



Comité del Lago de Amatitlán



ERIS - USAC



USAC



FACULTAD DE AGRONOMIA



EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

EMPAGUA



UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES



INSTITUTO NAC. DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA



SEMINARIO TALLER

FUNDAMENTOS DEL MANEJO DE CUENCAS

PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS

Antigua Guatemala, Diciembre de 1986

CONTENIDO

Centro Interamericano de
Documentación e Información
Agrícola

31 OCT 1989

C I D I A
Turrialba, Costa Rica

	Pag.
Presentación	1
Lista de Participantes	3
Siglas de las Instituciones.	5
Marco Conceptual del Manejo de Cuencas. Eduardo Seminario.	7
Aspectos Económicos en el Estudio de Cuencas. Carlos Rodríguez.	20
Aspectos Socioculturales en Guatemala y su Relación con el Manejo de Cuencas. S. Rokael Cardona.	28
Población y Educación. Jorge Arias.	31
Recursos Hidráulicos y Manejo de Cuencas: Aspectos Legales. Noe Ventura.	41
Fundamentos de Hidrología para el Manejo de Cuencas. C. Gutiérrez.	45
Fundamentos para el Manejo de Recursos Hidráulicos. Ivanor Ruíz.	55
Fundamentos de Conservación de Suelos en el Manejo de Cuencas. Jorge Faustino.	69
Fundamentos sobre Planificación del uso de la Tierra en el Manejo de Cuencas Hidrográficas. J. Ricardo Pérez.	76
El Enfoque de Sistemas Aplicado al Manejo de Cuencas. Romeo Solano.	84
Fundamentos de Ingeniería Ambiental en el Manejo de Cuencas. Manuel Basterrechea.	87
Impacto Social de los Impactos Ambientales. Hernán Contreras.	101
Algunos Aspectos Institucionales Relevantes del Manejo de Cuencas. Oscar Fonseca.	105
Caso de Estudio: Situación Problemática en la Cuenca Alta del Río Chixoy. Rudy Cabrera.	112
Complemento a la Guía de Campo: Caracterización de la subcuenca del Río Pensativo. Hugo Tobías, Jorge Mario del Valle, Alan González y Manuel Basterrechea.	118
La Dirección Técnica de Riego y Avenamiento —DIRYA— dentro del contexto de Cuenca. Jorge Mario del Valle, Marta Lidia Samayoa.	127
Actividades que realiza el INSIVUMEH relacionadas con el Manejo de Cuencas. Julio Roberto Martínez.	133
Aspectos de Manejo de Cuencas realizados por el INDE. Mario Vela.	134
Aspectos de Manejo de Cuencas realizados por INAFOR. Angel Bethancourt.	135
La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales —UNEPAR— Salvador Ayala.	138
Aspectos de Manejo de Cuencas realizado por la Empresa Municipal de Agua —EMPAGUA—. Raúl Franco.	144
Participación de la Facultad de Agronomía en la Caracterización y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Hugo Tobías.	145
El Instituto Geográfico Militar. Alan González.	147
Unidad de Cuencas de los Ríos Internacionales del MAGA. M. Antonio Curley.	148

Técnicas de Saneamiento Básico, Protección Ambiental y Producción Agropecuaria por Autogestión Comunitaria: Caso de Areas periurbanas y subcuencas aledañas. César Barrientos.	149
Esquema Referencial de un Perfil del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas. Subcuenca Río Pensativo. Manuel Basterrechea,	152
Conclusiones y Recomendaciones del Seminario Taller.	164

PRESENTACION

El aprovechamiento de los recursos de las cuencas hidrográficas es una acción inherente y un derecho del hombre. En la región, a pesar que el interés y la necesidad de un mayor uso de los recursos ha causado, por una parte, su sobre explotación y deterioro, también es cierto que en los últimos tiempos existe en general un reconocimiento del impacto que ha ocasionado dicha sobre utilización y que en el futuro este deterioro constituirá uno de los aspectos más críticos para el desarrollo socioeconómico de la región.

Con estos antecedentes el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza —CATIE—, ha iniciado el Proyecto Regional de Manejo de Cuencas —PRMC—, con fondos de la Oficina Regional de la USAID (ROCAP), con el propósito de proteger el medio ambiente y conservar y aprovechar racionalmente los recursos naturales a través del fortalecimiento de las instituciones en el manejo de los recursos de las cuencas, por medio de cursos de capacitación, servicios de asesorías, el establecimiento de un Banco de Datos y otros apoyos del CATIE.

El Seminario—Taller “Fundamentos del Manejo de Cuencas” fue el primer curso de capacitación del PRMC en Guatemala y pretendió dar a conocer los objetivos del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas a representantes de instituciones nacionales para que conozcan, aporten ideas y soluciones a los problemas creados por la falta de planificación a nivel de cuenca. Este evento se considera como un primer paso interinstitucional para lograr tener algunos criterios básicos sobre el manejo integral de cuencas hidrográficas, conocer las actividades que realizan las distintas instituciones y aplicar algunas metodologías que se han seguido en otros países para resolver los problemas del Manejo de Cuencas.

Esta Memoria recopila los documentos que fueron presentados por los representantes de las instituciones, consultores nacionales y especialistas del CATIE, la Gufa de Campo de la visita que se realizó a la Cuenca del Río Pensativo y los resultados de la misma, un Esquema Referencial de un Perfil del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas, ejercicio realizado por todos los participantes y las conclusiones y recomendaciones del Seminario-Taller.

**Manuel Basterrechea
Coordinador Nacional del PRMC.
EDITOR**

LISTA DE PARTICIPANTES

Arias, Jorge, Universidad del Valle, Guatemala.
Ayala, Edwig Salvador, UNEPAR, Guatemala.
Barrientos, César, MINISTERIO DESARROLLO/CONAMA, Guatemala.
Basterrechea, Manuel, CATIE, Guatemala.
Blair, Enrique, CATIE, Costa Rica.
Bethancourt, Luis, INAFOR, Guatemala.
Cabrera, Rudy, CATIE, Turrialba.
Campos, Leonel, INSIVUMEH, Guatemala.
Cardona, Rokaël, INAP, Guatemala.
Celada, Edgar, INDE, Guatemala.
Celis, Juan, DIRYA, Guatemala.
Contreras, Hernán, CATIE, Turrialba.
Curley García, Marco Antonio, CILA, Guatemala.
Chacón, Luis, INDE, Guatemala.
Del Valle Cruz, Jorge Mario, DIRYA, Guatemala.
Franco, Raúl Humberto, EMPAGUA, Guatemala.
Flores, Edgar, CATIE, Turrialba.
Fonseca, Oscar, CATIE, Costa Rica.
Fuentes Soria, Humberto, CONE, Guatemala.
González, Alan, IGM, Guatemala.
Gutiérrez, Claudio, CATIE, Costa Rica.
Herrera, Rudy, CATIE, Guatemala.
Hosilla, Marcelino, CATIE, Turrialba.
Manco, Jorge Faustino, CATIE, Costa Rica.
Martínez, Julio Roberto, INSIVUMEH, Guatemala.
Matheu, Roberto, USPADA, Guatemala.
Muñoz, Carlos, ERIS—USAC, Guatemala.
Navarro, Francisco, DIRYA, Guatemala.
Pérez, José Carlos, Comité del Lago de Amatitlán.
Pérez, Ricardo, CATIE, Honduras.
Rodríguez de León, Carlos Arturo, DIRYA, Guatemala.
Rodríguez, Carlos, BANDESA, Guatemala.
Ruíz, Ivanor, CATIE, Panamá.
Sagastume, Roberto, INAFOR, Guatemala.
Samayoa Gutiérrez, Marta Lidia, DIRYA, Guatemala.
Seminario, Eduardo, CATIE, Turrialba.
Solano, Romeo, CATIE, Turrialba.

Tobias, Hugo, FAC. AGRONOMIA, USAC, Guatemala.

Vela, Mario, INDE, Guatemala.

Ventura, Noe, CONAMA, Guatemala.

Villeda, Bladimiro, CATIE, Guatemala.

Zadroga, Frank, ROCAP, Costa Rica.

SIGLAS DE LAS INSTITUCIONES

BANDESA	Banco Nacional de Desarrollo Agrícola
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CILA	Cuencas Internacionales
CONE	Comité de Emergencia
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
DIRYA	Dirección Técnica de Riego y Avenamiento
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala
ERIS	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAFOR	Instituto Nacional Forestal
INAP	Instituto Nacional de Administración Pública
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología, e Hidrología
MAGA	Ministerio de Agricultura
ROCAP	Regional Office for Central American and Panama
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
USAC	Facultad de Agronomía
USPADA	Unidad Sectorial de Planificación Agropecuaria y de Alimentación
UV	Universidad del Valle

MARCO CONCEPTUAL DEL MANEJO DE CUENCAS

Introducción

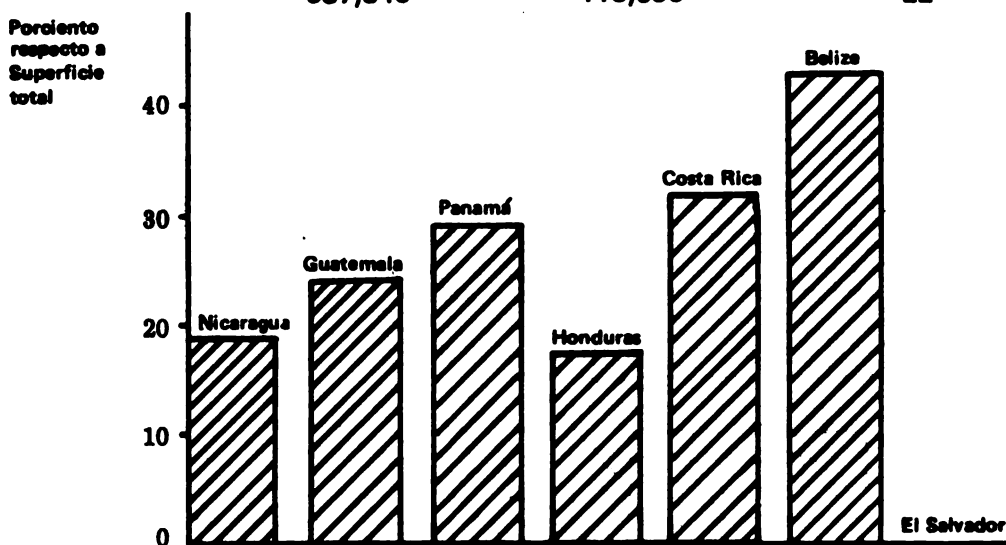
E. Seminario*

Tanto los Perfiles Ambientales por país (CEPS) que han sido preparados para algunos países del área como otros informes indican que las cuencas de la región se están deteriorando debido a la deforestación, uso indebido de la tierra, mal manejo del agua y otros factores. En estos documentos se indica que en el futuro, esto se volverá un problema de desarrollo aún más crítico. Hay ejemplos sorprendentes del alto costo que ya se está pagando en proyectos de inversión específicos debido al manejo inadecuado de cuencas, pero el impacto por negligencia en las próximas décadas podrá ser medido en términos más globales al reducir permanentemente las perspectivas generales de desarrollo de la región.

El cuadro 1 muestra en cifras un panorama regional sobre el estado actual (1983) de los Bosques Tropicales Húmedos, situación que es alarmante y que sin la menor duda es preocupante.

Cuadro 1. BOSQUES HUMEDOS TROPICALES: UN PANORAMA REGIONAL

PAIS	A Superficie Total (Km ²)	B Bosques Tropicales Humedos sin Alterar (Km ²)	B/A (%)	Población
Nicaragua	147,943	27,000	18	2,500,000
Guatemala	108,889	25,700	24	6,800,000
Panamá	75,474	21,5000	28	1,900,000
Honduras	112,044	19,300	17	3,100,000
Costa Rica	49,132	15,400	31	2,200,000
Belize	22,965	9,750	42	125,000
El Salvador	21,393	0	0	4,500,000
	537,840	118,650	22	21,125,000



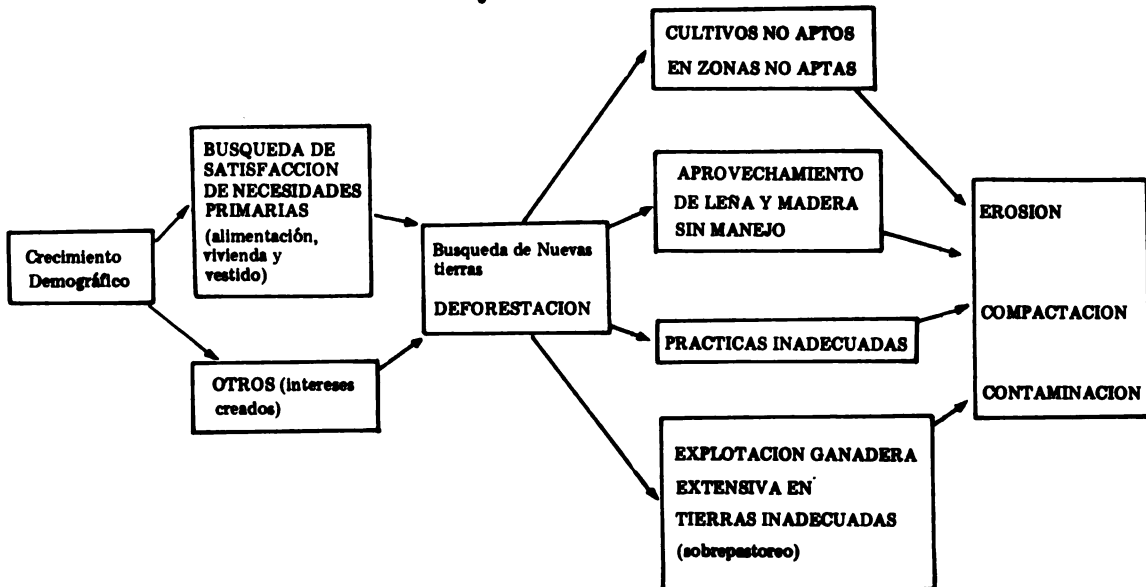
Adaptado de J. D. Nations y D. J. Komer, 1983. Rainforest for Survival Ambio 12(5) 232-238

*Especialista en Manejo de Cuencas del PRMC

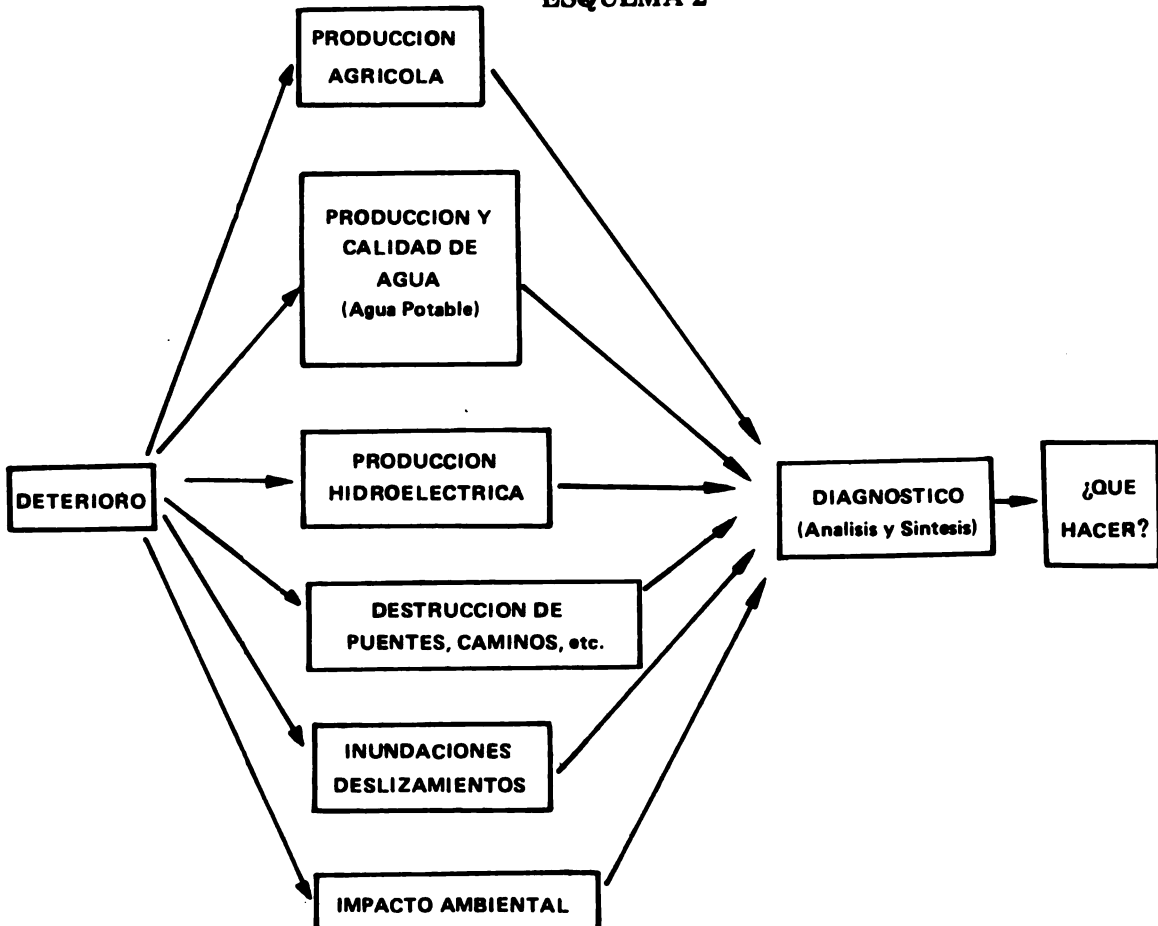
Posición de la problemática del manejo de cuencas

Si se quiere hacer un análisis del por qué están siendo deterioradas las cuencas, se puede identificar el proceso que se presenta en los esquemas: 1 al 3 y en el cuadro 2.

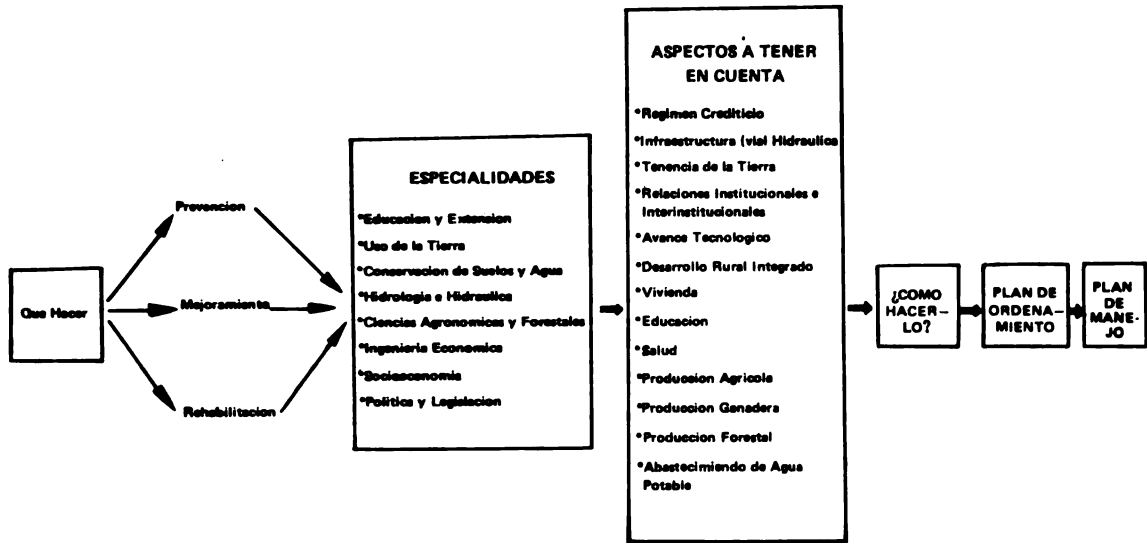
ESQUEMA 1



ESQUEMA 2



ESQUEMA 3



CUADRO 2

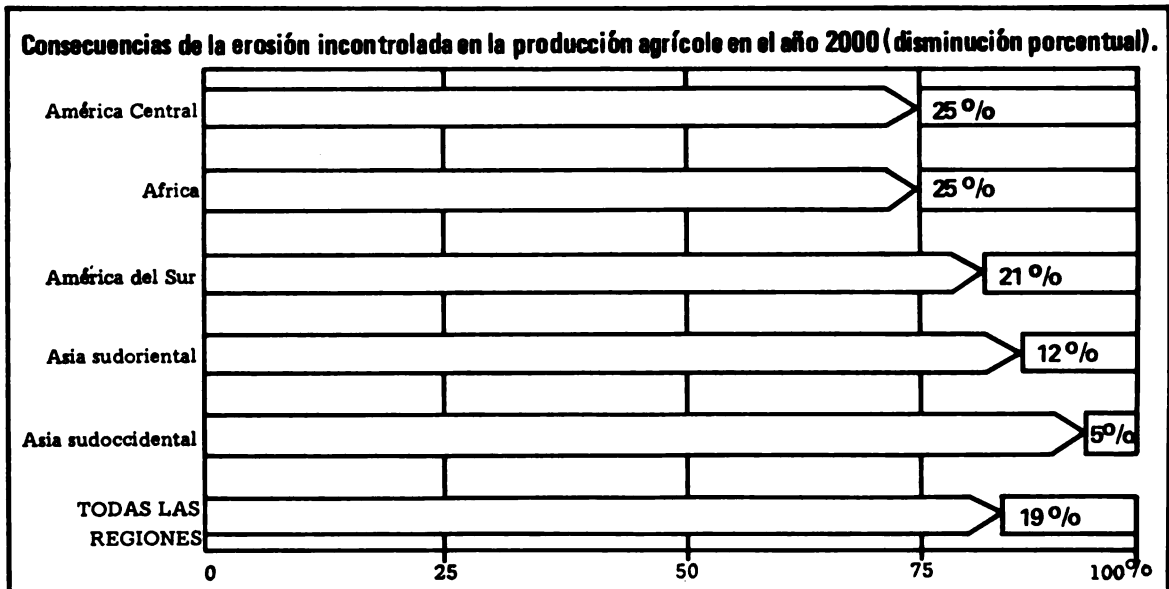
ACTIVIDADES DEL HOMBRE EN LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS Y SUS EFECTOS SOBRE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTIVIDAD	EFECTOS(-)
Colonización:	Ruptura del equilibrio ecológico
Tala de bosques:	Erosión de los suelos, desertización, cambio del ciclo hidrológico y régimen de Caudales, contaminación del agua, pérdida o migración de la fauna nativa, sedimentación, desbordamiento e inundaciones de rios y quebradas.
Quemas:	Erosión de los suelos, pérdidas de nutrientes y microorganismos del suelo, contaminación del aire.
Agricultura:	Contaminación del suelo, agua, aire, vegetales y animales por uso de agroquímicos, erosión acelerada de los suelos por malas prácticas de cultivos.
Ganadería:	Erosión acelerada de los suelos por sobrepastoreo.
Urbanismo:	Contaminación del agua por residuos orgánicos y químicos, producción de basuras y contaminación del aire por malos olores y automotores, contaminación por el ruido de automotores.
Industria:	Contaminación del aire y agua por sustancias químicas y minerales, desaparición o migración de la fauna nativa local, desaparición de especies vegetales, merma de la pesca.
Construcción de Embalses o represas:	Sedimentación y colmatación, salinización de las aguas, disminución de la pesca aguas abajo, muerte o migración de muchas especies (vegetal-animal), pérdida de suelos agropecuariamente aprovechables, aumento de nutrientes y homogenización de las especies acuáticas vegetales.
Minería:	Contaminación del agua y suelo por el uso de sustancias químicas, erosión del suelo.
Apertura de vias:	Desestabilización de taludes, erosión de los suelos, deslizamientos, derrumbes, sedimentación de lechos de rios y quebradas.

En el gráfico 1, se puede apreciar los pronósticos para el periodo 1975–2000 según la FAO, en cuanto a la disminución de la producción agrícola como consecuencia de la erosión; se muestra en primer lugar a la región centroamericana con un 25o/o, el más alto conjuntamente con Africa.

Si no se toman medidas de conservación del suelo entre 1975 y el año 2000 la producción agrícola de algunas regiones en desarrollo disminuirá en un 25 por ciento. Para calcular esa cifra se ha tenido en cuenta la producción de los cultivos de secano y de regadío y de los pastizales y el hecho de que la erosión además de dejar improductivas las tierras, reduce los rendimientos en zonas mucho más vastas.

GRAFICO 1



Es importante tener una apreciación, por lo menos, cualitativa de la relación que se puede establecer entre el uso racional de los recursos naturales y la calidad de vida del hombre; esto nos permite tener un nivel de referencia.

La serie de gráficos (2-6) que a continuación se presentan, muestran diferentes índices de calidad de vida (educación, esperanza de vida, analfabetismo, etc.) referidos a uso racional de los recursos naturales.

INDICES DE CALIDAD DE VIDA

GRAFICO 2

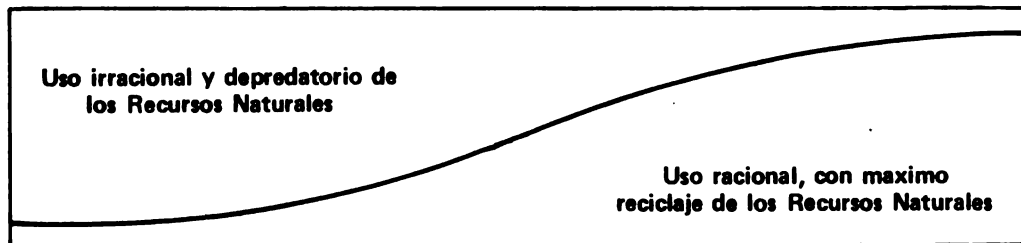


GRAFICO 3

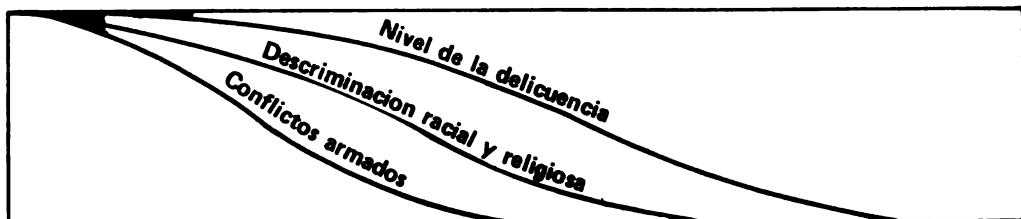


GRAFICO 4

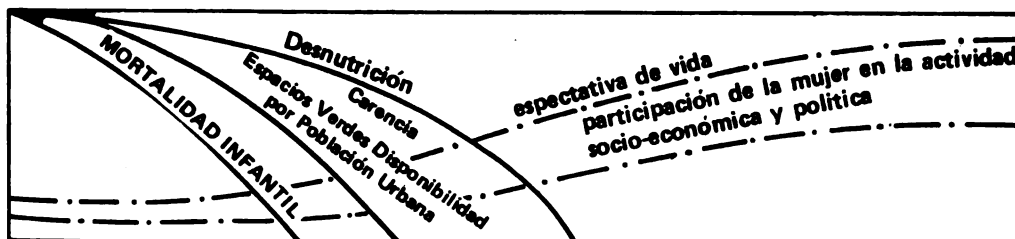


GRAFICO 5

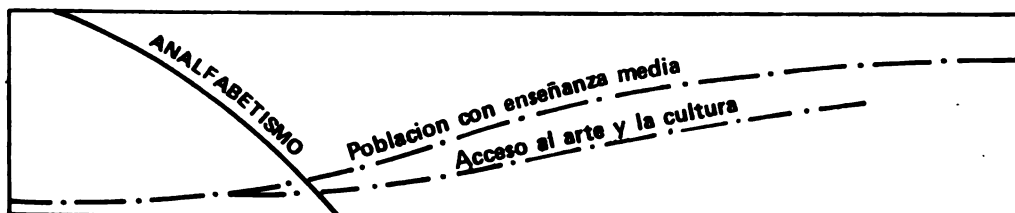
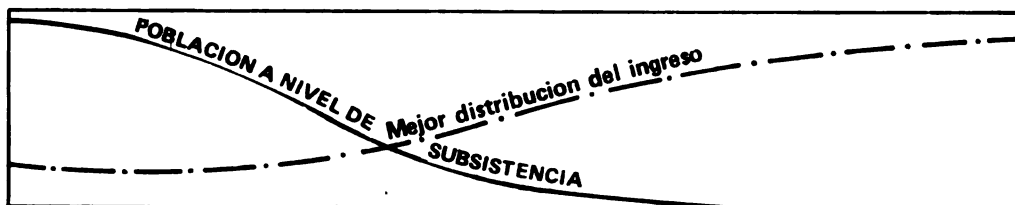


GRAFICO 6



TIEMPO →

Conceptos fundamentales en manejo de cuencas

Antes de proseguir con los Planes de Manejo es necesario precisar algunos conceptos fundamentales para uniformizar criterios y terminología

Cuenca

Es un área natural en la cual el agua que cae por precipitación se une para formar un curso de agua principal. En forma más técnica se puede definir como el área drenada por un río.

Manejo de cuencas

El concepto de Manejo de Cuencas ha ido evolucionando durante estas dos últimas décadas. En las etapas iniciales se enfatizó en la planificación del recurso hídrico utilizándose la definición siguiente:

“Es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca con el fin de controlar la descarga de agua en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia”

Posteriormente, se observó que el manejo del uso de la tierra jugaba un rol muy importante dentro del objetivo de manejar el agua razón por la cual se adoptó la definición que sigue:

“Es el conjunto de técnicas que se aplican para el análisis protección, rehabilitación,

conservación y uso de la tierra de las cuencas hidrográficas con fines de controlar y conservar el recurso agua que proviene de las mismas"

Hasta aquí, a pesar de numerosas connotaciones, el recurso hídrico fue la consideración más importante en el Manejo de Cuencas. En la década del 70, se enfatizó mucho en el impacto ambiental que producían ciertos cambios en los sistemas ecológicos a consecuencia de la construcción de grandes obras hidráulicas con fines hidroeléctricos, de irrigación o abastecimiento de agua potable. En este período el Manejo de Cuencas se definió como sigue:

"Es una acción de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca teniendo como fin la conservación y/o el mejoramiento de la calidad medio ambiental y los sistemas ecológicos"

En estos últimos 5 años se puso en evidencia el actor principal del Manejo de Cuencas: el hombre. Si bien es cierto, su intervención en las diferentes acciones en las cuencas es obvia no se le tomaba en cuenta en forma explícita dentro de la definición misma de Manejo de Cuencas una de estas definiciones es la siguiente:

"Es la gestión que el hombre realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida".

Como se sabe el proceso de planificación consiste en la búsqueda de soluciones a problemas y necesidades formulando acciones que satisfagan metas y objetivos. En el Manejo de Cuencas Hidrográficas el objetivo es proporcionar alternativas al encargado de tomar decisiones respecto al uso de los recursos naturales, entendiéndose por recursos naturales; no solamente el bosque como hay la tendencia inconsciente a considerarlos, sino también los cultivos industriales, de "pan llevar" y otros que tienen todos ellos una importancia directa muy significativa en las economías de los países.

De lo anterior podemos deducir que la problemática que se da en las Cuencas es muy compleja y su tratamiento tiene que ser a través de objetivos múltiples que conduzcan a su manejo integral. Por lo tanto podríamos concebir a la cuenca hidrográfica como un sistema que contemple no sólo el aspecto biofísico del enfoque inicial sino los aspectos económicos y sociales que se encuentran interrelacionados entre sí, y que de la calidad y cantidad de estas interrelaciones depende su desarrollo armónico basado en el aprovechamiento y protección de los recursos que en ella se encuentren asegurando una producción óptima y sostenida.

Concepto de sistemas

Un sistema puede ser definido como un conjunto de objetos que interaccionan de manera regular e interdependiente. La ingeniería de sistemas se aboca a la toma de decisiones en relación a aquellos aspectos del sistema que están sujetos a un cierto grado de control para alcanzar objetivos dados. (esquema 4)

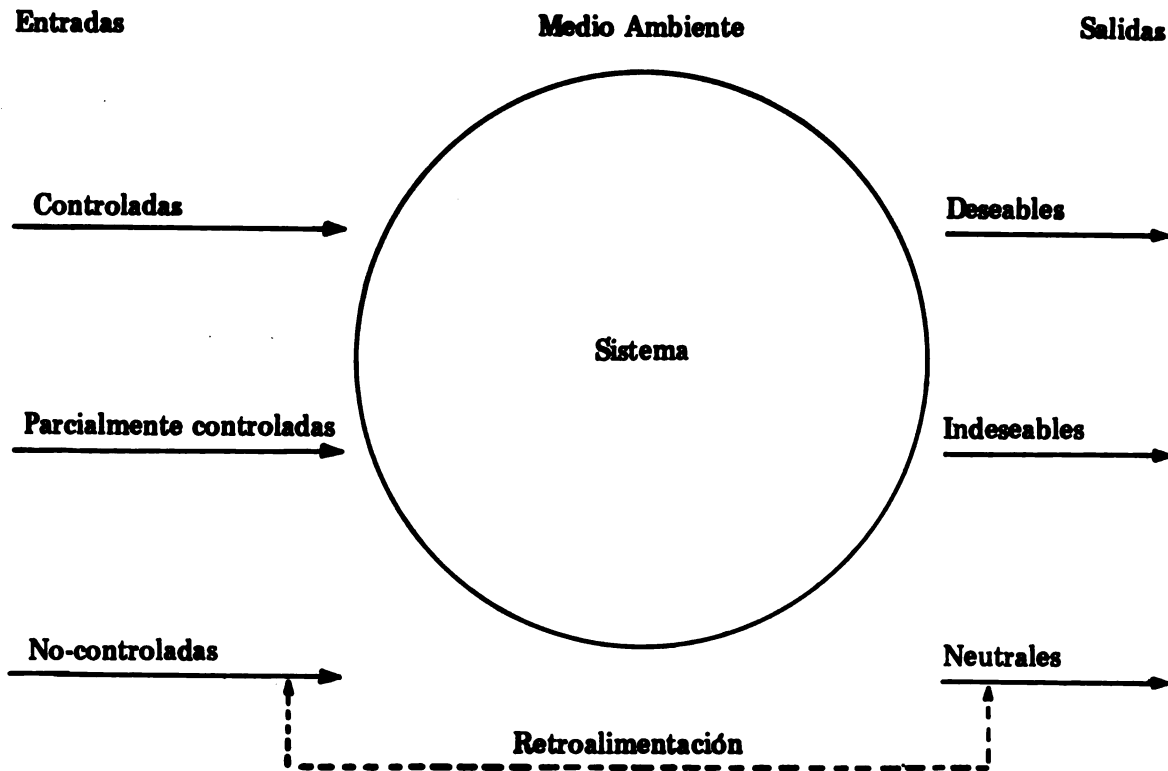
La tarea del ingeniero consiste en modificar las entradas controlables o parcialmente controlables de tal manera que lleve al máximo las salidas deseables y al mínimo las indeseables

Todo sistema puede ser caracterizado por:

- 1 Una regla que determina si cualquier objeto debe ser considerado como parte del sistema o del medio que lo rodea (la frontera del sistema).
- 2 Un enunciado de las interacciones de entrada y de salida con el medio.
- 3 Un enunciado de las interrelaciones entre los elementos del sistema las entradas y salidas incluyendo cualquier interacción externa entre entrada y salida (retroalimentación).

Las entradas controlables y las parcialmente controlables son llamadas variables de decisión. Cuando a cada variable de decisión se le asigna un valor particular el conjunto resultante de decisiones es llamado una política. En general habra restricciones limitantes que reduciran las políticas posibles. Una política que no viola los limitantes es una política factible. El subconjunto compuesto por todas las políticas factibles es llamado espacio de política.

Esquema 4



En el esquema 5 se muestra una Cuenca Hidrográfica como un sistema con sus componentes e interacciones.

Plan de manejo de una cuenca

El Plan de Manejo de una Cuenca es un instrumento directriz ordenador e integrador para el desarrollo óptimo, racional y eficiente de los recursos de una cuenca en función de las necesidades del hombre. Involucra esencialmente la forma de aprovechar proteger y conservar los recursos de la cuenca mediante la producción sostenida y el equilibrio medio ambiental.

El Plan de Manejo de una Cuenca puede tener diferentes énfasis de acuerdo con la "vocación" y/o tipo de aprovechamiento que se le está dando.

Dependiendo de esto podría tener un énfasis en:

- Prevención
- Mejoramiento
- Rehabilitación Protección y Conservación
- Manejo Integral

ESQUEMA 5

CUENCA HIDROGRAFICA COMO UN SISTEMA

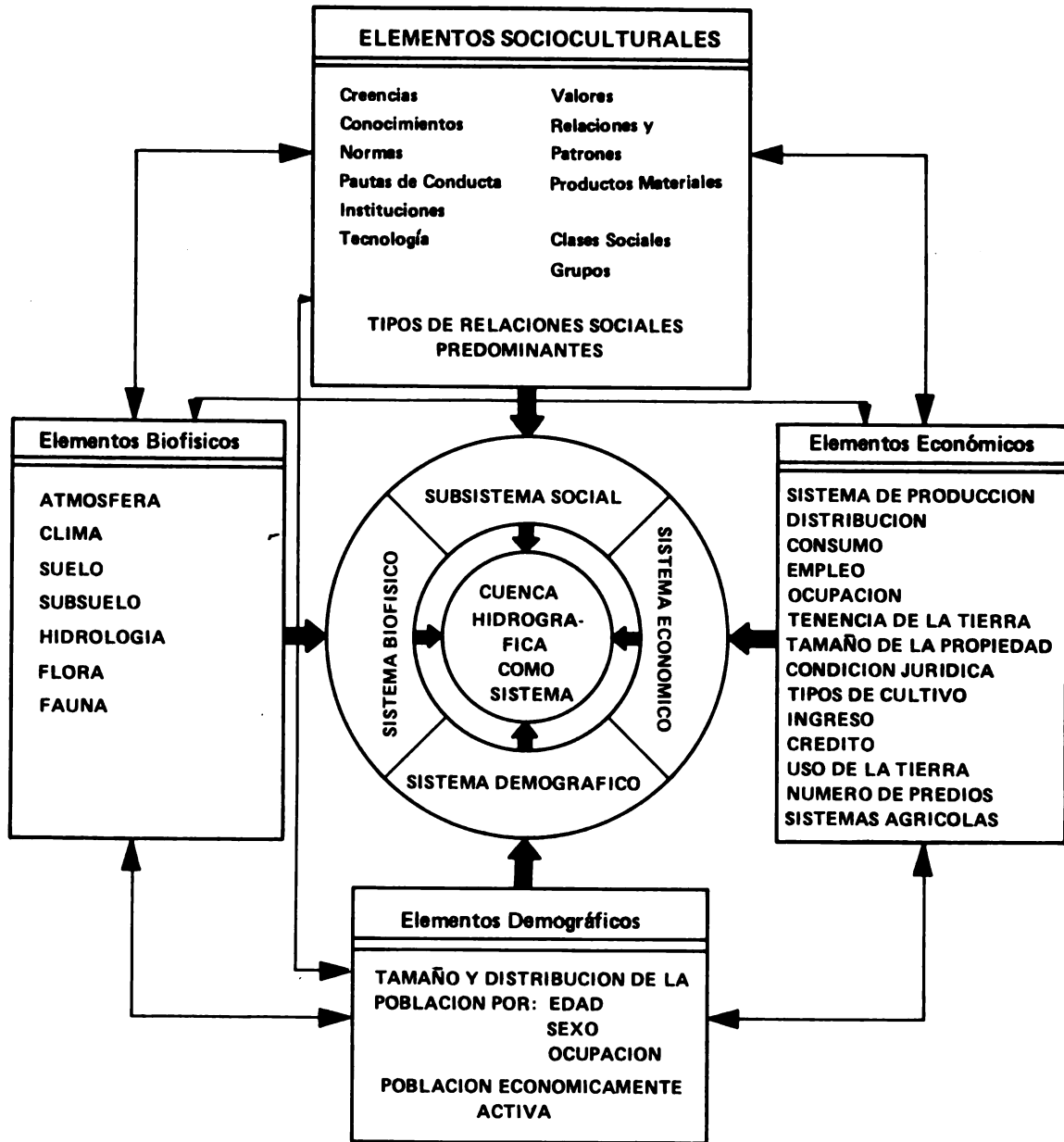


DIAGRAMA DE UNA CUENCA HIDROGRAFICA, COMPONENTES NATURALES E INTERACCIONES

A continuación en el cuadro 3 y 4 se presentan en forma esquemática dos Planes de Manejo, uno con énfasis en Rehabilitación Protección y Conservación y el otro en un Manejo Integral.

Cuadro 3. PLAN DE PROTECCION

1. Evaluación de la Cuenca
 - Características biofísicas
 - Características socioeconómicas y culturales
2. Diagnóstico
 - Daños a nivel de ladera y valle
 - Daños a nivel de cauce
3. Identificación de proyectos existentes y proyectados
4. Bases para sustentar el plan de protección
5. Alternativas de protección
6. —Medidas de tratamiento de tierras (Nivel de cauce)
—Medidas de control de descargas (Nivel de cauce)
6. Selección técnica de alternativas
7. Determinación de costos y beneficios
8. Análisis de sensibilidad y selección de la alternativa técnica y económicamente factible
9. Programación y organización de actividades (GANTT, PERT, CPM)
10. Financiamiento del plan
11. Análisis de sensibilidad financiera
12. Reajustes del plan (Técnico y Económico)
13. Ejecución del plan

Cuadro 4 PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE CUENCAS

1. Estudio de los objetivos de la planificación integral y racional
2. Caracterización de la cuenca (descripción y datos)
 - 2.1 Aspectos biofísicos
 - 2.2 Aspectos socio-económicos
3. Diagnóstico de la cuenca
 - 3.1 Determinación del potencial de recursos
 - 3.2 Determinación de necesidades
 - 3.3 Balance entre oferta y demanda de recursos
 - 3.4 Identificación de problemas y/o conflictos
 - 3.5 Identificación de proyectos en operación/estudio
 - 3.6 Síntesis de la situación actual y necesidad de estudios

4. **Diseño del plan**
 - 4.1 **Definición de la función objetivo y modelo del plan**
 - 4.2 **Determinación de la capacidad de la cuenca, análisis de umbrales**
 - 4.3 **Definición del horizonte de planificación, proyección de variables**
 - 4.4 **Inter-relación entre lineamientos de política y estrategias nacionales**
 - 4.5 **Selección de acciones directas e indirectas para el plan**
 - 4.6 **Estudio de alternativas, priorización**
 - 4.7 **Planteamiento de soluciones/proyectos**
 - 4.7.1 **Para el aprovechamiento**
 - 4.7.2 **Para la protección y conservación**
5. **Desarrollo y Ordenamiento**
 - 5.1 **Programas de desarrollo socio-económico**
 - 5.2 **Programas de investigación y monitoreo**
 - 5.3 **Programas de desarrollo medio ambiental**
 - 5.3.1 **Aprovechamiento de recursos.—Desarrollo**
 - a) **Tierras de cultivo**
 - b) **Abastecimiento de agua**
 - c) **Producción de energía**
 - d) **Explotación forestal**
 - e) **Otras Posibilidades**
 - 5.3.2 **Protección, conservación, mejoramiento, Ordenamiento**
 - a) **Inundaciones**
 - b) **Erosión**
 - c) **Tratamiento de Tierras**
 - d) **Recuperación de tierras**
 - e) **Reforestación**
 - f) **Áreas silvestres**
 - g) **Calidad de agua**
 - h) **Otras necesidades**
 - 5.4 **Planteamiento de Proyectos específicos**
 - 5.4.1 **Ingeniería de proyectos**
 - 5.4.2 **Análisis Tecnicoeconómico**
 - 5.4.3 **Proyectos operativos**
 - 5.5 **Planificación de la ejecución**
 - 5.5.1 **Gestión**
 - 5.5.2 **Programación**
 - 5.5.3 **Organización**
 - 5.6 **Planificación de la ejecución**
 - 5.6.1 **Presupuesto**
 - 5.6.2 **Financiamiento**
 - 5.6.3 **Evaluación**
 - 5.7 **Síntesis del plan de manejo de cuencas**

Una de las disciplinas más importantes del Manejo de Cuencas es la Planificación del Uso de la Tierra. Existen varias metodologías para determinar las clases de capacidad de Uso de la Tierra ; próximamente el Centro Científico Tropical dará a conocer los resultados de una nueva metodología adaptada a las condiciones del trópico y en particular a Costa Rica.

A manera de ilustración en el cuadro 5 se presenta una de ellas, la cual es utilizada por el Servicio de Conservación de Suelos y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. El criterio básico que rige esta clasificación está determinado, fundamentalmente, por la naturaleza y grado de limitaciones que impone el uso del suelo de acuerdo con las variaciones de sus características físicas. Los factores que fijan estas limitaciones son:

Cuadro 5. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

CARACTERISTICAS, PROBLEMAS, PRACTICAS DE CONTROL Y USO RECOMENDABLE

DE LAS CLASES DE CAPACIDAD

RESUMEN ESQUEMATICO

TIERRAS ADECUADAS PARA CULTIVOS INTENSIVOS Y OTROS USOS			
CLASE DE CAPACIDAD	TIPO DE TIERRA DOMINANTE (Características Generales)	ADAPTABILIDAD (Uso Recomendable)	NECESIDADES PRINCIPALES (Medidas y Prácticas)
I. Tierras muy buenas para cultivos intensivos y otros usos.	Suelos profundos, bien drenados, casi a nivel, fértiles y productivos.	Toda clase de cultivos de acuerdo al medio climático.	Prácticas simples destinadas al mantenimiento de la fertilidad y productividad.
II. Tierras buenas para cultivos intensivos y otros usos.	Suelos profundos, bien drenados de topografía suave a ligeramente inclinada, fértiles y productivos.	Toda clase de cultivos de acuerdo al medio climático o selección de cultivos en relación a las limitaciones impuestas por el suelo y la erosión principalmente.	Tratamiento para el mantenimiento e incremento de la fertilidad y productividad. Aplicación de métodos adecuados de conservación de riegos.
III. Tierras moderadamente buenas para cultivos intensivos.	Suelos superficiales arenosos, gruesos o pedregosos o muy pesados y profundos. Pueden presentar sales en cantidades tóxicas y de fertilidad variable. La topografía varía entre casi a nivel a moderadamente inclinada.	Selección de cultivos de acuerdo a las limitaciones por suelo, erosión o peligros de inundaciones principalmente.	Tratamientos intensivos para el mejoramiento de la fertilidad. Medios de defensa contra las posibles inundaciones. Métodos adecuados de conservación de riego. Control de la erosión.
IV. Tierras regulares para cultivos intensivos.	Se incluyen: - Suelos con limitaciones debido a la profundidad efectiva, absorbentes, grava, salinidad o deficiencia de ciertos elementos de fertilidad. - Suelos sujetos a inundaciones periódicas de carácter severo. - Suelos moderadamente empinados susceptibles a la erosión por el agua.	Selección de cultivos de acuerdo a las limitaciones por suelo, pendiente-erosión, inundabilidad y clima. Cultivos de corto periodo vegetativo para las tierras inundables.	Prácticas intensivas para el control de la erosión cuando son cultivadas. Medios de defensa contra los peligros de inundación. Tratamientos intensivos para el mejoramiento de la fertilidad en los terrenos con deficiencias por suelo.
TIERRAS ADECUADAS PARA VEGETACION PERMANENTE (Generalmente no Adecuadas para Cultivos Intensivos)			
CLASE DE CAPACIDAD	TIPO DE TIERRAS DOMINANTE	ADAPTABILIDAD (Uso Recomendable)	NECESIDADES PRINCIPALES (Medidas y Prácticas)
V. Tierras muy apropiadas para pastoreo intensivo generalmente no arable.	Tierras casi planas, no erosionables pero con deficiencias de drenaje o climáticas.	Pastoreo intensivo sobre pasturas cultivadas o mejoradas.	Dotación de animales de acuerdo a la capacidad receptiva de las tierras; rotación de campos para la recuperación de los terrenos; producción de semillas y mantenimiento de una adecuada cubierta vegetativa.
VI. Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastoreo y forestales. No arables.	Se incluyen: - Tierras muy empinadas susceptibles a la erosión por el agua. - Tierras planas pero con problemas graves de drenaje (muy húmedas). - Tierras muy superficiales, gruesos o pedregosos, con o sin problemas severos de salinidad y alcalinidad o de fertilidad muy baja. - Tierras de clima riguroso (zonas alto andinas).	Cultivos permanentes (de acuerdo al medio ecológico), pastoreo o forestales en los terrenos empinados o de baja fertilidad (ácidos). Pastoreo principalmente en las tierras húmedas o con deficiencias por suelo y clima.	Prácticas de conservación del suelo destinadas al control de la erosión por el agua cuando los terrenos son utilizados para cultivos permanentes. Manejo adecuado del pastoreo con el fin de evitar la pudrición del suelo y favorecer el desarrollo de una cubierta vegetativa. Talado racional y repoblamiento de las especies madereras comerciales.
TIERRAS MARGINALES PARA LA AGRICULTURA (Aptas exclusivamente para pastoreo extensivo y forestal)			
VII. Tierras regulares o marginales aparentes solo para pastoreo extensivo y forestales (bosques de Producción).	Se incluyen: - Tierras empinadas susceptibles a la erosión por el agua. - Tierras planas o ligeramente onduladas con deficiencias de drenaje (húmedas). - Tierras planas, superficiales, gruesos o pedregosos, con o sin sales o de baja fertilidad.	Forestales principalmente en los terrenos muy empinados y de fertilidad muy pobre. Cultivos permanentes en forma muy limitada. Pastoreo extensivo en los terrenos con deficiencias por drenaje, pendiente, suelo y clima.	Manejo adecuado del recurso forestal. Manejo apropiado del pastoreo, propendiendo al mantenimiento de una adecuada cubierta vegetativa. Evitar la quema indiscriminada.
TIERRA SIN USO			
VIII. Tierras no apropiadas para fines agropecuarios ni explotación forestal.	Tierras extremadamente empinadas o demasiado húmedas salinosas o resacas; salinidad o alcalinidad extrema; drenaje degradado (pantano); terrenos planos extremadamente pedregosos o tierras de clima extremoso (glacido).	Vida silvestre, parques nacionales, suministro de energía, exploración de carbón, minas, bosques de Protección, etc.	En las zonas boscosas, mantenimiento de la máxima cubierta arbórea como medida protectora para el control de la erosión. Desarrollo y mejoramiento de las zonas de vida silvestre y caza, parques nacionales, etc.

- Riesgos por erosión
- Condiciones por suelo
- Condiciones de drenaje o humedad
- Condiciones de clima

Esta clasificación presenta cuatro grandes categorías

- A. Tierras arables, aptas para cultivos intensivos y otros usos (agricultura diversificada)
- B. Tierras no arables, aptas solo para cultivos permanentes (frutales, pastos, forestales)
- C. Tierras marginales para la agricultura (exclusivamente para forestales)
- D. Tierras no aptas para fines agropecuarios explotación forestal.

La primera categoría se subdivide en cuatro clases (la IV), la segunda en dos (V y VI) la tercera en una (VII) y la cuarta también una (VIII).

Conclusiones:

De lo expuesto, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- * La Cuenca Hidrográfica es la unidad geográfica natural que ofrece el marco apropiado para la planificación del desarrollo económico-social de una región o país.
- * La Cuenca Hidrográfica es un sistema que contempla los aspectos biofísicos, demográficos, económicos y sociales que se encuentran interrelacionados entre sí. De la cantidad y calidad de estas relaciones depende el desarrollo armónico, basado en el aprovechamiento, protección y conservación de los recursos que en ella se encuentren, asegurando así una producción óptima y sostenida.
- * Los cambios naturales en el ambiente ecológico de la cuenca involucran flujos de materia y energía tanto en la producción como en el transporte y en la utilización de los productos, toda actividad del hombre debe tener muy en cuenta el balance energético de la cuenca y que éste siempre sea favorable para la subsistencia del hombre y su entorno.
- * En el Manejo de Cuencas, para su desarrollo, se deben tener muy en cuenta las condiciones sociales y económicas iniciales y basarse en ellas para lograr su desarrollo hacia niveles socioeconómicos más avanzados tendiente a mejorar la calidad de vida.
- * Dada la naturaleza y complejidad de los diferentes aspectos que intervienen en el Manejo de Cuencas, se requiere una acción interdisciplinaria en el marco de un enfoque inter-institucional y multisectorial.
- * Para lograr el desarrollo y gestión de las cuencas hidrográficas es imprescindible establecer mecanismos de coordinación que permitan integrar los esfuerzos de las diferentes instituciones involucradas.
- * La Planificación y el Manejo del Uso de la Tierra es un factor muy importante en el Manejo de Cuencas por lo tanto es necesario crear, adaptar o perfeccionar un sistema sencillo, apropiado y aplicable al trópico centroamericano, que involucre al campesino en su agricultura productiva generada en zonas de ladera.
- * La Planificación consiste en la búsqueda de soluciones a problemas y necesidades, formulando acciones que satisfagan metas y objetivos; en este sentido el Manejo de Cuencas Hidrográficas tienen como propósito proporcionar alternativas al encargado de tomar decisiones respecto al uso de los recursos naturales; entendiéndose por recursos naturales, no solamente el bosque como hay la tendencia, sino también los cultivos industriales, de "pan llevar" y otros que tienen, todos ellos, una importancia directa muy significativa en las economías de los países.

- * La investigación y la transferencia de tecnología deben estar estrechamente relacionadas dentro del contexto de la realidad de cada país. En este sentido las Universidades y los organismos internacionales deberán aunar esfuerzos para lograr tecnologías apropiadas en cada uno de los países de la Región Centroamericana y Panamá, según el caso.

Bibliografía

- A.S.C.E., 1980. Sumposium on Watershed Management 1980. Committee on Watershed Management of the Irrigation and Drainage. Division of the American Society of Civil Engineers. U.S.A.
- CANADA, ENVIRONMENT CANADA. 1975. Nomographic sur la planification d'ensemble des bassins hydrographiques. Ottawa, Canadá.
- DOUROJEANNI, A., NELSON, M., AGUIRRE, C., ORTIZ, R., 1986. Guía para elaborar el Manual de Desarrollo y Manejo de Cuencas Alto Andinas. CEPAL, División de Recursos Naturales y Energía, Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.
- SANTA MARIA T., 1986. Propuesta Metodología para sistematizar el desarrollo integrado de cuencas hidrográficas de alta montaña en la región andina. CEPAL, División de Recursos Naturales y Energía, Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.
- FERREIRO, O., 1984. Metodología para la Planificación del Manejo de Cuencas Hidrográficas y su aplicación a la Cuenca del Río Tuis. Tesis M. S., CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- HECKADON, S., ESPINOSA, J. 1985. Agonía de la Naturaleza. IDIAP y Smithsonian Tropical Research Institute. Panamá.
- HONDURAS, Ministerio de Recursos Naturales. 1984. Proyecto de Manejo de Recursos Naturales. Plan de Manejo de las Cuencas de los ríos Choluteca y Sampile/guasaule. Tegucigalpa, Honduras.
- LEONAR, J. 1985. Perfil de América Central. U.S.A.I.D., Washington. U.S.A.
- O.E.A. 1978. Calidad ambiental y desarrollo de cuencas hidrográficas: un modelo para planificación y análisis integrados. OEA. Washington, U.S.A.
- PANAMA, Ministerio de Desarrollo Agropecuario. 1984. Ordenamiento del Territorio de la Cuenca del Canal de Panamá y Proyecto de Corrección Hidrológico Forestal. Panamá.
- ROCAP/AID, 1983. Regional Tropical Watershed Management Project Document, Washington. U.S.A.
- SARAVIA, A. 1983. Un enfoque de sistemas para el Desarrollo Agrícola. IICA. San José, Costa Rica.
- SHENG, T. C. 1981. Planificación Física para Cuencas. Programa de Desarrollo de Naciones Unidas. Kingston, Jamaica.
- USAID,DGF. 1985. Plan de Manejo de la Cuenca del Río Parrita, Costa Rica.

ASPECTOS ECONOMICOS EN EL ESTUDIO DE CUENCAS

Objetivos del Desarrollo

Carlos Rodríguez*

Antes de entrar a considerar los aspectos económicos en el estudio de una Cuenca, sería conveniente explicar brevemente cuales son los objetivos del desarrollo económico y social, a fin de ubicarse dentro de este contexto, para definir ¿Por qué estamos realizando lo que estamos llevando a cabo? .

Si nos planteamos la interrogante ¿Cuál es el objetivo de determinado Programa de Desarrollo del recurso agua?, todo lo que estaríamos inclinados a responder estaría expresado en términos de producir más energía eléctrica, de lograr un suministro de agua más seguro, instalaciones recreativas, o más bien podríamos definirlo como el aumento de nuestros ingresos nacionales en una cierta cantidad.

No obstante, cuando consideramos esta interrogante en un sentido más filosófico, tenemos que admitir que más electricidad o un aumento en el ingreso nacional, no constituyen fines por si solos. Ellos a su vez son medios para obtener otros fines. Si continuamos explorando esta interrogante, llegaremos finalmente al punto en el cual tenemos que percatarnos de que el objetivo final de nuestras obras públicas y de nuestros programas de desarrollo de recursos, es el "bienestar" de nuestra sociedad.

Ahora bien, ¿qué es lo que constituye el "bienestar" de toda la población, tanto material como cultural y espiritual? Esto depende en gran parte de la idiosincracia de los individuos que integran la sociedad y, en consecuencia es muy difícil de definir. Sin embargo, es posible mencionar cierto número de condiciones de vida que en su conjunto, nos presentarán los ingredientes de lo que podríamos denominar el "bienestar de una sociedad". En ese sentido se incluye la posibilidad de permitir a los grupos mayoritarios de la población de cubrir en forma adecuada sus necesidades más básicas, como lo son la dieta, el vestuario y la vivienda, además de contar con crecientes niveles de ingreso que permitan ampliar su margen de opciones en cuanto a la elección de oportunidades de consumo o de inversión. Así mismo, el bienestar incluye el fácil acceso a servicios de salud, educación y cultura, así como otros aspectos que están vinculados con la "calidad de vida", como por ejemplo, la seguridad, la dignidad personal y la igualdad de oportunidades.

Objetivos del Desarrollo Económico y Social

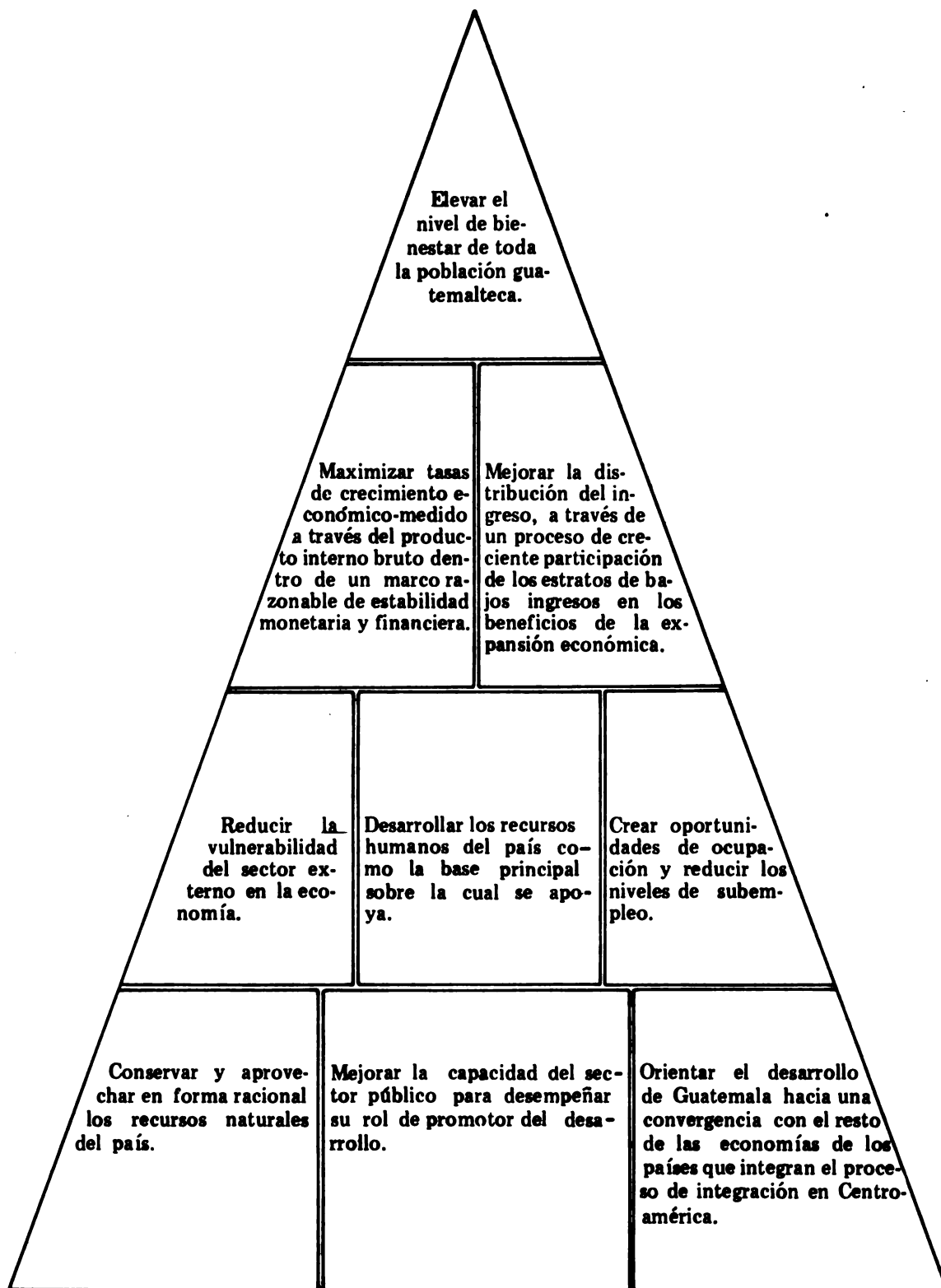
El objetivo central del proceso de desarrollo — elevar el nivel de bienestar de la mayoría de la población. — descansa sobre una serie de objetivos instrumentales, de los cuales los dos principales se encuentran en el segundo escalón de la pirámide representada en la gráfica 1. En primer término, sólo se puede incrementar la oferta de bienes y servicios (o el consumo y la inversión) dentro de un contexto de crecimiento, lo cual exige la adopción de un conjunto de acciones diseñadas para impulsar la expansión económica. En segundo lugar, los beneficios derivados de dicha expansión sólo pueden llegar a amplios estratos de la población de seguirse algunas políticas deliberadas tendientes a mejorar la distribución del ingreso. De ahí que "crecimiento y distribución" constituyan objetivos básicos y a la vez pre-requisitos para poder elevar el nivel de bienestar de toda la población.

