

01167
8



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**PROPUESTA METODOLÓGICA DE PLANEACIÓN
APLICADA A LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS,
COMO UNIDADES BÁSICAS DE GESTIÓN
(EJEMPLO DE CASO: "CUENCA LERMA-CHAPALA")**

TESIS

PRESENTADA POR:
CIPRIANA HERNÁNDEZ ARCE

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRO EN INGENIERÍA
(EN PLANEACIÓN)**

DIRECTOR DE TESIS
M. Sc. JORGE A. HIDALGO TOLEDO

México, D.F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

... a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Cipriana Hernández

Arce

FECHA: 11/11/02

SIRMA: [Signature]

A mis sobrinos: Queta, Tazio, Sergio,
Margarita y Andres, para que sirva
como ejemplo a sus futuros logros.

Debo admitir que no puedo asumir el crédito por todas las ideas expresadas en este documento. Sólo he reunido, en él, los enfoques, las teorías y las herramientas de planeación que se han desarrollado y utilizado durante algunos años. Sí he contribuido en algo, es en organizarlas bajo un concepto de fácil comprensión

Durante la escritura de este trabajo, me he beneficiado con la ayuda de muchas personas, pero quiero agradecer especialmente al M.I. Arturo Fuentes Zenón y al M. Sc. Jorge A. Hidalgo Toledo, por tenerme paciencia y permitir que utilizará sus propias ideas y trabajos.

Además me gustaría mencionar y agradecer al M Sc. Alberto Guitrón de los Reyes, y a mis amigos: Raúl A. Acosta Pérez, Jesús F. Echeverría Vaquero, Ma. del Carmen Barragán Barrios y Jorge H. Salgado Rabadán por su sincero e incondicional apoyo.

Sin embargo, a pesar de mi gran deuda con todas estas personas, es útil decir que ninguna de ellas, en ninguna forma, debe sentirse responsable de mi propia capacidad para beneficiarme plenamente de su ayuda y hacer este trabajo mejor de lo que es.

Cipriana Hernández Arce

Un relato comenzado en días lejanos,
cuando resplandecían los soles del verano,
una simple canción que nos marcaba
el ritmo con que remábamos...

Lewis Carroll

INDICE	Pág.
Resumen	iii
Introducción	1
1. Sistema de Metodologías de Planeación	4
1.1. El Proceso de Planeación y sus Principales Componentes	5
1.1.1. El Sujeto	6
1.1.2. El Objeto	6
1.1.3. La Relación entre el Sujeto y el Objeto	6
1.2. Factores Clave	7
1.2.1. Pluralidad	7
1.2.2. Complejidad	8
1.2.3. Postura del Sujeto	9
1.3. Problemas Tipo	14
2. Cuencas Hidrológicas: Unidades Básicas de Gestión	16
2.1. La Gestión Integral del Agua y el Desarrollo Sustentable	17
2.1.1. Definición de Gestión	17
2.1.2. Desarrollo Sustentable y Gestión	18
2.2. Las Cuencas Hidrológicas y sus Características	20
2.2.1. Elementos Naturales e Hidrológicos	20
2.2.2. Elementos Socioeconómicos y Políticos	23
2.2.3. Ventajas para el Desarrollo Sustentable y los Procesos de Gestión	25
2.3. Cuencas: Unidades Básicas de Estudio	27
3. Análisis de Problemas en las Cuencas	28
3.1. El Estudio de las Cuencas como Unidades de Gestión	29
3.1.1. Problemas Inherentes a las Cuencas como "Objeto"	30
3.1.2. Problemas Inherentes a las Cuencas como "Sujeto"	33
3.1.3. Relación "Sujeto-Objeto"	39
3.1.4. Identificación de Problemas Tipo	41
4. Propuesta Metodológica de Planeación	43
4.1. Consideraciones Generales	44
4.1.1. Problemas de Alta Complejidad	44
4.1.2. Problemas de Pluralidad	46
4.2. Enfoque Integral	48
4.3. Propuesta de Desarrollo para Cada Etapa del Enfoque Integral	51
4.3.1. Metodología para el Desarrollo del Marco Normativo	51
4.3.2. Metodología para la Intervención Problemística	57
4.3.3. Metodología para el Mejoramiento Incremental	60
4.3.4. Estructura Formal de la Propuesta	62
5. Aplicación de Modelos Dinámicos de Simulación "El Caso de la Cuenca Lerma-Chapala"	64
5.1. Modelo de la Cuenca Lerma-Chapala	66
5.1.1. Caracterización de la Cuenca	66
5.1.2. Identificación de Problemas en la Cuenca (Formulación de la Pregunta Clave)	72
5.1.3. Conceptualización del Modelo	74

5.1.4.	Elaboración del Prototipo	78
5.1.5.	Calibración o Ajuste del Modelo	91
5.1.6.	Definición de Escenarios	94
5.2.	Establecimiento de Proyectos Estratégicos	100
5.2.1.	Análisis de Resultados	100
5.2.2.	Definición de Proyectos	103
	Conclusiones	106
	Bibliografía	108

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta metodológica de planeación aplicable a las cuencas hidrológicas, como unidades básicas de gestión. Retomando las ideas de un documento previo titulado Sistema de Metodologías de Planeación, en el que se establece en forma simple y concisa una serie de estrategias de planeación para la solución de problemas, con base en las características típicas de los problemas que se presentan en una organización.

Bajo este esquema se elabora un análisis de las cuencas, primero identificando sus características y los elementos que las distinguen como unidades básicas de gestión y de estudio, para posteriormente, definir sus problemas tipo en función a los tres componentes principales del proceso de planeación: el objeto, el sujeto y la relación entre ambos.

Con los problemas tipo de las cuencas, se diseña una propuesta basada en un enfoque integral, que incluye procedimientos para atacar problemas de tipo complejo y plural. La propuesta se compone por tres etapas o niveles de trabajo: la primera aplicada a nivel organizacional en la que se establece la metodología para el desarrollo de un marco normativo, la segunda aplicada al nivel de cuenca o sistema hidrológico donde se define una metodología para la intervención problemística, y la tercera aplicada a un nivel operativo en la que se considera una metodología para el mejoramiento incremental. Todas ellas dirigidas para el establecimiento de un proceso de planeación que contribuya al desarrollo sustentable de las unidades básicas de gestión.

Por último se presenta un ejemplo de aplicación, al nivel de cuencas hidrológicas, para el desarrollo de modelos dinámicos de simulación. El caso de estudio es la cuenca Lerma-Chapala. Este ejemplo se plantea como parte de la metodología propuesta para la intervención problemística, en la segunda etapa de trabajo del enfoque integral de la propuesta metodológica de planeación, desarrollada en este trabajo.

INTRODUCCION

Las políticas para utilizar el territorio de una cuenca hidrológica como base para la gestión del uso múltiple del agua han tenido diferentes enfoques y una desigual evolución en los países de América Latina y el Caribe. Sin embargo y a pesar de los obstáculos existentes, se observa un interés generalizado en crear y operar organismos de cuenca para administrar el uso múltiple del agua y solucionar así los conflictos que origina su aprovechamiento.

La consideración de la cuenca como unidad para la gestión integrada del agua se debe, entre otras cosas, a que a nivel de este territorio es posible obtener una mejor integración entre los interesados en la gestión del agua, tanto del sector público como del privado, y porque la gestión integrada del agua a nivel de cuenca, es además, una opción apropiada para incorporar aspectos ambientales y sociales asociados al aprovechamiento de los recursos hídricos, dentro del llamado desarrollo sustentable.

En este documento las políticas, la planeación y la gestión integrada del agua se consideran pasos de un solo proceso unitario, que esta íntimamente ligado a las cuencas hidrológicas, pero que no siempre es armónico, debido principalmente a que los objetivos económicos, ambientales y sociales que se persiguen con el desarrollo sustentable, a corto plazo, son conflictivos.

Por ello, y como una aportación más para que el proceso de transformación que se esta teniendo en este ámbito se logre satisfactoriamente, a pesar de la falta de conocimiento de los actores involucrados sobre su entorno y a la imposibilidad que se tiene de establecer indicadores comunes que cuantifiquen el impacto de cada uno de los objetivos del desarrollo sustentables, en los diferentes ámbitos en que se manejan los recursos hídricos, se plantea la elaboración de este trabajo de tesis, el cual tiene como objetivo: el establecer una propuesta metodológica de planeación que sea aplicable al estudio de las cuencas hidrológicas, como unidades básicas de gestión.

Para esto, se ha decidido partir de un nuevo concepto de planeación, llamado contingente, el cual tiene la característica de no estar constituido por una serie de pasos predeterminados, sino es considerado una herramienta que depende de la clase de problema en que se aplica. De esta manera el proceso de planeación brinda una mayor flexibilidad al analista, ya que cada método representa sólo una estrategia alternativa más para la solución de un problema determinado.

Por lo tanto, el presente trabajo plantea estudiar a las cuencas hidrológicas desde el punto de vista del proceso de planeación, partiendo del análisis e identificación de problemas tipo, para posteriormente, establecer algún procedimiento de solución acorde a sus características. Procedimiento que se basa en un trabajo previo llamado Sistema de Metodologías de Planeación, el cual delimita de forma simple y concisa una serie de estrategias de planeación para la solución de problemas, con base en las características típicas de los problemas que se presentan en una organización.

Para llevar a cabo este procedimiento, el trabajo de tesis se ha dividido en cinco capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación:

Primer capítulo. En este capítulo se aborda la conceptualización del Sistema de Metodologías de Planeación. Plataforma en la que se sustenta la propuesta metodológica desarrollada en este trabajo.

Segundo capítulo. En este capítulo se plantean las características de las cuencas y su importancia en el logro del desarrollo sustentable, como parte fundamental de un proceso de gestión integral del agua. Además de establecer la idea de que una cuenca no sólo funge como una unidad básica de gestión, sino también de estudio, donde es posible analizar y tipificar problemas.

Tercer capítulo. Capítulo donde se establecen los problemas tipo en las cuencas, como unidades básicas de gestión, en función a los tres factores que condicionan el proceso de planeación, el objeto, el sujeto y la relación entre el sujeto y el objeto. Factores definidos en el Sistema de Metodologías de Planeación.

Cuarto capítulo. Capítulo en el que se define y desarrolla la propuesta metodológica, objetivo de este trabajo, con base en los problemas tipo de las cuencas, y bajo un enfoque integral para la solución de problemas a nivel organizacional, de cuenca o sistema hidrológico y operativo.

Quinto capítulo. Capítulo en el que se presenta un ejemplo de aplicación de modelos dinámicos de simulación, "el caso de la cuenca Lerma-Chapala", con el objeto de identificar la conveniencia del uso y aplicación de estos modelos para el establecimiento de proyectos estratégicos, en una cuenca o sistema hidrológico, como parte importante de la metodología propuesta.

El trabajo que se presenta no pretende dar solución a todos los problemas relacionados con las cuencas hidrológicas, sino trata de identificar los temas y elementos de juicio que interesan a la planeación, para sugerir aspectos a desarrollar en la solución integral de estos problemas. El propósito de la propuesta es construir una base práctica, de tal forma que el analista pueda identificar lo esencial en el problema y la manera de abordarlo, así como facilitar el análisis desde distintas perspectivas y promover no una, sino múltiples líneas de acción. Por lo que, las líneas de acción que aquí se proponen quedan abiertas de tal manera que en otra etapa sea posible que este arreglo de estrategias se extienda y enriquezca para cubrir mayores detalles u otra clase de expectativas.

1. SISTEMA DE METODOLOGÍAS DE PLANEACIÓN

En este capítulo se aborda la conceptualización del Sistema de Metodologías de Planeación, la cual se concentra en tres partes importantes. La primera en la que se define y expresa el concepto de planeación. La segunda donde se plantean los factores clave para la identificación de problemas en una organización. Y por último, la caracterización o tipificación de estos problemas.

Cada una de las partes anteriores se consideran elementos importantes para la estructura de una guía metodológica para la solución de problemas relacionados con la planeación, la cual será la base del desarrollo de este trabajo.

El Sistema de Metodologías de Planeación es un trabajo que se elige para la realización de esta tesis, porque delimita de forma simple y concisa una serie de estrategias de planeación para la resolución de problemas, con base en las características típicas de los problemas que se presentan en una organización.¹

Además de que este sistema fue desarrollado bajo un enfoque contingente², en el cual se define que un proceso de planeación es contingente, debido a que un método o procedimiento de planeación puede ser o no apropiado para un problema; esto depende del tipo o características propias del problema que se aborda. Lo que implica que cada corriente represente entonces sólo una estrategia alternativa para la solución de un problema determinado.

¹ Las ideas y conceptos descritos en el transcurso de este capítulo son inspirados por los apuntes de Arturo Fuentes Zenón, titulados "Un Sistema de Metodologías de Planeación" (1994)

² En este caso el autor aplica la palabra "contingencia" con base en los siguientes conceptos:
...un acontecimiento cualquiera es contingente en el sentido que: 1) considerado por si mismo podría verificarse o no verificarse; 2) se verifica necesariamente por su causa (Abbagnano)
se dice que un acontecimiento A es contingente de B, cuando la ocurrencia de A depende de la ocurrencia de B; y se supone habitualmente que la ocurrencia de B es ella misma incierta (Runes)

1.1. EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y SUS PRINCIPALES COMPONENTES

La planeación es una disciplina dinámica enfocada a acciones dirigidas a lograr *cambios significativos en las organizaciones*. En esencia invita a pensar en anticiparse para prevenir emergencias y puede considerarse una buena herramienta que ayuda a la toma de decisiones. Por todo ello su estudio, análisis y aplicación deben partir de una definición clara y concisa del término.

La planeación es el proceso por medio del cual un sujeto busca cómo actuar sobre un objeto para cambiarlo (o conducirlo) de acuerdo con ciertos propósitos.

De lo anterior se desprende que la planeación es considerada un proceso, porque desde sus orígenes se aplica a través de una serie de pasos ordenados lógicamente y consecutivamente, con el objeto de ganar en cada uno un mayor conocimiento de la situación problemática, hasta culminar en un plan rector.

Este proceso se compone y condiciona por un sujeto, un objeto y la relación que guardan entre ambos. (ver fig 1.1.)

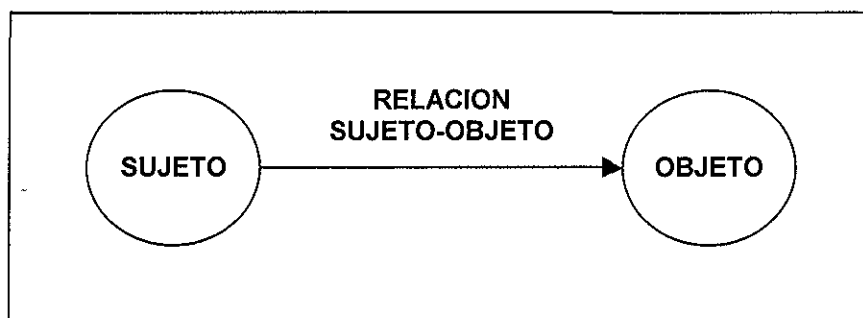


Fig. 1.1. Elementos del Proceso de Planeación

La importancia de cada uno de estos componentes o elementos deriva, principalmente, de la relación tan estrecha que guardan con los requisitos que se deben satisfacer para lograr un cambio planificado:

- El sujeto que manifiesta su necesidad o deseo de cambiar.
- El objeto, que a través de sus características, brinda posibilidades y oportunidades para cambiar.
- La relación entre el objeto y el sujeto, que representa la habilidad que el sujeto tiene o posee para diseñar e instrumentar el cambio.

1.1.1. El Sujeto

El sujeto desde la perspectiva de la planeación, representa el papel y el carácter de los individuos que están inmersos en el cambio o que intervienen en él. Este elemento plantea el análisis de los intereses y la capacidad de decisión de las personas involucradas en la situación problemática, y se identifica bajo el comportamiento o naturaleza de los actores individuales, en grupo o desde una dimensión social que pueden llegar a caracterizarlo.

1.1.2. El Objeto

Por su parte, el objeto representa las características de la situación a cambiar o de aquello que se desea cambiar, como por ejemplo: una empresa, un departamento, una institución, un sistema, etc. Por lo tanto el punto más importante de análisis es identificar con qué facilidad se pueden conocer sus posibilidades de cambio o las consecuencias directas e indirectas que deriven de ello. Algunos aspectos tanto objetivos, como subjetivos que pueden ser útiles para su análisis se presentan en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Aspectos de Análisis en el Objeto

ASPECTOS	
OBJETIVOS	SUBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • el número de partes y su grado de interrelación • el comportamiento determinístico o probabilístico • el nivel de organización • la dinámica de cambio • la interacción con el medio ambiente • la disponibilidad de recursos 	<ul style="list-style-type: none"> • el nivel de experiencia • la disponibilidad y la calidad de la información • las restricciones de tiempo

1.1.3. La Relación entre el Sujeto y el Objeto

Por último, la relación del sujeto con el objeto representa la manera en que el sujeto esta concibiendo al objeto y al cambio, en otras palabras, la forma de pensar del sujeto o la postura que adoptará en determinada situación. Lo que tiene tal importancia que, a veces, es el factor decisivo que conlleva a elegir uno u otro método de planeación. Esta decisión repercutirá en el éxito o el fracaso de la solución del problema, por encima de las características específicas del problema o de quienes intervienen en él.

Algunos aspectos que pueden influir en el sujeto a este respecto son:

- su personalidad;
- la manera en que concibe el futuro;
- su experiencia, gusto o inclinación hacia el manejo de ciertos métodos;
- el tipo de actitudes dogmáticas, escépticas o críticas que adopta;
- la capacidad que tiene para conjuntar aspectos duales en la toma de decisiones como: análisis e intuición, teoría y práctica, técnico o humano;
- la influencia filosófica de uno u otro enfoque, entre otros

1.2. FACTORES CLAVE

Una de las características importantes del Sistema de Metodologías de Planeación que tienen que ver con el enfoque contingente, y que resulta relevante para el estudio, es que busca identificar los métodos o procedimientos más acordes a los problemas, pero a partir de los propios problemas a resolver, y no de los métodos disponibles para hacerlo.

Desde este punto de vista, y retomando las definiciones de los componentes del proceso de planeación, es posible identificar aquellos factores clave que permitan una tipificación de problemas de planeación.

1.2.1. Pluralidad

Como se dijo antes el sujeto representa a aquellos individuos que intervienen en el proceso de planeación, los cuales no parten de una misma naturaleza y pueden estar en conflicto debido a brechas culturales, intereses particulares, pugnas entre partes, etc.

Por tal motivo se pueden distinguir, a partir de la coincidencia o no de los criterios de decisión del sujeto, entre problemas Unitarios y problemas Plurales.

Problemas Unitarios

Como problema Unitario se entiende una situación donde existen varios grupos con intereses divergentes o valores en contraste, pero la fuerza de alguno de ellos es tal que mediante la aplicación de alguna medida directiva se alcanza a resolver o minimizar la posible oposición, lo que hace hablar de un conflicto dominado.

Problemas Plurales.

Entre los problemas plurales se pueden hacer algunas excepciones entre problemas de Pluralidad Reducible y problemas de Cambio Radical³.

a) Pluralidad Reducible

Un problema de Pluralidad Reducible corresponde a aquellas situaciones en las que se reconoce la presencia de diferentes individuos o grupos, que comparten los mismos principios y propósitos generales, pero difieren en mayor o menor grado en los objetivos por alcanzar, en la naturaleza de los problemas por resolver o en el medio para actuar.

En este tipo de problema se considera la posibilidad de construir un consenso, a través de la participación de los distintos individuos para la estructuración del plan a seguir, y buscar con esto, el intercambio de distintos puntos de vista, así como el aprovechamiento del conocimiento de cada uno sobre la situación.

b) Cambio radical.

Los problemas de Cambio Radical como tales se derivan de las dificultades obtenidas por desviaciones en un orden estructural o social, donde la única alternativa es la transformación radical del sistema y de las relaciones existentes en él. Pero este tipo de problemas salen fuera del alcance de un planeador y por consiguiente de este trabajo, no por raros sino porque no se pueden remediar mediante la aplicación de un método o por medio de una concertación.

1.2.2. Complejidad

La complejidad constituye el criterio básico para hacer la clasificación del objeto desde el punto de vista de la planeación⁴. El objeto, como ya se dijo, representa el grado de dificultad que puede tener el sujeto o decisor para comprender la situación en estudio e identificar las posibilidades de cambio. Además el objeto puede ser analizado bajo aspectos tanto subjetivos, como objetivos (cuadro 2.1.). Por lo que se puede decir que en función de estos aspectos de análisis el objeto puede considerarse simple o complejo dependiendo de la situación.

³ A partir de este apartado, en el transcurso del trabajo, los problemas Plurales se identificaran como aquellos a los que se les denomina problemas de Pluralidad Reducible

⁴ Como lo establece el autor la complejidad no constituye una propiedad intrínseca de las cosas, sin embargo considerar la complejidad es importante porque, como señala Gigch (1991:171-188), existe una estrecha relación entre la complejidad percibida de los objetos y los procedimientos de estudio desarrollados " en el caso de que exista un número amplio de variables interconexas y mal entendidas, los métodos son por necesidad de alta generalidad, reservando los métodos específicos y programados para los problemas más fácilmente dimensionables y mejor entendidos". Por tal razón, a pesar de la imprecisión que conlleva y el ineludible componente subjetivo que contiene, la complejidad ha sido el criterio básico para hacer la clasificación de los objetos en la planeación

Todo ello da lugar a la distinción entre problemas de Baja Complejidad o Complejidad Manejable, y problemas de Alta Complejidad⁵.

Problemas de Baja Complejidad o Complejidad Manejable

Los problemas de Baja Complejidad o Complejidad Manejable son aquellos en los que es posible analizar y comprender la situación en estudio de una manera completa y detallada.

Problemas de Alta Complejidad

En cambio, los problemas de Alta Complejidad son aquellos en los que sólo se puede adquirir un conocimiento fragmentado o superficial de la situación, debido a un número muy grande de variables involucradas, por carencias en la información, presiones de tiempo, o por cualquier otro motivo. De tal manera que es preciso el uso de algún procedimiento de simplificación para establecer una solución.

1.2.3. Postura del Sujeto

La postura del sujeto a diferencia de los otros dos factores clave se involucra con la personalidad, las actitudes, el conocimiento y la experiencia del sujeto; aspectos que son importantes y que están inmersos de una u otra manera en los diferentes métodos de planeación, pero que a un nivel operativo por sí mismos resultaría demasiado difícil estudiarlos. Por lo cual se hace necesario cambiar el punto de referencia para la definición de otros posibles problemas tipo⁶.

Estructura de una Situación Problemática

Ahora bien, si enfocamos la atención hacia una noción más general, en la que un problema es una discrepancia entre lo que se tiene y lo que se desea (ver fig. 1.2.), y en un contexto aún más amplio se agrega a estos dos elementos un tercero que serían los medios de que se dispone para pasar de uno a otro estado, obtenemos la estructura básica de una situación problemática (ver fig. 1.3.)

⁵ Se elimina la denominación de objeto simple porque entre lo simple y complejo hay una ubicación incierta de los problemas, además de que prácticamente todos los métodos tienen como propósito hacer frente a problemas con cierto grado de complejidad.

⁶ El nuevo punto de referencia para la determinación de problemas tipo se basa en las variantes de la planeación comprensiva, las cuales están asociadas a cada una de las fases de solución de esta corriente (análisis de la situación, formulación de objetivos, generación de alternativas, evaluación de alternativas e implantación y control), y en la que la planeación se concibe como un proceso para ganar conocimiento. Además de inspirarse en la propuesta de Christensen (1985), que plantea que distintas teorías de planeación responden a distintas condiciones de incertidumbre.

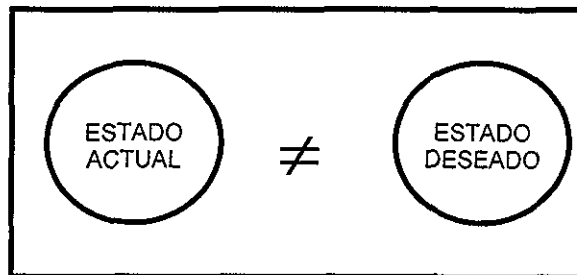


Fig.1.2. Noción General de un Problema

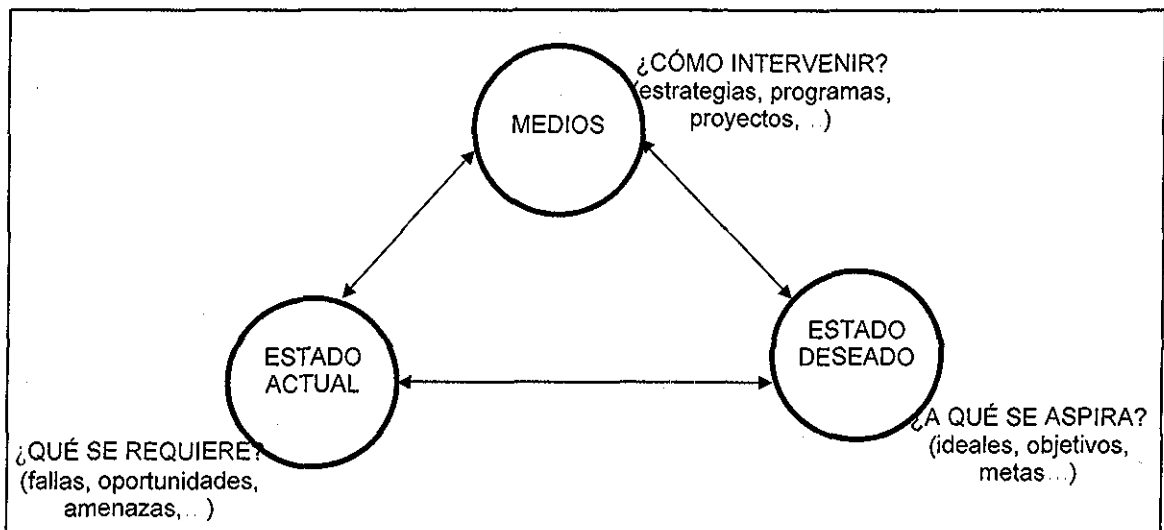


Fig. 1.3. Estructura Básica de una Situación Problemática

La estructura básica de una situación problemática permite entonces identificar dos circunstancias particulares de las cuales se parte para el establecimiento de otros problemas tipo.

1. Cuando existe virtual certeza acerca de la situación actual, no hay equívocos en cuanto a los objetivos y se sabe de algún medio confiable para actuar, entonces la necesidad radica en aplicar el conocimiento de la mejor manera posible

Dentro de este caso se encuentran los problemas de Programación - Presupuestación y de Evaluación.

Problemas de Programación- Presupuestación

En este tipo de problemas la planeación se orienta a definir los detalles y fijar reglas de operación, para hacer un uso eficiente de los recursos y contribuir a que se obtengan los resultados previstos en los plazos, cantidad y calidad deseada.

Problemas de Evaluación

En el caso de la evaluación la planeación a partir de una cartera de proyectos o un conjunto de alternativas de solución para un problema determinado ayuda a definir o elegir el mejor curso de acción

2. Existe otro caso donde las organizaciones enfrentan dificultades en cuanto al grado de incertidumbre de los fines que persigue, en la manera de aplicar los medios que dispone, o por las características propias del sistema bajo estudio.

Si a esto se le agregan necesidades o retos específicos del sistema y la incertidumbre de los resultados que se buscan, los objetivos de la planeación tenderán a concentrarse en alguno de los tres puntos sobre los que se estructura la problemática, dando lugar a cuatro problemas tipo más (ver fig. 1 4.).

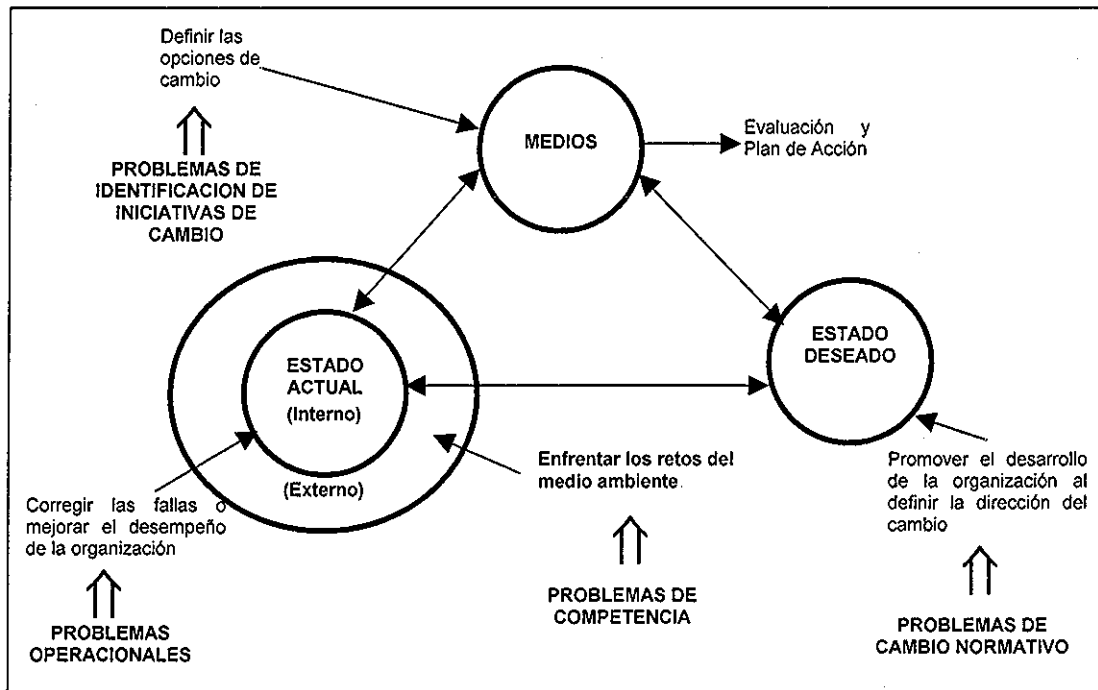


Fig. 1.4. Estructura Básica de una Situación Problemática y Problemas Asociados

Problemas Operacionales

La planeación, en los problemas Operacionales, tiene como propósito corregir o mejorar el desempeño de la organización, a un nivel general o en alguna de sus partes, a través de indagar en el sistema y buscar las causas o desviaciones que producen deficiencias para posteriormente hacer los ajustes necesarios.

De este tipo de problema se distinguen dos casos particulares: los Causales y los Funcionales.

Problemas Operacionales Causales

Corresponden a dificultades específicas inherentes al trabajo cotidiano de una organización, los cuales pueden resolverse de una manera aislada al resto de las actividades.

Problemas Operacionales Funcionales

A este tipo de problema no es posible separarlo de la estructura y operación de la organización, ya que la naturaleza de las fallas o las oportunidades de mejora se perciben precisamente en las relaciones que forman los departamentos, puestos, actividades o procesos que la conforman.

Problemas de Competencia

En el caso de los problemas de Competencia la planeación tiene como finalidad hacer frente a los retos y oportunidades que ofrece el mercado, con base en las propias fortalezas y debilidades de la organización para generar estrategias útiles de supervivencia, o de competitividad.

Problemas de Cambio Normativo

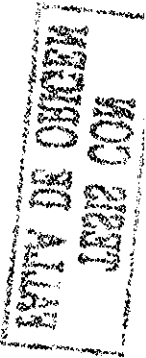
En los problemas de Cambio Normativo la planeación se emplea como medio para promover el desarrollo de la organización, desde el punto de vista de que el futuro no es sólo el resultado de las condiciones del presente y las tendencias del pasado, sino que puede también concebirse como un objeto de diseño y por lo tanto elegible dentro de cierto rango. Por lo que el proceso de planeación se enfoca a la definición y diseño de los objetivos o fines a largo plazo de la organización, con la intención de lograr los efectos deseados.

Problemas de Identificación de Iniciativas de Cambio

Por último, la identificación de iniciativas de cambio que más que un problema resulta ser una serie de alternativas o proyectos desarrollados con el objeto de involucrar la experiencia, la imaginación y la creatividad de los responsables del problema en la organización, ya que en muchas ocasiones esto se olvida al momento de planear. La planeación entonces se usa como medio para establecer

ESTUDIO DE CASO
CÓDIGO: 1000
FECHA: 10/01/2010

ese conjunto de alternativas que permiten dar solución a situaciones problemáticas emergentes o que requieren especial atención dentro de la organización.



1.3. PROBLEMAS TIPO

Finalmente y haciendo un recuento de los problemas identificados, se establece la existencia de ocho tipos de problemas de planeación, los cuales pueden ser estructurados y clasificados, a través de sus características particulares de solución (cuadro 1.1.).

PROBLEMAS TIPO		OBJETIVO DE PLANEACIÓN	HORIZONTE DE PLANEACION	CARACTERISTICA DE SU SOLUCIÓN	
Unitarios y de Baja Complejidad o Complejidad Manejable	Operacionales	Causales	Superar fallas o promover mejoras	Corto y Mediano Plazo	Enfasis en el diagnóstico para encontrar las posibles causas que originan el problema.
		Funcionales			Enfasis en el diagnóstico para localizar desviaciones en la estructura y operación de un sistema.
	De Competencia	Hacer frente a los retos y oportunidades del mercado	Corto y Mediano Plazo	Enfasis en el análisis del ambiente general, operativo e interno de la empresa, con el fin de determinar sus fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades.	
	De Cambio Normativo	Promover el desarrollo.	Largo Plazo	Enfasis en la definición de objetivos.	
	De Identificación de Iniciativas de Cambio	Definir alternativas a situaciones problemáticas emergentes.	Indeterminado	Enfasis en el trabajo con grupos de gente experta en la situación problemática.	
	De Evaluación	Seleccionar una alternativa viable de un conjunto de propuestas	Corto y Mediano Plazo	Enfasis en la determinación de criterios de factibilidad y aceptabilidad para la ponderación de alternativas.	
	De Programación - Presupuestación	Detallar y fijar reglas de operación precisas	Largo Plazo	Enfasis en la organización y administración de los recursos tanto humanos, como materiales en un plan de acción	
Plurales	Enfrentar situaciones en las que los intereses individuales o de grupo están en conflicto o no coinciden.	Indeterminado	Enfasis en la obtención de mecanismos de participación y el uso de procedimientos o técnicas útiles para el logro de un consenso.		
De Alta Complejidad	Enfrentar situaciones en las que sólo se puede adquirir un conocimiento parcial o general de la situación.	Indeterminado	Enfasis en la determinación de procedimientos o formas simplificadoras para el estudio del objeto		

Cuadro 1.1. Características y Clasificación de los Problemas Tipo

Del cuadro anterior se puede deducir que la pluralidad, junto con la complejidad son factores que rigen las condiciones en que los problemas se clasifican y pueden resolverse. En otras palabras los problemas plurales y de alta complejidad definen situaciones en conflicto e inestables; mientras que los problemas unitarios y de baja complejidad definen situaciones estables, sin que por ello dejen de ser situaciones problemáticas.

