depende de la solución previa de otros problemas más fundamentales. Por ejemplo, no es raro que una zona de captación de aguas exija la construcción de terrazas como medio de combatir la escorrentía superficial y que, al mismo tiempo, resulte imposible construir tales terrazas hasta que se haya encontrado algún medio para la racionalización de un régimen de propiedad de tierras basado en una excesiva parcelación. En modo análogo, en algunas zonas, la necesidad de repoblaciones forestales es evidente, pero tales repoblaciones no tendrían éxito alguno en tanto no se introdujeran algunos cambios en las servidumbres tradicionales de pastoreo en esos terrenos.-

Suele también ocurrir con cierta frecuencia que un aspecto del fomento de una cuenca de recepción dependa de lo que se haga en otros lugares. La capacidad de acumulación de azolve con que se proyecten los embalses dependerá parcialmente de las medidas que se adopten para combatir la erosión en los terrenos de la zona de captación. Los planes para la regulación del pastoreo suelen

1) El Dr. Blackmore es en la actualidad Profesor de Economía Agrónoma en la Universidad del Estado de Massachusetts, Amherst, Massachusetts.-

dependen de la posibilidad de disponer de otra fuente de forrajes para los animales. Todos estos aspectos del mejoramiento de las cuencas hidrográficas están relacionados entre sí, siendo necesaria una minuciosa planificación si se quiere que los trabajos tengan éxito positivo.

Si bien los trabajos de mejoramiento de cuencas hidrográficas pueden dar resultados sorprendentes, exigen tiempo y dinero y, si se quiere evitar todo malgasto de ambos, la planificación de cada proyecto debe recibir una atención muy particular. Es trágico perder diez o quince años de trabajo por haberse tratado de establecer una cubierta forestal en terrenos no aptos para ello; constituye también un mal gasto de recursos construir obras de ingeniería condenadas al entarquinamiento a breve plazo por no haberse prestado la atención debida a combatir la erosión aguas arriba. Constituye un doble malgasto dedicar tiempo y dinero a trabajos de mejoramiento del terreno llamados a deteriorarse por no haberse previsto el menor plan para su mantenimiento. El costo de una minuciosa planificación de los programas de mejoramiento de cuencas hidrográficas es reducido en comparación con las enormes inversiones que con harta frecuencia de ben efectuarse de fondos tanto públicos como privados. En particular, en aquellos países donde escasean los capitales disponibles debe procurarse no malgastarlos a causa de deficiencias en la planificación de los proyectos.

Los planes para la ordenación de cuencas hidrográficas se proponen dos objetivos. En primer lugar, constituyen un medio para obtener la autorización a invertir fondos y a realizar los trabajos. Nunca se dispone de dinero y de tiempo suficientes para todos los trabajos de mejoramiento, por lo cual hay que elegir entre los diversos proyectos. La mejor forma de hacer esta elección es comparando los planes de proyectos optativos. Es difícil decidir en qué zona de recepción conviene invertir el capital si se desconoce el costo probable y los posibles resultados de cada proyecto. Ambas cosas pueden conocerse gracias a los planes correspondientes y, mientras más perfecta sea la planificación, más fidedignos serán los datos en cuanto a costo y resultados. Además, mientras mejor sea la planificación del proyecto, mayores garantías tendrán los administradores de que los desembolsos propuestos conducirán en realidad a los resul

tados previstos. En muchas administraciones nacionales la aprobación de un proyecto de obras como las relativas al mejoramiento de cuencas hidrográficas suele ser larga, e implica la decisión de muchas personas. Un informe detallado sobre los planes del proyecto puede ser un medio muy útil para simplificar y acelerar esta aprobación oficial.

Un segundo objetivo de la planificación es servir de guía en los trabajos que deban efectuarse. Esto reviste una importancia particular, porque en casi todas las cuencas hidrográficas la labor exige una gran variedad de medidas cuya responsabilidad recae en muchas personas, tanto particulares como funcionarios del gobierno. Asimismo, con frecuencia, la responsabilidad de la labor del gobierno se reparte entre diversas oficinas u organizaciones. Así, por ejemplo, al servicio de extensión le incumbe asesorar a los agricultores sobre sistemas de cultivos que reduzcan a un mínimo la erosión de las tierras labrantías. El servicio forestal puede encargarse de las actividades de repoblación y de protección de incendios. Al servicio de obras públicas le corresponde la construcción de presas, etc. Un plan previamente convenido para la totalidad del programa de mejoramiento de cuencas hidrográficas hace posible la necesaria coordinación entre las diversas oficinas. Sirve a la vez para esclarecer lo que puede hacer el gobierno y lo que incumbe hacer a los usuarios de la tierra. Un plan preparado con detenimiento mostrará el orden cronológico de las operaciones, haciendo ver, por ejemplo, que deben adoptarse determinadas medidas de tratamiento del terreno para combatir la erosión antes de construir embalses para la contención de inundaciones, eliminando así la posibilidad de que tales embalses queden rápidamente cegados por los materiales edáficos arrastrados desde las tierras altas por corrientes superficiales destructoras. El plan puede indicar también el momento de ejecución de aquellas actividades que incluyen sobre los ingresos de los agricultores, de forma que, en la medida de lo posible, las que primero se acometan conduzcan a mayores ingresos, permitiendo así que los particulares puedan financiar fases posteriores de los trabajos necesarios.