Estos objetivos básicos se apoyan a la vez, en otros objetivos instrumentales descritos en el tercer escalón de la pirámide. El sector externo continúa condicionando la evolución de la economía guatemalteca. De ahí que una gradual reducción de la vulnerabilidad del sector externo se plantea como objetivo, además de ser un requisito para obtener elevadas tasas de crecimiento. En la misma forma, mejoras cualitativas en los recursos humanos del país —vista tanto desde el ángulo de su capacidad productiva como de su capacidad de participar en el proceso del desarrollo— y la plena ocupación de dichos recursos como factor de trabajo constituyen objetivos per se y requisitos para el cumplimiento de la maximización en las tasas de crecimiento y la mejora en la distribución del ingreso.

*Economista Agrícola

GRAFICO 1

"PIRAMIDE" DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO



Finalmente, el cuarto escalón de la pirámide contiene otros objetivos que surgen del diagnóstico, pronóstico y examen de las potencialidades. Por ejemplo, se plantea la necesidad de conservar y aprovechar, en forma racional, los recursos naturales del país, a la luz de la degradación de algunos de dichos recursos en el pasado. Por otro lado, de aceptarse la premisa sentada en el capítulo sobre potencialidades, en el sentido que dichas potencialidades se realizarán a mayor plenitud dentro del contexto de una economía de dimensión centroamericana, se justifica dejar sentado como otro objetivo explícito de la estrategia, la gradual convergencia de la economía guatemalteca con la de los demás países de la región. Por último, un esfuerzo tan complejo y vasto como el previsto en este plan, entraña cada vez mayores exigencias sobre el sector público, en su calidad de promotor y orientador del proceso. De ahí que se plantea como objetivo mejorar la capacidad del sector público para desempeñar el rol que le corresponde, lo cual a su vez exige mejoras en la organización, la adopción de procedimientos, y la movilización y desarrollo de recursos humanos que pertenezcan a la administración pública.

Los objetivos antes enunciados se ven íntimamente interrelacionados. En muchos casos, se apoyan mutuamente; en otros, acaso entran en conflicto. Así por ejemplo, el objetivo de conservación de recursos naturales podría eventualmente ser conflictivo con el objetivo de maximización de crecimiento. De ahí que la jerarquización de objetivos resulta una tarea difícil y compleja.

Objetivos específicos de un programa de desarrollo de los recursos naturales.

Está generalizada la creencia de que Guatemala está asentada sobre un territorio inmensamente rico, debido a su variada topografía y altitud. A las bellezas naturales que esta circunstancia determina, se agrega la herencia arqueológica de los mayas y la riqueza histórica y arquitectónica que data del tiempo de la Colonia. Además también es frecuente la idea de que el país posee grandes superficies de suelos agrícolas de elevado potencial, agua abundante de excelente calidad, bosques inagotables de maderas preciosas, flora y fauna fabulosas y exóticas, minas y otros incontables recursos.

A medida que mejora el conocimiento sobre los recursos naturales del país, creencias como las anteriores van quedando progresivamente en tela de duda. Las verdades científicas conforman para el país un cuadro de potencial más bien limitado, con recursos que deben ser manejados inteligentemente para garantizar su capacidad de sostenimiento de la población hacia el futuro. Si dicho potencial se evalúa, por ejemplo, en términos de tierra agrícola disponible en relación a la presión demográfica, la situación actual es crítica en algunas regiones y lo será aún más a la altura del año 2,000. La configuración montañosa del territorio nacional; las condiciones ecológicas; la carencia de cursos de agua superficiales aprovechables para fines agrícolas en áreas como el altiplano y otros factores que limitan la superficie agrícola utilizable, son un índice del problema. Si el potencial se estudia en función del recurso agua (cantidad, calidad, ubicación y disponibilidad en todo tiempo) varias regiones del país resultan deficitarias, con el agravante de que se trata precisamente de las zonas con mayor densidad poblacional.

Por otro lado, la depredación de algunos recursos naturales y la contaminación del medio ambiente, como fenómenos que ya se hacen sentir en algunas regiones, afectan el potencial de los recursos del país e indican a la vez, que debe modificarse en términos sustanciales el patrón de uso de los mismos.

En base a las consideraciones anteriores, los objetivos específicos de un programa de desarrollo de los recursos naturales están encaminados a lo siguiente:

- a. Realizar el inventario de los recursos naturales renovables a nivel nacional, como la base para promover su desarrollo integrado;
- b. Clasificar los suelos en función de su vocación productiva para su mejor uso y conservación ulteriores;
- c. Fomentar el aprovechamiento múltiple de los recursos para optimizar su utilización,

- evitar su degradación y no afectar usos alternativos (p.e. el recurso hídrico).
- d. Manejar racionalmente los bosques transformándolos en fuentes de actividad económica en beneficio de la población rural;
 - e. Mantener el balance ecológico con fines de preservar las diferentes especies de fauna y flora en vías de extinción;
 - f. Establecer un sistema de parques nacionales y áreas equivalentes, para preservar habitats naturales para la fauna y flora en vías de extinción.

Informe de factibilidad

Actualmente, nuestro interés se concentra principalmente en el tema de la planificación del aprovechamiento racional de los recursos naturales de una cuenca. Podemos definir esta planificación como el proceso mediante el cual se trata de concentrar los medios más adecuados para lograr los objetivos del desarrollo de los recursos naturales. Este proceso incluye: definición de los objetivos, composición de planes alternativos, estudio preliminar de estos planes, estudio más detallado de los planes y selección del plan más conveniente. Después que este plan ha sido aprobado y financiado, puede hacerse el diseño detallado y empezar la construcción de los trabajos de ingeniería.

Etapas de Estudio:

Mientras se desarrolla este proceso, se realizan tres tipos diferentes de informes: a) el informe de reconocimiento; b) el informe de factibilidad; c) el informe del plan definitivo.

El informe de reconocimiento: presenta los hallazgos de los estudios preliminares sobre los planes alternativos del desarrollo de los recursos naturales de la cuenca. Uno de los propósitos de la investigación de reconocimiento es determinar cuando vale la pena o cuando no, realizar una investigación más detallada. Si no vale la pena, no se proseguirá con el estudio. Si el resultado es positivo, entonces el informe de reconocimiento deberá contener recomendaciones en relación a como proseguir con las investigaciones mas detalladas, que tipo de datos deben recolectarse, que planes alternativos deben ser investigados posteriormente, y que participación profesional, tiempo y costos se tomarán en cuenta.

El informe de factibilidad: es el final del proceso de planeamiento. Se han recolectado datos suficientes, los planes alternativos se han estudiado en forma adecuada, se ha terminado el análisis socio-económico, y se ha seleccionado el plan más conveniente. Este informe puede presentarse a las autoridades superiores para su aprobación, o puede servir como documento para solicitar financiamiento a una agencia internacional.

El informe del plan definitivo: provee las bases para la construcción de los trabajos de ingeniería. El informe de factibilidad contenía los diseños preliminares y la estimación de costos con el grado de exactitud necesario para decidir entre los diferentes planes alternativos y para justificar el plan seleccionado. Normalmente tales diseños no son adecuados para proseguir la construcción. Además, ha pasado una cantidad de tiempo considerable entre la preparación del informe de factibilidad y la autorización y financiamiento del proyecto. Por esta razón, es necesario obtener una información completa y reciente, así como también, preparar planos con los detalles del diseño, antes de emprender la construcción del proyecto.

Estudio Económico:

En cada una de estas etapas de estudio, es necesario analizar las implicaciones económicas que conllevan su desarrollo. Sin embargo, por la mayor profundidad del análisis económico que se realiza en un estudio de factibilidad, a continuación se describe su contenido.

Este estudio tienen por finalidad determinar todas las implicaciones económicas, financieras y socio-económicas de un proyecto o plan, presentándolas en tal forma que

faciliten su evaluación. El estudio económico deberá comprender todos aquellos datos que serán necesarios posteriormente para calcular los diferentes parámetros de rentabilidad económica y financiera, lo mismo que una cuantificación de los efectos socio-económicos directos implícitos en el proyecto o plan como ocupación, ingresos, valor agregado, etc.

El estudio económico es el medio más adecuado para medir sus alcances y repercusiones, no solamente en lo referente a su lucratividad sino a todo el complejo de interrelaciones económicas, financieras y socio-económicas que tiene un plan o proyecto.

El estudio económico contiene: a) análisis económico; b) análisis financiero; c) análisis socio-económico.

El análisis económico: tiene por finalidad establecer la utilidad que generará el plan, proyecto o proyectos, para poder calcular su rentabilidad a fin de establecer una base de comparación con cualquier otro tipo de inversión, aún con inversiones puramente financieras. Por tal razón, en el análisis se incluyen costos e ingresos monetarios y no monetarios.

La primera parte del análisis económico consiste en el cálculo de los costos; y la segunda la estimación de los ingresos anuales en las diferentes actividades económicas. Los ingresos pueden dividirse en ingresos monetarios e ingresos no monetarios o imputados. Los ingresos monetarios son aquellos que representan entradas en efectivo, y los ingresos no monetarios son aquellos percibidos en especie, ejemplo producciones destinadas a autoconsumo o a la alimentación de animales dentro de una explotación. Los ingresos monetarios sirven de base para establecer la disponibilidad monetaria anual, que a su vez servirá para formular el plan de financiamiento. Para establecer la rentabilidad económica de los proyectos es necesario incluir tanto los costos e ingresos monetarios y los no monetarios. La comparación entre los ingresos totales y costos totales constituye el "Balance Económico" que tiene la finalidad de establecer la utilidad del o los proyectos, y luego servirá para el cálculo de los parámetros de rentabilidad económica generada por el o los mismos.

Con el análisis financiero se establecen los montos de disponibilidad monetaria en cada uno de los años de vida de un proyecto. Conocer esta disponibilidad monetaria es muy importante, pues constituye la base para elaborar un adecuado plan de financiamiento y recuperación del crédito necesario. Precisamente por la necesidad de conocer la disponibilidad anual de efectivo que generará el proyecto, es que en el análisis de costos y de los ingresos anuales, se incluyen únicamente costos e ingresos monetarios, es decir, gastos y entradas en efectivo.

En resumen, el análisis financiero sirve para establecer la liquidez del proyecto y su capacidad para hacer frente a sus obligaciones crediticias. Mediante el análisis económico se establece la rentabilidad de la inversión, ésta puede ser medida por la relación utilidad / inversión. Una vez comprobado que el proyecto es rentable, se debe conocer el detalle del monto del crédito que será necesario, tanto para capital de inversión como para capital de operación.

En el análisis financiero se estiman las inversiones sujetas a crédito, costos e ingresos monetarios, flujo de fondos o Balance Monetario, plan financiero.

En el análisis económico se calcula la rentabilidad del proyecto, a través de los siguientes indicadores: a) Relación beneficio-costos, b) Tasa Interna de Retorno, y en el análisis financiero se estima: a) Valor Presente Neto de la Inversión, b) Tiempo de recuperación del Capital, c) Utilidad Anual.

Para completar el Estudio Económico, debe considerarse un aspecto que es de fundamental importancia en la formulación de un proyecto o plan, el cual es la estimación de los beneficios e impacto socio-económico (análisis socio-económico) que este proyecto o plan va a producir. Las implicaciones socio-económicas pueden clasificarse en dos categorías: efectos directos o primarios y efectos indirectos o secundarios.

Los efectos directos son aquellos que se originan y se perciben dentro del proyecto mismo y normalmente pueden ser objeto de cuantificación. Entre los más importantes se pueden mencionar: creación de ocupación, de valor agregado, ingreso familiar, ingreso neto de divisa, mejor uso de la tierra, balancear la dieta alimenticia, etc.

Los efectos indirectos son los que se originan inducidos por el proyecto pero que sus repercusiones se obtienen fuera de éste o que benefician tanto a participantes como a no participantes del proyecto. Entre los principales se pueden citar: creación de agroindustrias, asociaciones de productores, obras de infraestructura, como puentes, calles, creación de escuelas, servicios médicos, y en fin una serie de obras de servicio para la sociedad.

Estudio de desarrollo de la cuenca del río Chixoy

Los ríos de Guatemala se organizan en tres grandes regiones hidrográficas, según la orientación general del drenaje:

Vertiente del Océano Pacífico	23,380 Km. ²
Vertiente del Mar de las Antillas	32,610 Km. ²
Vertiente del Golfo de México	52,910 Km. ²

El río Chixoy pertenece a la vertiente del Golfo de México, tiene una longitud de 1,700 Kms. y una cuenca que abarca 10,756 Km.² La precipitación media de la cuenca es de 2,291 mm. por año.

En la cuenca del río Chixoy se han efectuado varios estudios. El INDE ha investigado todos los posibles desarrollos hidroeléctricos, hasta el punto de que la mayoría de ellos se encuentran estudiados a nivel de prefactibilidad y algunos a nivel de factibilidad. El Gobierno de Guatemala también ha efectuado otros estudios para desarrollar la cuenca, y que se relacionan con los recursos hidráulicos y terrestres conexos, así como con proyectos de colonización en la cuenca inferior del río. En el tramo medio del río Chixoy, el INDE cuando se realizó el estudio de la cuenca, había iniciado la construcción de la Hidroeléctrica Pueblo Viejo – Quixal– (300 MW).

Los objetivos de los estudios complementarios al Proyecto Hidoeléctrico, fueron:

- a. identificar posibilidades de desarrollo de la Cuenca del Río Chixoy aprovechando en parte las obras hidráulicas que se localizarán en el tramo medio del mismo río; y
- b. Consolidar el desarrollo de todo el área de influencia de la Cuenca, mediante la preparación de los estudios de factibilidad de los proyectos que se identifiquen como prioritarios.

Metodología Utilizada

La metodología general utilizada para el estudio de la cuenca del Río Chixoy, comprendió tres fases:

- a. La división del territorio en tres regiones homogéneas: Altiplano, Salamá y Chixoy, ésta última comprende las tres sub-regiones Chixoy Medio, Xalalá y Tierras Bajas.
- b. El inventario y evaluación de los recursos y los potenciales de desarrollo para cada uno de los 12 aspectos analizados y la identificación preliminar de las acciones requeridas para optimizar el uso de esos recursos.
- c. El análisis de los resultados preliminares en función del plan de desarrollo de la cuenca. Esta fase comprendió la investigación a nivel regional de la mejor alternativa de cada proyecto, el análisis de rentabilidad del proyecto o del programa que lo incluye, la descripción detallada de los proyectos, la evaluación de los recursos requeridos para su realización y la preparación del plan de desarrollo regional. Cada uno de los proyectos sectoriales tiene por objeto el uso óptimo de los recursos regionales.

Aspectos Considerados

I) Características físicas

El territorio del estudio limitado inicialmente la Cuenca del Río Chixoy, fue ampliada para hacerla coincidir con las unidades administrativas a nivel de municipio (13,538 Km²), correspondiendo al 12o/o del territorio de la República de Guatemala. Tomando en cuenta que en la planificación económica, es preferible trabajar sobre conjuntos que tienen las mismas características geográficas, sociales y económicas, se dividió el área de estudio en tres regiones más homogéneas.

II) Población

El 8o/o de la población del país está ubicada en el área de estudio, sin embargo, existe una desigual repartición geográfica, ya que el 44o/o de la población habita en la Región Altiplana (densidad de 64 habitantes/Km.²). Las otras características importantes de la población es su significativa proporción rural y en bajo nivel de educación.

III) Principales actividades económicas

La agricultura ocupa el 68o/o de la mano de obra; mientras que el sector industrial y artesanal están principalmente dominados por la artesanía de textiles, cuyo valor agregado total es muy bajo debido a la subvaluación del valor de trabajo del productor.

La producción agrícola está dominada por el maíz (85,000 Ton. 12o/o producción nacional, 55o/o de la superficie cultivada, agricultura poca mecanizada, en terrenos pendientes, rendimientos mediocres 840 Kgs/ha. —valor bruto de producción 21o/o del VBP Agrícola del área de estudio), el café (86,000 Ton., 10o/o producción nacional, 55o/o VBP Agrícola total), y menos importante frijol (6,000 Ton.), trigo (12,000 Ton.), caña de azúcar (25,000 Ton.), y algunas frutas.

La agricultura no engendra prácticamente ninguna actividad en el sector agroindustrial. Cuando hay alguna transformación de productos agrícolas, se efectúa casi siempre a nivel artesanal.

La ganadería constituye un elemento importante en dos zonas: al noroeste del Altiplano donde las condiciones ecológicas permiten la crianza de ovinos y en el municipio de Chisec la ganadería bovina.

El Sector forestal a pesar de que representa el 66o/o del uso actual de la tierra, genera poca actividad económica.

IV) Relación con el resto del país

El área de estudio está bastante aislada del país por la falta de una red vial adecuada, a pesar de la existencia de la carretera Panamericana al oeste del territorio, y de la carretera Guatemala —El Rancho Coben. Hasta en años recientes, ninguna carretera penetraba el interior del territorio, lo cual no permitía una verdadera integración con el resto del país.

V) Infraestructura

En general, los centros de servicio cuentan con los elementos esenciales para los servicios mínimos a la población, pero en algunos casos no poseen la capacidad suficiente para cumplir con su fin. Existen diferencias cuantitativas y cualitativas entre las diversas regiones del área de estudio.

Diagnóstico y estrategia de desarrollo

Aspectos generales

La evaluación del uso actual y potencial de los recursos disponibles en el área de estudio, muestra la necesidad de basar el desarrollo en la agricultura; sin embargo, el tipo de desarrollo agrícola recomendado es diferente para cada uno de las regiones, de acuerdo a los análisis técnicos y económicos realizados.

La explotación forestal en orden de importancia de desarrollo, es el segundo sector para el Altiplano y Salamá, por los ingresos adicionales que resultaron del manejo adecuado de los bosques de coníferas. Además del inventario y la preparación de planes de manejo forestal, varios estudios específicos son necesarios para definir el mejor uso del recurso forestal en cada área.

El sector artesanía presenta las mismas características y problemas en todo el país, por lo que la estrategia recomendada tendrá un impacto a nivel nacional.

Se prevee un potencial turístico por las características ecológicas de las regiones del Altiplano y Chixoy.

Finalmente, la red vial tiene que ser mejorada con urgencia, con el propósito de disminuir el costo de transporte para promover mayores intercambios dentro y fuera del área de estudio.

Proyectos

Los proyectos identificados tienen alcances que cubren por lo menos dos regiones del territorio. Asimismo, se utilizó el método Delphi para establecer un orden prioritario de acuerdo a criterios establecidos y ponderados.

Impacto del Plan de Desarrollo

La realización de los proyectos anteriormente mencionados, modificarán profundamente a largo plazo la imagen del territorio. La agricultura continuará siendo la actividad principal de cada región, pero sin embargo los rendimientos obtenidos y la diversificación de cultivos (en particular los cultivos de alto valor), deberán constituir una fuente importante de ingresos para los productores en vez de una actividad destinada a asegurar solamente su subsistencia, como actualmente. La agricultura deberá permitir crear una agro-industria.

Otros dos sectores que se modificarán sustancialmente serán: el forestal y el artesanal. Los bosques se deberán utilizar racionalmente y convertirse en fuente de materia prima, no solamente para uso doméstico y material de construcción, sino para industrias de transformación. Asimismo, la utilización racional permitirá también una mejor conservación del suelo y bosque en sí.

Bibliografía

1. "Economía en Proyectos de Recursos Hidráulicos". E. Kuiper. Cidiat. Mérida Venezuela.
2. "Metodología para la preparación y evaluación de Proyectos Agropecuarios". J. Ramos Chorro. Ciclo PEPA. IICA-BID, Guatemala, Octubre de 1974.
3. "La Estrategia del desarrollo en Guatemala". Plan de Desarrollo 1975/79. SEGEPLAN, Guatemala, Noviembre de 1974.
4. "Plan de Desarrollo Agrícola". Plan de Desarrollo 1975/79, Capítulo 14. Programa de Recursos Naturales Renovables Tomo XII. SEGEPLAN. Guatemala, Noviembre de 1974.
5. "Estudio de Desarrollo de la Cuenca del Río Chixoy" LAVALIN/INDE. Guatemala, Septiembre de 1979.

ASPECTOS SOCIOCULTURALES EN GUATEMALA Y SU RELACION CON EL MANEJO DE CUENCAS

S. Rokaël Cardona*

Lo Socio-Cultural

Cuando hablamos de los factores socioculturales estamos pensando conceptualmente en dos cuestiones:

1. La estructura social o sea la división de la sociedad en clases sociales, estratos o categorías sociales. Particularmente, en el caso que nos ocupa estaríamos pensando ante todo en la estructura social rural, compuesta por: grandes y medianos terratenientes, burgueses agrícolas, campesinos en sus diversos estratos y artesanos rurales quienes se organizan socialmente para explotar los recursos naturales del país. La forma de explotación de dichos recursos, en este caso, de las cuencas en una cuestión histórica y puede tener consecuencias positivas o negativas para un determinado país.

Es necesario hacer la aclaración de que ejerce influencia particular en el manejo de cuencas hidrográficas el desarrollo de la ciudad y los procesos de urbanización concomitantes, aspecto en el cual el estado es uno de los actores determinantes a través de la burocracia y la tecnocracia, como categorías sociales.

2. La segunda cuestión contenida en lo sociocultural es la de cultura. Como es evidente, la cultura es una creación humana: la sociedad en sus diversos grupos sociales que la integran, es creadora, portadora y recreadora de cultura, a través de su desarrollo histórico.

Conceptualmente la cultura comprende el conjunto de valores materiales y espirituales creados por la humanidad en el curso de su historia;

La cultura es un fenómeno social que repercute el nivel alcanzado en la sociedad en determinada etapa de su historia, en relación a:

- a) Progreso técnico, experiencia de producción y de trabajo.
- b) Instrucción, educación, ciencia
- c) Arte en general
- d) Instituciones que le corresponden a la sociedad en cada etapa histórica
- e) "Costumbres" entendidas como patrones sociales de conducta
- f) Formas lingüísticas y composición étnica de la población.

En síntesis, la cultura comprende las formas y resultados de la actividad humana.

La Singularidad Cultural

Tanto los instrumentos de trabajo, los caracteres de la escritura, el estilo arquitectónico de viviendas y edificios, los hábitos y supersticiones populares y la diversidad étnica y lingüística, manifiestan en forma sensible el sello de la SINGULARIDAD CULTURAL.

Y esta singularidad, en tanto mas original, profunda e histórica, asume una dimensión universal.

La cultura guatemalteca, en este sentido, constituye manifestación de la "singularidad universal"

*Sociologo

La cultura constituye la particularidad distintiva, universal de las sociedades humanas, y es creación históricamente determinada.

Y por otra parte, a la historicidad de la cultura se agrega su persistencia temporal, que trasciende a las formas mismas de la sociedad de que se trata.

El caso de Guatemala (vinculación específica al manejo de cuencas)

La persistencia de la herencia precolombina en el manejo de los recursos naturales es una de las cuestiones culturales más significativas. Esta situación que parece extinguirse cada vez más, se caracteriza por una explotación natural (poco tecnificada) de los recursos agrícolas, por el sentido colectivo-comunal del proceso de trabajo y por una ideología en la que se concibe al hombre como prolongación directa de la tierra. Hombre y naturaleza son una sola y misma unidad en la cosmovisión de las etnias nacionales.

En este sentido debemos recordar por una parte la importancia que las cuencas hidrográficas tuvieron para el asentamiento humano, el dinamismo económico en la época precolombina, y por la otra, el uso colectivo de dichas cuencas para la producción y la sobrevivencia de las comunidades. Ejemplos de este tipo abundan en las principales ciudades de origen Maya—Quiché.

La ruptura económica y cultural de la colonización española, es el factor histórico que originó la actual división cultural:

a) Para Miguel Angel Asturias, la división socio-cultural guatemalteca, es propia de la historia del rompimiento de la sociedad precolombina (basada entre productores iguales, en donde el mercantilismo no es dominante) y una transición colonial eje de una separación de clases sociales en donde el mercantilismo se convierte en institución dominante. Esta división socio—cultural se acentúa en la segunda mitad del siglo XIX con el desarrollo del capitalismo agrario y más aún en la segunda mitad del siglo XX con el auge de la economía agro-exportadora y el proceso de industrialización dependiente, factores a los cuales se asocia el proceso de urbanización.

b) Raíz económica de la división sociocultural. De ahí entonces que la actual división sociocultural tenga sus raíces en la economía, principalmente en el régimen de tenencia de la tierra que ha obligado al campesinado cada vez más a proletarizarse, siendo a veces en este proceso un actor inconsciente de la destrucción de los recursos naturales o bien actor ignorante de la potencialidad de los recursos naturales y de los límites de su uso.

c) Los efectos del capitalismo dependiente. Al generalizarse un capitalismo dependiente y atrasado que privilegia el interés privado, por sobre el interés social y nacional, el gran potencial hidroeléctrico y de aprovechamiento del agua se ve altamente limitado, y lo que es más grave aún, asistimos en la actualidad como resultado de dicho proceso a un sobre deterioro de las cuencas hidrográficas. Este aspecto plantea serios desafíos al régimen de tenencia y uso de la tierra y del agua (y de los recursos naturales en general), particularmente desde el ángulo de la planificación, la protección del medio ambiente y la solución al problema de la pobreza rural y urbana.

Finalmente hay una cuestión sociocultural que se relaciona con la ideología: se trata del estado de inconsciencia general que existe alrededor de la potencialidad, límites y grado de deterioro de los recursos naturales en general y de las cuencas hidrográficas en particular, aspecto sobre el cual las instituciones responsables deberán de generar una estrategia específica

Opciones al Futuro

Considerando que el manejo de cuencas influido por factores socioculturales, se sugiere:

- a) **Considerar con profundidad estos factores:**
 - La composición social de la población
 - Organización social de los productores
 - Aspectos ideológicos
 - Formas de producción, especialmente las formas culturales de producción y de representación.

- b) **Particularmente, considerar el papel del Estado en los aspectos de:**
 - Políticas
 - Planificación
 - Concepción científica e ideológica de la problemática
 - Capacidad técnica y administrativa

- c) **La necesidad de creación de una nueva cultura, que priorice:**
 - El desarrollo endógeno del país
 - El rescate, protección y mejora de los valores culturales
 - El fortalecimiento de la capacidad científico-técnica del Estado en la explotación de los recursos naturales
 - La participación consciente de la población en el dominio y explotación de sus recursos naturales.

POBLACION Y EDUCACION

Jorge Arias de Blois*

Introducción

En cierto sentido podría parecer extraño que en un Seminario—Taller, como el que ahora se inicia, se incluya un tema sobre “población y educación”. Sin embargo, la verdad es que el uso de los recursos naturales, sobre todo de los que pueden involucrarse dentro del concepto de cuencas, guarda una estrecha relación, tanto con la población como con la educación. En los párrafos siguientes trataremos de esbozar esa relación y, por consiguiente, reafirmar la conveniencia de tocar el tema en este Seminario—Taller.

La importancia de la población humana con relación al manejo de cuencas, o de cualquier otro ecosistema, surge desde el mismo momento en que el hombre, como explotador, usuario o beneficiario de los recursos naturales, ejerce una presión sobre dichos sistemas, no sólo por el incremento poblacional sino también por las actividades que los integrantes de esa población llevan a cabo en favor del desarrollo en general. Cuando estas presiones se ejercen sobre ambientes especiales, como pueden ser los pertenecientes al trópico húmedo, acerca de cuyo manejo aún no se conoce bastante, el problema se complica, por la fragilidad que caracteriza a esos ecosistemas. Pero el problema no para ahí, pues al mismo tiempo que se considera la acción del hombre sobre el ambiente, hay que tener en cuenta la acción que a su vez, este medio ejerce sobre el hombre, relación que es menos conocida que la primera.

El agua ha sido siempre necesaria para la vida del hombre y los demás seres vivientes, y gran parte de la historia de la humanidad se ha escrito alrededor de su disponibilidad. Sin embargo, a la par del agua que beneficia hay que tener presente situaciones en que el agua se convierte en un factor de destrucción (correntadas, inundaciones, etc.)—el agua salvaje a que se refería un escritor en contraposición del agua inteligente controlada por el hombre— del cual hay que protegerse. En cualquiera de los dos casos, el hombre se ve obligado a desarrollar actividades que, en una u otra forma, pueden interferir con el ciclo hidrológico natural. Tal es el caso de la construcción de obras de irrigación, de drenaje, de regulación de corrientes, de embalses, de electrificación, de uso de la tierra (agricultura, colonización, urbanización, etc)

El crecimiento constante de la población ha obligado a contar cada vez con más tierras adecuadas para el cultivo de alimentos y de plantas industriales (algodón, hule, madera, etc), lo que ha forzado a habilitar tierras para tal fin, que talvés estaban destinadas a cumplir otro cometido. Esto se ha traducido en la deforestación de vastas áreas, muchas de ellas localizadas en terreno inclinado, con lo que la erosión las ha afectado severamente, haciéndolas perder su cubierta original, lo que no pocas veces ha conducido a su deterioro final, en tanto que los productos de la erosión son arrastrados y vienen a acumularse en los depósitos de agua (lagos, mares, embalses, estuarios, etc) alterando su morfología y la calidad del agua. La alteración del régimen de las aguas superficiales afecta también el de las aguas subterráneas y viceversa. Es precisamente esa interrelación intrincada, entre los diversos sistemas, lo que hace tan delicada la intervención del hombre en el manejo de los ecosistemas.

Hasta no hace mucho tiempo, la mayor parte de la humanidad se abastecía de agua para beber, de fuentes superficiales. Hoy en día, la contaminación de éstas y la disminución de sus caudales, ha obligado, poco a poco, a hacer un mayor uso de las aguas subterráneas, generalmente a un costo más elevado, con el riesgo de deprimir severamente la napa freática, al tener muy poco conocimiento de los sistemas de recarga. No cabe duda que el sistema de aguas superficiales fue uno de los primeros que sufrió a manos del hombre. Además, ya se han dado casos de contaminación de éstas aguas por diversos motivos.

*Ingeniero Civil y Demógrafo. Universidad del Valle. Asociación Probienestar de la Familia.

Nadie pone en duda que el agua dulce existente en el mundo sobrepasa cualesquiera necesidades del género humano que uno pueda imaginarse. Desafortunadamente, mucha de esa agua es de difícil acceso o es inaccesible, y el resto se encuentra distribuida en forma a veces irregular de lugar a lugar o de una estación a otra. Esto ha obligado al hombre a realizar una serie de obras de recolección, almacenaje y distribución —que en un principio talvés no eran necesarias— para poder disponer de los caudales necesarios para el desarrollo agrícola e industrial, y para satisfacer las necesidades de consumo doméstico. Es decir que ha sido necesario que el hombre intervenga en el ciclo hidrológico para satisfacer aquellas necesidades; pero en ello hay algo que parece paradójico, y es que esa intervención se ha hecho a veces necesaria como consecuencia de su intervención previa en los sistemas y subsistemas hidráulicos.

Si un ecosistema se define como el conjunto definido de plantas y animales, en unión de su ambiente efectivo, podría decirse que ya es muy reducida la fracción de población que todavía vive en una relación estable con el ambiente natural pues, de hecho, la mayor parte de los sistemas ha recibido el impacto directo o indirecto del hombre, especialmente a través del cultivo de las tierras, lo que ha venido a convertir al hombre en el ser viviente dominante en el ecosistema, al mismo tiempo que sus cultivos han venido a constituir la flora dominante. Es decir que, sin el hombre, el nuevo ecosistema no se habría establecido, pero seguramente sin su presencia sería difícil que se sostuviera. En otros términos, los ecosistemas utilizados por el hombre han sido creados o modificados por la actividad del mismo, la cual se ve supeditada, en cierto sentido, a la necesidad de cubrir sus requerimientos mínimos (vivienda, ropa, alimento, leña, diversión, etc). La satisfacción de esas necesidades establecerá una mayor o menor presión sobre los recursos naturales del sistema, en función del tamaño de la población y de su dinámica (crecimiento y migración) así como de su organización y su cultura. No es de esperarse que en un ecosistema dado se comporten por igual quienes tienen una cultura de subsistencia a quienes tienen una cultura basada en la economía del dinero, pues no sólo puede afectar sus técnicas de explotación, sino que puede influir sobre varios aspectos de la vida diaria, como puede ser, entre otras cosas, sobre la nutrición misma. Hay quienes mantienen la tesis que dentro de un sistema capitalista la diferenciación entre el campesino crea más agricultores marginales que tienden a ocupar, o se ven obligados a utilizar, tierras marginales en términos de productividad y propensión a la erosión, etc. Las prácticas de cultivo, como la roza, la asociación de cultivos, el descanso de las tierras, siembra en laderas o terrazas, y muchas otras, son elementos que se encuentran incorporados a la cultura de los diversos grupos poblacionales, los cuales tratan de llevarlos a otros lugares cuando migran, ya sea voluntariamente o dentro de un proceso de colonización o de reasentamiento de comunidades.

Como puede verse, muchos problemas guardan una estrecha relación con factores culturales, cuya conservación o modificación es necesaria. Es aquí donde entra en juego la educación, como el medio por excelencia para transmitir la cultura de una generación a otras así como para introducir cambios en el comportamiento y en el desarrollo de nuevas actitudes, como puede ser el hacer surgir una nueva ética hacia los recursos que, por mucho tiempo, se han considerado como gratuitos o de bajo costo, tal como sucede con el agua y el aire.

Distribución de la población y las Cuencas

La distribución de la población en un país es el resultado de un largo proceso desde el momento que se establecen los primeros asentamientos humanos en el mismo. A partir de ese entonces, la población que llega a habitar cada zona, región, lugar poblado, etc., a una fecha determinada es el resultado de la combinación de la población inicial con los factores que determinan el cambio cuantitativo de la misma: a) Natalidad, b) Mortalidad, y c) Migración, sobre todo la interna y la proveniente de países limítrofes.

Por lo general, se encuentra una asociación entre la distribución de la población en general y las cuencas, ya que por lo general los primeros asentamientos humanos trataron de localizarse a la orilla o cerca de los cuerpos de agua, tanto para el aprovisionamiento de ese elemento vital, como para otros usos, tales como agricultura, navegación, esparcimiento, etc.

La Figura 1 representa la distribución de la población de Guatemala en el año 1964, de acuerdo con el censo realizado en esa época. Cada punto representa, 1,000 habitantes, y posiblemente deberían aparecer unos cuantos más para cubrir la omisión característica de todo censo, en especial, en nuestro medio. Ese mismo mapa podría representar, con bastante aproximación, salvo algunas pequeñas modificaciones, la población existente en 1987 con la única diferencia que cada punto representa 2,000 habitantes, en lugar de los 1,000 que representaba en 1964. Esto da una idea del fuerte cambio que se ha operado, en el término de apenas 23 años, período que ha sido suficiente para la duplicación de la población. Si el mapa antes mencionado se le superpone un esquema de las principales cuencas hidrográficas, tal como se muestra en la Figura 2, se podrá observar la magnitud de la población que directamente ejercería presión sobre cada una de las cuencas. Sin embargo, la situación no es tan simple, ya que los recursos de una cuenca pueden ser disfrutados, a veces, sólo en forma parcial por las personas que las habitan, ya que esos recursos pueden canalizarse hacia los habitantes de otras cuencas, como sucede cuando se desarrollan acueductos para conducir agua a las principales ciudades, o generar electricidad que beneficiará a otras áreas también, o suplir alimentos, materias primas y combustibles a otras regiones. Por estas razones, cuando se estudia una cuenca y su posible utilización, modificación, etc. es necesario hacer una apreciación y un análisis del uso y demanda de la misma por parte tanto de la población local como la de grupos fuera de la misma, sobre todo para identificar los usos y demandas conflictivos, con el fin de jerarquizar los problemas y buscar las formas para tratar de resolver esas situaciones, lo que a menudo sólo se logra creando compromisos. Por eso es necesario avanzar todo lo que se pueda en lograr comprender los escenarios legales, institucionales, políticos, sociales y económicos, que se asocian con cada cuenca.

En este deseo de hacer un mejor uso de las cuencas juega un papel importante la apreciación que los usuarios, tanto locales como externos, hagan de los recursos de las mismas, así como el deseo que manifiesten de cooperar y realizar actividades relacionadas con el desarrollo de esos recursos, no pocas veces, con la participación directa de la comunidad. Pero todo esto implica que la población alcance un cierto nivel educativo que le permita tomar actitudes racionales ante los problemas que se presentan. Para los países como Guatemala, esto toma un relieve especial, pues al bajo nivel cultural —en general— de su población, se une un rápido crecimiento de ésta, lo cual constituye un serio obstáculo para la extensión de la educación. A su vez, ésta última es necesaria para que la población tome conciencia de lo que ese crecimiento desenfrenado significa, para que a su vez, en forma racional y ética, tienda a bajar sus niveles de fecundidad para compensar las bajas que ha logrado la mortalidad, lo cual, no pocas veces, se asocia con el desarrollo de cuencas, cuando ello ha significado proveer de agua potable a las poblaciones y a facilitar la eliminación de los desechos.

Crecimiento de la población

Como antes se dijo, la población de Guatemala sigue creciendo en forma acelerada, dado que la tasa de crecimiento se sigue manteniendo alrededor del 3o/o anual, como resultado de una tasa de natalidad que presenta valores superiores a los 40 nacimientos por 1000 habitantes, que se considera muy alta en las circunstancias actuales de la humanidad; y una tasa bruta de mortalidad, que aunque alta en las primeras edades, ha tendido a acercarse a las que caracterizan a los países más desarrollados, o sea alrededor de 10 por millar. Aunque en algún momento se consideró que la fuerte migración externa, que caracterizó a Guatemala en los primeros años del quinquenio pasado aliviaría un tanto el crecimiento, eso parece que ya no sucede, y más bien se ve amenazada de recibir contingentes de países vecinos, dadas las circunstancias políticas y de acciones de guerra por las que atraviesan. La fecundidad de la población de Guatemala es muy alta, pues está arriba, o alrededor, de un promedio de seis hijos por mujer de edad fértil (15—49 años) y aunque ha bajado, la reducción no ha sido de significación.

FIGURA 1
DISTRIBUCION DE LA POBLACION, 1964

Cada punto representa 1000 personas. Este mape se podría usar con ligeras modificaciones para representar la distribución de población en el año 1967, pero en este caso cada punto representaría 2000 habitantes.

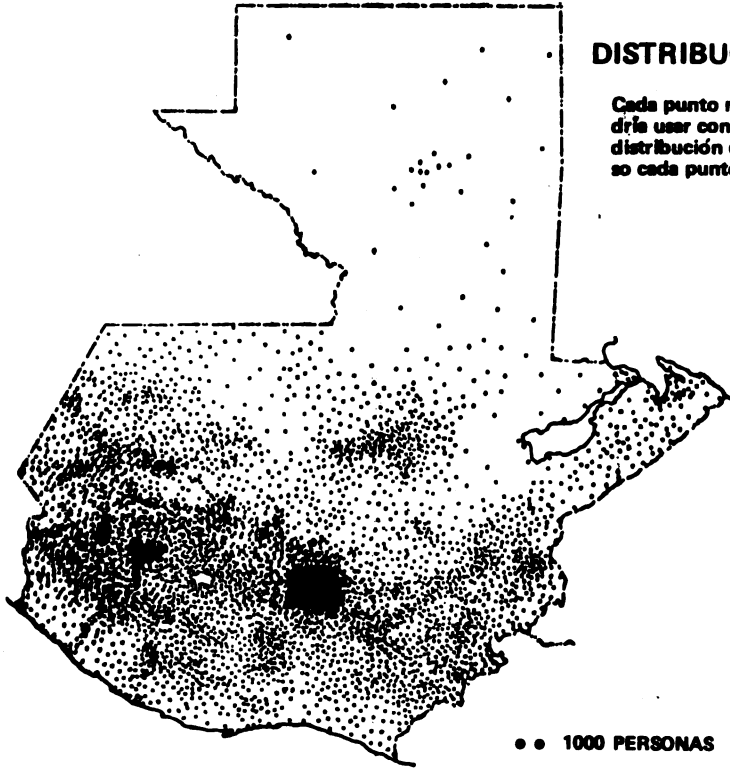
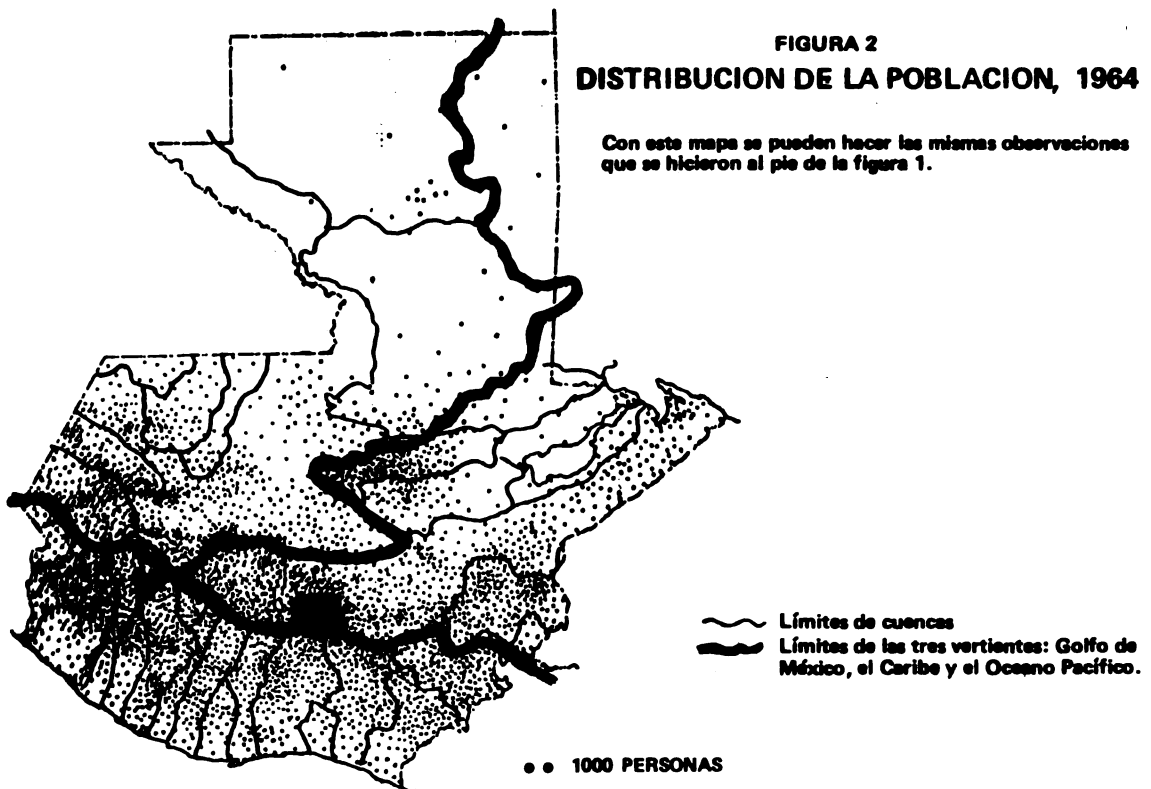


FIGURA 2
DISTRIBUCION DE LA POBLACION, 1964

Con este mape se pueden hacer las mismas observaciones que se hicieron al pie de la figura 1.



En lo que se refiere a la mortalidad, es de esperarse que continúe evolucionando en forma favorable, y así se espera que la expectativa o esperanza de vida al nacer del guatemalteco (o sea el promedio de años que se espera que viva un recién nacido), que por ahora se estima en 60 años, llegue alrededor de los 68 años para fines del siglo, y a los 72 para el quinquenio 2020–25. Y en cuanto a la migración internacional, se había estimado una emigración neta de 150 mil en el quinquenio 1980–85, que se iría reduciendo en los quinquenios subsiguientes, hasta llegar a cero en el final del primer cuarto de siglo entrante.

En estas circunstancias, el futuro de la población de Guatemala dependerá básicamente del comportamiento de la fecundidad, la cual puede permanecer constante —lo que no se espera que suceda— o sufrir disminuciones de diferente magnitud. En ese sentido es muy difícil anticipar lo que pueda suceder, y a lo más que puede llegarse es a plantear algunas hipótesis, y ver como responde la población ante ellas. De esa manera, se elaboran las llamadas proyecciones de población que no son predicciones, sino valores que puede alcanzar la población de cumplirse ciertas hipótesis. El que la población alcance en realidad esos valores depende del grado en que se cumplan las hipótesis que se han planteado.

Las proyecciones que oficialmente se han elaborado para Guatemala por el Instituto Nacional de Estadística y el Centro Latinoamericano de Demografía, han considerado cuatro hipótesis para el comportamiento de la fecundidad, con base en el valor que pueda tomar la Tasa Global de Fecundidad (TGF) que no es otra cosa que el promedio de hijos que tiene una mujer durante su vida fértil (15–49 años). Esos valores son los siguientes:

Cuadro 1. Hipótesis de fecundidad para la proyección de la población de Guatemala

Hipótesis	Tasa Global de Fecundidad (TGF)		
	1975-1980	1995-2000	2000-2025
Constante	6.40	6.40	6.40
Alta	6.40	5.45	3.52
Media	6.40	4.90	2.92
Baja	6.40	4.35	2.52

Bajo las hipótesis antes señaladas los cálculos arrojan las siguientes proyecciones:

Cuadro 2. Proyecciones de población bajo cuatro hipótesis de fecundidad para diversos años (cifras en millones de habitantes)

Año	Hipótesis de fecundidad			
	Constante	Alta	Media	Baja
1980	6.9	6.9	6.9	6.9
1990	9.4	9.3	9.2	9.1
2000	13.3	12.7	12.2	11.7
2010	19.3	17.1	15.8	14.6
2020	28.3	22.2	19.7	17.6
2025	34.4	25.0	21.7	19.0

Como se puede observar en el Cuadro 2, en los primeros años no se presenta mayor diferencia en el monto de la población bajo una u otra hipótesis sobre la fecundidad. Así para el año 1990, las proyecciones sólo varían en cien mil de una a otra hipótesis. Para el año 2000 las diferencias empiezan a ser un poco más notorias, y para el año 2025 las diferencias son bien marcadas, al punto que bajo la hipótesis constante casi llega a ser el doble que bajo la hipótesis baja. Por eso es que a nivel internacional, las conferencias de población han recomendado a los países que consideran que necesitan disminuir el ritmo de crecimiento de su población, que tomen las medidas de inmediato pues los resultados de éstas tardan algún tiempo en presentarse.

Un crecimiento rápido de la población se refleja inmediatamente en el incremento de la población en las primeras edades, lo cual produce, a corto plazo, una mayor demanda de servicios de educación, que si no se ofrecen, sólo hace que esas nuevas generaciones vengan a engrosar las filas de los analfabetos.

Por otro lado, el crecimiento acelerado de la población significa una mayor carga sobre los sistemas naturales: mayor demanda de agua, mayor cantidad de desechos, mayor consumo de energía en sus diversas formas, con los efectos negativos que se pueden derivar de un mal manejo de tales sistemas (erosión, empobrecimiento, inestabilidad, etc).

Población y Educación

La educación se considera como una de las necesidades básicas, a satisfacer en el plazo más corto posible, por lo que ello significa para el desarrollo de una población, no sólo en lo que se refiere a la elevación del nivel general, lo cual se asocia con mejoras en la salud, productividad, ingresos, etc., sino también en la preparación de los trabajadores especializados tan necesarios para el desarrollo

No obstante los esfuerzos que han realizado los diversos gobiernos para mejorar la educación, esta ha progresado muy lentamente, como se puede apreciar a través de cualquiera de los indicadores que se usen para medirla. Los dos indicadores más corrientemente utilizados son el nivel de alfabetismo y el de asistencia a la escuela.

- a) Alfabetismo: Guatemala se ha caracterizado por un alto nivel de analfabetismo. Los esfuerzos que se han realizado para lograr su disminución apenas han logrado compensar el efecto del crecimiento poblacional. Es corriente calcular la tasa de analfabetismo en la población de 15 años y más, sobre todo para comparaciones internacionales. Las tasas de analfabetismo calculada para los últimos censos de población arrojaron los siguientes valores:

Año	Tasa de analfabetismo.
1950	70.60/o
1964	62.0
1973	54.0
1981	45.0

Durante el período 1964—73 la tasa de analfabetismo disminuyó al 1.50/o anual, y en el siguiente período censal, al 2.30/o anual. No obstante ese mejoramiento progresivo, se calcula, tomando en cuenta la omisión censal, que en 1981 había cerca de medio millón más de analfabetas que los que había en 1950. Es decir, que pese a que la tasa de analfabetismo se había reducido en casi un tercio de 1950 a 1981, el número de analfabetos había crecido en un 500/o. Si se asumiera que para fines del presente siglo, la tasa de analfabetismo en la población de 15 años y más se hubiera reducido al 300/o, que estaría de acuerdo con la tendencia que dicha tasa ha traído en el pasado, se tendría que con una población estimada de 7 millones de personas de esa edad, habrían alrededor de unos 2.1 millones de analfabetas, es decir unos 360 mil más que en 1981.

Esto comprueba por que los programas educacionales han tenido al final tan poco éxito, al no poder crecer a una tasa muy por encima de la tasa de crecimiento de población, sobre todo si se toma en cuenta los déficit existentes. De ahí que antes se señalaba la necesidad de dar la mayor cobertura posible, a través de programas educativos, a la población de 15 y menos años.

En las consideraciones anteriores no se han señalado los aspectos diferenciales del analfabetismo que resulta más alto en las mujeres que en los hombres (un 41o/o más elevada en 1981 que contrasta con sólo un 15o/o en 1950, lo que indica un deterioro sustancial de la desigualdad); además esa diferencia se hace más notoria en el medio rural que en el urbano, y en el lado ladino que en el indígena. El analfabetismo en la población femenina, rural e indígena alcanza al 85o/o.

- b) **Asistencia a la Escuela:** La tasa de asistencia a la escuela ha crecido sustancialmente. Así, mientras en 1950 sólo asistía un 26o/o de la población de 5 a 12 años, en 1981 dicha asistencia se había elevado al 65o/o, es decir que casi se había triplicado. No obstante ello, en 1981 no asistían a la escuela alrededor de 465 mil niños, o sea unos 153 mil más que en 1950. Si se lograra elevar la tasa de asistencia hasta un 90o/o —meta que corrientemente se señala siempre quedarían por lo menos unos 200 mil niños sin asistir, cifra que puede aumentar según la proyección de población que se utilice.

A los problemas anteriores hay que agregar los que se derivan de las altas tasas de repetición y de deserción de la población estudiantil, lo cual hace bajar enormemente el rendimiento del sistema educativo. No hay que perder de vista que en la acción de hacerle frente a las necesidades crecientes de población en materia educativa, hay que considerar la construcción de escuelas, la rehabilitación de las existentes, el mantenimiento de las mismas, la dotación de material (pizarrones, pupitres, bibliotecas, etc), actualización de la tecnología educativa (televisión, computadoras, etc) que sería necesaria para hacer un mejor uso de los recursos existentes, preparación adecuada de profesores, preparación de textos, etc., cuyo costo agregado, sin duda alguna, excedería cualquier posibilidad que por el momento esté abierta para la ampliación presupuestal del Gobierno.

Se podrían formular comentarios similares para los niveles sub—siguientes de educación: media y universitaria. Estos niveles se han caracterizado por una tasa de crecimiento más elevada que la de la educación primaria, como consecuencia de los bajos niveles que había alcanzado. En la población de 13—18 años, sólo asiste a la escuela un 15o/o. En 1981, de la población de 20 a 29 años solo un 3.1o/o asistía a la Universidad. Sin embargo el crecimiento de la población universitaria ha llegado a alcanzar tasas superiores al 12o/o anual.

Lo dicho en los párrafos anteriores de una idea del panorama educativo del país, y de los problemas que se presentan para lograr su mejoría, como consecuencia de las altas tasas de crecimiento poblacional que ha caracterizado a Guatemala durante las últimas décadas.

La Educación y las variables demográficas

En la sección anterior se trató de poner de relieve el efecto retardador que tiene el crecimiento rápido de una población sobre el logro de niveles educativos satisfactorios. Ahora se tratará de exponer cómo, a su vez, el nivel educativo, actúa sobre las variables demográficas básicas: a) Fecundidad, b) Mortalidad y c) Migración, afectando las tendencias demográficas. Esto pondrá en evidencia la iteración o impactos mutuos que existen entre las tendencias demográficas y la educación.

- a) **Mortalidad:** En adición a los factores que juegan un papel al nivel individual se reconoce que los factores sociales, económicos y culturales, desempeñan un papel importante también en determinar la incidencia de una enfermedad y finalmente la muerte. Aunque no es fácil definir ese complejo de factores, si se puede anticipar

que la adaptación a ellos se refleja en lo que conocemos como salud, y que la falta de adaptación se considera como una pérdida de ésta. Esos factores se relacionan estrechamente con las condiciones de trabajo, con el nivel educativo y cultura, con la religión, con las costumbres sociales y con otros factores asociados con el nivel de vida, como pueden ser la alimentación, la vivienda, el acceso a servicios médicos, etc. y que sin duda alguna se encuentran relacionados con el nivel de ingreso. Aparte de que el nivel educativo puede determinar, en términos generales, el nivel de ingreso y con ello la persona logra un mayor acceso a los bienes y servicios indispensables, en relación con la morbilidad y la mortalidad juega un papel más importante al influir sobre las actitudes sociales y la superstición, ya que al mejorar la trasmisión de conocimientos, el individuo puede tomar decisiones racionales basadas en una mejor comprensión de las relaciones de causa a efecto.

En el caso de Guatemala, la clasificación de la población por estratos de mortalidad, basados en la probabilidad de un recién nacido de morir antes de cumplir su segundo año de vida —a la cual se llamará $q(2)$ — obtenida por medios indirectos del último censo de población de 1981, pero que serían aplicables al año 1976, dió los siguientes resultados (Behm y Vargas, 1984).

Estrato de mortalidad ($q(2)$ por mil para 1976)	Educación materna (1981) (años de estudios cursados)		
	0-3	4-6	7 y más
Muy alta (120 y más)	100o/o	0o/o	0o/o
Alta (86 - 119)	74	26	0
Moderadamente alta (60 - 85)	17	75	9
Moderada (menos de 50)	0	0	100

En el estrato de mortalidad muy alta, en el cual de cada 1000 nacidos vivos, 120 o más no alcanzaban su segundo cumpleaños la escolaridad materna era sumamente baja, ya que el 100o/o de las madres no había cursado año alguno o, cuando más, habían llegado a cursar el tercer año de primaria. Por otro lado, el sector mortalidad moderada, que se caracteriza por una probabilidad $q(2)$ menor de 50, la totalidad de las madres habían cursado 7 o más años de enseñanza. A los estratos intermedios de mortalidad les corresponde niveles intermedios de escolaridad. Conviene señalar, en adición, que el estrato de mortalidad muy alta se asocia con 52o/o de las mujeres de edad fértil (15—49 años) de las cuales proviene un 61o/o del total de nacimientos y, a su vez, cubre un 71o/o de las defunciones de menores de dos años. En contraste, el estrato de mortalidad baja, sólo cubre a un 12o/o de las mujeres antes mencionadas, un 6o/o de los nacimientos, y sólo un 2o/o de las defunciones. Lo anterior pone en evidencia el gran sector de la población total que está sometido a un alto riesgo de muerte en los dos primeros años.

- b) Fecundidad: El nivel de fecundidad también se encuentra asociado con la escolaridad de la madre. En otro estudio de Behm y Vargas (1984) sobre este tema, aparecen los siguientes datos:

Tasa global de fecundidad (Promedio de hijos por mujer de 15 - 49 años) TGF	Por ciento del Total Nacional Mujeres (15-49) Nacidos Vivos	Escolaridad de la Madre (años de estudio cursados)			
		0-3	4-7	7 y más	
Muy alta (6 y más)	59.2o/o	70.9o/o	98.1o/o	1.9o/o	0.0o/o
Alta (5.0 - 5.9)	12.5	11.3	63.1	36.9	0.0
Mediana (4.0 - 4.5)	13.9	10.1	27.1	69.3	3.6
Moderada baja (3.0 - 3.9)	14.4	7.7	0.0	11.1	88.9

El estrato de la fecundidad muy alta, que se caracteriza por que la madre ha tenido 6 o más hijos, comprende a un 59o/o del total de madres las cuales han contribuido con un 71o/o de los nacimientos. Es decir que casi tres cuartas partes de los nacimientos provienen de madres de alta fecundidad. Desde el punto de vista educativo, este grupo se caracteriza por que la mayor parte (un 98o/o) no ha

asistido a la escuela o, cuando más, ha llegado al tercer año de primaria. Es decir que la alta fecundidad se encuentra asociada con un bajo nivel educativo, mientras que en el estrato de fecundidad más baja, la moderada (entre 3 y 4 hijos) —que constituye un 14o/o de las mujeres y un 8o/o de los nacimientos— la mayor parte (en 89o/o) ha cursado 7 o más años de enseñanza. Es decir que a una mayor educación corresponde una menor mortalidad y a su vez una menor fecundidad, pero si esta no baja suficientemente, puede ser que la diferencia entre la fecundidad y la mortalidad siempre sea significativa, traduciéndose en altas tasas de crecimiento poblacional, que es lo que ha sucedido a la población de Guatemala.

- c) Migración: aunque para la migración no se cuenta con estudios específicos, si se puede adelantar algunas conclusiones de investigaciones realizadas en nuestro medio. Por ejemplo, la educación es un factor causal de migración. En un estudio realizado por Thomas (1970) sobre la migración interna en Guatemala, llegó a la conclusión que el migrante interno está mucho mejor preparado que el guatemalteco promedio. No cabe duda que la migración tiene consecuencias para el sistema educacional mismo, pues puede favorecer la "fuga de talentos" no sólo a nivel internacional, que es el fenómeno al cual se le ha dado mayor importancia, sino también al interno, lo cual debe preocupar, pues produce una baja del nivel educativo de la zona de emigración. Sin embargo la política educacional puede funcionar como un instrumento para redistribuir la población, sobre todo cuando se instauran políticas regionales de desarrollo económico. Este es un aspecto que debe ser tomado en cuenta cuando se trata de llevar adelante el desarrollo de algunas cuencas, ya que puede inducir migraciones en uno u otro sentido.