Cuando se habla de una situación problemática estable, esto significa que el conflicto generado entre los involucrados puede ser o esta dominado por alguna medida directiva y el objeto puede conocerse en forma detallada y concisa; entonces el problema a resolverse podrá tener características equiparables a alguno de los seis problemas tipo que se definen a partir de la estructura básica de una situación problemática (fig 1.4.).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Si no es así, es necesario tomar medidas para corregir el conflicto entre los involucrados, llegar a un consenso (problemas plurales), o establecer un procedimiento de simplificación para disolver la complejidad del objeto (problemas de alta complejidad), o ambos.

En el cuadro además se puede observar que cada problema tiene características de solución y de horizontes de planeación específicas que perfilan hacia el uso de métodos o técnicas determinados y concretos, lo que ayuda al decisor a tener una herramienta útil y estructurada para analizar de una manera más integral y completa una situación problemática, y por consiguiente tener elementos para la elección de un método confiable para la solución.

Lo que se puede concluir de este capítulo es que la forma en que se estructuran los problemas, con base en el Sistema de Metodología de planeación, permite generar un proceso jerárquico de aprendizaje sobre la situación problemática, al pasar de un tipo de problema general a otro más específico hasta llegar a definir la solución más conveniente. Además por las características de los problemas tipo es posible que todos se complementen al momento de generar una estrategia de solución, o simplemente se pueda elegir de manera directa un tipo de solución permitiendo dar flexibilidad a la toma de decisiones.

2. CUENCAS HIDROLÓGICAS: UNIDADES BÁSICAS DE GESTIÓN

El capítulo que se presenta tiene el objetivo de dar a conocer, **la importancia de las cuencas hidrológicas** en el logro del desarrollo sustentable, como parte fundamental de un proceso de gestión integral del agua.

A partir de esto, se definen conceptos como: cuenca, gestión integral del agua y desarrollo sustentable, de tal forma que las cuencas se identifiquen como unidades básicas de gestión, tanto para el estudio de sus características, como para la aplicación de métodos de planeación que conlleven a la solución de problemas o mejores estados de desarrollo.

En la primera parte se habla sobre los temas de gestión integral del agua y de desarrollo sustentable, con la idea de dar paso a la necesidad de identificar a las cuencas como unidades básicas de gestión.

En la siguiente parte se define el concepto de cuenca desde un punto de vista hidrológico y se plantean sus características naturales, sociales y económicas, así como las ventajas que estos territorios poseen para hacer posible un proceso de gestión que tienda al desarrollo sustentable.

Por último, se desarrolla la idea de cuenca como una unidad básica de estudio, donde es posible establecer un análisis de factores clave, y por consiguiente la tipificación de problemas relacionados con el uso y manejo del agua.

2.1. LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE

Actualmente, la Gestión integral del agua y el Desarrollo sustentable son temas que se utilizan en foros internacionales, donde se tratan aspectos referentes al manejo y uso del agua y de los recursos naturales. Muchos países (entre ellos México) están en proceso de impulsar cambios en sus legislaciones y organizaciones, como resultado de cuatro aspectos fundamentales:

1. Una mayor concientización sobre un uso adecuado del agua en calidad y en cantidad
2. El efecto de los fenómenos extremos (inundaciones y sequías).
3. El interés de tener una mayor participación del sector privado en la prestación de servicios públicos relacionados con el agua.
4. La necesidad de enfrentar la creciente competencia por el uso múltiple del agua

Pero ¿a qué se le llama gestión integral del agua y que relación tiene con el desarrollo sustentable y con las cuencas?

2.1.1 Definición de Gestión

La **gestión** se refiere al conjunto de actividades, funciones y formas de organización gubernamental y no gubernamental, de recursos e instrumentos de política, así como de sistemas de participación relacionados con uno o varios objetivos.⁷

En otras palabras, son aquellas tareas, acciones, responsabilidades y obligaciones que tienen las autoridades y la sociedad en su conjunto con el uso, aprovechamiento y preservación de los recursos, y en este caso en particular, con el agua. Por lo tanto, la gestión del agua abarca, entre otras cosas, las siguientes actividades o acciones:

- La medición y conocimiento de las variables del ciclo hidrológico y sus consecuencias.
- La explotación, uso, aprovechamiento, manejo y control del agua
- La prevención y mitigación de desastres naturales, relacionados con el agua.
- La construcción, mantenimiento, operación y administración de las obras hidráulicas.
- El mantenimiento, operación y administración de distritos y unidades de riego.
- El control de calidad del agua y saneamiento.
- La conservación del agua y el medio acuático
- La satisfacción de las necesidades de agua de la población y de las demandas derivadas de los procesos productivos y los servicios.

⁷ CNA, "Los Consejos de Cuenca en México, definiciones y alcances", Coordinación de Consejos de Cuenca de la Unidad de Programas Rurales y Participación Social, noviembre de 1998

- La legislación y regulación de los usos y aprovechamientos de agua
- La administración de las aguas superficiales y subterráneas.

Sin embargo para que un proceso de gestión sea "integrado" sus acciones y principios deben llevarse a cabo en términos del *desarrollo sustentable*. En pocas palabras la gestión integrada del agua tiene como fin favorecer el *desarrollo sustentable*.

2.1.2 Desarrollo Sustentable y Gestión

El concepto de desarrollo sustentable ha sido el resultado, en las últimas décadas, de una nueva comprensión de las relaciones entre desarrollo y medio ambiente natural y social, el cual fue propuesto por la Comisión Brundtland en 1987.⁸

Una de las definiciones más completas de este concepto es la propuesta por la Organización Mundial de la Alimentación y la Agricultura, F.A.O. (de sus siglas en inglés Food and Agriculture Organization):

"El desarrollo sustentable es el manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que se asegure la consecución y continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo sustentable (en los sectores agrícola, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable".⁹

De aquí que el desarrollo sustentable se haya convertido en el principio rector del aprovechamiento racional de los recursos naturales, y pueda ser expresado como una función que depende de tres objetivos: el crecimiento económico, la sustentabilidad ambiental y la equidad social.

Como resultado de lo anterior y debido a que la gestión integral del agua busca con sus procesos satisfacer el desarrollo sustentable, éstos deben estar encaminados a conciliar el aprovechamiento de los recursos naturales (crecimiento económico, transformación productiva), así como manejar los recursos con fines de evitar conflictos y problemas ambientales (sustentabilidad ambiental) y lograr (equidad social) mediante procesos de decisión donde participan los diferentes actores.

⁸ La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo de la O.N.U. (WCED), se estableció en 1983 y fue presidida por la señora Gro Harlem Brundtland, primera ministra de Noruega. A dicha Comisión Brundtland se debe la expresión desarrollo sostenible o sustentable (sustainable development), para enfatizar la necesidad de un desarrollo que se pueda sostener a lo largo del tiempo. (Ley Aguas Nacionales, México, 1992)

⁹ Asociación Mexicana de Hidráulica, XV Congreso Nacional de Hidráulica, Oaxaca, México, Octubre 1998, "El concepto de Desarrollo Sustentable en el Sector Agua" por Arturo Talavera Rodarte

Sin embargo, es preciso en este punto hacer énfasis en el hecho de que los objetivos económicos, sociales y ambientales a corto plazo son conflictivos. Esto debido, por un lado, a que existe una falta de conocimiento de los actores involucrados sobre su entorno, y por el otro, a la imposibilidad que se tiene de establecer indicadores comunes que cuantifiquen el impacto de cada uno en los diferentes ámbitos, sean éstos, regiones, sectores o países.

Situaciones que contribuyen a que el logro óptimo (en un 100%) de alguno de los tres objetivos, se traduzca en un deterioro total o parcial considerable de los demás. Como ejemplo de ello se puede mencionar lo que ha venido sucediendo con la explotación desmedida de los recursos naturales en pro del desarrollo económico e industrial, situación que ha generado graves problemas de contaminación en el mundo.

Por ello, se ha visto la posibilidad de resolver la instancia práctica de articulación entre estos tres objetivos, mediante el diseño de procesos de gestión que permitan que los actores involucrados en ellos puedan tomar decisiones a pesar de su falta de claridad conceptual y bases teóricas, haciendo las siguientes consideraciones¹⁰:

1. Que los procesos de gestión se lleven a cabo en los ámbitos de una cuenca.
2. Que se establezcan los puntos o decisiones de intercambio entre los tres objetivos, en una determinada cuenca o entre cuencas, y a los actores involucrados en ellos.
3. Que se facilite el conocimiento, entre los actores involucrados, de los tipos y los valores de los intercambios con relación a los tres objetivos (económicos, sociales y ambientales).
4. Que se defina el momento en que se alcanza un equilibrio de desarrollo sustentable que satisfaga a los actores de la región.

Por lo tanto, bajo estas consideraciones se hace presente que las cuencas forman parte fundamental de los procesos de gestión, sirviendo como base territorial para la articulación de objetivos económicos, sociales y ambientales para el logro del desarrollo sustentable.

Pero ¿qué características o elementos poseen las cuencas que contribuyen o pueden facilitar el diseño de procesos de gestión que tiendan al desarrollo sustentable?

¹⁰ "Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable: La Gestión Integrada de Cuencas". División de Recursos Naturales y Energía, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Documento elaborado para el Segundo Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrológicas, que se llevó a cabo en Mérida, Venezuela, del 6 al 10 de noviembre de 1994, pág. 23-26.

2.2. LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS¹¹ Y SUS CARACTERÍSTICAS

Las cuencas geográficamente son territorios delimitados por las zonas de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce, donde de forma natural se capta y concentra volumétrica e hidrológicamente el agua que cae o se precipita de las nubes.

El agua captada por las cuencas es una fuente de vida para el hombre, porque permite que se reproduzcan y crezcan un sin número de especies animales y vegetales, dando a las cuencas características naturales, físicas y biológicas particulares.

Estos mismos territorios geográfica y físicamente constituyen vías naturales de comunicación e integración comercial para sus habitantes, lo que permite hablar de las cuencas también en términos socio – económicos y políticos.

2.2.1. Elementos Naturales e Hidrológicos

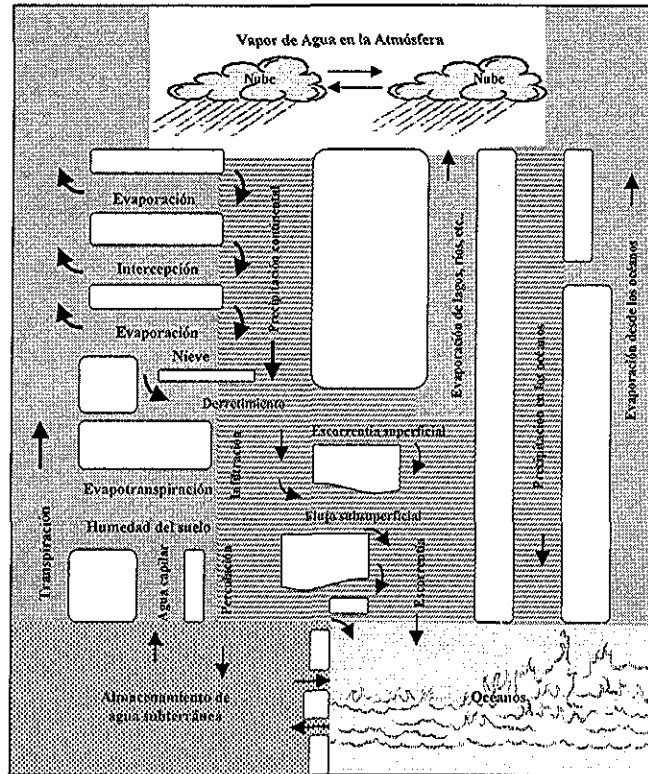
Las cuencas geográficamente son territorios delimitados por la propia naturaleza y en las cuales se ejercen diversos aspectos de ella.

Las cuencas hidrológicas funcionan como grandes colectores que recibe las precipitaciones y las transforman en escurrimiento hasta un río principal. Esta transferencia es una función bastante compleja de numerosos factores, entre los que predominan el clima y la configuración del terreno, y en la cual se desarrollan los fenómenos hidrológicos.

El fenómeno de captación de agua que se lleva a cabo en las cuencas es el llamado **ciclo hidrológico**, del cual se destacan cuatro fases o procesos básicos: precipitación, evaporación y transpiración, escurrimiento superficial y flujo subterráneo (ver fig. 2 1.).

El movimiento del agua durante todo este ciclo es variable, tanto temporal como espacialmente. Algunas veces la naturaleza parece trabajar demasiado para producir lluvias torrenciales que hacen crecer los ríos en exceso. En otras ocasiones el ciclo parece detenerse completamente y con ello la precipitación y el escurrimiento. A estos fenómenos extremos se les conoce como inundaciones y sequías.

¹¹ El término hidrológico se refiere al agua que escurre tanto superficialmente, como a través del suelo, almacenándose en el subsuelo. A este tipo de agua se le conoce como subterránea y a los almacenamientos naturales de agua subterránea se les da el nombre de acuíferos. Por lo tanto las cuencas hidrológicas junto con los acuíferos constituyen unidades naturales de captación de agua. Definición de cuenca de la Ley de Aguas Nacionales, publicada en 1992.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fuente: Linsley Jr., K Ray, Kohler, A. Max, Paulus, L.H. Joseph (1977) Hidrología para Ingenieros, Mc Graw – Hill Latinoamericana, 2da Edición, pág 2

Figura 2.1. Ciclo Hidrológico

Las cuencas geográficamente se delimitan o tienen fronteras entre otras cuencas por medio de una divisoria topográfica conocida como **parteaguas**, no siendo así siempre hidrológicamente. El parteaguas es una línea imaginaria que define el contorno de la cuenca y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación.

Las grandes cuencas hidrológicas se conforman por cuencas más pequeñas llamadas **subcuencas** o **microcuencas** (dependiendo de su área territorial) y por los **acuíferos** (almacenamientos de aguas subterráneas). Generalmente el tamaño de estos acuíferos no sobre pasan la frontera natural y geográfica de las cuencas, sin embargo existen casos especiales donde pueden abarcar dos o más (ver fig.2.2).

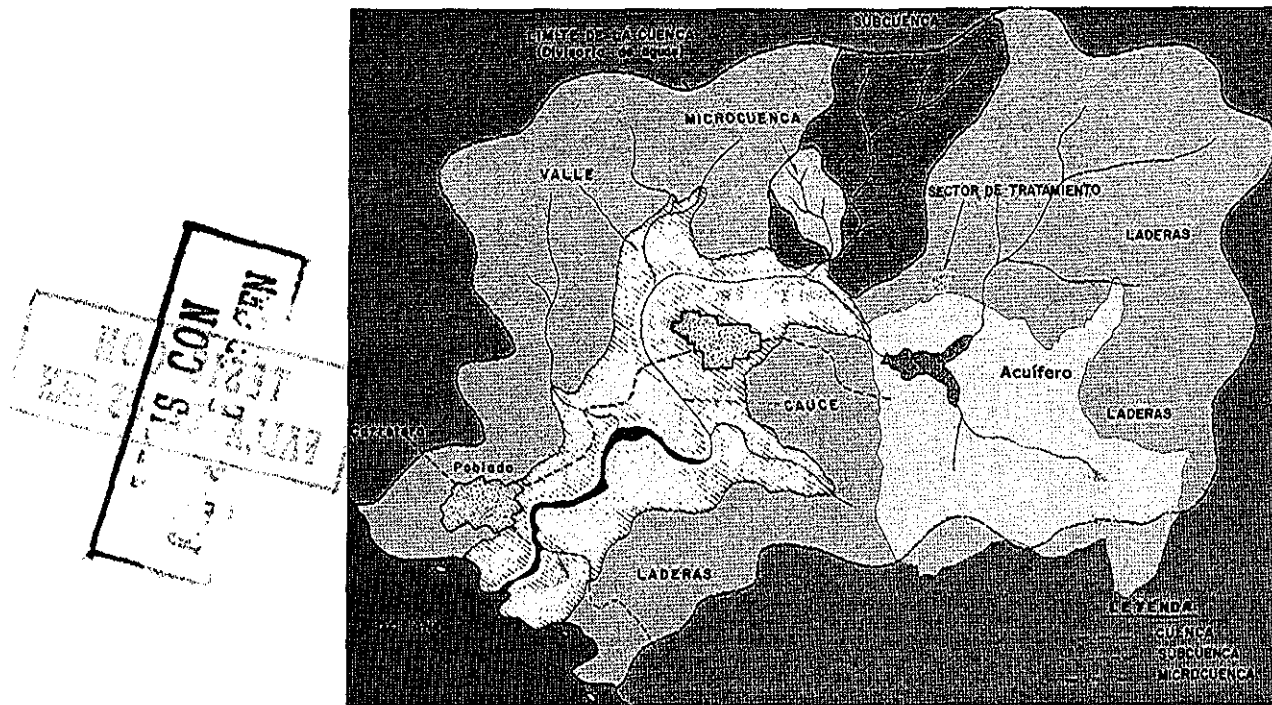


Figura 2.2. Representación Gráfica de una Cuenca Hidrológica

Además del ciclo hidrológico, el parteaguas, los ríos, lagunas, lagos y acuíferos que conforman una cuenca hidrológica, dentro de ella interactúan una serie de recursos y fenómenos naturales, que pueden ser considerados elementos importantes para su manejo y conservación, como:

- ✓ El **agua** que es un elemento fundamental para la vida, porque permite potenciar o disminuir la capacidad productiva de los suelos, producir grandes beneficios o desastres y permite cubrir diversas necesidades de los seres vivos.
- ✓ El **suelo** que por su relación con el agua favorece la vida, la producción de alimentos y la vegetación
- ✓ El **clima** como un factor que permite la aparición de fenómenos naturales favorables o adversos para la actividad biológica
- ✓ La **vegetación** que amortigua y protege el impacto directo del agua sobre el suelo y mantiene el ciclo hidrológico a través de la evapotranspiración.
- ✓ La **topografía** que determina la velocidad del agua al discurrir, fenómeno que permite lograr un aprovechamiento racional de los recursos, con prácticas de conservación adecuadas.
- ✓ Y la **fauna** que crea las condiciones necesarias para mantener un equilibrio en la cuenca con respecto a sus recursos naturales

2.2.2. Elementos Socioeconómicos y Políticos

Un elemento clave y trascendental dentro de las cuencas hidrológicas es el ser humano: hombre y mujer, quienes han intervenido e intervendrán en la naturaleza para planificar el uso de los recursos naturales, con el fin de aprovecharlos y conservarlos.

Entre los elementos más representativos que han sido creados y funcionan en las cuencas con la intervención del ser humano para fines de conservación y aprovechamiento del agua, están: los **reservorios o presas**, los **cultivos y pastizales**, los **relaves contaminantes**, las **plantaciones forestales** y la **urbanización**, entre otros.

Una de las características que hay que destacar de las cuencas es el hecho de que en sus territorios se facilita la relación entre sus habitantes, independientemente de que éstos se agrupen por razones político - administrativas, debido a su dependencia a un sistema hídrico compartido, al uso de caminos y vías de acceso o porque deben enfrentar peligros comunes.

A pesar de esto, esa interdependencia puede producir conflictos, si no existen sistemas de conciliación de intereses.

Las instituciones encargadas de normar las actividades y actos relacionados con el uso y manejo del agua en un país, son encabezadas por el Gobierno, el cual regula, entre otras cosas¹²:

El medio físico mediante obras de infraestructura.

La interacción del sistema de usuarios con el medio físico.

Y la interacción del sistema de usuarios que comparten el agua disponible de una cuenca.

El Gobierno actúa a través de un **marco normativo** y la **coordinación y organización institucional e interinstitucional** (elementos que deben considerarse como parte importante del buen funcionamiento de las cuencas).

Esta organización generalmente está integrada por diversas autoridades como: la Comisión Nacional del Agua (en México), los encargados de dirigir o gobernar los estados, regiones y municipios, la sociedad organizada (iniciativa privada) y el propio sistema de usuarios.

El **sistema de usuarios** del agua, está relacionado con la forma en que se consume o aprovecha el recurso agua para satisfacer necesidades de bienestar social y económico de la población, y en algunas ocasiones de supervivencia (ver tabla 2 1.)

¹² Informe de 1989-1993 de la Comisión Nacional del Agua.

Tabla 2.1. Definición y Funciones del Sistema de Usuarios del Agua.¹³

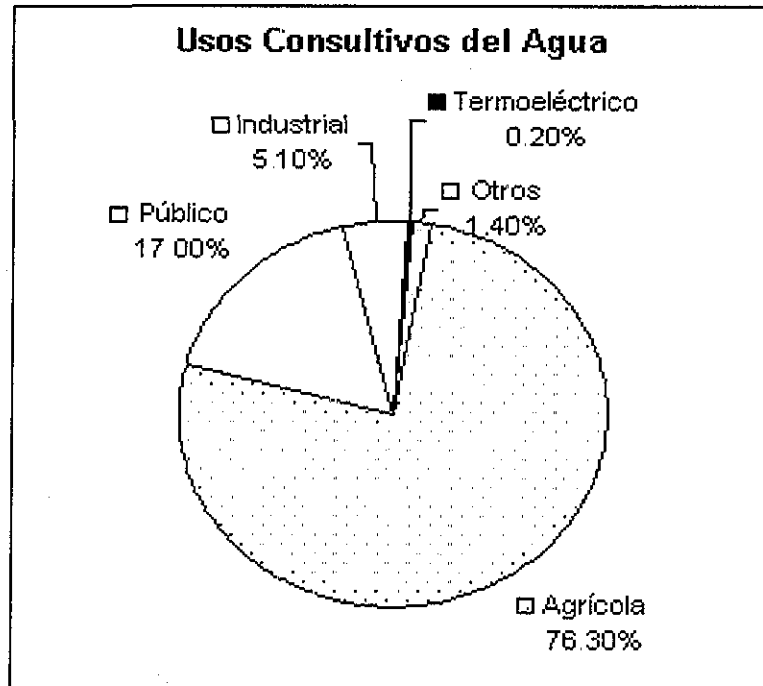
Nombre del Sistema de Usuarios	Definición y Funciones
Unidades de Riego	Asociaciones civiles de productores rurales que se agrupan en forma libre para tener acceso a sistemas o servicios de riego agrícola, en otras palabras, obtener agua destinada para la agricultura en áreas geográficas determinadas (sin que éstas tengan que ver con la infraestructura agrícola existente).
Distritos de Riego	Unidades federales administrativas desconcentradas territorial y funcionalmente que tienen la responsabilidad de prestar servicios públicos de riego agrícola, también en áreas determinadas, pero a través de obras de infraestructura agrícola, tales como: vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales, entre otras.
Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.	Conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de servicios públicos de agua para consumo humano y alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiéndose como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.
Industrias	Conjunto de empresas que proveen y fabrican bienes y servicios para el bienestar de la población, pero que además, hacen uso o consumen una cantidad importante de agua para llevar a cabo sus procesos de fabricación o producción. Sin olvidar que son también las industrias aquellas que descargan gran cantidad de agua sucia o contaminada, y hasta en algunos casos, actúan como un usuario más de la red de agua potable.
Sistemas Hidroeléctricos.	Conjunto de presas y plantas generadoras que explotan, usan o aprovechan las aguas nacionales para la generación de energía eléctrica. En estos sistemas se incluyen también las termoeléctricas como consumidoras y contaminadoras de agua, debido a sus procesos de enfriamiento.
Otros Aprovechamientos	Dentro de los que se destacan la acuicultura y el turismo, que si bien no son actividades que consumen agua si pueden contaminarla, además de que se consideran actividades que proporcionan importantes beneficios económicos a la población.

Por otro lado, es importante señalar que el aprovechamiento y manejo del agua se torna cada vez más complejo y conflictivo, a medida que el sistema de usuarios crece y se multiplica, mientras que la cantidad de agua disponible se mantiene invariable. Razón por la cual las demandas llegan a superar la disponibilidad del líquido (escasez); o los retornos de las aguas no consumidas alteran su calidad (contaminación).

Por último es preciso mencionar el orden de importancia de los usos y aprovechamientos que se llevan a cabo por el sistema de usuarios donde: la **agricultura** es la actividad que consume la mayor cantidad de este recurso, le siguen el **consumo humano** por un lado y el **consumo de agua para la**

¹³ Definiciones de la Ley de Aguas Nacionales, publicada en 1992

industrial por el otro, además de aquella agua utilizada para la generación de energía eléctrica, entre algunos otros (ver fig.2.3.).



Fuente: "El agua en México: retos y avances", SEMARNAP, CNA, Octubre de 2000

Figura 2.3. Usos Consultivos del Agua.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.2.3. Ventajas para el Desarrollo Sustentable y los Procesos de Gestión

Cuando se habla de las cuencas hidrológicas como unidades de gestión o unidades que facilitan el diseño de procesos de gestión que tiendan al desarrollo sustentable, se identifican las siguientes ventajas:

1. Los límites de gestión los conforman las propias cuencas, es decir se definen por factores físico-geográficos, los cuales se expresan por las divisorias de las cuencas (parteaguas) y no cambian. A diferencia de los límites de gestión establecidos por medio de las regiones político-administrativas, los cuales pueden ser modificados en función de los cambios políticos que sufre el país, generando conflictos entre usuarios y autoridades del agua.

2. Las cuencas de manera natural facilitan la percepción del efecto negativo de las acciones que el hombre realiza en su entorno, sobre todo por que se refleja en la contaminación del agua.

"El medio acuático es una entidad que alberga y sostiene todo un mundo animal y vegetal, sus aguas y sus riberas conforman un edificio biológico particular. La intervención no pensada del hombre sobre uno solo de estos elementos rompe este equilibrio precario y determina un empobrecimiento general del medio natural " (bases de la creación de Agencias de Cuencas en Francia)¹⁴.

3. Las cuencas al ser grandes colectores de agua y unidades de gestión, permiten visualizar mejor cómo este recurso puede constituirse como eje de articulación para coordinar acciones de crecimiento económico y equidad, permitiendo fijar objetivos sociales y económicos en función del potencial de los recursos naturales que en ellas subsisten, así como de los conocimientos, tecnologías y organización con las que disponen (acción que podría ser la ideal).
4. Las cuencas resultan ser también territorios adecuados para planear el uso y el manejo del agua, porque agrupan a sus diversos usuarios y usuarias de manera integral.

A esto se debe su carácter de unidad, ya que dentro de una cuenca se perciben mejor las necesidades de los usuarios del agua y la capacidad de ésta para cubrir estas necesidades

5. Dado que son territorios que facilitan las relaciones entre sus habitantes, esto conlleva a que sea un lugar adecuado para aplicar instrumentos de participación y regulación, sobre todo si se involucran a los ciudadanos y a los usuarios de cada cuenca en estas actividades.

6. Como uno de los retos más importantes es lograr la unificación de intereses de los actores involucrados en el agua, al nivel de cuencas, con el fin de tener una mejor organización e integración entre ellos y lograr así el deseado desarrollo sustentable. Por lo tanto, crear procesos de gestión a partir de una unidad como ésta, generaría un sentido de propiedad que ayudaría a que los interesados involucraran más fácilmente aspectos económicos y ambientales en sus negociaciones.

¹⁴ "Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable: La Gestión Integrada de Cuencas". División de Recursos Naturales y Energía, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Documento elaborado para el Segundo Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrológicas, que se llevó a cabo en Mérida, Venezuela, del 6 al 10 de noviembre de 1994, pág 20

2.3. CUENCAS: UNIDADES BÁSICAS DE ESTUDIO

Ahora bien si se retoma el concepto de planeación descrito en el capítulo anterior e identificamos que el proceso de planeación se compone por tres elementos básicos el sujeto, el objeto y la relación entre ambos.

Y por otro lado, se establece que las cuencas son unidades básicas para el diseño de procesos de gestión integral del agua que tiendan al desarrollo sustentable, situación que implica necesariamente la aplicación de procesos de planeación, entonces se puede hacer una analogía. Donde:

- ∇ Las cuencas se convierten en unidades básicas de estudio, en el objeto;
- ∇ Los actores involucrados, es decir, autoridades, usuarios e instituciones del sector agua, en el sujeto;
- ∇ Y, la relación entre el objeto y el sujeto, que sería la forma y los mecanismos de planeación que se necesitan para que las cuencas cambien su organización, al nivel económico, social y ambiental con el fin de que se alcance el desarrollo sustentable (diseño de procesos de gestión).

El proceso de planeación aplicado a las cuencas como unidades de gestión se definiría como, **el proceso mediante el cual los actores involucrados en el sector agua buscan cómo actuar sobre las unidades básicas de estudio (las cuencas) para cambiarlas o conducir las hacia el desarrollo sustentable o hacia el logro integral de objetivos económicos, sociales y ambientales.**

De aquí la necesidad de elegir métodos, técnicas o mecanismos de planeación que conlleven a completar de la mejor manera posible el proceso anterior.

De esta manera y una vez definidas las cuencas como objetos o unidades de estudio, el siguiente paso es analizar los factores claves del Sistema de Metodologías de Planeación e identificar los tipos de problemas que se presentan en las cuencas, para posteriormente identificar los diferentes caminos estratégicos que se podrían seguir para solventar o mitigar estos problemas.

3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS EN LAS CUENCAS

Este capítulo está dedicado a establecer los problemas tipo en las cuencas, como unidades básicas de gestión. Por lo tanto, el análisis de problemas debe estar basado en alguna característica que los identifique y que a su vez constituya un criterio relevante desde el punto de vista de la planeación (propósito de este trabajo).

Para ello se ha recurrido a la utilización de los tres factores que condicionan el proceso de planeación: el objeto, por medio del estudio de las características del sistema hidrológico que representa la cuenca; el sujeto, identificando la naturaleza de los actores involucrados; y por último, la relación sujeto-objeto, que representa la forma en que el sujeto concibe al objeto y al cambio, en función de los propósitos que impulsan al sujeto a buscar el cambio.

De esta manera, se ha hecho un estudio de las cuencas para la identificación de sus problemas. En el primer caso, como objeto, definiendo los problemas por medio de las características propias de la cuenca como sistema hidrológico. En el segundo caso, como sujeto, utilizando el análisis de Stakeholders para encontrar la naturaleza de los involucrados en el sector agua.

Y por último estableciendo la relación sujeto-objeto, de tal forma que fuera posible encontrar los propósitos que impulsan al sujeto a buscar el cambio, en el sistema hidrológico, y establecer así una tipología de problemas en la unidad básica de gestión, que sirva como base para la definición posterior de alternativas de solución.

3.1. EL ESTUDIO DE LAS CUENCAS COMO UNIDADES DE GESTIÓN

En el capítulo anterior se ha definido que el proceso de planeación aplicado a las cuencas es aquel mediante el cual los actores involucrados en el sector agua buscan cómo actuar sobre las unidades básicas de estudio (las cuencas hidrológicas) para cambiarlas o conducir las hacia el desarrollo sustentable o hacia el logro integral de objetivos económicos, sociales y ambientales.

De lo anterior se puede decir que las cuencas como unidades de gestión pueden estudiarse, a través de los tres elementos básicos del proceso de planeación, el objeto, el sujeto y la relación entre ambos.

Cuando se habla del objeto se hace referencia al sistema hidrológico que representa la cuenca, el cual tiene como función satisfacer las necesidades de los usuarios del sistema, por medio de un aparato operativo que tiene que ver con: los procesos y métodos utilizados, la infraestructura con la que cuenta el sistema, el uso de algún tipo de tecnología, entre otras cosas.

Con el sujeto se habla en relación con el sistema gestor u organizacional que forma parte también de la cuenca. Este sistema está conformado por aquellos individuos, sistemas de usuarios, organismos e instituciones que fungen como actores al momento de normar, regular o administrar los recursos, en este caso particular, el recurso agua.

La relación sujeto-objeto, en cambio, tiene que ver con la manera en que el sujeto concibe al objeto y al cambio, así como a la forma y a los mecanismos de planeación que se necesitan para que la organización cambie, de tal manera que se alcance el desarrollo sustentable requerido (ver el apartado 2.3. de este trabajo).

3.1.1. Problemas Inherentes a las Cuencas como “Objeto”

En un sistema hidrológico como es la cuenca se busca obtener un equilibrio entre la disponibilidad natural del agua y su aprovechamiento. Cuando esto no se logra se generan una serie de problemas, ligados a un mal uso y distribución del recurso (ver fig. 3.1).