Organización de la Plantación del Fomento de cuen- cas Hidrográficas

Toda oficina o departamento encargado del mejoramiento de las cuencas hidrográficas necesita contar con una dependencia que se ocupe de la planificación. La naturaleza de esta dependencia estará supe-
ditada, por supuesto, a muchos factores, como por ejemplo el alcance de los trabajos que deban emprenderse y la naturaleza de las atribuciones de la oficina gubernamental respecto del programa. Un programa de mejoramiento de cuencas hidrográficas de un servicio forestal responsable de zonas forestales de dominio público será distinto del de una organización encargada del complejo de problemas que suscitan las cuencas de recepción que son objeto de toda clase de aprovechamiento y contienen tierras tanto privadas como de dominio público. En modo análogo, las necesidades de la planificación y los organismos encargados de planear los proyectos han de ser distintos.-

Existen, sin embargo, algunos principios generales que pueden -- constituir una guía muy útil para organizar grupos encargados de la planificación del mejoramiento de las cuencas hidrográficas, cualquiera -- que sea la magnitud del proyecto y la naturaleza de los problemas técnicos que entran en juego. En primer lugar, el organismo planificador debe ser parte integrante del organismo encargado de la ejecución práctica. El grupo planificador, si está orgánicamente separado de la entidad encargada de llevar a la práctica los mejoramientos planeados, no verá convertirse sus planes en realidad tangible, a la vez que el organismo encargado de la ejecución práctica encontrará probablemente -- difícil utilizar los planes preparados por un grupo independiente, por no tenerse en éstos debidamente en cuenta los problemas prácticos inherentes a la ejecución de los trabajos. El planeamiento y la ejecución práctica deben discurrir paralelamente y en estrecho contacto. Por supuesto deberá existir un cierto grado de especialización. No todos los miembros del personal han de tomar parte a la vez en el planeamiento y en la ejecución del proyecto. La solución más satisfactoria suele ser formar un pequeño equipo planificador con sede en el organismo ejecutor, existiendo así un contacto continuo entre planificadores y encargados del aspecto práctico.-

Un segundo principio que puede orientar en la estructuración de un organismo planificador es que, entre el personal encargado de la planificación, deben figurar expertos cuyos campos de actividad abarquen todos los aspectos del mejoramiento de las cuencas hidrográficas que concurren en las zonas en estudio. Por ejemplo, un equipo planificador para el mejoramiento de cuencas hidrográficas en monte de régimen público puede exigir sólo un hidrólogo, un forestal y un ingeniero de montes. En cambio, un organismo planificador que deba encargarse de cuestiones relacionadas con las tierras labrantías y de pastoreo, así como con los montes y con tierras de régimen tanto privados como público, exigirá las funciones de expertos de otras clases. Un organismo planificador de este tipo debe poseer competencia técnica en ordenación de pastizales y en agronomía, y, asimismo, contar con expertos calificados y con experiencia en el campo de la economía de la empresa agrícola, la tenencia de tierras y otros aspectos institucionales que condicionan la vida y la renta de la población rural.

Casi siempre se observará que el personal más satisfactorio para un organismo planificador es aquel que posee una cierta experiencia práctica en programas activos, contemplada con una capacitación especial en sus respectivos campos técnicos. La experiencia práctica es tan importante como una capacitación superior.

En el caso de algunos trabajos especiales de mejoramiento de cuencas hidrográficas, la necesaria planificación deberá realizarla el propio personal encargado de la ejecución del proyecto. Esto es así, sobre todo, en los trabajos de investigación y en los proyectos experimentales. En estos casos, la magnitud del programa total suele ser tan reducida que no justifica un organismo separado para la planificación. Además, en los proyectos de investigación y experimentales las consideraciones relativas a la recogida y análisis de datos y las relaciones íntimas que existen entre los planes de trabajo y los resultados que deben evaluarse aconsejan encomendar la necesaria planificación del proyecto directamente al personal ejecutivo, en lugar de hacerlo a una dependencia planificadora separada.-

Tipos de Planes de Mejoramiento de Cuencas Hidrográficas

No es necesario entrar en los detalles de los proyectos de ingeniería en relación con el mejoramiento de las cuencas hidrográficas. De los detalles constructivos de las estructuras para la contención de aguas, combate de la erosión y otros objetivos afines tratan suficientemente muchas obras clásicas de ingeniería. Conviene observar, sin embargo, que los aspectos no referentes a la ingeniería merecen una atención igualmente detenida. Es esencial un minucioso y detallado planeamiento (proyecto) de un programa de repoblación para una cuenca hidrográfica particular, o de una campaña educativa que mueva a los usuarios de la tierra a adoptar métodos de cultivo que frenen la erosión. En el mejoramiento de cuencas de recepción el tiempo y el dinero son los elementos que más escasean, y éstos pueden economizarse contando con un proyecto detenidamente preparado o con planes de trabajo para cada aspecto del programa. En los trabajos de ingeniería, los especialistas altamente capacitados dedican gran parte de su tiempo al planeamiento metódico de las actividades que han de desarrollarse. La misma política debe seguirse en otros aspectos prácticos del mejoramiento de las cuencas hidrográficas.

No es fácil trazar una divisoria entre la planificación y el proyecto, si bien conviene diferenciar algo estos conceptos. En líneas generales, la planificación se refiere a la formulación de decisiones en cuanto a lo que debe hacerse, y el proyecto a la forma en que debe hacerse. Desde el punto de vista de la ingeniería, el proyecto suele referirse al planeamiento de las estructuras en detalle como guía para los encargados de construirlas. Esto mismo puede aplicarse a otros aspectos de un programa de mejoramiento de cuencas hidrográficas, utilizando el término "Proyecto" para designar el planeamiento de todos los detalles de un programa práctico. Sin embargo, es más usual servirse del término "plan de trabajo" en relación con aquellos aspectos de los trabajos distintos del proyecto de estructura. En el presente artículo se utiliza este término con tal significativo.-