Como puede observarse del resumen anterior, las características educativas guardan una estrecha relación con las variables demográficas y viceversa. De ahí que el problema población y educación tiene que verse desde el punto de vista del impacto mutuo que existe entre ambas. De todos es sabido que en el problema básico que nos preocupa, el manejo de cuencas, concurren, por lo general, 1) el manejo inadecuado de la tierra como consecuencia de la presión demográfica, suelos pobres, uso de tierras marginales, y prácticas tradicionales como el corte de leña y la deforestación, y 2) el mal manejo del agua, como consecuencia, también, de falta de conservación de los suelos ya empobrecidos y a veces por operaciones de irrigación mal planeadas. Por la interacción de estos factores es que se establece un círculo vicioso: el hombre por sus prácticas —tal vez tradicionales, lo que obligaría a un cambio de las mismas a través de la educación— destruye la cubierta de vegetación, lo cual disminuye, a su vez, la capacidad del terreno para la infiltración del agua, por lo que la lluvia produce una rápida escorrentía superficial que erosiona el suelo y deteriora la productividad del mismo y, con ello, el nivel de producción de alimentos y forrajes, en tanto que los sedimentos son arrastrados aguas abajo, asentándose donde las circunstancias son favorables. Esto cambia la morfología de los ríos al elevar el nivel de su lecho, de donde se derivan inundaciones de áreas cada vez más vastas. Para conservar la productividad de la tierra, se hace necesario romper con ese círculo, e invertir su sentido: el hombre tienen que proteger el suelo de la erosión, con lo cual se puede lograr una mayor recarga de las aguas subterráneas. Con ello, la capacidad de producción de la región se eleva, se disminuye el volumen de sedimentos arrastrados, lo que no solo disminuye el riesgo de inundaciones, sino que aumenta los volúmenes de estiaje. Pero el hacer todo esto, implica que las labores que se planifican tengan en cuenta la población que será afectada con el fin de optimizar el tamaño de la misma, los recursos locales y los deseos culturales. Esto involucra consideraciones demográficas y culturales y por consiguiente educativas. Por ello es que no pueden soslayarse estos aspectos, si realmente se desea tener éxito en el desarrollo de nuevos proyectos.

Bibliografía

1. **Arias B., Jorge (1975) La Población de Guatemala, Monografía del CICRED, Paris, Francia.**
2. **Arias B., Jorge (1984) La Fecundidad en Guatemala, 1950–80, Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica, Guatemala.**
3. **Arias B., Jorge (1984) La Mortalidad en Guatemala, 1950–80, Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica, Guatemala.**
4. **Arias B., Jorge (1986) Aspectos Demográficos de Guatemala. Hacia donde vamos. Asociación Probienestar de la Familia. Programa Población y Desarrollo, Guatemala.**
5. **Arias B., Jorge (1986). La Fecundidad y la Mortalidad en Guatemala. Asociación Probienestar de la Familia. Guatemala.**
6. **Arias B., Jorge (1986). El crecimiento de la población de Guatemala y sus implicaciones. Asociación Probienestar de la Familia. Programa Población y Desarrollo. Guatemala.**
7. **Arias B., Jorge (1987). La Educación y las Tendencias Demográficas. Primer Congreso de Educación, Colegio de Humanistas Profesionales de Guatemala, Guatemala. (en impresión).**
8. **Behm H. Vargas E. (1984). Guatemala: Las diferencias socioeconómicas de la fecundidad, 1959–80. Dirección General de Estadística de Guatemala y Centro Latinoamericano de Demografía (Costa Rica, CELADA, Serie A, No.1045, San José, Costa Rica.**
9. **Behm, H. y Vargas E. (1984) Guatemala: Diferencias socioeconómicas de la mortalidad en los menores de dos años. 1968–76. Dirección General de Estadística de Guatemala y Centro Latinoamericano de Demografía (Costa Rica) CELADA, Serie A, No. 1044, Costa Rica.**
10. **Dirección General de Estadística y Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE). (1985). Guatemala: Estimaciones y proyecciones de población, 1950–2025, CELADA, Fascículo F/Guat. 1, Costa Rica.**
11. **Berthelot, R.M. (ed) (1979) Socioeconomic aspects of urban hydrology. UNESCO, Paris, Francia.**
12. **Cobenbänder, H.J. (ed) (1980) Casebook of methods of computation of quantitative changes in the hydrological regime of river basins due to human activities. UNESCO, Paris Francia.**
13. **Falenmar (1984). New ecological approach to the water cycle: Ticket to the future. AMBIO, Vol. XIII, No. 3, Suecia.**
14. **Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola (1984) Perfil Ambiental de la República de Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Guatemala.**

"RECURSOS HIDRAULICOS Y MANEJO DE CUENCAS: ASPECTOS LEGALES

Noe Ventura *

La ejecución de cualquier plan de desarrollo de los recursos hidráulicos y de manejo de cuencas, que se proponga para Guatemala, se verá limitado por seis factores básicos.

- Aspecto Institucional
- Información Básica
- Aspectos Normativos
- Recursos Humanos
- Financiamiento
- Aspectos Naturales.

Aspecto Institucional

La estructura institucional del sector público guatemalteco en materia de recursos hidráulicos, no responde a las necesidades de un proceso de desarrollo, sino a un concepto estático, favoreciendo los enfoques aislados y proyectistas y dificultando los enfoques integrales.

Las reformas institucionales representan un largo y sostenido proceso que no admite soluciones inmediatas, pero que debe iniciarse cuanto antes, teniendo en mente que es necesario que las tareas de planificación y evaluación técnica de los recursos hidráulicos, se realicen integralmente por una sola institución descentralizada y autónoma, mientras que la ejecución de las obras debe quedar bajo la responsabilidad de otras instituciones.

El problema institucional se refleja particularmente en el manejo de las cuencas, o más bien en la ausencia de planos de manejo. Puede afirmarse que tal concepto no existe institucionalmente, ni existen en la estructura actual condiciones propicias, para que las buenas intenciones de algunos técnicos prosperen más allá de ilusiones y débiles intentos condenados de antemano al fracaso.

No existe como tal, una institución adecuada para conceptualizar y llevar a cabo efectivos planes de manejo de cuencas, aunque siempre existe la posibilidad de adaptar alguna. Sin embargo, ninguna de las adaptables cuenta con los suficientes recursos humanos, financieros o políticos para hacerlo; aquellas que si cuenta con ellos, no están legalmente habilitadas para ello, o les interesan mas los aspectos de ingeniería de los proyectos mediante los cuales pueden cumplir con el propósito para el cual fueron creadas, considerando que el manejo de las cuencas tributarias no es de su jurisdicción.

Información básica

La consideración de cualquiera de los principios de desarrollo de los recursos hidráulicos, es posible únicamente si se dispone de suficiente información básica; es decir, si se sabe cuáles son los recursos aprovechables de cada región, el costo estimado de dicho aprovechamiento y el beneficio social, económico, y financiero que la inversión representará para el país. Además, la información debe estar disponible en el momento oportuno y ser de tal naturaleza que permita tomar decisiones razonables.

A pesar de que se cuenta con muchos estudios e informes sobre la materia, se tiene el problema de que un buen porcentaje de los datos compilados no fueron obtenidos en el pasado sobre una base coordinada, integrada y continua, porque en términos generales se trataba de estudios con objetivos específicos a corto plazo y con enfoque de utilización bajo un sólo propósito, o fueron obtenidos esporádicamente. Por esta razón, se considera que en Guatemala no hay aún suficiente información básica acerca de los recursos hidráulicos.

Otro de los grandes problemas en este sentido, se deriva de la misma condición del país en desarrollo, situado en un ambiente por lo general tropical húmedo. El incremento de su

*Abogado y Notario y Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, miembro de la Comisión del Medio Ambiente.

población y las presiones que el desarrollo ejercen sobre los recursos naturales del país, aunado a la fragilidad de algunos ecosistemas propios de su posición geográfica y de sus características geológicas, hacen que quizá el único factor constante en muchas cuencas hidrológicas sea precisamente el cambio.

Aspectos Legales

En cuanto a la legislación sobre recursos hidrológicos, actualmente existe numerosas disposiciones que, directa o indirectamente, los afectan. Esta pluralidad de normas tiende a favorecer una diversidad de políticas e incluso da lugar a actividades contradictorias en el estudio, conservación y aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos. El detenido estudio y análisis de esta legislación, lleva a la conclusión de que la misma puede ser inoperante y dar por consecuencia, resultados negativos para el desarrollo del país, pues si bien la legislación existente norma situaciones específicas que van presentándose día a día, es decir, es efectiva en el corto plazo, no lo es para el desarrollo y conservación del agua en el largo plazo. Es evidente pues, la necesidad de imprimir a dicho cuerpo jurídico las modificaciones y actualización indispensable, a manera de asegurar el uso de los recursos en beneficio directo de los guatemaltecos.

Por otro lado el aspecto legal, aunque importante dentro de los aspectos normativos pierde su orientación si no se fundamenta en un marco más amplio direccional, como lo es una política hídrica que oriente; no existe tampoco un plan nacional hidráulico que ordene; ni una ley de aguas que norme.

Recursos Humanos

Para encontrar soluciones a problemas nacionales o regionales es necesario disponer de un buen equipo de técnicos que conozcan la relación de su trabajo con los aspectos multidimensionales del desarrollo económico. Es decir, que el adiestramiento deba ser no solo en las ciencias del agua sino también en los aspectos relacionados del suelo, bosque, etc., incluyendo además la apreciación de la interrelación entre éstas y los aspectos técnicos y económicos que definen el aprovechamiento racional e integrado de los recursos. Por otro lado, a estas personas debe dárseles oportunidad de trabajar como técnicos, evitando el desgaste administrativo de la burocracia inútil y frustrante.

En todo caso, los recursos humanos técnicos con que cuenta la administración pública, en el orden técnico administrativo, sobre todo en los aspectos relacionados con el manejo de gobiernos de la República, crearon instituciones para resolver aislados problemas relacionados con los recursos hidráulicos y consecuentemente los pocos científicos y técnicos disponibles en el país, están dispersos en los diversos organismos creados por el Estado, con muy poca comunicación entre ellos.

Financiamiento

La obtención de financiamiento para estudios, programas y proyectos de Manejo de Cuencas o de aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos es un tanto difícil, sobre todo en Guatemala, un país en vías de desarrollo, en donde los recursos financieros son limitados y se prefieren las acciones que de inmediato lleven a la ejecución de obras materiales, no necesariamente orientadas hacia el manejo y/o conservación de los recursos. Por otro lado, las políticas de las instituciones de financiamiento favorecen aquellos proyectos que, se asume, producen el mayor retorno monetario en el menor tiempo posible, dejando en un plan secundario y cualitativo, la forma en que estos contribuyen al desarrollo socioeconómico del país, que sea ecológicamente congruente.

Aspectos naturales

En términos generales, existen varios problemas naturales inherentes a la hidrología del país, que afectan el desarrollo de los recursos hidráulicos, el primero de ellos que puede mencionarse es la variabilidad del régimen de sus ríos. Además existen limitaciones adicionales muy importantes como las geológicas. En el altiplano montañoso, éstas se presentan debido a la naturaleza volcánica del mismo y su alta sismicidad, creando problemas técnicos de envergadura en la construcción de embalses.

En la zona norte, la geología cárstica plantea serios problemas de impermeabilización en las cortinas y serias dudas de cierre de los embalses. Además de ello, aunque en menor grado, existe el problema de una relativa escasez de material arcilloso, con características adecuadas para el sello de núcleo en presas de terraplen, obligando algunas veces a soluciones más costosas y tecnológicamente más complicadas.

La topografía agreste de la parte central del país, unida a la distribución de su población rural a grandes elevaciones, dificulta y encarece los problemas de agua potable. Lo mismo sucede en las zonas bajas del norte, pero debido a las rocas calizas del subsuelo que causan una disminución en el número, volumen y confiabilidad de las corrientes superficiales y una gran incertidumbre en el aprovechamiento de las aguas subterráneas.

En el aspecto climático, el país está sujeto a condiciones que propician sequías e inundaciones.

En cuanto a las crecidas, existen datos que indican que aquellas causantes de los mayores daños socio-económicos tanto en la parte del Atlántico, como del Pacífico, se relacionan con la presencia de un ciclón tropical, en una zona que no necesariamente tiene que estar dentro del territorio nacional, unida a condiciones favorables de humedad del suelo.

Por otro lado, los datos de acarreo de sedimentos indican una considerable erosión en las cuencas de muchos ríos de la región central siendo causada por combinación de condiciones naturales y de remoción despiadada de la cobertura vegetal.

Recomendaciones

La gestión de los Recursos hídricos debe ser efectuada de manera cuidadosa, gradativa y por etapas:

Primer estadio:

- En esta fase, especialmente por el momento de recesión nacional y mundial que se atraviesa debe perseguirse los siguientes objetivos:
 - El aumento de la eficacia y eficiencia de las entidades y normas jurídicas existentes, antes de crearse nuevos órganos.
 - La desburocratización y descentralización de los procedimientos relacionados con la gestión de las aguas públicas, tanto en el aspecto institucional como normativo sobre el régimen hidrológico, como en las entidades sectoriales respecto a sus relaciones recíprocas.
 - El desenvolvimiento personal, por medio de entrenamiento y valorización constantes.
 - El incentivo al estudio y la investigación de soluciones tecnológicas compatibles con la realidad del país.
 - La Administración de las aguas por cuencas o regiones hidrográficas.
 - La reserva de funciones consultivas a los órganos colegiados existentes, teniendo en cuenta su incompatibilidad con el ejercicio de funciones ejecutivas por razones de orden práctico y de estructura.

- La integración del Comité Especial de Estudios Integrados de Cuencas hidrográficas, con la participación de las diferentes entidades de gobierno.
- La implantación de los planos integrados del uso múltiple de las aguas, por departamentos, de acuerdo con las respectivas competencias jurisdiccionales y siempre que fuere posible, de manera descentralizada.
- La consideración, en el proceso de planeamiento de los sistemas regionales de recursos hídricos, de los objetivos de los planes de desarrollo nacional y regional, así como también de las directrices fijadas para la preservación y recuperación ambiental.
- La efectiva participación de los usuarios, Estados y Municipalidades, en la elaboración de los planos integrados del uso múltiple de los recursos hídricos; y
- La permanente evaluación de las medidas tomadas, para que con base en los valiosos aportes traídos a este evento —en particular por los especialistas extranjeros—, el proseguimiento de los estudios referentes a los perfeccionamientos preconizados para un Segundo Estadio sean implantados gratuitamente, a medio plazo.

Segundo estadio:

En este estadio, tomando en consideración las presentaciones y los debates realizados en este evento, además de otras medidas que vendrán a ser comprendidas convenientemente y oportunas, o con el detalle y orden prioritario definidos en estudios y decisiones políticas, deberán ser considerados :

- La creación de un ente nacional coordinador de la política de gestión de las aguas.
- La institucionalización de Comités de usuarios, para participar de la gestión de recursos hídricos y del planeamiento de su utilización múltiple, en el área de las respectivas cuencas hidrográficas.
- La presencia del Organismo Central y normativo del sistema nacional de planeamiento y control de recursos hídricos.
- El cobro por la utilización del agua, en el lanzamiento de efluentes, utilizando el producto de su recaudación para obras, subsidios y gestión de los recursos hídricos de la propia cuenca; y
- La creación de un fondo nacional de recursos hídricos, para servir de soporte financiero a las obras de uso múltiple en cuencas hidrográficas, consideradas críticas y deficitarias en términos financieros. 2.

Bibliografía

1. Perfil Ambiental de la República de Guatemala, Tomo II, Universidad Rafael Landívar Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola (ICATA), Noviembre de 1984, páginas: 186, 187, 188, Contrato U.R.L./AID—Guatemala/ROCAP No. 596-0000—C00—3060—00
2. Consideraciones, resumidas del Seminario Internacional Sobre Gestión de Recursos Hídricos, realizado en Brasilia, Brasil, en el mes de Marzo de 1983, patrocinado por los Ministerios de Minas y Energía, Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica—DNAEE, SEMA, SEPLAN, CNPq y CEEIBH (Comité Especial de Estudios Integrados de Cuencas Hidrográficas).

FUNDAMENTOS DE HIDROLOGIA PARA EL MANEJO DE CUENCAS

C. Gutierrez*

Introducción

La importancia de la hidrología en el manejo de cuencas es obvia: el concepto mismo de cuenca hidrográfica se define apoyado en la hidrología y el régimen hidrológico en una cuenca, (caudales máximos, caudales mínimos, fluctuaciones características de hidrograma), la calidad del agua, y el transporte de sedimentos por el agua, se consideran generalmente como verdaderos "indicadores" del buen manejo o de grado de deterioro de una cuenca.

Para hablar entonces de "fundamentos de hidrología para el manejo de cuencas" habría que tratar prácticamente con todos los procesos hidrológicos y en un periodo de 45 minutos, obligaría a una gran generalización. Por tal motivo, se consideró conveniente limitar el alcance de esta presentación a un aspecto de la hidrología que fuese de particular relevancia en el manejo de cuencas.

Examinando los diferentes aspectos que comprende el manejo de cuencas se puede apreciar que la VEGETACION es uno de los "componentes" de las cuencas que puede ser manipulado por el hombre. A diferencia de otros "componentes" como el clima, el relieve, el tipo de suelos, la geología, etc., que no pueden ser modificados por el hombre, la vegetación constituye un factor "modificable" que, para bien o para mal, el hombre puede "manejar" en una cuenca hidrográfica. Esta "flexibilidad" es de gran importancia en el manejo de cuencas.

Por lo antes expuesto se ha creído conveniente examinar en esta presentación la importancia hidrológica de la vegetación ya que su función hidrológica puede a veces ser sub-estimada o sobre estimada. Con este objetivo se cubrirán los siguientes aspectos: 1) una rápida presentación de la función de la vegetación en el ciclo hidrológico; 2) una revisión de algunas experiencias en la manipulación de la vegetación para aumentar la producción de agua en cuencas pequeñas; y 3) finalmente algunas consideraciones sobre la posible manipulación hidrológica de la vegetación en Centro América.

Funcion Hidrológica de la Vegetación:

En el ciclo hidrológico simplificado de la figura 1 se aprecia que la vegetación interviene en las siguientes fases: precipitación, intercepción, transpiración, evaporación desde el suelo, infiltración y escorrentía,

Precipitación:

Examinaremos dos aspectos: a) influencia de la vegetación en el origen de las precipitaciones y b) influencia de la vegetación en las precipitaciones horizontales.

Influencia de la vegetación en el origen de las precipitaciones:

Es un tema motivo de gran controversia. Varios de los textos "clásicos" de hidrología (Wrisler and Brater; Linsley, Kohler, Paulhus; Hammer; Mac Kichan. Dunne and Leopold) y aún de hidrología forestal (Hewlett) omiten referirse siquiera al asunto. Probablemente por eso es que los efectos de la vegetación (la "deforestación") en el origen de las precipitaciones tiende a exagerarse en la imaginación popular. La interrogante principal que se discute es si la vegetación en grandes extensiones contribuye a incrementar o a regular la distribución de las precipitaciones.

Los análisis han estado a cargo principalmente de meteorólogos y las respuestas se pueden resumir en dos tendencias: unos que sostienen que los bosques incrementan las precipitaciones y contribuyen a distribuirlas mejor, creando un clima más húmedo en sus alrededores y los que sostienen que los bosques no tienen un efecto apreciable sobre la

*Ing. Civil, M.Sc., Especialista en Hidrología del PRMC

cantidad de precipitación.

Puntos de vista en esta controversia de Zon, Pavari, Penman, Nicholson, Broos y Kittredge, considerando precipitaciones orográficas y ciclónicas, se presentan en las referencias (1) y (2) con opiniones contradictorias. Otros como Blanford, afirman que "los cambios climatológicos deben ser explicados por variaciones en la presión atmosférica, circulación de los vientos, temperatura del mar", y no "exclusivamente" por los cambios producidos por la deforestación.

Actualmente se conoce que la evaporación desde la superficie de los océanos es la principal fuente de humedad para la ~~evaporación~~ ^{precipitación} y que no más del 10% ^{10%} de la precipitación continental se puede atribuir a la evaporación desde los continentes. La cercanía a los océanos no conlleva necesariamente una gran precipitación como lo demuestran muchas zonas costeras desérticas. (3) Sobre el tema de la influencia de la humedad atmosférica (debido a la evaporación local) en la precipitación existen excelentes referencias (4) donde se cuestionan las teorías de que para aumentar la

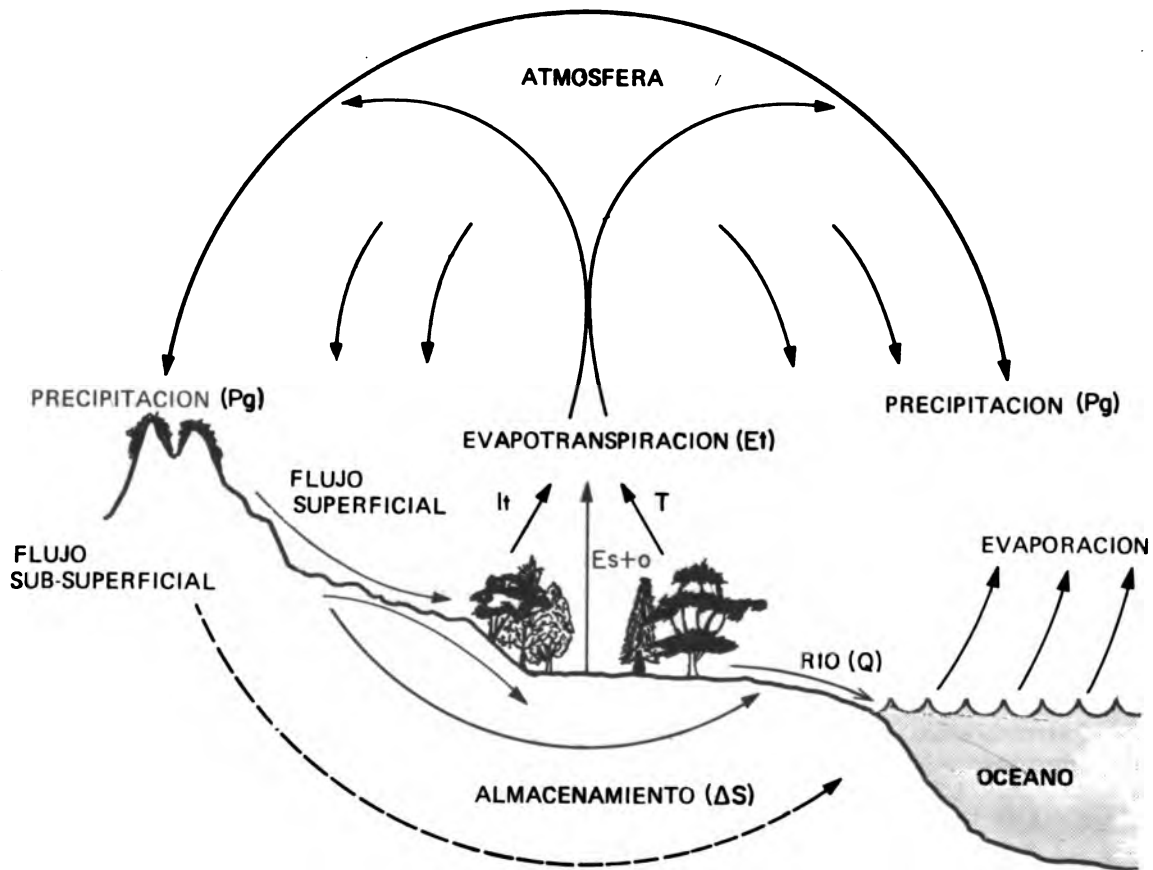


FIGURA No. 1 CICLO HIDROLOGICO (REF. 5)

precipitación había que incrementar la evaporación local.

Es ahora generalmente aceptado que la precipitación, y el clima en general de una región, es influenciado por su localización con respecto al sistema general de circulación de los vientos, la latitud la distancia a la fuente de humedad y las barreras orográficas. Este conjunto de factores climáticos y geográficos afectan la cantidad de humedad atmosférica sobre una región. Unos pocos grados de calentamiento en el Océano Pacífico (caso de la corriente "El Niño") origina interacciones entre el mar y la atmósfera que provoca cambios en las condiciones de esta, evidenciados en la alteración de los patrones de circulación de los vientos, distribución de la presión, y anomalías en el clima..

Influencia de la vegetación en las precipitaciones horizontales:

En ciertas condiciones (en los bosques nublados por ejemplo) la vegetación favorece una mayor humedad relativa en el interior del bosque, originando una ligera llovizna que se produce dentro del bosque y que no existe fuera de él. La retención de las gotas de agua de la niebla por las ramas y hojas, se denomina "precipitación horizontal". Se trata de una especie de rocío para el que no hace falta la condensación; las gotitas de agua que forman la niebla se depositan en las hojas y luego caen al suelo.

En los bosques nublados existen condiciones que favorecen la formación de abundante rocío (aire con suficiente humedad, superficies más frías que el aire, gran superficie de condensación, etc.).

Intercepción (I_t)

Los componentes de la intercepción se muestran en la figura No. 2. Desde el punto de vista del balance hidrológico en una cuenca, la intercepción es una pérdida ya que es la vaporización del agua interceptada durante la precipitación, desde la superficie de las plantas vivas o muertas (hojas, ramas, tallos, árboles caídos, el mantillo, etc.). Se considera una pérdida porque se trata de agua que no tiene la oportunidad para llegar a ser humedad del suelo o drenar a corrientes o a las aguas subterráneas.

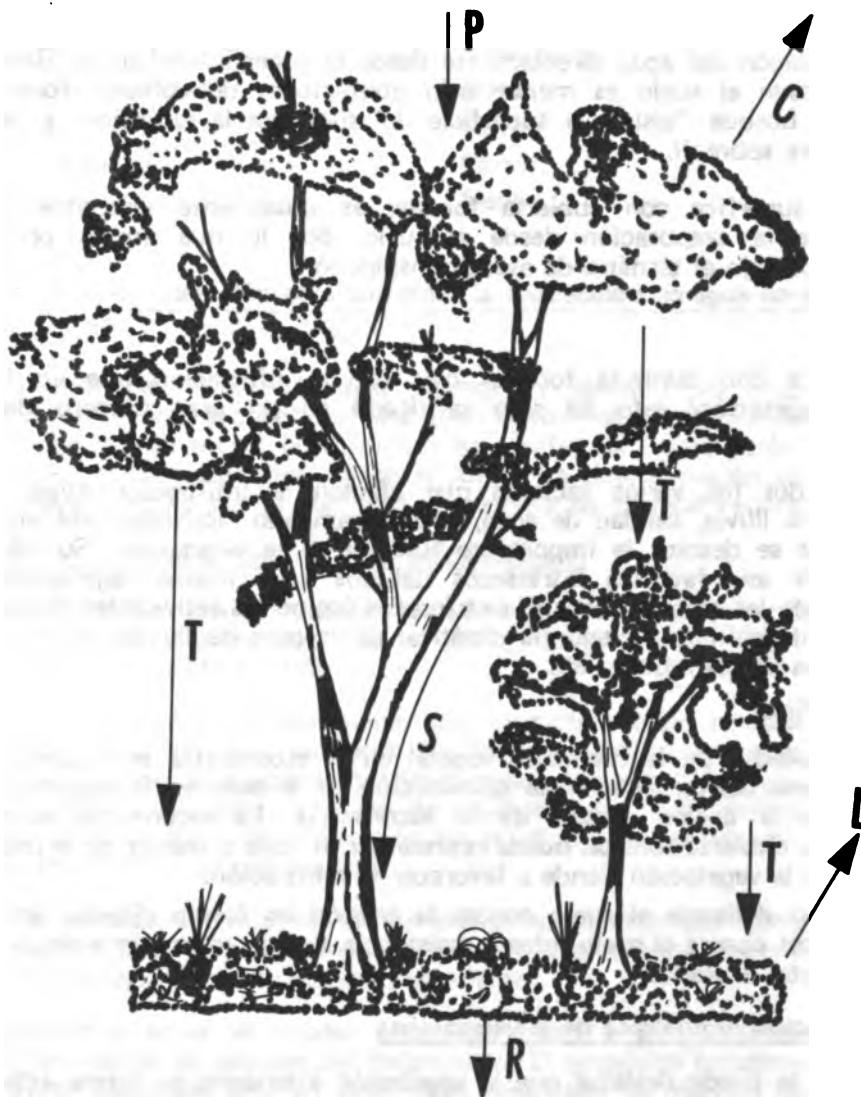


FIGURA No. 2 COMPONENTES DE LA INTERCEPCION (REF.8)

La magnitud de la pérdida por intercepción depende básicamente de las características de la masa forestal sobre el terreno, de las características de las lluvias y del número y longitud del "período de secado" entre tormentas. Se han desarrollado fórmulas empíricas para estimar la pérdida por intercepción en diferentes regiones; no obstante, debería ser medida en regiones de diferente clima y tipo de vegetación para tener buenas estimaciones.

Un efecto importante del proceso de intercepción es la reducción de la energía cinética de la gota de lluvia antes de que llegue a la superficie del suelo, y, por lo tanto, en la disminución de la erosión del suelo.

Transpiración: (T)

Aunque la transpiración es necesaria para el crecimiento de las plantas, desde el punto hidrológico se considera una "pérdida" porque es agua que no llega a los ríos ni a las aguas subterráneas. Se define como la pérdida de agua desde el cutículo o las aberturas de las estomas en las hojas de las plantas. Por medio de la transpiración, las plantas controlan su temperatura y desarrollan otras funciones vitales. Es el único componente de las pérdidas totales de evapotranspiración en una cuenca que está bajo algún grado de control fisiológico. Un caso de especial interés es el comportamiento de las freatofitas, que obtienen su agua de los suelos saturados.

Evaporación desde el suelo: (Em)

Es la vaporización del agua directamente desde la superficie del suelo. Generalmente la evaporación desde el suelo es menor bajo condiciones de cubierta forestal densa, debido a que el bosque "aisla" la superficie del suelo de la radiación, y previene el movimiento del aire sobre él.

Desde una superficie con cubierta forestal es usualmente imposible separar la transpiración de la evaporación desde el suelo, por lo que ambos procesos son considerados juntos bajo el término de evapotranspiración.

Infiltración:

En los suelos con cubierta forestal hay mayor infiltración que en los suelos compactos sin vegetación; esto ha sido ratificado en un gran número de parcelas experimentales.

Son conocidos los varios factores que afectan la infiltración (tipo de suelo, características de la lluvia, calidad de agua, aire entrampado, actividad biológica, relieve, etc.) y entre ellos se destaca la importante función de la vegetación. Su influencia la podríamos resumir así: factores intrínsecos debidos a la misma vegetación (materia orgánica, canales de las raíces), factores extrínsecos (como las actividades de los animales en el bosque); reducción de la energía cinética de la gota de lluvia; deslizamiento del agua en los troncos de los árboles, etc.

Escurrimiento Superficial:

El papel regulador de la cobertura vegetal en la escurrimiento es preponderante. La vegetación interviene básicamente en la disminución de la escurrimiento superficial y en la protección contra la acción erosiva de la escurrimiento. La escurrimiento superficial en terrenos con densa cubierta forestal puede representar el 10% o menos de la precipitación total anual ya que la vegetación tiende a favorecer la infiltración.

La vegetación defiende el suelo contra la erosión en forma directa: amortigua el choque de las gotas contra el suelo, ofrece resistencia al agua en movimiento, y sus raíces contribuyen a sujetar el suelo.

Sumario de la función hidrológica de la vegetación:

Resumiendo se puede destacar que la vegetación interviene en forma activa en tres de los cuatro términos de la ecuación que determina las pérdidas por Evapotranspiración

en una cuenca:

$$E_t = T + I_t + E_m + E_o$$

En la cual E_t = Pérdidas por evapotranspiración (totales)
T = Transpiración
 I_t = Intercepción
 E_m = Evaporación desde el suelo
 E_o = Evaporación desde los cuerpos de agua

El siguiente cuadro presenta una comparación cualitativa del papel de la vegetación en una cuenca.

COMPARACION DE LA FUNCION HIDROLOGICA DE LA VEGETACION

EN UNA CUENCA

	Suelo con densa cubierta forestal	Suelo raso (sin vegetación)
Transpiración	Importante	Nula
Intercepción	Importante	Nula
Evaporación desde el Suelo	Menor	Mayor
Infiltración	Mayor	Menor
Escorrentía Superficial	Menor	Mayor
Erosión	Menor	Mayor

Manipulación de la vegetación para aumentar la producción de agua en cuencas pequeñas:

Del análisis de la ecuación que expresa las pérdidas por evapotranspiración, se deduce que reduciendo la cobertura vegetal en una cuenca habría un efecto neto que sería el resultado de la "ganancia" (al disminuir las pérdidas por intercepción y transpiración) y el incremento de la evaporación desde el suelo. La determinación de estas magnitudes escapa al análisis teórico por lo que debe recurrirse a las cuencas experimentales.

Método de las "cuencas en parejas" (Paired catchment)

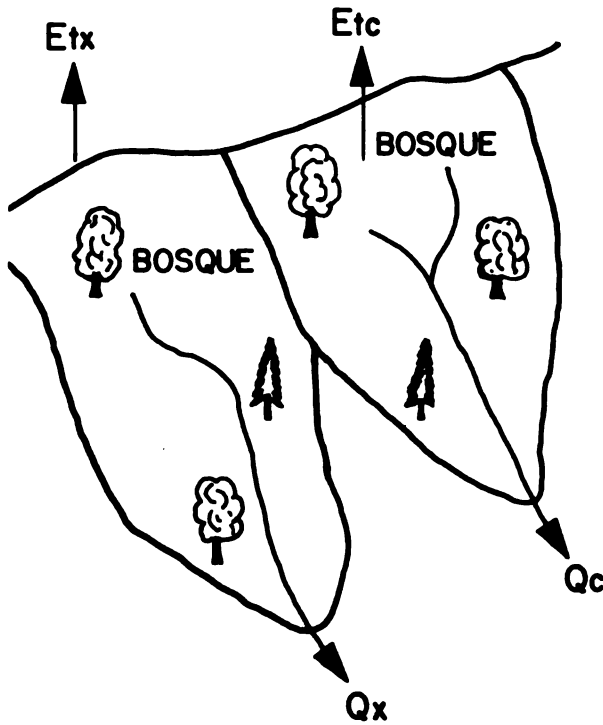
La respuesta a estas interrogantes ha sido recurrir a la experimentación en "cuencas en parejas". La primera de ellas fue la clásica "Wagon Wheel Gap" que funcionó en Colorado, EEUU, de 1909 a 1919.

El método consiste en seleccionar dos cuencas vecinas adyacentes relativamente pequeñas (de 25 a 50 Ha) similares en tamaño, cobertura vegetal, relieve y otras características físicas. Se establece un "Período de calibración" de unos 3 a 4 años durante el cual se lleva un cuidadoso registro de caudales para llegar mediante un análisis de regresiones, a determinar una "ecuación de predicción de caudales" que determina la relación de caudales en las dos cuencas.

Cuando se hace el "tratamiento" en una de las cuencas (por ejemplo: deforestación, "raleos") se continúa el registro de caudales en ambas para determinar, en base a la ecuación de predicción, los efectos del tratamiento.

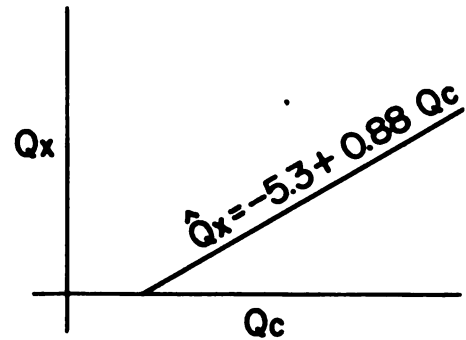
La diferencia entre el caudal observado (real) y lo que indica la ecuación de predicción representa los efectos del tratamiento. El propósito fundamental es determinar no los valores absolutos sino las diferencias absolutas. El método está ilustrado en la figura No. 3, según Wewlett (5).

PERIODO DE CALIBRACION

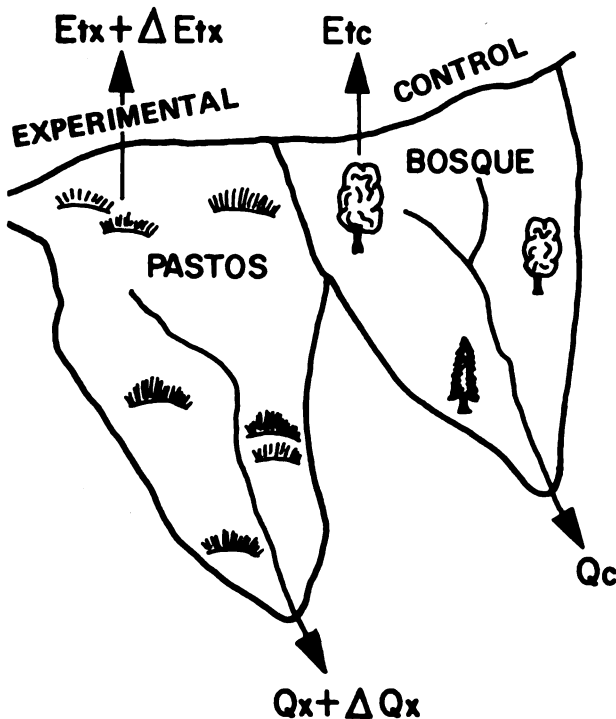


CAUDALES (cm/yr)

Q_x	Q_c
50.8	63.5
30.5	40.6
59.7	73.7



PERIODO DE TRATAMIENTO



CAUDALES (cm/yr)

Q_x	Q_x	\hat{Q}_x	$Q_x - \hat{Q}_x$
61.0	50.8	39.4	21.6
48.3	40.6	30.5	17.8
61.0	61.0	48.3	12.7

SUMA = 52.1

$$\Delta E_{tx} = - (Q_x - \hat{Q}_x)$$

$$\overline{\Delta E_{tx}} = - 52.1 \text{ cm/3 yr}$$

$$= - 17.4 \text{ cm/yr}$$

Fig. No. 3 Tratamiento de las cuencas en parejas.

Experiencias en la manipulación de la vegetación para aumentar la producción de agua:

Experiencias en el Coweeta Hydrologic Laboratory (North Carolina, EEUU).

Los experimentos en Coweeta, —particularmente el de la cuenca No. 17 iniciado en 1941, han sido concluyentes en demostrar que la eliminación de la vegetación resulta en significativos incrementos de caudal. El primer año después del corte total de la vegetación el caudal se incrementó en un 60o/o. Cambios subsiguientes en el tipo de vegetación que "usa" más agua. Resultados más o menos similares se obtuvieron en otras cuencas de Coweeta y al experimentar con cierto tipo de pasto, se determinó que éste usaba un 18o/o menos de agua que el bosque original.

Por tratarse de un experimento mundialmente famoso, en la figura No. 4 se presentan los resultados obtenidos en la cuenca No. 17.

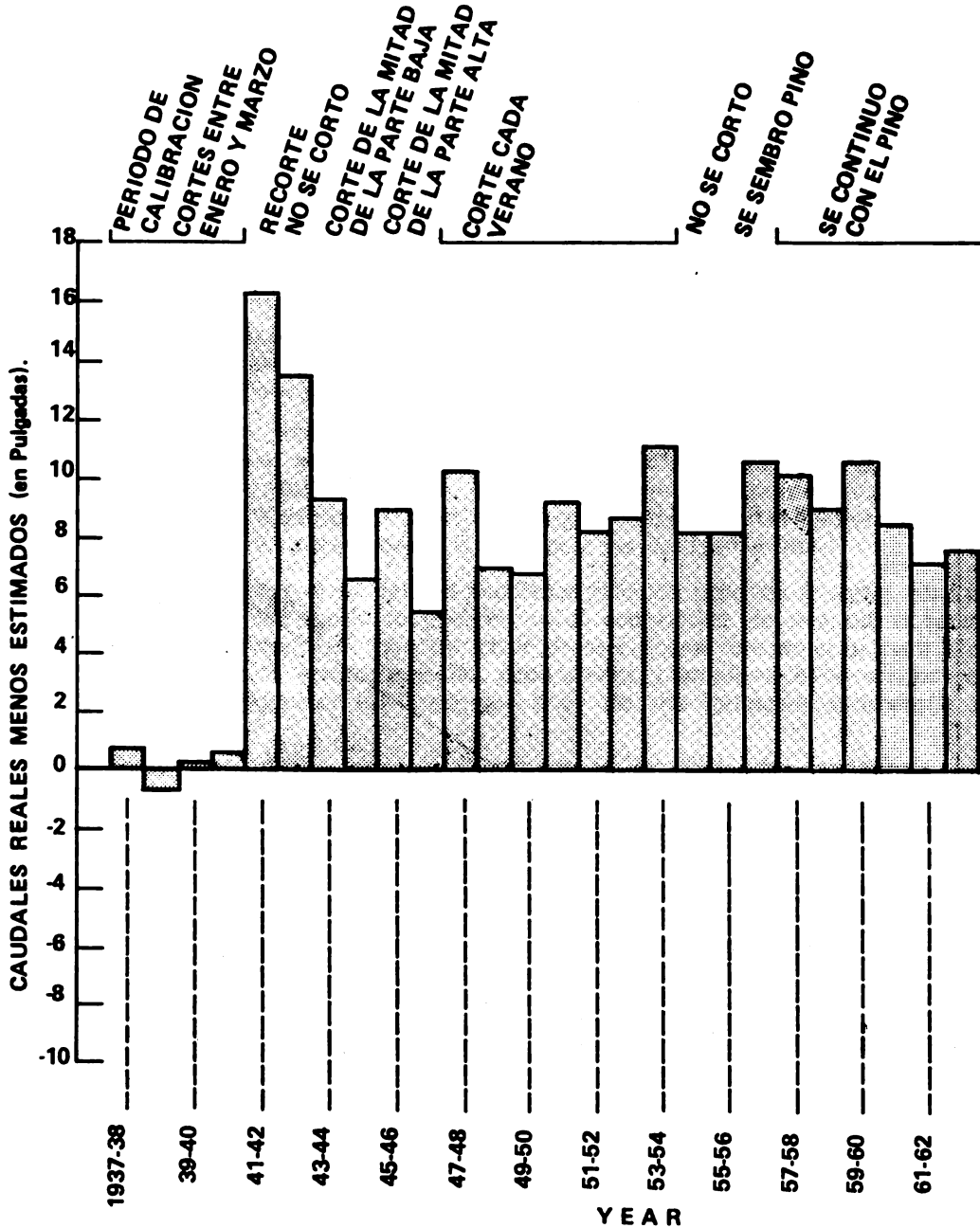


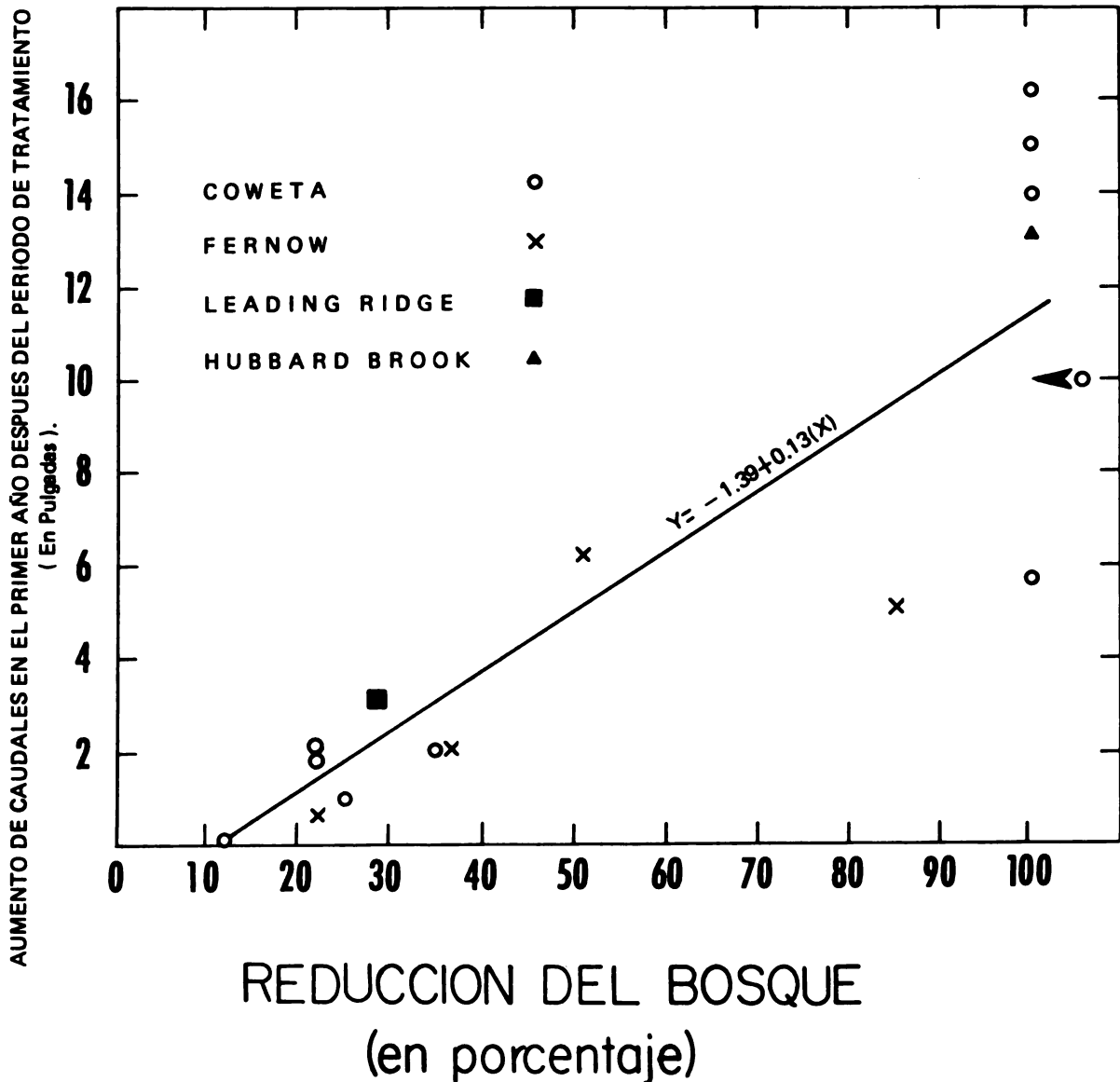
FIG. NO. 4 EXPERIENCIAS EN LA CUENCA No. 17 DE COWETA.

Al analizar las experiencias de Coweeta conviene tener presente las condiciones climáticas y de suelos de la zona: la precipitación promedio anual es de unos 2000 mm. distribuidos en unas 136 tormentas durante el año; los suelos son bastante permeables y profundos al grado que la escorrentía superficial es muy poca o nula.

Experiencias en las Montañas Appalachias, EEUU:

Douglass y Swank (Ref. 6) realizaron 23 experimentos en 4 diferentes sitios de las Montañas Appalachias, en condiciones que variaban de 1000 mm a 2000 mm anuales de precipitación, obteniendo también resultados concluyentes en cuanto al incremento de caudal al eliminar o reducir la vegetación. El número de experimentos permitió incluso desarrollar una ecuación para predecir el incremento en el flujo anual para diferentes porcentajes de reducción de la cobertura forestal (ver figura No. 5). Los autores señalan la necesidad de investigar ciertos aspectos de la calidad de agua, en relación con la concentración de nutrientes.

FIG. No. 5 ECUACION DE PREDICION (REF . No. 6)



Experiencias en Regiones Semiáridas (sur oeste de los EEUU:)

En regiones semiáridas no se han obtenido resultados tan concluyentes como los citados anteriormente. Experimentos en Arizona (Referencia No. 7) al eliminar la vegetación no produjeron incrementos detectables en el flujo de los ríos. Según la referencia citada, al eliminar el bosque o los arbusto no se ha obtenido agua "extra" para otros usos porque el agua acumulada se evapora del suelo desnudo en el que estaban las plantas.

Experiencias en otros países:

Hewlett (5) cita casos en Inglaterra donde algunas ciudades han establecido restricciones en la reforestación de cuencas municipales y en Sur Africa donde se han pasado leyes para prevenir las reforestaciones en ciertas cuencas pequeñas. Igualmente restricciones se han reportado en Australia en zonas con precipitación anual inferior a los 800 mm. Dunne and Leopold (8) mencionan experiencias en Kenya donde reducciones en la vegetación han resultado en incrementos de flujo.

¿Posible manipulación de la vegetación en Centro América con fines hidrológicos?

Los resultados citados en la sección precedente nos obliga a las siguientes reflexiones en cuanto a la posible manipulación de la vegetación en Centro América con el propósito de aumentar la producción de agua en cuencas pequeñas.

En primer lugar, los resultados obtenidos en una región no pueden ser aceptados o aplicados indiscriminadamente en otra área geográfica puesto que no se puede esperar que las respuestas sean similares. No obstante, por la magnitudes de los resultados obtenidos en otros países, se podría justificar el realizar algunos experimentos en zonas representativas de Centro América donde existan cuencas pequeñas que suministran agua potable y que tienen fuerte demanda sobre el recurso agua. En estas pequeñas cuencas, cualquier incremento en el caudal disponible podría ser beneficioso.

Es importante sin embargo tener presente que con los regímenes de precipitación—intensidad que existen en gran parte de Centroamérica, sería temerario pensar siquiera en "fomentar" la idea de dejar el suelo desprotegido contra la erosión en las cuencas montañosas. Cualquier "raleo" debería llevarse hasta un límite tal que ponga en peligro la estabilidad del suelo contra la erosión y los deslizamientos.

Por otra parte, existen otros valores asociados con los bosques (habitat para la vida silvestre, la protección del suelo, recreación, valor económico de productos forestales, estética y otros efectos sociales) que no podrían sacrificarse únicamente para alcanzar objetivos hidrológicos. Los valores sociales, económicos y ambientales asociados con los bosques deben considerarse en cualquier plan de manipulación deliberada de la vegetación.

Los bosques nublados —por su efecto en la precipitación horizontal— deben excluirse de cualquier proyecto de este tipo. De la misma manera, la cobertura vegetal en zonas de recarga de acuíferos, especialmente los confinados, debe conservarse para mantener altos niveles de infiltración.

Otro aspecto a considerar es que en regiones con una estación seca bien marcada, el flujo de las corrientes en cuencas pequeñas durante el verano depende prácticamente del caudal base proveniente de los acuíferos. Cualquier disminución de carácter permanente en la tasa de infiltración (al eliminarse el bosque) tendría posteriormente efectos negativos en el caudal base.

Una posible alternativa a considerar en cuencas pequeñas, donde realmente sea necesario un incremento en la producción de agua, podría ser fomentar la cobertura vegetal con pastos. Los pastizales bien fijados y manejados protegen el suelo contra la erosión; permiten la infiltración, cubren el suelo, y tienen menores pérdidas de interceptación y transpiración que el bosque denso. Creemos que una área de investigación en Centroamérica, para ampliar los conocimientos de hidrología para el manejo de cuencas, podría ser la investigación aplicada sobre el comportamiento hidrológico de los pastizales.

REFERENCIAS

(En el orden en que aparecen citadas en el texto)

- 1.- Las Cuencas Representativas y Experimentales. C. Toebes.
Centro de Estudios Hidrográficos. Instituto de Hidrología. Madrid, España.
2. Hidrología Forestal. (1era. y 2da. parte). F. López y M. Blanco
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes Madrid, España.
3. Hidrología para Ingenieros. Linsley, Kohler, Paulhus,
Libros Mc-Graw-Hill.
4. La Falacia Evaporación-Precipitación. J. E. McDonald
Weather, Vol. 12 Mayo 1962.
5. Principles of Forest Hydrology. John D. Hewlet.
University of Georgia Press.
6. Streamflow Modification Through Management of Eastern Forests. James E. Douglas
y Wayne T. Swank
USDA Forest Service. Research Paper SE-94. Mayo 1972.
7. Effects of Pinyon -Juniper Removal on Natural Resource Products and Uses in Arizona.
USDA Forest Service. Research Paper RM-128. Octubre 1974.
8. Water in Environmental Planning. T. Dunne y Leopold W. H. Freeman and Company.
San Francisco 1978.

FUNDAMENTOS PARA EL MANEJO DE RECURSOS HIDRAULICOS

Ivanor Ruiz de León. *

Usos y Opciones Múltiples.

La necesidad de una gestión o manejo global del agua puede quedar enmascarada o minimizada cuando se utiliza con un solo fin contabilizado. Esto ocurre cuando el propósito es la producción de energía o el acondicionamiento de un sector irrigado, pues sólo es necesario tomar en consideración una serie relativamente simple de criterios de rentabilidad, sin preocuparse de una gestión compleja. Pero a partir del momento que un acondicionamiento se concibe para diversos fines, cuando una presa sirve a la vez, para producir energía, para la irrigación y el suministro de agua a comunidades, el cálculo de rentabilidad se hace progresivamente más complejo en la medida en que la búsqueda de una rentabilidad global puede ser sustituida por una contabilidad por sectores.

Simultáneamente, la explotación con fines múltiples impone una gestión más compleja de las obras y del agua, con medidas de seguridad, distribución estacional de las prioridades (energía en invierno e irrigación en verano) y sobre todo, estudio de las compatibilidades e incompatibilidades entre los usos múltiples: por ejemplo, es bien sabido que un embalse destinado a remediar los estiajes de verano, no puede ser explotado simultáneamente con fines turísticos, debido a su vaciado estival. El estudio de las compatibilidades e incompatibilidades puede hacerse a partir de una gráfica representativa de los posibles usos de un acondicionamiento (Fig.1.), a condición de que se definan previamente los órdenes de prioridad entre las finalidades siguientes:

1. Protección contra crecidas.
2. Control de la circulación a nivel de las pendientes, de los canales y del aporte para los estiajes.
3. Irrigación.
4. Drenaje y recuperación de las tierras bajas por polderización o bonificación; defensa contra la salinidad y la hidromorfia.
5. Producción de energía eléctrica a partir de embalses o de centrales al paso del agua.
6. Aprovisionamiento de ciudades y aglomeraciones.
7. Aprovisionamiento de industrias, refrigeración de centrales térmicas.
8. Navegación.
9. Recreo
10. Pesca y conservación del medio natural.
11. Problemas de polución y de medio ambiente.
12. Defensa nacional, utilización estratégica de los terraplenes, embalses y líneas naturales de defensa construídas por los cursos de agua y los equipamientos hidráulicos.

Esta lista, por supuesto que no es completa y convendría añadir ya sea unas utilidades del agua tan particulares, como el entarquinamiento, la lucha contra los insectos, mediante el anegamiento de los puntos de reproducción, o la lluvia artificial, o bien la utilización indirecta tales como la reactivación económica en el marco de los grandes trabajos, o incluso, el establecimiento de relaciones internacionales sobre la base de programas comunes de acondicionamiento.

*Coordinador de PRMC en Panamá

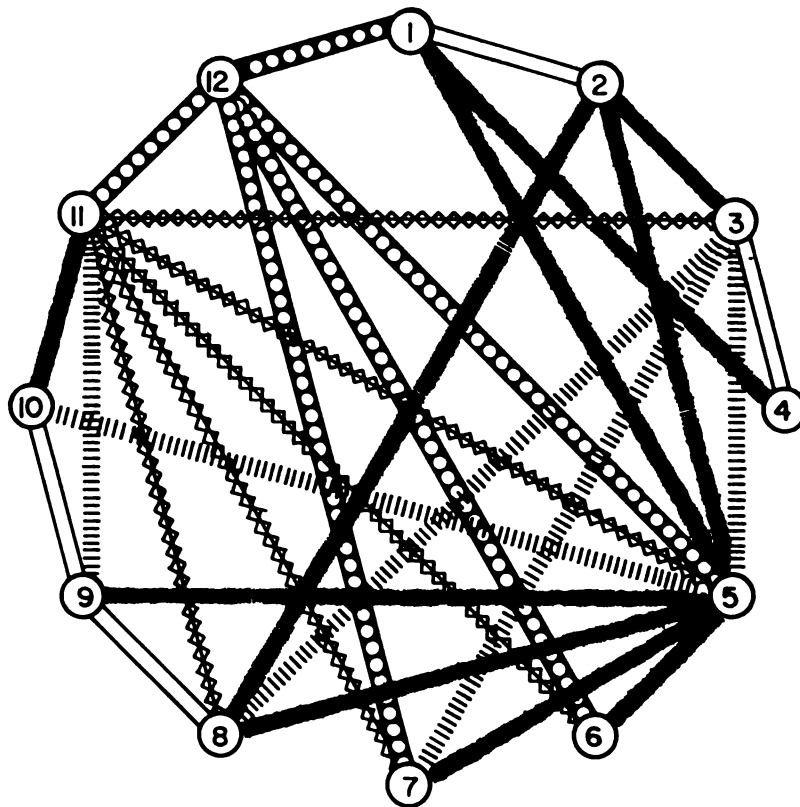
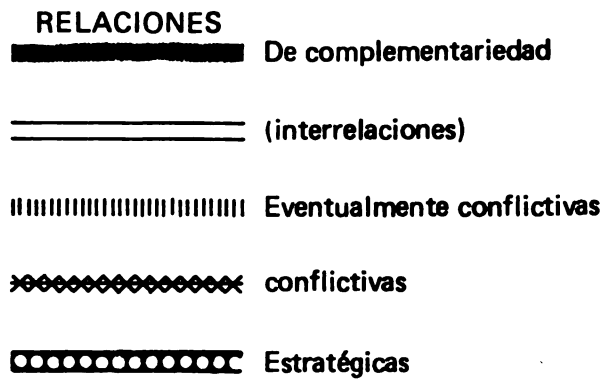


FIGURA 1: Compatibilidades e incompatibilidades de los diversos tipos de acondicionamientos hidráulicos y de sus utilidades.

El número, y para algunos, las exigencias cuantitativas y cualitativas de estos múltiples usos, ponen en evidencia varios imperativos de gestión:

- Necesidad de imponer un dispositivo espacial que reagrupe los usos nobles aguas arriba y los usos alterógenos, aguas abajo, de un determinado sector de acondicionamiento. Se puede incluso, prever el reciclaje y la utilización de las aguas usadas de la parte alta aguas abajo, con la utilización, por ejemplo, de las aguas residuales urbanas para fines agrícolas.

Organización de este dispositivo en función de una utilización máxima de las aguas para

la satisfacción del mayor número posible de usuarios.

- Necesidad de definir unas prioridades y unas órdenes de eliminación en el caso de que la demanda excediera a las disponibilidades.

La Necesidad de Arbitrar

Con el problema de las prioridades, aparece un aspecto esencial de la gestión o manejo de los recursos hidráulicos: el arbitraje entre intereses conflictivos. Estos conflictos pueden ser de orden sectorial y se podría enfrentar por ejemplo, a las eléctricas con los agrícolas, o de manera más general, los intereses económicos y los intereses ecologistas:

Otros conflictos surgen clásicamente entre usuarios de una misma categoría, quienes se valen de concesiones exclusivas o de derecho de antigüedad de unos con relación a otros.

Otro tipo de conflicto que enfrenta a los usuarios del agua casi en todo el mundo, es la pugna entre los usuarios de aguas arriba y a los usuarios de aguas abajo. Se podría citar en este orden de ideas, el conflicto del Colorado entre Estados Unidos y México, viéndose obligados los habitantes de este último país a utilizar unas aguas cada vez más escasas y más salobre a medida que se desarrolla la irrigación en el suroeste norteamericano.