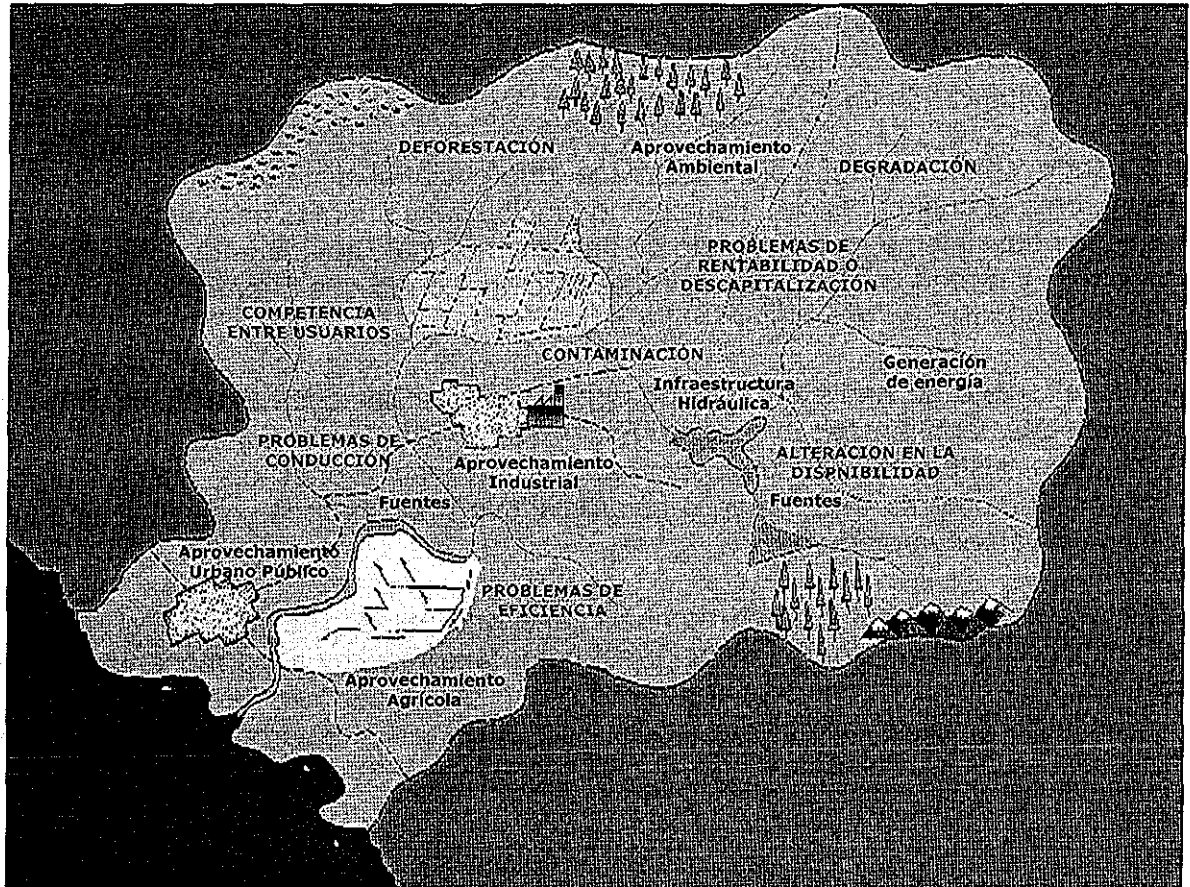


Figura 3.1. Elementos y Problemas de un Sistema Hidrológico

Los problemas más comunes son los siguientes:

- **Problemas de conducción.** Generalmente para transportar el agua de las fuentes naturales a las ciudades y comunidades rurales, así como a las zonas agrícolas, para ser aprovechada, se utilizan canales, tuberías e infraestructura que debido a su mal uso, deterioro y falta de mantenimiento presenta fallas. Lo que se manifiesta en altos porcentajes de fugas y con ello altos volúmenes de pérdidas de agua, por poner un ejemplo, la agricultura en nuestro país consume anualmente 62.5 Km^3 de agua y de ella se estima que se pierde el 63% por

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ineficiencia en la conducción. Además se estima que del agua suministrada a las poblaciones, se fuga el 35% en las redes de distribución, en promedio¹⁵.

- **Problemas de Eficiencia.** Estos son problemas derivados del funcionamiento de los sistemas de usuarios. Cada sistema en su ámbito maneja reglas de operación que no conducen a buenos resultados en el aprovechamiento del agua, es decir, que el volumen de agua aprovechada no es suficiente para la producción agrícola requerida o para cubrir el nivel de servicios de agua potable que se demanda en una población. Sin embargo muchos de estos problemas tiene su origen en el mal manejo del sistema, ya sea por falta de datos (necesidades de una red de medición y monitoreo confiable), falta de tecnología o métodos de trabajo más efectivos, falta de capacitación, inadecuada operación de la infraestructura, proyectos diseñados inadecuadamente u obras inconclusas, etc.
- **Problemas de Contaminación.** Un aspecto que también está ligado al mal funcionamiento de los sistemas de aprovechamiento, es el tratamiento de aguas negras generadas en los propios sistemas, las cuales en ocasiones no son lo suficientemente tratadas o simplemente se descargan directamente a los ríos o cuerpos receptores, creando contaminación de tipo puntual o difusa. Este es un problema que afecta principalmente la salud pública, eleva los costos de operación y hace que se disminuya el potencial de aprovechamiento acuícola.
- **Problemas de Rentabilidad o Descapitalización.** Tanto a nivel de unidades y distritos de riego, como en los organismos operadores de las ciudades, existe una baja recuperación económica en relación a sus gastos de operación.

En este contexto en la agricultura existe una deficiente planeación de producción y comercialización, falta circulante y recursos financieros. Hay poca información sobre perfiles socioeconómicos culturales y políticos de los usuarios por uso del agua y por tipo de necesidad. En el caso de los organismos operadores los costos por mantenimiento y operación se elevan por el deterioro en la infraestructura y por no conocer las características detalladas de las instalaciones. Existen grandes porcentajes de agua no contabilizada que por consiguiente no se factura, así como padrones de usuarios incompletos o con registros erróneos que impiden su facturación. La determinación del volumen de consumo para facturar resulta inferior a lo real, ya que se cobra una cuota fija por volumen nominal, la cual es estimada. También hay instituciones pública exentas o se niegan a pagar y las tarifas no se diseñan, ni actualizan regularmente en función a los costos. La disparidad en la riqueza y pobreza creciente que afronta el país impide establecer mecanismos lógicos de pago, como el determinar un precio del agua justo

¹⁵ Comisión Nacional del Agua, Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, pág 27, diciembre de 1998

Además, las multas a usuarios morosos ó clandestinos son muy pequeñas en comparación al daño que se le hace al medio ambiente.

- **Competencia entre Usuarios.** Uno de los problemas que se generan por la falta de agua es que los usuarios se aferran al recurso, esto genera fricciones con otros usuarios haciendo una guerra, literalmente hablando, con el fin de obtenerlo, lo que produce un desgaste socioeconómico y ambiental, en la zona, debido a que las fuentes naturales son utilizadas en exceso ó son contaminadas.

Como reflejo de lo anterior es la afectación por el uso industrial a otros sectores y al ambiente. La escasez regional de agua afecta a todos los sectores usuarios, incluido el desarrollo industrial. Sin embargo, es común que el uso industrial desplace al agrícola, y limite el uso de las poblaciones y del ambiente. En efecto, algunas industrias de alto consumo de agua están en zonas de escasez hídrica, sobre todo en el centro del país. Algunos procesos industriales desperdician agua o son contaminantes. Los usuarios industriales que se abastecen de la red de agua o por pozo propio, vierten agua residual a la red de alcantarillado, en algunos casos con sustancias tóxicas. De las 1,354 plantas construidas para tratar aguas residuales de la industria, sólo 468 cumplen con condiciones particulares de descarga, lo que equivale al 4% del afluente¹⁶.

- **Alteraciones en la Disponibilidad** La disponibilidad de agua, en las fuentes naturales, se percibe que está afectada, cuando la recarga natural es menor al volumen de agua que se utiliza. La alteración se debe principalmente a la contaminación de las fuentes o a la sobre explotación de las mismas. Generalmente este tipo de alteración natural de disponibilidad de agua es desconocida por los usuarios
- **Deforestación** La deforestación altera el clima en la zona. Sí, bien esto no es un problema de consecuencias a corto plazo, puede producir con el tiempo sequía, afectando la recarga natural de las fuentes naturales de la cuenca.
- **Degradación.** La degradación del suelo, debido al mal uso de éste o la contaminación, conlleva a que de manera natural sea aún más difícil captar el agua que se genera por lluvia, en la cuenca, provocado una disminución en la disponibilidad del líquido.

¹⁶ Comisión Nacional del Agua, Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, pág. 51, diciembre de 1998.

3.1.2. Problemas Inherentes a las Cuencas como "Sujeto"

Para la identificación de problemas, en este caso, se a recurrido a la utilización de un análisis de "stakeholders" o "actores involucrados"

Un stakeholder o actor es un ente cuyas acciones pueden afectar a la organización, o es afectado por las acciones de ésta. La mutua interacción entre ambos produce, que cada actor involucrado tenga un interés en lo que la organización hace y viceversa.

Los actores involucrados son también aquellos que demandan acciones a la organización; dado que ellos dependen de ésta para la realización de algunas de sus metas, así como, la organización depende de ellos para la realización completa de su misión. A causa de esto, cada actor puede ser, en efecto, un abogado cuando se trata de apoyar alguna estrategia de la organización que favorezca sus metas.

Un análisis de actores involucrados en una organización se basa en dos premisas importantes.

1. El comportamiento de la organización es el resultado del soporte y las fuerzas de resistencia generadas por sus actores o stakeholders, lo cual crea un estado de balance temporal entre fuerzas opositoras.

Estas fuerzas son originadas por los actores involucrados en el curso de ejercer o perseguir sus propios intereses, metas u objetivos y algunas de ellas proveen de recursos y soporte a la organización, mientras que otras sólo fungen como barreras o molestias

- 2 La consecuencia de una estrategia ejercida por la organización es el resultado colectivo de todas las fuerzas generadas por sus actores o stakeholders que puedan darle soporte, durante su implementación.

Esto significa que la organización esta generalmente intentando balancear las diversas fuerzas que ejercen sus actores. Cada vez que una organización actúa y sus actores responden, un nuevo balance temporal se logra. Por lo tanto, el status y desempeño de la organización, en un punto determinado del futuro, depende del equilibrio que logre después del periodo de implementación de una estrategia.

De lo anterior se concluye que: *"La validez de un plan estratégico generalmente depende de los supuestos que se formulan sobre los stakeholders o actores involucrados en una organización y sobre las acciones que ellos tomarán durante el periodo de planeación e implementación de una estrategia"*¹⁷.

¹⁷ Rowe J , Alan (1989), Strategic Management a Methodological Approach, págs 78-89

Por lo tanto y debido a que ningún plan está completo sí, no se consideran las diferentes fuerzas que ejercen los actores involucrados en la organización, y como actúan en ella, la identificación de problemas en las cuencas, como sujeto, debe partir de la determinación de estos actores.

Básicamente, los stakeholders o actores involucrados en las cuencas, están organizados y funcionan como lo muestra la figura 3.2.

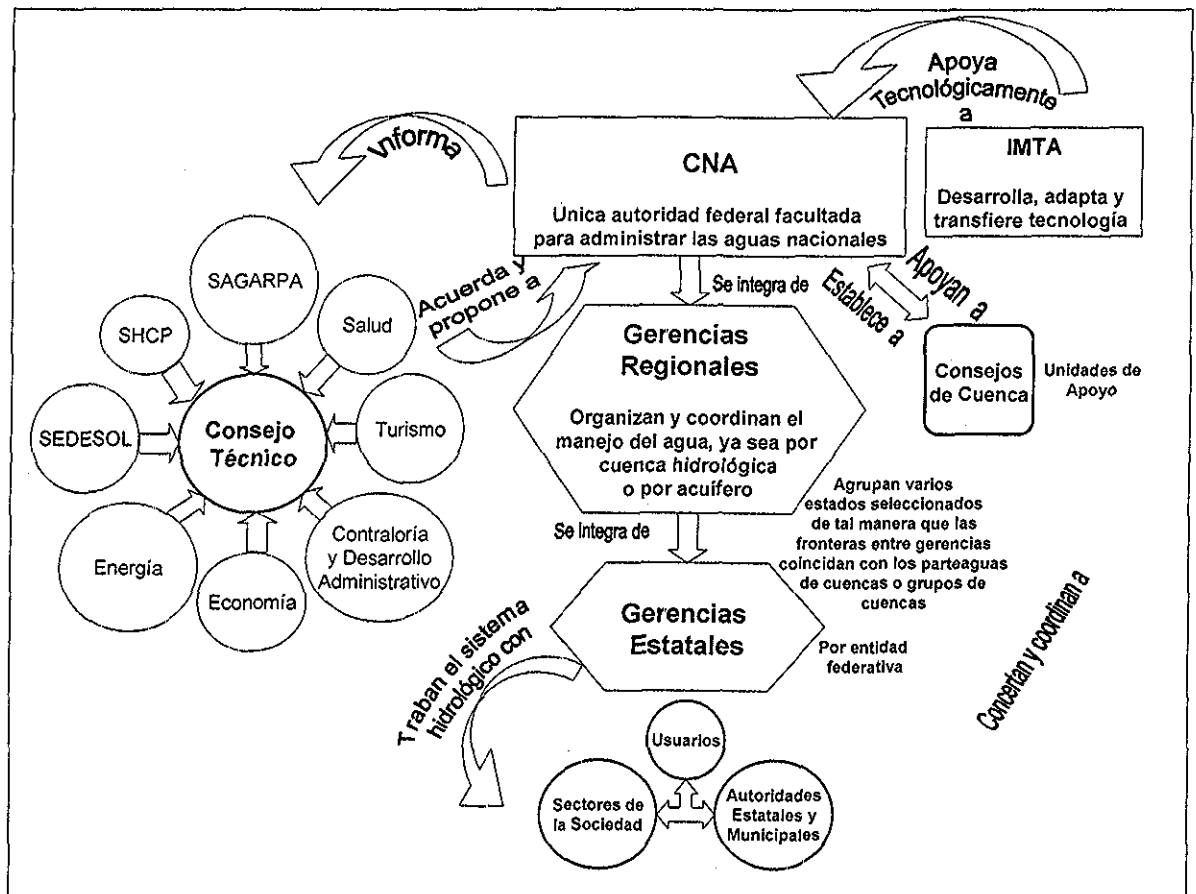


Figura 3.2. Organización del Sector Agua en México

Cabe destacar en este punto, que actualmente la organización del sector agua, en México, esta en un proceso de reestructuración, el cual consiste en ejercer funciones con base en las cuencas hidrológicas del país, y no en regiones hidrológicas como antiguamente se realizaba. Proceso que continua desarrollándose y en el que existen aún rezagos en la ejecución de funciones al nivel de cuenca.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Como se puede observar, en la figura 3.2., la estructura organizacional que opera en el sector agua es jerárquica y centralizada, de tipo vertical, lo que significa que hay una línea de toma de decisiones bien definida y delimitada.

Sin embargo, considerando con un mayor nivel de detalle a los actores involucrados del sector agua, éstos pueden ordenarse en función al nivel de autoridad que ejercen, en una línea de toma de decisiones (ver tabla 3.1.).

Tabla 3.1. Clasificación de los Stakeholders o Actores involucrados en el Sector Agua

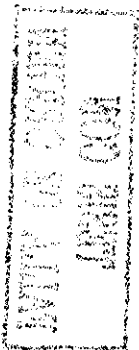
Nivel de Autoridad			
Federal	Regional	Estatal	Local
Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT) Comisión Nacional del Agua (CNA) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) Otras Secretarías Involucradas: <ul style="list-style-type: none"> • Salud • Energía • Educación Pública (SEP) • Hacienda y Crédito Público (SHCP) • Gobernación • Economía • Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) • Comunicaciones y Transportes • Turismo • Desarrollo Social (SEDESOL) • Contraloría y Desarrollo Administrativo (SECODAM) 	Gerencias regionales de la CNA	Gerencias estatales de la CNA Comisiones Estatales de Aguas Secretarías estatales Delegaciones federales	Organismos operadores de agua Distritos y unidades de riego Distritos de temporal tecnificado Industrias Comunidades urbanas y rurales Asociaciones de usuarios Organizaciones no gubernamentales
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Organismos Conciliadores</p> <p style="text-align: center;">Consejos de Cuenca</p> <p style="text-align: center;">Comisiones de Cuenca</p> <p style="text-align: center;">Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS)</p> </div>			

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

De esta manera es posible identificar que los actores del sector agua están distribuidos y pueden ejercer sus diversas fuerzas, en cuatro diferentes grupos:

- ♦ El primero que se encuentra a un nivel de gobierno federal, donde los actores involucrados actúan bajo una línea normativa o de dirección, comprometidos con los intereses generales de la nación.
- ♦ El segundo que se encuentra a un nivel de gobierno, pero regional y estatal, donde los actores involucrados actúan bajo una línea administrativa. En este caso los intereses de los involucrados están dirigidos a proveer de recursos, así como de recaudarlos, para el buen funcionamiento de la organización y con el fin de lograr las normas establecidas por el gobierno federal.
- ♦ El tercero que se encuentra a un nivel local o de cuencas hidrológicas, donde los actores involucrados actúan bajo una línea operativa, por lo que su interés está en caminar a hacer que el sistema hidrológico funcione correctamente, de tal manera que se cubran sus necesidades. El trabajo de estos actores es lograr la satisfactoria operación del sistema, con los recursos que provengan del gobierno regional, estatal o propios, y cumpliendo con los objetivos del gobierno federal.
- ♦ El cuarto y último que no se localiza a niveles de toma de decisiones, sino que actúa como apoyo ó como ente conciliador, el cual tiene como objetivo lograr la participación de los actores involucrados a todos los niveles, en una región particular, para poder resolver problemas de tipo técnico en los sistemas hidrológicos.

Por lo que entre estos grupos es posible encontrar una brecha muy grande de intereses que pueden, en un momento dado, chocar o simplemente alejarse cada vez más de una visión en común, impidiendo el logro de los fines de la organización y su buen funcionamiento. Desencadenando una serie de problemas. (ver fig. 3.3.).



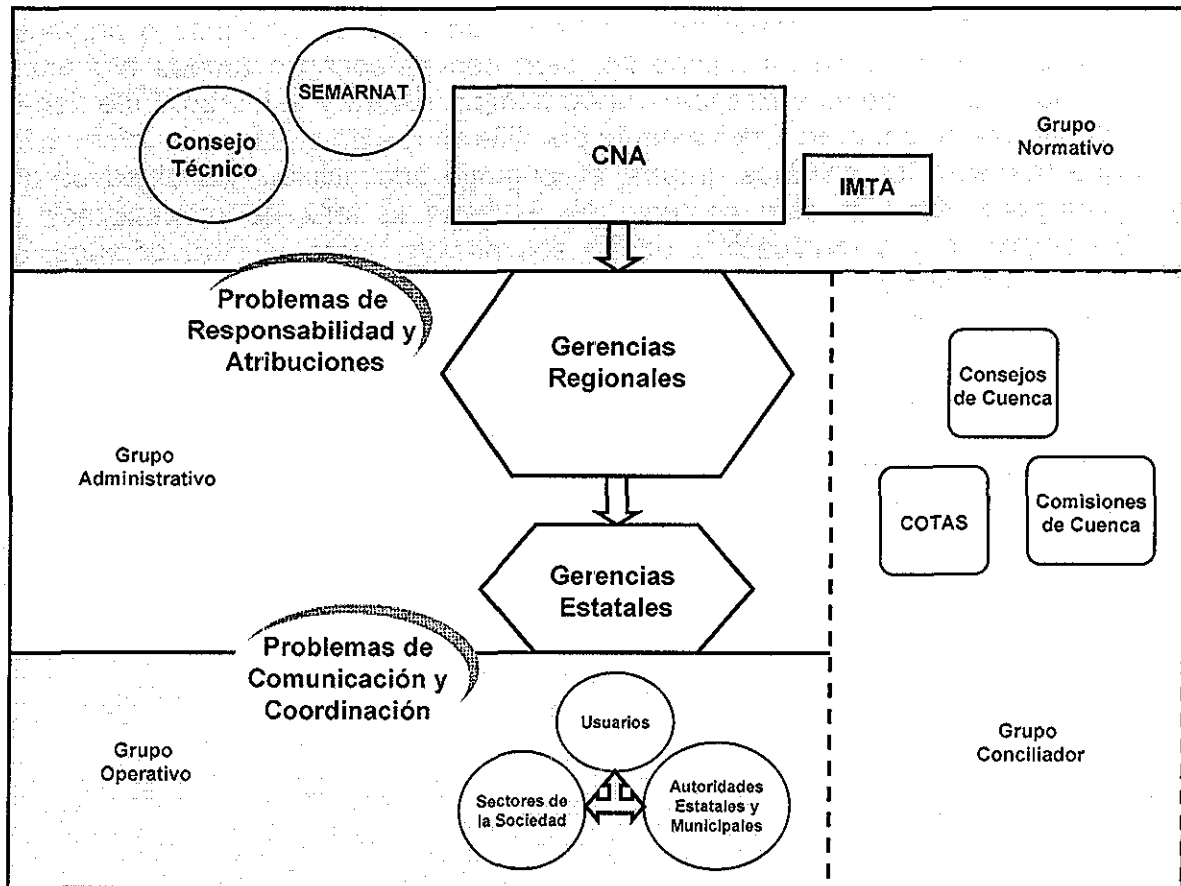


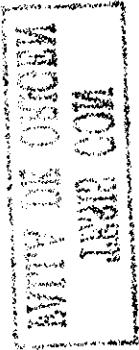
Figura 3.3. Grupos de Actores y sus Problemas

Dentro de los problemas que se encuentran en una organización conformada por grupos con diferencias de intereses se pueden definir dos:

- **Problemas de Responsabilidad y Atribuciones.** Estos problemas se generan por la incongruencia que existe entre los planes, estrategias o normas establecidas por el grupo con mayor peso jerárquico, en la organización, y los problemas reales. Este tipo de problema genera mucha molestia a niveles operativos, debido a que generalmente son ellos los que se ven presionados por cumplir con metas y objetivos irreales e ilusorios que no están acorde con sus propias necesidades y responsabilidades, deteriorando la comunicación entre grupos y haciendo aún mayores los problemas locales del sistema.
- **Problemas de Comunicación y Coordinación** Los problemas de comunicación y coordinación generalmente se derivan de la diferencia, en los tiempos de ejecución y de las acciones ejercidas en los diversos ámbitos de la organización. Lo anterior se ve reflejado generalmente en recursos, ya sean materiales o económicos, que no llegan a tiempo, retrazando proyectos u obras, o en la solicitud de trabajos con extrema urgencia que desgastan o desvían de sus actividades a las personas o a los grupos involucrados.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

También, se pueden mencionar en este caso aquellas acciones o proyectos que se realizan, con un mismo fin, pero con personas o grupos diferentes, duplicando el trabajo y desperdiciando tiempo, dinero y esfuerzo. Este tipo de problemas se generan precisamente por diferencias en cuanto a la información que manejan los diversos grupos, el lenguaje que utilizan, los objetivos que persiguen, etc. En este contexto es evidente la falta de mecanismos de participación y comunicación, donde sea posible homogeneizar criterios, así como una falta de fluidez en la información tanto de arriba hacia abajo, como de abajo hacia arriba. Además es importante considerar una estructura operativa lo suficientemente sólida, donde los acuerdos con los diferentes niveles se vean reflejados en los planes, programas y que realmente contribuyan a la toma de decisiones (y no sólo sirvan como apoyo), como también se percibe la necesidad de un sistema de información confiable, con bancos de datos actualizados a todos los niveles de la organización.



3.1.3. Relación “Sujeto – Objeto”

Sí se observa que el conjunto de problemas estudiados en el Sistema de Metodologías de Planeación (capítulo 1), se basan en el supuesto de que los criterios de decisión son comunes (problemas de tipo unitario) y la complejidad del objeto es baja, entonces, el proceso de solución se limita a obtener los conocimientos necesarios para diseñar el cambio (procesos técnicos de solución).

Sin embargo esta posición es apropiada cuando se trata con grupos homogéneos o decisores únicos, y puede extenderse a aquellos casos en los que es posible unificar criterios, a través de la participación o bien, cuando se cuenta con la suficiente fuerza para vencer la posible oposición

Pero, en muchos casos, como el del sector agua, es necesario reconocer la presencia de distintos grupos con intereses divergentes o valores en contraste, en los que las salidas posibles están basadas en el manejo del poder o en la búsqueda de un orden negociador, lo que lleva a la planeación más allá de un simple proceso técnico.

Por lo que se prevé la existencia de dos planos, uno político donde interactúa el sujeto en la lucha de sus diversos grupos en contraposición, y uno técnico donde el sistema hidrológico subsiste. De esta manera el proceso de planeación se identifica como una mezcla de análisis, confrontación y concertación, lo que exige que la lógica de investigación (representada por la metodología) se le añadan habilidades de comunicación, liderazgo, procesos grupales, manejo político, uso del poder, etc , para la determinación de las estrategias de acción (ver fig. 3.4).

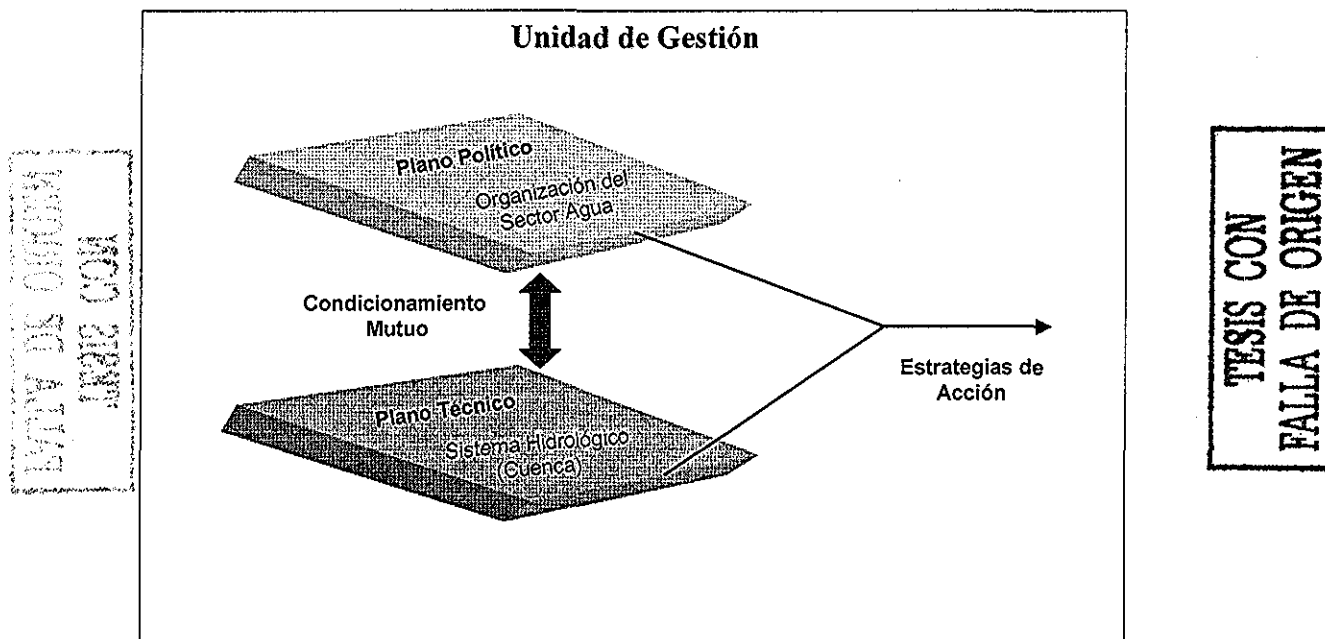


Figura 3.4. Planos en los que se divide la Unidad de Gestión

Por otro lado, en este trabajo, se parte de la idea de que la relación sujeto-objeto representa la forma en que el sujeto concibe al objeto y al cambio. En el caso particular de las unidades de gestión, el sujeto es un ente plural, donde existe divergencia de intereses. Sin embargo, en el apartado anterior, el sujeto se ha dividido en tres grupos de actores importantes para la toma de decisiones, por ello, es posible encausar las diversas visiones del sujeto en tres diferentes direcciones, cuando éste visualiza al objeto como un ente (ver fig. 4.5.):

Normativo. Entonces el sujeto concibe al objeto desde la perspectiva del desarrollo de la organización. En este caso, la visión del objeto es general, aún cuando sea posible que el sujeto pueda conocer todo lo que representa el objeto, generalmente no se pone énfasis en los detalles del sistema, sino, cómo el objeto debe transformarse para que la organización subsista, en el contexto nacional y político actual. El objetivo es diseñar los fines de la organización.

Estratégico. El sujeto concibe al objeto como el medio idóneo para establecer estrategias o cuidar intereses que se vean amenazados por el medio ambiente que le rodea al objeto. En este caso, la visión del objeto es parcial, ya que el énfasis está en cuidar que el objeto subsista en el contexto económico y social que prevalezca en la organización. El objetivo es hacer frente a los retos y oportunidades.

Operacional. El sujeto concibe al objeto desde el punto de vista de sus fallas, es decir, desde la perspectiva de las deficiencias del sistema. En este caso, la visión del objeto es totalmente parcial, debido a que el sujeto busca únicamente que los problemas cotidianos se solucionen. El objetivo es superar las fallas.

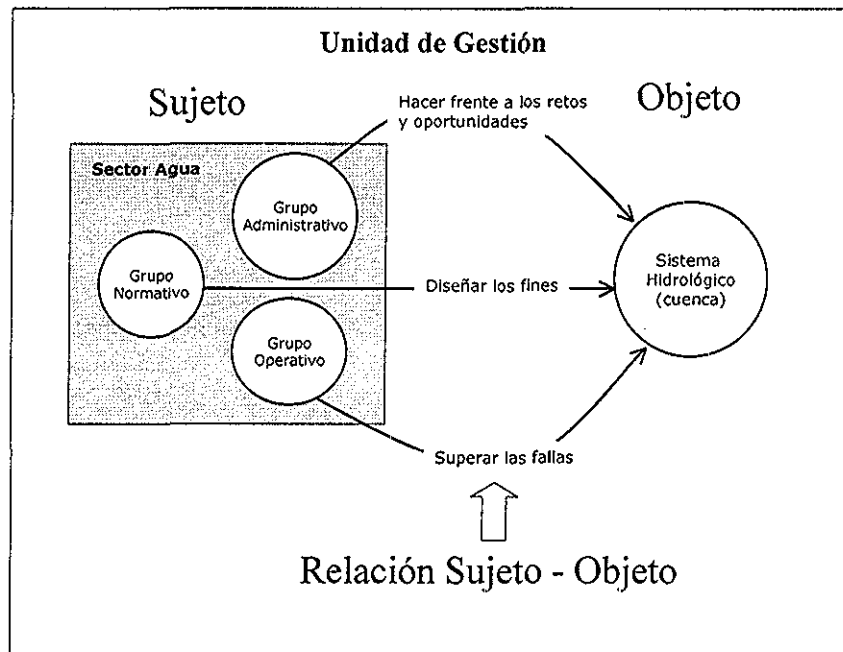


Figura 4.5. Relación Sujeto – Objeto en la Unidad de Gestión

INSTITUTO DE CUENCAS
 CENTRO DE ESTUDIOS
 1999 CON

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

3.1.4. Identificación de Problemas Tipo

Ahora bien, una vez identificados los problemas inherentes a las cuencas, como unidades de gestión, el siguiente paso es establecer mediante los factores clave aquellos problemas tipo que destacan en el ejercicio de llevar a cabo un proceso de planeación.

Para esto, es importante destacar nuevamente la presencia de tres grupos decisores importantes, en el ambiente organizacional de las unidades de gestión, y la relación que prevalece entre el sujeto y el objeto. Por lo que, si cada uno de estos grupos se observa como un decisor único, en el ámbito que les compete, es posible asociar los problemas del sistema hidrológico y de la organización con las diversas visiones del sujeto y así establecer la pluralidad y la complejidad de la unidad de gestión, como factores clave del Sistema de Metodologías de Planeación (ver fig. 3.6.).

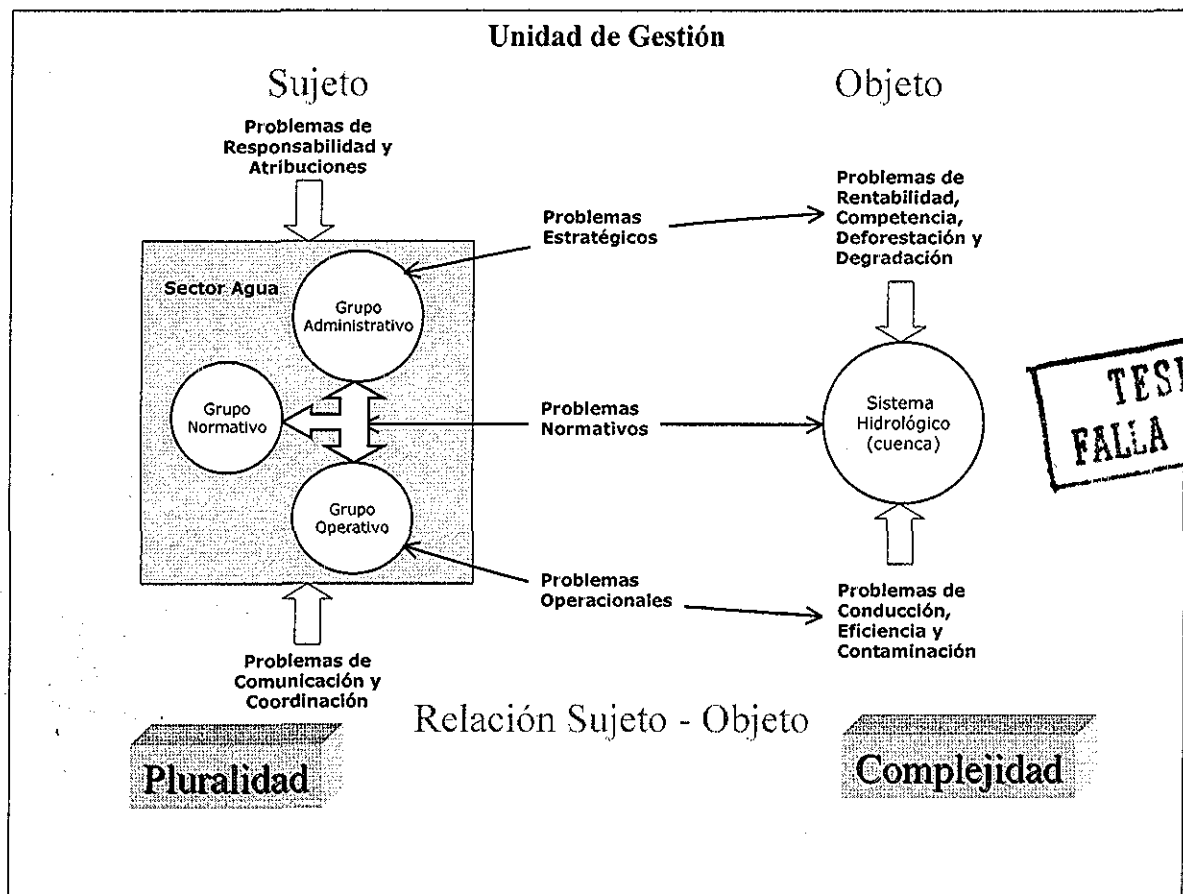


Figura 3.6. Tipos de Problemas en la Unidad de Gestión

De esta asociación se puede concluir que los problemas identificados en las cuencas como unidades de gestión son de dos tipos: **plurales** (negociación y conflicto) y **de alta complejidad**.