Muchas son las clases de planes de mejoramiento de cuencas colectoras, proponiéndose cada una de ellas un objetivo concreto, el cual determina la naturaleza del plan. Para algunos fines, basta con un reconocimiento, mientras que para otros se precisa de un planeamiento extremadamente detallado. Asimismo, para algunos objetivos, la planificación puede referirse a un solo aspecto técnico del fomento de una cuenca hidrográfica, mientras que para otros será necesario contar con un plan completo e integrado que abarque los múltiples aspectos de un programa de fomento.-

Planificación en las Cuencas Fluviales.-

El mejoramiento y la ordenación de las zonas de recepción es uno de los aspectos más importantes del planeamiento completo en las cuencas fluviales. Junto con los planes de construcción de medios en el tronco principal para la obtención de energía eléctrica y el almacenamiento de aguas de riego o de inundación, o para el mejoramiento de la navegación, es preciso prestar atención a los planes relativos a los trabajos necesarios en la propia cuenca hidrográfica. En muchas partes del mundo, descuidar las cuencas hidrográficas puede tener efectos desastrosos. Sobre todo en aquellas zonas en que los suelos son altamente erosionables, si no se planea el combate contra esta erosión podrá producirse el entarquinamiento de embalses muy costosos y mucho antes de llegado el fin de su vida económica prevista. Por desgracia, la realidad es que la planificación de las cuencas de recepción suele descuidarse con harta frecuencia en la planificación total de cuencas fluviales, recibiendo en el mejor de los casos una atención del todo insuficiente. Esto ocurre así a veces por considerarse que las estructuras de canalización fluvial ejercen un efecto directo sobre un determinado problema de importancia económica. Unas veces proporcionan un bien económico, como energía eléctrica, medios de transporte o agua de riego, otras sirven para reducir al mínimo las pérdidas económicas que ocasionan las inundaciones. En cambio, el mejoramiento de las cuencas colectoras suele considerarse relacionado exclusivamente con la protección de los propios embalses. En muchos casos es posible proyectar embalses de suficiente capacidad para el almacenamiento de los materiales edáficos, lo que les asegura una prolongada vida útil.-

Suele pasarse por alto que precisamente los trabajos más necesarios en la cuenca colectora para la protección de los embalses son a la vez de tal naturaleza que pueden reportar ventajas económicas directas. Los trabajos prácticos de conservación de suelos suelen ser casi siempre una forma de ordenación de tierras mejorada que conduce generalmente a una mayor productividad y a ingresos más altos. En los bosques, en las zonas de pastoreo y en las tierras labrantías esto es lo que ocurre. Las posibilidades de combatir la erosión y de ofrecer así una protección para los embalses depende que los usuarios de las tierras adopten técnicas de ordenación que aumenten sus ingresos y a la vez preserven los recursos agrológicos, sosteniendo así las fuentes de ingresos y preservando la vida de los embalses. Por supuesto, existen grandes zonas en el mundo en que la lucha contra la erosión del suelo está fuera del alcance de los diversos usuarios particulares de las tierras: en estas zonas, según el grado en que formen parte de cuencas fluviales donde se proyecta la construcción de embalses, es preciso que los proyectistas incluyan en sus planes y en sus estimaciones de gastos las adecuadas medidas de tratamiento de tierras, que deban emprenderse con carácter de obras públicas.

Como mínimo, el informe de un plan completo para una cuenca hidrográfica deberá contener una sección especial sobre mejoramiento y ordenación de las zonas de captación. Esta sección comprenderá una clasificación de las cuencas colectoras tributarias, según la naturaleza y gravedad de la situación. Conviene que esta clasificación se ajuste a dos criterios: protección de las estructuras que deban construirse en el cauce del río y aumento del bienestar económico de la población de la zona. En el primer caso, la clasificación ilustrará preferentemente las zonas en que más necesario es el combate contra la erosión con objeto de mantener la vida útil de determinadas estructuras. Una clasificación ajustada al segundo criterio se basará en las zonas en que una mejor ordenación de tierras condicionaría a una máxima obtención de ingresos. Combinando ambos criterios, quedarían indicadas las zonas en que la necesaria protección de los embalses podría derivarse de una ordenación mejorada de las tierras por parte de los usuarios particulares. Delinearía, asimismo, las zonas críticas en que se precisan subvenciones públicas para un mejor aprovechamiento de las tierras, con el fin de ofrecer la necesaria protección de los embalses.-

La sección sobre mejoramiento de zonas de captación en un plan de cuenca fluvial debe bosquejar asimismo los diversos programas necesarios para conseguir en el **grado debido** un mejor aprovechamiento de las tierras. Comprenderá la forestación, la ordenación del pastoreo y el aprovechamiento de tierras labrantías. Discutirá las necesarias reformas en los sistemas de tenencia de tierra, los cambios que conviene introducir en la legislación o en la política gubernamental y los ajustes que se hacen necesarios en la organización de las actividades gubernamentales, y deberá indicar la forma en que pueden robustecerse los trabajos educativos entre los usuarios de la tierra y otros servicios oficiales, como los programas de crédito y subvención agrícola para conseguir un mejor empleo de las tierras que integran una cuenca hidrográfica.-

Planes de Trabajo en la Zona de Captación.

Para los fines del presente artículo, un plan de trabajo en una zona de captación puede definirse como aquel que abarca una cuenca colectora que deba ser escenario de un programa de actividades. No -- existe una medida práctica para determinar la magnitud de tal zona. Para fines prácticos puede sólo definirse como la zona abarcada por un -- plan de trabajo. En algunos casos en que se trata de proyectos de gran envergadura, la zona puede tener varios millares de hectáreas, mientras que en otros casos, puede ser de pocas hectáreas, y quizá afectar sólo a una media docena de fincas. De cualquier forma, el rasgo más sobresaliente de esa zona es el ser objeto de una planificación completa, indicándose en los planes cada una de las diversas actividades que deben -- emprenderse para conseguir un mejoramiento en el régimen de las aguas captadas en la zona.