Gestión y Planificación

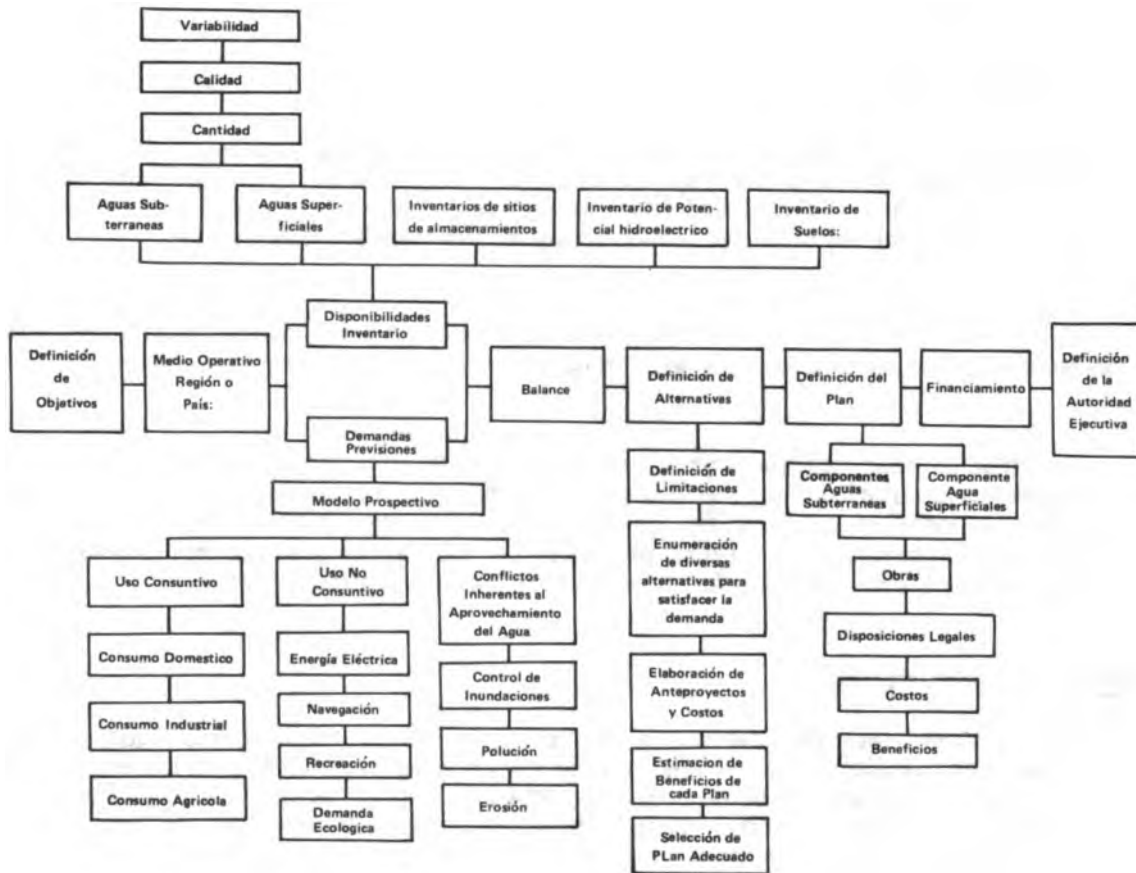
Los múltiples factores que hacen ineludible la gestión del recurso agua, entran generalmente en complejas interacciones mutuas y si consideramos además, el incremento de las necesidades y de los cambios tecnológicos, esta complejidad va en aumento. Es por ello, que los especialistas en gestión o manejo de los recursos hidráulicos se ven inducidos a prever esta evolución, a estudiar las tendencias y a detectar con mucha anticipación las futuras formas de utilización del agua para evitar, con los incidentes, los cargos resultantes de unas inversiones excesivamente diferidas o no previstas en tiempo útil. Todo esto implica, en definitiva, un trabajo de planificación por parte de los organismos permanentes encargados.

Esta tendencia a englobar, por medio de la gestión y planificación hidráulica, sino la totalidad, por lo menos ciertos sectores del ordenamiento espacial, sugiera una nueva distribución del espacio, por cuencas vertientes (Fig. 2).

Es necesario destacar la importancia que tiene la planificación cuidadosa en el uso de los recursos de agua. Además de la contribución trascendente aportada por los recursos de agua al bienestar de una nación, es necesario destacar los cuatro factores que subrayan la conveniencia de su cuidadosa y adecuada planificación:

1. El desarrollo y la administración del agua van involucrados con fenómenos complejos. Las características físicas del recurso mismo, la relación entre el agua y tierra y la interrelación entre dicho recurso y las actividades económicas, constituyen un juego intrincado de interconexiones. Son necesarios los análisis cuidadosos para determinar las consecuencias de cada una de las alternativas que puedan adoptar.
2. Los programas importantes de desarrollo de agua usualmente requieren grandes inversiones de capital. Cuando el capital es escaso como en la mayoría de los países, su inversión en recursos de agua improductivos restringe su aprovechamiento en otras oportunidades productivas de inversión. Esto tiene efectos adversos en la economía de

FIGURA 2 DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA PLANIFICACION HIDRAULICA



los países.

3. El fracaso en la productividad de un programa de agua, puede tener graves consecuencias sociales. Un proyecto de irrigación concebido puede ocasionar desastres económicos a los agricultores que se asentaron en esas tierras.
4. Las soluciones adoptadas en desarrollos de agua son frecuentemente irreversibles. Después que una represa esté construída y se inunda un valle, es casi imposible retomar al área a su condición previa si uno deseara hacerlo.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, procederemos a revisar las características físicas y económicas de los recursos de agua, sobre los cuales reposan los conceptos básicos de la planificación.

Características Físicas y Económicas de los Recursos de Agua.

Hay ciertas características de los recursos de agua que determinan como pueden ser utilizados dichos recursos con provecho económico, los cuales a su vez constituyen los fundamentos de cómo debe emprenderse la planificación y el desarrollo. Para nuestros propósitos, deban tomarse en cuenta seis características físicas y económicas relacionadas entre sí:

1. El movimiento constante de todos los recursos de agua. El hecho de que toda masa de

agua (con algunas excepciones menores) está en continuo movimiento, tienen implicaciones trascendentales sobre la forma como sus recursos se desarrollan y administran. Esto significa que la disponibilidad de agua en un sitio dado, a lo largo del tiempo, se determina por las tasas de flujo entrante y saliente del lugar. También quiere decir que el desarrollo y el uso que se le da al agua en una localidad puede tener consecuencias prácticas trascendentales para el empleo que se le fije en otros lugares conexos con esa localidad.

2. La disponibilidad de agua en un sitio dado, varía grandemente de tiempo en tiempo. Esto es muy notorio respecto al flujo de aguas superficiales, pero también la tasa de recarga de los acuíferos subterráneos varía de año en año y los niveles de los lagos pueden cambiar sustancialmente de tiempo en tiempo. El caudal de aguas superficiales puede aumentar en cincuenta veces el flujo promedio y disminuir hasta llegar a un pequeño porcentaje de este promedio. Aunque la cantidad disponible a través de un período de años puede predecirse con razonable exactitud, es imposible pronosticar con el mismo grado de exactitud los volúmenes disponibles durante períodos cortos. Esto tiene mucho significado para el diseño de estructuras hidráulicas, tales como embalses y diques.
3. Las interdependencias entre los usos del agua hacen práctico diseñar los programas de desarrollo de agua para servir a varios propósitos.

Por el carácter fluido de los recursos de agua y por los diferentes usos que se pueden hacer del mismo suministro, un abastecimiento de agua dado o una instalación específica de agua, puede proporcionar gran variedad de servicios. Estas oportunidades deben tomarse en cuenta si se han de obtener los beneficios máximos de las inversiones hechas en recursos hidráulicos.

4. Algunos servicios de desarrollo de agua no pueden dividirse en pequeñas unidades para desarrollo y uso individual. El mejor ejemplo se encuentra en el control de inundaciones. Muy rara vez es económico proveer protección contra inundaciones sólo para una pequeña unidad de propiedad. Un dique usualmente debe ser diseñado para proteger un área sustancial, si se quiere reducir al mínimo el costo por hectárea del terreno protegido.
5. Por lo general hay sustanciales economías de escala de acuerdo con la magnitud del desarrollo de sistemas de agua.

En general el costo de almacenaje por metro cúbico, es menor en un embalse grande que en uno más pequeño en el mismo sitio. Igualmente los canales y acueductos grandes tienden a ser menos costosos por unidad de capacidad que los más pequeños. Esto significa que al diseñar las instalaciones para utilización del agua, es importante concebirlas del tamaño suficientemente grande para obtener ventajas económicas de su magnitud, pero sin llegar a ser excesivamente grande que se pierdan estas ventajas.

6. Los proyectos para desarrollo de recursos hidráulicos tienden a demandar ingentes capitales.

Las grandes represas, embalses y diques, los mejoramientos en la canalización de los ríos, los medios de generación hidroeléctrica, los canales, etc. requieren fuertes inversiones de capital si se las compara con el costo de operación de estas obras. Todo esto significa que el costo de capital es una consideración importante para determinar si vale la pena hacer una inversión en un proyecto de recursos de agua.

Estas seis características físicas y económicas constituyen un conjunto importante de factores que se deben tomar en cuenta cuando se planifica un programa de desarrollo de aguas. Sin embargo, también se debe dar consideración a lo que podría llamarse el Ambiente Político de la Planificación.

El Ambiente Político.

La planificación de los recursos públicos de agua es algo más que una actividad técnica. Aunque la destreza en ingeniería, economía y otras ciencias es esencial para la preparación de programas consistentes, el planificador de recursos de agua debe reconocer que está operando como un elemento de un proceso político-administrativo, por medio del cual la información y análisis técnicos son transformados en decisiones de acción de la sociedad a la que sirve. En este sentido, la planificación es un proceso por el cual personas técnicamente capacitadas conocen las aspiraciones de su sociedad y luego desarrollan programas para darles vida.

Esto significa, que aquellos involucrados en la planificación de recursos de agua deben percibir el ambiente político en que trabajan. Esto no quiere decir que deben involucrarse en política partidista. En cambio, quienes son responsables de planificar el desarrollo y la administración de los recursos de agua, deben enfrentarse seriamente a dos mandatos básicos de política.

Primero: Los planificadores deben entender las metas que la sociedad busca a través de los programas de recursos de agua.

Segundo: El planificador debe ser sensible a la forma en que la planificación de recursos de agua encaja en el proceso a través del cual se toman decisiones sobre usos del agua.

Además, como frecuentemente los objetivos no están claramente definidos y las personas tienen aspiraciones diferentes, tienen que haber comunicación frecuente durante el proceso de planificación, entre quienes representan a la sociedad para tomar decisiones finales y aquellas que están diseñando los programas. El proceso de toma de decisiones varía de un país a otro. Lo importante es que el planificador debe entender lo mejor que pueda el significado de estas relaciones en la sociedad a la que sirve para así poder intercambiar ideas con quienes tienen la responsabilidad de tomar las decisiones finales, mientras procede con la planificación de los programas de recursos de agua.

Conceptos Básicos para la Planificación.

Las características físicas y económicas de los recursos de agua y el ambiente político dentro del cual se desarrolla la planificación, nos conducen a los conceptos básicos que deben acompañar la planificación efectiva de recursos hidráulicos. Estos conceptos han sido agrupados en diez y merecen un breve comentario.

1. El concepto de acción gubernamental como esencial para la administración efectiva de los recursos de agua.

Los países difieren en el grado en que el gobierno interviene en la conducción de actividades económicas, tales como la provisión de servicio de recursos de agua. Sin embargo, la administración de las fuentes de agua requiere una parte sustancial de participación pública si se quiere conseguir máximos beneficios en el desarrollo del agua. Esta necesidad emana de las características físicas y económicas ya mencionadas.

Las economías de escala, en la mayoría de los programas de agua, implican que ellos deben ser monopolios para que sean eficaces. En ausencia de competencia la acción gubernamental es necesaria, ya sea para regular el monopolio privado o para que el propio gobierno emprenda su desarrollo.

Por otro lado, algunos servicios no se pueden dividir en unidades (como es el caso del control de inundaciones) y es aquí donde el gobierno debe intervenir para exigir a todos los afectados que participen en algunos de los tipos de programas.

Por estas razones, la administración del agua está revestida de un interés gubernamental y la planificación global de dichos recursos debe estar estrechamente relacionada con el gobierno.

2. El concepto de planificación como un proceso creativo.

Como se ha hecho notar anteriormente, se concibe la planificación de recursos de agua como el proceso por el cual se convierten los datos y análisis técnicos en forma y medios para alcanzar las aspiraciones de la sociedad. También se ha hecho notar que en la mayoría de las sociedades, grupos y miembros pueden tener objetivos diferentes e incluso, contradictorios. Esta situación desafia la facultad creadora del planificador en dos aspectos. Primero, en su habilidad de crear programas imaginativos que hagan lo máximo posible por llevar a cabo un objetivo específico. Segundo, los objetivos discrepantes que busca la sociedad exigen del planificador ingenio en el campo social. Aquí la tarea consiste en encontrar tal combinación de disposiciones que se reconcilien y sirvan a los objetivos discrepantes que se buscan.

3. Conceptos del área geográfica considerada para propósito de administración de aguas.

Entre la gente vinculada al estudio de los recursos de agua, es casi un artículo de fe que la cuenca hidrográfica debe ser también el área geográfica para efectos de la planificación de los recursos de agua. Es importante reconocer que aunque hay considerable validez en esta idea no debe seguirse ciegamente. Lo fundamental es que el área geográfica considerada para la planificación y administración de los recursos de agua, sea lo suficientemente extensa como para que las consecuencias externas más importantes, por ejemplo, el efecto que una instalación pueda tener sobre otra y las economías de escala, puedan tomarse en cuenta en el diseño y ejecución del programa para utilización del agua. Por lo tanto, en la planificación de los recursos de agua, es esencial definir el área geográfica como aquella hasta donde las consecuencias externas son significativas.

4. El concepto del desarrollo con propósito múltiple.

Aunque a veces los programas de aprovechamiento del agua se diseñan mejor para servir un propósito único, como el caso de control de inundaciones o el mejoramiento en la navegación de un río o canal, frecuentemente se puede conseguir economías diseñando un programa para servir a varios objetivos. Por ejemplo, un sistema único coordinado de embalses para almacenamiento podría, por ejemplo, aumentar la capacidad generadora, reducir los daños de las inundaciones y proveer agua para riego a un precio mucho más bajo para cada uno de estos propósitos, que si los mismos fueran atendidos a través de sistemas independientes. La tarea del planificador es encontrar la combinación de servicios que haga máximo los beneficios netos.

5. El concepto de riesgo e incertidumbre en la planificación del agua.

Debido a la variación de disponibilidad del agua en la naturaleza, no es práctico predecir para cualquier año específico cuál será el caudal natural, por lo tanto, los planes para desarrollar recursos de agua deben considerarse riesgos que se puedan estimar con razonable precisión e incertidumbre que no puedan calcularse con mucha exactitud.

A través del análisis de la información hidrológica para un determinado sistema fluvial, es posible calcular la frecuencia con que se puede esperar una inundación de magnitud dada o una sequía de trascendencia específica. Regulando el caudal por medio de los embalses de almacenamiento, se puede reducir el riesgo de daño por inundación, calcular los estimativos probables de que ella ocurra y evaluar el costo del riesgo restante, con razonable exactitud. No obstante, el planificador no puede predecir cuando ocurrirá la siguiente sequía o inundación. Para que sean realistas los programas de desarrollo de los recursos de agua, ellos deben tomar en cuenta los factores de peligro e incertidumbre.

6. El concepto de óptimo como meta en los programas de desarrollo de recursos de agua.

El planificador de recursos de agua busca los mejores medios para lograr los objetivos de la sociedad. Planificar sin tener objetivos claros, es privar al proceso de planificación tanto de rigor como de efectividad. Hay que estar seguro de los objetivos que se buscan. De manera sencilla se debe especificar el objetivo y entonces se examinan las maneras alternativas de lograrlo. Los beneficios definidos por el objetivo se comparan con los costos para cada alternativa potencial, siendo óptima la solución que corresponde al plan que produce mayores beneficios netos.

7. El concepto de la planificación como proceso iterativo.

La dificultad en definir lo óptimo, aún hasta para el caso de un solo objetivo, por un lado, y la discrepancia entre objetivos de los diferentes sectores de la sociedad por el otro, enfrentan al planificador de recursos de agua con la difícil tarea de decidir que constituye el mejor programa en un caso dado. Con frecuencia, cuando el planificador empieza su trabajo no sabe que patrón de objetivos, ni qué métodos para lograrlos, serán aceptables. Esta situación requiere la aplicación de un proceso iterativo.

El primer paso consiste en explorar el criterio de quiénes toman las decisiones para la implantación de los planes, respecto a los objetivos que deben usarse en el diseño del programa.

El segundo paso es desarrollar de manera tentativa y preliminar, un conjunto de planes alternativos a la luz de los posibles objetivos que las personas puedan tener. Estos planes podrán luego ser examinados con quienes deben aprobarlos para ayudarles a visualizar las consecuencias de las alternativas de los objetivos. El planificador debe visualizar en este proceso, cuales de los objetivos y qué métodos de los empleados para alcanzarlos merecen prioridad para que valga la pena desarrollarlos con planes más detallados.

El tercer paso es definir las necesidades de información y los análisis requeridos para consolidar uno o más de los planes alternativos que parezcan ser los más aconsejables de acuerdo a la respuesta recibida en plan preliminar.

El cuarto paso será consolidar el plan seleccionado después de que el haya sido escogido mediante decisión.

Este tipo de proceso se considera esencial para que la planificación sea efectiva con vista al interés público.

8. El concepto de planificación como proceso continuo.

La planificación no termina con el diseño del programa. Pueden necesitarse ajustes por cambio en demanda, en tecnología o porque surgen nuevos problemas en diferentes etapas de la ejecución. Además, a medida que se ejecutan los planes y funcionan los programas, la experiencia puede demostrar que se necesitan ajustes. Por lo tanto, la planificación debe continuar a través del período de operación, probablemente a una tasa reducida después de que el programa inicial ha sido diseñado.

9. El concepto de planificación en la definición de una política.

Con frecuencia la planificación de los recursos de agua se contempla esencialmente como una tarea de ingeniería y economía. Sin embargo, todo indica que la planificación debe preocuparse por las metas sociales. También el proceso iterativo antes esquematizado, muestra como puede utilizarse la información producida por el plan para aclarar los objetivos de la sociedad. La política se basa en la percepción de los problemas, oportunidades y consecuencias. En este sentido el planificador suministra una base para el mejoramiento de la política, produciendo información sobre la naturaleza de los problemas y la oportunidad de tratarlos, y sobre los costos y ganancias de los programas alternativos.

10. El concepto de planificación del agua como componente de un sistema más amplio

para formular decisiones.

Un programa de recursos de agua es una de las muchas alternativas que se pueden emprender para servir al interés público. Por otra parte, los servicios que se pretenden atender con el agua, se pueden suministrar en diferentes maneras, y los objetivos que busca la sociedad pueden lograrse por medio de programas que no estén vinculados con el agua.

Es importante para el planificador de recursos de agua estar al tanto de esta oportunidad de alternativa. El planificador debe ser capaz de reconocer que el programa bajo su responsabilidad puede ser tan solo uno de los tantos medios para lograr los citados objetivos.

Otro requisito es que el plan de utilización de los recursos de agua debe estar coordinado con cualquier esfuerzo de planificación a escala regional y nacional que esté en marcha.

La Toma de Decisiones en el Problema de Manejo del Agua.

La palabra inglesa "management", traducida al español como manejo o gestión, implica una gestión empresarial y puede definirse como una forma de utilizar los recursos existentes con fines de alcanzar los mejores resultados en forma constante.

El manejo o gestión en el campo de los recursos hídricos, requiere la realización de muchas actividades tales como pronósticos, evaluaciones, planes de cultivo, programación, presupuestación, coordinación, supervisión, control en los más importantes.

Fundamentalmente, el manejo del agua involucra un intento de decidir cómo los recursos hidráulicos deben ser asignados entre uno o varios usos competitivos normalmente en conflicto.

El manejo del agua, que se concreta en la operación de un sistema hídrico, implica que las inversiones de capital en grandes estructuras tales como represas, canales, hidroeléctricas y plantas de tratamiento, ya ha sido realizada. El problema consiste ahora en utilizar las estructuras existentes, así como las instituciones en la mejor forma, a través de reglamentos, políticas y procedimientos apropiados, para obtener los beneficios esperados de la inversión original del capital.

Con relación al agua es obviamente de alta responsabilidad la toma de decisión, debido a que:

1. El manejo de los recursos hídricos tienen mucho impacto en los aspectos económicos, físicos y sociales. Por ejemplo, la formulación y puesta en ejecución de un plan de cultivo y riego, afecta significativamente al agricultor, la banca, al consumidor, a las exportaciones e importaciones, y otros.
2. El administrador de aguas debe manejar una gran cantidad de datos e información para tomar una decisión. Hay aspectos críticos que debe afrontar y la mayoría de las veces, la cantidad de datos de que dispone, no son fácilmente utilizables; debe decidir, qué datos son importantes para solucionar el problema que afronta y cómo deben ser procesados, organizados y analizados.

Como conclusión inicial, se tienen que el administrador de aguas debe o contar con la mejor información disponible para tomar una decisión que resulte la más apropiada para beneficiar a la población, mediante el uso del agua. Esto requiere de un proceso expedito, que puede ser alcanzado con la aplicación de los principios de Análisis de Sistemas, lo que da el carácter de gestión empresarial a su trabajo.

Sistema y Análisis de Sistema.

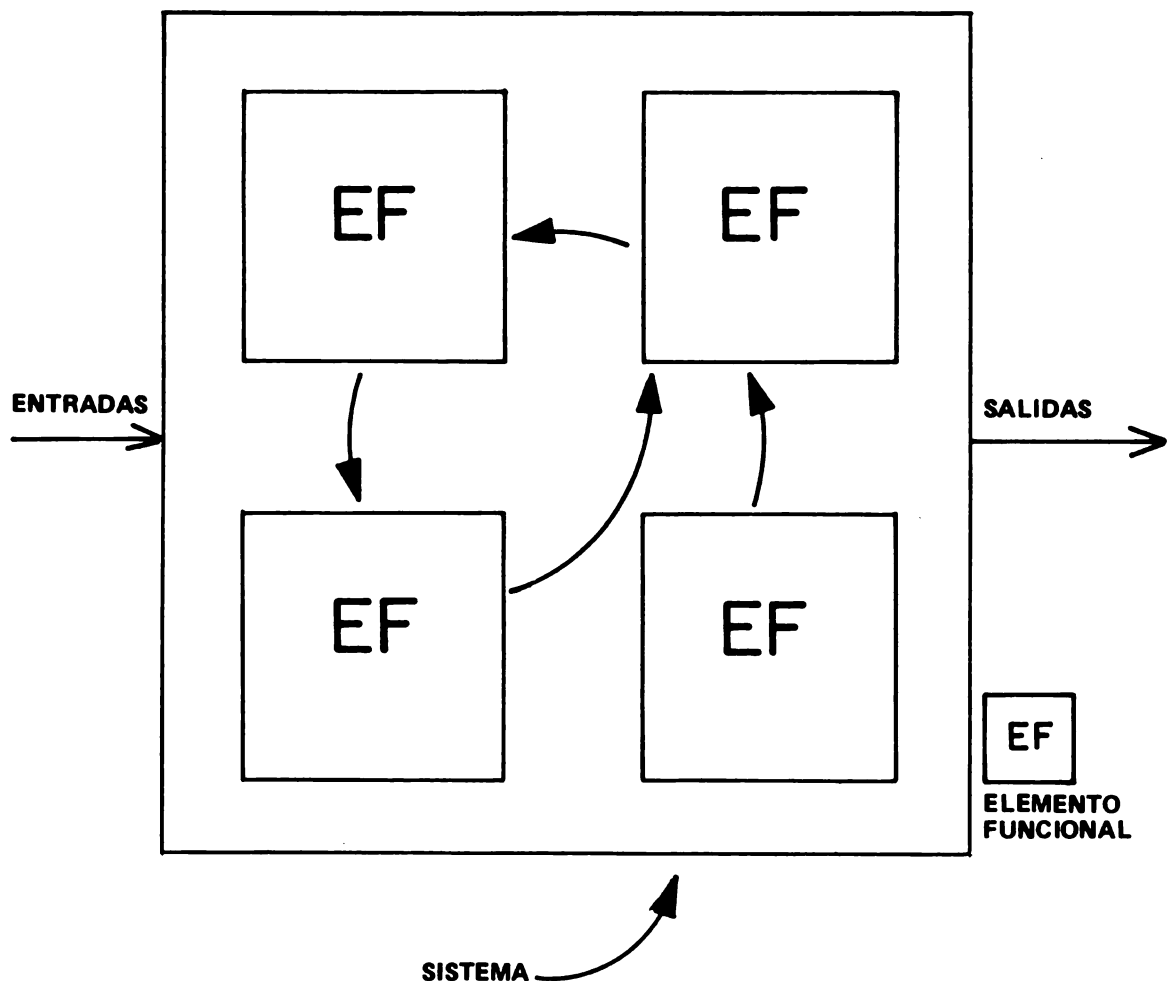
En los últimos 30 años ha habido una revolución con respecto a la ciencia de la "Toma de Decisiones". Esta revolución ha sido causada principalmente por los siguientes factores:

1. El desarrollo de las modernas computadoras de gran capacidad y velocidad que permiten procesar una enorme cantidad de datos en forma rápida, precisa y eficiente.
2. La gran difusión de estas máquinas a un costo relativamente bajo.
3. El desarrollo de reglas matemáticas sofisticadas o algoritmos que permiten un análisis rápido y eficiente de información compleja por medio de un computador.

La terminología que se ha adoptado para esta forma de tomar decisiones es la de "Análisis de Sistemas".

Un sistema es un conjunto de componentes o elementos funcionales que se interaccionan entre sí de diferentes maneras. Los componentes de funcionamiento reciben un determinado número de entradas o "inputs" y producen una determinada cantidad de salidas "outputs". Los aspectos funcionales pueden representar un sistema existente o el modelo de uno que se esté planificando. La interacción entre los componentes puede ser física, económica o social. (Fig. 3).

Figura No. 3: Esquema simplificado de un sistema.



El análisis de sistema aplicado a la gestión empresarial, tal como lo define Harren Hall (1), es un método racional para alcanzar una decisión con respecto al manejo de un sistema en particular, basado en la organización sistemática y eficiente de información disponible y, un análisis de la misma.

Este método racional se lleva a cabo a través de una secuencia de procedimientos comunes en la toma de decisiones, que incluyen:

1. Definir el problema de gestión
2. Identificar el sistema funcional y recopilar los datos relevantes.
3. Definir objetivos y metas específicas.
4. Definir medidas cuantitativas o índices que permitan evaluar las alternativas de solución en relación a como satisfacer los objetivos.
5. Generar alternativas factibles que satisfagan las restricciones del sistema y de la administración, tales como restricciones físicas, sociales, políticas, económicas, ecológicas y morales.
6. Evaluar y seleccionar la mejor alternativa con el equipo, técnicos, tiempo, presupuesto y potencia de computador disponible.
7. Revisar, actualizar y volver a suministrar información para asegurarse que el objetivo original está siendo alcanzado, e incorporar nueva información.

Por otro lado es importante subrayar que las técnicas de optimización, simulación, modelación, análisis de costo efectividad y el análisis de sistema pero cada uno de ellos no son el análisis de sistema propiamente dichos. Obviamente son de gran importancia para alcanzar una toma de decisión, sobre todo porque la mayoría permite la utilización de computadoras. Por ejemplo, los métodos de simulación y las técnicas de optimización no podrían en la práctica ser utilizados, sino existiera un sistema de cómputo rápido y eficiente.

Modelos para el Análisis de Sistemas.

La habilidad para representar los componentes de funcionamiento del sistema en forma matemática, es de importancia clave en el análisis de sistemas, particularmente para generar y evaluar alternativas. Este conjunto de reglas matemáticas, postulados e inferencias, se denomina "modelo matemático". Una vez que el modelo matemático ha sido desarrollado y explica razonablemente el comportamiento de un sistema, se puede utilizar la computadora digital para analizar las consecuencias e impacto de un gran número de alternativas de estrategias de gestión. El modelo va a permitir representar o "simular el prototipo".

El desarrollo de un modelo apropiado para el estudio del manejo de un sistema determinado es posiblemente el aspecto más desafiante en la aplicación del análisis de sistema, debido a muchos factores que dificultan la construcción de un modelo preciso, tales como:

1. Un conocimiento completo del por qué un sistema trabaja en la forma en que lo hace. Por ejemplo, la escorrentía de una cuenca como resultado de una precipitación.
2. La influencia de factores altamente variables y no predecibles tales como la precipitación y la descarga.
3. Las limitaciones en la capacidad del computador.
4. La limitación en la cantidad y eficiencia de las técnicas.

5. La limitación en el tiempo, para llevar a cabo el estudio.
6. La limitación en el presupuesto.

Tal como se mencionó anteriormente, para llevar a cabo los siete pasos básicos en la solución de un problema de análisis de sistema, es normalmente necesario crear algún modelo que servirá como elemento para hacer el trabajo en forma adecuada.

Los modelos necesarios para llevar a cabo los pasos indicados son:

- a. Un modelo de metas y objetivos. Un objetivo es una situación deseable para una o un grupo de personas que deben expresarse en alguna forma o modelo.
- b. Un conjunto de modelos que caracterizan la situación de estado o situación no modificada, actual, de los sistemas y sub-sistemas involucrados. (Modelo de Estado)
- c. Un método de alerta o monitor de los problemas.
- d. Un modelo de configuración de solución que representa las ideas de solución a diferentes niveles.
- e. Un modelo de análisis del comportamiento del sistema o "modelo de comportamiento". Se diferencia del modelo de estado en que el último incorpora el modelo de configuración y tiene mayores detalles (modelo de comportamiento).
- f. Un modelo de análisis de alternativas del sistema (modelos comparativos) o un método para comparar rápidamente las consecuencias de cada idea de configuración con todos los demás, para determinar cual cumple mejor los objetivos y metas.

Todos estos modelos requieren normalmente de un procedimiento cuantitativo, pero debe ser claro que estos procedimientos son sólo una ayuda en la toma de decisiones por el hombre y no un remplazo.

Simulación y Optimización

Dado que la explicación detallada de la formulación de un modelo de mucho más tiempo del que disponemos en estos momentos, a continuación se explican algunos conceptos de dos de las técnicas más aplicadas en el análisis de sistemas: la simulación y la optimización.

De todos los modelos parciales indicados en los acápites a hasta f, posiblemente los más fácilmente cuantificables son los métodos de comportamiento del sistema y los modelos de comparación de alternativas. Estos permiten, muchas veces, utilizar herramientas como la simulación y la optimización, siendo la simulación más aplicable a los modelos de comportamiento del sistema (e) y la optimización a los modelos de comparación o evaluación de las alternativas para la selección de la óptima (f).

La Simulación

Tal como se indicó, la simulación es una herramienta importante para describir el comportamiento de un sistema o predecir las consecuencias de diversas alternativas de manejo.

Un modelo de simulación generalmente se compone de lo siguiente: variables de entrada ("input variables"), variables de salida ("output variables") y parámetros. Los "input" pueden ser controlables y no controlables, son factores definidos fuera del sistema que se está modelando y no pueden ser controlables por el sistema en sí. Las salidas o "outputs" son consecuencias directas o indirectas de los "inputs" controlables y no controlables. Son factores dependientes que pueden ser regulados indirectamente.

Uno de los aspectos más importantes en la construcción de un modelo de simulación es la determinación o estimación de sus parámetros, esto es a menudo llamado "calibración del modelo" o "verificación del modelo". Mientras no se determinen los parámetros del modelo este no puede ser utilizado con fines de predicción.

Entre las ventajas de la simulación podemos señalar las siguientes:

- a. El modelo puede ser tan real y preciso, como datos, presupuesto, facilidades, tecnología y otras que se encuentren disponibles.
- b. Se puede analizar una inmensa cantidad de datos tanto históricos como sintéticos en una forma muy rápida, en una computadora digital, con el fin de determinar reglas de operación, especialmente en recursos hídricos.
- c. Un modelo bien calibrado de simulación puede ser utilizado para predecir la efectividad de una amplia gama de políticas operativas.
- d. En manejo de recursos hidráulicos, la simulación sigue siendo la herramienta más útil hasta la fecha.

Entre las principales desventajas tenemos:

- a. El modelo de simulación no encuentra directamente la solución óptima ni tampoco indica cuando ésta es hallada.

Si se juega con una cantidad de combinaciones de reglas de operación, quizás se pueda encontrar la óptima, pero esto puede consumir una gran cantidad de tiempo de computadora. Esto sería una forma empírica de agotamiento de todas las posibles alternativas que sería muy costoso llevarlo a la práctica.

Optimización.

Una forma de evitar este proceso de "agotamiento" de alternativas, es buscar una metodología sintética que encuentre la alternativa óptima sin tener que considerar todas las posibles alternativas; esto es lo que se denomina "optimización". Se puede definir entonces la optimización como una metodología especializada y cuantitativa para seleccionar una alternativa óptima en el menor tiempo y costo posible.

Cuando se habla de optimización se habla de un determinado modelo que se utiliza en forma conjunta con un algoritmo de optimización. Un algoritmo es un conjunto de distintas reglas y procedimientos que se aplican al modelo de optimización con una estructura particular. Todos ellos se caracterizan por intentar filtrar y descartar las políticas no óptimas y utilizar sólo las mejores.

Un modelo de optimización está básicamente conformado por la combinación de un modelo cuantitativo de comportamiento, el cual puede ser un modelo de simulación de alguna clase, combinado con un modelo cuantitativo de objetivos.

Los componentes del modelo de comportamiento en un modelo de optimización se denominan "restricciones" y el modelo cuantitativo del objetivo, se denomina "función objetivo" del modelo de optimización. Una vez obtenido este modelo se aplica el algoritmo de optimización apropiado, el cual puede ser lineal o no lineal.

Dado que la optimización es cuantitativa también se puede definir como el conjunto de pasos que se deben seguir para encontrar el máximo o el mínimo de una función. Si la secuencia requerida para encontrar el valor óptimo, es compleja pero claramente definida, se le denomina algoritmo y si no, se le denomina simplemente un procedimiento. Una función típica en los recursos hidráulicos es la minimización de los costos o la maximización de los beneficios.

Probablemente los dos algoritmos más conocidos y utilizados en el campo de los recursos hídricos son los de programación lineal y programación dinámica.

Bibliografía

Bethemont, J. 1980. Geografía de la Utilización de las Aguas Continentales. Barcelona, España. 179 - 209 p.p.

Dourojeanni, A. 1977. El Análisis de Sistemas y la Operación de Sistemas Hidricos. Lima, Perú. 31 p.p.

Fox, I.K. 1979. Conceptos Básicos para Planificar el Uso de Recursos de Agua. Conferencia presentada en CORDIPLAN. Venezuela. 18 p.p.

FUNDAMENTOS DE CONSERVACION DE SUELOS EN EL MANEJO DE CUENCAS

Jorge Faustino*

Introducción

El suelo representa uno de los recursos más importantes que la humanidad utiliza; asimismo el suelo es un componente esencial de las cuencas hidrográficas, por lo tanto su manejo y conservación resultan como una responsabilidad prioritaria, si consideramos que en los últimos años la degradación de los suelos en su sentido amplio es uno de los principales problemas que enfrentan las naciones de nuestra tierra. Esta idea se puede asociar al concepto de que ningún pueblo puede subsistir sin alimentos; o los produce o los importa, lógicamente lo segundo no es recomendable tanto desde el punto de vista económico como desde el punto de vista de la seguridad de un país.

De otro lado consideramos el crecimiento de la población, la FAO indica que la población de la tierra aumenta cada cinco días en más de un millón de personas y se proyecta con base al año 1980 que en 2,015 la población se duplicará. Aproximadamente 500 millones de seres humanos en la actualidad no tienen los suficientes alimentos y se calcula que esta cifra ascenderá a 650 millones al final del presente siglo.

Esta descripción nos permite la interrogante ¿Cuál será la situación dentro de 10, 20 o 50 años? El suelo es y seguirá siendo en un futuro previsible, la base de la producción alimentaria; pero vale preguntarse si bastará para alimentar a una población dos veces mayor que la existente a partir de la próxima generación. No hay duda que la demanda de tierra es cada vez mayor (para agricultura, ganadería, asentamientos humanos, etc.), y que en la actualidad millares de hectáreas dejan de cultivarse cada año por problemas de erosión, salinidad, mal drenaje, etc.; además que en millones de hectáreas el potencial productivo básico declina progresivamente. No obstante este panorama, existen técnicas y alternativas para prevenir, corregir y conservar el recurso suelo. Mantener el suelo en buenas condiciones de producción significa poner en práctica la interrelación con el agua y la planta, lógicamente esto significa una inversión que la experiencia ha demostrado que la Conservación de Suelos se paga por sí misma, rindiendo beneficios a corto y largo plazo. La Cuenca como unidad de planificación permite desarrollar estas acciones en un sistema integrado para el manejo racional y sostenido en los recursos.

La degradación de los suelos, indicios e impactos

El suelo es un agregado muy finamente equilibrado de partículas minerales, materia orgánica y organismos vivos en equilibrio dinámico; poseen características tales como profundidad, densidad aparente, permeabilidad, estabilidad estructural, pH y capacidad de intercambio de cationes, que conjuntamente originan cualidades como humedad, disponibilidad de oxígeno y de nutrientes y posibilidades de labranza. Los suelos difieren muy ampliamente en cuanto a sus características, respuestas, adecuación a las distintas finalidades y fertilidad. Los suelos se han formado a lo largo de períodos de tiempo larguísimo, pero si el medio en que se hallan se modifica (por ejemplo, por la remoción de la cubierta vegetal), su delicado equilibrio se altera. Esto podría compensarse utilizando y tratando a los suelos cuidadosamente (añadiéndoles, por ejemplo, materia orgánica), pero la mayoría de las veces no se procede de este modo y se inicia así el proceso de deterioro o degradación

La degradación de los suelos entraña una regresión desde un estado más elevado a uno inferior, lo que supone una disminución de su capacidad productiva. Este proceso no es

necesariamente continuo y puede producirse entre diversos períodos de estabilidad o equilibrios ecológicos.

Actualmente se destruye la tierra e incluso se alteran los distintos climas locales porque el hombre ha modificado el delicado equilibrio ecológico de la naturaleza con la tala o quema indiscriminadas de bosques, la quema de pastizales, el pastoreo excesivo en ellos, y el cultivo y riego del suelo efectuados sin comprender enteramente los procesos dinámicos en que se involucraron a gran escala, o sin valorar los efectos finales que está originando.

Según FAO se ha calculado que la superficie total de suelos perdidos a lo largo de la historia es mayor que toda la superficie que se mantiene en cultivo hoy día. Actualmente 5-7 millones de hectáreas de tierras cultivadas (0,3 a 0,5 por ciento) se pierden cada año por degradación de los suelos, y se prevee que a finales del siglo se perderán 10 millones anualmente, lo que equivalen a 0,7 por ciento del área que se cultiva al presente. De proseguir el ritmo actual de degradación de la tierra, cerca de un tercio de la tierra cultivable del mundo se destruirá en los próximos veinte años y la productividad del suelo en los países en desarrollo se reducirá en una quinta parte.

La remoción de la cubierta forestal es uno de los factores importantes de degradación de las tierras. Los cálculos de la velocidad a que se produce esta degradación varían considerablemente, pero arrojan por lo general cifras del orden de 25 a 40 millones de hectáreas al año. Así, de mantenerse las tasas actuales de desmonte, cuando termine este siglo la superficie restante de bosques tropicales productivos inexplorados que quede se habrá reducido a la mitad. (Fig. 1).

Aunque la degradación del suelo es, un fenómeno muy extendido, con suma frecuencia pasa desapercibida, sin embargo, se pueden señalar diferentes indicios, como por ejemplo la erosión reciente que se manifiesta:

i) En las tierras de cultivo, sobre todo después de la recolección, y en los pastizales, matorrales y bosques, pueden observarse a menudo después de llover pequeños montones de tierra que las aguas han arrastrado y amontonado sobre tallos, o sobre pequeñas barreras de hojarasca y raíces.

ii) En las tierras cultivadas, el arrastre del suelo por las aguas, el descubrimiento de las raíces de las plantas en las partes altas de los surcos después de las tormentas y la deposición de abanicos de limo reciente o de arena en las partes bajas de los campos, en los caminos y a lo largo de las orillas de desagües y zanjas.

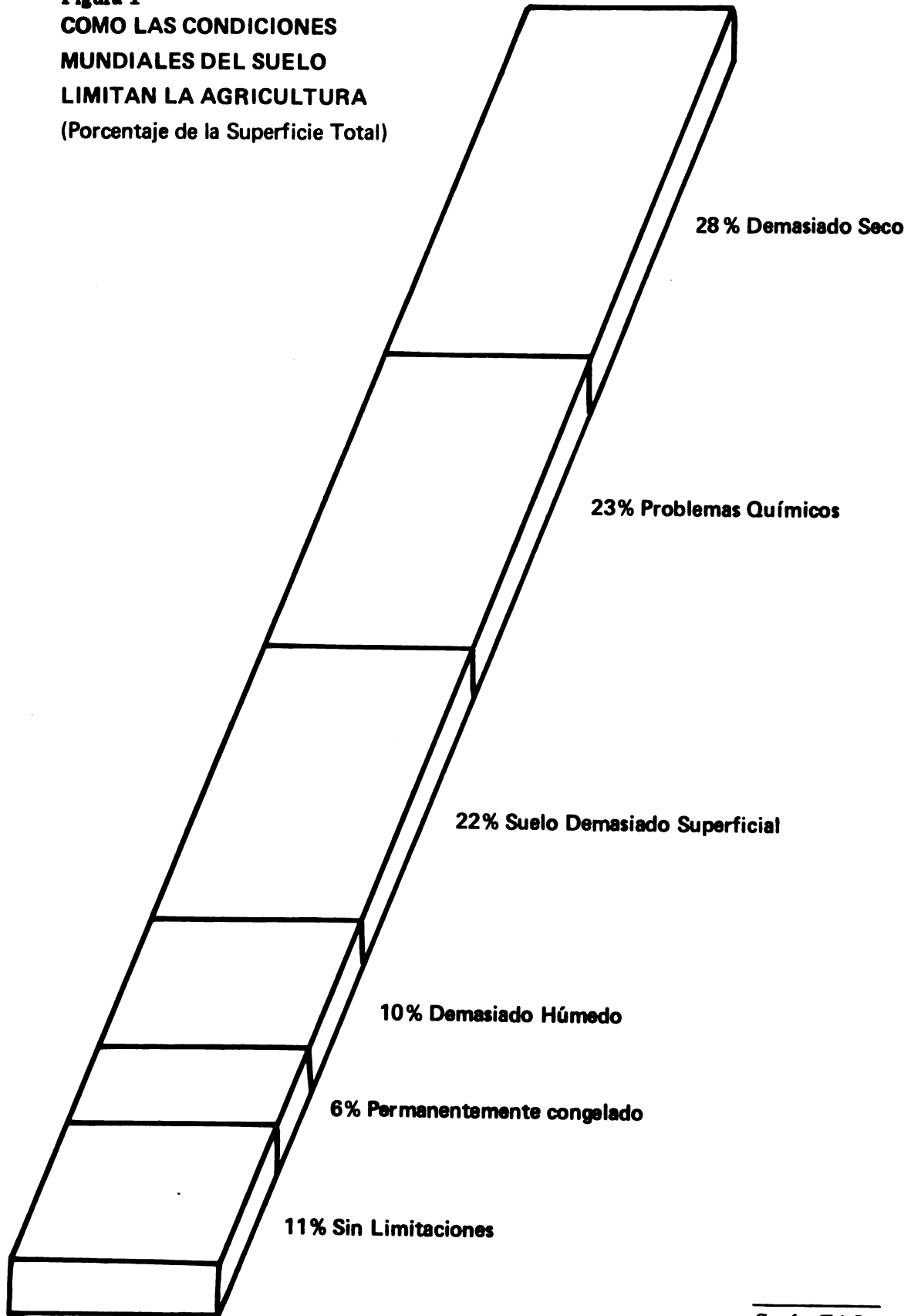
iii) A cierta distancia de la cima de la colina dos o más surcos pueden convergir y formar pequeñas cárcavas de 20 a 40 cm o más de ancho, en donde ha desaparecido total o parcialmente la capa de suelo cultivado. De este modo es posible que sean arrastradas en un campo muchas toneladas de suelo durante una tormenta, aunque los indicios de ello pueden quedar ocultos en algunas semanas por el cultivo en desarrollo y desdibujarse casi por entero en la siguiente labranza.

iv) En los pastizales hay que investigar más a fondo para encontrar pruebas de erosión, pero según sea la pendiente y la densidad de cubierta herbácea, a menudo se pueden localizar indicios de escorrentía en surcos superficiales en las partes altas del terreno. Los comienzos de pequeñas cárcavas pueden verse hacia los dos tercios de la pendiente en sentido descendente y es probable que aparezcan manchas de arena y limo recientemente depositados en la sumidad de la hierba que crece cerca del tramo inferior de una pendiente donde esta se hace menos pronunciada.

v) Las aguas fangosas en canales de drenaje, arroyos y ríos son un signo infalible de daños recientes en las áreas de captación de agua.

vi) Son indicios de erosión eólica en las tierras cultivadas los calveros de suelo duro en que el material suelto ha sido llevado por el viento, y los montoncitos de polvo y arena que se depositan en surcos y depresiones. Raíces de plantas y plantones quedan al descubierto en

Figura 1
COMO LAS CONDICIONES
MUNDIALES DEL SUELO
LIMITAN LA AGRICULTURA
(Porcentaje de la Superficie Total)



Según FAO

algunos lugares del terreno, y en otros las plantas pequeñas pueden ser enterradas casi por entero.

vii) Gran número de piedras en la superficie del terreno (estas piedras son lo único que queda de las capas del suelo arrastradas por las aguas) suelos poco profundos con piedras en la superficie y muchos pequeños afloramientos rocosos; suelos de diversa profundidad, pero predominantemente poco profundos con grandes rocas cercanas a la superficie, y grupos de cantos rodados, algunos de ellos de grandes dimensiones superficiales; colinas rocosas desnudas y terrazas fluviales erosionadas al pie de las mismas.

viii) Cambios en la textura y estructura superficiales. Por regla general, una capa arable bien desarrollada es profunda, tiene un color oscuro y materia orgánica patente en el perfil y en la superficie, y una estructura migajosa aunque no en todos los casos. Los suelos degradados tienen mala estructura, poca materia orgánica (de ahí su color más claro) y una textura menos franca. Son o bien más arenosos (lo que indica pérdida de las partículas más bien finas) o bien más compactos o impermeables (indicio de pérdida de la capa arable) o ambas cosas a la vez.

ix) Acumulación de tierra en pequeñas cauces y valles de drenaje. Esto se manifiesta por una brusca disminución de la pendiente del terreno, por el distinto color del suelo, por la diferente cubierta vegetal y por un mayor contenido de humedad.

x) En los declives, el suelo se acumula junto al lado del tronco de los árboles que mira a la cima, y se pierde en el extremo inferior, donde origina un fuerte desnivel. Cuando dicha pérdida es muy considerable las raíces de los árboles pueden quedar parcial o completamente al descubierto.

xi) Las cubiertas vegetales pobres indican normalmente la existencia de suelos más o menos degradados o erosionados, aunque la causa inmediata puede ser el pastoreo excesivo, el fuego o incluso la sequía,

xii) Las taludes abruptos y los escalones entre dos campos, sobre todo si los límites del terreno coinciden con los límites de propiedad, muestran también que la erosión vienen actuando hace largo tiempo.

xiii) La mayor frecuencia y gravedad de las inundaciones suelen ser indicio de deforestación y erosión en las áreas de captación de aguas de arroyos y ríos.

Paralelamente al análisis biofísico, existen otros factores socioeconómicos que influyen en el deterioro, pérdida o degradación del suelo; muy generalmente se señala:

- Presión demográfica
- Nada o escasa rentabilidad de la actividad agrícola
- Uso de técnicas adecuadas para el manejo de cultivos forestal y de ganadería
- Conducción de la tierra (tenencia)
- Ignorancia o falta de educación

Tipos de degradación de los suelos

La degradación de los suelos es un problema complejo, sin embargo, se pueden distinguir rasgos generales que definen categorías equivalentes a la pérdida de la capacidad productiva, así se pueden definir principalmente:

- La erosión y remoción real por causa del agua o el viento
- La pérdida de fertilidad a causa de factores químicos, físicos o biológicos.

Estas categorías deben complementarse con aspectos socioeconómicos, por ejemplo los suelos altamente productivos, se pierden al ser utilizados en urbanizaciones, u otra actividad no agrícola.

Una tipificación general y concreta se da por la siguiente relación:

- La erosión del suelo por el agua o erosión hídrica
- La erosión del suelo por el viento o erosión eólica
- La salinidad y mal drenaje
- La lixiviación
- Toxicidades y efectos de la contaminación
- La degradación biológica
- La degradación física

Efectos y consecuencias por la degradación de los suelos

Inmediatamente al proceso de pérdida o degradación del suelo aparecen los efectos directos e indirectos; primariamente en relación al mismo recurso y complementariamente como consecuencia las incidencias en aspectos económicos y sociales.

A continuación se resumen los efectos inmediatos:

- Disminución del rendimiento de los cultivos
- Mayor necesidad de insumos agrícolas
- Descenso del valor de la tierra y pérdida de tierras
- Sedimentación de embalses, ríos, canales navegables y puertos, canales y sistemas de drenaje naturales
- Aumento de la frecuencia y la gravedad de las inundaciones
- Pérdida de recursos de agua
- Reducción de las poblaciones y los fondos de cría de peces
- Efectos en la producción de energía
- Efectos en la salud y en la calidad de vida

Las medidas, prácticas y obras, como alternativas para la conservación de suelos

Ante la descripción de los conceptos anteriores es imprescindible la búsqueda de soluciones técnicas/políticas/sociales/económicas desde luego existen alternativas técnicas diversas y muy bien estudiadas para los aspectos biofísicos y existe un gran desarrollo de estrategias, programas, sistemas y proyectos a nivel institucional para los aspectos socioeconómicos. Por lo tanto, un resumen biofísico general y conceptual, señala que es necesario:

- Aumentar la cobertura del suelo
- Aumentar la resistencia del suelo
- Controlar el escurrimiento y disminuir la pendiente del terreno
- Manejar y sostener la capacidad productiva del suelo

Desde una clasificación sistemática y realística de los problemas, se produce una necesaria clasificación de sus alternativas de solución, ya sea como medidas o acciones para controlar los problemas, para mejorar una situación específica o para eliminar el problema; muchas de las decisiones deberán ser integrales en el complejo de la cuenca y por la misma interrelación suelo-agua; toda medida para conservar el suelo implica una acción conservacionista del agua (Ver cuadro 1)

CUADRO 1

PENDIENTE, CULTIVOS Y CONSERVACION EN LOS TROPICOS HUMEDOS

Pendiente Máxima (porcentaje)	Profundidad Mínima del Suelo	medidas de conservación	Tipo de Cultivo
0-3,5 3,5-12		Cultivos en curvas de nivel caballones o lomos	Todos
27	100	Bancales	Todos
36	50	terrazas escalonadas o zanjas en laderas hechas a mano.	Cultivos de protección y semi- perennes trabajados con trac- tor pequeño
47	50	Terrazas escalonadas o zanjas en laderas hechas a mano	Cultivos frutícolas con cubier- ta vegetal Trabajados a mano
65	25	Huertos en terrzas o Plataformas	Cultivos frutícolas con cubier- ta vegetal (sin cultivar)
65+		Ninguna	sólo bosque

SEGUN FAO.

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

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

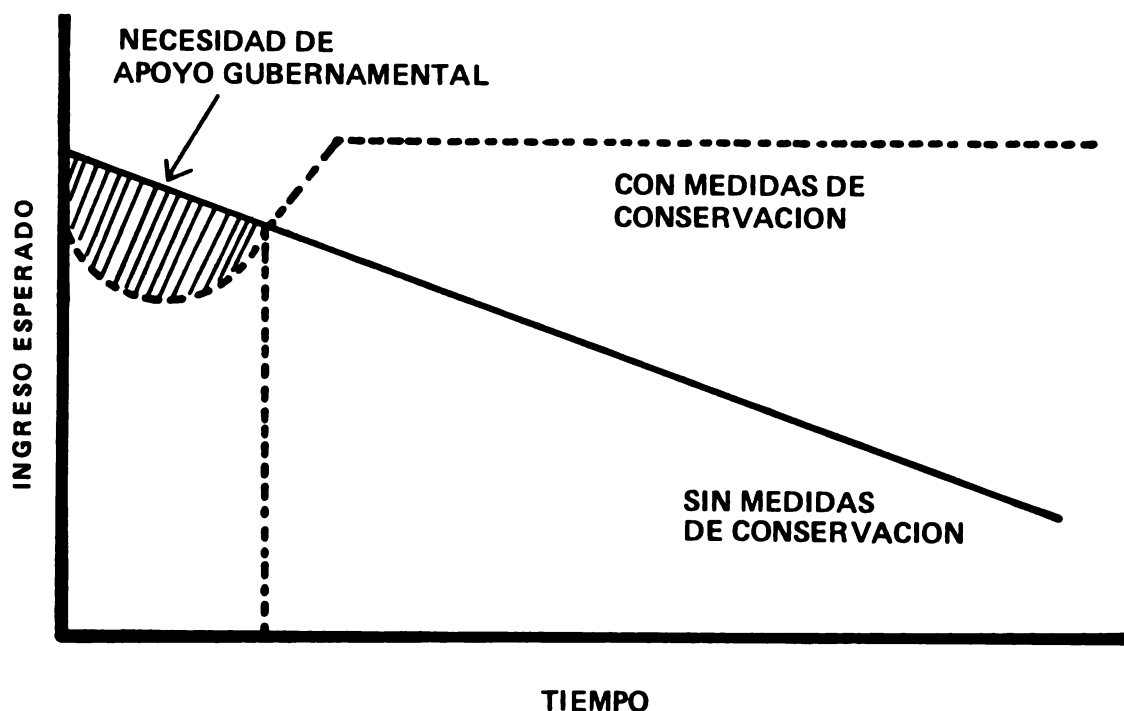
Asimismo, para conservar el suelo y agua, es fundamental considerar que el uso adecuado de la tierra es un principio esencial y que toda acción que se complemente a la capacidad potencial será una solución tipificada como mejoramiento, rehabilitación, protección, preservación (figura 2).

Estrategia para el desarrollo de la Conservación de Suelos

La difusión y ejecución de actividades conservacionistas requiere del establecimiento de mecanismos variados respaldados por una política institucional definida que permita a los agricultores y técnicos realizar y evaluar los trabajos conservacionistas, un ejemplo es el AREA DE COMPROBACION. Una consideración básica y fundamental para las estrategias consistiría en incluir:

- I) el establecimiento de servicios de conservación forestales, de drenaje, de fauna y flora silvestres y otros similares cuando ello se requiera;
- II) el establecimiento de órganos estatutarios (por ejemplo, una Junta de Recursos Naturales), distritos de conservación, grupos y administraciones de ordenación de cuencas colectoras y áreas, reservas naturales y clubes de conservación;
- III) la promulgación de leyes para prevenir la contaminación y proteger los recursos naturales;

FIGURA 2: CURVAS DE PROYECCION MOSTRANDO EL INGRESO ESPERADO CON O SIN MEDIDAS DE CONSERVACION



(Segun T. C. Sheng)

- IV) La inclusión y desarrollo de la educación ambiental y de conservación en programas de estudio escolares y universitarios;
- V) La Capacitación de técnicos y agricultores;
- VI) la creación de un marco institucional integrado y eficaz con el fin de garantizar la planificación racional del uso de tierras y promover el desarrollo agrícola forestal de manera continua;
- VII) el establecimiento de directrices y prioridades aplicables en relación con el uso y la asignación de tierras;
- VIII) Creación, en todo el ámbito nacional y en todos los niveles sociales de:
 - una conciencia de que los recursos de los suelos son limitados en cantidad, esenciales para el nivel y la calidad de la vida y fácilmente destruibles;
 - Una actitud de conservación y protección en vez de la explotación y destrucción.

Bibliografía

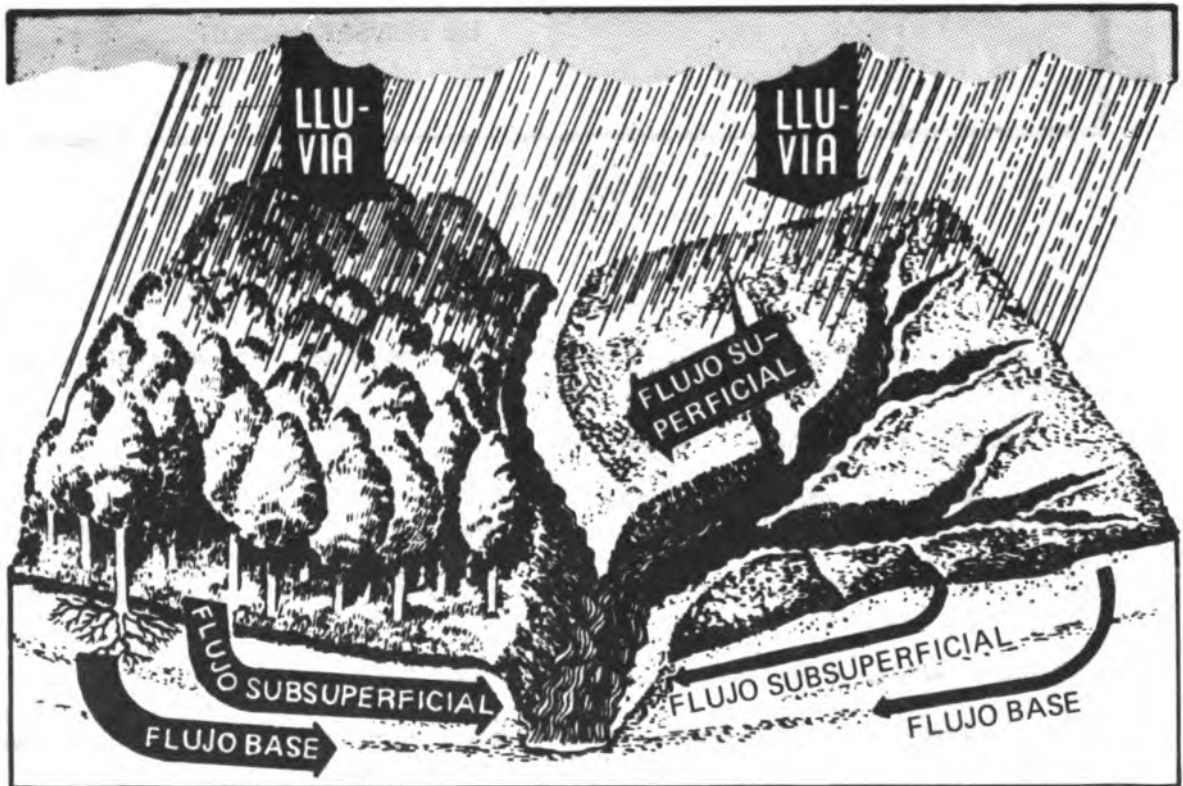
- FAO Agricultura: Horizonte 2,000, Roma. 1981
- FAO Directrices para el control de la degradación de los Suelos. Roma. 1984.
- IICA. Sistemas Integrados de Conservación de Suelos adaptados a los pequeños agricultores en zonas Húmedas y subhúmedas. 1985. Santo Domingo.
- IUCN. Estrategia Mundial para la Conservación. Suiza. 1984.-

FUNDAMENTOS SOBRE PLANIFICACION DEL USO DE LA TIERRA EN EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

J. Ricardo Perez*

El concepto de manejo de cuencas es parte de una buena planificación del aprovechamiento de la tierra, pues no hay duda que la producción de agua está muy relacionada al uso de la tierra.

La vegetación y el suelo determinan en gran parte la cantidad de precipitación que se convierte en flujo de base, superficial y subsuperficial. Por esta razón, cualquier práctica que cambie la naturaleza de la vegetación, causará cambios en las propiedades físicas de los suelos y por tanto en el flujo de agua.(Figura 1).



**FIGURA 1. COMPARACION ENTRE UNA CUENCA CON VEGETACION Y OTRA
DESCUBIERTA. (Fuente: Stallings 1957. Soil Conservation 1*)**

* Ing. Agrónomo. Coordinador del PRMC en Honduras.

Conceptos básicos

Planificación del uso de la tierra como concepto, consiste en buscar información, prever problemas y encontrar alternativas para decidir el mejor uso de la tierra en sus múltiples propósitos actuales y futuros (Cuadro 1).

Cuadro No. 1. Proceso de planificación del uso de la tierra.

(Fuente: Komives et al, 1985 modificado *3)

INFORMACION	ANALISIS	PRODUCTO
1) Uso actual	Interpretación, graficado y medición	Mapa de uso actual
2) Información biofísica (suelos, clima, vegetación, etc.)	Aplicación de metodología y comparación con otras.	Mapa de Capacidad de uso
3) Capacidad de uso y uso actual	Determinación de conflictos. Determinación de soluciones (conservación de suelos, reforestación, etc)	Mapa de áreas críticas (problemática) Mapa de tratamiento.
4) Capacidad de uso, factores económicos, sociales y políticos	Interpretación	Mapa de uso potencial.

Definición de conceptos

Existen algunos términos que provocan confusión al usarse en forma indiferente como si fueran sinónimos, a pesar de tener significados ligeramente distintos. Tal es el caso de uso actual y cobertura, tierra y suelo, capacidad de uso y uso potencial. Estas diferencias se muestran en el cuadro No. 2.