Los problemas plurales están asociados a problemas de dos tipos: de responsabilidad y atribuciones, y de comunicación y coordinación.

Mientras que los problemas de alta complejidad se definen así, por el hecho de que existen visiones parciales del sujeto hacia el objeto, y esto, implica que no sea posible, por parte del sujeto, un conocimiento pleno y detallado de éste. Además de que existen variables del objeto que no son controlables por el sujeto, debido a que la cuenca es un ente natural y es susceptible a los cambios del medio ambiente. Pero, a pesar del carácter complejo del sistema hidrológico, es posible percibir, a través de la relación sujeto – objeto, tres líneas de acción definidas, por problemas de tipo: estratégico, normativo y operacional.

IMPRESA
MEXICO DE CALLES

4. PROPUESTA METODOLÓGICA DE PLANEACIÓN

Una vez que se han definido los problemas tipo en las unidades básicas de gestión, toca en este capítulo establecer la metodología de solución que corresponde a cada caso, dando así forma a la propuesta metodológica de planeación.

Planteamiento que se basa en el pronunciamiento de Taylor (1986):

No existe un sistema de planeación sino muchos, ni un estilo de planeación sino varios y un proceso de planeación debe ser hecho por sastres a la medida para cada firma particular en un específico conjunto de circunstancias.

Por ello, el proceso de planeación, en este trabajo, se concibe como contingente, debido principalmente a que no está constituido por una serie de pasos predeterminados, sino que es un herramienta cuyas características dependen de la clase de problema en que se aplica. De tal forma que se tenga la libertad de construir un marco de referencia, en el que por un lado se definen los problemas tipo en las unidades básicas de gestión, las cuencas hidrológicas, y por el otro, para cada caso indicar la metodología de solución que mejor se ajuste

La metodología propuesta se basa en un enfoque integral, donde se incluyen procedimientos para atacar problemas de tipo plural y complejo al mismo tiempo. El proceso se divide en tres niveles de trabajo: uno organizacional, otro al nivel de cuencas o sistemas hidrológicos y el último a un plano operativo.

El resultado es una serie de lineamientos para la solución integral de los problemas, junto con las sugerencias pertinentes, para su aplicación en las unidades básicas de gestión.

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En el capítulo anterior se han definido que los problemas tipo que presentan las cuencas, como unidades de gestión, son de dos tipos: plurales y de alta complejidad.

Por lo tanto, para el desarrollo de la propuesta, es necesario recordar las características de estos problemas tipo, así como, los enfoques recomendados para su solución

4.1.1. Problemas de Alta Complejidad

En términos generales en la planeación domina un espíritu, donde se da como un hecho el que siempre es posible analizar y comprender las situaciones problemáticas con el rigor requerido.

Pero esta posición tiene límites, pues en diversas situaciones no es posible alcanzar un conocimiento pleno, como es el caso de las unidades de gestión, por lo que se cae en lo que se designan como problemas de alta complejidad y que se caracterizan porque sólo es posible alcanzar un conocimiento parcial o general de la situación. Casos en los que es necesario utilizar formas de planeación que permitan simplificar el problema.

Los enfoques desarrollados con el fin de resolver problemas de alta complejidad giran en torno a las siguientes tres direcciones básicas:

Incrementalismo Disjunto

El incrementalismo disjunto es un enfoque que propone una estrategia con base en cambios marginales y desarticulados. Los incrementalistas sostienen que cualquier intento por emplear métodos compresivos, analíticos y seriados en un ambiente de alta complejidad termina por fracasar; de aquí la conveniencia de reducir el alcance de las propuestas a pequeños cambios, observar los resultados obtenidos y conforme a ello proponer nuevos movimientos, sin preocuparse por obtener una solución definitiva desde un inicio, lo que le da su carácter incremental¹⁸; es disjunto porque el análisis, la acción y el cambio puede verificarse en distintas áreas y aplicarse a unos u otros problemas, sin que se requiera de coordinación

La ventaja de este enfoque es el hecho de que la atención se dirige hacia cambios marginales y separados, por lo que el trabajo de análisis y evaluación se reduce notablemente. Sin embargo, debe emplearse con ciertas reservas, ya que

¹⁸ Un desarrollo que tiene esta orientación y que en los últimos años ha alcanzado una gran popularidad es el de los círculos de calidad

estimula un espíritu conservador y conformista, elude enfrentar cambios radicales y soslaya la necesidad de tomar decisiones fundamentales.

La planeación circunspectiva tiene algún parecido con el incrementalismo disjunto, aunque se adopta no por razones teóricas sino por motivos absolutamente prácticos, al surgir cambios inesperados o por falta de previsión. Así, esta actividad que se realiza bajo presión y urgencia, consiste en un rápido examen de las circunstancias más próximas e importantes, y en el diseño de medidas para el corto plazo.

Esquemas Directores

Los esquemas directores es un enfoque que trabaja sobre una imagen total del sistema, en la que se trazan las líneas generales para el desarrollo futuro de la organización, con la intención de que después cada área de la organización formule los programas, proyectos y acciones de su competencia.

El enfoque ofrece un marco de referencia para inducir una serie de acciones específicas, lo que reduce notablemente los requerimientos de información y análisis, ya que no contempla la necesidad de diseñar o decidir sobre alguna acción particular. Para la construcción de la imagen objetivo es posible emplear cualquiera de los siguientes procedimientos:

1. Anunciando valores generales expresados en términos satisfactorios para todos, o simplemente estableciendo las prioridades de la organización.
2. Valorando o enjuiciando al sistema entero, para sobre esta base definir los objetivos, metas y políticas generales
3. Elaborando un diseño idealizado del sistema con el que se definiría a dónde se debe dirigir la atención y el esfuerzo de cada área.

La mayor desventaja de este enfoque es que el marco de referencia caiga a un nivel vago, utópico ó político alejado de cualquier necesidad real o de lo que es posible ejecutar.

Intervención Problemística

La intervención problemística es un enfoque que plantea descomponer el problema total en una serie de subproblemas que puedan ser más fácilmente manejables. El procedimiento es definir los problemas clave o estratégicos de la organización, cada uno de los cuales es estudiado en forma separada, siguiendo un proceso de solución, con el ritmo y el tiempo que cada problema requiera individualmente.

Las ventajas del enfoque son evidentes, permite que la atención se centre en renglones significativos y en la producción de resultados concretos, además de que da libertad para iniciativas particulares e innovadoras. Sin embargo, no siempre es prudente separar problemas que están interconectados y cuyas soluciones dependen unas de otras, no contempla mecanismos de coordinación o ajuste y no plantea un marco de referencia donde sea posible definir qué problemas son prioritarios.

4.1.2. Problemas de Pluralidad

Un problema de pluralidad corresponde a aquellas situaciones en las que se reconoce la presencia de diferentes individuos o grupos, que comparten los mismos principios y propósitos generales, pero difieren en mayor o menor grado en los objetivos por alcanzar, en la naturaleza de los problemas por resolver o en el medio para actuar.

En este tipo de problema se considera la posibilidad de construir un consenso, a través de la participación de los distintos individuos para la estructuración del plan a seguir, y buscar con esto, el intercambio de distintos puntos de vista, así como el aprovechamiento del conocimiento de cada uno sobre la situación.

Sin embargo esta posición es apropiada, como ya se mencionó antes, cuando se trata con grupos homogéneos o decisores únicos, bajo condiciones de un consenso absoluto o de un autoritarismo pleno, ó extenderse a aquellos casos en los que es posible unificar criterios, pero entre estos extremos hay un conjunto de casos en los que existen grupos con intereses divergentes o valores en contraste, en los que las salidas posibles están basadas en el manejo del poder o en la búsqueda de un orden negociador (ver apartado 3.1.3.1. de este trabajo), problemas de este tipo son de los que se tratarán en este trabajo.

Los enfoques destinados a resolver problemas de tipo plural, donde los criterios de decisión no son coincidentes, pueden ubicarse en las siguientes dos direcciones:

Desarrollo Organizacional

Esta es un área de trabajo que data de muchos años y que con el éxito de las empresas japonesas ha adquirido un gran realce en los últimos años.

El enfoque se aplica básicamente a una organización con una estructura formal, donde los individuos tienen una función definida y especializada, en la cual se advierte que para promover el cambio y atender las distintas necesidades es preciso crear un clima y una cultura apropiada

Por ello, al mismo tiempo que se piensa en el ajuste de las operaciones y en el rediseño de la estructura, tiene lugar una dinámica dirigida a los aspectos personales y sociales de la organización, con lo que se busca lograr la motivación, el compromiso y la cohesión que el cambio exige

A través de este enfoque se han impulsado una variedad de temas como son: el liderazgo, la comunicación, la creatividad, la excelencia, entre otros. Pero cabe advertir que los resultados no son inmediatos y cualquier torpeza puede dar pie a sentimientos de manipulación, y con ello a un rechazo y hasta una ruptura total

Problemas de Negociación y Conflicto

Este enfoque se dirige a aquellas situaciones en las que predomina una estructura multinucleada en la que, por diversos motivos y en diversos grados, cada grupo tiene su propia concepción del bien público, así como sus propios intereses y propósitos.

Para afrontar este tipo de situaciones se requiere de un conocimiento de la naturaleza del objeto y de las fuerzas políticas que intervienen. Las estrategias pueden estar basadas en medidas de fuerza o dominación, manejo del poder, aunque con frecuencia estas medidas no son viables o no se recomiendan, y de negociación, en las que se busca un mecanismo indirecto que simplifique la situación y haga posible la concertación, con la suficiente flexibilidad para que con el tiempo las decisiones puedan ser ratificadas, enmendadas o rechazadas.

En este caso el proceso de planeación se plantea como una mezcla de análisis y negociación

4.2. ENFOQUE INTEGRAL

Dada la gran variedad de enfoques que para la solución de problemas de alta complejidad y de pluralidad existen se ha decidido establecer la propuesta metodológica con base en un enfoque integral, es decir, unificando estrategias de solución de tipo plural y complejo, considerando las características de las unidades de gestión.

De acuerdo con la revisión de los diferentes enfoques, para lidiar con problemas de alta complejidad es preciso adoptar ciertas tácticas simplificadoras y, al mismo tiempo, considerar varios niveles de análisis para subsanar las deficiencias derivadas de esa simplificación. Lo que se sugiere es armar un enfoque compuesto en el que se consideren las tres direcciones básicas a que se ha hecho referencia, dando lugar a un procedimiento con tres niveles de trabajo (ver fig. 4.1.):

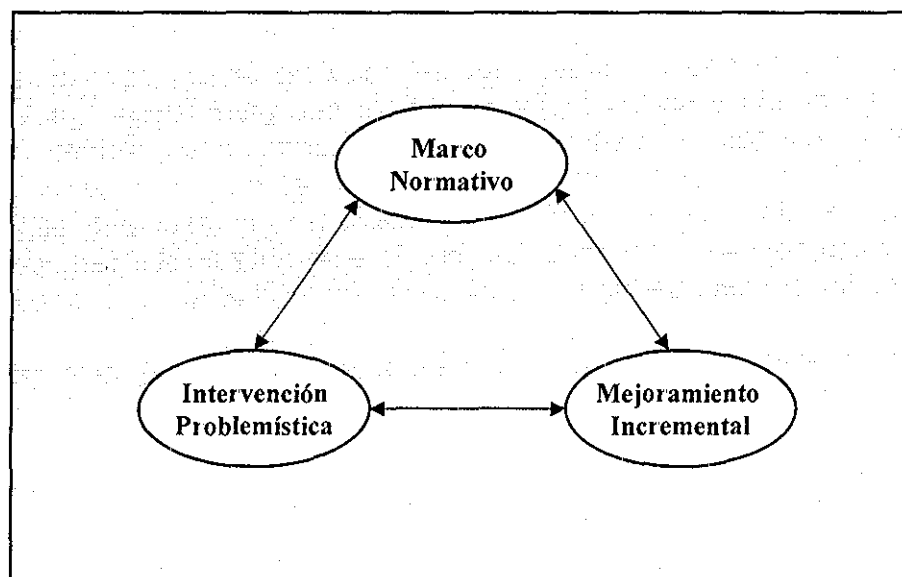


Figura 4.1. Propuesta de un Enfoque Compuesto para la solución de Problemas de Alta Complejidad

1. **Marco Normativo.** A este primer nivel de trabajo la propuesta considera el diseño de la imagen objetivo de la organización y un análisis global para identificar problemas a resolver (a largo plazo) o proyectos fundamentales para el éxito y buen desarrollo de la organización.
2. **Intervención Problemística.** A este segundo nivel se propone hacer un levantamiento de los distintos problemas de la organización y de sus áreas, considerando para tal efecto, la elaboración de un modelo dinámico de simulación. El modelo se utilizará para establecer el estado actual del

sistema y un análisis de escenarios a corto y mediano plazo, con los cuales es posible obtener una lista de problemas u objetivos que deberán ser jerarquizados conforme lo establece el marco normativo, para posteriormente atender los prioritarios y definirlos como proyectos estratégicos de la organización, de tal forma que sea posible alcanzar la imagen objetivo.

- 3. Mejoramiento Incremental.** En el tercer y último nivel de trabajo se plantea considerar aquellos problemas y temas que tienen un carácter cotidiano, como las operaciones y las decisiones de rutina (manejo de inventarios, programas de mantenimiento, transporte, etc.). Para el manejo de estos problemas se sugiere una estrategia de mejoramiento incremental, cuyo diseño puede hacerse de acuerdo a los lineamientos dados por algún autor perteneciente a la ola japonesa de la calidad.

A este mismo nivel se consideran aquellos problemas que han quedado fuera del análisis problemático por tener una menor jerarquía, así como aquellos que no han podido ser planteados en forma clara o cuyas soluciones despiertan dudas, donde el incrementalismo juega el papel de un ensayo controlado, que favorece el aprendizaje al mismo tiempo que se actúa en su solución.

Al enfoque, sin embargo, para que sea integral hay que agregarle los elementos que ejercen la pluralidad, ya que existe un mutuo condicionamiento entre el plano técnico y el político en la unidad de gestión (ver apartado 3.1.3 de este trabajo). Para esto, los tres grupos de decisión identificados del análisis de stakeholders podrán abordar o responsabilizarse de cada nivel de trabajo establecido para la solución de problemas. Además, en este caso, es posible involucrar un nuevo elemento, el grupo conciliador, el cual resulta ser un ente estratégico e indirecto de negociación. (ver fig. 4.2.)

El enfoque parte del supuesto de que cada grupo de actores involucrados debe asumir la responsabilidad que cada nivel de trabajo exige de manera natural, porque sus funciones e intereses están directamente relacionados con las estrategias aquí propuestas. Pero, como una alternativa adicional se plantea el uso del grupo conciliador, o más específicamente, de los Consejos de Cuenca como entes que pueden dar un ambiente de unidad entre partes en desacuerdo. Por lo tanto, es importante resaltar la importancia que tienen como elementos, de los cuales es posible no sólo establecer acuerdos o involucrarlos como parte del área operativa de la organización, sino como mecanismos para obtener información de la situación real que guardan los sistemas hidrológicos que trabajan en el país.

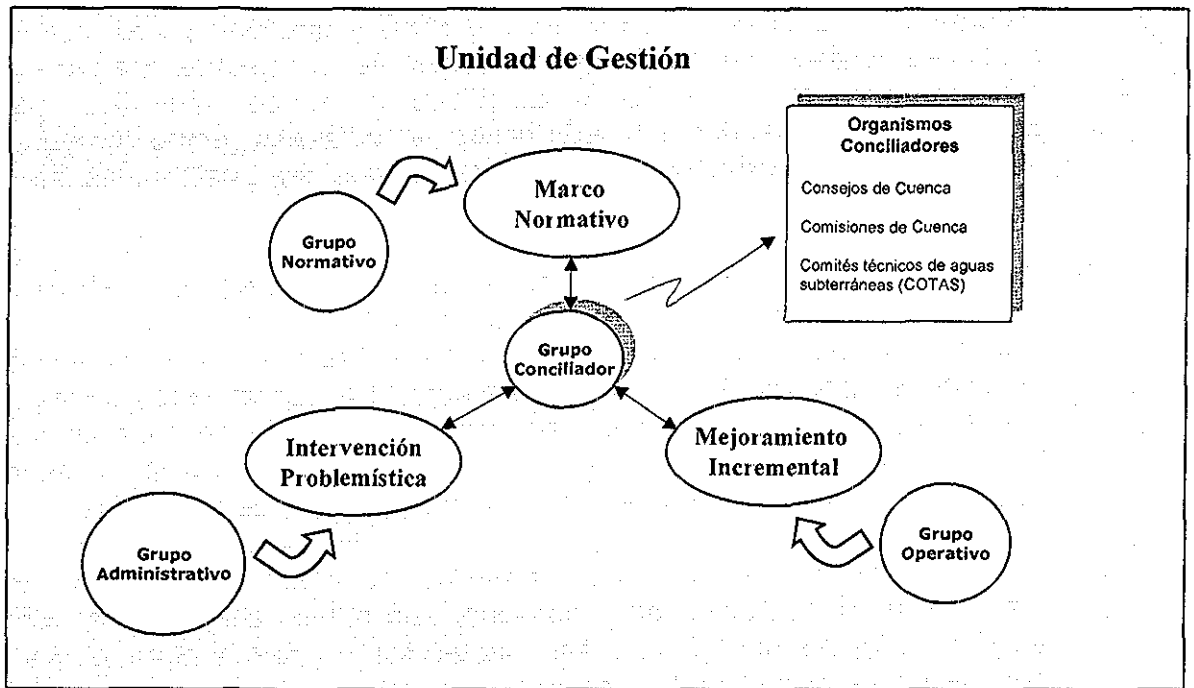


Figura 4.2. Propuesta de un Enfoque Integral para la solución de Problemas en la Unidad de Gestión

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.3. PROPUESTA DE DESARROLLO PARA CADA ETAPA DEL ENFOQUE INTEGRAL

El propósito de la propuesta es construir una base práctica para la solución de problemas de tal forma que el analista pueda identificar lo esencial en el problema y la manera de abordarlo, así como facilitar el análisis de los sistemas hidrológicos desde distintas perspectivas y promover no una, sino múltiples líneas de acción.

Por ello, las líneas de acción que aquí se proponen quedan abiertas de tal manera que en otra etapa sea posible que este arreglo de estrategias se extienda y enriquezca para cubrir mayores detalles u otra clase de expectativas.

La propuesta se ha dividido en tres partes o etapas, en cada una de las cuales se establecen estrategias de solución, así como herramientas útiles para su desarrollo. El orden de trabajo puede variar, siempre y cuando, al final cada uno de los resultados pueda confrontarse o analizarse junto con los obtenidos en las otras etapas, dado que cada etapa es una parte insustituible del enfoque integral.

4.3.1. Metodología para el Desarrollo del Marco Normativo

La idea de establecer un marco normativo esta directamente relacionada con el siguiente razonamiento: si nuestras acciones tienen un efecto sobre el futuro, es posible planear no sólo para adaptarnos mejor a las nuevas circunstancias, sino , ante todo, con la intención de lograr efectos deseados.

Así, en lugar de indagar hacia dónde conducen las líneas que emergen del pasado, el trabajo fundamental consiste en establecer que consecuencias se consideran valiosas, para con ello formar una imagen objetivo que ha de servir como fuente de información e inspiración para proyectar los cursos alternativos de acción.

Para lograr esto se ha estructurado un procedimiento en tres niveles:

- **Diseño de la Imagen Objetivo** En esta primera parte se propone elaborar una descripción del estado deseado del sistema u organización, como una representación de lo que se tendría si se pudiera obtener todo lo que se quisiera.

Actualmente estudios relacionados con el sector agua, hechos en México, como el Programa Hidráulico, llevan esta tendencia de establecer estados actuales y deseados para el establecimiento de estrategias, por lo que el proceso no es nuevo y encaja perfectamente con las perspectivas del sector.

- **Confrontación del Estado Actual y el Deseado.** A este nivel se propone establecer los medios para pasar de lo que se tiene a lo que se desea o al menos acercarse a ello tanto como sea posible. En otras palabras confrontar el estado actual con el deseado y establecer los cursos de acción.
- **Instrumentación.** Por último a partir de los cursos de acción definir qué es lo que se necesita para llevar a la práctica estas acciones

Es importante destacar que la dificultad más importante para elaborar una imagen deseada del sistema radica principalmente en echar a volar la imaginación, sobre todo porque la gente tiene muchos intereses y una multitud de formas para expresarlos (inclinaciones, compromisos, propósitos, anhelos, visiones, esperanzas, deseos, etc.); de aquí la conveniencia de ofrecer algunas consideraciones que apoyen el desarrollo de esta actividad.

La primera sugerencia es realizar una crítica rigurosa del sistema y de lo que cabe esperar en el futuro si no se actúa, ya que esto ayudará a romper convencionalismos y a expresar de manera más apropiada lo que se desea, pues en cierto sentido los fines son una expresión de lo que se carece o una negación de lo que se tiene.

Una vez hecho esto se formula un guión con los temas a considerar, para sobre ellos expresar de manera libre lo que se quiere que sea el sistema en un futuro indeterminado o de largo plazo, dando lugar así al diseño de la imagen objetivo ó diseño idealizado del sistema. Además este diseño, como lo establece Ackoff (1974), tiene ciertas restricciones: debe ser tecnológicamente factible, es decir, sin llegar a un ejercicio de ciencia ficción, y debe ser operacionalmente viable, si el sistema llegara a existir debe sobrevivir.

Con la imagen objetivo del sistema, el siguiente paso consiste en traducir las ideas amplias y abstractas ahí contenidas, en un conjunto de objetivos concretos, bien organizados y que parezcan alcanzables, para lo cual es útil apoyarse en una técnica como la del árbol de objetivos.

El propósito de armar un árbol de objetivos es dar una interpretación única a los planteamientos cualitativos de la imagen objetivo y no definir aquello que se debe obtener. Este trabajo es importante ya que en un terreno operativo entre más explícitos sean los fines, estos podrán ser mejor empleados como elementos de coordinación, guía de acción y criterio de decisión

Al contrastar la imagen objetivo y su representación jerárquica con el sistema actual y sus escenarios de referencia, se detectarán una serie de discrepancias que representan las oportunidades de desarrollo del sistema, debiéndose seleccionar las áreas en las que se considera que es prioritario actuar

Sobre esta base, se procede a indagar o idear las posibles opciones para modificar el comportamiento del sistema, poniendo especial atención en los obstáculos o restricciones y en las condiciones que se deben reunir para darles viabilidad a las propuestas; hecho lo cual se procede a la evaluación de las distintas alternativas para seleccionar las más adecuadas y así pasar a planear la implantación, ejecución y su posterior control.

Es preciso advertir que este proceso no debe manejarse de manera independiente de otras formas de planeación más cercanas a los hechos, ya que al centrar la atención en el diseño de un futuro deseado se tiende a descuidar las deficiencias y retos que como requisito se deben satisfacer en el presente o en un futuro cercano.

Elementos de Apoyo para la Aplicación de la Metodología a las Unidades de Gestión

No hay que olvidar que el Marco Normativo es el primero de tres niveles de trabajo para la solución de problemas en las unidades de gestión, sin embargo este nivel se plantea como rector para guiar el proceso de planeación y en el cual se incorporarán las demás vertientes del proceso, debido a que se desarrolla a un nivel organizacional.

El resultado esperado a este nivel es una lista de estrategias o proyectos a largo plazo que deberán establecer la forma en que el sector agua actuará en los sistemas hidrológicos para llegar o acercarse lo más posible al desarrollo sustentable.

Para ello es importante considerar dentro de la metodología elementos particulares que pueden limitar o ayudar a este proceso de planeación.

El primer reto es que el grupo normativo reconozca la existencia de otros grupos dentro de la organización, es decir, que los individuos encargados de normar la organización tengan conciencia de que actúan bajo ciertos intereses, los cuales generalmente no coinciden con los intereses de otros grupos dentro de la organización y que esto genera problemas.

Lo anterior generalmente se logra a través de la confrontación entre grupos, pero desafortunadamente este procedimiento es desgastante y genera conflictos. Otra opción es que la conciencia de grupo se dé como un proceso natural de aprendizaje, a prueba y error.

En este punto, no es posible abarcar más allá de un simple comentario, principalmente porque no se tienen los medios para actuar a este nivel, sin embargo, la transformación que actualmente el sector agua en México esta

ESTADO DE CUERPO
MAYO 2011
NOO 2011
ESTADO DE CUERPO

teniendo, lleva a pensar que existe una mayor conciencia de las necesidades reales del sector que en el pasado, y que este proceso se ha dado, debido a que cada vez son más grandes los conflictos por el uso del recurso.

Ahora bien, suponiendo que el grupo normativo tiene conciencia de la existencia de otros grupos el siguiente paso sería confrontar sus propios intereses contra los de los demás. Esto significa que el grupo normativo debe establecer primero la crítica e idealización del sistema, bajo su propia imagen, para posteriormente utilizando su poder extraer de los demás grupos la crítica e idealización del sistema, con el fin de confrontar los diversos puntos de vista.

Este procedimiento tiene dos objetivos importantes: el primero es lograr que la imagen objetivo contemple las visiones de todos, y el segundo, que exista un ambiente de participación y con ello el compromiso real de llevar a cabo un cambio.

La estrategia que se propone en este caso es utilizar a los organismos conciliadores como interlocutores entre las diferentes partes (ver fig. 4.3.).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

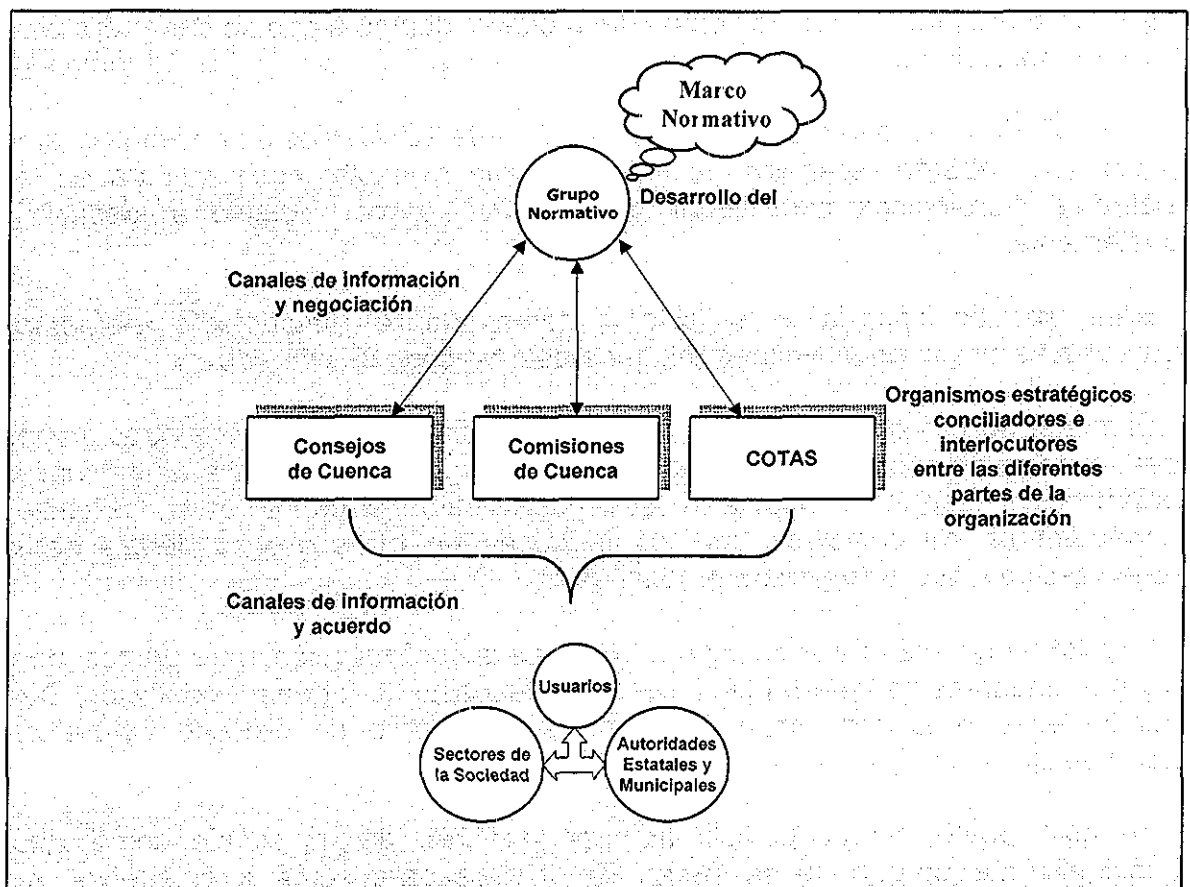


Figura 4.3. Propuesta para Establecer Canales de Comunicación en el Sector Agua

Los organismos conciliadores, en especial los Consejos de Cuenca, fueron creados con el fin de resolver conflictos en las cuencas más importantes del país. Estos organismos están conformados por individuos interdisciplinarios que trabajan en diferentes ámbitos, dentro de una cuenca en particular, y a diferentes niveles. Los acuerdos establecidos dentro de estos organismos sirven de apoyo para la toma de decisiones.

Actualmente, en el sector agua se han desarrollado estrategias para delegar funciones operativas a estos organismos (programación hidráulica, financiamiento, construcción y operación de obras), esto debido al éxito obtenido al trabajar a través de estos grupos y por influencia de otras experiencias internacionales, en el manejo de la gestión al nivel de cuenca.

Sin embargo el potencial de estos grupos, desde la perspectiva de este trabajo, es la posibilidad de tener grupos multidisciplinarios de los que se pueda extraer información y establecer acuerdos, y en un momento dado conformarlos como canales ideales para la negociación entre las diferentes partes de la organización.

Los consejos de cuenca, por ejemplo, podrían definir la idealización del sistema apegada más a una imagen operativa y administrativa, incluyendo las necesidades reales del sistema. Además como la comunicación de estos organismos puede ser tanto con el grupo normativo, como con los grupos operativos y administrativos, los acuerdos se establecerían de uno y otro lado.

En este contexto la falta de comunicación y coordinación entre partes se aminoraría dando un ambiente de mayor confianza y compromiso. Pero no se debe olvidar que una vez abierto el canal de comunicación este debe ejercerse, no únicamente para obtener información, sino para establecer acuerdos y con ello negociaciones, es decir, una vez conformada la imagen objetivo completa del sistema el grupo normativo debe transmitir los resultados a los consejos de cuenca y demás organismos conciliadores, para que estén de acuerdo. Establecer un proceso de diálogo entre las partes es algo importante para un desarrollo sano dentro de la organización.

Otro punto importante es la traducción de la imagen objetivo a objetivos concretos y alcanzables, para lo cual se ha propuesto el uso de un árbol de objetivos. En un árbol de objetivos la raíz representa el objetivo general del sistema y sus ramificaciones inmediatas expresan ese objetivo con otros objetivos aún más específicos y detallados, cada uno de los cuales puede ser expresado con nuevos objetivos a través de nuevas ramificaciones.

Para llevar a cabo este procedimiento se sugiere el uso de un método llamado ZOPP que es el acrónimo de la denominación alemana "*Ziel Orientierte Projekt Planung*", Planificación de Proyectos orientada a Objetivos. Este método revolucionario es utilizado como instrumento de gestión y dirección de proyectos.

El método ayuda en la elaboración de un árbol de objetivos, jerarquizando y estableciendo prioridades, sin embargo incluye en sus procedimientos elementos de participación que pueden ser de gran utilidad en el caso de la resolución de problemas en las unidades de gestión. Además, el uso de este método puede llevarse a cabo en cualquiera de las etapas del enfoque integral propuesto

El método ZOPP busca: lograr una definición realista y clara de objetivos, a mediano y largo plazo, en un proyecto determinado; mejorar la comunicación y cooperación entre los participantes a través de la planificación conjunta; utilizando documentos precisos y definiciones claras; definir áreas de trabajo y establecer la base para el monitoreo y la evaluación del proyecto.

Esta técnica consiste en desarrollar los siguientes análisis:

- **Participación** Este análisis consiste en considerar que los problemas no son hipótesis abstractas, por el contrario, afectan a la población, a grupos sociales e instituciones. Por lo tanto, en forma previa al análisis de problemas, todos los grupos afectados y sus intereses deben ser tomados en cuenta.
- **Problemas**. El análisis prevé que los objetivos sólo pueden ser formulados claramente si las causas y los efectos de los problemas a resolver han sido analizados previamente. Los problemas en este caso se definen como estados negativos.
- **Objetivos**. En esta parte se efectúa un análisis de objetivos en el que se incluyen también posibles soluciones, mediante la transformación de relaciones causa-efecto en relaciones medios-fines. Este análisis lleva como consigna expresar los objetivos de la forma más clara posible, porque la experiencia ha mostrado que la cooperación es más fácil y exitosa, si los participantes pueden ponerse de acuerdo sobre objetivos de esta clase.
- **Matriz de planeación del proyecto**. El resultado del análisis de objetivos se ordena mediante una matriz de planeación, la cual debe tener las siguientes características: coherencia, plausibilidad y realismo.