Ya que deben servir de base para la labor de mejoramiento, los planes de trabajo destinados a las zonas de captación deben ser detallados y precisos. Indicarán por medio de mapas, cuadros, gráficas y texto lo que debe hacerse, dónde debe hacerse, por quien, cómo y cuándo. De esto se trata con mayor amplitud más adelante.-

Una parte importante del informe relativo a los planes, es la sección sobre la estimación de gastos. Uno de los objetivos de la planificación es llegar a una estimación fidedigna del costo de las obras propuestas. Durante la planificación pueden trazarse diversos planes y estimarse sus costos respectivos antes de seleccionar uno como el más conveniente desde el punto de vista de su factibilidad técnica y de los costos relativos.- Esta estimación de gastos sirven de guía en las decisiones relativas a la aprobación de los trabajos planeados, y también en el proyecto de financiación del plan por parte del gobierno y de los usuarios de las tierras que más directamente se benefician.-

Planes de Fomento de la Comunidad.

Los trabajos de mejoramiento de cuencas hidrográficas suelen ser difíciles porque dichas zonas están habitadas. No es muy difícil planear y ejecutar medidas respecto de los problemas de una cuenca hidrográfica boscosa cuyas tierras son propiedad del Estado y se hallan reguladas por éste, sin que habiten en ellas particulares ni tengan sobre ellas derecho alguno. En cambio, cuando los particulares poseen derechos en las tierras de la cuenca hidrográfica deben tenerse presentes los intereses de éstos tanto como los intereses públicos. Una forma muy eficaz de resolver esta situación es por medio de planes de fomento de la comunidad. En este caso, las agrupaciones sociales primarias, la aldea o sus alrededores sirven de base para un sistema de organización social o política. El objetivo de estos trabajos es fomentar la autoayuda en cuanto a los problemas de aprovechamiento de tierras y aguas y demás cuestiones afines. Rara vez los límites de una cuenca hidrográfica coinciden con los de una comunidad rural, por lo cual la zona de planeamiento hidrográfico y la del planeamiento del fomento de la comunidad suelen ser del todo diferentes. Sin embargo, es frecuente que las zonas de recepción seleccionadas para los proyectos de mejoramiento abarquen zonas correspondientes a diversas comunidades rurales, aldeas o vecindarios, y de esta forma es frecuente la posibilidad de estimular el desarrollo de los planes de mejoramiento de la comunidad como medios de promover el aprovechamiento de las tierras y otras mejoras afines en parte de la zona en que se desarrolla un programa de mejoramiento hidrográfico.-

El planeamiento del desarrollo de la comunidad constituye primordialmente un medio de organizar las actividades de particulares, que de esta forma contribuyen hacia el mejoramiento de su propia comunidad y hacia el de toda cuenca colectora. En el propio plan se suelen poner de relieve las medidas referentes a problemas locales, sean comunes o individuales. Por ejemplo, un plan de mejoramiento de la comunidad puede prever la modernización de carreteras y la obtención de mayores rendimientos agrícolas. La primera podrá planearse como empresa cooperativa, en la que cada familia proporcione mano de obra o instrumentos. Los trabajos de mejoramiento de cultivos pueden exigir una actividad estrictamente individual.

En tales trabajos de mejoramiento de la comunidad, desarrollados como parte de un proyecto de fomento hidrográfico, se prestará naturalmente una atención considerable a los cambios en el aprovechamiento de tierras que tengan consecuencias hidrológicas favorables. Entre estos cambios pueden figurar la repoblación de montes de propiedad particular, la regulación del pastoreo y de las quemas en los montes privados o comunales, la construcción de terrazas, bancales y demás sistemas de evaluación de las aguas, la estabilización de cárcavas y otras medidas de lucha contra la erosión, el mejoramiento de la cubierta vegetal en los pastizales y todo cambio en el aprovechamiento de tierras que conduzca a una reducción de las pérdidas de suelo y de la escorrentía superficial.-

Planes en la Granja.-

En las tierras labrantías de propiedad privada, y en cierto grado también en las tierras boscosas y en las de pastoreo, el elemento fundamental en la planificación del mejoramiento hidrográfico es el plan en la granja. Cada usuario de la tierra posee un plan de alguna clase. Casi nunca está escrito, y de ordinario ni siquiera se le considera un "plan" ni se le supone relacionado con las operaciones de una explotación agrícola en su conjunto. Suele consistir simplemente en una serie de hábitos y costumbres a las que se ajustan las decisiones que toma el agricultor. Por casual que pueda parecer este criterio es el que determina la forma en que se aprovecharán las tierras. Corresponde, pues, al técnico en mejoramiento de cuencas hidrográficas idear algún medio que influya sobre esta planificación en la granja.-

Es esencial que los trabajos de mejoramiento de cuencas se basen en las mejoras introducidas en los planes de las diversas fincas. El comportamiento hidrológico de una gran zona de captación es, en gran medida, el resultado de las actividades diarias desarrolladas por los centenares de millares de personas que aprovechan las tierras de la cuenca hidrográfica para el cultivo, el pastoreo o la producción de madera. Casi siempre, un cambio en las condiciones de la cuenca hidrográfica significa un cambio correspondiente en las operaciones realizadas en cada granja, lo cual a su vez significa un cambio en los planes de operaciones de los agricultores.