Cuadro No.2 Definición de Concepto

1) Uso Actual *4	Cobertura Terrestre *4
<ul style="list-style-type: none"> - El empleo o tipo de explotación que el hombre da a la tierra. - Ambiente creado por el hombre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ambiente natural producto de un sistema ecológico.
2) Suelo *2	Tierra *5
<ul style="list-style-type: none"> - Capa de materiales orgánicos y minerales que cubre la corteza terrestre y en la cual las plantas desarrollan sus raíces y toman sus alimentos. - Concepto restringido, parte de la tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Area geográfica que comprende el ambiente físico incluyendo clima, relieve de suelos, hidrología y vegetación. - Incluye actividades humanas. - Concepto más amplio.
3) Capacidad de uso *6	Uso Potencial
<ul style="list-style-type: none"> - Uso más intensivo que puede permitir una unidad de tierra sin deteriorarse. - Los usos menos intensivos son correctos y permitidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - El uso óptimo de una tierra considerando capacidad de uso, productividad, factores económicos y sociales

Problemática del uso de la tierra

Los países centroamericanos han experimentado cambios en el uso actual de la tierra en los últimos treinta años. El principal cambio a nivel general ha sido el decrecimiento de las zonas con cobertura forestal para dar lugar a la agricultura y al pastoreo.

Entre los factores que han contribuido a estos cambios están:

- El crecimiento demográfico
- Esquemas tradicionales de tenencia de la tierra
- Presiones económicas externas
- Falta de una planificación nacional integrada

El caso de Costa Rica

A partir de 1955 ha habido una curva descendente del área en bosque y una curva ascendente del área utilizada en pastoreo. Esto se ha debido en gran parte a presiones económicas externas para exportar carne y a políticas nacionales que han incentivado estos cambios.

Cuadro No. 3 Cambios en el uso actual de la tierra en Costa Rica 1950 – 1973 (Fuente: Hartson, Perfil Ambiental de CR, Modificado) *6			
Usos	o/o 1950	o/o 1973	Cambio
Tierra Cultivada	19.3	15.7	- 3.6
Pastoreo	34.8	49.9	+15.1
Tierras Forestales	43.6	32.0	-11.6
Otras tierras	41.3	2.4	-38.9

NOTA: Otras tierras incluye manglares, pantanos, áreas urbanas, tierras erosionadas, etc.

El Caso de Honduras

En Honduras, solamente un tercio de la tierra adecuada para cultivos se utiliza en esta forma. En contraste, la mayor parte de los cultivos se realizan en terrenos con aptitud forestal o uso extensivo. Este fenómeno es causada por latifundios en suelos fértiles que son utilizados para ganadería o mantenidos en reserva, mientras que una densa población campesina utiliza los suelos pobres de las laderas para sus cultivos de subsistencia.

Cuadro No. 4 USO DE LA TIERRA EN HONDURAS *6				
Uso potencial	o/o del total de la tierra	o/o del total en sub-uso	o/o del total en uso correcto	o/o del total en sobre uso
Agrícola	25	16.5	8.5	-
Forestal	66	-	45.0	21.0
Otros	9	-	-	-

El Caso de Guatemala

Los patrones de uso de la tierra en Guatemala se presentan en forma variada. Los estudios y mapas con que cuenta el país muestran que en general el uso de la tierra no corresponde a una planeación, sino más bien a un proceso espontáneo caracterizado por factores como:

- Acceso a las tierras
- Oportunidades de empleo de tecnología
- Oportunidad de comercialización
- Características físicas del terreno

Cuadro No. 5 COBERTURA Y USO DE LA TIERRA EN GUATEMALA (1) (Cifras en miles de Has)		
Cobertura y Uso actual de la Tierra	Has	o/o
Cultivos limpios, solos y asociados	1171.5	10.8
Cultivos limpios, asociados con pastos y viceversa	1495.1	13.7
Pastos cultivados y otros tipos de pastos naturales, arbustos, sabanas, etc.	1333.8	12.4
Bosque denso	4322.6	39.6
Pastos y cultivos asociados a bosque abierto y viceversa	2409.1	22.1
Lagos, manglares y Areas Metropolitana de Guatemala.	127.4	.2
TOTAL PAIS	10.888.9	100.0

FUENTE: Mapa de cobertura y Uso Actual de la Tierra, escala 1:250,000
SGCNPE – INAFOR – IGN 1979.

(1) No incluye el Departamento de Belice.

Metodologías de análisis

Existe una gran cantidad de metodologías de análisis de uso de la tierra para cada componente, si consideramos que esta disciplina incluye, además del uso actual, capacidad de uso y uso potencia, muchas otras áreas de especialización.

Uso actual

Entre las metodologías más utilizadas para determinar uso actual, Lucke*9 en 1986 menciona las siguientes:

- Clasificación de la unión geográfica internacional diseñada en 1930. Escala de 1:1,000,000
- Clasificación del servicio geológico de los Estados Unidos. Incluye cuatro niveles de clasificación, desde datos provenientes de Landsat hasta datos de sensores a baja altitud con escalas mayores a 1:20,000.
- El esquema para evaluación de tierras de FAO*5, en su fase de reconocimiento básico distingue los niveles de reconocimiento, semidetalle y detalle. Estos niveles se reflejan en las escalas de los mapas.

Capacidad de Uso

Hay diversas metodologías para determinar capacidad de uso. La selección de la metodología adecuada depende mucho de las condiciones biofísicas del sitio, capacidad de colectar información y la disponibilidad de tierra.

Uno de los parámetros que más influyen en la mayoría de los sistemas para determinar la capacidad de uso agrícola es la pendiente. En el cuadro siguiente podemos observar diferentes clasificaciones según pendiente.

Cuadro No. 6 Pendientes máximas permisibles para uso agrícola en diferentes sistemas de clasificación de tierras por capacidad de uso. *10 (Fuente: Michaelsen 1977)

SISTEMAS	Pendiente máxima para uso agrícola en o/o
Africa Central	12
Estados Unidos	12
Israel	35
Filipinas	60
Perú (laderas cortas)	100
Perú (laderas largas)	75
El Salvador (M. Tablas)	100
El Salvador (M. Rico)	60
Sheng (Jamaica)	58
Michaelsen (Honduras)	60

Considerando las clasificaciones que aparecen en el cuadro No. 6 se nota que en Estados Unidos y Africa Central, el límite de la tierra arables es 12o/o. Este límite también es, desde el punto de vista de conservación de suelos, la separación entre el uso de medidas extensivas e intensivas. En los países centroamericanos, más de la mitad de sus territorios poseen mayores a los 12o/o y es en estas tierras donde los campesinos pobres cultivan. Por consiguiente, la necesidad obliga a utilizar tierras con fuerte pendiente para agricultura, condicionando este uso a la aplicación de obras mecánicas de conservación de suelos. El límite de pendiente será, por lo tanto, un factor muy importante a tomar en cuenta cuando se seleccionen sistemas de clasificación de tierras por capacidad de uso.

Se pueden mencionar, entre los numeros sistemas utilizados en la zona, los siguientes:

CLASIFICACION AGROLOGICA DEL USDA —Soil Conservation Service

Este sistema es el más empleado en Estados Unidos y muy conocido en latinoamérica por la influencia tecnológica de ese país. Incluye ocho clases de capacidad, de las cuales cuatro son aptas y otras cuatro no son aptas para el cultivo. Los parámetros utilizados para determinar cada clase incluyen características del suelo como fase, serie, textura, pendiente y profundidad. También considera limitaciones tales como erosión, salinidad, drenaje, inundación y microrelieve. Presenta dos desventajas: La más evidente es la dificultad de contar con toda la información requerida. La segunda es el límite de pendiente permisible para uso agrícola.

SISTEMA PARA LA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE COSTA RICA

Sistema desarrollado en 1985 por el Centro Científico Tropical con el financiamiento del AID. Se analizaron treinta y cinco sistemas de clasificación, de los que se seleccionaron trece para un análisis más detallado que sirvieran de base para el sistema específico de Costa Rica. Posee diez clases de capacidad y considera parámetros climáticos (zonas de vida, meses secos, neblina y viento) edáficos (profundidad efectiva, textura, pedregosidad y rocosidad y pH) topográficos y de erosión (pendiente, microrelieve y erosión) y drenaje (drenaje, riesgo de inundación). Tienen la ventaja que ha seleccionado lo menor de varios sistemas y se adapta a las condiciones locales.

ESQUEMA PARA LA EVALUACION DE TIERRAS DE FAO

Desarrollado durante los años 70 para uniformizar criterios de clasificación. Es más conocido en Africa y Asia que en América Latina.

La base conceptual y la tecnología empleada lo hace difícil de comprender por técnicos familiarizados con otros sistemas. Utilizando los conceptos empleados en este trabajo, cabe más dentro de Uso Potencial que en Capacidad de uso.

SISTEMA SHENG MODIFICADO (Clasificación de tierras por capacidad de uso para tierras marginales).

Desarrollado por Sheng a comienzos de los años 1970 en Jamaica, fue posteriormente modificado por el mismo autor para aplicarlo en El Salvador. Michaelson lo adaptó a Honduras en 1977.

El sistema fue diseñado con el objeto de controlar la erosión y permitir el uso agrícola de tierras con fuerte pendiente. Se basa principalmente en la pendiente y la profundidad del suelo como factores limitantes. Toma en cuenta en forma general otras propiedades físicas del suelo y factores climáticos.

Es muy efectivo para orientar programas de conservación de suelos, pero presenta una gama reducida de prácticas conservacionistas.

Basados en el sistema Sheng, Tracy y Pérez, han desarrollado una clave dicotómica con el propósito de asistir al técnico en conservación de suelos en la selección de las prácticas más apropiadas. Esta clave utiliza capacidad de uso (Sheng), uso actual y características físicas del terreno. (Cuadro 7)

Los parámetros empleados son los siguientes:

Pendiente promedio, pedregosidad, sistema de cultivo, uso de la tierra, profundidad efectiva del suelo, riego, rentabilidad y costo de construcción de obras de conservación.

CUADRO 7 SELECCION DE PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS

PASO 1	{	<p>A. Pendiente menor de 12o/o o mayor de 60o/o...Ver Paso 2</p> <p>B. Pendiente entre 12o/o y 60o/o.....Ver Paso 3</p>
PASO 2	{	<p>A. Pendiente menor de 12o/o.....BARRERAS VIVAS con MEDIDAS AGRONOMICAS</p> <p>B. Pendiente mayor de 60o/o.....REFORESTACION</p>
PASO 3	{	<p>A. Pendiente entre 12o/o y 50o/o.....Ver Paso 4</p> <p>B. Pendiente entre 50o/o y 60o/o.....CULTIVOS PERMANENTES en TERRAZAS ANGOSTAS</p>
PASO 4	{	<p>A. Terreno con poca o sin piedra.....Ver Paso 5</p> <p>B. Terreno con bastante piedra.....BARRERAS DE PIEDRA con MEDIDAS AGRONOMICAS</p>
PASO 5	{	<p>A. Cultivos limpios (granos básicos, hortalizas, tubérculos, flores, huerta, etc.).....Ver Paso 6</p> <p>B. Cultivos permanentes (la mayoría de los frutales ej. cítricos, café, cacao, etc.).....TERRAZAS INDIVIDUALES con TERRAZAS ANGOSTAS o ZANJAS de LADERA</p>
PASO 6	{	<p>A. Suelo profundo (mayor de 1 metro).....Ver Paso 7</p> <p>B. Suelo poco profundo (menor de 50cm).....Ver Paso 8</p>
PASO 7	{	<p>A. Cultivos sólo con agua de lluvia.....Ver Paso 8</p> <p>B. Cultivos con riego suplementario.....TERRAZAS de BANCO con MEDIDAS AGRONOMICAS</p>
PASO 8	{	<p>A. Pendiente entre 12o/o y 30 o/o, y profundidad de suelo mayor de 50 cm.....TERRAZAS ANGOSTAS con MEDIDAS AGRONOMICAS</p> <p>B. Pendiente entre 12o/o y 50o/o o profundidad de suelo menor de 50 cm.ZANJAS de LADERA con MEDIDAS AGRONOMICAS</p>

FUENTE: Tracy y Pérez, Manual Práctico de Conservación de Suelos. Proyecto Manejo de Recursos Naturales. SRN-USAID 522-0168. Tegucigalpa. 1986.

Bibliografía

- 1 **STALLINGS.** Soil Conservation Prentice Hall. New Jersey. 1957.
- 2 **DONAHUE et al.** Soil, an introduction to soils and plant growth. Prentice Hall New Jersey 1977.
- 3 **KOMIVES et al.** Notas sobre uso de la tierra. CATIE, TURRIALBA, 1985.
- 4 **FORERO, M. C.** Levantamiento de cobertura terrestre y uso de la tierra. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Bogotá. 1981.
- 5 **FAO.** Esquema de evaluación de tierras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 1976.
- 6 **HARTSHOON, G.** Perfil Ambiental de Costa Rica. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 1982.
- 7 **CAMPANELLA, et al.** Perfil Ambiental de Honduras. AID. Honduras. 1982
- 8 **UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR.** Perfil Ambiental de Guatemala. AID. Guatemala.
- 9 **LUCKE, O.** Consideraciones básicas sobre la aplicación de metodologías de análisis en la planificación del uso de la tierra y la toma de decisiones. CATIE. Turrialba. 1986.
- 10 **MICHAELSEN, T.** Un sistema de clasificación de la tierra por capacidad de uso para tierras marginales. Documento de trabajo No. 1. Proyecto PNUD-FAO-HON/75/109. 1977.
- 11 **TRACY, F. y J.R. PEREZ.** Manual práctico de Conservación de Suelos. Proyecto Manejo de Recursos Naturales, SRN-USAID 522-0168. Tegucigalpa. 1986.

EL ENFOQUE DE SISTEMAS APLICADO AL MANEJO DE CUENCAS

Romeo Solano Avilés *

Guatemala es un país cuya economía depende principalmente de la producción silvoagropecuaria, la que contribuye con un porcentaje alto al producto interno bruto. Nuestro país como otros del mundo en vías de desarrollo, se caracteriza por practicar una agricultura dicotómica, donde una se dedica a cultivos de exportación jugando un importante rol en la economía del país, mediante el ingreso de divisas provenientes de la exportación de productos, tales como: café, azúcar, banano, cardamomo, frutas y verduras de clima frío y cálido, algodón, carne de bovinos, etc, y la otra; que involucra a la producción de autoconsumo nacional y que aporta al país alimentos básicos como: maíz, frijol, sorgo, arroz, papa, etc.

Ambos tipos de agricultura son importantes, pero desde el punto de vista de la generación de tecnología, la primera generalmente es autosuficiente y capaz de generar o comprar su propia tecnología, mientras que la otra se caracteriza generalmente por ser de subsistencia, practicada en áreas marginales, con suelos pobres y degradados con altas pendientes, se desarrolla en pequeñas fincas donde el agricultor con su familia es el que ejecuta todo el proceso productivo y debido a las características de la pequeña finca no siempre es sujeto de crédito en la estructura bancaria tradicional y el proceso de generación y transferencia de tecnología no llega a ellos adecuadamente.

Los pequeños agricultores, por sus características, constituyen el estrato poblacional más importante, porque son una mayoría de la población, cuyos ingresos netos anuales no alcanzan para ofrecerle a su familia una vida cuya calidad mejore progresiva y constantemente.

Una cuenca es un ecosistema donde el hombre debe manejar y conservar los recursos naturales renovables y no renovables para obtener una producción óptima y sostenida para el beneficio de su familia y la comunidad.

Al hablar de un ecosistema, entendemos que existen varios componentes como: agua, suelo, bosque, aire y el hombre que utiliza estos recursos para su bienestar, principalmente a través de la agricultura.

Considerando la cuenca en la forma anterior, pretender su desarrollo debe considerarse que es un sistema donde existen varios subsistemas y componentes dentro de subsistemas cuya dependencia e interrelación no pueden considerarse separadamente. De hecho, un sistema se puede definir como un conjunto de elementos tan íntimamente relacionados entre sí, que funcionan como una unidad.

El enfoque de sistemas tiene como base la concomitancia de múltiples disciplinas caracterizando la estructura y función del sistema como conjunto, para identificar y priorizar la problemática que de alguna manera limita la expresión productiva potencial del sistema. Cada búsqueda de soluciones al problema cae por su naturaleza en el campo específico de cada especialista y después se integran estas tecnologías validadas para enfrentarse a la solución del problema con una acción interdisciplinaria.

El CATIE ha generado y adaptado metodología de generación de tecnología apropiada bajo el enfoque de sistemas y metodología de análisis biológico-económico, adaptados a las características de la pequeña finca, en la cual debido a sus características muy particulares, la metodología tradicional no tiene una aplicación completa.

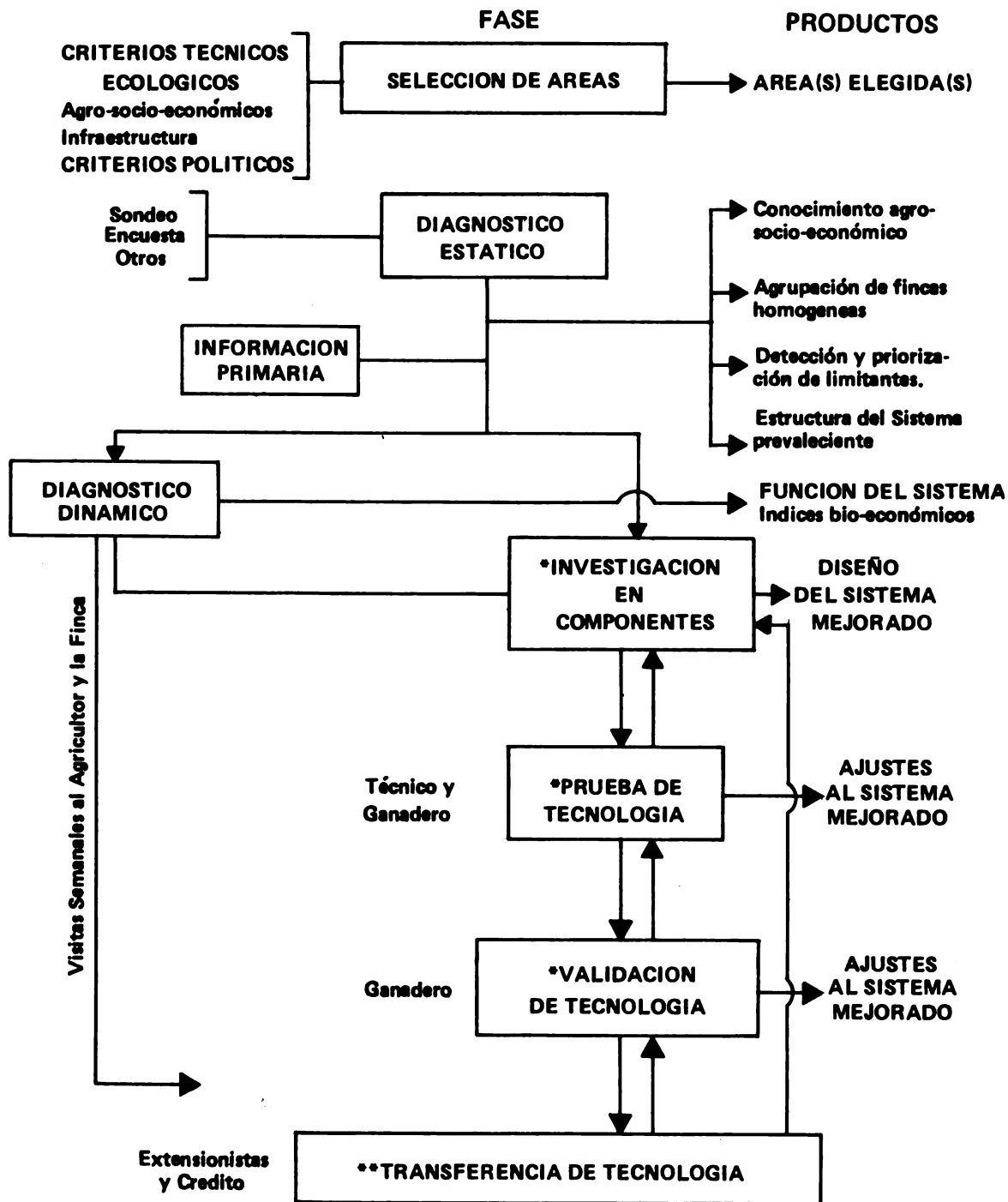
El enfoque de sistemas aplicado a fincas pequeñas desarrollado por el CATIE, se basa en el principio básico de conocer lo más profundamente posible, la realidad productiva y agrosocioeconómica del agricultor y que sea él quien intervenga con el equipo de técnicos en la búsqueda de soluciones a sus propios problemas.

*Especialista del CATIE en Sistemas Productivos.

Con el enfoque anterior, además de situar al equipo multidisciplinario en la realidad productiva y socioeconómica del agricultor, se está involucrando la acción coordinada de extensionistas, agentes de crédito y otros, para que conozcan la razón de ser de aquella tecnología, que más tarde, estarán transfiriendo o apoyando con el crédito.

La metodología utilizada por el CATIE se presenta resumidamente en la figura 1.

FIGURA 1 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION



*Evaluación bio-económica y estadística

**Evaluación de aceptabilidad

FUENTE: Sojau, R. A. 1984. Metodología de Investigación en Sistemas de Producción. CATIE

Finalmente, en la figura 2 se presenta un ejemplo hipotético de un sistema de cuenca que gráficamente integra los factores endógenos y exógenos que inciden en el ecosistema y que pretende explicar, como el desarrollo integrado de la cuenca permite la aplicación del enfoque de sistemas para integrar los aspectos tecnológicos multidisciplinarios al desarrollo de la misma, con la finalidad de propiciar una conservación de los recursos naturales en un proceso acelerado pero en equilibrio con la ecología y aspectos socioculturales y económicos del pequeño agricultor.

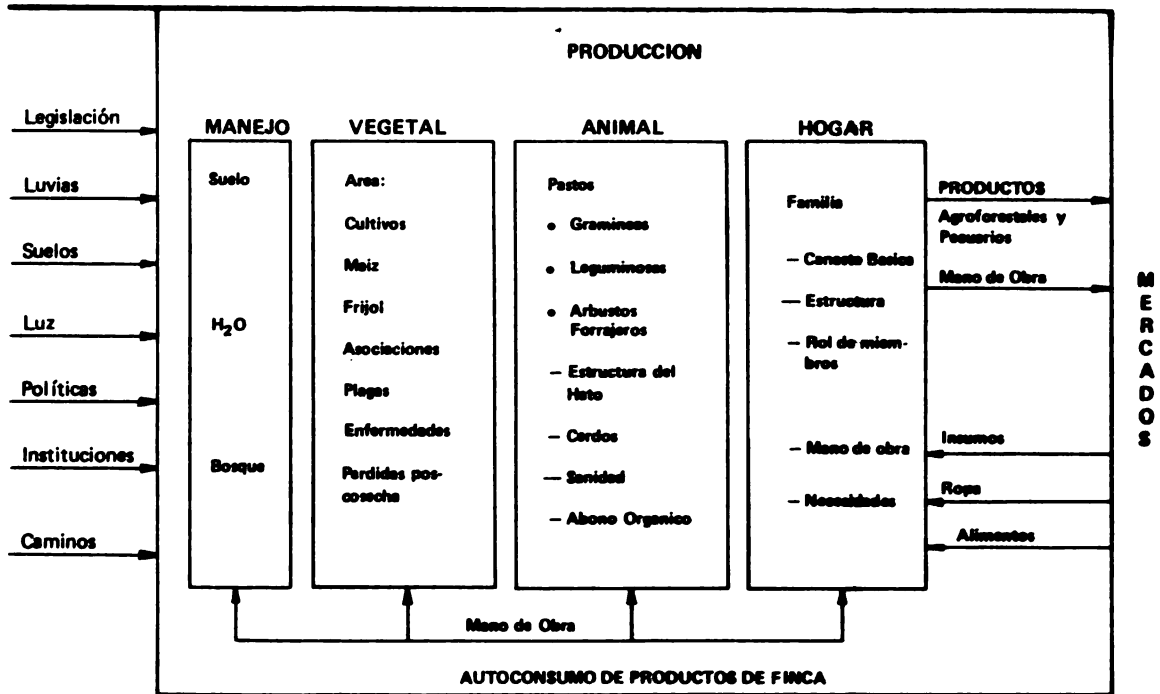


FIGURA 2 SISTEMA DE CUENCAS

FUNDAMENTOS DE INGENIERIA AMBIENTAL EN EL MANEJO DE CUENCAS

Manuel Basterrechea. *

Introducción

Todo ser humano, por el sólo hecho de existir, consume productos y produce residuos. Una comunidad, cuanto más activa sea, mayor es la cantidad de productos que consume y mayor la cantidad de residuos producida. (Weitzenfeld, 1986).

Las preocupaciones del hombre en el mundo actual son múltiples como reflejo de la gran cantidad de problemas que lo afectan. Algunos de estos problemas se han agudizado en la última década con una creciente concientización de ellos, como es el caso de la contaminación ambiental (Weitzenfeld, 1986).

Las cuencas hidrográficas son muy importantes en América Central; existe un gran potencial hidroeléctrico y de aprovechamiento del agua en actividades de riego, transporte, pesca, recreación y uso doméstico e industrial. Sin embargo, las cuencas se están deteriorando debido a la deforestación, sobre pastoreo, prácticas agrícolas inapropiadas, contaminación y otros factores.

Brand (1980) mencionó que "el crecimiento y el desarrollo de la economía mundial debe ser menos destructivo de los recursos naturales y del medio ambiente a fin de proteger los derechos de las generaciones futuras". El destacó que "existen pocos peligros tan amenazadores para la paz y la supervivencia de la comunidad mundial, como las perspectivas de la degradación de la biosfera de la que depende la vida humana" (tomado de Weitzenfeld, 1986).

En el futuro, el deterioro ambiental en el área centroamericana constituirá uno de los problemas más críticos para el desarrollo socioeconómico de la región si no se toman las medidas necesarias para un manejo adecuado de las cuencas.

Entre las limitaciones que impiden un progreso más acelerado de las actividades de prevención y control de la contaminación del ambiente en la mayoría de los países de la región de las Américas, especialmente en relación con los efectos sobre la salud, se encuentran los siguientes (OPS/OMS, 1984, tomando de Weitzenfeld, 1986):

- Reconocimiento insuficiente de los problemas actuales y potenciales de la contaminación del ambiente y sus repercusiones sobre la salud y la economía.
- Ausencia en varios países de políticas, legislación y estrategias actualizadas para la prevención de la contaminación del ambiente, y para disminuir y controlar los impactos sobre la salud.
- Limitada información y datos estadísticos que permitan evaluar la magnitud y naturaleza de los problemas de contaminación.
- Limitados recursos institucionales y humanos destinados a la identificación, definición, evaluación, monitoría y control de los problemas de salud humana debido a la contaminación por agentes químicos.
- Disponibilidad y accesibilidad limitada de información técnica relevante a la prevención y control de la contaminación ambiental en general y, especialmente de la contaminación química.

Del análisis de la situación actual y las restricciones que impiden un desarrollo más acelerado de programas y actividades para la prevención y control de la contaminación, especialmente desde el punto de vista de los impactos sobre la salud, se desprende la necesidad de investigar la situación de los países, definir objetivos, establecer políticas y legislación, desarrollar la base institucional y los recursos humanos, disseminar información técnica, desarrollar mecanismos de cooperación interinstitucional e intersectorial a nivel internacional y nacional, y en general establecer el marco básico de referencia para acción.

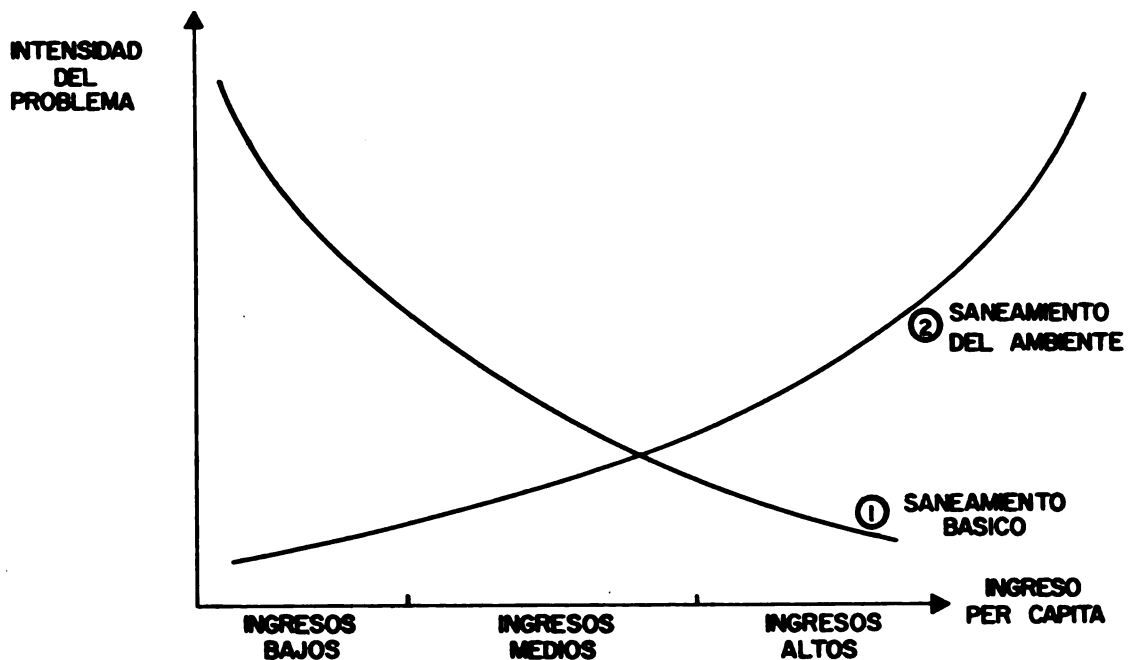
*Ph.D. en Ing. Civil y Ambiental. Coordinador del PRMC en Guatemala

El fortalecimiento de la capacidad institucional en la región para:

- Que estas planifiquen el manejo y uso de la tierra y del agua, mediante la capacitación de su personal a fin de lograr un desempeño más eficiente y eficaz del mismo.
- Promover la toma de conciencia, a diferentes niveles, acerca de las consecuencias ocasionales por el manejo indebido de estos dos recursos.
- Contribuir al esclarecimiento y adecuación de las políticas y planes de uso de la tierra y del agua.
- Servir como fuente de datos relacionados con características físicas y documentación técnica y legislación que tenga relación con las cuencas hidrográficas de la región.
- Servir como fuente de información sobre técnicas ya comprobadas en la región para que sirvan como antecedente para tomar decisiones sobre uso de la tierra y del agua.

En gran medida, el interés en las cuestiones relacionadas con el medio ambiente ha tenido su origen en los problemas experimentados por los países industrialmente adelantados. En la Figura 1 se muestra la tendencia de los problemas ambientales en relación al grado de desarrollo de los países.

FIGURA 1 TENDENCIA DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES EN RELACION AL GRADO DE DESARROLLO DE LOS PAISES



Indicadores sobre intensidad del problema:

- ① Saneamiento básico: - % de población sin cobertura de servicios (agua potable, alcantarillado).
 - Tasa de mortalidad infantil.
 - Enfermedades de origen biológico.
- ② Saneamiento del ambiente: - Consumo de energía per capita.
 - Tasa de mortalidad por cáncer.
 - Enfermedades de origen físico - químico.

Fuente: Finkelmann y Weitzenfeld, 1986.

A medida que aumentó el ingreso per cápita, resultado de un nivel elevado de desarrollo económico, los daños del ambiente han llegado a alcanzar tales proporciones que en muchos lugares constituye ya un gran peligro para la salud y el bienestar humano. Los países con ingresos per cápita altos no son indiferentes hacia estos problemas porque afectan el medio ambiente y el proceso de desarrollo.

Si bien en los países más avanzados es acertado considerar el desarrollo como una de las causas de los problemas ambientales, en nuestros países el desarrollo descontrolado puede producir también un efecto semejante al de los países desarrollados. Por lo tanto, nuestros países deberían evitar, en todo lo que sea posible, los errores y distorsiones que han caracterizado la trayectoria seguida por el desarrollo de las sociedades industrializadas. Es por esas razones que la conciencia de problemas ambientales en la región centroamericana es uno de los aspectos que mayor alcance está adquiriendo dentro del concepto del desarrollo integral.

Sin embargo, el desarrollo integral involucra aspectos que tienen que ver con la planificación y con la formulación de políticas. En la medida en que los objetivos ambientales apoyan o refuerzan el crecimiento económico se podría establecer con mayor facilidad el lugar que le corresponde en el orden de prioridades. Pero en los casos en que existan conflictos, sería más difícil decidir respecto a las ventajas e inconveniencias que presentan estos objetivos.

Los problemas ambientales de los países en vías de desarrollo tienen, en gran medida, su origen en la falta de desarrollo; por ejemplo la falta de plantas de tratamiento de aguas negras. Pero también es cierto que los problemas surgen del proceso de desarrollo; por ejemplo, el crecimiento agrícola y la transformación del agro requerirán la construcción de embalses y sistemas de riego, la tala de bosques, el empleo de fertilizantes y pesticidas y el establecimiento de nuevas poblaciones, los cuales tendrán repercusiones en el medio ambiente. Es más, algunas de las ciudades están experimentando ya problemas semejantes a los que afectan a los países industrializados.

Análisis de Sistemas

El manejo de problemas ambientales es un verdadero reto. Estos problemas involucran recursos de la tierra, agua, aire y energía que significativamente afectan actividades y actitudes humanas. La mayor dificultad es que partes individuales de los problemas ambientales funcionan juntas para producir resultados indeseables.

Hay varias ventajas al tratar los problemas ambientales como un sistema. Los problemas pueden ser considerados en su totalidad y los más efectivos puntos de control pueden implementarse.

Sistemas son colecciones de cosas que trabajan juntas; el estudio de estas colecciones es llamado análisis de sistemas, que involucra profesionales de varias disciplinas. Los pasos a seguir en una aproximación a un sistema son:

- Definición del sistema relevante y sus objetivos
- Generación y evaluación de alternativas para lograr alcanzar los objetivos
- Selección de una alternativa

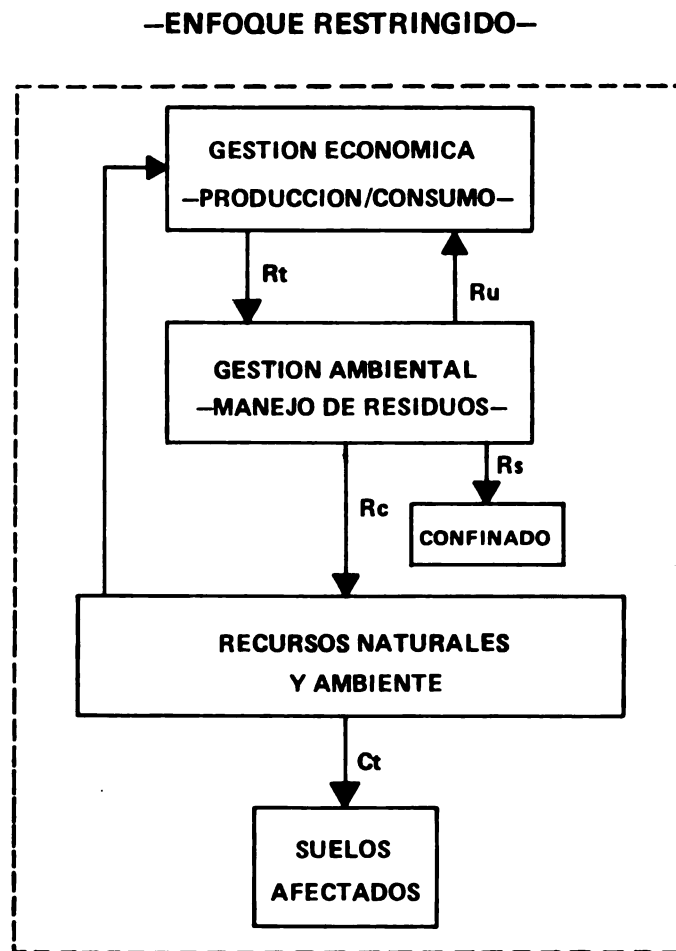
Importante para alcanzar estos objetivos es lograr un análisis cuantitativo, seleccionar un modelo matemático para predecir performance del sistema real e imponer condiciones al tipo de soluciones que querramos obtener de los modelos.

El manejo de los problemas ambientales requiere de objetivos contra los cuales comparar las posibles soluciones. Un objetivo general es maximizar el beneficio neto social. El análisis tiene dos componentes claves: el primero es la asignación de recursos y el segundo es el concepto de la contabilidad social.

En la Figura 2 se muestra un esquema global del problema de contaminación ambiental con un enfoque restringido. Cuando el enfoque es amplio, los problemas ambientales sobrepasan a los límites políticos de donde se generan y tienen una repercusión transfronteriza (ver Figura 3).

Cualquiera que sea el enfoque que se le de a la contaminación ambiental, los caminos posibles de los estudios de Impacto Ambiental y Salud para aceptar, modificar o rechazar un proyecto se muestran en la Figura 4.

FIGURA 2 ESQUEMA GLOBAL DEL PROBLEMA DE CONTAMINACION AMBIENTAL POR RESIDUOS



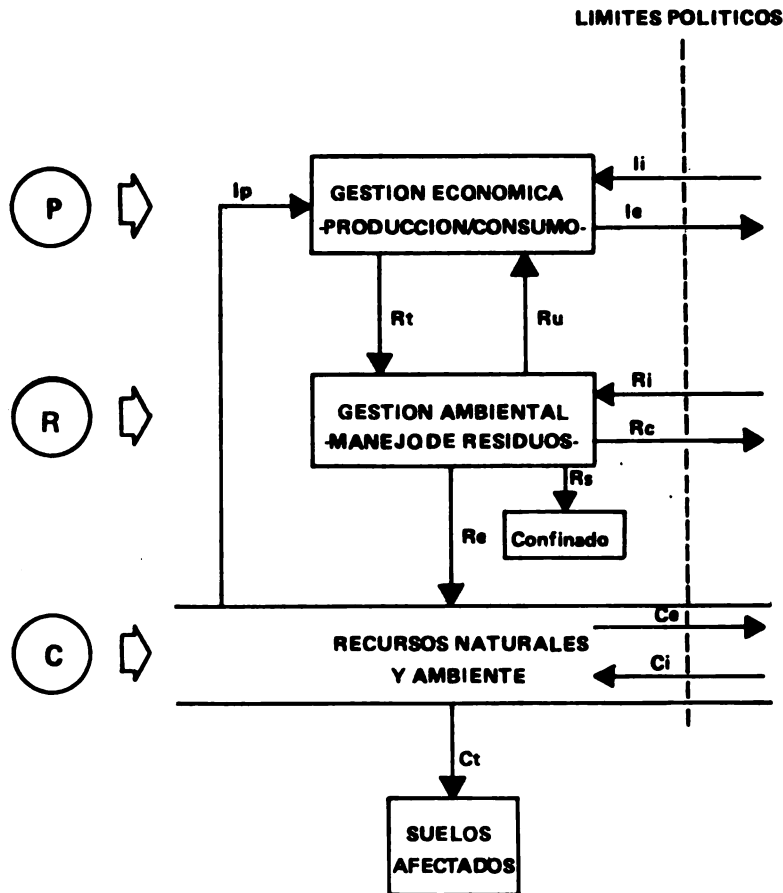
NOTA SOBRE SIMBOLOGIA

- I = Insumos para la gestión económica.
- Rt = Residuos totales producidos por la gestión económica.
- Ru = Residuos reutilizados en la gestión económica.
- Rs = Residuos confinados con disposición sanitaria aceptable.
- Rc = Residuos finales de la gestión ambiental que producen contaminación ambiental.
- Ct = Contaminación total que afecta a los sujetos.

Fuente: Weitzenfeld, 1986.

FIGURA 3. ESQUEMA GLOBAL DEL PROBLEMA DE CONTAMINACION AMBIENTAL

—ENFOQUE AMPLIO—

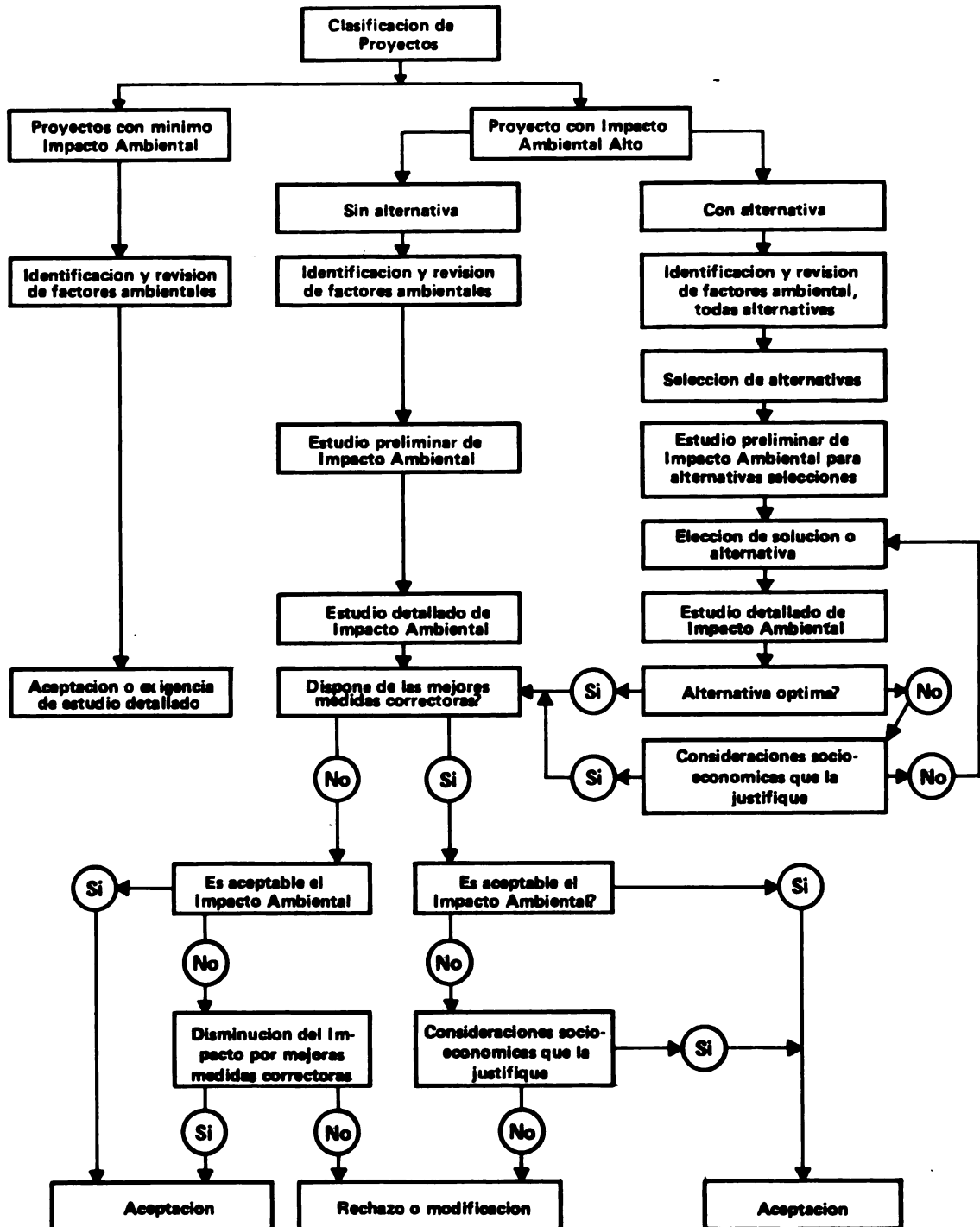


NOTAS SOBRE SIMBOLOGIA

- I_p = Insumos propios de la región política para la gestión económica.
- I_i = Insumos importados de otras regiones políticas para la gestión económica.
- I_e = Insumos exportados a otras regiones políticas para la gestión económica.
- R_t = Residuos totales producidos por la gestión económica.
- R_u = Residuos reutilizados en la gestión económica.
- R_i = Residuos Importados de otras regiones políticas.
- R_e = Residuos exportados a otras regiones políticas.
- R_s = Residuos confinados con disposición sanitaria aceptable.
- R_c = Residuos finales de la gestión ambiental que producen contaminación.
- C_e = Contaminación exportada (salida por vías naturales) a otras regiones políticas.
- C_i = Contaminación importada (entrada por vías naturales) de otras regiones políticas.
- C_t = Contaminación final que afecta a los sujetos.
- P** = Productos
- R** = Residuos
- C** = Contaminantes.

FUENTE: Weitzenfeld, 1986.

FIGURA 4 POSIBLES CAMINOS DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SALUD PARA ACEPTAR, MODIFICAR O RECHAZAR UN PROYECTO



Desarrollo según fases y camino opcionales de los Estudios de Impacto Ambiental y Salud.

Fuente: Weitzenfeld, 1986.

Sistemas Ambientales de Optimización

De manera a ilustrar algunas aplicaciones de las ciencias ambientales en la optimización del manejo de cuencas se desarrollará a continuación dos aplicaciones: (Basterrechea, 1984)

- 1) Simulación del comportamiento de corrientes receptoras de aguas negras sin ningún tratamiento y con remoción del 75o/o de la DBO.

Las descargas de aguas negras tienen una variedad de efectos en los cuerpos de agua; uno de los más severos es el impacto en el contenido de oxígeno disuelto que es esencial en el mantenimiento de la vida acuática.

El oxígeno es consumido en la oxidación de la materia orgánica, y es llamado Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Inmediatamente después que un efluente es descargado, el contenido de oxígeno del río baja abruptamente, debido a que este se mezcla con las aguas negras, las cuales tienen concentraciones muy bajas de oxígeno. Aguas abajo de la descarga, el contenido de oxígeno sigue bajando debido a la oxidación de la materia orgánica. El contenido de oxígeno se recupera debido a que este se absorbe de la atmósfera. Si ya no hay más descargas puntuales de aguas negras el contenido de oxígeno del río aguas abajo puede eventualmente recuperarse hasta alcanzar la saturación.

Streeter y Phelps observaron este comportamiento y formularon la ecuación del contenido de oxígeno en un río en estado estable a una distancia "x" aguas abajo de una descarga puntual de aguas negras.

$$u \frac{dC}{dx} = K_2 (C_s - C) - K_1 B$$

U = Velocidad del río (m/seg)

K_2 = Razón de reaireación (1/día)

C_s = Saturación del oxígeno (mg/l)

B = El DBO en el río a la distancia x (mg/l)

K_1 = Constante que indica la fracción de DBO removida por día

$\frac{dC}{dx}$ = Contenido de oxígeno aumentado debido a la reaireación

$$C(x) = C_s \left(1 - e^{-\frac{K_2 x}{u}}\right) + C_o e^{-\frac{K_2 x}{u}} - \frac{B_o K_1}{K_2 - K_1} \left(e^{-\frac{K_1 x}{u}} - e^{-\frac{K_2 x}{u}}\right)$$

C_o = Contenido de oxígeno inmediatamente después de la descarga

B_o = Contenido de DBO inmediatamente después de la descarga

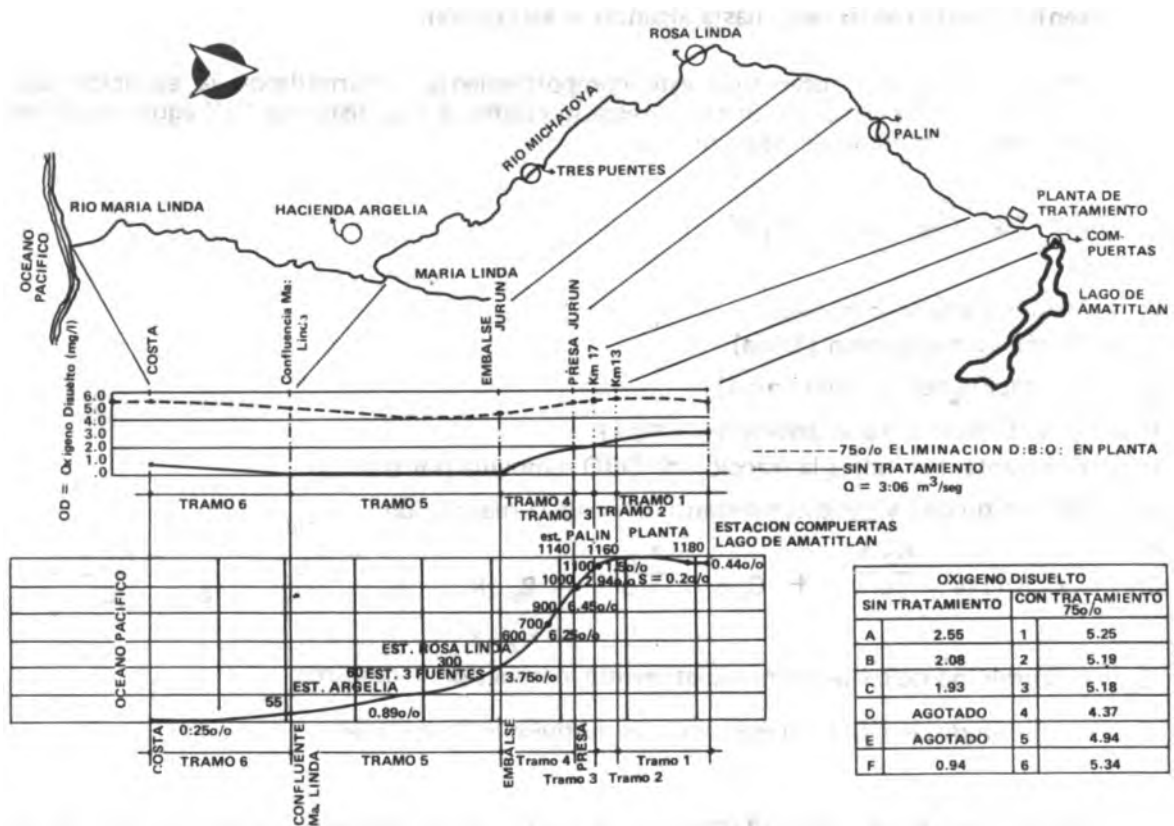
A continuación se presenta una estimación del comportamiento de los ríos Michatoya y María Linda en Guatemala al recibir los caudales de aguas negras sin ningún tratamiento y con remoción de 75o/o de DBO (Cuadro 1)

En la Figura No. 5 se muestran los contenidos de oxígeno disuelto debido a la descarga de 2 m³/S de aguas negras sin tratamiento y con la eliminación del 75o/o del DBO por la planta. Esos resultados indican que no es posible mantener un valor de oxígeno disuelto aceptable en los diferentes tramos considerados si se descargan aguas negras sin tratamiento, por lo que se descarta la posibilidad de disponer las aguas crudas en el río Michatoya. Con una remoción del 75o/o de DBO por la planta depuradora se mantendrá siempre un valor de oxígeno disuelto arriba de 4.0 mg/l, lo que se asegura una calidad de agua adecuada.

CUADRO 1 Parámetros de Calidad de Agua para el Modelo de Autopurificación

Parámetro	Valor
Q Medio de aguas residuales	2.0 m ³ /Seg.
Q Medio Río Michatoya	3.0 m ³ /Seg.
C _s Saturación del Oxígeno a la salida del lago	8.7 mg/l
DBO Demanda bioquímica de Oxígeno a la salida del lago.	2.0 mg/l
DBO Demanda bioquímica de oxígeno de las aguas negras crudas	175.0 mg/l
K ₁ Constante de remoción de DBO	0.30 Río Michatoya y entrada embalse Jurún 0.25 Río María Linda y entrada embalse Jurún
K ₂ Constante de reaireación	1.05 Río Michatoya 0.40 Entrada al Embalse Jurún 0.65 Río María Linda

FIGURA 5 CONCENTRACIONES DE OXIGENO DISUELTO



Fuente: Municipalidad de Guatemala, 1976

2) Modelo Matemático para el Manejo de Pesticidas:

El área agrícola alrededor del lago de Amatitlán es de 1000 Ha. Una parte de los pesticidas usados en los cultivos llega al lago y tienen efecto dañino en las personas que se alimentan de los pescados. El interés de este ejercicio es determinar cómo esta área agrícola puede ser manejada sin causar ningún daño a las personas. Biólogos han determinado que los pesticidas en las aguas del lago se magnifican en la cadena alimenticia. El modelo preliminarmente considera que la concentración de pesticidas

aumenta geométricamente en los diferentes pasos de la cadena alimenticia. Es decir, que si C (ppm) es la concentración de pesticidas en el agua del lago, la concentración de fitoplancton (algas) será C², la concentración en los peces que se alimentan de algas será C³ y en las personas que se alimentan de esta clase de pescado será de C⁴.

Se considera que dos tipos de cultivos son predominantes en el área y que éstos tienen las tasas de aplicación, tasas de pérdidas de pesticidas y retorno y costos del cultivo que se describen a continuación:

Cultivo	Aplicación de Pesticidas (Kg/ha)	Tasa de Pérdida de Pesticida hacia el lago (o/o)	Retorno de Cultivo (Q)	Costos del Cultivo (Q)	
1	6	15	300	1,500	$\sqrt{\text{área}}$
2	2.5	20	150	600	$\sqrt{\text{área}}$

Es decir que si 30 Ha. del cultivo 1 son sembradas, $6(30) = 180$ Kg. de pesticida serán aplicados, del cual 15o/o ó 27 Kg. se pierde y va a parar al lago. La ganancia para el agricultor es:

$$300(30) - 1,500\sqrt{30} = Q784/\text{año}$$

Además, si el período de retención del lago es de 6 meses, y su volumen es de 100,000 m³, 200,000 m³ de agua pasan por el lago cada año.

La contaminación proveniente de fuentes no puntuales es un problema muy especializado de calidad de agua, ya que es difícil desarrollar medidas legales de control ya que los contaminantes no llegan a los cuerpos de agua a través de descargas puntuales. El control de estas fuentes no es posible, por ejemplo, con una planta de tratamiento. En el caso de los pesticidas, el control se realizaría seleccionando, si es posible, cultivos que requieran menos dosis de pesticidas o que tengan menos pérdidas (los cultivos varían en la capacidad de los mismos para retener pesticidas).

El impacto de los contaminantes usualmente se determinan por las concentraciones en el ambiente. Si 500 Kg. de pesticidas entran en el lago anualmente, y son diluidos en 200,000 m³ de agua, la concentración promedio en el lago será de: $(500/200,000) \cdot 1000 = 2.5$ mg/litro.

Si consideramos la biomagnificación, entonces las concentraciones en las algas, peces y humanos serán de 6.25, 15.63 y 39.06 ppm, respectivamente. Otro aspecto de este ejemplo, y que es común en los problemas ambientales, es la presencia de economía de escala. El costo por hectárea de cultivos disminuye a medida que el área sembrada aumenta. Si se siembra sólo 10 Ha del cultivo 1, el costo será:

$1500\sqrt{10} = Q.4.743$ o Q.474.3/Ha. Con 100 Ha. el costo baja a Q150/Ha. En este ejemplo de contaminación por pesticidas, es indispensable que los objetivos estén bien claros. El efecto de los pesticidas en la salud humana será el primer objetivo, por lo tanto, el límite de la concentración será de 100 ppm. Maximizar las ganancias de los agricultores con cultivos en las 1000 Ha será el segundo objetivo, ya que es obvio que forzarlos a que no cultiven sería imposible hacerlo. Otro objetivo será evitar la pérdida del suelo.

Las alternativas más realistas para cumplir con estos objetivos son: la cantidad de tierra a sembrar de cada cultivo, cambiar el tipo de pesticida, cambiar la tasa de aplicación e implementar las prácticas de conservación del suelo y agua para reducir la erosión y escorrentía.

Sin embargo, como es frecuente en los problemas ambientales, el estudio de las alternativas de control se reduce a aquellas con las que se cuenta con información. En este ejemplo, se analizará la primera alternativa: Qué cantidad de tierra habrá que

sembrar de cada cultivo. El modelo de optimización dará la descripción matemática de la manera en que las variables pueden ser escogidas para cumplir con los objetivos.

VARIABLES DE DECISIÓN: X_1 = número de Ha sembradas de cultivo 1
 X_2 = número de Ha sembradas de cultivo 2

$$\text{Función Objetivo: } Z = 300 X_1 - 1500 \sqrt{X_1} + 150 X_2 - 600 \sqrt{X_2}$$

Para determinar la concentración de pesticidas en el cuerpo humano, primeramente se debe calcular la cantidad que entra al lago. Cada Ha. de cultivo 1 requiere 6 Kg. de pesticida, de los cuales el 15% va a parar al lago. La pérdida total del cultivo 1 es:

$$6 (0.15) X_1 = 0.9 X_1 \text{ kg.}$$

De la misma manera, la cantidad de pesticida que entra al lago proveniente del cultivo 2 es:

$$2.5 (0.20) X_2 = 0.5 X_2 \text{ kg.}$$

De donde la concentración promedio de pesticidas en el lago será:

$$(0.9 X_1 + 0.5 X_2) / 200,000$$

Una vez determinada la concentración de pesticidas en el lago, por el proceso de biomagnificación la concentración en el cuerpo humano será $[(0.9 X_1 + 0.5 X_2) / 200,000] \cdot 4$ y de acuerdo al primer objetivo, se requiere que esta concentración sea menor de 100 ppm.

Además, se cuenta con otra restricción que sería que la suma de las áreas sembradas por los cultivos 1 y 2 no pueden ser mayores que 1000 Ha, que es el total del área disponible para cultivos.

El modelo completo quedaría así:

$$\text{Maximizar } Z = 300 X_1 - 1500 \sqrt{X_1} + 150 X_2 - 600 \sqrt{X_2}$$

$$\text{Sujeto a: } \left(\frac{0.9 X_1 + 0.5 X_2}{200,000} \right)^4 \leq 100 \text{ ó } 0.9 X_1 + 0.5 X_2 \leq 632.5$$

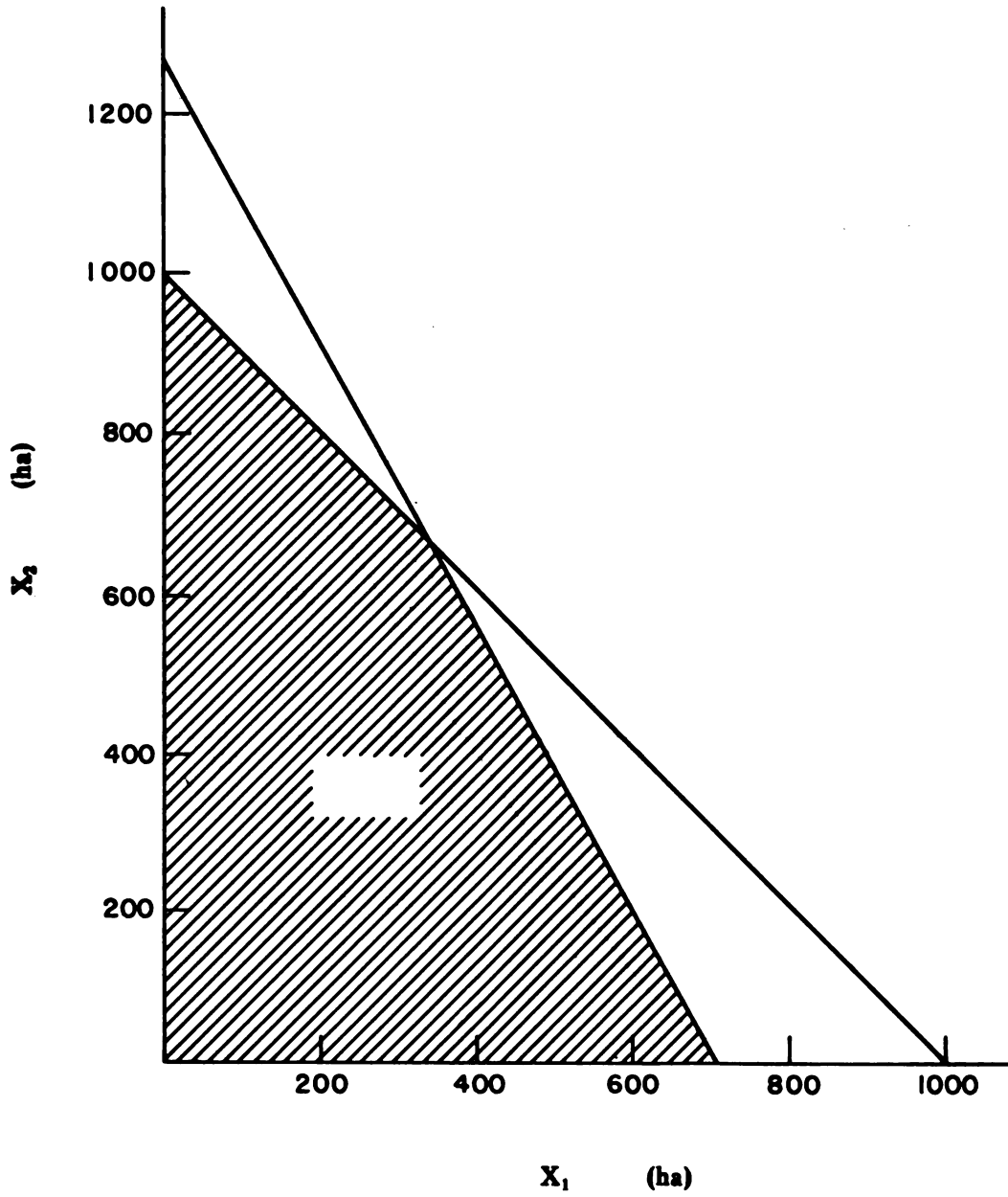
$$X_1 + X_2 \leq 1,000$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

En la Figura 6 se muestra la región de posibles soluciones en cuanto al área sembrada con los cultivos 1 y 2, tomando en cuenta las restricciones del problema. Las ganancias de los cultivos 1 y 2 se muestran en la Figura 7. Las ganancias son negativas si X_1 es menor de 25 y X_2 menor de 16. Además, para áreas mayores de 36 Ha. el cultivo 1 es relativamente más rentable que el 2. Sin embargo, por la primera restricción, cada Ha. del cultivo 1 pierde casi el doble de pesticida que el área sembrada con cultivo 2. de donde el primer objetivo (control de pesticida) se ve favorecido por el cultivo 2, en cambio el segundo objetivo (mayor ganancia) se ve aumentado con el cultivo 1.