Mediante la matriz de planeación del proyecto, se obtiene a diferentes niveles: el objetivo del proyecto que aporta al objetivo superior; en forma previa, las actividades realizadas y los resultados o productos alcanzados, los cuales a su vez contribuyen al cumplimiento del objetivo del proyecto. Los niveles en la matriz son entrelazados por hipótesis que se basan en las condiciones que rodean al proyecto. A través de la ejecución de actividades y el logro de resultados se producen efectos a nivel del objetivo del proyecto y, en consecuencia, del objetivo superior.

La utilización del método ZOPP para el establecimiento de objetivos, estrategias o proyectos a largo plazo, puede resultar de gran utilidad y una base para el acercamiento entre las diferentes partes que componen las unidades de gestión.

4.3.2. Metodología para la Intervención Problemística

Una intervención problemística plantea un análisis de problemas en la organización. Esta idea conlleva a regresar al análisis del objeto, para determinar sus posibles problemas y transformarlos en proyectos estratégicos de acción, en otras palabras, es establecer el estado actual del sistema.

El procedimiento que se propone en este caso es partir de una interrogante o varias. La pregunta o preguntas pueden establecerse en función a las fallas, los retos o las oportunidades que actualmente tiene el sistema. Esta interrogante sólo será el punto de partida, para que alrededor de ésta, se definan los elementos del sistema que darán respuesta a la pregunta.

De esta manera se plantea el desarrollo de un modelo dinámico de simulación, diseñado con los elementos del sistema (formulados a partir de la pregunta), y partiendo del funcionamiento actual y real del mismo. La parte dinámica se refiere a que el modelo siempre tendrá como variable independiente el tiempo.

El proceso parte de un cuestionamiento, ya que la pregunta fungirá como el objetivo a alcanzar con el desarrollo del modelo, permitiendo que el analista no divague o se pierda con otros detalles del sistema.

El modelo permite conocer a un mayor detalle el funcionamiento del sistema y los elementos o variables a las que es más susceptible. También es posible, a través del modelo, generar escenarios factibles lo que da una mejor forma de establecer estrategias e identificar problemas en el sistema.

El procedimiento propuesto está influenciado por la dinámica de sistemas y el pensamiento sistémico, las cuales son disciplinas dedicadas a ver totalidades e interrelaciones, en vez de cosas, y patrones de cambio, en lugar de "fotografías instantáneas". Además de tener como fin el encontrar "estructuras" que existen como trasfondo de situaciones complejas de bajo y alto impacto para el sistema en estudio.

Los sistemas hidrológicos en esencia son sistemas complejos no sólo en los detalles, sino en su dinámica, debido a que en muchos casos los efectos de sus problemas, a través del tiempo, no son obvios. Por lo que se ha decidido utilizar este procedimiento tanto para la identificación de problemas, como para la definición de proyectos estratégicos, en las unidades de gestión.

Elementos y Estructura de la Metodología

La metodología es aplicada al nivel de cuencas y sistemas hidrológicos, y se compone de los siguientes pasos:

1. **Caracterización del sistema.** En esta parte del proceso se plantea describir las características físicas y operativas del sistema en estudio. En la caracterización es importante considerar detalles específicos o funciones especiales del sistema como las políticas de operación de las presas, en una cuenca, por poner un ejemplo. El objetivo es tener el mayor número de elementos posibles y echar mano de ellos en la parte de construcción del modelo ó prototipo.
2. **Identificación de problemas, formulación de la pregunta o preguntas claves.** Generalmente existen una serie de problemas en las cuencas, tal como se ha analizado en capítulos anteriores, sin embargo en este punto sólo es necesario hacer una simple recapitulación de lo que sucede en una cuenca específica y aquello que resalte o llame más la atención definirlo no como problema, sino como pregunta ¿Por qué persiste el conflicto entre los usuarios de la cuenca del río San Juan?, o ¿qué pasa con los niveles del Lago de Chapala? son preguntas que pueden ejemplificar el procedimiento. Cabe resaltar en este punto que los problemas en el río San Juan pueden ser de diferente índole, pero aquí lo que se necesita es centrar la atención hacia algo muy específico, para tener un punto de apoyo y con él recrear lo que sucede realmente en la cuenca.
3. **Conceptualización del modelo.** Una vez formulada la pregunta es necesario abstraer los elementos físicos del sistema e identificar las variables que están directamente o indirectamente relacionadas con su funcionamiento, de tal forma que se pueda dar respuesta al cuestionamiento. En esta parte se establecen los modelos o métodos matemáticos a utilizar y los supuestos que hay que considerar para el desarrollo del prototipo.
4. **Elaboración del prototipo.** Partiendo de la conceptualización del modelo y de las características del sistema se lleva a cabo la construcción del prototipo o modelo de simulación. Para ello se ha visto la conveniencia de utilizar una plataforma llamada *Stella® Research versión 7.0.1*

Stella, por sus siglas en inglés "*Structural Thinking Experiential Learning Laboratory with Animation*", es un sistema que permite, a través de un ambiente muy amigable recrear fenómenos físicos y estructurar el pensamiento, de tal forma que se logre aprender de la situación y analizar estructuras.

5. **Calibración o ajuste del modelo.** La segunda parte después de la construcción del modelo es alimentarlo con datos reales y echarlo andar, en ciertas condiciones, para monitorear su funcionamiento y corroborar que esta recreado con una buena exactitud lo que sucede en la realidad. Si esto no sucede es preciso analizar el por qué y hacer los ajustes necesarios.
6. **Definición de escenarios.** Cuando el modelo reproduce con un nivel aceptable de exactitud el funcionamiento del sistema, el siguiente paso es identificar aquellas variables que pueden ser susceptibles a cambiar de manera externa y establecer diferentes comportamientos. Las variables son elegidas generalmente en función a la posible respuesta o respuestas de la pregunta de origen, pero en esta parte es posible jugar y definir nuevas situaciones a futuro.
7. **Establecimiento de proyectos estratégicos.** Los proyectos estratégicos surgen a través del análisis de los resultados de la combinación de escenarios.

Para comprobar la conveniencia de este método, como parte del desarrollo de este trabajo, se ha elaborado un ejemplo práctico, en el capítulo 5, para el caso de la cuenca Lerma-Chapala. Cuenca que es una de las más grandes del país y que actualmente presenta serios problemas de escasez de agua.

En este punto es preciso dar algunas sugerencias para el uso y aplicación de modelos dinámicos de simulación en unidades de gestión:

- Los modelos son útiles para definir el estado actual de un sistema físico, como lo son las cuencas hidrológicas, sin embargo el nivel de detalle que es posible lograr con estos modelos, no es un nivel apropiado para problemas operativos. Razón por la cual se recomienda su aplicación al nivel de gerencias regionales y estatales como herramientas de toma de decisiones o para definir líneas estratégicas de acción.
- La construcción de un modelo de este tipo requiere tiempo y concentración, así como grupos de trabajo multidisciplinario, por lo que es preciso, definir grupos de trabajo, ya sea dentro de las gerencias o como asesores externos, que puedan dedicarse única y exclusivamente al desarrollo de estos modelos
- Un modelo de este tipo terminado y utilizado sólo para generar resultados, puede ser una herramienta muy útil en reuniones de trabajo con los consejos de cuenca, para centrar la atención en estrategias y llegar a consensos de una manera más rápida.

- Quizás la exactitud de los resultados al trabajar con *Stella[®] Research* no sea mejor que con el uso de otras herramientas, pero la bondad de trabajar con esta plataforma radica en la facilidad que permite en la estructuración del modelo y la posibilidad de analizar las interrelaciones que existen en un sistema.

4.3.3. Metodología para el Mejoramiento Incremental

La última etapa de la propuesta está encaminada a la parte operativa de la organización. Al trabajo cotidiano que se ejerce para dar funcionamiento al sistema y que generalmente no se percibe o no se considera en los planes y programas de gran visión.

No se debe olvidar que quienes ejecutan los planes y programas tanto estratégicos, como normativos, en la práctica, son los operadores del sistema y en ellos también recae la responsabilidad de dar buenos resultados o cumplir con las metas, por ello es conveniente establecer las bases para que el medio y el ambiente de trabajo sea el mejor posible para los fines que se persiguen.

En este caso para dar una propuesta metodológica se han retomado ideas de la gran cantidad de materiales y prácticas que ha traído la ola japonesa de la calidad y la productividad. Dentro de estas se encuentran distintos procedimientos participativos, y una parte significativa de los mismos, queda englobada en lo que se designa como procesos de mejora continua (a lo que en este trabajo llamamos mejoramiento incremental), que tienen como eje el siguiente pensamiento:

“Nadie sabe más sobre su trabajo que el que lo hace y mientras se hace surgen distintas ideas de cómo mejorarlo”

Si a lo anterior se le añade que la participación, es uno de los mejores medios para estimular la satisfacción y el compromiso de quienes intervienen, queda claro que no se puede desaprovechar ese potencial.

Al llevar esta práctica a lo largo y ancho de la organización y a través del tiempo, lo que se espera es lograr un efecto acumulado tan importante como el que se pudiera alcanzar con proyectos mayores. Sin embargo, el reto que conlleva establecer estas ideas es el esfuerzo y el compromiso que implica para los involucrados.

Por lo tanto, antes de implementar algún proceso de mejora, en la organización, bien vale la pena considerar, en los planes y programas, por lo menos algunos de los siguientes puntos:

1. Crear una cultura de mejora que atraiga una genuina atención de las personas, y que lleve, a reconocer que aún los pequeños problemas son importantes y que siempre hay un espacio para mejorar.
2. Instaurar un proceso de análisis amigable que favorezca la participación, con un lenguaje simple y pasos claros que todos capten de inmediato.
3. Estructurar un sistema que reúna y dé respuesta rápida a las propuestas de cambio, para su pronta puesta en marcha.

Los procedimientos para los procesos de mejora continua que sugieren unos y otros autores tienen una variación entre su contenido y forma, pero en general cubren las siguientes etapas:

- **Detección de Problemas.** El punto de partida es observar diariamente y detenidamente la propia área de trabajo (al menos por 5 min.) y localizar problemas o fallas aún donde parezca que no las hay
- **Registro de Problemas** Hay que capturar por escrito y en el momento los problemas o cualquier cosa que parezca frustrante, difícil, inconveniente, mejorable, etc., incluso cuando no venga a la mente ninguna solución.

El registro se realiza en un formato sencillo, donde se le añade a la descripción escrita un gráfico que ilustre la situación.

- **Elaboración de Propuestas.** El paso que sigue es dar cauce a la imaginación y preguntarse cómo intervenir, qué pasaría si hiciera "X" cambio, etc., sin dudar en pedir ayuda o comentarlo con otras personas.

La propuesta que surja se incluye en el formato anterior, anotando posibles costos y beneficios esperados, para luego remitirla a un centro de sugerencias.

- **Aprobación y Puesta en Marcha** Las ideas que lleguen son valoradas, para que en caso que se estime de interés probarlas y llevarlas a la práctica, tan pronto como sea posible, con la participación de quien o quienes formulan la propuesta.
- **Seguimiento.** Como nunca se sabe como van a funcionar realmente las cosas, hay que vigilar los resultados y hacer los ajustes necesarios hasta cumplir con lo que se quiere

Un método japonés clásico para el desarrollo de la mejora continua es el llamado método de las cinco "S's". El cual plantea que para mejorar es necesario llevar a cabo las siguientes cinco actividades en el lugar de trabajo:

- **SEIRI (Selección).** Es la acción de clasificar las cosas necesarias para la operación, y desechar lo innecesario ó inútil.

- *SEITON* (Orden). Es mantener las cosas necesarias ordenadas e identificadas para el fácil acceso a ellas, es decir, eliminar la búsqueda de las cosas.
- *SEISO* (Limpieza). Es mantener limpia el área de trabajo; así como herramientas, máquinas e instalaciones
- *SEIKETSU* (Progreso). Es hacer de la selección, del orden y de la limpieza una costumbre.
- *SHITSUKE* (Disciplina). Es cumplir con las promesas, objetivos, disposiciones y reglamentos

En esta parte es preciso resaltar el hecho de que muchas operaciones que se llevan a cabo en un sistema hidrológico, son muy diferentes a los procesos de producción de una fábrica. Por lo que en este caso, para la aplicación de procesos de mejora en una unidad de gestión, se sugiere sólo retomar los principios básicos. Los cuales pueden servir como base para diseñar, en éstas, procesos de mejora particulares.

4.3.4. Estructura Formal de la Propuesta

Esquemáticamente la propuesta metodológica de planeación queda definida en la figura 4 4.

En ella se pueden observar las tres etapas de trabajo y su aplicación a tres niveles: organizacional, de cuenca o sistema hidrológico y operacional. Niveles asociados a los diferentes grupos de stakeholders que interactúan en las unidades de gestión.

También, en ella, se puede apreciar cómo el proceso de desarrollo del marco normativo articula las etapas referentes a la intervención problemística y el mejoramiento incremental, de tal manera que el enfoque integral se conserve. En la parte de confrontación, desarrollo del marco normativo, es posible asociar los proyectos estratégicos generados, a través de la intervención problemística, para establecer prioridades. La instrumentación del marco normativo, no estaría completa si no se consideran elementos que contribuyan a que los operadores del sistema adopten, nuevas formas de trabajo, de tal manera que se logre la mejora continua, por medio de procesos relacionados al mejoramiento incremental.

Por lo tanto la propuesta que aquí se ha desarrollado permite intervenir integralmente en las unidades de gestión, con el fin de que sean más viables los procesos de gestión y los objetivos que conlleven a la sustentabilidad, sin olvidarse del papel clave que tienen los consejos de cuenca en la negociación.

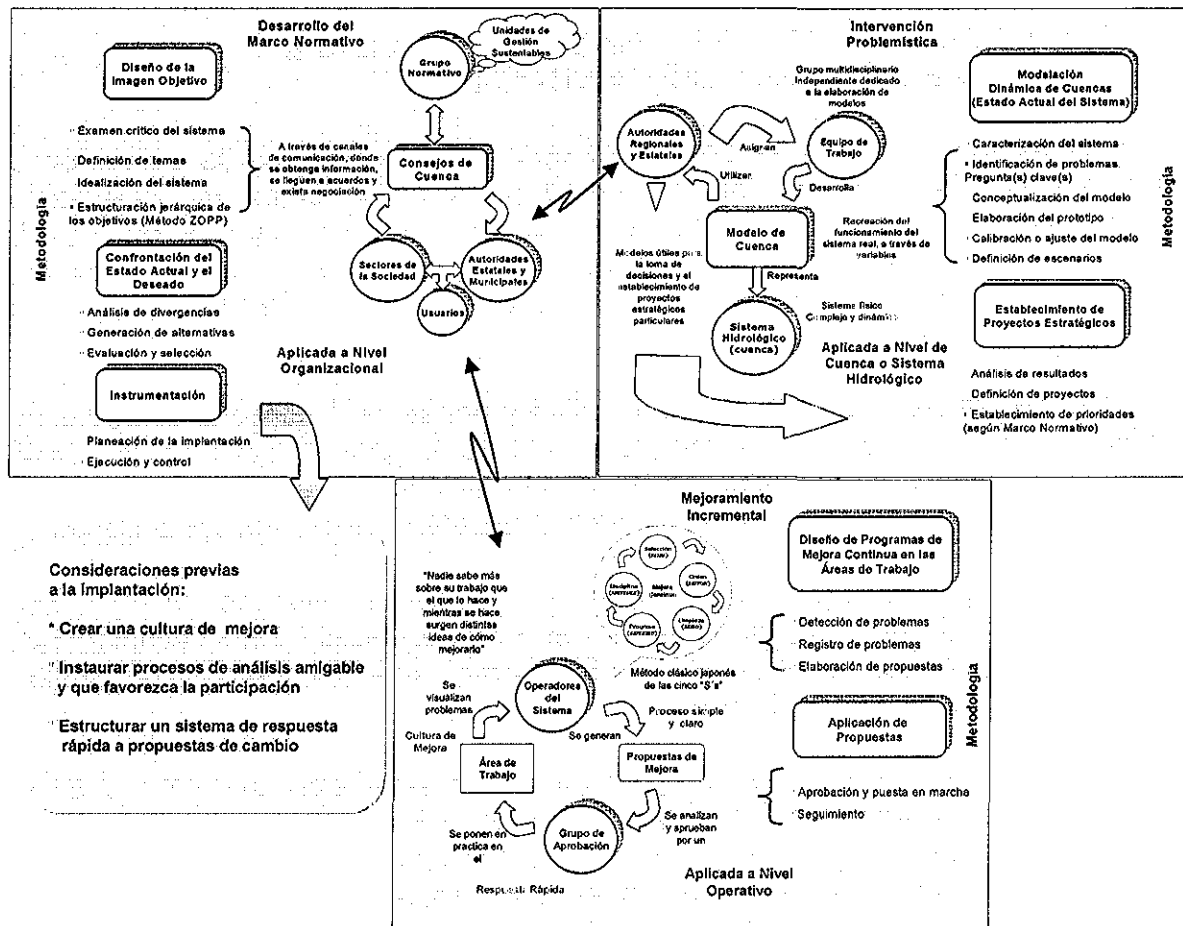


Figura 4.4. Estructura Formal de la Propuesta

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

5. APLICACION DE MODELOS DINAMICOS DE SIMULACIÓN “EL CASO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA”

En el presente capítulo se describe y desarrolla un ejemplo de aplicación de modelos dinámicos de simulación, como parte de la etapa de intervención problemística en la propuesta metodológica descrita en el capítulo anterior. La cuenca Lerma-Chapala se elige en este trabajo, porque es una de las más grandes y conflictivas del país, además de que su estudio representa un gran reto para la gestión integral del agua.

El capítulo se divide en dos partes: la primera donde se describe la elaboración y construcción de un modelo dinámico desarrollado para el caso de la cuenca Lerma-Chapala, y la segunda parte, donde se establece un análisis de los resultados para la identificación de proyectos estratégicos específicos en la zona.

El modelo que se describe, en este capítulo, es el resultado de un trabajo realizado, por el equipo de prospectiva del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el cual a trabajado en los últimos dos años en el desarrollo y aplicación de este tipo de modelos.

El trabajo fue desarrollado por solicitud de la Comisión Nacional del Agua (CNA), a través de la Gerencia de Planeación Hidráulica a este instituto, para analizar la problemática que en materia de aguas actualmente tiene el lago de Chapala Embalse que forma parte de la cuenca Lerma-Chapala, una de las más grandes e importantes del país.

El modelo fue construido con el fin de entender de una manera más amplia el funcionamiento y problemática que implica el aprovechamiento de todos los recursos hídricos en la región. El estudio se realizó para toda la cuenca del río Lerma hasta su descarga al lago de Chapala, y fue desarrollado por un grupo multidisciplinario de personas en un período aproximado de 6 meses. Para su elaboración se recurrió a la utilización de la plataforma *Stella® Research versión 7.0.1*

Aún cuando en el modelo se incluyen módulos que simulan el agua subterránea, la población, la industria, así como una parte de la calidad del agua en la cuenca. El ejemplo que se expone aquí, sólo abarca la simulación y modelación de las aguas superficiales de la región, con sus respectivos usuarios (distritos y unidades de riego) y el Acuerdo de Distribución de las mismas

El objetivo de presentar este ejemplo, como parte del desarrollo de este trabajo, es identificar la conveniencia del uso y aplicación de modelos dinámicos de simulación, para el establecimiento de proyectos estratégicos en una cuenca o sistema hidrológico, como parte de la metodología propuesta para la etapa de

intervención problemística, en un enfoque integral de solución de problemas de planeación aplicado a unidades básicas de gestión.

5.1. MODELO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA

A continuación se presentan los detalles de la construcción del modelo y del procedimiento utilizado.

5.1.1. Caracterización de la Cuenca

La cuenca Lerma-Chapala es una de las más importantes del país. En ella se genera poco más de la tercera parte de la producción industrial nacional, con más de 6,400 industrias de diversos giros. Tiene un papel primordial en el sector agrícola, ya que en ella se ubican una de cada ocho hectáreas bajo riego y también una de cada ocho hectáreas dedicadas a la agricultura de temporal. Además de que el 20% del comercio nacional se concentra en esta región.

La cuenca Lerma-Chapala tiene una extensión territorial de 58,335 km², extensión que representa el 3% del territorio nacional. Se divide en tres subregiones de planeación: Alto Lerma, Medio Lerma y Bajo Lerma. Hidrológicamente, estas subregiones, se integran por 20 subcuencas que incluyen tres cuencas cerradas, que normalmente, no contribuyen al escurrimiento superficial del cauce principal (ver fig. 5.1.)

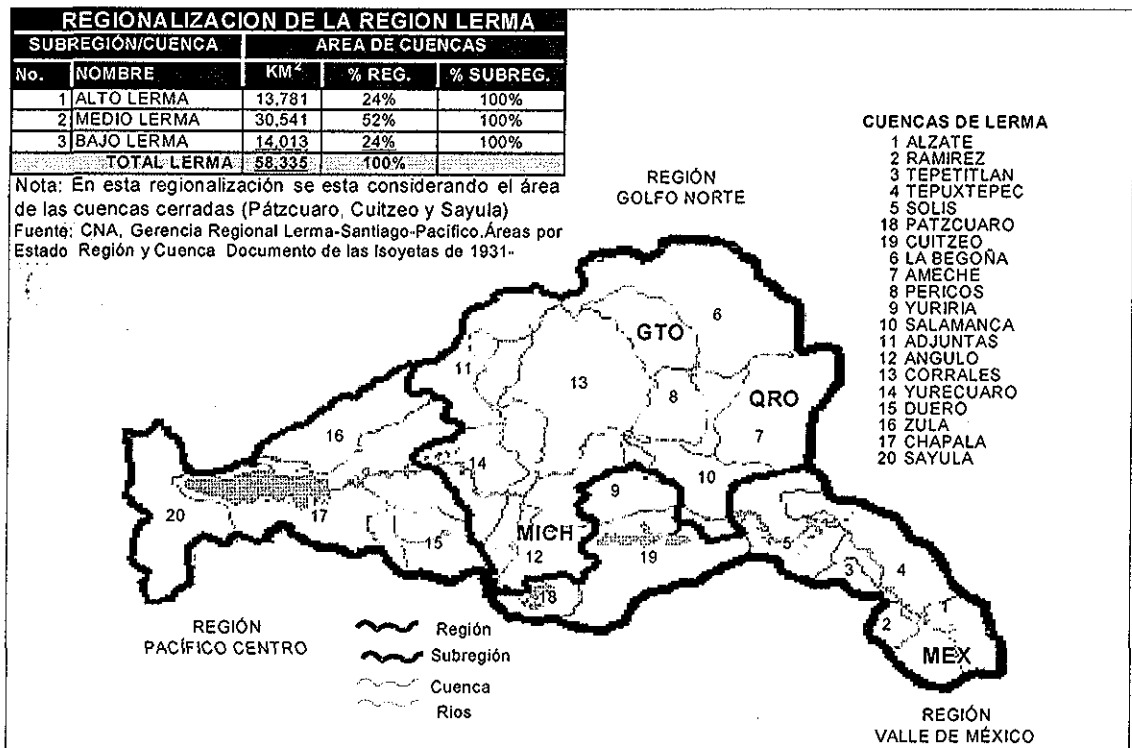


Figura 5.1. Esquema General de la Cuenca Lerma - Chapala

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la cuenca ocurre anualmente el 3% de la precipitación pluvial promedio del país y se genera un poco más del 1% de los escurrimientos superficiales promedio; asimismo, en ella quedan comprendidas el 13% de las aguas subterráneas renovables que se han identificado en todo el territorio nacional.

La cuenca Lerma-Chapala se ubica en el centro del país y comprende los estados de Guanajuato, Jalisco, Edo. de México, Michoacán y Querétaro; ocupando una superficie de 48,215 km², sin considerar las cuencas cerradas de Pátzcuaro, Cuitzeo y Sayula (ver fig. 5.2.)

Ubicación de la Cuenca Lerma-Chapala

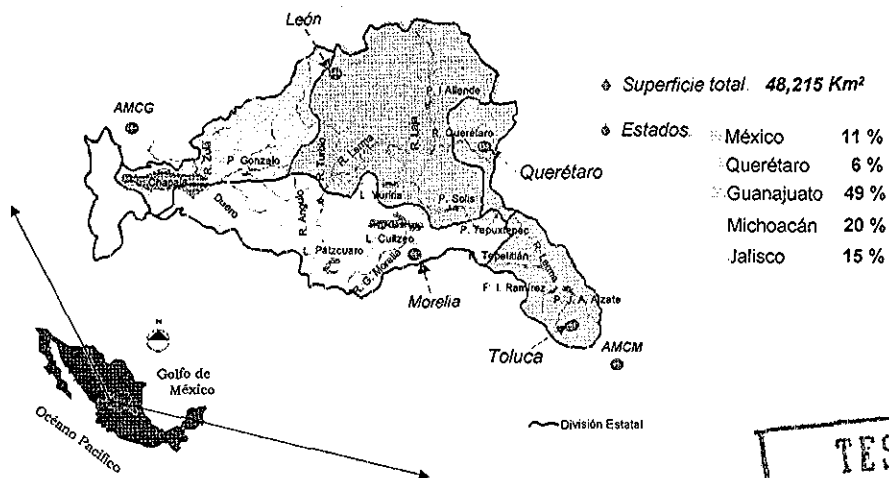


Figura 5.2. Mapa de Ubicación de la Cuenca

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El sistema hidrográfico de la cuenca esta constituido principalmente por el río Lerma, colector principal de aproximadamente 705 km de desarrollo, con origen en la laguna de Almoloya, al sureste de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México. En su recorrido se integran como tributarios principales los ríos La Gavia, Jaltepec, La Laja, Silao, Guanajuato, Turbio, Angulo, y Duero, hasta descargar al Lago de Chapala, en donde también descargan los ríos La Pasión y Zula

El Lago de Chapala es el vaso natural interior de mayores dimensiones del país y el tercero en Latinoamérica. Tiene una longitud y ancho máximos de 77 y 23 Km respectivamente. Cuando el Lago está lleno, almacena un volumen de 8,125 hm³ y forma un espejo de agua de alrededor de 111,000 hectáreas. La profundidad media del Lago es de 7.2 metros y la máxima de 16 metros.

En la cuenca Lerma - Chapala incluyendo las cuencas cerradas se dispone de infraestructura para atender con servicio de riego a cerca de 830,000 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 66% se localizan en obras de pequeña irrigación y el 34% en los grandes sistemas de riego ó distritos de riego (DR).

En cuanto al requerimiento de agua de las áreas agrícolas se tiene que el 43% se demanda en los grandes sistemas de riego (ver tabla 5.1.), considerando laminas promedio que van de 0.31 m en el distrito Estado de México a 1.20 m en el distrito Alto Río Lerma; el resto se tiene en las unidades de riego, considerándose laminas promedio de riego que van de 0.31 m en el estado de México y de 0.60 m en el estado de Guanajuato.

Tabla 5.1. Distritos de Riego Ubicados en la Cuenca Lerma – Chapala

Cuenca Hidrológica	DR	Nombre	Superficie regable (Ha)
Lerma Chapala	33	Estado de México	17,738
	45	Unidad Maravatio	9,842
	85	La Begoña	11,884
	11	Alto Río Lerma	112,772
	87	Rosario Mezquite	56,160
	61	Zamora	18,009
	24	Cienega de Chapala	15,851
	13	Estado de Jalisco	21,880
		Subtotal	264,136
Cuencas Cerradas	20	Morelia Queréndaro	20,879
	21	Tzurumútaró	1,002
		Subtotal	21,881
Total			286,017

Fuente: CNA, Gerencia de Distritos de Riego, 1990

La infraestructura de ocho distritos de riego, sin considerar las cuencas cerradas, se compone, de aproximadamente 16 presas almacenadoras, 35 presas derivadoras; 37 plantas de bombeo; 404 pozos federales; 2,183 pozos particulares; 3,915 kilómetros de canales; 3,043 kilómetros de drenes; 4,277 kilómetros de caminos; 7,584 tomas granja; 14,639 estructuras y 259 edificios.

En el tabla 5.2 se muestran las principales características de nueve de las más importantes presas de almacenamiento de la cuenca, que forman parte del sistema de abastecimiento de los DR.

Tabla 5.2. Características de los Almacenamientos más Importantes de la Cuenca

Edo.	Nombre	Alt. Cortina	Log. Cortina	Elevaciones msnm			Capacidades en hm ³				
				Name	Namo	Namin	Azol.	Cons.	Util	Supalm	Total
GTO.	SOLIS	57.	3094	1898.7	1890.75	1862.50	15.60	800	784.40	417	1217
MICH.	TEPUXTEPEC	43	690	2350	2345	2313.15		425	425	112.50	537.50
MEX.	TEPETITLAN	31	165	2594.46	2592	2572.97	2	70.10	68.10	22	92.10
MEX.	ALZATE	24	282	2566.92	2565.56	2558.30	2.60	35.30	32.70	17.20	52.50
MEX.	I. RAMIREZ	23.50	482	2550.48	2548.40	2544	1.70	20.50	18.80	15.80	36.30
GTO.	I. ALLENDE	43	129	1832.65	1825.85	1819.50	26.20	149	122.80	102.10	251.50
GTO.	YURIRIA	10	9.60	1732.10	1724.32	1928.57	22	188	166	134.20	322.20
MICH.	M. OCAMPO	34	500	1714.41	1711.90	1688.28	15	198	183	55	253
JAL.	L. CHAPALA			99	98			8124.90	7575		8125

Actualmente las extracciones de agua para riego en la cuenca ascienden en promedio a 6,412 hm³ anuales, incluidas las que se realizan en el Lago de Chapala. Prácticamente el 50% de este volumen corresponde a aguas superficiales y el otro 50% a aguas subterráneas. Las mayores extracciones para este uso se realizan en los estados de Guanajuato y Michoacán, con más del 90% de la extracción media anual total de aguas superficiales y el 83% de la extracción media anual de aguas subterráneas.

Entre las especies de mayor cobertura destacan el maíz, sorgo, trigo, hortalizas, cebada, alfalfa y cártamo; por su parte, los cultivos hortícolas y hortofrutícolas, que sólo cubren alrededor de 17 mil hectáreas, son de gran interés por su alto requerimiento de mano de obra, su eficiencia económica por metro cúbico de agua y su aporte de divisas al país.

De acuerdo con el Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025 Lerma Santiago Pacífico, se estima que en la cuenca se abastece de agua a 10.7 millones de habitantes, de los cuales el 34% se ubican en Grandes Ciudades, otro 36% en localidades Urbanas y el resto en Rurales.

En 1990, el abastecimiento de agua en la región fue del 82%. Para 1995 se registró un avance de siete puntos porcentuales, esto es, un nivel de servicio del 89%, lo cual muestra una eficiencia superior a la cobertura nacional, ya que ésta última abarcó sólo el 86% del total de viviendas.

Desde el punto de vista del origen de la fuente de abastecimiento, en la cuenca solo las ciudades de Morelia, Toluca, Edo de México y León utilizan aguas superficiales, así como el Área Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara, localizada fuera de la región.

Prácticamente de toda el agua de origen superficial de la cuenca, el 89%, se utiliza para prestar el servicio de riego a las áreas agrícolas establecidas en la misma; siguen en importancia las demandas de los usos Doméstico y Pecuário, con 6% y 3% respectivamente. La demanda Industrial representa un valor mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El volumen total de agua que se extrae en la cuenca para uso urbano asciende a 1,275 hm³, de los cuales 240 hm³ corresponden a las extracciones en el Lago de Chapala para el suministro a la ciudad de Guadalajara y alrededor de 323 hm³ que se extraen del acuífero del Valle de Toluca para el suministro al Área Metropolitana de la Ciudad de México. El volumen restante sirve a las poblaciones localizadas dentro de la cuenca, valor que incluye la importación de 16 hm³ de agua superficial de la cuenca del río Cutzamala para la ciudad de Toluca; el 98% aproximadamente de este volumen proviene de los acuíferos localizados en la zona.

Los sistemas municipales de agua potable abastecen parcialmente a usuarios industriales de cierta importancia en los estados de Guanajuato, Edo. de México y Querétaro; se estima que cerca de 18 hm³ se utilizan con estos fines en las ciudades de León, Irapuato, Celaya, Salamanca, Querétaro y Toluca.

El uso industrial se basa en el aprovechamiento de las aguas subterráneas de la cuenca, particularmente en la cuenca de Lerma-Chapala y con una excepción relevante en la cuenca cerrada de Cuitzeo. La intensidad de la actividad industrial coincide con las zonas de alta, mediana y baja densidad demográfica. De las 6,400 empresas industriales establecidas en la cuenca, existen 560 que pueden clasificarse como grandes usuarias del agua, entre las que se incluye a la industria paraestatal (ver tabla 5.3).

Tabla 5.3. Principales Giros Industriales en la Cuenca

Giro Industrial	No. de Empresas	Extracción (hm ³ /año)
Química	71	32.5
Petroquímica	61	35.5
Celulosa y papel	27	32.4
Alimenticia	155	121
Otras	246	73.7
Total	560	295

La extracción total por parte de estas grandes industrias se estima en 295 hm³ por año, los cuales provienen del agua subterránea. El 90% de las 560 industrias registradas se autoabastecen mediante pozos, mientras que el resto se abastece a través de las redes municipales.