Estos cambios deben planearse en relación con los objetivos económicos y sociales de los agricultores. Sería ocioso aconsejar a un agricultor que adoptara una cierta práctica de conservación del suelo y de las aguas que condujera a menores ingresos para su familia. En modo análogo, un plan realista para el mejoramiento de una cuenca hidrográfica debe tener presente los niveles sociales y las preferencias de la población. El valor que las gentes conceden a los recursos de tierras y aguas influye poderosamente sobre los cuidados que recibirán estos recursos. En modo análogo, el valor que se concede a los animales influye con frecuencia sobre la amplitud del pastoreo.

Los planes de granja necesarios para el mejoramiento de cuencas deben ser planes de "toda una explotación". Deberán estar relacionados con el aprovechamiento de las tierras y también con muchos otros aspectos del funcionamiento de los establecimientos y de las formas de vida de las familias. El mejoramiento de las tierras de pastoreo, reduciendo el número de animales en las mismas, supone además la planificación necesaria para, al menos, mantener la producción de carne, leche, fibras o fuerzas de tiro. Esto puede significar el tener que recurrir a otras fuentes de alimentos para los animales, o el mejorar la calidad de los animales de pastoreo: en cualquier caso, para obtener los resultados apetecidos, serán precisos planes factibles. En modo análogo, un plan para el mejoramiento de la cubierta vegetal o de las tierras de pastoreo mediante el empleo de fertilizantes, con objeto de combatir la erosión y la escorrentía superficial, exige convertir los pastos en sumas en metálico para la adquisición de los fertilizantes. También en este caso el planeamien

to de las empresas pecuarias reviste importancia. En toda planificación de cambios en el sistema de aprovechamiento de tierras en las granjas, el cambio propuesto debe examinarse hasta el último de sus efectos sobre el funcionamiento de la explotación en su conjunto. Este detenido examen de todas las posibles consecuencias es lo que antes se enunció como "planificación de toda una explotación".-

Planes para Lugares Concretos.-

En realidad, éstos son parte de los planes de trabajo para los programas de mejoramiento de cuencas hidrográficas. Se refieren a las zonas más críticas de la cuenca desde el punto de vista de la escorrentía y de la erosión, y en su mayor parte comprenden aquellas actividades que deben emprenderse por el organismo público encargado del mejoramiento de cuencas. Estas zonas pueden presentar una grave abundancia de cárcavas, y en ellas las necesarias mejoras en el aprovechamiento de tierras caen fuera del alcance tanto del usuario particular como de las personas que cooperan en un proyecto de mejoramiento comunal. Los planes para tales zonas de ordinario se refieren a obras de ingeniería para la estabilización del suelo, unidas a otras mejoras de la cubierta vegetal, tales como repoblación de montes o empradizamiento. En los planes para estas zonas, con frecuencia no se prevé ningún aprovechamiento de las tierras durante algunos años, ya que el mejoramiento hidrológico es tan importante desde el punto de vista de la zona de recepción en su conjunto que resulta más necesario remediar rápidamente la situación que aprovechar los terrenos para el pastoreo, la producción de cultivos o la obtención de madera.

Un aspecto de la máxima importancia en la planificación en lugares delimitados es el análisis económico. Las obras de corrección en tales zonas son siempre caras y debe procurarse por todos los medios reducir los costos a un mínimo. Cuando existe mano de obra libre, los trabajos en estas zonas con frecuencia pueden planearse como una forma de ofrecer empleo en beneficio del bienestar público. Aun así, casi siempre hay que tener cuidado de no invertir sumas excesivas en el mejoramiento de estos lugares críticos. En algu-

nos casos puede dedicarse un mayor tiempo en lugar de recurrir a obras costosas; asimismo, las medidas que se propongan eliminar la causa de la dificultad (por ejemplo, un excesivo número de animales de pastoreo), darán a su debido tiempo los resultados apetecidos.-

Datos necesarios en la planificación de mejoras en las Cuencas colectoras

La clase y la cantidad de datos necesarios para la planificación de los proyectos de mejoramiento de cuencas dependerán en parte de la naturaleza y finalidad del proyecto. Los requisitos especiales de las actividades de investigación en pequeñas cuencas se discuten en otra sección. Cuando el proyecto constituye primordialmente una actividad de demostración puede ser necesarios datos sobre la situación inicial algo más detallados que si se tratara de un proyecto general de mejoramiento hidrológico. Para esta última finalidad, los datos necesarios en la planificación caen en las categorías siguientes:

- 1 Información meteorológica
- 2 Información hidrológica
- 3 Datos sobre el aprovechamiento de tierras y suelos.
- 4 Información económica y social

Se recogerá una información de estos tipos suficiente para servir de base en la evaluación de la situación actual y que permita a la vez trazar un plan para corregir los actuales problemas hidrológicos, preparar un pronóstico de los probables efectos de los trabajos propuestos y formular algunas estimaciones fidedignas en cuanto al costo del proyecto.-

Información meteorológica.

Se atenderá en especial a la recogida de datos sobre la precipitación. Estos datos comprenderán mediciones de la precipitación anual, distribución estacional de ésta y características de las tormentas típicas, es decir, duración, intensidad y frecuencia. Los datos so-

bre la temperatura son de particular utilidad cuando la precipitación o la escorrentía están asociadas con temperaturas bajo cero.

Información hidrológica

Deberá recogerse información sobre el régimen de las corrientes que permita trazar gráficos hidrológicos para la magnitud de las tormentas contra las cuales se proyecta la protección. Como mínimo, deberán figurar observaciones o estimaciones sobre el caudal de las corrientes en una gran variedad de condiciones durante las tormentas y después de éstas. Es también importante trazar estimaciones de la carga de sedimentos de la corriente en cuestión. Se recogerá una información adecuada que permita el proyecto minucioso de estructuras, sobre todo para conseguir una adecuada capacidad de almacenamientos de las aguas que verterán las tormentas previstas, para que la capacidad de los aliviaderos garantice la seguridad de cada construcción y para permitir un adecuado almacenamiento del limo, de forma que cada construcción tenga una duración útil económica.