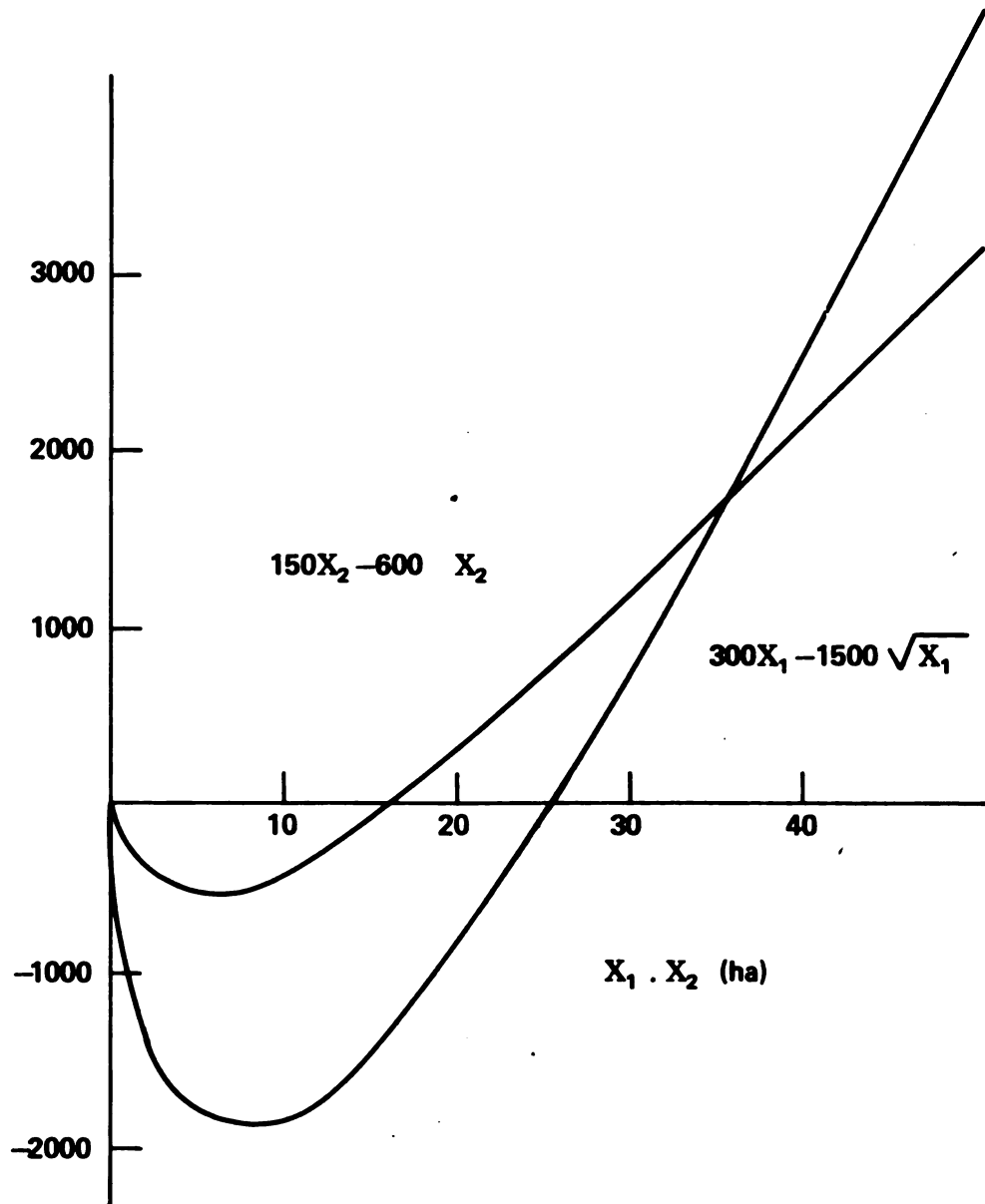
Cuando la región de posibles soluciones se agranda (Figura 8) se puede notar que ciertas alternativas son mejores que otras. Cualquier solución entre el rango de valores a lo largo de los ejes vertical y horizontal, es inferior que la solución al final de los mismos ejes. (Es decir que A es mejor que A' y B es mejor que B').

FIGURA 6 REGION POSIBLE DE SOLUCIONES



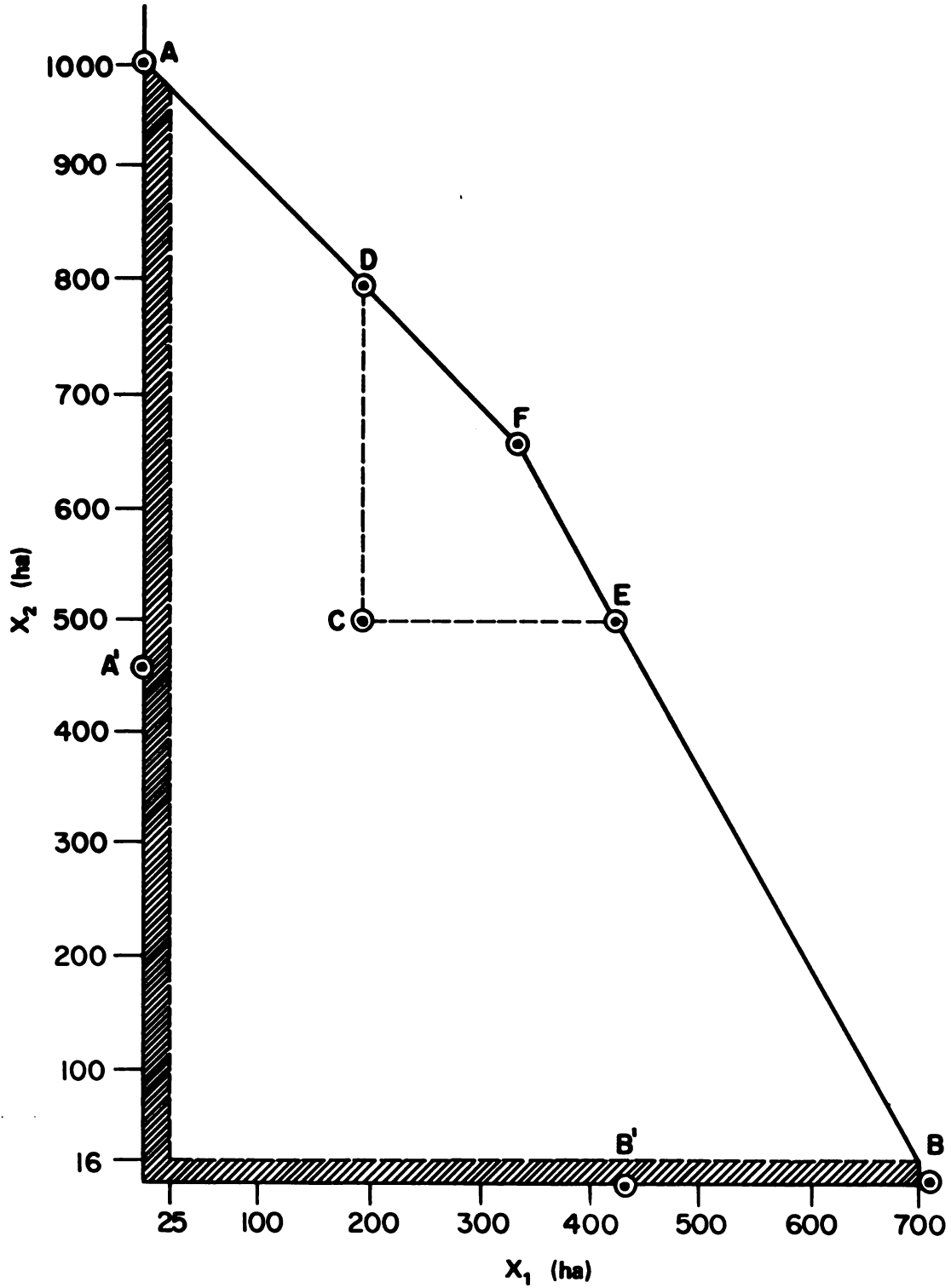
Fuente: Haith, 1982

FIGURA 7 GANANCIAS PRODUCIDAS POR LOS CULTIVOS 1 Y 2

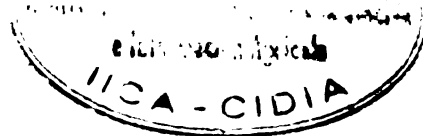


Fuente: Haith, 1982

FIGURA 8 DETERMINACION DE ALTERNATIVAS INFERIORES



Fuente: Haith, 1982



IMPACTO SOCIAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Hernan Contreras Manfredi*

Existen muy diversas formas de evaluar el impacto social que producen los impactos ambientales. Una de ellas se refiere al costo, expresado en términos económicos, muy utilizado por tratarse de la consecuencia más evidente, de la forma más usual y directa de evaluar. Un análisis correspondiente a un criterio más amplio, tendrá que considerar no sólo el "costo económico", sino también el "costo social", el "costo ecológico" y el "costo biológico", por cuanto en estos últimos se ubican los capitales naturales del hombre o también llamados recursos naturales de los que se sirve el hombre. Sin embargo, se debe reconocer que lo más obviamente trascendental para el hombre, es su Calidad de Vida y que el análisis más importante debe estar centrado en la influencia que tienen los impactos ambientales en dicha cualidad existencial del hombre. Se aclara esto último de connotación social humana, pues también hay una calidad de vida referente a la sociología vegetal y a la animal, la cual al verse drásticamente afectada, también influye, por interacción, en la sociología humana.

Antes de analizar la relación entre impactos ambientales y sus consecuencias sociales, es conveniente definir ambos conceptos:

Los Impactos Ambientales corresponden a una alteración, desequilibrio y descontrol de los flujos de energía y de las características físicas y/o químicas y/o biológicas del ambiente.

Los Impactos Sociales se registran como deterioro de la Calidad de Vida del hombre.

Así como todo Impacto Ambiental genera un Impacto Social, todo Impacto Ambiental puede generar cadenas de Impactos Ambientales; todo Impacto Social puede generar cadenas de Impactos Sociales y consecuentemente, las cadenas espaciales y temporales de Impactos Ambientales, determinan secuencias espaciales, temporales y generacionales de impactos sociales.

Los impactos ambientales están estrechamente ligados a los factores de los cuales depende la Calidad de la Vida del hombre.

Fundamentalmente, la calidad de vida humana depende de la suficiencia ó insuficiencia, de lo positivo o negativo, de lo adecuado o inadecuado con que influyan o impacten en él, cinco conjuntos de variables reunidas para conformar cinco Factores de Impacto. Estos están referidos a lo Fisiológico, a lo Psicofisiológico, a lo Cultural y a los aspectos de Dependencia Social y Dependencia en relación a los Ecosistemas.

Aún cuando la Calidad de la Vida del hombre es algo muy complejo de ser definido pues fluctúa desde el "grado de satisfacción por vivir", pasando por valores de "significación y reconocimiento social", hasta llegar a "planteamientos de logros más elevados y significativos para el hombre"; no obstante ello y con una finalidad de análisis y evaluación práctica se le considera como la acción e interacción sobre el hombre, de cinco Factores de Impacto en la calidad de su Vida, los que se han señalado en el párrafo anterior.

En este modelo no se considera los aspectos estrictamente subjetivos de la Calidad de Vida, tales como el significado muy relevante, pero imposible de cuantificar, de las creencias religiosas, valores filosóficos, afecto amor, etc., El no evaluarlos no significa el desconocer su gran importancia.

*Especialista en Material de Distribución y Divulgación del PRMC, CATIE.

Para ejemplificar lo expuesto basta pensar en que el impacto ambiental puede determinar la producción de alimentos carentes de algunos nutrientes fundamentales ó lo que también constituye un impacto ambiental, el que dichos alimentos se obtengan irresponsablemente recargados de hormonas o de productos que se comportan como tales, o bien, alimentos de mediocre calidad, producto de suelos y ambientes degradados. Todo ello tiene relación directa con la salud del hombre, tanto por aspectos nutricionales como en cuanto a susceptibilidad a parasitismo y a la susceptibilidad a sensibilizaciones orgánicas, generación de cáncer y a una baja resistencia a enfermedades transmisibles. Esto último también está fuertemente relacionado con las condiciones de higiene derivadas de la Sanidad Ambiental. Para ello recordemos como, el impacto ambiental en su concepción más amplia, no solamente física sino también biológica, tiene estrecha relación con la calidad de las aguas, con la interacción ambiente-efluentes cloacales, con la calidad del aire, los ruidos, los olores, las plagas y de cómo, afecta al ambiente la manipulación y distribución de basuras y chatarras

Factor B: Impacto Psico-Fisiológico

En cuanto a la Psicofisiológico, referido especialmente al sueño, descanso, recreación e influencia del entorno en el hombre, se conforma un Factor de Impacto en el que se destacan como variables, la Vivienda, los Valores Estéticos del Ambiente y el ambiente como posibilidad de Descanso y Recreación.

A modo de ejemplo basta pensar en el impacto social que determina una vivienda inadecuada a las funciones ya dichas o bien, en como influye en el estado anímico del hombre un ambiente carente de belleza, degradado o inarmónico. Más aún, si el impacto sobre ese ambiente lo excluye como un lugar adecuado al descanso y a la recreación del individuo. Otra implicación de gran alcance tanto en la Calidad de la Vida, como en cuanto a lo Socio Cultural y Económico esta referido a las posibilidades que brinde o no la estética ambiental para el desarrollo del Turismo, tanto el social o popular como el de intercambio cultural con connotación internacional

Factor C: Impacto Cultural

En relación al Factor de Impacto Cultural, el ambiente brinda o nó, un estímulo a la creatividad, a la comprensión cultural y preservación de dicho ambiente, ejerciendo en este aspecto una influencia por presencia, la cual puede ser positiva o tan fuertemente negativa como para determinar muchas veces, conformismo, fatalismo, como actitudes frecuentes en quien nace, vive y convive en ambientes degradados. Este efecto negativo, frecuentemente resta fuerza a las actividades que requieren de la participación social. Un ambiente degradado puede determinar también condiciones inadecuadas a las características del trabajo que debe realizar el hombre en él, obligándole a un sobre esfuerzo

Factor D: Impacto Social

El impacto ambiental puede influir en modificar actitudes y conductas del hombre, haciendolo más individualista, más egoista, debido a la carencia de recursos y aumentando así el riesgo de la inseguridad como conducta social.

Factor E: Dependencia a los Ecosistemas

En referencia al Factor de Impacto Ecológico cabe señalar que todo impacto ambiental puede influir en un desequilibrio y disminución del potencia de producción de los ecosistemas; en la generación de un catastrofismo antropogénico como por ejemplo en un incremento de la frecuencia y magnitud de inundaciones, avalanchas, derrumbes, deslizamientos de tierra, que se deriven del efecto de las acciones del hombre en el ambiente. Todo esto se refleja en que decrece en el uso del ambiente, el retorno de beneficios para el hombre, con lo cual se produce un serio impacto social, derivado del Impacto Ambiental.

El impacto sobre los ecosistemas tiene, desde el punto de vista social dos consecuencias

fundamentales: la disminución del potencial de producción de los ecosistemas, con lo cual no se logra satisfacer las necesidades de alimentos y materias primas que el hombre requiere y, la determinación de condiciones de inestabilidad ecológica ambiental, dando origen a condiciones propicias para que ocurran catástrofes, con grave consecuencia social y económica. En este caso generalmente los análisis superfluos de dichos acontecimientos nos llevan a olvidar al hombre como causante (catastrofismo antropogénico) y se atribuye a fenómenos naturales imprevisibles en circunstancias de tratarse, más frecuentemente de fenómenos previsibles que el hombre con sentido común y un adecuado criterio de vida, puede evitar.

La visión expuesta no es generalizable a todo impacto ambiental, pues dependerá de las características del ambiente y de la magnitud y tipo de impacto.

Solo se ha pretendido presentar una gama cuyo espectro tiene consecuencias sociales, tanto económicas como en cuanto a lo de mayor significación para el hombre: su Calidad de Vida.

ALGUNOS ASPECTOS INSTITUCIONALES RELEVANTES DEL MANEJO DE CUENCAS

Oscar Fonseca*

Introducción

El análisis y comentarios que presentaré a su consideración, obedecen a las percepciones que hemos logrado acumular en el proyecto, con relación a los aspectos institucionales del manejo de cuencas en la región, tratando de identificar algunas características importantes de su evolución; los problemas vigentes (tanto desde el punto de vista del esquema institucional imperante, como de la carencia de un enfoque integral de manejo de cuencas), algunos factores y situaciones que son importantes de considerar y algunas formas de enfrentar el problema, con la idea de despertar algunas inquietudes en ustedes, que puedan serles útiles para el análisis del caso particular de cada país.

Nuestro mayor anhelo al promover esta actividad, es que ustedes, como parte muy importante del sistema institucional de la Nación, compartan con nosotros alguna de estas inquietudes y conjuntamente podamos participar en la búsqueda de soluciones adecuadas a su realidad. No pretendemos y esto quiero reiterarlo, venirles a decir como se deben hacer las cosas, pero sí, que del intercambio que se va a producir durante el transcurso de este seminario-taller, tengamos claro de que hay mucho por hacer en el futuro y nosotros, dentro del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas y del Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza CATIE, podemos establecer actividades y acciones concretas y apoyar los esfuerzos que ustedes están dispuestos a realizar, ese es nuestro compromiso y la razón de ser de nuestra institución.

Definición de términos

Siempre es importante, antes de iniciar un intercambio como este, definir algunos conceptos que nos permitan tener la seguridad de que estamos hablando el mismo lenguaje y desde el punto de vista del tema que me corresponde desarrollar, considero que es necesario hacerlo en los siguientes aspectos:

El Sistema Político: Toda sociedad puede ser considerada como un conjunto de miembros (individuos o grupos) en un espacio social determinado (espacio físico o limitado jurídicamente) e interrelacionados entre sí, con el objeto de satisfacer necesidades básicas. Al interactuar los miembros de una sociedad, surgen entonces las relaciones políticas, que no son otra cosa que la pretensión de algunos miembros para influir o dominar el comportamiento de otros a través de decisiones de las autoridades, que la sociedad reconoce como legítima, de tal manera que su acatamiento es obligatorio.

Se define entonces como sistema político al conjunto de estructuras y procesos especializados por medio de los cuales se crea, ejerce y distribuye el poder legítimo de una sociedad.

El Estado: En su esencia es el producto de un acuerdo social que se expresa en la forma de organización jurídico-política que adopta una sociedad para autogobernarse y realizar sus fines colectivos. Se le caracteriza por sus atributos de ser soberano, único capaz de utilizar legítimamente la fuerza institucionalizada, de ser la institución dominante entre las demás existentes en la sociedad y poseer una expresión histórica variable en cuanto a las formas concretas que asumen las instituciones que lo representan. Es así como el Estado se manifiesta a través de estructuras jurídicas que conforman las instituciones de gobierno mediante las cuales se realizan las funciones ejecutivas, legislativas y judiciales.

El Gobierno: El Gobierno está constituido por el conjunto de cargos dotados con facultades o atribuciones reconocidas como legítimas para crear, interpretar y poner en ejecución, normas con carácter de obligatorias para todos los miembros de la sociedad.

*Ing. Agrónomo Sub-Director del CATIE

Las autoridades de gobierno son entonces, las personas que ocupan dichos cargos (Presidente de la República, Diputado o Congresista, Juez, etc.).

En el lenguaje corriente, sin embargo, el término Gobierno se le ha otorgado una acepción más restringida al hacerlo sinónimo del conjunto de cargos de la rama ejecutiva, ya que por lo general en ella se concentra el mayor porcentaje de recursos, de personas y de actividades destinadas a realizar las tareas de gobierno en una sociedad.

La Administración Pública: Es un instrumentado del Estado para la realización de sus fines y puede ser considerada como el conjunto de organismos interrelacionados que realizan actividades destinadas a materializar, en acciones concretas, las decisiones públicas adoptadas con la finalidad de satisfacer las demandas de la comunidad.

En el sector público, los organismos existen con la finalidad de transformar los propósitos de la sociedad en acciones concretas, mediante una gestión continua y con capacidad para satisfacer demandas sociales.

Creo que con esto nos vamos ubicando en la realidad y en la razón de ser de las atribuciones, facultades y responsabilidades que cada uno de ustedes ostenta, a nivel de sus respectivas instituciones.

Considero importante, por otra parte, no olvidar que en el sector privado, los organismos existen con la finalidad de satisfacer esencialmente propósitos particulares y, en ningún caso, puede, a diferencia de los públicos, asignar valores autoritariamente a toda la sociedad.

Para finalizar esta serie de definiciones, finalmente tenemos la unidad que cada uno de ustedes representan:

El Organismo Público: Un organismo público es toda unidad administrativa creada a iniciativa del gobierno, financiada o dirigida mayoritariamente por el Estado y que se realiza en un campo de acción definido y con un cierto grado de autonomía reconocido, actividades destinadas a satisfacer propósitos de la sociedad y de interés público.

Lo que distingue al organismo público es fundamentalmente su finalidad y el contexto específico en que se desenvuelve (el sistema político).

Existen otras particularidades de los organismos públicos, pero que más bien son derivaciones de las características esenciales a que he hecho referencia, como es el caso de que es la sociedad, a través de la ley, la que delimita en forma más o menos precisa su campo de acción y el margen de decisión que tienen cada uno de sus ejecutivos. Esto significa que los organismos públicos sólo pueden desarrollar aquellas actividades que están establecidas por la ley, a diferencia de los organismos privados, que pueden hacer todo lo que no prohíba la ley.

Los controles externos a que se ve sometido el organismo público en su proceder administrativo o en sus ingresos y gastos, ya sea por parte de organismos contralores autónomos de otros organismos del Poder Ejecutivo (Dirección de Presupuestos, Tesorerías, etc.) o del Congreso, es otra característica de estas entidades.

Dichos controles, que son ejercidos en nombre de toda la comunidad, con el propósito de cautelar el interés público, se manifiestan en la constante preocupación de las entidades contraloras para que los organismos públicos se ajusten a las normas legales vigentes en su accionar cotidiano.

Ningún tipo de organización se ve sometida a tal presión de la opinión pública para que realice sus actividades conforme derecho. De aquí la facilidad para que cualquier problema que se suscite en la relación organismo público—clientela, se transforme rápidamente en un problema político.

El organismo público se crea o se reorganiza porque existe una necesidad pública que satisfacer. En su evolución influyen aspectos tales como la interpretación de los empleados, grupos profesionales y sus propios ejecutivos dan a los objetivos de la organización, el cambio en las condiciones y problemas de la sociedad en donde la organización funciona y el propio esfuerzo que hace el organismo público para lograr el apoyo externo que necesita para su supervivencia (del poder legislativo, del Presidente, de otros organismos públicos, de su clientela, de la opinión pública).

Características del desarrollo institucional en Centro América y Panamá

Podríamos tratar de establecer algunas características importantes en el desarrollo institucional ocurrido en nuestros países de una manera general, para luego tratar de hacerlo más específico en cuanto al área de manejo de cuencas, donde creo que es fundamental aclarar que cuando nos referimos a los aspectos institucionales, lo estamos haciendo a los organismos públicos, y de una manera coherente con el enfoque de sistemas, a lo que podríamos considerar el subsistema institucional, por una serie de razones que más adelante explicaré.

La intervención estatal, que se manifiesta cuando el Estado ejercita su actividad tomando parte activamente en la economía y situación social de una comunidad, no es un fenómeno reciente, en nuestros países esa intervención se dá desde comienzos de la época colonial.

La administración pública ha venido sufriendo transformaciones a través del tiempo, según se ha ido modificando el carácter de la intervención del Estado: cuatro o cinco décadas atrás, la mayor parte de las funciones que realizaba, se hacían de una manera centralizada a través de los diferentes Ministerios que conformaban el Gobierno Central. Esto se debe a que esa era la modalidad imperante de organización en la administración pública, en la época en que predominaban todavía las ideas liberales que restringían a un mínimo la intervención del Estado a través de organismos gubernamentales.

Con el transcurrir del tiempo, el Estado fue asumiendo progresivamente nuevas funciones que antes realizaba exclusivamente el sector privado (otorgamiento de crédito, intervención de la comercialización, servicios de electricidad, etc.), con lo cual requiere entonces de nuevos organismos, menos sujetos a la excesiva cantidad de controles y reglamentaciones a que estaban expuestos los servicios centralizados y más flexibles y adaptables a la nueva dinámica social en que se veían insertos. Comienzan a aparecer las corporaciones o institutos autónomos y las empresas mixtas o estatales, como una reacción a la rigidez e inadaptabilidad de los servicios centralizados. En un principio coexistiendo y más tarde comenzando a reemplazarlas en sus funciones.

Se va conformando de esta manera un sistema institucional constituido por un conjunto de organismos yuxtapuestos, que funciona descoordinadamente y sin unidad de dirección. Se enfrentan problemas de competencia institucional (ámbito de acción), conflictos de políticas, multiplicación de los centros de decisión, etc.

Con los nuevos organismos se busca aumentar la capacidad operativa en la administración pública y aunque se logra este objetivo a nivel de cada uno de ellos, la mayor autonomía que van adquiriendo los va independizando de las orientaciones y directrices del gobierno central y se generan algunos conflictos como:

- La administración pública se debilita a nivel sectorial.
- Cada organismo trata de ser autosuficiente para servir a su "clientela", duplicando funciones que realizan otras instituciones de la administración pública.

- Los organismos autónomos disponen proporcionalmente de mayores recursos que los servicios centralizados. Pagan mejores salarios a su personal.
- Los organismos autónomos comienzan a transformarse en centros de poder independientes.

A finales de la década de los 60, donde comienzan a consolidarse los esfuerzos por dotar a los países de una mejor calidad de planificación y se amplía el grado de intervención estatal, de conformidad con el modelo de sustitución de importaciones, se inician esfuerzos importantes por encontrar solución a estos problemas, mediante la búsqueda de mecanismos de coordinación, de reafirmar el papel sectorial de los ministros de gobierno y se plantean modificaciones en la integración de los consejos de administración o juntas directivas de los entes autónomos, a efecto de que participen en ellos los representantes de organismos que deben coordinar actividades, etc., con resultados muy relativos a la fecha, según la experiencia que todos conocemos, puesto que aún subsisten problemas tales como:

- La incapacidad formal del ministro o del consejo nacional respectivo para orientar y conducir el proceso de desarrollo en un campo de acción, por carecer de atribuciones para decidir directamente sobre ciertos aspectos de la política o para influir directamente sobre las decisiones que se adoptan en los organismos públicos de un sector.
- Los conflictos de autoridad entre ministros y jefes de organismos (y esta vivencia creo que todos la hemos tenido), ya sea porque tiene atribuciones semejantes para decidir sobre el mismo asunto, porque las atribuciones de uno sobre ciertos asuntos anulan las de otros sobre otros asuntos, o porque existe ambigüedad en la definición de los límites de la autoridad jerárquica de uno y funcional de otro sobre un mismo cargo, etc.
- Los conflictos entre los organismos de ejecución y organismos asesores (del sistema de planificación, por ejemplo), por la indefinición de las relaciones de asesoría y de autoridad que los segundos pueden ejercer sobre los primeros.
- Las limitaciones que el marco jurídico impone a la correcta distribución de la autoridad, al impedir que los niveles superiores puedan delegar atribuciones a los inferiores, etc.

Desarrollo Institucional en el manejo de Cuencas

Desde un punto de vista más específico, en lo que a manejo de cuencas se refiere, la intervención de las instituciones del Estado ha venido cambiando su enfoque y justificación, según ha venido cambiando el concepto de lo que es el manejo de cuencas, sobre todo por efecto de cambios importantes ocasionados por los fenómenos que ocurren en su interior, especialmente de carácter estructural.

Es así como hace algunas décadas el manejo de cuencas privilegiaba la planificación del recurso hídrico, teniendo como actores principales a los institutos u organismos responsables del aprovechamiento del recurso (especialmente electricidad y agua potable), aunque con una visión muy restringida en términos de acciones concretas sobre los recursos naturales presentes en una cuenca, como sucedía con el criterio de protección de riberas, que aún hoy día prevalece en algunos funcionarios relacionados con este campo.

Con la incorporación de criterios relativos al análisis, protección, rehabilitación, conservación y uso de la tierra, comienzan a aparecer otros actores (esto coincide con un gran desarrollo institucional en materia de aspectos forestales y de conservación y manejo de los recursos naturales renovables en general, durante la década de los 70s) y que son fundamentalmente los Ministerios de Agricultura. Comienzan a crearse también institutos autónomos especializados en recursos naturales y como en el caso de Honduras, surge una corporación estatal.

Durante esta misma década comienza la preocupación por el impacto ambiental y cambios en los sistemas ecológicos, como consecuencia de la construcción de grandes obras hidráulicas con fines hidroeléctricos, de irrigación o de abastecimiento de agua potable.

Finalmente, en los últimos años se pone en evidencia que el sujeto del manejo de cuencas es el hombre, él es quien utiliza el recurso hídrico para sus diferentes fines y es él quien aprovecha los restantes recursos naturales presentes (el bosque, los cultivos, el ganado, etc.).

Y aquí se complica el panorama, porque según hemos visto, nos han aparecido cierto tipo de instituciones estatales muy especializadas (de energía eléctrica, agua potable, manejo de recursos naturales), pero al considerar la presencia del hombre en todo esto como el actor principal, él debe satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda y vestido, sus aspiraciones de propiedad de la tierra, sus necesidades energéticas, etc. Con ello estamos transformando un concepto con elementos de carácter puramente biofísico, adicionándole aspectos de índole económico y social, todos interrelacionados entre sí, lo que nos lleva a concluir no solo que el enfoque de manejo de cuencas debe ser interdisciplinario, sino que la acción es de carácter interinstitucional y que por la diversidad de la naturaleza de las instituciones que intervienen, el enfoque es multisectorial.

Identificamos entonces aspectos de índole productivo (agropecuaria), de manejo y conservación de recursos naturales, de calidad de vida (educación, vivienda, salud), de desarrollo de infraestructura vial, de programas que afectan la tenencia de la tierra, etc.

Y es con base en estos elementos que se considera la cuenca, tal y como se mencionaba en la inauguración de este seminario—taller, como una unidad de planificación.

De cierta manera, esta conceptualización adquiere muchas de las características de los proyectos denominados DRI, pero con una concepción más amplia e integral, en lo que a conservación y manejo del recurso hídrico y del recurso suelo se refiere. Se adicionan entonces criterios técnicos y de planificación en campos como la hidrología y el uso de la tierra.

Por supuesto que el análisis a que he hecho referencia, sobre la evolución institucional en el campo del manejo de cuencas, guarda íntima relación con otro aspecto que es de muchísima trascendencia: el cambio en el enfoque tiene un paralelismo definitivo conforme se ha venido acrecentando los problemas de deterioro de los recursos naturales. Sin embargo, considero que dicho paralelismo no se produce en lo que atañe a la realización de acciones concretas que tienden a resolver el problema.

Estamos siendo capaces de vislumbrar los efectos negativos que se avecinan en el corto, mediano y largo plazo, pero no con la celeridad que se requiere, no se está en capacidad de actuar en forma decidida.

Lo anterior por cuanto:

1. Subsisten los problemas a que he hecho referencia desde el punto de vista de la especialización excesiva de muchas de las instituciones que juegan un rol importante en el área del manejo de cuencas, pero quizás el factor más relevante es que todavía no se adquiere conciencia sobre la presencia de áreas de acción común, tanto desde el punto de vista técnico como operativo.
2. No se ha adquirido la suficiente conciencia respecto a nuevas responsabilidades institucionales, que se originan por los problemas que van surgiendo en la realidad. Esperamos que cuando termine este evento haya cambiado el criterio de que por ejemplo los institutos de electricidad y agua potable, nada tienen que ver con la problemática que se desarrolla en las cuencas, porque eso es responsabilidad de otros organismos igualmente especializados.
3. El punto anterior obviamente que no puede desconocer otra limitante de gran trascendencia en la actualidad y que precisamente es la repercusión de los efectos de la crisis económica y financiera que actualmente sufren nuestros países (a nivel institucional).

Los problemas de endeudamiento externo hacen cada vez más difícil la consecución de recurso externo para el desarrollo de proyectos de inversión, ya no solo para la

implementación de infraestructura de aprovechamiento del recurso hídrico, sino que también para el desarrollo de las demás actividades relacionadas con el manejo de cuencas.

Sobre este particular, sin embargo, no debemos asumir una actitud de derrotismo, y más bien ser lo suficientemente creativos para buscar opciones, como el desarrollo de acciones interinstitucionales mancomunadas, sea a través de la complementación del uso de recursos locales, como un programa o proyecto con financiamiento externo, tratando de no crear instancias paralelas que dupliquen actividades que corresponden a otra institución (el criterio de que tenemos que hacerlo nosotros porque tal institución no funciona, no es tan válido).

Otra forma que todavía no estamos utilizando es la de establecer una política tarifaria para los diversos usos y de esta manera captar recursos para el desarrollo de actividades de preservación o de protección, sin pretender llegar a un desarrollo tan particular como el de la Corporación de Desarrollo del Valle del Cauca, etc.

4. Otro aspecto muy relacionado con los anteriores, especialmente cuando analizamos los problemas de la especialización excesiva y de ignorar las áreas de acción institucional común, es la otra cara de la moneda, si se quiere, el otro extremo y que tiene que ver con los problemas de legislación y de competencia institucional, donde por deficiencias en la normativa vigente, no está tan claramente establecida el área de acción de muchas instituciones, lo que se presta para la ocurrencia de conflictos que tienden a agravar la situación.

Conclusiones

De toda esta situación tan compleja, quizás convenga rescatar algunas conclusiones importantes que nos permitan tratar de establecer o definir algunas acciones que son importantes en el corto plazo:

—Hemos visto que la calidad de los actores institucionales que participan o deben participar son fundamentalmente organismos públicos. Con ello no quiero dejar de lado la participación de las comunidades, tanto en el proceso de planificación, como de toma de decisiones y de ejecución de acciones, toda vez que estaría cayendo en una contradicción al desconocer el aspecto social al que hice referencia con anterioridad.

Esta conclusión de la naturaleza pública de los agentes (u organismos), nos permite captar el papel predominante del Gobierno y sus instituciones en la atención de este problema.

—En segundo lugar, la necesidad de la acción interinstitucional y multisectorial en el enfoque de la problemática del manejo de cuencas, sobresale como un aspecto que plantea cierto grado de dificultad en la coordinación de las acciones toda vez que si para nuestros gobiernos el enfoque sectorial sigue dando muchos dolores de cabeza, en este caso particular quizás los dolores sean todavía más fuertes.

—Creo importante pensar asimismo, en la necesidad de realización de diagnósticos institucionales a nivel de cada país, que permitan una mayor claridad en la orientación y desarrollo de esfuerzos futuros en materia de coordinación e integración de acciones entre las diversas instituciones y los diversos sectores involucrados. Y es que cada país tiene sus particularidades, resultando sencillamente descabellado pensar en el establecimiento de recetas. Sin embargo, a manera de lineamientos generales es importante tener en cuenta los siguientes puntos:

- * Conocer a profundidad los objetivos y propósitos reales de cada organismo público, si han estado actuando en la forma más adecuada desde el punto de vista de la organización global. Como el grado de coordinación es determinado en primera instancia por la forma en que las actividades se organizan, planifican y dirigen, el análisis debe establecer necesariamente como se realizan estos procesos.

- * Identificar los factores que pueden haber determinado incompatibilidades o incoherencias, como es la utilización de diferentes objetivos, estrategias y mecanismos instrumentales (políticas, programas, etc.), en el desarrollo de sus respectivas funciones.
- * Obviamente que los organismos públicos desarrollan sus actividades dentro de un marco jurídico pre-establecido, constituido por el conjunto de normas que rigen su acción y sus relaciones con el resto del sistema jurídico de la sociedad. Habrá que establecer si ese marco jurídico facilita o dificulta la coordinación y sobre todo, si influye sobre la calidad y oportunidad de las medidas de política.

Sustantar de una manera adecuada, diferentes, proposiciones de reforma, que necesariamente sean viables, y esa viabilidad se producirá únicamente en tanto que tales proposiciones se adecúen a las circunstancias, es decir, que ninguna de ellas constituya un obstáculo para alcanzar el cambio propuesto.

- * Quizás uno de los aspectos en que hay que tener cuidado, es en el manejo del binomio especialización-coordinación, tratando de buscar un balance adecuado. La especialización favorece la eficiencia de cada uno de los organismos, la coordinación asegura la eficiencia del conjunto.

A pesar de que la propuesta de realizar el diagnóstico se considere viable (es decir, se adecúe a las circunstancias), permanece la inquietud de que vamos a hacer mientras tanto, ya que la situación requiere decisiones para ayer.

Algunos esfuerzos del PRMC en lograr la coordinación inter-institucional en Manejos de Cuencas:

Nuestro proyecto en un inicio pretendía la configuración de Comités Nacionales Asesores en Manejo de Cuencas, no sólo para consolidar las relaciones del proyecto con los organismos nacionales, sino para fortalecer la capacidad nacional de coordinación en este campo y como un instrumento de concientización en cuanto a los cambios que se requieren en la actitud y el enfoque institucional.

Con agrado hemos visto como en los mismos países ha surgido esta inquietud y se han conformado algunas instancias de coordinación, quizás no tan especializadas en el manejo de cuencas, pero que con pequeñas modificaciones podrían constituirse en un elemento dinamizador del cambio que estamos propagando. Me refiero concretamente al Comité Consultivo de Recursos Hidráulicos en Panamá, a la Comisión Nacional de Recursos Hídricos en Costa Rica y al Comité para el Mejoramiento y la Conservación del Ambiente en Honduras.

En Guatemala apenas estamos iniciando nuestras actividades y debemos establecer con mayor grado de precisión esta posibilidad.

Bibliografía

1. FIGUEROA, S. La administración Pública. Su análisis y reforma en el contexto de una política planificada de desarrollo. Mimeografiado 26 p. Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social.
2. GONZALES MONTERO, et al. La Planificación del Desarrollo Agropecuario, Tomos I y II. México, Siglo Veintiuno Editores. 1978.
3. LEONARD, H. J. Conservation Foundation –Central America Profile. Mimeografiado 21 p., 1985.
4. MIRAGEN, S. et al. Guía para la Elaboración de Proyectos de Desarrollo Agropecuario, San José, Costa Rica, Editorial IICA, 1985.
5. SEMINARIO, E. El Manejo de Cuencas.. Mimeografiado 44 p. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985.

CASO DE ESTUDIO : SITUACION PROBLEMATICA EN LA CUENCA ALTA DEL RIO CHIXOY

Rudy Cabrera Cruz*

Introducción

Actualmente los recursos naturales existentes en Guatemala, se ven amenazados por un deterioro paulatino, en los cuales influyen factores de origen biofísico y socioeconómico principalmente. Se mencionan algunos como: la mala distribución y tenencia de la tierra, prácticas agrícolas inadecuadas asociadas a tierras sobreutilizadas, deforestación, crecimiento demográfico, alto índice de analfabetismo, falta de tecnologías agropecuarias adecuadas, políticas inadecuadas a nivel institucional y otros. Estos aspectos han contribuido a: un incremento de áreas críticas debido a los procesos acelerados de erosión, desequilibrio en el régimen hídrico, frecuentes inundaciones y aumento en los daños a la infraestructura, disminución en la productividad de la tierra.

De esta manera, la situación problemática en la cuenca superior del Río Chixoy, se manifiesta mediante una estructura de factores asociados que han provocado serios problemas de azolvamientos al embalse del Proyecto Hidroeléctrico Pueblo Viejo—Quixal, esto se analiza en un estudio preliminar realizado por la IUCN – CATIE, 1986, donde se señala que la vida útil del proyecto se ha reducido de 50 a 35 años en pocos meses de generación irregular a partir de 1983 a 1986.

En este sentido se deben de analizar las causas aguas arriba ya sea de tipo antrópico o geológico; son antrópicas cuando interviene el hombre en el proceso, tales como: cambios inadecuados en el uso de la tierra, manejo del uso de la tierra a nivel de finca, actividades mineras, mal diseño de caminos, deforestación, sobrepastoreo y otros. Y como causas naturales o geológicas: deslizamientos, dinámica de la geomorfología fluvial, inestabilidad de taludes, etc.

Para el caso anterior es necesario identificar áreas críticas definidas como unidades potenciales de aporte de sedimentos, el análisis se plantea a nivel de uso de la tierra con áreas que sobrepasen la capacidad de uso definidas mediante una adaptación de una metodología de capacidad de uso de la tierra de acuerdo a las condiciones prevalecientes del sitio, complementada con áreas críticas identificadas en el campo.

Situación General en la Cuenca Alta del río Chixoy

La cuenca superior del Río Chixoy pertenece a la región fisiográfica de tierras sedimentarias, tierras cristalinas y tierras altas volcánicas. Se localiza en los meridianos 91° 04' y 91°37' de longitud oeste y en los paralelos 14°54' - 15°33' de latitud norte. Las áreas colindantes son: al norte y noroeste la Sierra de los Cuchumatanes, al suroeste la Sierra Madre, al sureste la Sierra Chuacús. El área de la cuenca considerada hasta la elevación 1.100 msnm. es de 2.271 Km² (10% del área total del país), ubicada en la vertiente del Golfo de México. El afluente principal es el Río Negro luego se une al Río Chixoy, posteriormente al Río Salinas y al final conforma el Río Usumacinta. El caudal promedio anual del río principal en la estación limnigráfica Chisiguán (Sacapulas), a 1.100 msnm. es de 21 m³/seg. la precipitación promedio anual en la cuenca varía de 800–2800mm. y la temperatura promedio anual oscila entre 14–22° C.

Del censo de población y habitación realizado en 1981 (Dirección General de Estadística 1984), se informó que la cuenca posee una densidad de población aproximada de 97 hab./Km², con total de 218.231 habitantes. El 82 o/o de la población es indígena y un 43o/o es analfabeta. La cuenca superior comprende parcialmente

*Estudiante de Postgrado en Manejo de Cuencas PRMC-CATIE, Turrialba Costa Rica

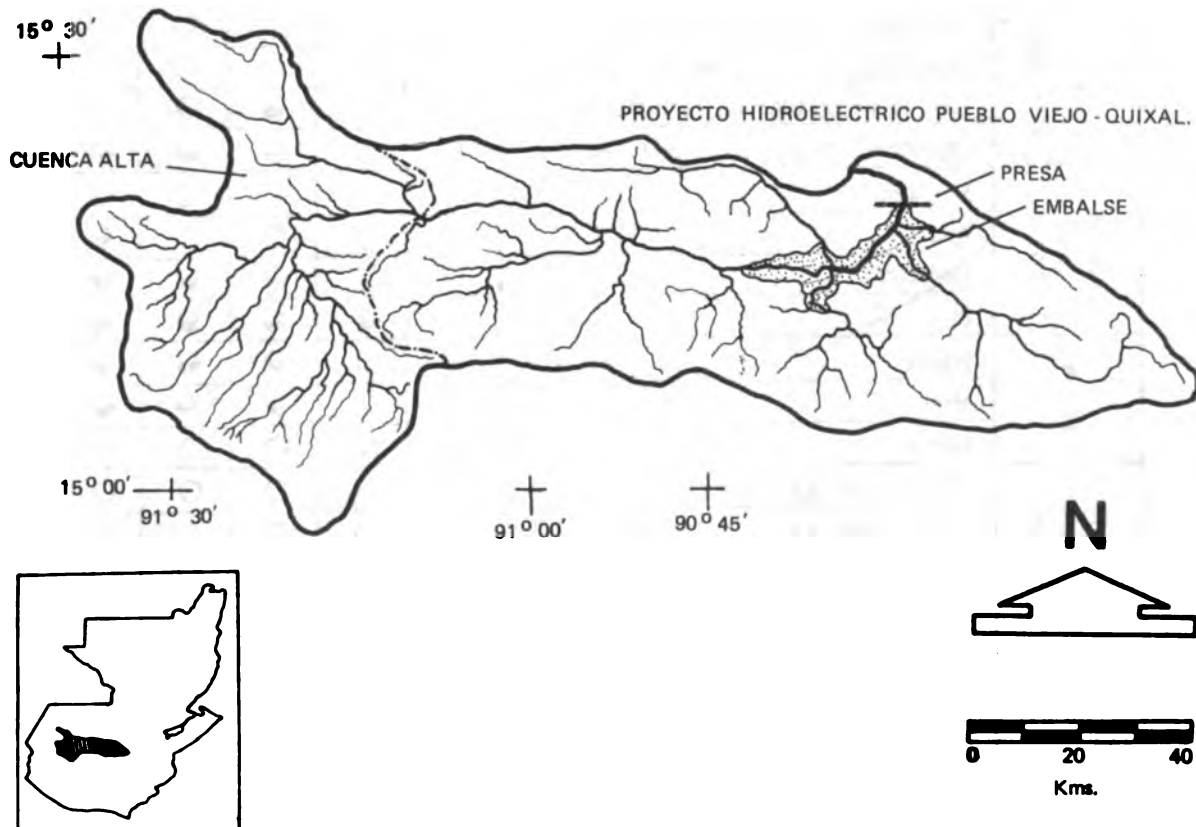
a los departamentos de Totonicapán, Huehuetenango, Quiché y una pequeña parte de Quetzaltenango. Incluye a 19 municipios, de los cuales 10 áreas urbanas se ubican cuenca alta, (Dirección General de Estadística, 1984). (Ver figura 1)

Análisis de Estudio

En los embalses desarrollados en la utilización de los recursos hídricos debe ejercerse un estricto control del uso de la tierra aguas arriba, en este caso se plantea un diagnóstico de la cuenca alta del Río Chixoy, principalmente en el uso de la tierra como factor central de análisis.

Para llegar a obtener la metodología de capacidad de uso con fines de erosión o identificación de áreas críticas mediante unidades que sobrepasen esta capacidad, se analizaron varias metodologías que tuvieron aplicación al trópico o bien que se hallan utilizado bajo las condiciones de Guatemala, tales como el sistema creado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Sistema USDA, Klingebiel, 1981; Montgomery 1961), la metodología de T. Sheng, 1981, la de J. A. Tosi, 1981; la desarrollada por el Centro Científico Tropical en Costa Rica, 1985; el sistema de evaluación de tierras de FAO, 1985, el esquema de planificación de recursos naturales realizado por la dirección de Servicios Agrícolas (DIGESA-DIRENARE), 1981, mediante el programa de Estudios Integrados de Áreas Rurales, y otras clasificaciones. La metodología propuesta se resume en la matriz de clasificación para determinar la capacidad de uso de la tierra, en base a parámetros característicos de la cuenca, definiéndose 5 clases de capacidad de uso: cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastizales, uso forestal y de protección (Ver cuadro 1).

FIGURA 1. CUENCA DEL RIO CHIXOY

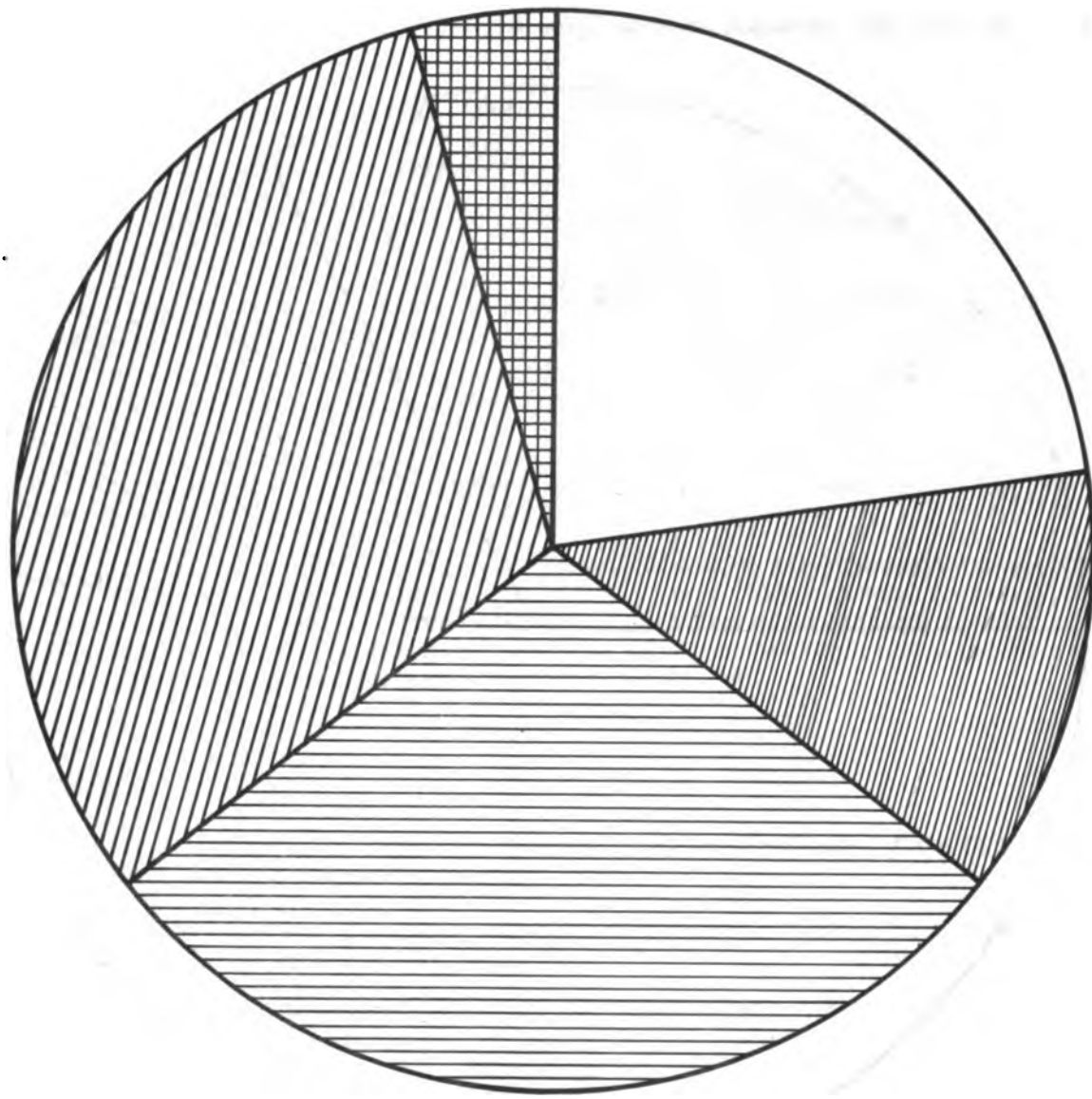


CUADRO 1
MATRIZ DE CLASIFICACION PARA DETERMINAR CAPACIDAD DE USO DE LA
TIERRA EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO CHIXOY, GUATEMALA.

PARAMETRO A EVALUAR	CARACTERISTICAS	CULTIVOS EN LIMPIO	CULTIVOS PERMANENTES	PASTIZAL	USO FORESTAL	USO PROTECTOR
ZONAS DE VIDA	Bosque seco subtropical	○	○	○	○	○
	Bosque húmedo subtropical				○	○
	Bosque húmedo montano bajo subtrop.	○	○	○	○	○
	Bosque muy húmedo montano bajo subt.	○	○	○	○	○
	Bosque húmedo montano subtropical	○	○	○	○	○
	Bosque muy húmedo montano subtrop.				○	○
PENDIENTE DEL TERRENO	Plana a suave 0-24 ‰	○	●	●	●	●
	Mediana a fuerte 24-48 ‰		○	●	●	●
	Fuerte a escarpada 48-72 ‰			○	○	●
	Muy escarpada >72 ‰				○	○
PROFUNDIDAD DEL SUELO	Profundo >100 cms.	○	○	●	●	●
	Moderadamente profundo 50-100 cms.	○	○	●	●	●
	Poco profundo 25-50 cms.	○		○	○	●
	Muy poco profundo < 25 cms.				○	○
CAPA LIMITANTE	Capa dura a < 25 cms. de profundidad				○	○
	Capa dura a 25-50 cms. de profundidad	○		○	○	●
	Capa dura a 50-100 cms. de profundidad	○		●	●	●
	Capa dura a > 100 cms. de profundidad	○	○	●	●	●
RIESGO DE EROSION	Muy alta				○	○
	Alta	○	○	○	○	●
	Moderada	○	○	●	●	●
	Baja	○	●	●	●	●
TEXTURA	Pesada	○	○	●	●	●
	Mediana	○	○	●	●	●
	Liviana	○	○	○	○	○
pH DEL SUELO	pH entre 4,0 - 5,5			○	○	○
	pH entre 5,5 - 7,5	○	○	●	●	●
	pH > 7,5			○	○	○
FERTILIDAD	Muy alta	○	●	●	●	●
	Alta	○	○	●	●	●
	Moderada	○	○	○	●	●
	Baja			○	○	●
	Muy baja				○	○

○ = Uso más intensivo ● = Uso menos intensivo

Al aplicar esta metodología los resultados se muestran en la Fig. 3.



CLASES DE CAPACIDAD DE USO % DEL AREA



FIGURA 3: Distribución en clases de capacidad de uso de la tierra en la cuenca superior del Río Chixoy, Guatemala.

Una vez obtenido el mapa de capacidad de uso de la tierra, se superpuso el mapa de uso actual de la tierra para obtener el mapa de la problemática del uso de la tierra en la cuenca, identificadas como áreas en subuso, uso a capacidad y en sobreuso, éstas definidas como áreas críticas antrópicas.

Los resultados se muestran en la figura 4

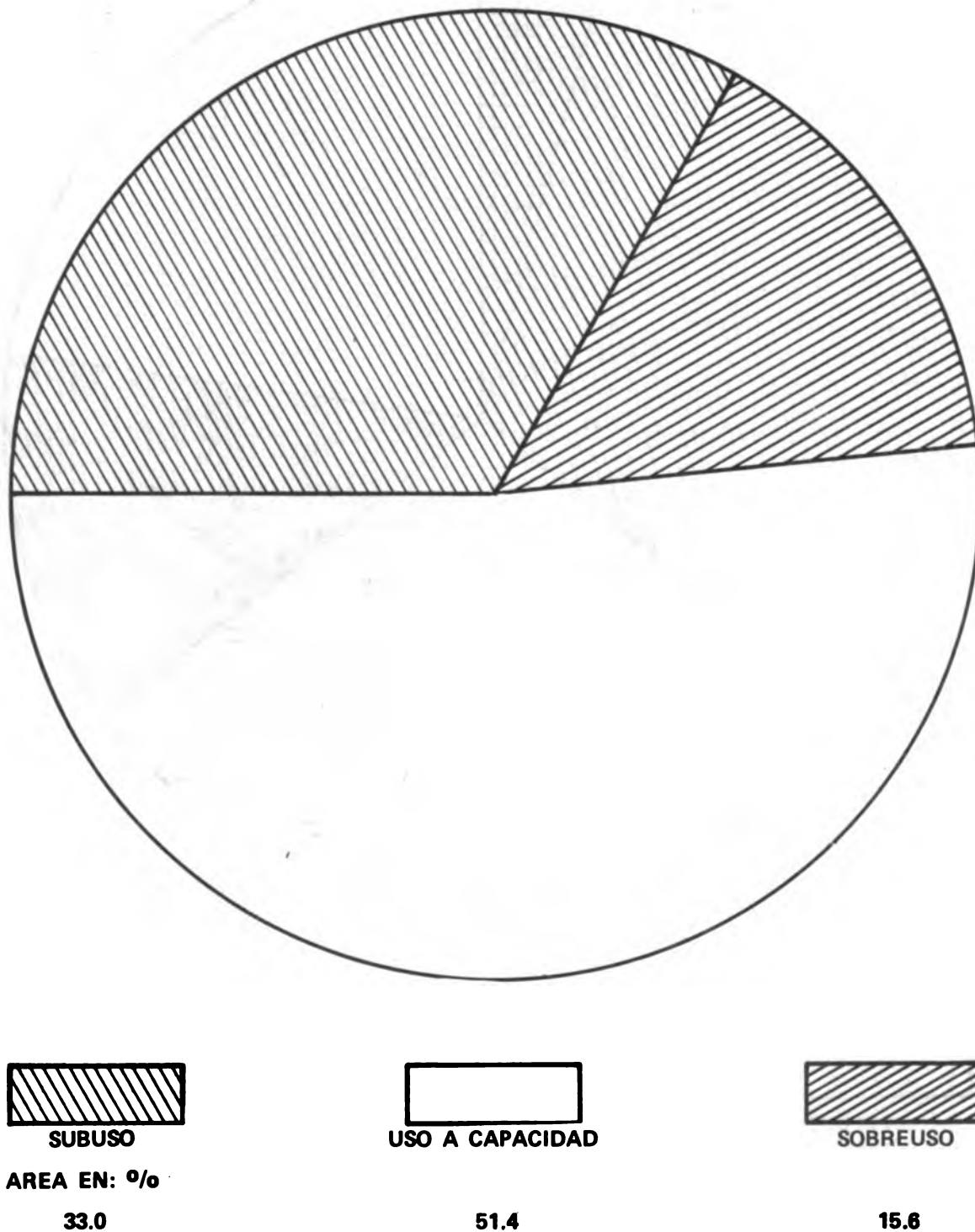


FIGURA No. 4 Problemática del uso de la tierra en la cuenca superior del río Chixoy.

Conclusiones

1. Dada la disponibilidad de información en el área de estudio, el nivel de estudio es de reconocimiento. La escala de trabajo propuesta es de 1:50.000 y 1:250.00 que implica utilizar el mapa de pendientes y uso actual de la tierra a una escala 1:50.000, mapa de suelos a nivel de reconocimiento escala 1:250.000 y el mapa de zonas de vida a una escala de 1:250.000.

2. En la metodología propuesta se permite la subutilización de la tierra. Las tierras se han clasificado de acuerdo a su uso más intensivo. Las formas de sobreuso de la tierra en la cuenca, deben ser tratadas como áreas prioritarias.

3. El análisis de uso de la tierra realizado no considera el estudio exhaustivo del manejo del uso de la tierra.

4. Actuar de inmediato sobre las áreas críticas identificadas, reflejado mediante acciones integradas a nivel institucional.

5. Este análisis no establece si el mayor aporte de sedimentos se debe a una mala distribución del uso de la tierra, a un mal manejo de los recursos naturales o a problemas de origen geológico.

6. El estudio se complementará con el análisis de erosión bruta y neta en la cuenca superior del Río Chixoy, así como ciertos ajustes en el uso de la tierra.

7. Las áreas críticas identificadas se deben principalmente a: distribución inadecuada del uso de la tierra, mal manejo en el uso de la tierra (causas antrópicas), áreas de inestabilidad geológica debido a la falla del Polochic, fragilidad o susceptibilidad a la erosión por el origen volcánico de algunos suelos, dinámica de la geomorfología fluvial debido a la carga de sedimentos y desequilibrio en el régimen hídrico.