Localmente, las zonas de mayor extracción corresponden a los corredores industriales de Toluca – Ocoyoacac - Lerma, el cual crece en forma acelerada; el corredor de Querétaro – Celaya – Salamanca - Irapuato, hasta Abasolo inclusive; el de Santa Ana Pacueco - La Piedad – Pénjamo - Penjamillo y, finalmente, la zona industrial de Ocotlán - El Salto - Morelia.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 HIDROLÓGICAS Y METEOROLÓGICAS
 UNAM

Existen en la cuenca dos plantas termoeléctricas importantes, la planta de Salamanca que tiene una capacidad instalada de 1,000 MW y genera 1.6 GWh/año; se abastece mediante agua subterránea extraída por 29 pozos profundos con una extracción media anual de 28.3 hm³, misma que se ha reducido en un 50% al haberse instalado procesos de recirculación. La otra planta, localizada en Celaya, cuenta con una capacidad instalada de 42.4 MW y genera 0.4 GWh al año; se abastece a través de 3 pozos profundos con una extracción media anual de 3.7 hm³. Ambas plantas descargan aguas residuales con altas temperaturas y altos contenidos de sales.

La presa Tepuxtepec sobre el río Lerma cuenta con una planta de generación de energía eléctrica; con una potencia instalada de 79.5 MW, genera 294 GWh al año, para lo cual turbinan un volumen medio anual de alrededor de 800 hm³.

El crecimiento desmedido de las demandas de agua superficial, especialmente para riego, originó competencia por el recurso entre las entidades y los distintos sectores de usuarios, en la cuenca. Este conflicto se agravó en la década de los ochentas después de varios años de baja precipitación. Los almacenamientos se vieron afectados y el nivel en el lago de Chapala comenzó a descender dramáticamente, hasta alcanzar en 1991 uno de los más bajos niveles registrados hasta entonces.

Debido a ello y con el fin de resolver la problemática, se firmó en 1989 un Acuerdo de Coordinación para el Saneamiento y Ordenamiento de la Cuenca Lerma - Chapala, entre los ejecutivos de los gobiernos de los estados de Guanajuato, Edo. de México, Morelia, Jalisco y Querétaro, al tiempo que el Ejecutivo Federal formó un Consejo Consultivo para dar seguimiento a dicho acuerdo. En 1990 se formó un Grupo de Trabajo Técnico dependiente del Consejo Consultivo, siendo una de sus primeras tareas la elaboración de un Acuerdo para la Distribución de las aguas superficiales de la cuenca, el cual se firmó y entró en vigor en 1991.

El acuerdo de distribución indica las reglas precisas con las que se debe distribuir el agua superficial entre los usuarios a partir del primero de noviembre de cada año.

El acuerdo tiene como base técnica distribuir el agua conforme a la disponibilidad real del recurso en las distintas regiones de la cuenca, para ello es necesario determinar esta disponibilidad durante el periodo anterior al que se pretenden distribuir las aguas. El escurrimiento generado en cada una de las regiones se determina utilizando los datos registrados en la red básica de estaciones hidrométricas y climatológicas, así como los reportes de aprovechamiento de los distritos y unidades de riego, pequeños propietarios y del acueducto Chapala - Guadalajara.

Por otro lado, y ya que uno de los objetivos del acuerdo es asegurar la supervivencia del lago de Chapala, el nivel del lago determina el tipo de política de distribución que deberá aplicarse en un determinado ciclo, ésta puede ser crítica, media y abundante. De esta manera, para un mismo valor de escurrimiento generado en una región, el volumen autorizado para aprovechar puede tener mayores, medias o menores restricciones, de acuerdo con la política que se aplique, sin sobrepasar por ninguna causa el volumen máximo determinado.

La CNA determina año con año los escurrimientos generados, da seguimiento al aprovechamiento de los volúmenes autorizados, aplica las ecuaciones y determina los volúmenes por autorizar para cada ciclo, ajustándolos en su caso al volumen almacenado en las fuentes de abastecimiento propias de cada sistema.

Finalmente, los resultados se presentan en el seno del Grupo de Trabajo Técnico, y se discuten y aprueban para ser publicados en el boletín anual que emite la CNA para su estricta observancia.

5.1.2. Identificación de Problemas en la Cuenca (formulación de la pregunta clave)

En la cuenca Lerma-Chapala, uno de los problemas más importantes es el desequilibrio que existe en la utilización de aguas superficiales. En términos generales, los usuarios de la cuenca demandan más agua de la disponible, con efectos que impactan negativamente al sistema hidrológico, además de restringir el desarrollo futuro de la región.

En condiciones promedio, los escurrimientos superficiales que se generan en la cuenca son aprovechados en su totalidad, al grado de que en los periodos de estiaje, el flujo de agua desaparece en algunos tramos del río Lerma.

El mayor impacto del nivel de aprovechamiento que se ha alcanzado en la cuenca se presenta en el Lago de Chapala, cuyo nivel ha llegado a decrecer a tasas cercanas al metro por año. Además, los volúmenes disponibles no han sido suficientes para satisfacer los requerimientos de los usuarios, principalmente en los distritos de riego que se abastecen del río Lerma (ver fig. 5.3.).

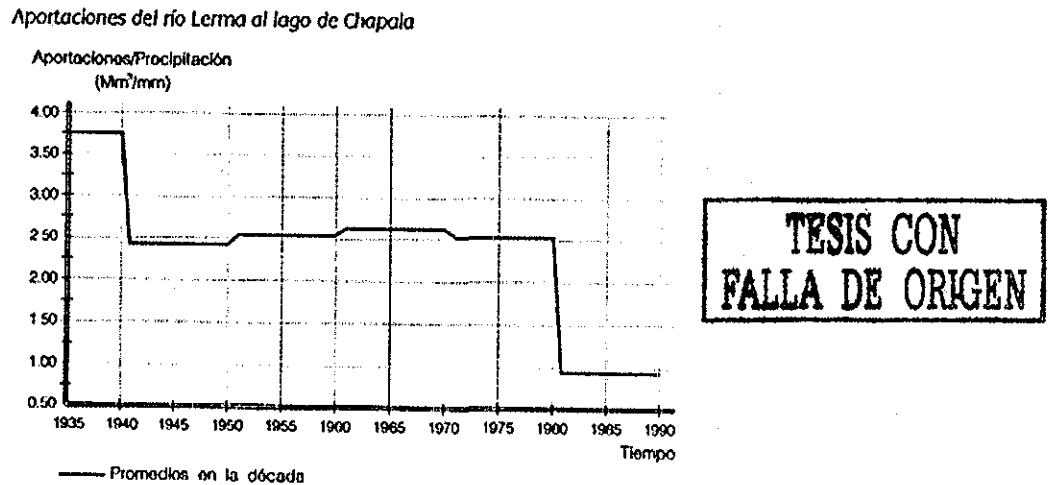


Figura 5.3. Diagrama de las Aportaciones del Río Lerma al Lago de Chapala

El balance general hasta 1995 muestra que las aportaciones del río Lerma al Lago de Chapala, una vez descontadas las extracciones que se realizan en el propio Lago para el abastecimiento de agua a la ciudad de Guadalajara, y para el riego de zonas aledañas, además de considerar que los excedentes de agua que pudieran presentar las cuencas cerradas no se aportan al cauce principal, sino que se pierden por evaporación, resulta un ingreso neto promedio al Lago de Chapala de 1,165 hm³. Si se considera que la evaporación promedio en el Lago es de 1,440 hm³, resulta un déficit de 275 hm³.

Ahora bien, cabe resaltar en este punto la importancia que tiene la cercanía de la cuenca a los dos centros de población más grandes del país, las áreas metropolitanas de la ciudad de México y Guadalajara. Las cuales con sus demandas han contribuido a que la cuenca Lerma-Chapala se encuentre en una situación de alto aprovechamiento de sus recursos naturales, en especial el de sus aguas. Aunado a lo anterior, se encuentra también el acelerado proceso de urbanización que ha experimentado la cuenca, en los últimos años, producto del creciente desarrollo de actividades productivas en la región.

Por su ubicación geográfica, el Lago de Chapala sintetiza lo que ocurre a lo largo del río Lerma. El Lago refleja en su comportamiento el crecimiento de la demanda aguas arriba y el efecto de las descargas sin tratamiento previo.

Desde luego, la lluvia es un factor determinante en el balance hidráulico del Lago de Chapala. Sin embargo, es mucho mayor el impacto de la capacidad de regulación que se ha logrado con los aprovechamientos de aguas arriba. Si bien el Acuerdo de Distribución de las aguas superficiales de la cuenca Lerma - Chapala, que entro en vigor en 1991, logró en buena medida frenar el creciedo del uso agropecuario de agua superficial en la cuenca, no ha logrado resolver el problema de la disminución de los niveles del Lago de Chapala.

De acuerdo a esta problemática las preguntas clave son:

¿Por qué no se ha logrado frenar la disminución de los niveles del Lago de Chapala, con el Acuerdo de Distribución?, y ¿de qué forma sería posible conservar el Lago de Chapala, sin perjudicar el equilibrio de la cuenca Lerma-Chapala?

5.1.3. Conceptualización del Modelo

Ante la problemática de la cuenca y con base en las preguntas clave, mencionadas en el apartado anterior, la conceptualización del modelo de la cuenca Lerma-Chapala debe partir de la idea de establecer un balance hidrológico de agua superficial, considerando los elementos y el proceso del ciclo hidrológico, la infraestructura del sistema y sus principales usuarios, así como la intervención de las reglas establecidas por el Acuerdo de Distribución. Lo anterior con el objeto de conocer la capacidad de captación de agua, en la cuenca, y su posterior distribución (ver fig. 5.4.).

En el diagrama de la figura 5.4. se puede observar que el sistema hidrológico Lerma-Chapala básicamente se compone de 8 almacenamientos principales (presas), incluyendo la Laguna de Yuriria, 8 estaciones hidrométricas que miden el agua que se aporta al río Lerma, 8 distritos de riego, principales usuarios de agua superficial, el propio Lago de Chapala como un usuario más y las 9 ciudades más importantes de la cuenca, resaltando la ciudad de Guadalajara por el aprovechamiento directo que tiene, a través del lago, para obtener agua y abastecer, con ella, a parte de su población.

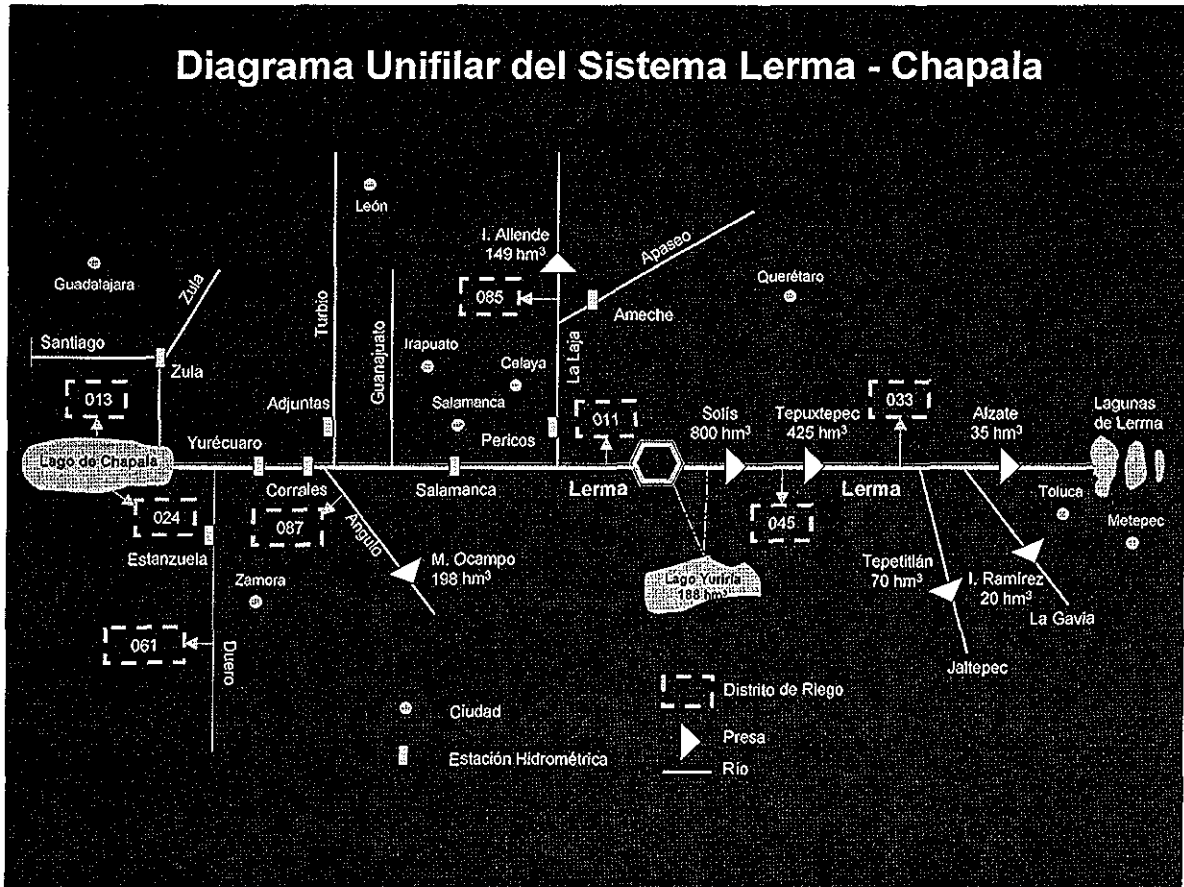
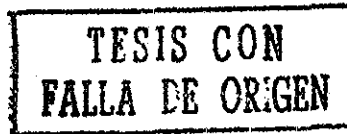
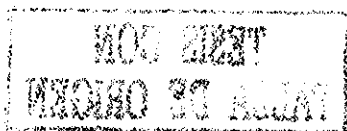


Figura 5.4. Diagrama Unifilar del Sistema Hidrológico Lerma-Chapala

Para la modelación, aparte de estos elementos, se consideró una división de la cuenca en 17 subcuencas, de las 20 que la componen, descartando las cuencas cerradas porque no aportan agua al río Lerma

El mapa conceptual del modelo se definió en función de los elementos básicos del ciclo hidrológico en una cuenca, tal como se muestra en la figura 5.5., donde se puede identificar el proceso básico de generación de escurrimiento, a partir de la lluvia, variable no controlable del sistema. El escurrimiento total de una cuenca, llamado también escurrimiento virgen, representa en este caso, el agua superficial disponible en la cuenca



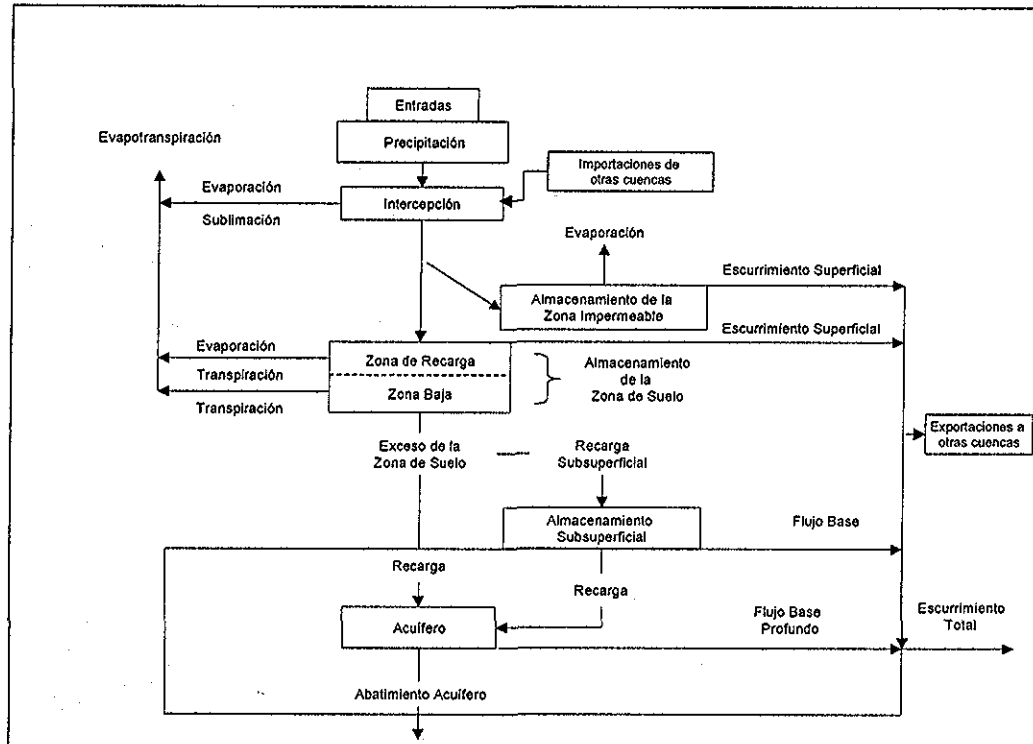
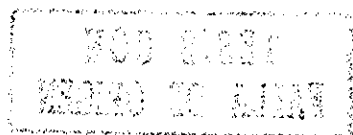


Figura 5.5. Diagrama Esquemático del Ciclo Hidrológico de una Cuenca

Finalmente retomando las características particulares del sistema y los componentes del ciclo hidrológico se construyó el mapa conceptual del modelo (ver fig. 5.6).

Del cual sobresalen los siguientes procesos o submodelos:

- Modelo lluvia – escurrimiento, el cual sintetiza el escurrimiento a partir de la lluvia en función de las características particulares de la región y algunas consideraciones teóricas.
- Modelo de requerimiento de agua para uso agrícola, donde se calcula la irrigación necesaria por cada tipo de cultivo distribuida en los ciclos productivos “primavera – verano”, “otoño – invierno” y “perennes”, en cada uno de los distritos y unidades de riego de la zona.
- Funcionamiento de vaso, que simula el almacenamiento de agua en las presas y los lagos del sistema, bajo una relación de entradas y salidas



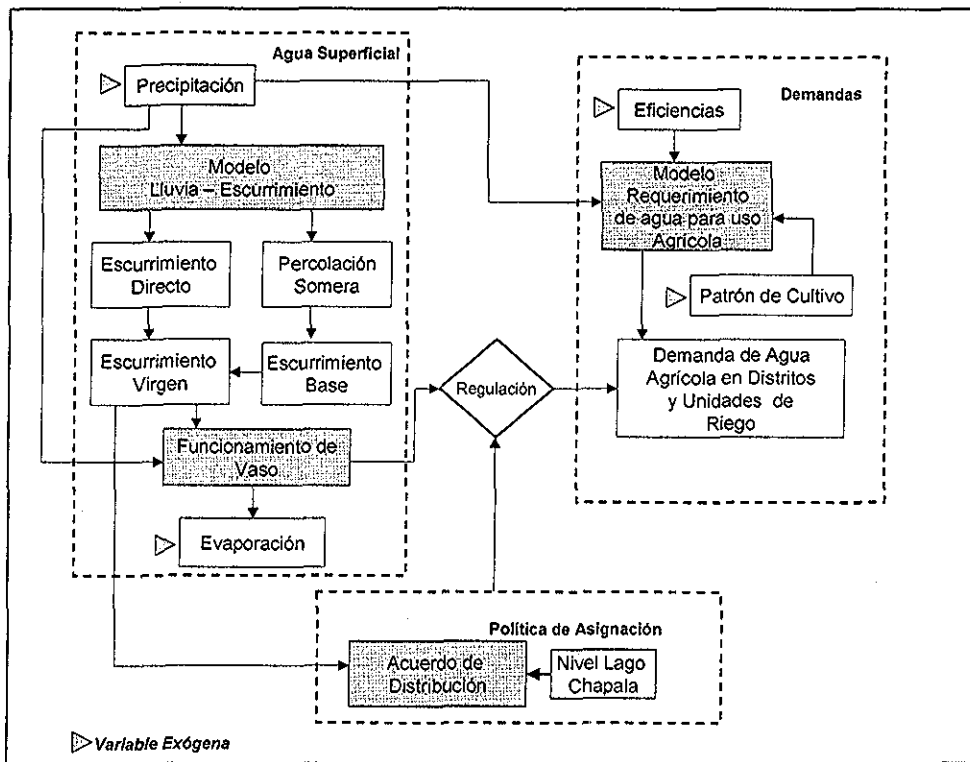


Figura 5.6. Mapa Conceptual del Modelo de la Cuenca Lerma-Chapala

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el caso particular de la cuenca Lerma-Chapala era necesario hacer una minuciosa selección de aquellos métodos o modelos matemáticos que fueran útiles para la determinación tanto del escurrimiento en las diferentes subcuencas, como de la demanda de los distritos de riego

Los métodos seleccionados fueron:

- El Método del Soil Conservation Service de los EUA, para el submodelo "Lluvia-Escorrimento", S.C.S. (1972).¹⁹
- El Modelo de simulación Flinn, para el submodelo de "Requerimiento de Agua para uso Agrícola", Hidalgo (1984).

Los cuales fueron seleccionados porque han demostrado en su aplicación dar resultados confiables, tienen bases teóricas sólidas y permiten el análisis hidrológico con el detalle requerido en los casos en que se aplican.

¹⁹ Hoy día, el entonces Servicio de Conservación de Suelos del departamento de agricultura de los Estados Unidos de América, es el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales

En el mapa conceptual se definen también las variables exógenas más importantes, variables que no son calculadas en el modelo, y que necesitan un tratamiento especial durante y después de la modelación; el Acuerdo de Distribución, el cual regula, a través de sus reglas la utilización de agua para uso agrícola, en los distritos y en algunas unidades de riego (pequeña irrigación).

Finalmente una vez establecida la conceptualización del modelo el siguiente paso es llevar a cabo el desarrollo del prototipo.

5.1.4. Elaboración del Prototipo

La construcción del prototipo del modelo de la cuenca Lerma-Chapala consistió en articular los procesos y modelos que se definen en la parte de conceptualización, con una estructura de modelación que utiliza la plataforma *Stella® Research versión 7.0.1.* para su desarrollo, bajo la metodología de simulación dinámica.

El resultado es un modelo que contiene:

- 17 módulos que representan la dinámica de las subcuencas que conforman la cuenca;
- 8 módulos que simulan los distritos de riego de la zona;
- uno donde se determinan los volúmenes máximos permitidos para las zonas agrícolas (Acuerdo de Distribución de aguas superficiales de la cuenca);

Cada módulo fue elaborado considerando las características particulares de la zona, los modelos matemáticos elegidos para el cálculo del escurrimiento virgen y el requerimiento de agua de uso agrícola, y el mapa conceptual.

El modelo tiene a un día como unidad de tiempo y corre por ciclos agrícolas comenzando por el primero de noviembre de cada año y terminando el 31 de octubre del siguiente, con un horizonte de planeación de 25 años.

Con el objeto de hacer más claro el procedimiento utilizado para la construcción de este prototipo se describen a continuación las estructuras más importantes que conforman el modelo dinámico de simulación de la cuenca Lerma – Chapala.

Estructuración de los Módulos en Stella

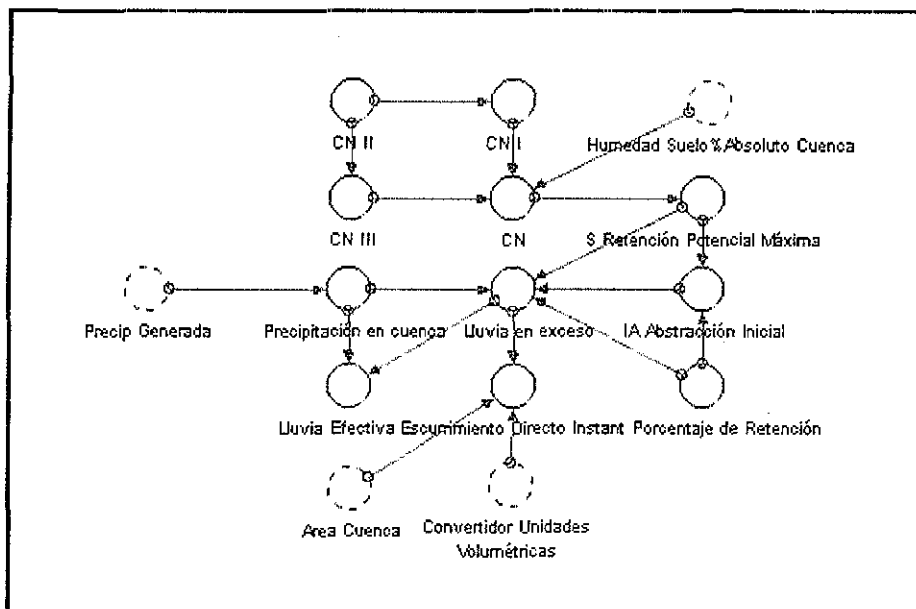
Modelo lluvia-escurrimiento (Método del Soil Conservation Service de los EUA)

Para el cálculo del escurrimiento a partir de la lluvia se eligió el método desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica. Este método establece que dado un evento de lluvia, y aplicando el balance de humedad en la superficie del suelo, la precipitación total P sobre un suelo es igual a la suma de la infiltración producida a partir de ese momento, Lluvia efectiva $LLEF$, y el exceso de lluvia o Lluvia en exceso $LLEX$.

$$P = LLEF + LLEX$$

La aplicación del método a la plataforma *Stella* se desarrolló mediante dos estructuras.

La primera, donde se calcula la lluvia efectiva y la lluvia en exceso, a partir de la precipitación diaria observada en la cuenca (ver fig. 5.7)



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 5.7. Estructura en STELLA del Cálculo de la Lluvia Efectiva y en Exceso

Como se observa en la estructura la lluvia efectiva se determina mediante una relación entre la lluvia diaria (precipitación en la cuenca) y la lluvia en exceso. La variable establece la diferencia entre la lluvia diaria y la lluvia en exceso y representa la lámina que se infiltra. La lluvia en exceso, por su parte, representa el escurrimiento directo y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$LLEX = ((P-0.2S)^2 / (P+0.8S)) * Ac$$

Donde:

- P , es la precipitación diaria
 Ac , es el área de la cuenca
 S , es la retención potencial máxima

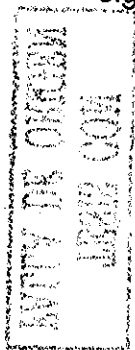
Además la retención potencial máxima (S en mm), la cual nos indica en que momento podrá producirse un escurrimiento en la cuenca se puede estimar como:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

CN , es el número de curva que representa teóricamente la relación que hay entre la lluvia que cae sobre una cuenca y el escurrimiento recogido a la salida de la misma.

Los valores del número de curva están en función de la capacidad de retención del suelo y por ende de la generación de escurrimiento, lo cual depende de los siguientes factores:



Contenido inicial de humedad, estimado con base en la lluvia precipitada en los 5 días antes de la tormenta de diseño o de la humedad que está retenida en el suelo al inicio de la lluvia (ver tabla 5.4.). A efectos de contabilizar dicha lluvia se distingue entre el periodo de crecimiento del cultivo o material vegetal de la cubierta del suelo y el de latencia o inactivo. Dentro de éste no se contabilizan los días en los que el suelo está helado o cubierto de nieve.

Según la humedad en el suelo o lluvia antecedente, el número de curva puede encontrarse dentro de las siguientes condiciones:

- I Bajo potencial de escurrimiento
- II Condición promedio
- III Alto potencial de escurrimiento

Tabla 5.4. Límites de la Condición de Lluvia o Humedad Antecedente

Condición	Lluvia total antecedente en 5 días		Humedad promedio de diferentes suelos (%absoluto)
	Estación inactiva (mm)	Estación cultivada (mm)	
I	< 13	< 36	< 40
II	13 - 28	36 - 53	40 - 80
III	> 28	> 53	> 80

FUENTE: U.S. Soil Conservation Service National Engineering Handbook of Hydrology 1972.

Tipo de suelo. Según su potencial de generación de escorrentía o lo que es lo mismo su capacidad de infiltración (ver tabla 5.5.).

Tabla 5.5. Tipos de Suelos para el Método S.C.S.

GRUPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN	TASA DE INFILTRACIÓN FINAL (mm/hr)
A	Escurrecimiento potencial bajo Suelos que tienen una alta tasa de infiltración, aún cuando estén completamente húmedos; consisten principalmente de capas gruesas de arenas o gravas con drenaje de bueno a excesivo Estos suelos tienen una tasa alta de transmisibilidad.	8 - 12
B	Escurrecimiento potencial moderadamente bajo Suelos que tienen tasas moderadas de infiltración cuando están completamente húmedos; consisten principalmente en capas de moderadamente profundas a profundas con drenaje de moderadamente bueno a bueno y con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Estos suelos tienen una tasa moderada de transmisibilidad.	4 - 8
C	Escurrecimiento potencial moderadamente alto. Suelos que tienen tasas de infiltración lenta cuando están completamente húmedos; consisten principalmente de suelos con una capa que impide el movimiento descendente del agua, o suelos con textura de moderadamente fina a fina Tienen una tasa de transmisibilidad lenta.	1 - 4
	Escurrecimiento potencial alto Suelos que tienen una tasa de infiltración muy lenta cuando están completamente húmedos; consisten principalmente de suelos arcillosos con un alto potencial de expansión, suelos con un nivel freático permanentemente alto, suelos con lentes arcillosos o con capas de arcilla en o cerca de la superficie y suelos poco profundos demasiado cerca de material impermeable Tienen una tasa de transmisibilidad muy lenta.	0 - 1

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

FUENTE: U.S. Soil Conservation Service National Engineering Handbook of Hydrology 1972

Tipo de uso del suelo. Según introduzcan modificaciones a la capacidad de infiltración intrínseca del terreno, por sellado o impermeabilización, como el caso de las zonas pavimentadas (ver tabla 5.6.).

Tabla 5.6. Números de Curva para Diferentes Tipos y Usos del Suelo

USO DE LA TIERRA O COBERTURA	TRATAMIENTO O PRACTICA	GRUPO DE SUELO			
		A	B	C	D
Barbecho	Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivo de surco	Surcos rectos	70	80	87	90
	Contornos	68	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Granos pequeños	Surcos rectos	64	76	84	88
	Contornos	62	74	82	85
	Terrazas	60	71	79	82
Densamente sembrada	Surcos rectos	62	75	83	87
	Contornos	60	72	81	84
	Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
Bosques	Esparcido	45	66	77	83
	Normal	36	60	73	79
	Denso	25	55	70	77
Superficie impermeable		100	100	100	100

Para el cálculo del número de curva efectivo ó de condición promedio en una cuenca de superficie total A , se divide ésta en las diferentes subáreas A_i correspondientes a combinaciones de tipo y usos del suelo distinto y se obtiene un CN_i para cada caso. El número de curva total, CN , resultará de la ponderación de los números obtenidos según la fracción de la superficie ocupada por cada caso,

$$CN = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n A_i CN_i$$

Los valores obtenidos en la tabla corresponden a condiciones de humedad del tipo II . Si la tormenta respondiera a condiciones del tipo I o III , se utilizan las siguientes fórmulas para convertir el CN ponderado,

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$$

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA
 SECRETARÍA DE ECONOMÍA

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

En la estructura del modelo las variables *CN I*, *CN II* y *CN III* representan respectivamente estas tres condiciones. La variable *CN II* se considera una variable exógena y se calcula fuera del modelo estimando las subáreas correspondientes mediante mapas del suelo de la región, mientras que las variables *CN I* y *CN III* son calculadas dentro del modelo a partir del valor de *CN II* mediante las fórmulas antes descritas.

Finalmente el número de curva *CN* esta en función de los valores de *CN I* y *CN III* condicionados por la humedad del suelo absoluta (ver la tabla 5.4.)

De esta manera la lluvia en exceso se convierte en el escurrimiento directo instantáneo, pasando de lámina a un volumen de agua escurrido superficialmente en la cuenca.

La segunda estructura se desarrolla con el objeto de establecer el cálculo del escurrimiento base de la cuenca (ver fig. 5.8.).

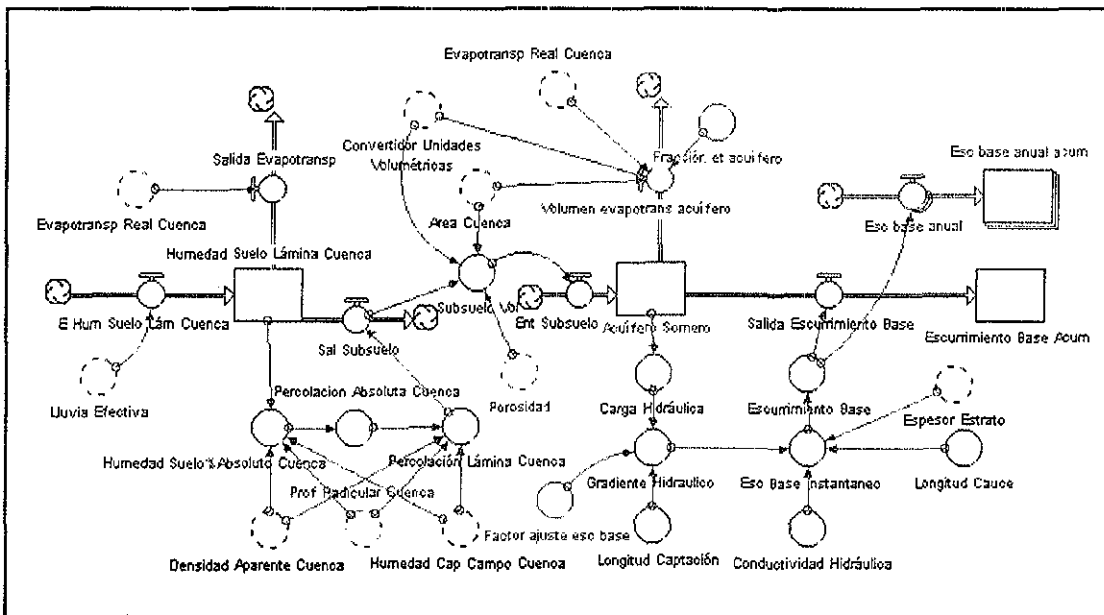


Figura 5.8. Estructura en STELLA del Subsuelo y el Cálculo de Infiltración

MOD BIZAT
TRER CON
EXORO ET ALLAT

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la estructura de la figura 5.8, se puede observar el proceso donde el suelo, representado mediante un balance de humedad, tomará de la lámina de lluvia efectiva la necesaria para tratar de llegar a su capacidad de retención (capacidad de campo). Cuando esto se logra, una parte del excedente podrá percolar hacia capas inferiores y la otra escurrir superficialmente.