Datos sobre aprovechamiento de tierras y suelos.

Un detenido reconocimiento edafológico es esencial para la adecuada planificación de un pequeño proyecto hidrológico. La información obtenida con tal reconocimiento no sólo servirá de base para determinar la situación actual, sino que será también fundamental para planificar las actividades de mejoramiento de tierras, tales como repoblación, regeneración de praderas, construcción de terrazas y bancales para combatir la escorrentía superficial y las pérdidas de suelo. Un detallado reconocimiento edafológico proporciona la mayor parte de la información necesaria para determinar la situación erosiva y para delinear las principales zonas limógenas. Los datos sobre tipos de suelos son esenciales para elegir las especies arbóreas o herbáceas que conviene plantar en determinados lugares, a la vez que esta información es también útil para predecir los posibles cambios en el régimen de infiltración como consecuencia de los cambios introducidos en la cubierta vegetal.-

Cuadro 1. - Modelo de Clasificación de Tierras Según su Rendimiento Hidrológico.

Grupo de suelos	Grupo de cubierta del terreno			
	1	2	3	4
A	Suelos muy permeables de gran profundidad, cubiertos por una densa vegetación boscosa o por un césped compacto de hierbas altas. Indice 100	Suelos muy permeables de gran profundidad, cubiertos por una vegetación boscosa de media a ligera densidad con algún barrujo superficial; tierras de pastoreo con césped continuo de hierbas cortas; o tierras de cultivo con cubierta continua de vegetación en crecimiento. Indice 80	Suelos muy permeables de gran profundidad, cubiertos por bosques mutilados y tierras de cultivo con cubierta parcial de vegetación en crecimiento Indice 40	Suelos muy permeables de gran profundidad, esencialmente desnudos. Indice 30.-
	Suelos bastante permeables de gran profundidad entre media y media, cubiertos por bosques densos o césped compacto de hierbas altas Indice 80	Suelos bastante permeables de gran profundidad entre media y media, cubiertos por montes de densidad entre media y ligera, con algún barrujo superficial; prados con césped continuo de hierbas cortas; o tierras de cultivo con cubierta continua de vegetación en crecimiento. Indice 60	Suelos bastante permeables de gran profundidad entre media y media, esencialmente desnudos. Indice 20.-	

Continuación del Cuadro Anterior

Suelos de permeabilidad limitada y suelos bastante someros cubiertos por bosques densos o césped compacto de hierbas altas Indice 60	Suelos de permeabilidad limitada y suelos bastante someros, cubiertos por montes de densidad entre media y ligera, con algún barrujo superficial; prados con césped continuo de hierbas cortas; o tierras de cultivo con cubierta continua de vegetación en crecimiento. Indice 40	Suelos de permeabilidad limitada y suelos bastante someros, cubiertos por bosques muñilados prados excesivamente pastados y tierras de cultivo con cubierta continua de vegetación en crecimiento.- Indice 20	Suelos de permeabilidad limitada y suelos bastante someros, esencialmente desnudos Indice 10.
Suelos muy resistentes a la infiltración y suelos muy someros, cubiertos por montes de densidad entre media y ligera, con algún barrujo superficial, prados con césped continuo de hierbas cortas o tierras de cultivo con cubierta continua de vegetación en crecimiento. Indice 30	Suelos muy resistentes a la infiltración y suelos muy someros, cubiertos por bosques muñilados, prados excesivamente pastados y tierras de cultivo con cubierta continua de vegetación en crecimiento.- Indice 10	Suelos muy resistentes a la infiltración y suelos muy someros cubiertos por bosques muñilados, prados excesivamente pastados y tierras de cultivo con cubierta continua de vegetación en crecimiento.- Indice 0	Suelos muy resistentes a la infiltración y suelos muy someros, esencialmente desnudos Indice 0

Para los fines de la planificación y evaluación del mejoramiento de cuencas se necesita un tipo especial de clasificación de tierras. Este sistema es una clasificación según el rendimiento hidrológico y se basará tanto en los caracteres del suelo como en la cubierta vegetal. El objeto de esta clasificación es proporcionar un medio para la estimación del comportamiento hidrológico de una zona de recepción. Basándose en una serie de clasificaciones para diversos lugares puede asignarse un índice a la cuenca hidrográfica en su conjunto, el cual a su vez puede correlacionarse, mediante ajustes en los valores de ponderación utilizados, con los datos deducidos del gráfico hidrológico de la corriente. De esta forma, el índice correlacionado servirá para medir los efectos esperados de los cambios en el uso de las tierras sobre el comportamiento del curso de agua. La marcha del mejoramiento de la cuenca hidrográfica puede también evaluarse mediante reconocimientos periódicos de la cubierta del suelo en la cuenca hidrográfica y por un nuevo cómputo del índice de la cuenca 2.-

Más arriba se dio un modelo de un sistema de clasificación de este tipo. Los índices utilizados son puramente ilustrativos, y en cada zona en que deba utilizarse uno de estos sistemas deberán fijarse los valores del caso basándose en la investigación.