Bibliografía

1. ATHIE LAMBARRI, M. 1986 Preliminary environmental assesment of the CELGUSA project. Guatemala Mission Report IUCN. p. 16
2. FAO (ITALIA). 1985. Directivas: evaluación de tierras para la agricultura en secano. Boletín de Suelos de la FAO No. 52.
3. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, 1984. Censos Nacionales IV Habitación — IX población 1981. Características generales. Guatemala. 500 p.
4. SHENG, T. C. 1981. Planificación física para cuencas. Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, Kingston, Jamaica. 27p.
5. TOSI, J. A. 1981. Una clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de mapas de la capacidad de uso mayor de la tierra. Centro Científico Tropical, Costa Rica. 69p.

COMPLEMENTO A LA GUIA DE CAMPO
"CARACTERIZACION DE LA SUBCUENCA DEL RIO PENSATIVO"
Resumen de la Tesis de Grado del Ing. Agr. Rafael Cabrera, USAC, 1986

Resumen

La cuenca objeto de estudio se encuentra en el parte aguas nor-este de la cuenca del rio Achiguate, y reviste especial importancia porque ha causado desde hace mucho tiempo problemas de inundaciones en la ciudad de Antigua Guatemala.

La calidad química del agua del río mostro no tener problemas para la utilización de su caudal para riego.

En cuanto a la calidad bacteriológica un 60o/o de los poblados de la cuenca en la parte alta utilizan agua contaminada con *Escherichia coli*.

El contenido de sedimentos en el agua está determinado por la cantidad e intensidad de la lluvia y este puede aumentar de 5.1 gr/lit. en un día sin lluvia a 12.7 gr/lit. en un día lluvioso.

La mayoría de los suelos son originados a partir de ceniza volcánica. A excepción de los suelos de la parte baja y los suelos de la asociación edáfica seca, todos poseen un horizonte Ap, labrado y una alta capacidad de retención de humedad. Los suelos encontrados según la clasificación de suelos (Soil Taxonomy) fueron: Entic Eutrandspts, Typic Eutrandspts, Mollic Vitrandpts, Lithic Ustorthents y Typic Ustropepts.

De acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge se determinó que toda la cuenca se encuentra en la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, cuyas especies principales son: encinos (*Quercus* spp), "duraznillo" (*Ostrya virginiana* var. *guatemalensis*), "mano de león" (*Oreopanax xalapensis*) e "ilamo" (*Alnus arguta*) en el estrato arbóreo; en el estrato arbustivo, "caliandra" (*Calliandra calothyrsus*), "hoja de queso" (*Senecio petasoides*) y "zarza" (*Mimosa albida* var. *florifundia*); y están, en el estrato herbáceo como más importantes "chispa" (*Pteridium aquilinum*) y otro helecho del género *Adiantum* sp.

Dentro de la zona de vida anteriormente mencionada se encuentra una asociación vegetal diferente, definida como Asociación Edáfica Seca. Las especies más importantes en el estrato arbóreo y arbustivo son: "maguey" (*Agave* sp.), "palo de jiote" (*Bursera simaruba*), "carreto" (*Croton* sp.) y "quebracho" (*Lysiloma auritum*) y en el estrato herbáceo son una compuesta cuyo nombre científico es (*Tithonia tubaeriformis*) y otra especie de la misma familia.

De los factores socioeconómicos, fueron considerados: la población (total, por sexos, analfabetismo, grupo étnico y población económicamente activa), salud, infraestructura, agricultura, y unidades productivas consultando censos, informes y recabando información en el lugar.

La población total de la cuenca es de 10,554 habitantes habiendo una densidad de población de 531 hab./km²

El problema de la tierra es evidente ya que la relación tierras agrícolas por familia es de 4 cuerdas (0.5 ha.)

Debido al deterioro severo de los recursos naturales renovables, las áreas críticas en cuanto a prioridad de manejo se pueden clasificar en tres: a) en la parte norte de la cuenca específicamente en San Mateo Milpas Altas; b) la parte sur, específicamente en un sector de San Miguel Milpas Altas y; c) en varias partes de los taludes de las carreteras principales y las que llevan a los poblados anteriormente mencionados.

Los estudios morfométricos indicaron que la cuenca tiende más a ser cuadrada que

alargada y conjuntamente con la diferencia de altura a lo largo, un cauce bastante corto, condicionan a un alto riesgo de avenidas, que estimada puede ser mayor a $40 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Los taludes y drenajes de las carreteras (Antigua Guatemala, San Lucas Sacatepéquez y viceversa) y de los caminos vecinales (a San Mateo Milpas Altas, San Miguel Milpas Altas y El Hato) se encuentran sin protección y contribuyen con el aporte de sedimentos al río.

La elaboración de la fase II del proyecto Xayá—Pixcayá, que consiste en un túnel que atraviesa la cuenca ha dejado materiales sólidos erosionables expuestos a que sean drenados hacia el río, Y el número de poblados dentro de la cuenca y sus vías de acceso determinan una disminución del área de infiltración dentro de la cuenca lo que provoca un aumento de aguas de escorrentía.

La degradación específica de la cuenca puede llegar a ser de $2100 \text{ TM}/\text{Km}^2/\text{año}$, esta degradación significa la erosión natural de la cuenca. Otras estimaciones hechas en el presente trabajo indican que la Dirección General de Caminos extrae aproximadamente 40.000 m^3 de sedimentos en el cauce del río anualmente.

Caracterización de la Cuenca

El mal manejo de los recursos naturales en las partes altas de las cuencas aumentan los riesgos de las inundaciones continuas en las partes bajas de varios ríos del país. Año con año se producen daños en las partes bajas de las cuencas.

1. Morfometría:

1.1 Dimensiones de la Cuenca:

El área de la cuenca (A) es de 29.97 Km^2 teniendo un largo máximo (La) de 9.15 Km . y un ancho máximo de 9.35 Km . Su perímetro (P) es de 27.92 Km .

Estos datos sirven para calcular los factores y coeficientes de forma de la cuenca que presentamos a continuación:

1.2 Elevaciones:

El nivel base (Nb) de la cuenca, a la altura del puente Matasanos es de 1530 m ., siendo su altura máxima (Hm) de 2400 m . Por otro lado se tiene una altitud media (Hx) de 1928 m . y una mediana de altitud (XM) de 2037 m .

1.3 Pendiente media de la cuenca:

La pendiente media de la cuenca es de 24.7% lo que indica que es la pendiente representativa de la cuenca. Este valor determina terrenos bastante escarpados que difícilmente puedan ser utilizados por el hombre sin causar daños en la degradación de los recursos naturales.

1.4 Orientación:

La orientación Este—Oeste de la cuenca indica que la cuenca recibe insolación uniforme en las dos vertientes, durante todo el día, lo que influye en que la evaporación también sea uniforme de la cuenca.

2. Agua

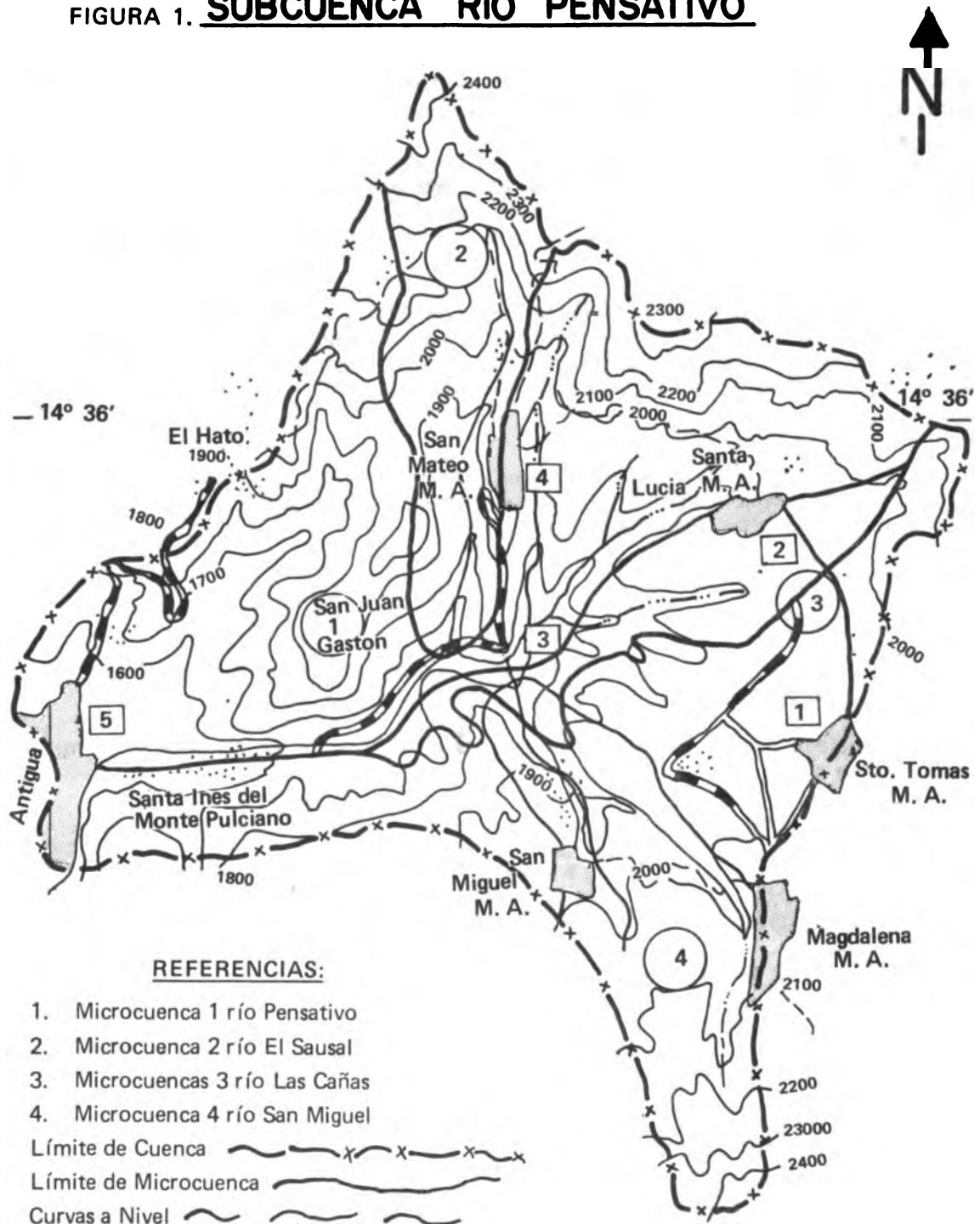
2.1 Morfometría de la red de drenaje:

2.1.1 Clase de la cuenca: según el destino del agua se clasifica como arreica.

2.1.2 Sistema de drenaje:

En la figura No. 1 se puede ver el tipo de sistema de drenaje de la cuenca estudiada. El

FIGURA 1. SUBCUENCA RIO PENSATIVO



I.H.A.

cual es centripeto, definido como una modificación del sistema radial más típico. En la fig. 2 se muestran algunos perfiles.

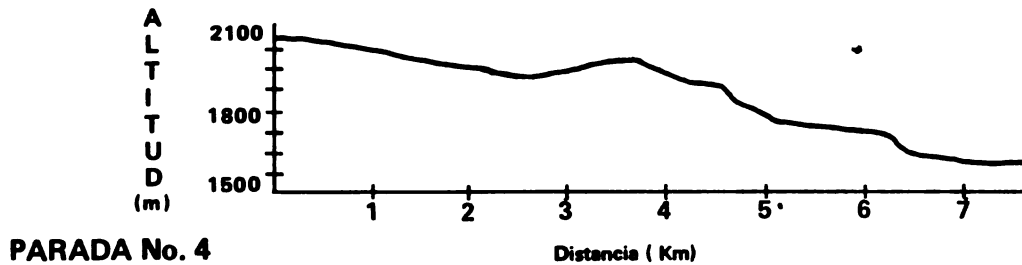
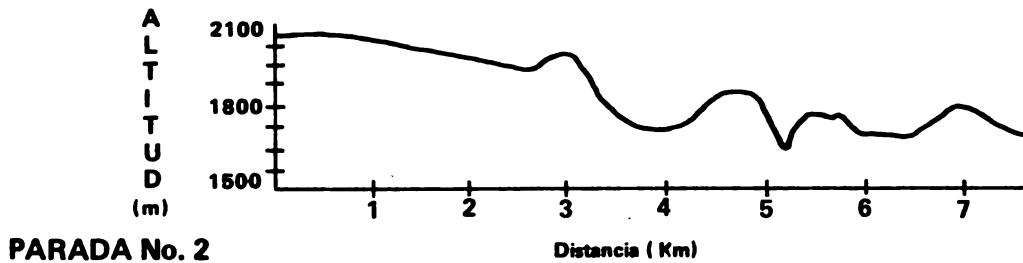
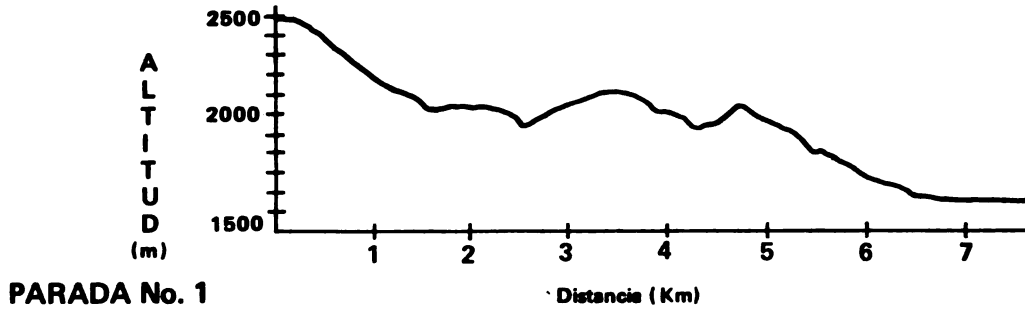


Figura 2. Perfiles de la Cuenca del Pensativo

2.1.3 densidad de Corrientes (Dc) y Densidad de drenajes (Dd).

La densidad de corrientes (D) de 0.233 corrientes/Km² y la densidad de drenajes (D) de 0.995 Km/Km² definen a la cuenca con una densa y bien distribuida red de drenajes, lo que determina una rápida y eficiente evacuación del agua después del punto de saturación de humedad en el suelo.

2.1.4 Orden de las corrientes (ord.):

Las corrientes tienen orden 3 que nos indica que a pesar de que la cuenca es pequeña (30 Km.²) está bien ramificada, lo cual reafirma el buen sistema de drenaje de la misma.

2.2 Precipitación

Los valores van aumentando desde 900 mm/año hasta 1200 mm/año. La menor precipitación se encuentra en la parte norte que colinda en el Cerro El Rejón y las mayores precipitaciones se dan en San Miguel Milpas Altas y parte de Magdalena Milpas Altas.

3. Suelo:

3.1 Geología

- Tsc-2 Sedimentos piroclásticos del terciario.
- Tv Rocas volcánicas no diferenciadas.
- Tvr Rocas riolíticas vitreas del terciario.
- Tvb Rocas volcánicas basálticas.
- Qpa Piroclásticos áereos.
- Qal Aluvión.

3.2 Génesis

En lo que se refiere a génesis de suelos a excepción de San Mateo Milpas Altas, toda el área está en suelos desarrollados sobre materiales fluvio-volcánicos recientes a elevaciones medias. San Mateo Milpas Altas y parte de Santa Lucía Milpas Altas son suelos desarrollados sobre materiales fluvio-volcánicos recientes a elevaciones medianas formada por abanicos aluviales traslapado de material arrojado por los volcanes en época relativamente reciente. Los suelos son jóvenes, profundos y fértiles, su textura va de franco en franco arcillosa, pH ácido y profundidad variable de 1 a 2 m.

3.3 Fisiografía

Las cuencas en su mayoría de veces fisiográficamente se dividen en tres partes: alta, media y baja. En la parte alta la topografía es normalmente quebrada y es en donde se localizan la mayoría de nacimientos de agua. La parte media y baja son más importantes para la agricultura por ser más planas (Mora, J. 1981).

3.4 Características y clasificaciones de los suelos de la cuenca:

Tierras Altas Volcánicas.

Albarca dos grandes paisajes:

- Montañas altas de Sumpango—Milpas Altas y
- Valle de Panchoy.

Sedimentos:

La sedimentación en el cauce del río es uno de los principales problemas en la inundación de la parte baja de la cuenca estudiada.

4. Recursos Vegetación:

4.1 Zona de vida y asociaciones vegetales:

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, toda la cuenca se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En los primeros

muestreos de vegetación fueron determinadas dos diferentes asociaciones vegetales dentro la cuenca. La Asociación Climática correspondiente y una Asociación Edáfica Seca.

5. Factores Socio—Económico:

5.1 Población

El total de habitantes que se estimó se encuentran dentro de la cuenca son 10,554. Siendo un 50.2o/o hombres (5,301 hab.) y un 49.8o/o) mujeres (5,253 hab.). El número o indígenas suman 2,901 hab. o sea un 27.5o/o del total.

Del total de los habitantes un 35.2o/o son analfabetos, es decir, 3719 habitantes.

5.2 Energía:

Martínez (30), afirma que cada guatemalteco consume un promedio de 1.8 m³/año, esto implicaría un consumo anual dentro de la cuenca de 18,426 m³ de leña.

5.3 Salud

Según los médicos del Centro de Salud de Antigua Guatemala, las principales enfermedades que aquejan a los pobladores de la región son gastro intestinales. Esto relacionándolo con los datos de calidad bacteriológica del agua, da una idea del beneficio que se haría solamente en lo que es prevención de enfermedades gastrointestinales que son mortales en niños pequeños, tomando medidas para la distribución de agua de buena calidad bacteriológica.

5.4 Agricultura:

Cómo ya se expuso anteriormente la agricultura es el medio de trabajo de una gran parte de la población de la cuenca, entre los cultivos más importantes tenemos:

- a) Granos Básicos
- b) Horticultura
- c) Floricultura
- d) Fruticultura

5.5 Tenencia de la Tierra:

El 91o/o de los agricultores son propietarios de sus parcelas, lo que vendría a ser un incentivo para motivar el uso de medidas de conservación de suelos.

GUIA DE CAMPO *

M. Basterrechea

- A. De Antigua a Santo Tomás Milpas Altas, así como el resto del recorrido, en autobús.
1. Cuáles son las características de la cobertura vegetal de la cuenca (árboles, pastos, granos, cultivos)?
R: Árboles, Eucalipto, Ciprés, Casuerina, llamo quercus, aguacate, durazno, manzana, pastos: kikuyú, cultivos: maíz, frijol, brócoli, coliflor, arveja china.
 2. Qué características tienen los cortes laterales de la carretera: inclinados, muy inclinados o verticales; cobertura vegetal, drenaje, obras de protección y conservación, extracción de material, derrumbes, el material está o no consolidado . . . ?
R: Muy inclinados, bosque, cunetas, extracción material, derrumbes, consolidado la cobertura de las taludes es nula o escasa, así como en las terrazas; se observan alternancia de cenizas, que a cierta profundidad presentan cierta semiconsolidación; material pumítico debajo y eventualmente roca basáltica, taludes gradados.
 3. Qué profundidad promedio presentan los suelos en los cortes observados?
R: 20-30 (cm) poco profundo 30-50 cms.
- B. El área de Santo Tomás Milpas Altas (1a. Parada)
4. ¿Cuáles son los usos principales de la tierra (agrícola, forestal, pastos)?
R: Agrícola, forestal, pastos.
 5. ¿Cuáles son los cultivos que se aprecian?
R: Arveja china, lechuga, zanahoria, maíz, frijol, tomate, frutales, ciprés y ganado, coliflor, repollo.
 6. ¿Cómo es la densidad demográfica de esta área: alta, baja o promedio, con respecto a otras regiones que usted conoce?
R: Promedio, alto con relación a la costa sur 350 hab/Km².
- C. Panorama en la parte alta de Santa Lucía Milpas Altas (2a. Parada)
7. Estudios realizados en la subcuenca del Pensativo mencionan que esta parte alta de la cuenca es la que ocasiona mayores problemas aguas abajo. Cuáles son las causas de esto para usted: Geología, pendiente, uso de la tierra y otras?
R: Pendiente, uso de la tierra, en fracción de material de los taludes de la carretera, la geología del área. Tenencia de la tierra.
 8. ¿Cómo encuentra las medidas de conservación de suelos (barreras vivas, acequias, surcos en nivel) que se practican en esta parte de la cuenca?
R: Les hace falta mantenimiento a las barreras vivas, surcos en nivel e incrementarlos.
 9. ¿Cuáles son las características de los diferentes suelos en cuanto a textura, estructura y drenaje interno y externo?
R: Franco, arcillo, arenoso, bloques. subangulares, normal, areno-arcilloso, alta capacidad de retención de humedad, suelos sueltos de origen piroclástico sobre roca basáltica granulometría diferenciada, suelo pobre pumítico, poca retención de humedad, pobres en materia orgánica de origen volcánico.
 10. ¿Cuáles son las características del sistema de drenaje superficial natural en esta parte de la cuenca y su contribución a las inundaciones?
R: Dendrítico en la parte alta. En esta area las aportaciones de sedimentos es mínima. Encajonamiento de los ríos las cañas y manzano; según el informe existe una permeabilidad de hasta 68 m³/seg.
 11. ¿Qué función están cumpliendo los disipadores de energía existentes (gradas) en relación a la problemática de la erosión y de control de torrentes e inundaciones?
R: Controla el escurrimiento del agua en las carreteras, disipa la energía cinética del agua pero no influye el caudal y sedimentos que transporta el río.
- D. Intersección de los ríos Las Cañas y San Miguel (3a. Parada)
12. Aprecia alguna diferencia en la calidad de agua de los ríos (sedimentos en suspensión, propiedades físicas del agua y otras características)?

*Respuestas a la guía de campo fueron dadas por los participantes al Seminario-Taller.

R: Una es mas limpia que la otra. El río San Miguel transporta un mínimo de sedimentos y las cañas un máximo en el punto de confluencia se concentra un gran caudal ya que se observó la presencia de material importante en masa y volumen de hasta de 2m. de diámetro lo que significa una velocidad de 9-18 Km./h. de corto recorrido por no haber piedras redondeadas.

13. ¿Cuáles son las diferencias del sistema de drenaje de los ríos?

R: Por lo observado donde está la presa soporta un caudal mayor que el río San Miguel y este tiene un drenaje sub-paralelo y que abarca una subcuenca alargada, con mejor cobertura vegetal; diferentes secciones de los cauces de los ríos. La longitud de las corrientes y el número de afluentes efímeros. Longitud total del cauce principal relativamente corta, lo que presenta un drenaje amplio y una respuesta hidrológica rápida.

14. Calcule aproximadamente el volumen del material depositado en la presa sobre el río Las Cañas.

R: 200 m³. 176.4 m³. , 170 m³. , 150-200 m³. , 180 m³.

15. El área de inundación en la Ciudad de Antigua es aproximadamente de 3 km²., cuál sería el espesor, en milímetros, de la capa de "arena" que cubriría esta área si la presa fallara completamente?

R: 6 mm. 7 mm. 5.7 mm., 3 mm., 5 mm.

16. ¿Qué ventajas y qué desventajas le encuentra a los diques de protección construidos en el río?

R: Ninguna ventaja, la desventaja, es que se azolvó en la primera lluvia fuerte. Ventajas retención de sedimentos, pérdida de energía del agua, protege el cauce. Desventajas actúa como captador de sedimentos y puede producir una avalancha durante una crecida máxima; el material hay que evacuarlo continuamente los diques de gaviones parecen frágiles ante la corriente pues están rotas parcialmente, son obras costosas.

17. ¿Qué haría con el material que se deposita en las presas?

R: Venderlo como arena de río, extraerlo y depositarlo en áreas planas. Para relleno sanitario.

18. Las presas construidas se azolvan completamente antes de terminar las lluvias, qué sugeriría hacer: más presas a lo largo del cauce del río, construir más altas las existentes, u otras alternativas?

R: Más presas e iniciar un proyecto integral de conservación de suelos. Hacer un tratamiento en la parte alta y media de la cuenca del río Las Cañas, mediante estructuras de conservación de suelos, localizar el area crítica de desbordamiento del río, las inversiones en obras, serían innecesarias ya que no resuelven el problema.

19. ¿Qué haría con el puente "Colonial" (lo repararía, lo abandonaría, cambiaría el trazo de la carretera)?

R: Lo repararía; debe conservarse y demostrar que se sabe manejar la cuenca al salvar el monumento histórico.

E. San Mateo Milpas Altas (4a. Parada).

20. ¿Qué problemas de manejo de cuencas observa (erosión, deforestación, cultivos limpios en las áreas inclinadas)?

R: Erosión deforestación y cultivos limpios, áreas inclinadas, sin estructuras de conservación de suelos, con una pendiente del 64o/o terrazas individuales.

21. ¿Qué trabajos de conservación haría en la parcela demostrativa para contrarrestar los problemas mencionados anteriormente y que, a la vez, sean adoptados por los agricultores del área?

R: Mejoraría los diques y haría acequias, hacer terrazas y protegería los taludes de las mismas; las barreras de arboles apropiados al medio, se debe proteger con gramíneas, pozos de absorción, diques de contención en las cárcavas existentes. Combatir las taltuzas, cultivos asociados, frutales y forestales con gramíneas.

22. ¿A qué se debe la formación de cárcavas: al uso de la tierra, a pendientes fuertes, a taltuzas?

R: Uso de la tierra pendientes fuertes y a taltuzas en los diques de contención existentes.

23. ¿Qué piensa de los pozos de absorción en las carreteras como medida para evitar que éstas sean una fuente de sedimentos para los cuerpos de agua?

R: Son medidas adecuadas pero hay que darles mantenimiento e incrementar las ; cunetas escalonadas con desnivel contrario a la pendiente.

F. Puente Matasano (5a. Parada)

24. ¿En qué contribuye el dragado de los ríos a evitar las inundaciones?

R: En forma parcial, el material removido permanece en el lugar, no evita inundaciones solo es un paliativo.

25. A la altura del puente, el río inicialmente atravesaba la Ciudad desde este punto hasta descargar sus aguas en el Río Achiguate. Con el crecimiento de la Ciudad y los problemas de inundaciones el río fue desviado bordeando la población por un recorrido más largo. En qué contribuiría esta situación a las inundaciones actuales? Explique.

R: Disminuye la velocidad de las aguas y se depositan los sedimentos; al mal manejo de la cuenca, es un cause artificial; el río tiene una mayor altura que la ciudad y siempre buscan su cauce antiguo. La obra civil fue diseñada con probabilidad de ocurrencia baja para bajar costos.

26. ¿A que se debe que en la Ciudad de Antigua hay problemas de inundación? Aguas abajo (+ 1 km) ya no existen estos problemas.

R: Por ser el cauce antiguo del río; por iniciarse una nueva subcuenca del río Guacalate con diferentes condiciones hidráulicas. La corriente ya no trae energía y el desborde sufrido aguas arriba el flujo disminuye considerablemente. Al depósito de grandes cantidades de sedimentos en el puente que actúa como represa, el cause del río sube paulatinamente hasta que se desborda.

LA DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO –DIRYA–

DENTRO DEL CONTEXTO DE CUENCA

Jorge Mario del Valle *

Antecedentes

En el año 1957 se creó la Sección de Irrigación e Ingeniería de Obras de Riego, del Ministerio de Agricultura y quedó adscrita al Departamento de Conservación de Suelos, de la Dirección General de Agricultura del Ministerio del Ramo.

En 1958 por reorganización, se formó el Departamento de Recursos Hidráulicos, el cual en 1964 se elevó a nivel de División y pasó a formar parte de la Dirección General de Recursos Naturales, complementándose el control del recurso agua, con los del suelo, forestal, fauna, climatología, y meteorología y control de reservas de la Nación en una sola Unidad Administrativa, la cual duró hasta 1970, fecha en la que se le relega a Dirección de Recursos Naturales Renovables, como dependencia de DIGESA.

A partir de 1974 se inicia la desmembración de tan importante Dirección, separándose en años subsiguientes el control forestal, creándose el Instituto Nacional Forestal –INAFOR–, el Observatorio Meteorológico, hoy INSIVUMEH, el Departamento de Estudios de Proyectos de Riego; la Oficina de Control de Recursos de la Nación –OCREN–, la División de Fauna y Pesca y de la Dirección de Servicios Pecuarios –DIGESEPE–, los distritos de Riego en Operación; quedando en 1982; como la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, –DIRYA–.

Funciones y atribuciones de DIRYA

El reglamento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Acuerdo Gubernativo de fecha 10 de mayo de 1982, asigna a la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento las siguientes funciones y atribuciones:

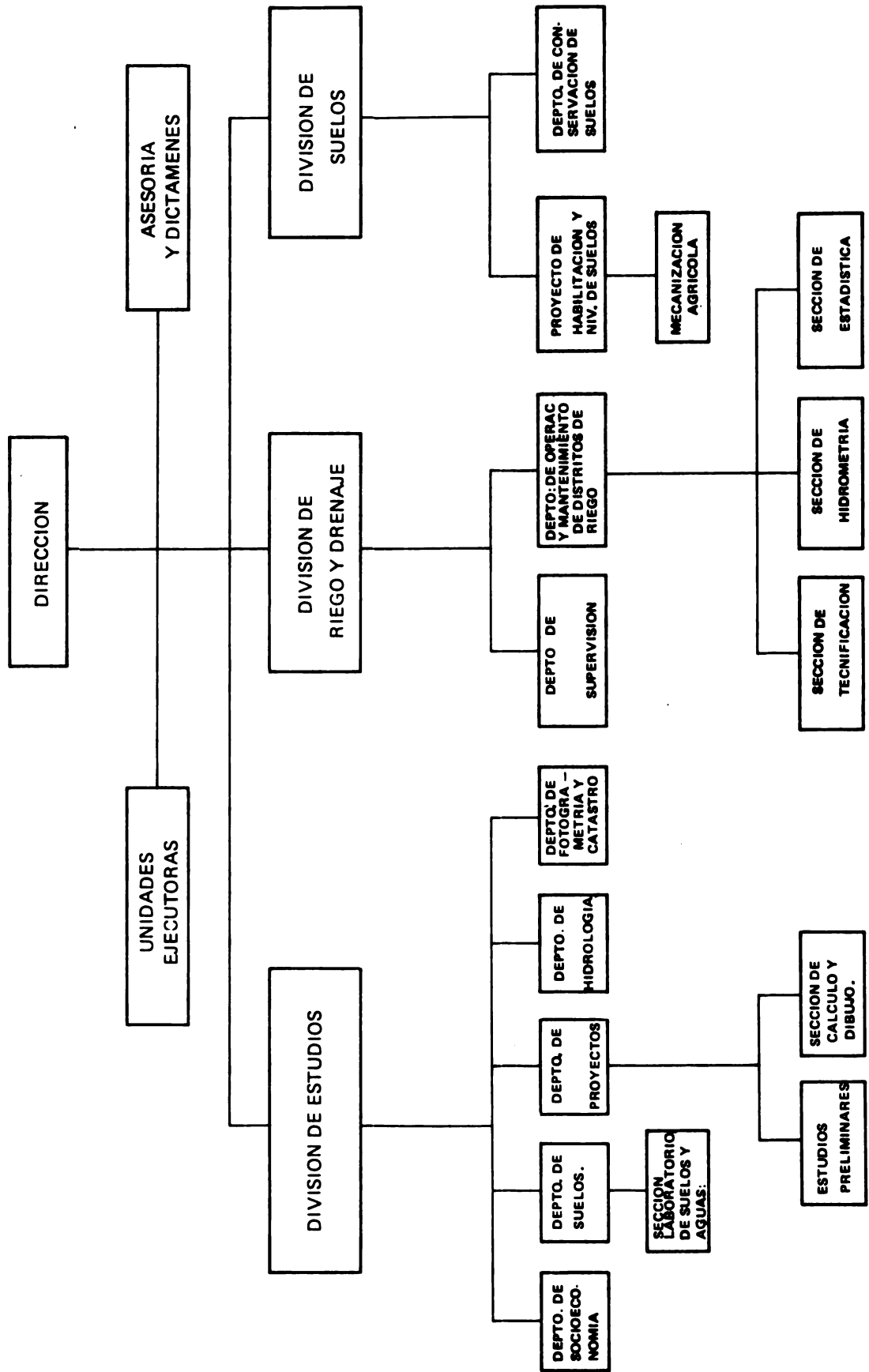
- 1 Mantener el recurso agua y suelo, así como formular las medidas tendientes a garantizar su aprovechamiento y conservación.
- 2 Proponer la reglamentación pertinente para el aprovechamiento del recurso agua y suelo.
- 3 Presentar estudios para evaluar, conceder, denegar, cancelar, renovar, transferir y supervisar la concesión del uso y aprovechamiento del recurso agua por el Estado.
- 4 Programar, construir, operar y mantener los proyectos de riego y avenamiento construídos por el Estado.
- 5 Propiciar que los usuarios de los proyectos de riego asuman la administración, operación y mantenimiento de los mismos.
- 6 Realizar los estudios indispensables para el establecimiento de nuevos proyectos de riego y avenamiento; y
- 7 Realizar las demás funciones y atribuciones que por su naturaleza sean de su competencia.

Organización de DIRYA

Para el cumplimiento de su cometido, la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento se encuentra organizada en Divisiones, Departamentos y Secciones, como se aprecia en la figura (1) A continuación se describe esta organización.

* Jefe del Departamento de Suelos de la División de Estudios contraparte nacional del PRMC.

FIGURA 1: ORGANIGRAMA DE LA DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO



Despacho del Director Técnico.
División de Estudios y Proyectos.
División de Riego y Drenaje.
División de Suelos.

La División de Estudios

Tiene como objetivo fundamental, planificar, dirigir, coordinar y ejecutar la formulación y evaluación de proyectos integrales de riego y/o drenaje, donde las limitaciones de desarrollo agropecuario sean el déficit o exceso de agua. Sus principales funciones y atribuciones son las siguientes.

Fomentar los estudios de prefactibilidad, factibilidad e ingeniería, que contemplan los programas de riego y avenamiento.
Formular solicitudes de financiamiento externo, para la ejecución de programas y proyectos de riego y avenamiento.
Inventariar los recursos agua y suelo, para la formulación de planes regionales de desarrollo agropecuario.

Para el cumplimiento de sus objetivos y funciones la División de Estudios y Proyectos, se encuentra organizada de la manera siguientes:

- Jefatura División de Estudios
- Departamento de Socioeconomía
- Departamento de Proyectos
- Sección de Identificación de Áreas para Riego
- Sección de Cálculo y Dibujo
- Departamento de Hidrología
- Departamento de Suelos
- Departamento de Fotogrametría y Catastro

La División de Riego y Drenaje

Tiene como objetivo, habilitar y nivelar áreas de las unidades de Riego, prestar el servicio de mecanización agrícola y coadyuvar a la conservación del suelo; actividad con la cual se pretende también, la conservación del recurso agua. Sus funciones y atribuciones son las siguientes.

- 1 Ejecutar y mantener las obras de riego y drenaje encomendadas al Gobierno, de acuerdo a los convenios suscritos con municipalidades, cooperativas, entidades nacionales y organismos internacionales.
- 2 Organizar, dirigir y reglamentar los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y álveos de aguas nacionales, tanto superficiales como subterráneas con fines de riego y/o drenaje.
- 3 Coordinar institucionalmente el desarrollo de las zonas de riego y asesoría a las Unidades en lo que a su uso y manejo del agua respecta; y
- 4 Autorizar inscripción de tomas de agua a nivel nacional.

La División de Riego y Drenaje está organizada de la siguiente forma:

- Jefatura de División
- Departamento de Supervisión y Construcción
- Departamento de Operación y Mantenimiento
- Sección de Distritos de Riego particulares
- Sección de Organización de Usuarios
- Sección de Estadísticas
- Sección de Mantenimiento de equipos de Bombeo
- Sección de Cálculo y Dibujo Depende directamente de la Jefatura de la División y realiza trabajos tanto para el Departamento de Operación y Mantenimiento como para el Departamento de Supervisión-Construcción.

La División de Suelos

Tiene como objetivo, habilitar y nivelar áreas de las unidades de Riego, prestar el servicio de mecanización agrícola y coadyuvar a la conservación del suelo; actividad con la cual se pretende también, la conservación del recurso agua. Sus funciones y atribuciones son las siguientes.

Proporcionar asistencia técnica a agricultores sobre conservación, habilitación y nivelación de suelos, implementado para tal efecto, programas de motivación, Prestar asesoría y asistencia técnica a Dependencias del Ministerio y/o instituciones que tengan como fin resguardar y conservar los recursos agua y suelo.

Habilitar y nivelar áreas en Unidades de Riego.

Implementar parcelas demostrativas, con estructuras físicas de conservación de suelos.

Colaborar con la Unidad de Formación de Recursos Humanos del Sector, en la capacitación de Guías Agrícolas.

Para el cumplimiento de sus funciones y atribuciones la División de Suelos cuenta con la siguiente organización:

- Jefatura de División
- Departamento de Conservación de Suelos
- Proyecto de Habilitación y Nivelación de Suelos

Acciones Desarrolladas por la Institución a nivel de Cuenca

División de Suelos

Departamento de Habilitación y Nivelación de Suelos.

Sólo en las áreas de operación de las Unidades de Riego.

Departamento de Conservación de Suelos y Aguas.

Estudios de conservación de suelos y agua a nivel de cuenca, sub-cuenca y microcuenca.

Proyectos puntuales en áreas de alta susceptibilidad a la erosión.

Proyectos de extensión sobre conservación de suelos.

Elaborar material didáctico para pláticas sobre conservación de suelos.

En la actualidad se diseñó un programa de generación de empleo, por medio de trabajos de conservación de suelos.

División de Estudios

Departamento de Suelos

Mapa de cuencas y vertientes escala 1:1,000.000 con sus parámetros físicos en sobre imposición cartográfica.

Mapas de cuencas con unidades de suelos y unidades bioclimáticas.

Determinación de las clases de capacidad agrológica a nivel de Proyecto.

Elaborar el inventario de suelos a nivel nacional departamental y regional.

Departamento de Hidrología

Trabajos de campo:

- Aforos y evaluación de caudales
- Medición de niveles freáticos
- Muestras de calidad de agua

Trabajos de Gabinete:

- Meteorología
- Climogramas
- Caudales medios y su período de ocurrencia
- Caudales Máximos de diseño
- Balances Hídricos
- Isobatas e Isohipas
- Clasificación química de las aguas

Departamento de Fotogrametría y Catastro

- Elabora la cartografía básica para los proyectos de riego y levantamiento catastrales, a nivel de cuenca
- Participa en el estudio y evaluación de los recursos naturales a nivel de cuenca para determinar áreas de posibles embalses.
- Elabora la cartografía temática a diferentes escalas.

Funciones por Departamento de la División de Riego y Drenaje

Departamento de Operación y distritos de riego

Hidrometría (aforos de canales de unidades de riego; calibración de compuertas, diseño y, supervisión de estructuras aforadoras)
Distritos de riego particulares.

- Inscripción de nuevas tomas y su correspondiente diagnóstico.

Inspección ocular y recorrido de la fuente
Aforos en época de estiaje
- Evaluación de fuentes de agua, tanto aguas arriba como aguas abajo del punto de interés.
Elaboración de normas de uso de las fuentes de agua para riego.

Futuros proyectos (Proyección hacia el futuro)

Desglosar las actividades actuales

Suelos

Elaborar mapa a escala 1:500,000 del esquema FAO—UNESCO y su correlación a la taxonomía americana y a las series de suelos de Guatemala a nivel de cuenca. Estructurar una unidad de asesoramiento itinerante sobre conservación de suelos y aguas.

Crear una unidad de estudios integrales para el manejo de cuencas.

Agua

Efectuar estudios de sedimento en cuencas prioritarias (donde actualmente funcionan unidades de riego y en donde se preve que funcionarán proyectos en el futuro). Establecer un programa continuo de monitoreo de calidad de agua en proyectos existentes y en zonas de futuros proyectos, y así poder detectar algún posible cambio en la calidad de agua, por algún agente contaminante. Tratar de implementar una red hidrológica específica para proyectos de riego, tanto para operación como para investigación;

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Hay falta de presupuesto dentro de la institución para cubrir todas las atribuciones asignadas en la ley de creación.

Hace falta la actualización profesional y técnica de una parte del personal de la institución.

Los recursos humanos, físicos y equipo se encuentra en algunos casos subutilizado.

Recomendaciones

Solicitar ampliación presupuestal para la implementación de nuevos proyectos que surgirán a partir de reestructuración.

Diseñar y programar el adiestramiento y actualización profesional y técnico, acorde con las necesidades de la institución, pero aplicada al desarrollo integral de cuencas.

Se debe planificar la reestructuración de la institución para maximisar los recursos humanos, físicos y de equipo.

ACTIVIDADES QUE REALIZA EL INSIVUMEH RELACIONADAS

CON EL MANEJO DE CUENCAS

Julio Roberto Martínez*

El INSIVUMEH por ser una Institución de Servicio y conforme los estatutos de formación, es la entidad estatal encargada de realizar las mediciones de todos los parámetros hidrometeorológicos que ocurren dentro de las cuencas que componen el territorio Nacional.

El INSIVUMEH no es una institución usuario de las cuencas sino que es un controlador de las mismas es decir que únicamente obtiene la información y la divulga para que sea utilizada por los distintos usuarios.

A la par del control que ejerce en las cuencas el INSIVUMEH cuenta con un programa de investigación para conocer y cuantificar los recursos hidráulicos aprovechables y también con el fin de prevenir los efectos negativos que provocan los fenómenos hidrometeorológicos en las cuencas.

Dentro de las actividades de control se realizan las mediciones de los parámetros climáticos e hidrológicos por medio de las redes de estaciones meteorológicas e hidrológicas a nivel nacional. Las estaciones meteorológicas e hidrológicas están ubicadas en la mayoría de las cuencas de Guatemala distribuidas adecuadamente dentro de las mismas con el fin de hacer las mediciones de los fenómenos hidrometeorológicos que ocurren en éstas y poder cuantificar el recurso agua que aporta cada cuenca.

Para brindar la información al público se elaboran los boletines anuales de datos meteorológicos e hidrológicos. Los Boletines de datos hidrológicos presentan la información de los Caudales Medios Diarios que escurren por las diferentes estaciones de control; además se presentan los datos extremos a nivel mensual y de toda la estadística disponible, los caudales específicos y un promedio de todo el registro de la estación a nivel mensual y anual.

Con los Boletines de datos Meteorológicos se brinda la información de todos los parámetros meteorológicos que se miden en las diferentes estaciones.

Todos los datos obtenidos por las redes de estaciones son procesados y almacenados en el banco de datos hidrometeorológicos nacional.

Los puntos de medición son seleccionados para estudios a nivel macro, y no se ubican estaciones para estudios específicos (salvo alguna petición especial) es por esto que algunas instituciones estatales que manejan el recurso agua cuentan con mini-redes de estaciones hidrometeorológicas que utilizan para estudios o proyectos específicos (es el caso del INDE, DIRYA, EMPAGUA, MOSCAMED, etc.) para diferentes aprovechamientos.

A nivel de investigación en el INSIVUMEH existe una sección que se encarga de la aplicación de los datos hidrometeorológicos para diferentes estudios, es ésta la Sección de Hidrología Aplicada la cual se encarga de analizar cada una de las cuencas y hacer estudios del tipo de Morfometría, Hidrológicos propiamente dicho, Análisis de precipitaciones máximas, Análisis de intensidad de lluvia, Aplicación de modelos hidrológicos, estudios Batimétricos para los diferentes lagos y lagunas, control de inundaciones, etc. y además estudios específicos que son solicitados por el Ministerio o alguna entidad afin.

También con respecto a la calidad de agua se están realizando muestreos de los distintos parámetros químicos en los mismos puntos donde se hicieron análisis para elaborar el atlas hidrológico, con el fin de comparar las concentraciones y actualizar dicho atlas.

Además el INSIVUMEH por medio de la Sección de Aguas Subterráneas realiza estudios para cuantificar, evaluar y explotar adecuadamente los diferentes acuíferos en las cuencas de Guatemala.

Por lo anterior expuesto la labor de INSIVUMEH es de control e información de las cuencas para proporcionar datos que ayuden a efectuar un adecuado manejo de las mismas.

* Ingeniero de la Sección de Hidrología Aplicada..

ASPECTOS DE MANEJO DE CUENCAS REALIZADOS POR EL INDE

Mario Vela *

El Instituto Nacional de Electrificación, INDE, forma parte del sector eléctrico del país y para su funcionamiento goza de autonomía propia y la función ejecutiva la integra un Consejo Directivo, una Presidencia y siete Gerencias

Las Gerencias se desarrollan en una forma ordenada y complementaria hacia un objetivo común. La Unidad de Protección de Cuencas del INDE, pertenece a la Gerencia de Obras y su fin es proteger y conservar los recursos naturales renovables donde el INDE construye, tiene construidas o proyecta construir obras de aprovechamiento hidroeléctrico, con el fin de mantener la vida útil de las obras.

La Unidad para Protección de Cuencas está organizada por una Coordinación y tiene tres distritos, el Distrito Norte y Nor-Occidental, cubren la subcuenca del río Chixoy y el Distrito Central comprende la cuenca del río Los Esclavos y la de Jurún Marinalá.

Los componentes de las actividades que realizan la Unidad para Protección de Cuencas son:

- Investigación, capacitación y reforzamiento institucional y extensión,
- Control de sedimento en el río troncal,
- Manejo de sedimentos en el embalse, y
- Estabilización de taludes, control de cárcavas y corrección de avenidas.

Para el componente de investigación se han realizado todos los trabajos inherentes a geología, geomorfología, hidrogeología, etc, que permitan diseñar los sistemas mas apropiados para evitar el arrastre de sedimentos hacia el embalse y detectar las áreas críticas de trabajo prioritario.

En capacitación el INDE, mantiene un programa permanente de su personal en servicio y en el caso de protección de cuencas, tiene becado a un Ingeniero Agrónomo en el CATIE para la obtención de un postgrado en Manejo de Cuencas.

Por otro lado, promueve el uso de la electricidad en el medio rural a través de sus programas de electrificación rural.

En lo que respecta a los demás componentes, el INDE protege anualmente un promedio de 12,000 hectáreas con diferentes prácticas (disipadores de energía, diques, barreras, canales de desviaciones, control de avenidas, etc.)

Las transferencias que se pasarán y complementarán esta exposición ponen de manifiesto el interés del INDE por proteger y conservar y manejar los recursos naturales, y con esto mantener la vida útil de las obras de generación hidráulica que ha construido y piensa construir en el futuro.

Actualmente el INDE, elabora un perfil detallado para el manejo de los recursos naturales en la cuenca del río Chixoy conjuntamente con otras instituciones del Sector Público Agrícola, para su presentación al Banco Interamericano de Desarrollo y lograr su financiamiento.

Actualmente la unidad para protección de cuencas, lleva registros sobre costos, avance físico y efectividad de sus actividades, originada de un programa elaborado a corto, mediano y largo plazo.

Los problemas confrontados a la fecha pueden sintetizarse en: a) de carácter técnico y b) de carácter institucional.

De carácter técnico, porque faltan datos básicos que permitan estructura criterios de diseño en las obras construidas y de carácter institucional, porque el INDE tiene que realizar otras actividades que no son de su competencia, por no realizarlas las dependencias específicas (reforestación, conservación de suelos, extensión agrícola, etc.).

*Ing. Agrónomo, Coordinador de la Unidad de Protección de Cuencas

ASPECTOS DE MANEJO DE CUENCAS REALIZADOS POR

INAFOR

L. Angel Bethancourt *

Introducción

El Instituto Nacional Forestal —INAFOR—, según decreto ley 118—84, es la institución rectora de la administración del recurso forestal del país.

En el mes de julio del corriente año la institución es reestructurada en las Direcciones siguientes:

- Dirección de Desarrollo Forestal
- Dirección de Manejo Forestal
- Dirección Financiera
- Direcciones Regionales
- Dirección de Conservación Ambiental

Esta última Dirección está integrada por los Departamentos de:

- Areas Protegidas y Vida Silvestre
- Recuperación de Zonas Áridas y Semiáridas
- Ordenación de Cuencas Hidrográficas

Aprovechamientos Forestales, Reforestación y/o Forestación

El aprovechamiento forestal del bosque es efectuado en forma racional y sostenida.

Las licencias de aprovechamiento forestal, por su volumetría se clasifican en:

1. Pequeña escala: hasta 100 mts.³
2. Gran escala: de 101 a 400 mts.³
3. Gran escala: de 401 mts.³ a más

Se garantiza la reforestación, mediante una póliza de fianza en tres fases que comprenden un año de establecimiento y dos de mantenimiento.

Departamento de Ordenación de Cuencas Hidrográficas

Antes de la reestructuración, éste Departamento se encontraba dentro del organigrama de la Unidad de Evaluación y Promoción, denominándole Departamento de Ecología y desarrollaba un sistema de caracterización topo-ecológica del paisaje, a través del análisis de mapas topográficos a escala 1:50,000, publicados por el IGM y el producto de sensores remotos. Este mapeo ecosistemático es una serie de mapas temáticos de los diferentes elementos que forman el paisaje, como son los siguientes:

- El drenaje
- La pendiente
- La vegetación
- El suelo

A continuación unos breves datos sobre cada uno de estos mapas temáticos.

Análisis de pendientes donde son delimitados 5 rangos de pendiente en o/o.

*Ingeniero Agrónomo, jefe del departamento de Ordenación de Cuencas Hidrográficas

Menor de 4
de 4 a 8
de 8 a 16
de 16 a 32
mayor de 32.

Análisis de susceptibilidad a la erosión, se delimitan 4 clases de erosión:

Laminar
Laminar-surcos
Surcos—Cárcavas
Cárcavas.

Análisis de uso actual de la tierra, apoyados con fotografías aéreas o imágenes satelares, utilizando la clave de clasificación de la U.C.I.

Mapa de uso potencial, como el mapa anterior, este es elaborado con el auxilio de productos de sensores remotos. Para la clasificación de éste es utilizada la clave de clasificación de tierras del U.S.D.A.

Mapa de prioridades de conservación, delimitación de áreas frágiles o susceptibles a la degradación.

Como producto final de mapeo ecosistemática y el cual consiste en la sobreposición de sus elementos ambientales que conforman el paisaje, con el fin de delimitar las áreas prioritarias de reforestación o áreas frágiles a la degradación si no son utilizadas las prácticas de conservación del suelo. Este mapa es utilizado por INAFOR con el fin de ubicar los frentes de reforestación.

Entre los trabajos del Departamento de Cuencas Hidrográficas, están los siguientes:

- Mapeo ecosistemático del Altiplano nor-occidental
- Mapeo ecosistemático del Altiplano centro-nor-oriental
- Mapeo ecosistemático del proyecto T-520
- Mapeo ecosistemático de la cuenca del río Chixoy, a nivel de reconocimiento
- Mapeo ecosistemático del bloque Chocón Nacional
- Mapeo ecosistemático de la cuenca del río Pensativo
- Mapeo ecosistemático de la cuenca del Lago de Amatitlán
- Mapeo ecosistemático de la cuenca del río Grande de Zacapa
- Mapeo ecosistemático de la finca nacional San Jerónimo
- Evaluación de los bosques de coníferas en el área oriental de Guatemala
- Clasificación ambiental de los bosques de coníferas del oriente de Guatemala
- Análisis de la vegetación de los barrancos de la ciudad en colaboración con la Municipalidad de la ciudad.

Asimismo el Departamento presta colaboración a otras instituciones, que solicitan informática de áreas específicas.

En la actualidad se continúan elaborando los mapas temáticos de las cuencas hidrográficas, para identificar en los mapas, los problemas, las alternativas de solución y su tratamiento forestal.

Se efectuará el inventario de la cobertura forestal por cuenca hidrográfica y correlacionado con los mapas temáticos, para coadyuvar en el bienestar económico-social y evitar la dependencia de la calidad de vida de sus habitantes.

También se efectúa la forestación mediante el establecimiento de bosques energéticos comunales y el programa de incentivos fiscales a la reforestación.

Como uno de los logros en el Manejo Integral de Cuencas, en el aspecto legal, fue la coordinación inter-institucional en la elaboración del anteproyecto del Capítulo VII "De las Cuencas Hidrográficas y su Reglamento".

Las instituciones que prestaron su valiosa colaboración, evitándose la duplicidad en otros anteproyectos de ley fueron: Dirección General de Caminos, INSIVUMEH, DIRYA, IMFOM, EMPAGUA, UNEPAR y Socio-Educativo Rural.

TITULO VII –DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS

- Artículo 1o. Se entiende por Cuenca Hidrográfica la extensión geográfica delimitada por características topográficas, por la cual el agua drena por un cauce común.
- Artículo 2o. Se entiende por cauce el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas.
- Artículo 3o. Se entiende por Ribera de los Ríos las fajas laterales de las cauces situadas por encima del nivel de aguas bajas.
- Artículo 4o. EL INAFOR a través del Departamento de Ordenación de Cuencas Hidrográficas y en coordinación con Instituciones Estatales, realizará el estudio de los recursos naturales renovables a efecto de obtener la información básica que establezca la priorización de un manejo integral de la red hidrográfica del país.
- Artículo 5o. EL INAFOR en coordinación con otras Instituciones del Sector Público, evaluará el establecimiento de proyectos de desarrollo que afecte el equilibrio ecológico de las Cuencas Hidrográficas.
- Artículo 6o. EL INAFOR como responsable de la Administración de los Recursos Naturales Renovables, coordinará la ejecución de los proyectos de manejo integral de las Cuencas Hidrográficas.
- Artículo 7o. Las tierras de aptitud forestal, serán clasificadas como tal y su uso deberá ser fundamentalmente cultivo de bosques o cultivos perennes de cobertura arbórea, para lo cual se crea el CATASTRO FORESTAL.
- Artículo 8o. EL INAFOR a través del reglamento de la presente ley, establecerá las normas técnicas que regulen el manejo racional e integral de los recursos naturales renovables.

REGLAMENTO DEL TITULO VII –DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS.

- Artículo 1o. Se declara zona de protección forestal, las riberas de los ríos, lagos, lagunas, esteros (cuerpos de agua), nacimiento y manantiales, en su área de influencia, que será determinada por los estudios inter-institucionales estatales, que manejan el agua.
- Artículo 2o. Las riberas de los ríos y orillas de cuerpos de agua, serán utilizadas para especies forestales o cultivos permanentes, mediante medidas de conservación de suelos, no cultivos limpios, para evitar la erosión del suelo y sedimentación en infraestructuras de obras civiles.
- Artículo 3o. INAFOR en coordinación con Instituciones del Sector Público Agrícola y otras, efectuarán la reforestación y conservación de suelos en las Cuencas, para minimizar la erosión y aumentar la capacidad de almacenamiento de agua de la Cuenca Hidrográfica.
- Artículo 4o. El cambio de uso de los suelos de vocación forestal, será exclusivamente para cultivos permanentes, previo estudio agrológico.
- Artículo 5o. La Dirección de Formación de Recursos Humanos del Ministerio de Agricultura y Alimentación en coordinación con el Ministerio de Educación e INAFOR, reforzarán la enseñanza práctica del manejo de recursos naturales renovables en la Materia de Agropecuaria.
- Artículo 6o. El Departamento de Cuencas Hidrográficas llevará el registro y catastro de los cambios de uso de la tierra en las Cuencas Hidrográficas.
- Artículo 7o. Toda extensión forestal autorizada para cambio de uso de la tierra en el contexto del presente reglamento, no podrá ser convertida a cultivos limpios.

LA UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES –UNEPAR–

Introducción:

Salvador Ayala*

Esta unidad fue creada por Acuerdo SP–M–129–75 del 27 de octubre de 1976 habiendo iniciado labores inmediatamente con una estructura, procedimientos y métodos de trabajo similares a los del departamento de Ingeniería Sanitaria (DIS) que era Dependencia de la División de Saneamiento Ambiental, que luego se transformó en UNEPAR.

La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales(UNEPAR), es una entidad estatal, que depende de la Dirección Superior, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Objetivos de UNEPAR

Objetivo Básico

Ejecutar el Programa Nacional de Acueductos Rurales.

Objetivos Institucionales

- Promover la coordinación e integración del sector, comenzando por el área rural, contando para ello con una definición clara de los organismos integrantes y de las funciones a ejercer por cada uno de ellos, con el fin de conseguir que sus gestiones se complementen, evitando así la dispersión de esfuerzos y aumentando su productividad.
- Lograr obtener la agilidad administrativa y el soporte financiero compatibles con la ejecución de los programas asignados a la institución.
- Promover el fortalecimiento de las unidades regionales con base en una descentralización administrativa responsable, que facilite la participación regional y local en la solución de sus problemas

Objetivos de cobertura y calidad de los servicios

- Dotar a toda población rural con servicios de agua potable, alcanzando y manteniendo niveles de calidad de los mismos, compatibles con la capacidad económica y condiciones socio culturales de la comunidad.
- Proporcionar servicios que mejoren las condiciones sanitarias, eleven el nivel de salud, ofrezcan comodidad, estimulen el desarrollo general del área rural, desestimulen la emigración y aumenten el bienestar general de sus habitantes.

Objetivos Financieros

- Planificar y organizar los programas de tal manera que los sistemas de agua potable construidos, generen para los comités encargados de su administración y operación, ingresos suficientes para cubrir los costos de operación, mantenimiento y administración de los servicios y les permitan atender las obligaciones financieras contraídas con UNEPAR, tales como amortización parcial de la inversión realizada, destinada a ser reinvertida en el programa de acueductos rurales.
- Obtener para el caso de recursos de crédito, las condiciones más favorables en términos de intereses, plazos y obligaciones asociadas a créditos de desarrollo.

Objetivos Administrativos y de Gestión

- Impulsar los programas de desarrollo institucional que tienden a fortalecer la capacidad técnica, operativa y administrativa de la Entidad, para el logro de su misión y que le permitan adecuarse permanentemente a las circunstancias impuestas por las necesidades de la comunidad rural en relación al suministro de agua y los recursos puestos a su disposición para satisfacerlas.

*Funcionario del Departamento de Planificación.

Objetivos Socio—culturales y de Desarrollo de la Comunidad

- Promover la elevación del nivel socio—cultural de la comunidad, educándola para la mejor utilización de los servicios derivados de los programas de inversión.
- Buscar e impulsar por todos los medios la participación activa de las comunidades y sus dirigentes, mediante labores de promoción y divulgación, para conseguir soluciones acordes con las necesidades de los beneficiados y la permanente colaboración de las personas para resolver sus problemas de servicios.

Funciones y Atribuciones

- a) Ejecutar las políticas del Sector Salud, de acuerdo con los lineamientos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- b) Canalizar todos los recursos del Estado destinados al plan Nacional de Agua Potable Rural.
- c) Mantener una estructura de organización eficiente y adecuada a las necesidades de UNEPAR, empleando técnicas de gestión y Administración que garanticen la calidad de los servicios y el cumplimiento de los compromisos adquiridos con la Unidad.
- d) Programar, dirigir, ejecutar, coordinar, evaluar, supervisar y controlar el eficiente desarrollo de los servicios, sistemas y procedimientos administrativos en apoyo a las actividades relacionadas con los objetivos planteados anteriormente.
- e) Modernizar, dinamizar y racionalizar el funcionamiento de los sistemas y servicios administrativos en apoyo a las actividades de la Unidad para que sus acciones sean eficaces.

Departamento de Ingeniería

Es responsable del desarrollo e introducción de los sistemas de agua potable en las comunidades rurales y efectuar estudios de factibilidad técnica de los proyectos que elabore UNEPAR. El Departamento de Ingeniería tiene bajo su responsabilidad la Sección de Coordinación de Programas; Sección de Estudio y Diseño, que tiene a su cargo los Programas de Estudios y Diseños; Sección de Operación y Mantenimiento, donde se ubican los programas de Oparación, Mantenimiento Preventivo y Desinfección; Sección de Unidades Regionales, donde se localiza la Regional Central, Regional Oriental, Regional Occidental y Regional del Norte; Sección de Promoción que a la vez tiene a su cargo Promoción Comunal y Delegación; y la Sección de Construcción, donde se ubica Acueductos y Perforación de Pozos.

Programa CARE

Para contribuir a la solución de la problemática de salud que vive el área rural de Guatemala este programa contempla:

- La Construcción de proyectos de Agua Potable y de Saneamiento de Comunidades Rurales.
- La Ejecución de toda la fase de Planificación y Estudio que se requiera, será realizada por UNEPAR con colaboración de CARE. Otras instituciones colaboraran con la elaboración de sub-Programas de Educación Sanitaria, como condición indispensable además el programa deberá incluir la formación de comités de Construcción, Administración y Mantenimiento para los acueductos.

Límites:

- El programa se limita geográficamente, el proceso de selección de las Comunidades será de acuerdo a intereses de CARE, en el desarrollo integral comunitario, así incluyéndose las comunidades que estén participando en otros programas CARE.
- Las Comunidades son seleccionadas de mutuo acuerdo entre UNEPAR y CARE.