El diagrama del ciclo hidrológico de una cuenca, figura 5.5., puede servir para ilustrar y entender la estructura en *Stella* del subsuelo (ver la parte media del diagrama)

La estructura en ambiente *Stella* simula un primer estrato del subsuelo, en el que el agua percola hasta llegar a un acuífero somero, donde el agua se almacena. Con los eventos de precipitación el suelo se humedece y sus poros se saturan con agua, posteriormente estos poros se empiezan a vaciar originando un flujo horizontal que sale a la superficie y llega a los cuerpos de agua, conocido como escurrimiento base. La cantidad y velocidad en que se presente este escurrimiento base depende principalmente de la conductividad hidráulica del suelo y el gradiente hidráulico de la cuenca (ver fig. 5.8.).

Finalmente el escurrimiento base y el escurrimiento directo forman el escurrimiento total (virgen o natural) generado en la cuenca (ver fig. 5.9.)

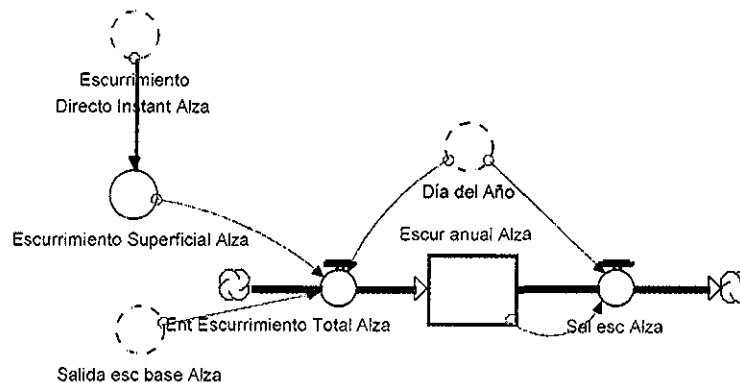
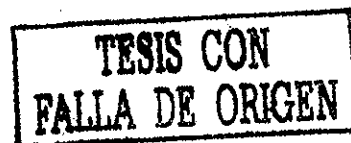
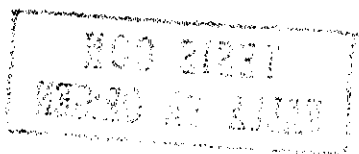


Figura 5.9. Estructura en *STELLA* del Escurrimiento Total

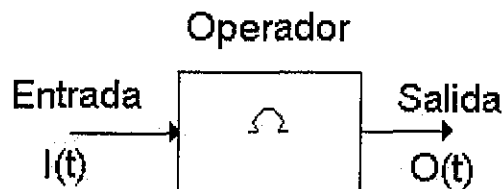
El modelo consta de 17 estructuras con la aplicación del modelo lluvia - escurrimiento, una por cada subcuenca. Lo anterior con el objeto de facilitar el análisis de las características del suelo utilizadas para el cálculo del escurrimiento.



Funcionamiento de vaso

Cada módulo-subcuenca se concibe en el modelo como una unidad hidrológica donde se lleva a cabo el ciclo hidrológico del agua hasta llegar a un almacenamiento, ó en ciertos casos, a un almacenamiento virtual. Un almacenamiento virtual, en el modelo, es una presa ficticia que simula el total de los almacenamientos existentes aguas arriba de una estación hidrométrica.

Para estructurar los vasos de almacenamiento se ha recurrido al concepto de sistema. Este concepto establece que el objetivo del análisis del sistema es estudiar su operación y predecir su salida, ofreciendo como relación entre entradas y salidas una función de transformación, transferencia u operador, denotado por Ω ,



que da lugar a una ecuación básica de transformación del sistema del tipo:

$$O(t) = \Omega I(t)$$

En el caso de un sistema hidrológico se echa mano de la ecuación de continuidad o balance,

$$DS = I(t) - O(t)$$

Donde $I(t)$ y $O(t)$ son las tasas de entrada y salida en función del tiempo, y DS es el cambio de almacenamiento del sistema. La ecuación anterior puede ser expresada también en forma de ecuación diferencial o de cambio como:

$$dS/dt = I(t) - O(t)$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

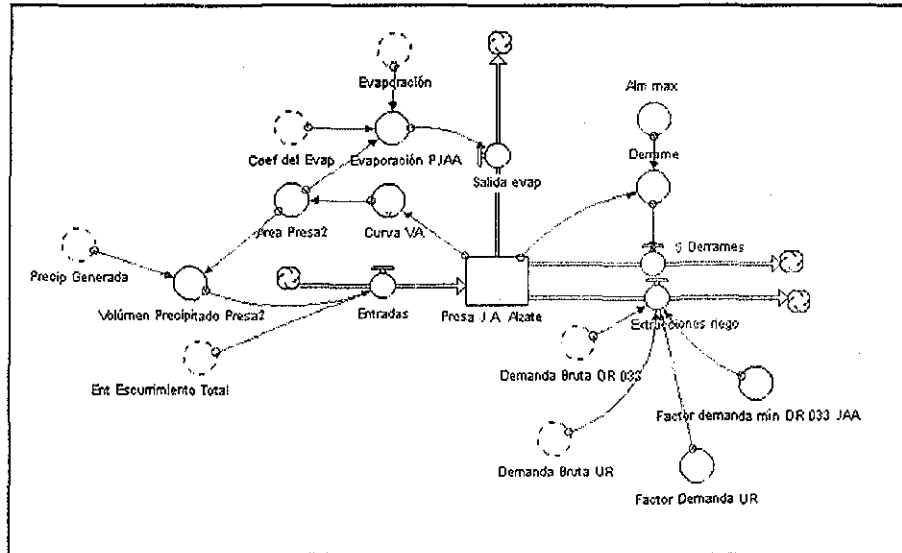


Figura 5.10. Estructura en STELLA del Funcionamiento de Vaso

En ambiente *Stella* esta ecuación se ve representada mediante un cuadro llamado reservorio, al cual se le pueden conectar variables de entrada o salida según sea el caso (ver fig. 5.10.).

Los vasos de almacenamiento, en los modelos dinámicos, son cajas negras que reciben las aguas de un río o del escurrimiento generado en la cuenca (entradas), a través de valores instantáneos que, eventualmente, forman series de tiempo. El agua recibida por el vaso modifica su nivel haciendo que éste se incremente a una cierta velocidad, y a su vez, las extracciones del vaso (salidas), que se presentan también como valores instantáneos, hacen que el nivel de la presa disminuya a otra cierta velocidad

En el modelo, como se muestra en la estructura de la figura 5.10., la aportación directa por lluvia a los vasos de almacenamiento tanto reales, como virtuales, se determina calculando el espejo de agua en el vaso por medio de la curva área-capacidad (Curva VA). Esta aportación, junto con el escurrimiento total generado en la cuenca, menos el agua aprovechada aguas arriba del vaso, representan las entradas. Mientras que la evaporación generada en el vaso, la extracción de agua para uso agrícola y los derrames (líneas de color rojo) representan las salidas.

Para el modelo de cuenca Lerma-Chapala se han construido nueve estructuras de almacenamiento, dos de ellas simulando el funcionamiento del Lago de Chapala y la Laguna de Yuriria, y las restantes simulando las presas de almacenamiento: Alzate, I. Ramírez, Tepetitlán, Tepuxtepec, Solís, I. Allende y M. Ocampo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Además se han incluido 8 estructuras más que representan presas virtuales ligadas a las estaciones hidrométricas localizadas al final de las subcuencas: Ameche, Pericos, Salamanca, Corrales, Adjuntas, Yurécuaro, Zula y Duero.

El principio para simular una estación hidrométrica es el mismo que el de un vaso de almacenamiento excepto que en una estación la magnitud de las salidas es igual a la magnitud de las entradas

Modelo de Requerimiento de Agua para Uso Agrícola (Modelo de simulación Flinn)

El establecimiento del requerimiento de agua para uso agrícola se realizó utilizando el modelo de simulación de Flinn cuya finalidad es determinar el rendimiento de un cultivo, mediante la relación que existe entre agua, suelo, clima y planta, Hidalgo (1984).

El modelo simula el crecimiento diario del cultivo, basándose en el principio de continuidad, el cual considera que la zona radicular de la planta funciona como el embalse de una presa.

La ecuación de continuidad queda expresada de la siguiente manera:

$$HSL_{12} = HSL_1 + LLEF + RIEG - ETA, \text{ en (mm)}$$

donde:

HSL_{12} , contenido de humedad del suelo al final del día

HSL_1 , contenido de humedad del suelo al inicio del día

$LLEF$, lluvia efectiva diaria

$RIEG$, lámina de riego (dosis aplicada en el día)

ETA , evapotranspiración real diaria

La aplicación del método de requerimiento hídrico agrícola, en *Stella*, se puede explicar mediante cuatro estructuras básicas.

La primera desarrollada para el cálculo de la lluvia efectiva y la lluvia en exceso de la zona agrícola, método S.C.S., descrito en el apartado del modelo lluvia - escurrimiento

La segunda se desarrolla aplicando la ecuación de continuidad, por tipo de cultivo, para determinar el contenido de humedad del suelo al final del día, modelo Flinn (ver fig. 5.11.).

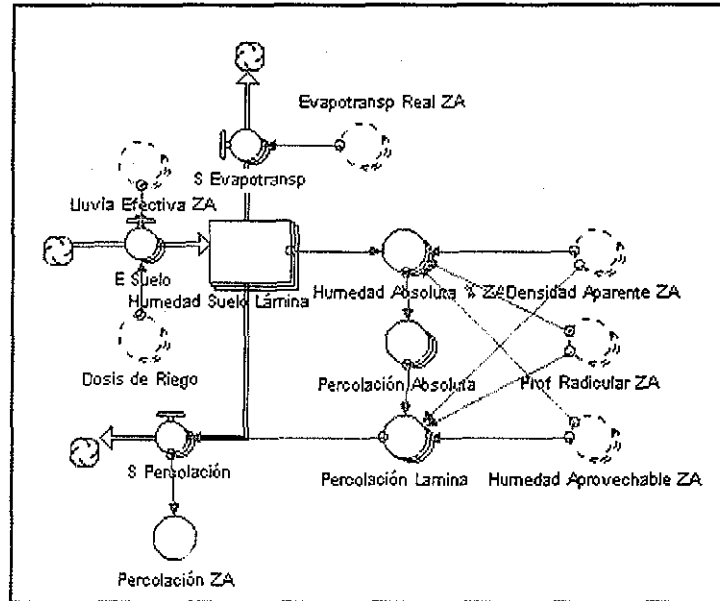


Figura 5.11. Estructura en STELLA del Cálculo del Contenido de Humedad del Suelo al Final del Día

El contenido de humedad del suelo al final del día, esta limitado por un valor superior que corresponde a la capacidad de campo o de retención de humedad del suelo, y uno inferior que es al punto de marchitamiento permanente.

Si se considera el contenido de humedad como un porcentaje absoluto, esto es, que el valor de capacidad de campo corresponda al 100% y el punto de marchitamiento permanente al 0%, entonces:

$$0 < HSA_i < 100, \quad i = 1$$

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

donde:

HSA_i , contenido de humedad de la capa i en por ciento absoluto.

Cabe señalar, en este punto, que con el fin de simplificar la complejidad del modelo se consideró sólo una capa de suelo para la modelación de la cuenca.

Si se toma como referencia el porcentaje absoluto, la textura del suelo es independiente, esto permite hacer referencia a las siguientes hipótesis para cualquier tipo de suelo:

A) Cuando HSA_i exceda al 100%, esta tomará el valor de cien y el resto se considerará como percolación. De este modo,

$$PERA_i = HSA_i - 100,$$

donde:

$PERA_i$, percolación de una capa superior a una inferior, expresado en porcentaje de humedad absoluta.

B) Cuando HSA_i sea menor al 0% en cualquiera de las capas, siempre y cuando haya al menos una con un valor superior a cero, entonces:

$$HSA_i = 0$$

C) Cuando HSA_i sea menor o igual al 0% en todas las capas, entonces se supondrá que el cultivo muere, porque está sujeto a una fuerte sequía que le permitió alcanzar la marchites total.

La forma más frecuente de expresar el contenido de humedad del suelo es como un porcentaje del peso seco del suelo, esto es, peso húmedo entre peso seco. Ahora bien para convertir este porcentaje de humedad real a lámina de agua, se utiliza la siguiente fórmula:

$$HSL_i = \frac{(HSR_i - HSPM_i)}{100} * DA_i * \frac{PRA}{3}$$

donde:

HSL_i , contenido de humedad del suelo del estrato i como lámina de agua, en mm.

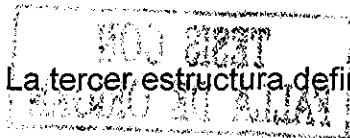
HSR_i , contenido de humedad del suelo del estrato i en porcentaje de humedad real.

$HSPM_i$, contenido de humedad del suelo al punto de la marchites permanente del estrato i , en porcentaje de humedad real.

DA_i , densidad aparente del estrato i , en gr/cc

PRA , profundidad de la zona radicular cuando esta alcanza su madurez total, en mm.

Con esta fórmula, y la información de las características del suelo, se calcula el contenido de humedad del suelo al inicio del día, tal como se muestra en la estructura de la figura 5.11.



La tercer estructura define la aplicación de riego ó dosis de riego (ver fig 5.12).

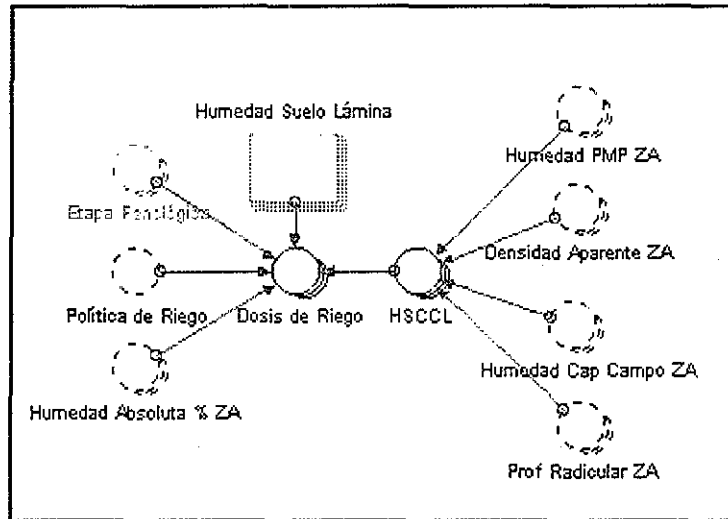


Figura 5.12. Estructura en STELLA de la Aplicación de Riego

La lámina de riego ó dosis de riego se supone como la cantidad de agua necesaria, por cultivo, para regresar la humedad del suelo en lámina a su capacidad de campo, una vez que ésta haya alcanzado el nivel más bajo permitido (política de riego). Por lo tanto, en la estructura de la figura 5.12., se expresa que al final de cualquier día, si la humedad del suelo en porcentaje absoluto es menor o igual a la política de riego y se encuentra en una etapa fenológica adecuada, existirá la necesidad de aplicar más agua al cultivo correspondiente, tanto como sea necesario, para que el suelo recupere su capacidad de campo (variable HSCCL, que simula el límite superior y que corresponde a la capacidad de campo ó de retención de humedad del suelo por cultivo)

Por último, en la cuarta estructura se define por un lado, la demanda diaria para satisfacer los requerimientos hídricos de los cultivos del distrito de riego, calculada con base en el agua necesaria y la dosis de riego requerida para los cultivos, y por otro lado, considerando que esta demanda natural se verá limitada por los volúmenes máximos autorizados en el Acuerdo de Distribución de aguas superficiales (variables DR033 y Dem acum. 033), en función del escurrimiento generado el año anterior, en cada subcuenca, y el nivel de almacenamiento del Lago de Chapala (ver fig. 5.13).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

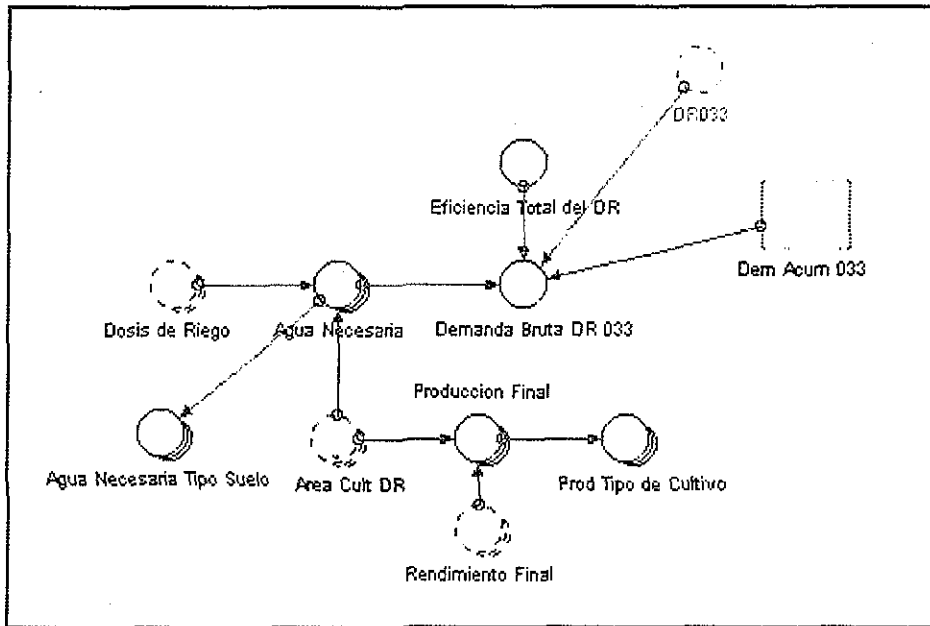


Figura 5.13. Estructura en STELLA de la Demanda del Distrito de Riego

En el modelo de la cuenca Lerma-Chapala se desarrollaron 8 estructuras del modelo de requerimiento hídrico agrícola, para los siguientes distritos de riego de la cuenca: 033, 011, 045, 085, 087, 013, 061 y 024. Los cultivos simulados en cada caso fueron los más representativos en la zona.

Una vez desarrollados y estructurados todos los módulos del modelo, las variables fueron alimentadas y documentadas con datos reales y algunos supuestos. La información fue obtenida en gran parte por la Gerencia Regional, documentos oficiales y bases de datos del IMTA.

El siguiente paso entonces consiste en correr el modelo y hacer los ajustes pertinentes en la etapa de calibración

5.1.5. Calibración o Ajuste del Modelo

Como una primera parte del proceso de calibración del modelo de la cuenca Lerma-Chapala, se realizó un examen cuidadoso de la información existente en la región. Este trabajo arrojó como resultado que los años de 1997, 98 y 99 fueran seleccionados como años de calibración, por tener la base de información más completa para las series de tiempo utilizadas.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El procedimiento, en esta etapa, se llevó a cabo comparando los niveles de almacenamiento de las presas simuladas, con los datos históricos diarios registrados, para cada año. En el caso de subcuencas con estación hidrométrica, la comparación se realizó considerando los gastos históricos registrados anualmente

Para el ajuste se tomaron como base las entradas y salidas de los vasos de almacenamiento y/o estaciones hidrométricas de cada subcuenca.

Las variables utilizadas para el proceso de calibración fueron las siguientes:

Entradas

Salida_esc_base_Alza. Variable que representa el valor del escurrimiento base en volumen, la cual fue ajustada por medio de los siguientes factores:

Factor_ajuste_esc_base_Alza. Variable que representa el factor de ajuste del gradiente hidráulico para la determinación de la cantidad y la velocidad en que ocurre el escurrimiento base en la cuenca

Fracción_et_acuífero_Alza. Variable que representa el factor de ajuste que determina en que proporción está ocurriendo una evapotranspiración en el acuífero somero.

Ent_Escurrimiento_Total_Alza. Variable que define el escurrimiento virgen total generado en la subcuenca. Una vez calibrado el escurrimiento base, esta variable se ajusta mediante los factores de lluvia determinados para cada año en el modelo.

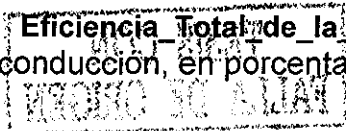
Factor_lluvia_Alzate. Variable exógena a la cual se le introdujeron factores de lluvia que representan el comportamiento de lluvia en la cuenca de los años de calibración.

Salidas

Demanda_Bruta_DR_033. Variable que determina el volumen de agua requerida para abastecer al distrito de riego correspondiente. La demanda es ajustada mediante la política de riego y la eficiencia total

Política_de_Riego_DR_033. Establece el nivel de humedad absoluta al que se desea llegar para aplicar la dosis de riego, en porcentaje de humedad absoluta.

Eficiencia_Total_de_la_UR. Indica la eficiencia total del distrito de riego por conducción, en porcentaje.



Regulación del Funcionamiento de Vaso

Para las Entradas

Ret_Peq_Irrig_Alzate. Porcentaje de escurrimiento total virgen retenido en la subcuenca para la pequeña irrigación.

Para las Salidas

Factor_demanda_DR_033_JAA o **Factor_demanda_min_DR_033_JAA.** Es el factor que determina el porcentaje de agua que debe abastecer esa presa al distrito de riego correspondiente, cuando hay más de una presa involucrada en su abastecimiento.

Factor_demanda_adicional_Alza. Porcentaje de agua que se extrae de la presa y que es enviado a otro lugar que no tiene nada que ver con los distritos de riego.

Comparación entre los niveles de almacenamiento reales de cada presa y los producidos por el modelo

El modelo dinámico de simulación Lerma-Chapala se corrió para tres años consecutivos y se compararon los niveles (continuos) de almacenamiento de cada presa con los datos históricos.

El procedimiento se llevó a cabo subcuenca por subcuenca. Las discrepancias entre los datos históricos y los producidos por el modelo fueron paulatinamente disminuyendo a base de modificar los valores de las variables de calibración y corriendo el modelo de nuevo. Este proceso iterativo de "prueba – error", se repitió hasta que se había alcanzado una buena aproximación entre los niveles modelados y los históricos. Al terminar este proceso se declaró el modelo listo para procesar los escenarios correspondientes.

Para el caso de subcuencas con estación hidrométrica, el procedimiento fue el mismo, sólo que los datos comparados fueron a nivel anual, y no de manera continua.

Terminada esta etapa se procedió a definir los escenarios correspondientes.

5.1.6. Definición de Escenarios

Los escenarios del modelo de la cuenca Lerma-Chapala se establecieron con el fin de dar respuesta a las preguntas formuladas. Estos en el modelo aparecen como interfaces que el usuario ó usuarios del modelo pueden utilizar, sin involucrarse directamente con la estructura. Las interfaces se crean a un nivel ejecutivo, en el ambiente *Stella*, y facilitan el manejo del modelo, además de que permiten alterar las condiciones de los datos de entrada a variables exógenas o, llamadas también de escenario. Estas variables son elegidas por el analista con el fin de obtener diferentes resultados a hipótesis o supuestos establecidos, y de ese modo definir diferentes caminos de acción.

En el modelo de la cuenca Lerma-Chapala se definieron, entre otros, cuatro escenarios relevantes para este trabajo, los cuales se describen a continuación.

Escenario Hidrológico

El escenario hidrológico se define en términos de la precipitación, variable motor del proceso de escurrimiento, para las 17 subcuencas o unidades hidrológicas de respuesta en que se dividió la cuenca.

La variación de la precipitación se define en función de la precipitación media de cada subcuenca determinada, con base en un análisis de varias estaciones y aplicando áreas de influencia de cada estación por medio de polígonos de Thiessen. La distribución de la precipitación a nivel diario se obtuvo de elegir el registro de lluvia de una estación que para un año en particular coincidiera con la media general de la subcuenca.

Para determinar el escenario hidrológico se analizó el registro de precipitación de estaciones climatológicas de la cuenca para identificar un periodo representativo de bajas lluvias, y otro húmedo. En este procedimiento se eligieron tres estaciones localizadas respectivamente en la parte alta, media y baja de la cuenca, con registros desde 1935 a la fecha (ver fig. 5.14.). Además se seleccionó la estación con los datos más bajos (estación 11064), dentro de lo que se ha llamado periodo seco, de 1945 a 1954. Y el periodo de 1965 a 1975, como representativo de un periodo húmedo.

Los datos de precipitación se normalizaron respecto a la media y se unieron para formar un registro continuo, el cual se tomó como un escenario factible de lluvia (ver fig. 5.15.)

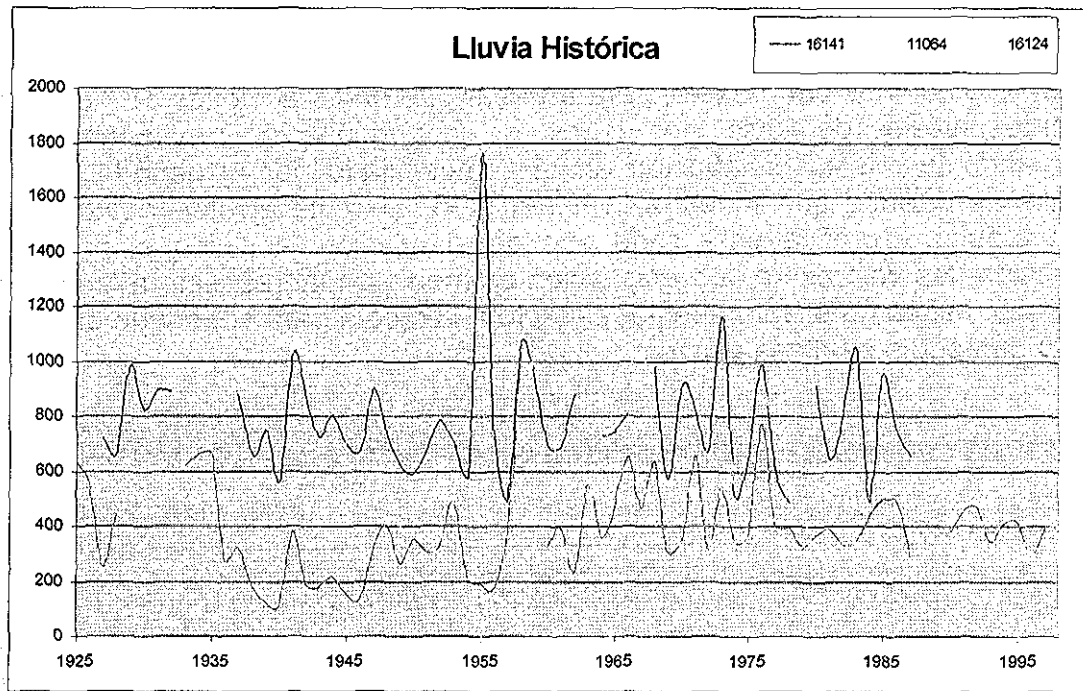


Figura 5.14. Gráfica de los Registros Históricos Anuales (en mm) de tres Estaciones de la Cuenca

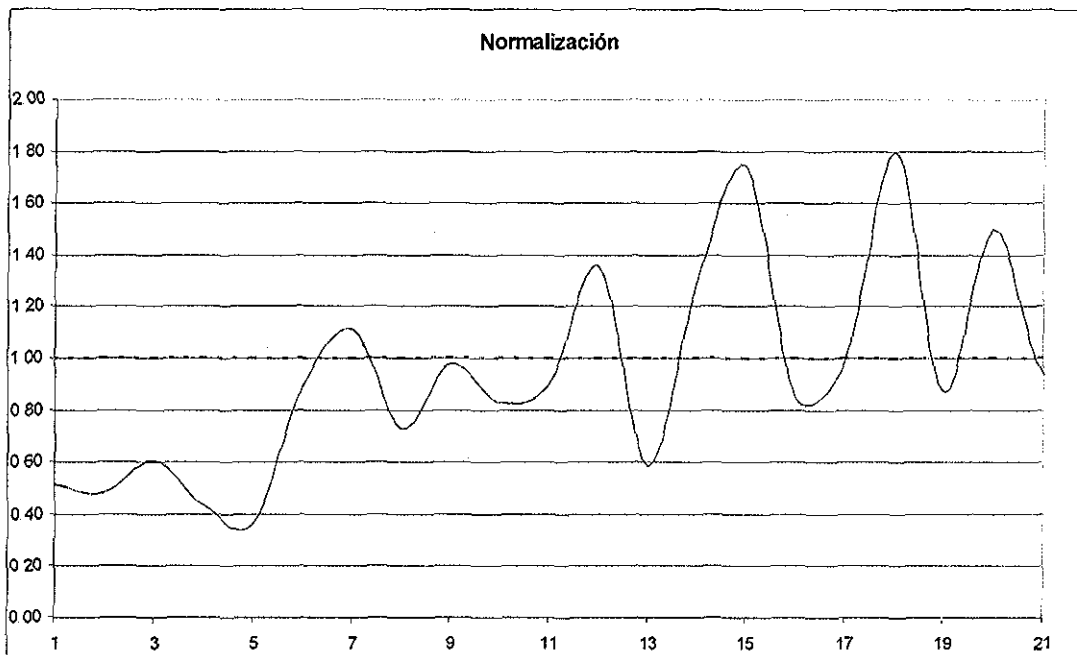
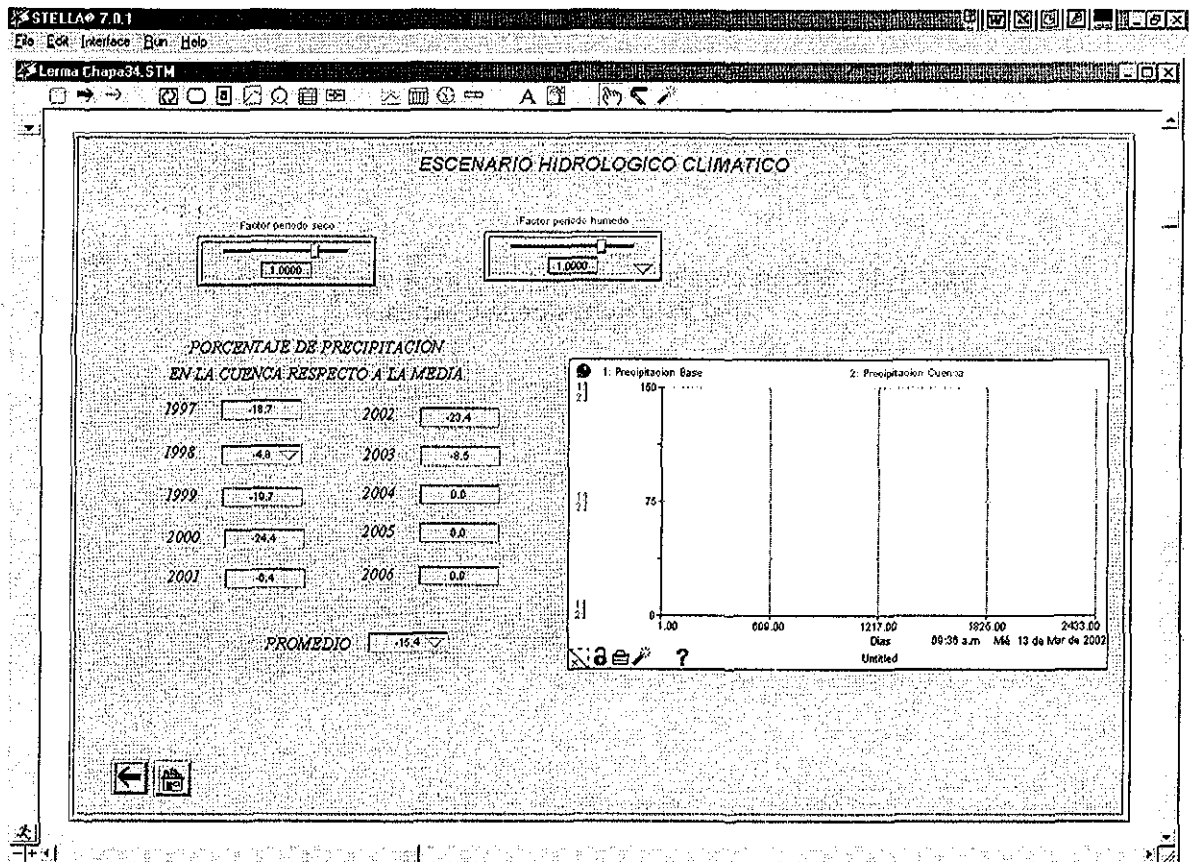


Figura 5.15. Gráfica de los Datos de Precipitación Anual Normalizados

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 HIDROLÓGICAS Y METEOROLÓGICAS
 UNAM

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Como se podrá observar más adelante el periodo seco, así definido, fue utilizado en las simulaciones del modelo, para analizar diferentes opciones de demanda y diferentes niveles de lluvia, por debajo de la precipitación media anual, pero observando la misma distribución en el tiempo fijada por el periodo seco. La pantalla de interfaz que muestra la figura 5.16, permite ajustar y visualizar en forma tabular y gráfica para cada año de simulación –incluido el periodo de calibración– los valores de la precipitación promedio anual respecto a la media en la cuenca, así como el valor medio respecto a la media para el periodo de análisis seco ó húmedo según sea el caso.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 5.16. Pantalla de Interfaz del Escenario Hidrológico, donde se Muestran Porcentajes de Precipitación

De esta manera es posible analizar diversos escenarios de lluvia, variando la precipitación anual, con respecto a la normal climatológica de la cuenca. La precipitación por subcuenca, en un año determinado, se calcula multiplicando el factor de lluvia de la subcuenca por el factor de ajuste respecto a la normal

Escenario Económico

Con el fin de conocer la respuesta del Lago de Chapala en términos de niveles de almacenamiento bajo diversas opciones de reducción de la superficie de riego tanto en distritos (DR), como en unidades de riego ó pequeña irrigación para el desarrollo rural, se construyó una interface en el modelo de simulación que permite variar el factor de reducción de superficie de riego para cada uno de los ocho DR y para cada ciclo agrícola –excepto el área dedicada al cultivo de perennes.