Al adaptar el sistema de clasificación a las necesidades de una zona determinada será preciso modificar las definiciones. Debe observarse, sin embargo, que el rasgo esencial del sistema es el de constituir una clasificación de doble efecto, en la que se deja lugar para los efectos compensadores de los suelos y de la cubierta vegetal. Una vegetación densa es, en cierto grado, una compensación -

2) Véase: Seigworth, K. J., y Olson, E. F., "Infiltración changes resulting from forest protection and management" Journal of Soil and Water Conservation, Vol. 12, N° 6, nov. 1957
Un sistema de este tipo lo utiliza la Administración del Valle del Tennessee, en los E. U. A.-

para un suelo de permeabilidad limitada; por otra parte, los caracteres de infiltración del suelo pueden contrarrestar en cierta medida las condiciones de la vegetación. Debe esperarse, sin embargo, que los caracteres edáficos permanezcan relativamente inalterados mientras dure un proyecto de mejoramiento de cuencas hidrográficas, a la vez que las condiciones de la vegetación pueden quedar sustancialmente alteradas. Por consiguiente, al efectuar las evaluaciones periódicas de la marcha de los trabajos será preciso únicamente recoger nuevos datos sobre las condiciones de la cubierta que puedan combinarse con los datos ya recogidos anteriormente acerca de los suelos. Casi siempre, convendrá utilizar en estos reconocimientos algún tipo fidedigno de muestreo estadístico.-

Información económica y Social.

En la planificación de un proyecto hidrográfico es esencial un cierto volumen de datos económicos y sociales. Importa conocer la estructura social de la zona para elegir los medios por los que pueda conseguirse una plena cooperación local en los trabajos. En las zonas en que la colonización se organiza por pueblos no será necesaria ninguna investigación especial para definir los principales grupos sociales o para comprender la estructura organizativa en las comunidades. En cambio, en zonas de libre colonización será preciso tratar de delinear la estructura y organización de la comunidad. Para este fin pueden aplicarse las técnicas de investigación sociológica ordinarias.-

Debe también prestarse una atención considerable a la recogida de datos sobre la organización de empresas agrícolas y sobre la economía del aprovechamiento de tierras, sea para la agricultura, el pastoreo o la producción forestal. Si bien puede no ser factible o necesario efectuar un reconocimiento completo de cada predio de una cuenca hidrográfica, es esencial estudiar las operaciones de algunas fincas típicas de la zona en cuanto a extensión y naturaleza de la explotación. Estos estudios permitirán conocer el régimen de aprovechamiento de tierras, el volumen de producción y los gastos e ingresos del agricultor. Se harán otras estimaciones que reflejen los efectos que en

la explotación han de tener los cambios en el aprovechamiento de la tierra previstos en el programa de mejoramiento de la cuenca. Las comparaciones, sobre toda las de la renta calculada, con los datos sobre la renta actual para algunas granjas típicas darán útiles indicaciones de la probable actitud de los diversos explotadores respecto de los ajustes que en cuanto al aprovechamiento de las tierras en sus granjas exige el mejoramiento hidrológico.-

Otros estudios análogos de empresas forestales privadas y de explotaciones pastorales serán igualmente valiosas.

Los datos necesarios para la evaluación de las posibilidades económicas de un proyecto de mejoramiento de cuenca dependen de muchos factores, y en modo particular de la política seguida por el gobierno en lo relativo a tales evaluaciones. En algunos países, el procedimiento para tales evaluaciones se prescribe en detalles, sea en la legislación correspondiente o en las normas rectoras de la política oficial. Debe observarse que los procedimientos ideados y aplicados en países en que existe una abundancia de personal técnico y de datos pueden ser en exceso complicados para su empleo en países menos desarrollados. Quienes se interesen por la cuestión general de la evaluación de proyectos podrán estudiar las obras especiales sobre el tema.-

Como mínimo, para un proyecto de mejoramiento de cuencas hidrográficas hay que contar con una minuciosa estimación de los costos públicos del proyecto y una descripción de los efectos estimados de los trabajos, tanto sobre el régimen hidrológico de la zona colectora como sobre los ingresos de los usuarios de las tierras comprendidas en dichas cuencas.-

La Planificación

El procedimiento a que se ajustará la preparación de un plan de mejoramiento hidrológico dependerá, en primer lugar, de la naturaleza del desarrollo previsto para dicha cuenca y de la amplitud en que entran en juego los intereses y la participación locales. Quedará también influido por la estructura de los servicios oficiales encargados

de los trabajos de mejoramiento. Si todos los servicios técnicos que participan se centralizan en una sola oficina u organismo gubernamental, la planificación del proyecto será mucho más simple que si existen varios organismos encargados cada uno de parte de los trabajos. Por ejemplo un departamento de tierras montañosas encargado de toda clase de mejoramientos y de ordenación en las zonas montañosas no encontrará dificultades en el trazado de planes de mejoramiento de la zona colectora. Cuando de tales tierras se encargan diversos organismos, tales como un servicio forestal, un servicio de conservación de suelos, un servicio de fomento de la comunidad y un organismo de producción pecuaria, el trazado de planes integrados para el mejoramiento de las cuencas colectoras será en extremo difícil.

La forma más fácil de resolver este problema consiste en promulgar leyes que autoricen los trabajos de mejoramiento de cuencas hidrográficas. En estas leyes podrá especificarse a quién corresponde la planificación. Una organización gubernamental que deba encargarse de un gran volumen de trabajos de mejoramiento hidrológico precisa de un personal planificador. El volumen y composición del organismo planificador dependerá del volumen de trabajo que deba realizarse. Cuando se prevé un programa de grandes proporciones serán necesarios un núcleo central de personal y una organización de campo, pero si el número de proyectos no ha de ser muy grande el personal central podrá encargarse de toda la labor de planificación.