Elegibilidad:

Son elegir cualquiera de las comunidades localizadas en las zonas de trabajo de UNEPAR que deseen servicio de Agua Potable y Letrinización y que acepten las obligaciones que esto conlleva.

Obligaciones de CARE:

- Proporcionar el capital a un monto establecido, según costo de construcción de los proyectos convenidos.
- CARE suministrará los materiales necesarios para la construcción de Acueductos y Letrinización según necesidades y exigencias del sistema.
- Proveer el personal directivo y operativo necesarios.
- Los supervisores de CARE visitarán las Comunidades y revisarán la fase de implementación del proyecto para asegurar la debida ejecución de los planes previstos.
- CARE coordinará los esfuerzos con UNEPAR para mantener sistemas de información que permita el control en una forma más ágil y efectivo del avance del programa.

Obligaciones de UNEPAR:

- UNEPAR deberá presentar los planos de diseño técnico y presupuesto requerido para la ejecución de los proyectos.
- Asegurar que las comunidades comprendan y estén deseosas de cumplir con sus obligaciones.
- UNEPAR proporcionará los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos:
 - Recursos Humanos
 - Salarios
 - Promoción de eficiencia
 - Adiestramiento y formación de Grupos comunitarios.
- UNEPAR aceptará el aporte de CARE en concepto de asesoría técnica según acuerdo.
- Al finalizar la ejecución de un sistema se certificará la finalización de la obra conforme los planos elaborados y detalles, aportes de UNEPAR, aporte comunitario y de otras Instituciones.
- Cubrir parte de los gastos que incurran en relación a éste programa.

Base para la Selección de Comunidades:

- Se tomarán en cuenta comunidades cuya población se encuentre entre el rango de 200 a 2,000 habitantes y que se encuentren en las áreas de trabajo de UNEPAR.
- Interés de la Comunidad, además de contar con los recursos necesarios, económicos y humanos.
- Los Estudios hidráulicos se realizarán durante los meses de marzo y abril y además en el tiempo oportuno los estudios socioeconómicos.
- Las comunidades deberán tener vías de acceso aceptables para facilitar el transporte de materiales, la inspección y el control del proyecto.
- Las comunidades deberán tener los derechos sobre las fuentes y derechos de paso por donde pasará la tubería del acueducto.

Programa BID

Tecnología del programa

Los sistemas integrarían la nueva etapa del Programa de Acueductos Rurales, los cuales son de concepción sencilla y diseñados bajo especificaciones y criterios ajustados al medio en el que serán construídos, operados y mantenidos. Estas consideraciones observadas en la estructuración de los proyectos permiten lograr:

- Un alto grado de utilización de materiales locales;
- Un empleo intensivo de mano de obra no calificada proveniente de las propias comunidades que serían beneficiadas;
- Costos bajos de operación y mantenimiento.

En la mayor parte de los sistemas se hará uso de aguas de manantiales que requiere de un tratamiento mínimo o solamente de la aplicación de un desinfectante previo hacer construídas. Su funcionamiento en casi totalidad de los casos, será por gravedad, evitando de esta manera la necesidad de instalar equipos electromecánicos y el depender combustibles o suministro de energía eléctrica para su operación.

Criterios de Elegibilidad de Comunidades y de Selección de Proyectos

- Para la determinación de la muestra de los 45 proyectos ya aceptados y de los 65 restantes para completar el universo del programa, se han aplicado y convenido las siguientes normas de elegibilidad de comunidades susceptibles de ser favorecidas y criterios de selección final de los proyectos.

Criterio para determinar las comunidades elegibles:

En la selección preliminar de comunidades se ha dado preferencia a las que careciendo de servicio de agua potable, tienen las mayores concentraciones de población, disponen de acceso adecuado para el transporte de materiales y están ubicados en regiones con programas prioritarios de inversión en los sectores económicos y sociales.

El proceso de la selección preliminar y los criterios específicos seguidos son los siguientes:

Del catastro de comunidades que habían tomado unas 250 con una población actual entre 400 y 2000 habitantes, las cuales en principio muestran condiciones favorables a la realización de proyectos de agua potable, en los siguientes aspectos.

- Localización, confiabilidad y características adecuadas de las fuentes para el diseño de sistemas de concepción sencilla.
- Ausencia de problemas legales en la sesión de las fuentes, adquisición de terrenos y derechos de paso.
 - Inexistencia de accidentes topográficos extraordinarios.
 - Fácil accesibilidad vehicular a la comunidad.
 - Disponibilidad de otros servicios básicos: centros de salud, escuelas, energía eléctrica, etc.

Al terminar la selección preliminar se realizan visitas a las comunidades preseleccionadas para verificar la información anterior y adicionalmente, obtener los datos de campo que se indican a continuación y cuyas evaluaciones permiten efectuar el proceso de selección definitiva de las mismas:

- Caudal de las fuentes mediante aforo.
 - Análisis de la calidad física, química y bacteriológica de las aguas.
 - Altura y distancia a las probables fuentes.
 - Croquis de localización de viviendas y de áreas y dependencias públicas.
 - Magnitud de los accidentes topográficos.
- Condiciones favorables para diseñar un sistema de acueductos con especificaciones técnicas sencillas.

Interés de la comunidad por la instalación de acueducto y disposición a pagar por el servicio y a responsabilizarse por las actividades rutinarias menores de administración, operación y mantenimiento, a través de un comité de agua a constituirse. Este proceso y criterios han sido empleados para la selección de las comunidades, cuyos proyectos integran a nuestra representativa y se aplicarán para las comunidades adicionales que serían beneficiadas por la etapa IV de acueductos ru-

rurales.

Criterios de selección de los proyectos :

Las condiciones mínimas que deben cumplir los proyectos para ser declarados factibles son los siguientes:

Corresponder a comunidades entre 400 y 2,000 habitantes en la iniciación del período de diseño y con las mayores concentraciones de población sin servicio de agua potable. Contar con una fuente de agua segura en caudal y calidad, con un rendimiento mínimo de 1 litro por segundo o equivalente a la máxima demanda diaria

Programa Alemán

Este financiamiento tiende a fortalecer la cobertura de la Regional de Occidente debido a las necesidades que en el sector se observa, debido en algunos casos a la inaccesibilidad de las comunidades rurales, este programa tiene una cobertura en la región de 140 Kms.2 cubriendo parte de los departamentos siguientes:

Huehuetenango
San Marcos
Quetzaltenango
Retalhuleu
Quiché
Sololá
Suchitepéquez

Para que una comunidad sea seleccionada es necesario la recepción de una solicitud de parte de la comunidad interesada, lo que nos indica que la comunidad tiene problemas en el Agua Potable.

Que la comunidad cumpla con los requisitos mínimos de caudales de la fuente propuesta.

Los criterios de diseño para los Acueductos Rurales son las normas de diseño aplicadas por UNEPAR las cuales se usan también en los proyectos de otras instituciones internacionales.

Respecto a la dotación de agua, que tiene una importancia primordial para el dimensionamiento de todo el sistema, son las cifras correspondientes las siguientes:

ZONA	SISTEMA:	DOTACION DE AGUA:
Rural Concentrada	Conexiones domiciliar (cd.)	60-90 1/cd.
ZONA	SISTEMA:	DOTACION DE AGUA
Rural Dispersa	Llenacántaros	40-60 1/cd.
Rural Dispersa	Pozos con bombas de mano	40 1/cd.

Programa Japonés

El presente financiamiento pretende dar servicio indistintamente a todo el país. En este financiamiento se incluirán comunidades cuya única forma de abastecerse de agua potable sea por medio de un sistema por bombeo, ya sea que la fuente sea un pozo o que la fuente se encuentre por debajo del nivel de la comunidad.

Para que una comunidad sea incluida en el programa de introducción de Agua Potable es necesario la presentación de una solicitud por parte de la comunidad interesada.

El los proyectos diseñados se tratará de tener una cobertura de servicios de por lo menos un 90o/o.

Se determinará para este programa una tarifa por sistema, cuyo monto cubre el costo de Administración, Operación y Mantenimiento del mismo.

Los períodos de diseño generalmente adoptados son de 15 a 20 años, tiempo durante el cual se estima que los sistemas prestarán un servicio adecuado según su capacidad.

Selección de Comunidades:

Aquí se toman en cuenta los siguientes factores:

Que la comunidad sea Rural

Que el número de habitantes actuales sea superior a los 200 habitantes

Interés de la Comunidad en el servicio de agua

Estudios preliminares:

Se realizan las siguientes actividades:

Visitas preliminares, en las que se determina:

- Accesibilidad
- Disponibilidad
- Concentración de la población
- Necesidad sentida de agua.
- Aforo de la fuente (época seca)
- Análisis del agua de la fuente para determinar su potabilidad.
- Selección de las comunidades factibles
- Organización o reorganización del Comité de Agua Potable.

Dotación:

La dotación se expresa en litros por habitantes y por día, y varía según el tipo de servicio que se instale, así como de las costumbres y características propias de cada comunidad.

Para conexiones domiciliarias la dotación varía de 60–120 l/h/d.

Para chorros públicos (Llenacántaros) se estima una dotación promedio de 40 l/h/día.

ASPECTO DE MANEJO DE CUENCAS REALIZADO POR LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA —EMPAGUA—

Raúl Franco*

EMPAGUA en la actualidad pone mayor énfasis en las áreas en donde capta el agua y ha dejado al margen los problemas que ocurren aguas arriba de éstos puntos. Desde el año 1983, comenzó a funcionar la Sección de Conservación, Saneamiento y Reforestación de Cuencas de EMPAGUA, la que dependía en ese entonces, presupuestariamente, de la Unidad de Sistemas de Gravedad, actualmente se ha convertido en la Unidad de Manejo de Cuencas, pero a la fecha no ha logrado establecer programas efectivos que tiendan a mejorar las condiciones de las cuencas que la abastecen de la materia prima, debido a que estas cuencas, en su mayoría, pertenecen a otras municipalidades vecinas al municipio de Guatemala, por ejemplo: al sistema "La Brigada" lo abastecen los ríos Pancodea, San Miguel, Gumar, Milagro, Las Limas, que pertenecen al municipio de San Pedro Sacatepéquez. Al sistema "Lo de Coy", lo abastecen los ríos Xayá—Pixcayá, provenientes 60—65 Kms. del departamento de Chimaltenango; al sistema "Ojo de Agua", lo abastecen un nacimiento confinado y una batería de 9 pozos, localizados en San Miguel Petapa; al sistema "El Cambray", lo abastecen los ríos Pinula, Parrasequeque, y Las Minas, el que inicialmente aportaba alrededor de 33 lts/seg, pero debido a lo antiguo de la tubería (helicoidal) ésta ha sido perforada por poblados vecinos y su aporte ahora es de 5 lts/seg, provenientes todos de Santa Catarina Pinula; al sistema "Santa Luisa", lo abastecen Los Diques y las vertientes de Acatán, provenientes de Santa Catarina Pinula; las líneas de conducción de 18" y 20" provenientes del embalse del "Teocinte", las que ya tienen aproximadamente 50 años de existencia, ubicado en San José Pinula y el río Canalitos en la zona 17 de la ciudad capital, por medio de una estación de bombeo; el embalse del Teocinte es a su vez abastecido por los ríos Agua Tibia, La Manguita, Agua Viva, Montecristo y San Antonio, el que pasa a un costado de San José Pinula, recibiendo la descarga de las aguas servidas de la población así como residuos del rastro municipal de dicha población.

Es menester hacer mención que este no es el único caso de descargas de aguas negras hacia los cuerpos de agua que capta EMPAGUA, sino que esta situación se presenta en todos los sistemas de plantas de tratamiento. En el Ojo de Agua probablemente se da la contaminación del acuífero subterráneo por el río Villalobos. Por último, tenemos el sistema "Las Ilusiones", cuya única fuente de abastecimiento es la planta de bombeo El Atlántico; a esta presa llegan el excedente del río Canalitos, el río Méndez (río de aguas negras), el río Bijagüe unido al río Teocinte y el río Los Ocotes.

La Unidad de Manejo de Cuencas ha realizado caminamientos por todas las cuencas de los distintos ríos que abastecen de agua a la empresa y ha determinado que probablemente el sistema que mayor atención merece es el de Las Ilusiones, ya que durante la época lluviosa la presa de captación se azolva constantemente y es necesario mantener una cuadrilla permanente, para realizar labores de desazolvamiento. La situación que prevalece en las cuencas son problemas entre otros de tenencia de la tierra, falta de labores de conservación de suelos, contaminación y falta de concientización.

Desde este año, EMPAGUA mantienen en funcionamiento un vivero conjuntamente con el INAFOR en el cual se han producido especies no maderables sino protectoras, las que se han utilizado en programas de reforestación en áreas propiedad de la empresa de agua.

Nacimientos en San Pedro: En el municipio de San Pedro Sacatepéquez se encuentran localizados más o menos 6 nacimientos (Mano de León, Cienega Grande, El Frijolillo, Tierra Colorada, Puente Viejo, El Murciélagos) los que fueron adquiridos por la municipalidad en administraciones anteriores. Estos nacimientos han ido decreciendo su caudal debido a que la zona de recarga de los acuíferos, son utilizadas para el establecimiento de cultivos limpios, principalmente maíz, sin ningún tipo de actividad de conservación.

Actualmente EMPAGUA a puesto su atención en el manto freático del Valle de Guatemala, ya que es la solución más inmediata para resolver la ya notable escasez del vital líquido para el próximo año. Esta situación se ha visto agravada por el desordenado crecimiento que ha sufrido la ciudad capital en los últimos diez años.

*Funcionario de la Unidad Manejo de Cuencas.

PARTICIPACION DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA EN LA CARACTERIZACION Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

Hugo Tobias V.*

Introducción

La facultad de Agronomía es la entidad de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que tiene como principal objetivo la formación del recurso humano a nivel de educación superior en los campos de la producción agrícola y en el manejo y conservación de los recursos naturales renovables.

La Facultad imparte las carreras de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola y la de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables. El pensum de estudios en Recursos Naturales Renovables considera la unidad básica de estudio de los sistemas naturales controlados a la cuenca hidrográfica.

Dentro de la estructura organizativa de la Facultad se incluye al Instituto de Investigaciones Agronómicas –IIA– que es la entidad de la Universidad de San Carlos que promueve y realiza la investigación en los campos de la producción agrícola y de los recursos naturales renovables del país, de acuerdo a las políticas de investigación de la Universidad.

El IIA funciona con dos programas cuyos nombres corresponden a las carreras que se imparten; el Programa de Recursos Naturales Renovables funciona con los subprogramas:

- a) Silvicultura y Sistemas Agroforestales; y
- b) Caracterización y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

El Subprograma de Caracterización y Manejo de Cuencas Hidrográficas tiene como objetivos:

- Caracterizar las cuencas hidrográficas, determinando el uso actual y potencial de los recursos naturales renovables y la interacción de éstos entre sí y con la sociedad.
- Formular a nivel de cuenca hidrográfica, planes de conservación de los recursos naturales renovables, que permitan el desarrollo económico social y cultural de Guatemala.

A los propósitos anteriores debe agregarse que la investigación que se realiza, tienen por objeto retroalimentar la docencia dentro de la facultad y a la vez, contribuir a la solución de problemas nacionales.

Actividades Realizadas

A continuación se presenta un listado de trabajos de investigación que se han efectuado; como se podrá ver, básicamente están referidos a la caracterización de las cuencas estudiadas.

Cuenca del Río Achiguate

- Estudio preliminar de la cuenca del río Achiguate, 1982;
- Caracterización cualitativa y cuantitativa del recurso hídrico de la cuenca del río Achiguate, 1984;
- Caracterización de la vegetación de la cuenca del río Achiguate, 1984;

*Coordinador del Programa de Recursos Naturales Renovables y Cuencas Hidrográficas, IIA.

- Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate I y II, 1984 y 1986;
- Estudio preliminar de los sistemas de producción de la cuenca del río Pensativo, 1985;
- Caracterización de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Pensativo, 1986;
- Caracterización de los sistemas de producción agrícola de la cuenca del río Achiguate (iniciado a finales de 1986);
- Usos potenciales de la vegetación de la subcuenca del río Itzapa, 1985.

Cuenca del Río Grande de Zacapa

- Estudio Preliminar de la cuenca del río Grande de Zacapa, 1983;
- Zonificación y reconocimiento de la vegetación de la cuenca del río Grande de Zacapa, 1984;
- Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Grande de Zacapa subcuenca del río San José 1984;
- Quezaltepeque: rasgos socioeconómicos en el uso de los recursos naturales (subcuenca río La Conquista) 1985.

Cuenca del Río Samalá

- Caracterización preliminar de la cuenca del río Samalá, 1982.
- Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Samalá, 1984.

Otras Cuencas

- Chixoy
- Polochic.

EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR DE GUATEMALA

Alan González Figueroa *

La función primordial del Instituto Geográfico Militar, dependencia del Ministerio de la Defensa Nacional, es desarrollar y presentar información básica consistente en productos cartográficos e información geográfica, para utilizarse en el desarrollo de investigaciones para el conocimiento y manejo de los recursos naturales.

De esta manera uno de los productos principales que posee son los mapas cartográficos elaborados a partir de fotografías aéreas y cheques de campo, a escala 1:250,000 y 1:50,000. A pesar de ello, durante las etapas de trabajo del I.G.M. se han desarrollado distintos estudios y mapas temáticos, tales como estudios morfométricos de cuencas, estudios integrales de recursos hidráulicos de varias cuencas del país, mapas geológicos, mapas hipsométricos, etc.

Se han realizado análisis del uso de la tierra, estudios de suelos y determinación de la capacidad productiva de la tierra, de varias regiones del país y a diferentes escalas, principalmente 1:250,000 y 1:50,000. Estos análisis se han hecho a partir de la interpretación de imágenes de satélite LANDSAT y fotografía aérea, y se han complementado con los correspondientes cheques de campo.

Con la cooperación de la Escuela Cartográfica del Servicio Geodésico Interamericano, localizada en Panamá, se han desarrollado proyectos específicos de análisis del uso de la tierra, por medio del sistema ERDAS, para el análisis digital de datos LANDSAT. El sistema ERDAS es muy valioso, puesto que permite obtener mapas a distinta escala a un menor tiempo del convencional. Se han trabajado así varios sectores del país, principalmente de la costa Sur, de las cuencas del Lago de Atitlán y Amatitlán, etc. En éstas últimas áreas, los estudios se han dirigido a detectar zonas de contaminación y otros aspectos ambientales sobresalientes.

Por medio de fotografía infrarroja U-2, a escala 1:60,000 y del año 1984, se han hecho estudios del uso de la tierra en la Subcuenca del Lago de Amatitlán. Se determinaron por medio de este análisis las áreas de contaminación actual y potencial de este cuerpo de agua.

En 1983, se hicieron los estudios de uso de la tierra, clasificación taxonómica de los suelos y determinación de la capacidad productiva de la tierra en las cuencas de los ríos Motagua y Polochic. De ello se han publicado únicamente los aspectos del uso de la tierra y la capacidad productiva de la cuenca del río Polochic.

Debido a problemas presupuestarios, actualmente la información de estos temas no se publican de la forma acostumbrada (mapas coloreados de las distintas áreas de estudio), sino en positivos transparentes para que los usuarios interesados los adquieran por medio de copias heliográficas.

El Instituto Geográfico Militar colabora con material cartográfico y fotográfico básico para los estudios de la cuenca del río Usumacinta, por medio de la Comisión de Cuencas Internacionales del Ministerio de Agricultura, también se presta colaboración con la participación eventual de técnicos del IGM, en dichos estudios.

En los últimos meses se ha empezado a trabajar con una nueva orientación en los estudios de los recursos naturales, y es la preparación y presentación de información cartográfica-temática de algunas cuencas del país, en la cual se incluye la presentación y discusión de la problemática identificada en estas áreas y la propuesta de soluciones para mitigar dicha problemática.

De esta manera se están realizando los estudios correspondientes en dos áreas del país, que son: La Subcuenca del Lago de Amatitlán y la Cuenca del Lago de Petén Itzá.

Básicamente los objetivos que se persiguen en los últimos estudios son conocer los impactos ambientales provocados por el uso urbano, industrial y agropecuario en estas áreas. Se contarán con los diagnósticos específicos de cada uso de la tierra definido, y sus diferentes intensidades, así como la formulación de acciones correctivas que promuevan un uso sostenido de los recursos naturales en las áreas estudiadas.

*Ing. Agrónomo, Maestría en Manejo de Cuencas de CATIE.

UNIDAD DE CUENCAS DE LOS RÍOS INTERNACIONALES DEL MAGA

Marco Antonio Curley *

La formación del Grupo Asesor de la Comisión Internacional de Límites y Aguas que corresponde a la Unidad de Estudios de Cuencas de los Ríos Internacionales dentro del Ministerio de Agricultura, le corresponde el estudio preliminar de los recursos naturales renovables de las cuencas de los ríos internacionales entre Guatemala-México, lo cual es el resultado de un convenio entre ambos países. Entre los recursos que se estudian están el agua, el clima, la vegetación, la geología y los suelos; analizándose consecuentemente la ecología, la hipsometría también el uso actual y potencial de la tierra. Igualmente son estudiados aspectos relacionados con el recursos forestal, agricultura, ganadería, y los aspectos socioeconómicos entre la población, estructura agraria y educación.

El Objetivo Central es: Inventariar y conocer los recursos naturales renovables en las cuencas de los ríos internacionales inicialmente con México, para esquematizar un plan prospectivo y programado de la ocupación del espacio y su ordenamiento territorial, que permita el uso adecuado y sostenido de ellos para mejorar los niveles de vida de la población.

La primera actividad que realizó esta Unidad fue el Atlas Físico a escala 1:500,000 de las cuencas de los ríos internacionales y fue elaborado conjuntamente por profesionales guatemaltecos y mexicanos, en el documento final se encuentra toda la información de que disponían en esa fecha en los dos países.

Otra actividad ya efectuada es el estudio preliminar de los recursos naturales renovables de las cuencas de los ríos internacionales entre Guatemala y México en 55,523 Km², a escala 1:250,000. El estudio engloba tres aspectos fundamentales, a saber:

- Inventario del desarrollo social, económico y ambiental.
- Diagnóstico y Pronóstico y
- Plan Prospectivo y Programado de ocupación espacial y ordenamiento territorial para las cuencas de los ríos internacionales.

Entre los resultados obtenidos se pueden citar la jerarquización de áreas de influencia, el plan de desarrollo y la identificación y priorización por programa.

Actualmente se están estudiando las áreas que fueron jerarquizadas y priorizadas que son las siguientes:

- Estudio Integral de la Cuenca del Río Suchiate.
- Estudio Integral de los Ríos, Nentón, Azul y Lagartero.
- Estudio de los Suelos Kársticos (Incluye las Sabanas de Petén).
- Estudio del área de posible inundación del Río Usumacinta.
- Estudio Integral de la Cuenca del Río Grande de Zacapa.
- Estudio Integral de la Cuenca del Río Xaclbal.
- Estudio Integral de la Cuenca del Río Ixcán.
- Estudio Integral de la Cuenca del Río Coatán.
- Estudio Integral de la Cuenca del Río Selegua.

El Estudio Integral de la Cuenca del Río Suchiate actualmente ya concluido a escala 1:50,000 considera los aspectos siguientes:

Fisiografía, Geología, Geomorfología, Hidrología, Suelos, Vegetación, Uso de la Tierra, Hidrología, Clima, Vegetación, Producción y Tecnología Agrícola y los Socioeconómicos, donde se recomiendan programas y proyectos para su ejecución a través de perfiles de acuerdo a su capacidad agrológica.

* Jefe del Grupo Asesor CILA

TECNICAS DE SANEAMIENTO BASICO, PROTECCION AMBIENTAL Y PRODUCCION AGROPECUARIA POR AUTOGESTION COMUNITARIA: CASO DE AREAS PERIURBANAS Y SUBCUENCAS ALEDAÑAS

César Barrientos *

Los proyectos de saneamiento básico en áreas periurbanas de las principales ciudades de países del Tercer Mundo resultan, cada día, más difíciles de realizar, dadas las características de sobrepoblación y marginalidad propias de esas áreas. La insalubridad y el deterioro del medio circundante hacen de estos lugares, sitios casi invivibles. Atender a la creciente población urbano-marginada en sus demandas de servicios básicos, es poco menos que imposible para las instituciones encargadas por falta de recursos y colaboración de la comunidad. Los pobladores, inmigrantes de áreas rurales en su mayoría, no poseen la cultura urbana necesaria ni los conocimientos técnicos para colaborar en la solución de estos problemas. Así, con sus potencialidades como agricultores y artesanos del campo, podrían, previa organización y educación, tornarse en autogestores de su bienestar a través del empleo de tecnologías apropiadas, proyectos rentables y el apoyo institucional adecuado.

Con estas últimas características se ha desarrollado una modalidad tecnológica novedosa y promisoría, en el campo de la protección ambiental y de la salud en esas áreas. Trátase de combinar con actividades de saneamiento básico, proyectos de producción agropecuaria en áreas baldías poco atractivas (laderas de cerros y barrancos) que generalmente circundan los asentamientos periurbanos. Esto conlleva, en una secuencia de etapas, el manejo, tratamiento y reciclaje de desechos sólidos y líquidos, la habilitación de áreas verdes aledañas para cultivos intensivos con especies adecuadas y rentables, todo a la manera de un "Sistema Integrado" manejado por la misma comunidad organizada asociativamente para el efecto.

Empleando técnicas adecuadas y procesos naturales de biodegradación (compostaje, lagunaje, digestión anaeróbica) se logra la producción de abonos orgánicos y agua reciclada para riego, insumos estos, necesarios para la producción agrícola-alimentaria y energética (leña y biogás); todo lo cual resulta indispensable para llenar necesidades de la población marginada en esos rubros así como de mano de obra local. Técnicas de conservación de suelos, rotación de cultivos, riego por goteo simplificado, semillas mejoradas, etc., permiten alcanzar las metas de productividad-rentabilidad y equilibrio ecológico indispensables.

Casos estudiados preliminarmente, como la Ciudad de Guatemala y Tegucigalpa, Honduras, permiten concebir proyectos de esta naturaleza como parte de la recuperación, protección y preservación de áreas verdes circundantes (7,200 Hectáreas de barrancos, cabeceras de cuenca, en el caso de la Ciudad de Guatemala). Áreas verdes recreativas, de reserva y productivas, así como protección de cuerpos de agua receptores y recursos naturales, serían los resultados a visorados en el caso de la Protección Medio Ambiental.

Un proyecto Piloto para 5,000 personas funciona en un barrio semimarginado de la Ciudad de Guatemala desde hace 2 años, en su primera fase (de manejo, reciclaje y disposición de basuras). Los encargados de su funcionamiento, miembros de un Comité Precooperativo, han demostrado, pese a situaciones de abandono institucional, ser capaces de manejar el proyecto por autogestión. Organismos internacionales como el BID y PNUD han demostrado interés en apoyar técnica y financieramente este proyecto hasta su completación y evaluación final. Queda pendiente el desarrollo de la metodología, su sistematización y modelización para la posible difusión de otras áreas de Guatemala y otros países similares, trabajo que el promotor de esta "ecotécnica" y autor de este trabajo, tiene planeado realizar en breve.

*Consultor en Ingeniería Ambiental y Sanitaria

La Comisión Nacional del Medio Ambiente - CONAMA -

Creada en Mayo de 1,986 por acuerdo gubernativo, la Comisión Nacional del Medio Ambiente que depende de la Presidencia de la República, tuvo como fin primordial impulsar la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente proponiendo, para los efectos, la creación de un ente encargado, ad hoc, capaz de hacer cumplir la ley además de coordinar todas las acciones tendientes a normar, controlar, regular y prevenir la contaminación y el deterioro ambiental.

Dicha ley fue aprobada por el Congreso de la República a finales de Noviembre de 1,986, habiendo previamente recogido la opinión de diversos sectores involucrados: Cámaras del Agro y la Industria e instituciones gubernamentales, así como de una comisión específica del Congreso de la República; todo dentro de un clima de sana discusión y planteamiento de intereses, derechos y obligaciones involucrados en el tema en cuestión. El resultado, una ley que garantiza el racional uso de los recursos naturales del país y la preservación de los mismos, dentro del concepto de "Desarrollo Sostenido".

En forma paralela la Comisión prestó asesoría a SEGEPLAN sobre el tema, en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo, donde se aseguró la inserción de la "Dimensión Ambiental" en el proceso de desarrollo y dentro del nuevo orden constitucional que incluye la creación del Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural.

En relación con el manejo de los recursos naturales cabe indicar que esta ley, en su función de prevención, conservación y control de la contaminación y deterioro, incluye, como parte del medio ambiente, los sistemas: atmosférico, hídrico, lítico, edáfico, biótico y los elementos audial y visual. Así también, los recursos naturales: atmósfera, agua (en cualquiera de sus estados), la tierra (el suelo y subsuelo), la flora, las fuentes de energía, los recursos Geotérmicos, las fuentes biológicas de las aguas interiores y del mar patrimonial y territorial, las pendientes topográficas con potencial energético y el paisaje.

Proyectos y Actividades de CONAMA

Como una actividad especial, la Comisión propuso a SEGEPLAN 17 Perfiles de Proyecto relacionados con el medio ambiente. Muchos de ellos se relacionan directamente con el Manejo de Cuencas, tal el caso de los Planes Maestros del Lago de Amatitlán y del "Cinturón Ecológico" de la Ciudad de Guatemala, de las Plantas de Tratamiento Integral, del Sistema Nacional de Aguas de Reserva y Rehabilitación de Ecosistemas e Inventario Nacional de los Recursos Naturales.(ver copias adjuntas).

Como un aporte indirecto al Manejo Integral de Cuencas, cabe mencionar las políticas y acciones de política (dentro de la Política del Medio Ambiente contenida en el Plan Nacional de Desarrollo) ver copia adjunta):

1. Hacer valer la aplicación de la dimensión medio ambiental dentro de la planificación del desarrollo.
2. Involucrar a la población dentro del proceso de Desarrollo Sostenido, Equilibrado e Independiente, planteado dentro del Plan Nacional de Desarrollo.
3. Desarrollar centros de Información, análisis e investigación en el campo del medio ambiente.

4. Coordinar y ejecutar medidas correctivas y preventivas para la preservación de los recursos naturales.

En lo que respecta al ente encargado del control, asesoría y coordinación de actividades de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, éste dependerá directamente de la Presidencia de la República y tendrá jurisdicción sobre todo el territorio nacional. Así, una vez conformado a principios de 1,987, participará, de acuerdo a sus funciones, en actividades de planificación, control, ejecución y puesta en marcha de todos los proyectos de desarrollo integral, como aquellos que se involucran en el manejo de cuencas, brindando el apoyo necesario para asegurar la premisa de "Desarrollo sin Destrucción" que propone el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

**ESQUEMA REFERENCIAL DE UN PERFIL DEL
PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE CUENCAS
SUBCUENCA: RIO PENSATIVO ***

M. Basterrechea

Introducción

La planificación ha venido logrando un gran desarrollo en las tres últimas décadas, como consecuencia de la escasez de los recursos naturales y económicos y a la necesidad de aprovecharlos en forma óptima.

La planificación es un medio eficaz para utilizar racionalmente los recursos y buscar el consiguiente desarrollo de los países.

La planificación se puede definir como un proceso sistémico, integral, racional y continuo de previsión, organización y uso de los recursos disponibles de un país, una región, una cuenca, una empresa o una familia, con miras a lograr objetivos y metas en un tiempo y espacio determinado.

Las unidades programáticas conocidas como: plan, programa y proyecto, tienen dos etapas bien definidas: preinversión e inversión. Dentro de la etapa de pre-inversión se puede diferenciar a su vez cuatro niveles: idea, perfil, prefactibilidad y factibilidad.

El ejercicio que se realizó, está ubicado en el nivel de Perfil dentro de la etapa de Pre-inversión.

Los objetivos que se persiguieron con el ejercicio fueron:

- * Considerar la cuenca como unidad de planificación
- * Aplicar en ella una metodología de Planificación Integral en dicho contexto
- * Elaborar un documento que tenga un carácter de guía referencial a nivel de Perfil.

En la elaboración del Perfil del Plan de Manejo, se utilizó la metodología de enseñanza—aprendizaje, basado en la técnica de dinámica de grupos, la cual tiene como punto de partida la "lluvia de ideas"

Una vez elaborado el índice del Perfil, se procedió al trabajo de grupos previamente constituidos, quienes desarrollaron en forma breve los diferentes puntos contenidos en dicho Perfil.

Finalmente, todos los grupos se congregaron en una reunión plenaria para discutir y aprobar el Perfil elaborado, emitiendo al mismo tiempo conclusiones y recomendaciones sobre el mismo, a fin de dar un seguimiento para mejorar y adecuar dicha metodología de acuerdo con los requerimientos del país.

Antecedentes

Introducción

Para ayudar a definir el perfil del plan de ordenamiento y manejo de cuencas se integraron cinco grupos de trabajo que abordaron los aspectos siguientes:

- Grupo 1: Priorización de cuencas
- Grupo 2: Marco conceptual
- Grupo 3: Aspectos biofísicos
- Grupo 4: Aspectos socioeconómicos y culturales; y
- Grupo 5: Proyectos existentes.

*Ejercicio realizado por todos los participantes al Seminario-Taller

Cada grupo elaboró un listado de ideas que fueron surgiendo espontáneamente con el objeto de empezar a compenetrarse de las situaciones de las cuencas. A continuación se resume la información que surgió de cada uno de los grupos.

Priorización de Cuencas

La determinación de cuencas prioritarias presupone un proceso de jerarquización de las mismas, mediante la valoración, análisis y comparación de sus características socio-económicas, biofísicas, etc.

Hay procesos de priorización con diversos fines, tales como: para fines de conservación de suelos, para riego, hidroelectricidad, etc. Cada uno de ellos contempla aspectos relacionados a su temática. En el caso específico de este estudio, se considera importante contemplar una metodología de priorización de cuencas con fines de su manejo integral.

La priorización contemplará dos fases:

- a) Priorización de cuencas a nivel nacional, utilizando una escala 1:250,000; y
- b) Priorización de subcuencas, dentro de la cuenca prioritaria resultante, utilizando una escala 1:50,000

En el paso "a" necesitamos contar con un diagnóstico general de las cuencas del país, para proceder al proceso de priorización. Posteriormente se seleccionará un número determinado de parámetros por el equipo de trabajo, contemplando cubrir aspectos biofísicos, socioeconómicos, institucionales, culturales, etc.

Se propone considerar dos grupos de parámetros: recursos e impactos.

Se considera como Recursos, a todos aquellos recursos naturales renovables y no renovables de beneficio directo e indirecto al hombre.

Como Impactos, se considera a los aspectos adversos o negativos debido a acciones antrópicas o por propia inestabilidad natural del área.

Los parámetros de recursos que se escogieron fueron:

- Tierra de uso agropecuario
- Cobertura boscosa
- Aprovechamiento hidráulico
- Areas turísticas
- Minería e hidrocarburos.

Los parámetros de impactos fueron:

- Sobre uso de la tierra
- Inundaciones
- Deterioro del ambiente asociado a la densidad de población
- Deterioro del ambiente asociado a la extracción de minerales e hidrocarburos
- Inestabilidad geológica
- Deslizamientos

A cada uno de los parámetros se les asigna componentes, a fin de lograr una mejor valoración de los mismos.

A todos en conjunto se les dá un coeficiente de ponderación, que mide la importancia relativa de cada uno con respecto a los demás.

Posteriormente en cada cuenca se valoran los parámetros y sus componentes de acuerdo a la escala y valores establecidos con anterioridad.

Se desarrolla un proceso matricial que permite obtener el valor final prioritario para cada cuenca. Se escogen tres tipos de matrices: de recursos, de impactos y una matriz resumen.

En los valores prioritarios finales se escoge la cuenca con mayor valor para posteriores análisis.

En esta cuenca se hace una priorización de subcuenca. Para ello debe de tenerse o elaborarse un diagnóstico de la cuenca, del cual se extraiga la información necesaria para valorar los parámetros en cada subcuenca.

Los parámetros y sus componentes a usar en esta fase, deben expresar aspectos más detallados de la cuenca. Por lo tanto, debe hacerse un análisis y definición de los mismos, de acuerdo a las características particulares de la cuenca prioritaria seleccionada.

En esta etapa se desarrollan secuencialmente los mismos pasos seguidos en la priorización de cuencas a nivel nacional, hasta seleccionar la subcuenca con el mayor valor prioritario.

Para el caso de la práctica, se consideró la cuenca del río Achiguate, como la prioritaria a nivel de país y dentro de ella, la subcuenca del río Pensativo, como la de mayor interés de atención.

Marco Conceptual

Introducción

Se revisaron los antecedentes históricos de la cuenca de estudio, con el fin de fundamentar dentro de este contexto, el marco conceptual.

Entre los antecedentes históricos se listaron:

- 1) La canalización del río Pensativo por túnel hasta el río Guacalate.
- 2) Desviación del cauce hacia las afueras de la ciudad.
- 3) Las inundaciones en Antigua y otros poblados han sucedido desde hace muchos años.
- 4) Fundación de la Ciudad de Antigua y su traslado en 1773.
- 5) Terremotos.
- 6) Erupciones volcánicas.
- 7) Idiosincracia.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se procedió a definir el marco conceptual que abordará principalmente la política nacional sobre el desarrollo socio-económico, la legislación existente y las políticas de acción realizadas.

Legislación existente

Entre las leyes vigantes que normarían las acciones dentro del marco conceptual están:

- 1) Acuerdo sobre zona de veda.
- 2) Reforestación en pendientes mayores de 32o/o
- 3) Constitución de la República de Guatemala.
- 4) Ley constitutiva del INAFOR.
- 5) Acuerdo ministerial de la creación de DIRYA.
- 6) Acuerdo ministerial de la creación de OCREN.
- 7) Acuerdo gubernativo de la creación del INSIVUMEH.
- 8) Acuerdo gubernativo de la creación de UNEPAR.
- 9) Acuerdo sobre márgenes fluviales (D.G.C.).
- 10) Ley de Medio Ambiente.

- 11) Ley de Conservación de monumentos nacionales.
- 12) Ley de creación del INTA, BANDESA y Sector Público Agrícola.
- 13) Ley Forestal.
- 14) Acuerdo sobre conservación de suelos.

Política Nacional sobre desarrollo socio-económico

Los aspectos de la política nacional que se revisaron fueron:

- 1) Salud y saneamiento: puestos de salud, agua potable, letrinas,
- 2) Educación: número de escuelas, alumnos y maestros.
- 3) Vivienda: tipo y número.
- 4) Crédito.
- 5) Empleo.
- 6) Población: densidad.

Se procedió a listar las instituciones que están de alguna manera involucradas en el desarrollo socio-económico: BANDESA, BANVI, Desarrollo de la Comunidad, DIGESA, Caminos, MOSCAMED, ROYA, INAFOR, INSIVUMEH, DIRYA, IGM, INFOM, Municipalidades, INDE, INACOP, INDECA, XAYA-PIXCAYA.

Políticas de acción realizadas

Las instituciones involucradas en el desarrollo socio-económico, dentro del marco legal vigente y de acuerdo a las funciones que desempeñan, han realizado dentro de la cuenca las acciones siguientes:

- 1) Red hidrometeorológica.
- 2) Parque municipal Florencia.
- 3) Frentes de reforestación.
- 4) Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá.
- 5) Trabajos de conservación de suelos.
- 6) Desarrollo socioeconómico.
- 7) Conservación de monumentos nacionales.

Caracterización de la Cuenca

Introducción

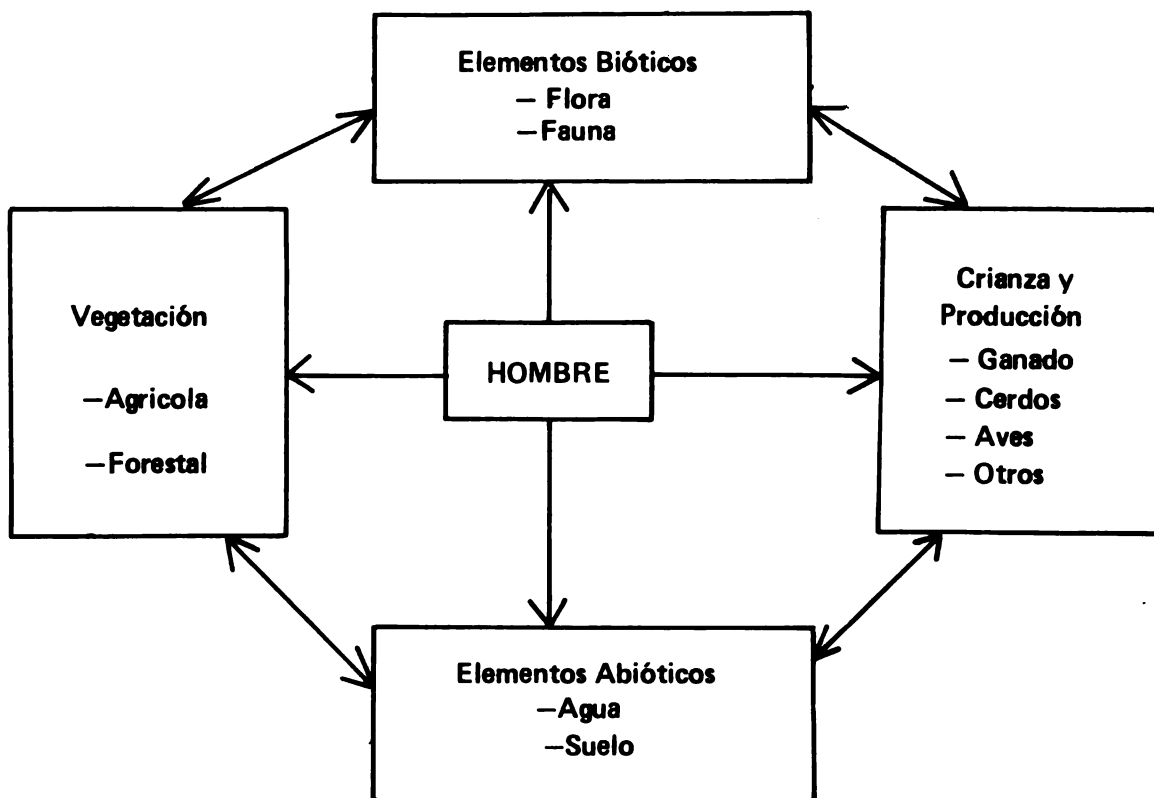
El conocimiento de las condiciones propias de cada cuenca nos permitirá reconocer si las acciones realizadas por las instituciones han sido favorables o desfavorables al desarrollo integral del área.

Caracterización Biofísica

Los aspectos biofísicos fueron divididos en dos grupos, estos son: bióticos y abióticos.

En la figura 1 se ilustra el rol que desempeña el hombre al inter-relacionar los diferentes factores biofísicos que participan en el escenario de una cuenca considerada como sistema. Evidentemente es el hombre el actor principal y por ende, el mayor responsable del éxito o fracaso de la obra, ya que dependerá del buen uso, aprovechamiento y manejo adecuado que realice sobre el resto de elementos componentes del sistema y poder alcanzar objetivos valiosos como: la preservación de la propia vida, la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico-social de sus comunidades.

FIGURA 1. Inter-relación de los Factores Biofísicos dentro del Sistema de una Cuenca.



Bióticos

En la clasificación biótica está la flora y fauna que se dividió de la manera siguiente:

- a) Flora
 - Vegetación arbórea-arbustiva y herbácea
 - natural o cultivada
 - microflora
- b) Fauna
 - Silvestre y doméstica
 - terrestre y acuática
 - microfauna.

Físicos o abióticos

Los procesos abióticos revisados fueron la hidrología, geología y geomorfología, suelos y parámetros climáticos que se listan a continuación:

A. Hidrología

- Precipitación cantidad, distribución, frecuencia, intensidad, duración, clasificación.
- Esguimiento superficial, subsuperficial y subterráneo.
- Evaporación y evapotranspiración.

-Infiltración

B. Geología y Geomorfología

- Formaciones, tectónica, estructural
- Erosión y sedimentación
- Estabilidad
- Parámetros morfométricos
- Hipsometría.

C. Suelos

- Características físicas, químicas, clasificación, capacidad de uso, uso potencial y uso actual.

D. Parámetros climáticos

- Radiación, temperaturas, humedad, insolación, vientos.

Caracterización Socio-Económica y Cultural

Los aspectos socioeconómicos y culturales para efecto de su estudio, fueron divididos en seis grupos que comprendieron: la demografía, estructura económica, la tenencia de la tierra, uso de los recursos naturales, estructura social y, tradiciones y costumbres. A continuación se desarrolla cada uno de estos aspectos.

Demografía

En este renglón se tomaron en cuenta los aspectos de:

- a) Número de habitantes
- b) Densidad de los poblados
- c) Distribución geográfica
- d) Crecimiento poblacional (natalidad y mortalidad)
- e) Relación de sexo y edades
- f) Grupos étnicos
- g) Migraciones
- h) Esperanza de vida.

Estructura socio-económica

La estructura económica comprendió el sector primario, secundario y servicios que se involucran en las siguientes actividades:

- a) Sector primario: agricultura, silvicultura, ganadería;
- b) Sector secundario: artesanías, agroindustria, industria, y otros;
- c) Servicios: extensión, transporte, servicios públicos.

En estos aspectos se deberá hacer una descripción de los componentes tecnológicos principales, la importancia económica de la actividad, la generación de empleo y las relaciones de producción.

Tenencia de la Tierra

En este rubro se consideró:

- a) Tamaño de la propiedad
- b) Formas de tenencia (comunal, individual, mixto, municipal, arrendamiento, otros)
- c) Soporte legal de las formas de tenencia.

Usos de los recursos naturales

Teniendo en cuenta los tres aspectos considerados anteriormente, se listan los usos de los recursos naturales:

- a) Aprovechamiento del bosque: energía, alimentación, vivienda;
- b) Aprovechamiento del agua: uso doméstico, riego, industrial, artesanal, energético, transporte, piscicultura;
- c) Uso de la flora y fauna silvestre (excluye bosques): alimentación, fibras, pieles, otros.
- d) Suelo: agricultura, materiales de construcción, otros;
- e) Usos no tradicionales de otros recursos: energía eólica y solar para procesos productivos.

Estructura social

En la estructura social tres aspectos fueron abordados, siendo éstos:

- a) La familia
- b) Organizaciones de la comunidad
- c) Calidad de vida: educación, salud, vivienda, vestido, recreación.

Tradiciones y Costumbres

Finalmente se consideraron los eventos familiares o comunales que forman parte del patrimonio cultural de la comunidad.

Proyectos existentes de importancia en la Cuenca

Los proyectos se dividieron en directos e indirectos según el efecto de los mismos sobre la cuenca. Cada grupo cuenta con 6 proyectos que se listan a continuación.

Proyectos Directos

Los proyectos que tienen efectos directos en la cuenca son:

1. Dragado, limpieza y acarreo de materiales por inundación y azolvamiento del río Pensativo, las instituciones involucradas son: Municipalidad, CONE, DGC.
2. Infraestructura de protección vial: diques, gaviones, taludes, terrazas, reforestación, cunetas, por D.G.C.
3. Obras de conservación de suelos: diques de contención, acequias, barreras vías y muertas, curvas a nivel, cultivos en contorno, reforestación, pozos de absorción, terrazas de banco, realizados por DIGESA (Región V), EPS—Facultad de Agronomía USAC, usuarios.
4. Uso actual de la tierra: diversificación y rotación de cultivos, fertilización
5. Manejo del recurso hídrico: mini—riego, abastecimiento, drenaje, por la Municipalidad, DIGESA (Región V), UNEPAR, INFOM, Usuarios, Otras.
6. Saneamiento ambiental: control de biocidas y agroquímicos, alcantarillados, letrinización, manejo y disposición de desechos sólidos, control de rozas, erradicación de plagas, actividades realizadas por DIGESA, Municipalidad, D.S.A.—M.S.P., INAFOR, MOSCAMED.

Proyectos Indirectos

1. Educación y capacitación: escolar, técnica, universitaria, realizada por Ministerio de Educación Pública, INTECAP, USAC, ICTA, CATIE, Organismos no Gubernamentales, ONG.
2. Legislación: ley marco, normalización y reglamentación. En estas actividades intervienen: CONAMA, INSIVUMEH, INAFOR, y otras.

3. **Cultura: conservación y restauración de monumentos, turismo.** Realizada por Consejo para la Conservación de Antigua, INGUAT, Ministerio de Cultura, ONG, CIRMA.
4. **Planificación, organización y políticas: organización y promoción comunitaria, planes y políticas de desarrollo, actividades realizadas por el Consejo Nacional de Desarrollo, Ministerio de Desarrollo, SEGEPLAN.**
5. **Salud: atención primaria de salud (prevención y atención de enfermedades), medicamentos.** Entre las instituciones involucradas están: Programa Médico Voluntario, Ministerio de Salud Pública, OPS/OMS, EPS—Facultad de Medicina—Odontología—USAC.
6. **Investigación y creación tecnológica: experimentación, adaptación tecnológica, información.** En esta actividad están el CII—ERIS—Facultad de Agronomía—USAC, ICAITI, ONG, Universidades Privadas, ICTA, CATIE.

Síntesis y Diagnóstico

Síntesis

Se analizó la información obtenida en el proceso de caracterización del área de estudio; esta información fue ordenada y resumida en cada uno de los aspectos contemplados (biofísicos, socioeconómicos y de proyectos existentes).

Las síntesis elaboradas para cada aspecto en particular son:

Antecedentes

a) Históricos

Asentamiento de la Ciudad de Antigua y poblados aledaños, historial de desastres naturales, estudios de niveles freáticos, demografía, rasgos culturales, comportamiento socio-cultural.

b) Legislativos

Ley del Medio Ambiente, Conservación de los monumentos nacionales, protección de recursos naturales, leyes orgánicas del Sector Público.

c) Políticas nacionales de desarrollo

Falta de políticas de priorización de cuencas, poca coordinación institucional.

d) Acciones

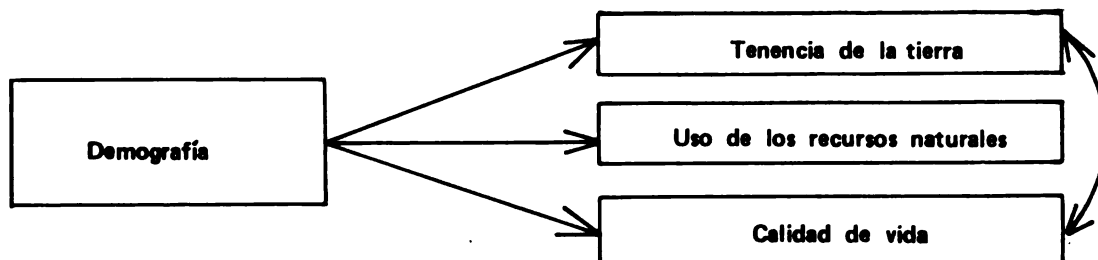
Red pluviométrica, áreas protegidas, reforestación, acueducto Xayá—Pixcayá, conservación de suelos, desarrollo socio-económico, Comité de Conservación de Antigua-Guatemala.

Aspectos biofísicos

Necesidad de generar información en aspectos de fauna, producción pecuaria, geología, hidrometeorología, etc.

Aspectos socioeconómicos y culturales

En la figura siguiente se muestra la interrelación entre los aspectos socio-económicos y culturales.



Proyectos importantes en la Cuenca

- a. Los proyectos de protección de la infraestructura vial y dragado del río Pensativo, constituyen las acciones más relevantes en busca de solucionar parte de la problemática de la cuenca. Sin embargo, los proyectos de activación económica, sobre todo en el sector agrícola, no tienen el impacto esperado, para contribuir en gran medida a la solución de los problemas presentes en la cuenca.
- b. Existe falta de coordinación entre las instituciones involucradas en la ejecución de las obras de conservación de suelos y aguas.
- c. Insuficiencia en los recursos financieros.

Diagnóstico

En esta etapa se analizó el estado actual de los diversos aspectos de la cuenca, de acuerdo a la caracterización y síntesis elaborado previamente.

Este diagnóstico permitió conocer las eficiencias y deficiencias de las actividades desarrolladas en el manejo de la cuenca, para formular posteriormente políticas adecuadas de desarrollo. Por lo tanto, este diagnóstico constituye un paso previo al plan ordenamiento y manejo de la cuenca.

El diagnóstico de cada aspecto contemplado es el siguiente:

Políticas sobre manejo de cuencas

- a. Falta de investigación que apoye la ejecución de proyectos de priorización de cuencas a diferentes niveles, debido a la poca preparación del recurso técnico y la falta de apoyo financiero.
- b. La falta de acceso a las tecnologías generadas en otros países y la mala utilización de los recursos financieros.

Deterioro sobre el ambiente

- a. Contaminación de aguas
- b. Pérdida de calidad de los suelos
- c. Alteraciones en el régimen hídrico
- d. Daños a la economía y al patrimonio cultural
- e. Areas críticas

Criterios biofísicos y socioeconómico.

Lugares: San Mateo Milpas Altas, San Miguel Milpas Altas y taludes en las carreteras, caminos de acceso y veredas.

Aspectos socioeconómicos y culturales

- a. El deterioro de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca y la falta de atención por parte de las instituciones gubernamentales, conduce a estas zonas a una situación socioeconómica deprimida, manifestándose en una agricultura de subsistencia, sin asistencia técnica que promueve el mejoramiento de los ingresos de la población y por consiguiente, en la calidad de vida.
- b. La falta de alternativas técnicas (sistemas agrícolas de producción) al alcance del agricultor, contribuyen progresivamente en el deterioro de los recursos naturales, en detrimento de la productividad.

Diagnóstico de los proyectos existentes en la cuenca

A pesar de que se tiene proyectos con acciones directas o indirectas, la falta de coordinación entre las instituciones involucradas, disminuye considerablemente su eficacia en el logro de los objetivos.

Ordenación y Manejo

El trabajo de los cinco grupos finalizó con la enumeración de los objetivos de manejo y los programas y sub-programas para alcanzar dichos objetivos. Además, los programas y subprogramas quedan pendientes de desarrollarse; al hacerse convertirían al perfil en un plan

Se han adjuntado estos programas y subprogramas con el propósito de que se tenga una guía de trabajo de un Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca completo.

Objetivos de Manejo

Zona de Manejo

- Zonas de protección
- Zonas de desarrollo rural extensivo
- Zonas de desarrollo rural intensivo
- Zonas de desarrollo urbano e industrial
- Zonas de uso especial
- Zonas de recuperación

Programas y Subprogramas de Manejo

Programa de manejo ambiental

- a) Subprograma de manejo y conservación de suelos y aguas
- b) Subprograma de manejo de recursos hídricos
- c) Subprograma de manejo forestal y agroforestería
- d) Subprograma de manejo de áreas silvestres

Programa de desarrollo rural y urbano

- a) Subprograma de reordenación del uso de la tierra
- b) Subprograma de extensión, asistencia técnica y transferencia de tecnología
- c) Subprograma de reordenamiento económico
- d) Subprograma de promoción social
- e) Subprograma de asentamientos humanos, infraestructura y servicios básicos:

- Camino
- Escuelas
- Centros de salud
- Agua potable
- Electricidad

Programa de desarrollo institucional, legal y administrativo para la eficacia del proyecto

- Desarrollo de acuerdos y convenios de coordinación interinstitucional
- Desarrollo de la estructura administrativa para la cuenca
- Desarrollo de mecanismos para el control y evaluación del avance del proyecto.

Programa de operaciones

- a) Subprograma de administración
- b) Subprograma de construcción y mantenimiento
- c) Subprograma de protección ambiental
- d) Subprograma de logística
- e) Subprograma de monitoreo

Programa de desarrollo personal

- a) Capacitación
- b) Determinación de funciones y contratación de personal
- c) Administración de personal

Investigación, Monitoreo y Cooperación Científica

Cronograma de Actividades

Presupuesto.

Conclusiones y Recomendaciones del Ejercicio realizado:

Conclusiones

—Pocas entidades estatales dan a la cuenca la importancia que tiene como una unidad de planificación y desarrollo.

—Es evidente la necesidad de considerar a las cuencas como unidades geográficas integradas, para el aprovechamiento de los recursos naturales, que permita alcanzar el desarrollo económico y social del país.

—Se notó la falta de coordinación existente y la duplicidad de funciones entre las diferentes instituciones nacionales que realizan estudios para el aprovechamiento de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas del país.

—Es necesario el desarrollo de metodologías de caracterización y manejo de cuencas adaptadas a la realidad nacional, con el propósito de conocer y buscar soluciones a un problema que año con año ocasiona pérdidas económicas y malestar social a los pobladores de la parte baja de la cuenca del río Pensativo.

—En la formulación de los planes de manejo de cuencas, debe considerarse los aspectos socioeconómicos siguientes y sus interacciones: demografía, tenencia de la tierra, tradiciones y costumbres, uso de los recursos naturales, estructura económica y social.

—Se conocieron criterios y experiencias de profesionales que en otros países, similares al nuestro, han afrontado y resuelto este tipo de problemas.

—Los proyectos existentes en la cuenca del río Pensativo operan en forma aislada, lo que no permite la integración para resolver el problema de las inundaciones y azolvamientos.

—Debido a la no existencia de un plan de manejo integrado de la cuenca, no se han podido crear programas de mantenimiento preventivo.

—Los recursos económicos utilizados en las labores de emergencia en épocas de inundación, podrían ser empleados en adecuar programas de manejo. Después de salvada la emergencia, el problema pierde actualidad.

Recomendaciones

La coordinación de instituciones, se propone como primera instancia, para evitar la duplicidad de esfuerzos en el estudio y manejo de cuencas. Sería conveniente integrar las diferentes instituciones con el fin de alcanzar en forma eficiente y económica, la respuesta al problema del río Pensativo.

Tomar en cuenta el fin último del manejo de cuencas que, es el mejoramiento sostenida de la calidad de vida de la población.

Que en un plazo no mayor de dos meses, a partir de la realización de este Seminario, se realicen labores de concientización, divulgación, motivación y capacitación a los usuarios y pobladores de la cuenca para que participen en las labores físi-

cas de conservación que se realicen.

Sugerir que las entidades que cubren las emergencias asignen (en un período no mayor de dos meses) una aportación para iniciar las labores de mantenimiento preventivo.

Se sugiere que tanto las autoridades departamentales así como los vecinos, presten toda clase de ayuda y apoyen las acciones tendientes a solucionar el problema del río Pensativo.

Que la entidad organizadora del presente Seminario-Taller (CATIE), reúna en un corto período de tiempo a todos los miembros participantes del mismo, para definir las políticas y metodologías a seguir para el manejo de cuencas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL SEMINARIO TALLER

Conclusiones

—El Seminario—Taller sobre Manejo de Cuencas ha cumplido ampliamente los fines para los que fue diseñado

—Es la primera vez que se dá a conocer el Proyecto Regional de Manejo de Cuencas por medio de un Seminario—Taller, a representantes de instituciones estatales, descentralizadas y educativas, para que se conozcan, aporten ideas y soluciones a los problemas creados por la falta de planificación a nivel de cuenca.

—La mayoría de las instituciones estatales que están involucradas en el manejo de cuencas, no cuenta con los recursos humanos adecuados ni suficientes para poder realizar las actividades necesarias que involucra el manejo integrado de cuencas.

—Este evento puede considerarse como un primer paso interinstitucional para lograr tener algunos criterios básicos sobre el manejo integral de cuencas hidrográficas.

—Se conocieron las actividades que en forma aislada realizan las distintas instituciones en las cuencas hidrográficas.

—Se conocieron metodologías que se han seguido en otros países para resolver los problemas del manejo de cuencas.

Recomendaciones

—Mantener informadas a las instituciones y personas que participaron y otras que deberán integrarse en el desarrollo y actuaciones del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas.

—Divulgar los problemas y riesgos que se corren por el mal manejo de los componentes: suelo, agua, vegetación, etc, de una cuenca.

—Promover el próximo Seminario—Taller sobre Sistemas de Producción a nivel de una cuenca y continuar con este tipo de eventos, a efecto de lograr la coordinación e integración institucional y que además, permita reforzar los conocimientos técnicos en las diferentes disciplinas que conllevan el estudio y manejo de cuencas hidrográficas.

—Propiciar a nivel institucional la creación de una Comisión o Comité de alto nivel con poder de decisión, para que coordine las actividades de las instituciones estatales en el manejo de cuencas a fin de evitar la pérdida de recursos y duplicidad de actividades, planteando proyectos de ejecución a corto plazo y de acuerdo a la realidad nacional.

—Se debe fortalecer un programa de investigación en la priorización del estudio de cuencas, debido a que el deterioro del ambiente está alcanzado su umbral ecológico irreversibilidad.