En el caso de la pequeña irrigación se permite variar el factor de reducción a la superficie en bloque, mediante un factor que afecta a la superficie de pequeño riego ubicada en cada una de las subcuencas.

La ventana de interfaz está equipada con indicadores de superficie promedio máximas, programadas y regadas, y volúmenes promedio máximos, demandados y entregados, tanto para los DR como para la pequeña irrigación. Además de una serie de gráficos que van describiendo a nivel diario la evolución de los niveles de almacenamiento en el Lago de Chapala, así como en cada uno de los ocho embalses principales de la cuenca, y los volúmenes de entrada a cada una de las estaciones hidrométricas. Contiene también información sobre los déficits, si los hubiera, en cada uno de los DR (ver fig. 5.17).

Estos indicadores permiten monitorear la evolución de cada una de las variables de estado de interés del sistema

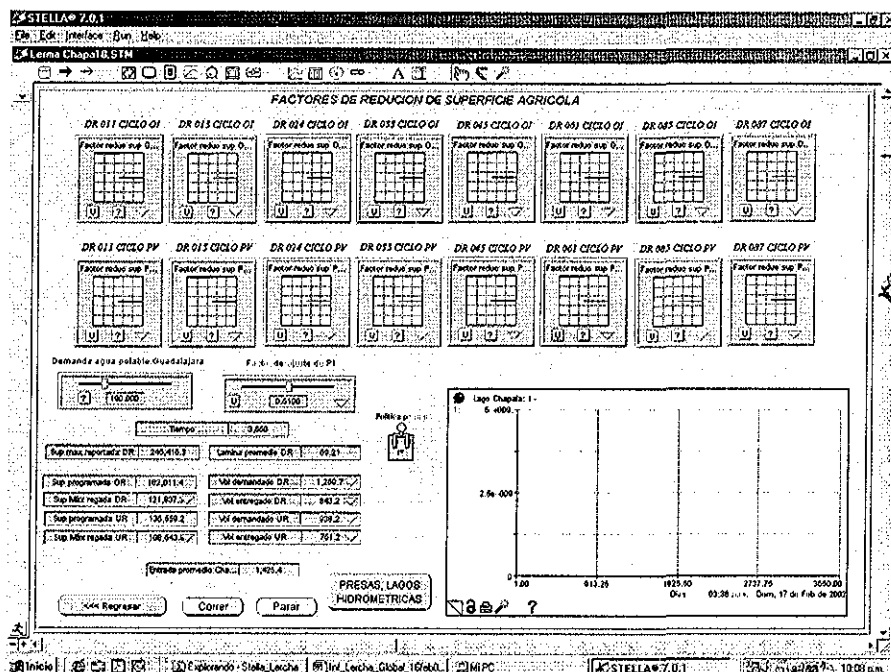


Figura 5.17. Pantalla de Interfaz del Escenario Económico

AREA DE ORGEN
 PARA CON

AREA DE ORGEN
 PARA CON

Escenario Tecnológico

El escenario tecnológico se define en relación a las mejoras a las eficiencias globales que se pueden lograr, a través, de la implantación de acciones de reconversión tecnológica en los distritos de riego y unidades de riego para el desarrollo rural.

La eficiencia global está compuesta por la eficiencia de conducción que se tiene en los canales principales o tramos de cauce, la eficiencia de distribución que se tiene a nivel de los diversos tramos de canales, dentro de los módulos de riego y que incluye hasta las tomas granjas pasando por las regaderas interparcelarias, y la eficiencia parcelaria o de aplicación que es función del método de riego empleado por el agricultor.

Los valores de eficiencia global para cada distrito pueden ser introducidos por medio de las funciones tabla contenidas en la interfaz (ver fig. 5.18.). Su efecto en términos de ahorro ó consumo pueden ser observados mediante un gráfico de demandas en cada distrito de riego y su efecto global en el volumen adicional de entrada al lago, puede observarse también en los gráficos de niveles de almacenamiento del lago, ó bien, en el de los embalses del sistema

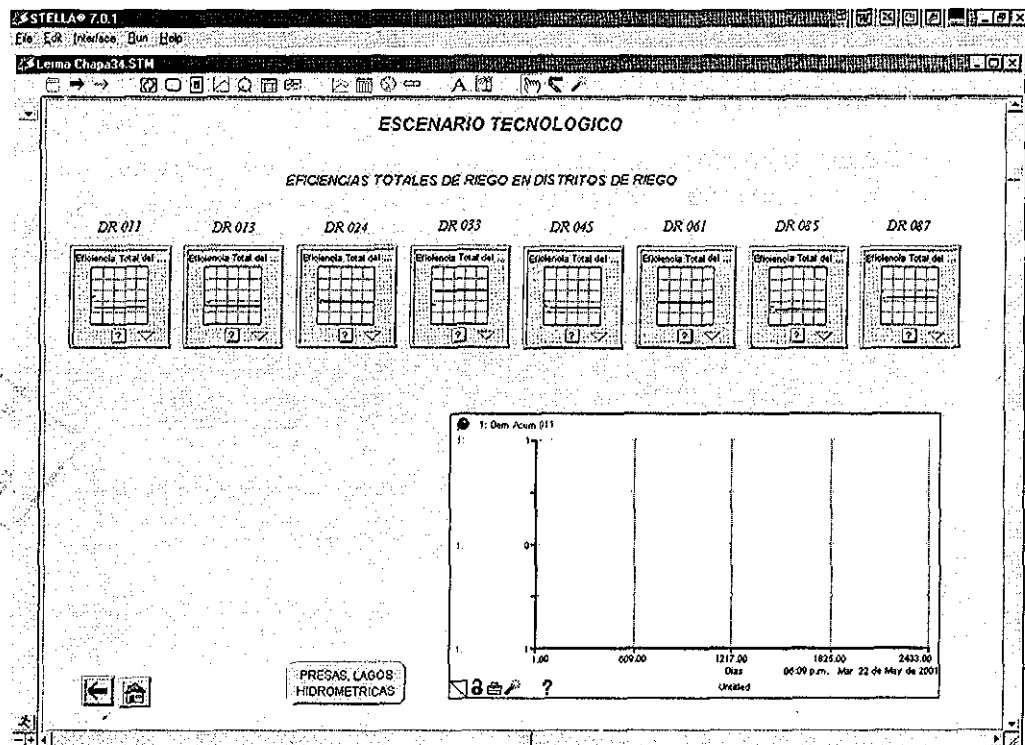


Figura 5.18. Pantalla de Interfaz del Escenario Tecnológico

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Escenario Normativo

El escenario normativo permite evaluar los efectos de la aplicación del Acuerdo de Distribución, o en su defecto, la no aplicación del mismo, por medio de una palanca que permite desconectar del sistema las reglas de regulación ubicada en la interfaz correspondiente

En la interface es posible modificar también las curvas de asignación por cada una de las cinco subregiones en que el Acuerdo divide a la cuenca, para la aplicación de las reglas. Esta modificación se realiza a través de un factor que desplaza las curvas hacia arriba o hacia debajo del eje de las ordenas, haciendo más o menos restrictivos los volúmenes máximos asignados a cada bloque usuario. El factor se aplica a cada una de las curvas, en cada subregión, y para cada condición que presente en los niveles del Lago de Chapala.

El gráfico que se incluye en la interfaz permite observar los valores que las reglas de asignación del Acuerdo otorgan a cada bloque usuario, durante el periodo de simulación, año con año (ver fig. 5.19.).

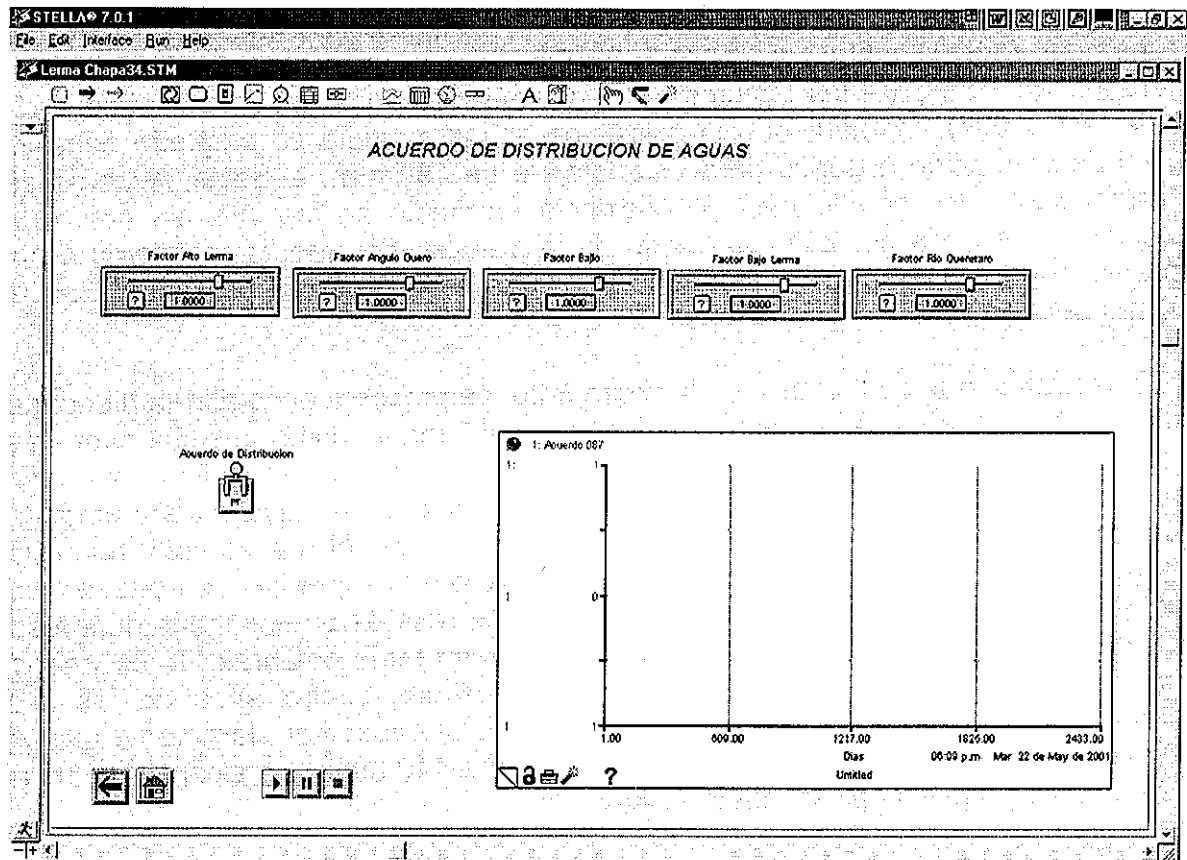


Figura 5.19. Pantalla de Interfaz del Escenario Normativo

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

5.2. ESTABLECIMIENTO DE PROYECTOS ESTRATEGICOS

En esta parte, se presenta el análisis de algunos de los resultados arrojados por el modelo, a través de la combinación de distintas condiciones o escenarios, con el objeto de dar respuesta a las preguntas formuladas en la etapa de identificación de problemas.

El análisis se ha desarrollado como parte del ejemplo de aplicación y sólo brinda un panorama somero de las muchas posibilidades de análisis que se tienen con el uso de modelos de simulación.

5.2.1. Análisis de Resultados

En el modelo de simulación de la cuenca Lerma-Chapala se analizaron diversas combinaciones de escenarios, con el objeto de lograr estabilizar el lago por arriba de la capacidad de $2,000 \text{ hm}^3$, para los próximos cuatro años del 2002 al 2006. Nivel por abajo del cual el lago presenta severos problemas de contaminación y que el Consejo de Cuenca ha determinado como nivel mínimo aceptable. Es preciso señalar que el nivel actual del lago es de $1,300 \text{ hm}^3$ (marzo del 2002)

En una primera combinación, se llevaron a cabo tres corridas reduciendo la superficie agrícola tanto para el ciclo "otoño-invierno", como para el "primavera-verano", en cuatro de los distritos de riego más cercanos al lago (distritos: 013, 024, 061 y 087), manteniendo la utilización actual agrícola de pequeño riego, el nivel de extracción histórico para Guadalajara de 190 hm^3 , el actual Acuerdo de Distribución y las condiciones de eficiencia promedio en los DR, así como un escenario de lluvia del 25% por abajo de la precipitación media registrada en la cuenca, que representa un escenario aún más severo que el presentado en la última década.

En la gráfica que se muestra en la figura 5.20, se presenta el comportamiento de los niveles de almacenamiento del Lago de Chapala, como resultado de las corridas del modelo hechas bajo las siguientes condiciones: el gráfico color azul que representa un escenario de referencia, en el que no se lleva a cabo ninguna reducción y sólo se extrapolan las condiciones actuales, el gráfico color rojo que representa el escenario con una reducción del 50% a la superficie de riego, en los distritos antes mencionados, mientras que el color rosa es un escenario donde se lleva a cabo una reducción total de la superficie, en otras palabras, un escenario que implica dejar de sembrar durante los próximos cuatro años en los DR aledaños al lago. Al comparar los gráficos es posible observar claramente que el nivel del lago pasa de aproximadamente 700 hm^3 a 1400 hm^3 , sin alcanzar la meta propuesta bajo el escenario más restrictivo.

INSTITUTO DE CUENCA
Lerma-Chapala
MAR 2002

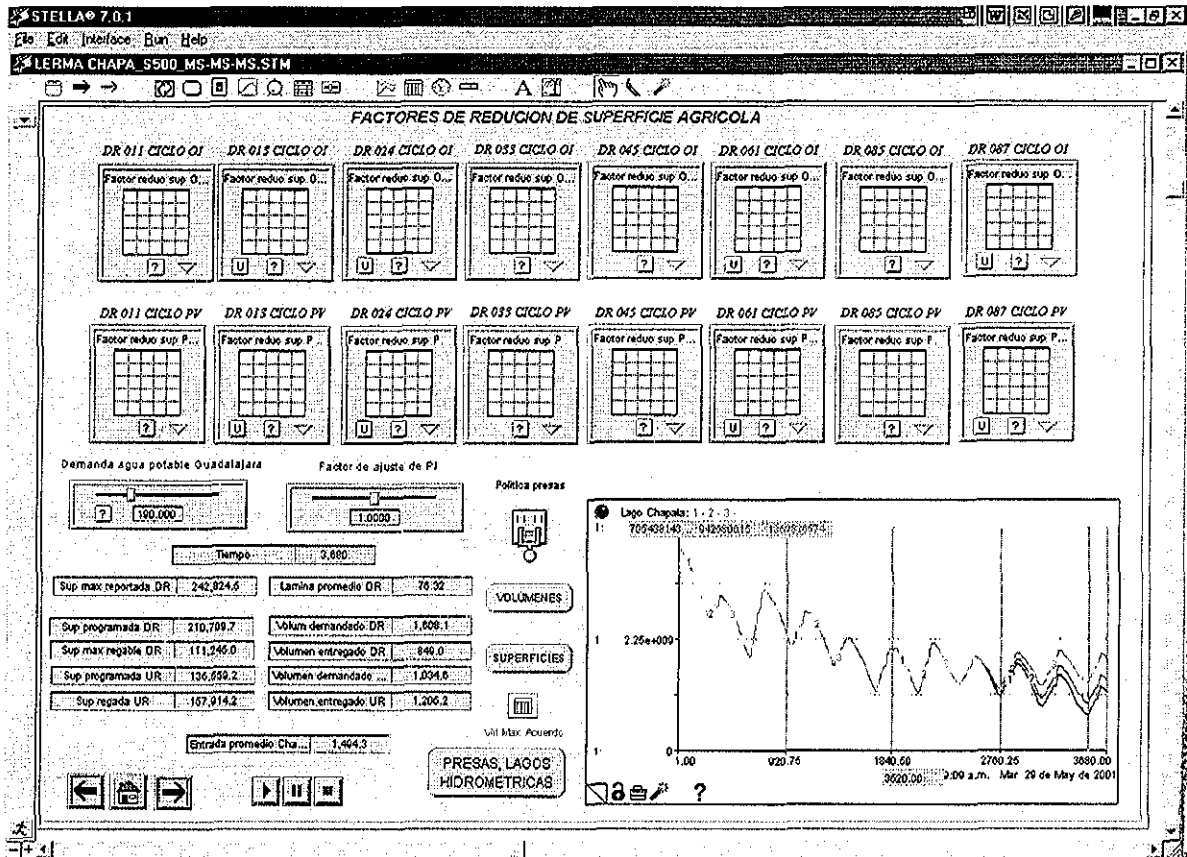
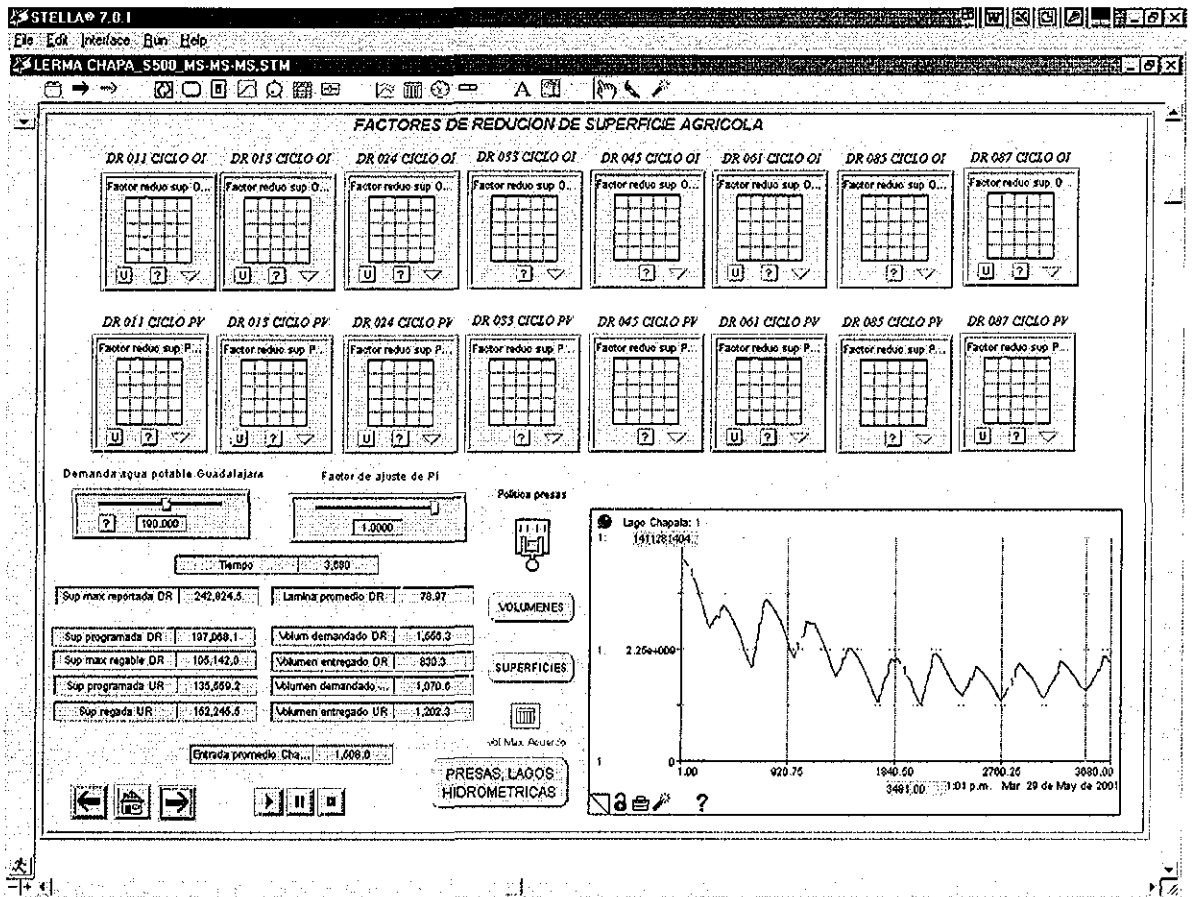


Figura 5.20. Pantalla de los Resultados Obtenidos para un Escenario con Reducción del 50% y 0% de la Superficie de Riego en los DR aledaños al Lago de Chapala

Ahora bien, considerando los resultados anteriores, se lleva a cabo una segunda combinación para la reducción de la superficie agrícola, bajo el objetivo de que el nivel mínimo del lago se conserve los próximos cuatro años como el actual, de 1,300 hm³, pero sin perjudicar el nivel de almacenamiento de la presa Solís. Para ello fue necesario llevar a cero la superficie de riego, en los distritos cercanos al lago, y reducir la superficie del distrito 011, en un 40% y 20% para los años 2005 y 2006 respectivamente, en el ciclo "otoño-invierno", y dejar de sembrar en los mismos años, pero para el ciclo "primavera-verano". Es preciso destacar en este punto que el distrito de riego 011 es el distrito más grande e importante de esta región, así como la presa Solís es la presa de almacenamiento más grande y que regula el funcionamiento del sistema Lerma-Chapala (ver fig 5.21.)

Claramente se puede observar, bajo estos resultados, que el nivel del lago sólo puede conservarse, a través de la reducción de superficie agrícola, en un escenario de lluvia extremo. Lo que implica aseverar que en efecto el buen manejo del agua que se tenga aguas arriba del Lago de Chapala repercutirá, en su conservación o recuperación.

TRABAJA CON
FALTA DE DATOS



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura 5.21. Pantalla de los Resultados Obtenidos para un Escenario de Cero Superficie de Riego en los DR aledaños al Lago de Chapala y reducción al DR 011

Además, observando el escenario de referencia claramente es posible detectar que con sólo la aplicación del Acuerdo de Distribución que actualmente esta en vigor, no es posible sostener la situación crítica del lago en los próximos años, ante un panorama climatológico de sequía

En las combinaciones antes descritas, prevalece la consideración climática de tener condiciones de lluvia a un 25% de bajo de la media de la cuenca, debido a que pronósticos hechos por el Meteorológico señalan que la sequía que se experimenta en esta región, persistirá por lo menos en los próximos diez años. De este señalamiento se considera que cualquier escenario por arriba de este, sería más favorable, aún cuando a pesar de ello sea necesario establecer nuevas reglas de distribución para el manejo del agua aguas arriba del lago, con el fin de conservarlo.

También se han utilizado sólo reducciones a superficies de riego, para generar cambios en el nivel del Lago, porque a corto plazo resulta ser la variable más factible a considerar.

5.2.2. Definición de Proyectos

Por último y mediante los resultados obtenidos del análisis es preciso establecer proyectos estratégicos encaminados a lograr la sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chapala y conservar el Lago de Chapala.

Lo anterior, en función a las hipótesis y proyectos estratégicos formulados para dar respuesta a las preguntas:

¿Por qué no se ha logrado frenar la disminución de los niveles del Lago de Chapala, con el Acuerdo de Distribución?, y ¿de qué forma sería posible conservar el Lago de Chapala, sin perjudicar el equilibrio de la cuenca Lerma-Chapala?

Hipótesis

El Acuerdo de Distribución no ha logrado frenar la disminución del Lago de Chapala debido a una combinación de varias de las siguientes cosas:

1. A una sub-valoración en el cálculo de la evaporación en el lago, lo cual forzó al algoritmo de asignación del Acuerdo de Distribución a sobre-autorizar volúmenes de agua, a pesar de que el lago requería de un volumen de aportación de agua mayor para mantener el nivel de conservación ecológica fijado como objetivo en el Acuerdo. Hipótesis generada como resultado de un estudio de la evaporación del Lago de Chapala realizado en el IMTA.
2. A una política de distribución del agua disponible no adecuada a las condiciones de escasez que condujo a una sobre-autorización de volúmenes para los diversos usos, producto de un procedimiento de asignación basado en una traza histórica de escurrimientos que incluyó un periodo relativamente húmedo (1950-1979), no adecuado para periodos de bajos escurrimientos. Lo anterior, se define como resultado del balance hídrico establecido en el modelo y mediante el resultado de un escenario de referencia, el cual nos indica que a mayor escasez de agua, las reglas del Acuerdo no permiten frenar la reducción en los niveles del lago (ver fig. 5.20).
3. A una falta de control de los volúmenes de agua utilizados por el pequeño riego que no importando la escasez siguen tomando agua sin respetar los volúmenes máximos fijados, y a un mayor grado de aprovechamiento por el crecimiento de la frontera agrícola, básicamente de pequeño riego. Resultado de la no explicación en el modelo, de volúmenes considerados, fuera de los volúmenes oficiales de agua utilizados para establecer el balance hídrico en la cuenca.

4. A una menor aportación del escurrimiento, debido a una baja en la precipitación en la cuenca (últimos 10 años).
5. A efecto de la extracción de agua para el abastecimiento a la ciudad de Guadalajara que tiene un efecto significativo en la evolución de los niveles del lago, sobre todo durante las épocas de estrés hídrico en la cuenca. (ver fig. 5 21.)

Proyectos Estratégicos o Cursos de Acción

De aquí que los cursos de acción o proyectos estratégicos considerados para conservar el Lago de Chapala, sin perjudicar el equilibrio de la cuenca Lerma-Chapala son los siguientes:

- Diseñar nuevas reglas de operación para la asignación del agua en la cuenca (nuevo Acuerdo de Distribución), que asegure por un lado políticas para años secos y húmedos, así como un algoritmo con capacidad de pronóstico climático a nivel anual, o bien, vinculado a probabilidades de ocurrencia de lluvia para considerar la incertidumbre del sistema.
- Considerar esquemas de control efectivos para la utilización de los volúmenes autorizados a la pequeña irrigación y a los particulares, para garantizar con ello que los volúmenes destinados al lago lleguen.
- Considerar al lago como un usuario más del sistema hidrológico Lerma-Chapala con volúmenes explícitos asignados por el Acuerdo de Distribución, de esta manera se podrá monitorear de manera transparente el cumplimiento del volumen autorizado.
- Considerar mecanismos de compensación a los usuarios agrícolas, en función de que previsiblemente la superficie agrícola que habrá que reducir en épocas de estrés de agua, en la cuenca, será significativa (mayor al 50% de la actual).
- Considerar a corto plazo la reducción de las extracciones de agua del lago para abastecimiento a la ciudad de Guadalajara, instrumentando a la brevedad esquemas de abastecimiento alternos.
- Elevar la eficiencia global de la utilización del agua para fines agrícolas, con el objeto de rescatar volúmenes para el lago, garantizando que los volúmenes ahorrados efectivamente lleguen al lago.

- Modernizar el sistema de monitoreo hidrológico y de medición de los usos – llevando una contabilidad estricta, transparente y auditable de los volúmenes extraídos- para lograr una asignación efectiva, equitativa y sustentable del agua entre los diversos usuarios en la cuenca.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta propuesta metodológica de planeación se han identificado algunos aspectos relevantes a concluir.

El primero de estos aspectos es el hecho de que el territorio que abarca una cuenca hidrológica no es el único ámbito dentro del cual se pueden dirigir y coordinar acciones de desarrollo. Lo anterior como resultado de una propuesta metodológica que debe ser aplicada tanto al nivel de cuencas hidrológicas, como a nivel organizacional y operativo, en un contexto aún más amplio como lo es el sector agua.

Tener en cuenta los límites de las cuencas hidrológicas es una condición necesaria para considerar aspectos ambientales, sobre todo del agua y de sus recursos asociados, pero no es suficiente como jurisdicción para gestionar el desarrollo del hombre. A de quedar claro que para llevar a cabo procesos de planeación o de gestión integral al nivel de cuencas es preciso coordinar la acción de las variadas autoridades públicas y privadas que actúan sobre el territorio de una cuenca. No hay que olvidar que una unidad de gestión, como lo es la cuenca hidrológica, gira en torno a dos planos: uno político (sector agua) y otro técnico (cuenca o sistema hidrológico).

Otro aspecto relevante es la importancia que tiene el proceso de planeación y la consideración de los elementos que lo componen como son: el sujeto, el objeto y la relación entre ambos para la identificación de problemas, ya que permiten analizar sistemas desde un punto de vista de estabilidad o inestabilidad (pluralidad-complejidad), permitiendo identificar en sistemas dinámicos cambios, incertidumbre y conflictos.

La importancia de la propuesta aquí desarrollada radica en la manera en que se analizan los distintos elementos del proceso de planeación, partiendo de un enfoque sistémico que va de lo general a lo particular, permitiendo tener una visión más amplia de lo que sucede con los objetos de estudio, en este caso las cuencas hidrológicas.

Otro aspecto relevante es destacar la importancia de la creación y desarrollo de los consejos de cuenca, como parte de la estrategia de transformación que esta viviendo la CNA actualmente, en nuestro país. Los consejos de cuenca son organismos multidisciplinarios al nivel de cuenca útiles, no sólo para delegar funciones operativas, sino para la conformación de canales de información y negociación entre los diferentes actores involucrados en el sector agua.

Una herramienta útil y que serviría como apoyo para el trabajo en los consejos de cuenca son los modelos dinámicos de simulación, los cuales permiten analizar en un mismo sistema elementos técnicos de carácter social, ambiental y económico, planear acciones ante diferentes escenarios para poder evaluarlas e implementarlas, entablar debates entre grupos que si son dirigidos correctamente pueden contribuir a establecer consensos o acuerdos entre las diferentes partes que los integran, facilitando así, los procesos de negociación. Como ejemplo de lo anterior es el caso del modelo de cuenca Lerma-Chapala que actualmente se está usando como herramienta para la definición de un nuevo Acuerdo de Distribución en la cuenca.

Claro está que únicamente con el uso de modelos de simulación, no sería posible solucionar toda la gama de problemas que se generan en un proceso de gestión o planeación, pero en este caso, los métodos son considerados como una estrategia alternativa más para la solución del problema. Por lo tanto, esta herramienta puede ser complementada en el proceso con métodos y técnicas como: la ZOPP (jerarquización de objetivos), el Expert Choice (análisis de decisiones multicriterios y multiobjetivos), la DELPHI (definición de escenarios), entre otras, de tal manera que integralmente se contribuya de una mejor manera al desarrollo sustentable de las unidades básicas de gestión y se equilibren las deficiencias de uno u otro método.

Por último, es necesario decir que las unidades básicas de gestión, las cuencas hidrológicas, constituyen elementos de análisis insustituibles en los procesos de gestión integral del agua (o procesos de planeación), que deben ser estudiados bajo diferentes perspectivas y formas para lograr el deseado desarrollo sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

ABBAGNANO, Incola (1961) *Dizionario di Filosofia*, Turín, Editrice (Diccionario de Filosofía, México, Fondo de Cultura Económica, 2ª edición, 1974).

CNA (1998) *Los Consejos de Cuenca en México, Definiciones y Alcances*, Coordinación de Consejos de Cuenca de la Unidad de Programas Rurales y Participación Social.

CNA, Informe de 1989-1993, México.

CNA, *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, México, diciembre de 1998.

CHRISTENSEN, Karen S. (1985) *Coping with Uncertainty in Planning*, Journal of the American Planning Association 51.

División de Recursos Naturales e Infraestructura, *Informe del III Taller de Gerentes de Organismos de Cuenca en América Latina y el Caribe*, Buenos Aires, Argentina, del 16 al 18 de noviembre de 1998, CEPAL.

División de Recursos Naturales y Energía, *Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable: La Gestión Integrada de Cuencas*, Segundo Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrológicas, Mérida, Venezuela, del 6 al 10 de noviembre de 1994, CEPAL.

DOUROJEANNI, Axel (1994) *La Gestión del Agua y las Cuencas en América Latina*, Revista de la CEPAL 53, Naciones Unidas

FUENTES Zenón, Arturo (1994) *Un Sistema de Metodologías de Planeación*, México, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM.

GASTELUM Pérez, Jesús R. (2000) *Propuesta de Mejoramiento a los Consejos de Cuenca en México*, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM

GIGCH, John P. Van (1991) *System Design Modeling and Metamodeling*, New York, Plenum Press.

Hidalgo T., J. A. (1984) *Aplicación de un Modelo Matemático para Determinar la Factibilidad del Desarrollo de los Cultivos en Zonas Agrícolas de Temporal*, Memorias del VIII Congreso Nacional de Hidráulica, Tomo I, Sección B, Toluca, México, pp. B.178-B.194.

IMTA, Proyecto: *Análisis de la problemática de calidad y cantidad de agua en el lago de Chapala*, Informe Final, México, Febrero 2002

IMTA, Proyecto: *Prospectiva del uso y Disponibilidad del Agua al año 2020, y Acciones tendientes para lograr el balance entre la Oferta y la Demanda del Recurso a través del Desarrollo Tecnológico*, Informe Final, México, 1999.

LINSLEY Jr., K. Ray, KOHLER, A Max, PAULUS, L. H. Joseph (1977) *Hidrología para Ingenieros*, Mc Graw – Hill Latinoamericana, 2ª edición.

ROWE J., Alan (1989), *Strategic Management a Methodological Approach*.

RUNES, Dagobert D. (1960) *Dictionary of Philosophy (Diccionario de Filosofía*, México, Grijalbo, 3ª edición, 1981).

SEMARNAP, CNA, *El agua en México: retos y avances*, Octubre 2000

SOLARES, Miguel (1998) *Manejo Integrado del Recurso Agua, con la Perspectiva de los Principios de Dublín*, Revista de la CEPAL 64, Naciones Unidas

TALAVERA Rodante, Arturo (1998) *El Concepto de Desarrollo Sustentable en el Sector Agua*, XV Congreso Nacional de Hidráulica, Asociación Mexicana de Hidráulica.

TAYLOR, Bernard (1986) *Corporate Planning for the 1990's: The New Frontiers*, Long Range Planning 19.

U.S. Soil Conservation Service (1972) *National Engineering Handbook of Hydrology*