En general, la labor de planificación puede dividirse en dos tipos de actividades: estudios preliminares y planes del proyecto. Casi siempre, los costos de planificación de un proyecto son considerables, por lo cual conviene efectuar primero un reconocimiento o un estudio preliminar de la zona, tras de lo cual se decidirá si debe o no procederse a una planificación detallada. El reconocimiento podrá iniciarse a solicitud de los usuarios interesados o por encargo del jefe del organismo responsable. De ordinario, se necesitan algunas semanas para recoger datos sobre la naturaleza y grado de aprovechamiento de las tierras y sobre los problemas de regulación de aguas, así como para obtener juicios autorizados sobre la posibilidad de acometer un programa de mejoramiento. Se prepara entonces un breve informe en el que se describe la situación actual, se esboza el programa de mejoramiento y se efectúa una primera estimación de los

costos, informe que se presenta a las autoridades encargadas de decidir si se procederá o no a una planificación detallada del proyecto. En algunos casos, esta decisión la adoptará el organismo encargado del mejoramiento de cuencas hidrográficas, pero en otros la decisión deberá tomarse en un plano ministerial o incluso superministerial, si en los trabajos de mejoramiento entran en juego diversos ministerios. En algunos países el informe preliminar o de reconocimiento constituye la base para las reuniones públicas en la cuenca, en las que se determinará el grado de interés local en los trabajos propuestos, la amplitud en que los propietarios de tierras están dispuestos a efectuar los necesarios desembolsos para los trabajos de mejoramiento y la actitud de la población local respecto de la necesaria fiscalización del aprovechamiento de la tierra (por ejemplo, pastoreo y explotación forestal).-

La preparación de un plan detallado de fomento para una zona de recepción puede exigir varios meses. Si no se cuenta con un reconocimiento edafológico detallado de la zona en cuestión, deberá realizarse éste. En modo análogo, si no se cuenta con datos suficientes deberán hacerse otros reconocimientos relacionados con las obras de ingeniería. Por ejemplo, deben recogerse datos sobre la precipitación y la escorrentía, realizarse estudios del cauce del curso de agua desde el punto de vista de la ingeniería, delimitarse provisionalmente los lugares en que se erigirán estructuras, examinándose los lugares en que irán los ciénagos, y delimitarse igualmente los puntos del cauce en que se introducirán mejoras, esbozándose la naturaleza de estas últimas. Deberán hacerse, además, los necesarios reconocimientos en cuanto al aprovechamiento de las tierras, tanto como base para planear los cambios que deban introducirse en tal aprovechamiento, como para establecer un término de comparación que permita evaluar la marcha futura del programa.

Una vez en posesión de todos estos datos podrá trazarse el programa de mejoramiento de la cuenca hidrográfica. En el caso de obras de ingeniería, los planes se elaborarán lo suficiente para permitir una estimación de gastos fidedigna. Los planes relativos a cambios en el aprovechamiento de las tierras se detallarán lo suficiente para indicar la naturaleza concreta de tales cambios y los procedimientos y técnicas que habrá que aplicar a tal fin. Por ejemplo, el plan de repoblación forestal deberá especificar las zonas que deban repoblarse, las especies

que se emplearán, el número de árboles necesarios, las fechas de plantación, los trabajos de preparación del terreno que deban hacerse, las precauciones que deban adoptarse contra el pastoreo y la quema de las plantaciones y la estimación de los costos correspondientes. Para un mejoramiento en el aprovechamiento de tierras en predios de régimen privado, el plan deberá especificar la naturaleza de los trabajos que deban emprenderse en cada clase de aprovechamiento de tierras, las actividades que corren a cargo de los organismos gubernamentales, las aportaciones en metálico de los usuarios privados, los procedimientos que se seguirán en la planificación de los trabajos en las diversas fincas, la naturaleza de los acuerdos que se concertarán entre el gobierno y los usuarios de la tierra, las aportaciones financieras que realizará el gobierno, y el calendario de los trabajos para toda la zona de captación.

Una vez preparado el informe de planificación por el equipo de campo se presenta al examen de los oficiales principales encargado del organismo u organismos que desarrollarán el programa de fomento. En las zonas colectoras en que existen algunas tierras de propiedad privada, el plan definitivo del proyecto deberá reflejar las opiniones de los dirigentes locales. La ejecución práctica del plan será más fácil si tales personas tienen la oportunidad de participar en la planificación. En algunos casos convendrá dedicar todo el tiempo y los recursos que sean necesarios a estimular la participación de la población local en la planificación del proyecto, para así conseguir que dicho proyecto se considere esencialmente como empresa local y no como algo impuesto a distancia por el gobierno. Para este fin suele ser de utilidad una asociación local de mejoramiento de la cuenca hidrográfica. En otros casos podrá recurrirse a un comité asesor local. Por último, en otros casos, se solicitará el consejo oficioso de algunos dirigentes locales.

La aprobación definitiva de los planes de fomento de la cuenca hidrográfica exigirá su examen por todos los organismos públicos que se encarguen de los aspectos del fomento de tierras y aguas en la zona en cuestión. Se proyectará un sistema de presentación de informes de planificación que reduzca al mínimo las pérdidas de tiempo y, a la vez, que dé a todos los interesados la oportunidad de hacer comentarios.-

Naciones Unidas, Manual Of River Basin Planning, Flood control Series N° 7,79 Págs, Nueva - York, 1955.

Soil conservation planning in the Damodar valley, Proceedings of the Regional Technical Conference in Flood Control in Asia and the Far East, Bangkok págs. 56 - 59, Nueva York, 1952.

North Carolina Agricultural Experiment Station (E.U.A.) Land Cover in relation to Water Control and Utilization in the Upper French Broad Watershed, Bulletin 339,70 págs. 1943.-

Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Suelos, Economics Guide for Watershed Protection and Flood Prevention, Washington D.C. 19.

Hydrology Guide for Use in Watershed Planning Washington D.C. 1.957.-

Watershed Protection Handbook, Washington -- D.C. 1.957.

Wetzel. John H. Planning and operating watershed projects The Challenge of our Watershed (ed Blackmore J. y Holscher C.E.) págs.130-139, Soil Conservation Society of India, Hazaribagh, Bihar, India, 1.957.-

Ice/ .
22-1-62.-
