

Aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integrada de los recursos hídricos. Aproximación al caso cubano

Por

JORGE MARIO GARCÍA FERNÁNDEZ
DIRECTOR DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS

Antecedentes internacionales y nacionales

Los acuerdos adoptados por la comunidad internacional, tanto en la Cumbre Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992 (Naciones Unidas, 1992) —Programa 21, Capítulo 18 “*Protección de la calidad y el suministro de agua dulce*”—, como en el 2002, al efectuarse la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible en Johannesburgo, Sudáfrica (United Nations, 2003) —Plan de Implementación de la Cumbre, Capítulo IV “*Protección y manejo de los recursos naturales, base del desarrollo económico y social*”, párrafo 26, incisos a) hasta g)—, recogen lo mejor del pensamiento y de la acción mundial, sobre la necesidad de aplicar sistemas de manejo integrado del agua y de su uso eficiente.

Este mismo Plan de Implementación, también reconoce y amplía el enfoque ecosistémico en la ejecución de sistemas integrados de manejo de los recursos hídricos, que tiene uno de sus orígenes reconocido en las negociaciones del “*Convenio sobre la Diversidad Biológica*”, unido a otros antecedentes: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del

Plata, 1977; Conferencia Internacional de Dublín, 1992.

En la región latinoamericana, tanto el Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, como los Foros de Ministros de Medio Ambiente de Iberoamérica (García, J.M. y O. Rey, 2005), han recogido de forma sistemática y explícita entre sus acuerdos y acciones, las relativas a la protección, gestión y manejo integrado de los recursos hídricos, lo que ha servido para apoyar la implementación de programas nacionales y el establecimiento de líneas de cooperación.

El antecedente nacional más explícito al respecto lo podemos identificar a partir de la creación en 1997, del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, por Acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros (CECM), que fue antecedido, a su vez, por un numeroso conjunto de actividades y decisiones relacionadas con la visión de la cuenca hidrográfica, en función de la administración de los recursos hídricos, así como los avances en la gestión ambiental integral. Más recientemente, la nueva versión de la Estrategia Ambiental Nacional (CITMA, 2006), que sustituye a la aprobada en 1997, recoge explícitamente la aplicación

de los principios del manejo integrado de cuencas hidrográficas, como elemento clave de la gestión ambiental cubana, haciendo énfasis en la integración de la zona costera con un enfoque ecosistémico para contribuir a dar solución a los problemas ambientales, teniendo en cuenta el carácter de archipiélago de Cuba.

El Plan Hidráulico Nacional, en proceso de elaboración (INRH, 2007), contempla en su contenido el desarrollo de la gestión integrada de los recursos hídricos.

El Plan ratifica que es un objetivo de relevancia nacional el continuar impulsando una mejor administración del agua y fomentar el uso racional y eficiente de la infraestructura hidráulica creada, su mantenimiento y control, ampliando los conocimientos sobre el comportamiento de las variables del ciclo hidrológico, las relaciones entre los recursos superficiales y subterráneos, así como su aprovechamiento y protección, en función de satisfacer las necesidades de su uso sostenible.

Para responder a ese desafío y cumplir eficazmente con las expectativas en los momentos actuales, teniendo en cuenta las particularidades cubanas, es necesario transitar hacia la aplicación generalizada del enfoque de ecosistema en la gestión integrada del agua, como expresión también de las medidas de adaptación al cambio climático.

Aproximación a los conceptos

No es el objetivo ser exhaustivo en el tratamiento y manejo terminológico de los conceptos *gestión* y *manejo* aplicados a los recursos hídricos. Sin embargo, sí es propósito tratar de acercarse a las definiciones y enfoques cubanos, lo que permitirá de manera directa ordenar la comprensión e identificar los objetivos propuestos a alcanzar, que forman parte de la política hídrica de Cuba. Lo que a continuación se describe, debe entenderse como una contribución al empeño de crear un contexto de referencia sobre estos temas.

Gestión integrada de los recursos hídricos

Por analogía con la definición de gestión ambiental (Ley No. 81 de Medio Ambiente, 1997) y aplicando dicha jerarquización con-

ceptual, se entiende como gestión integrada de los recursos hídricos “*el conjunto de actividades, mecanismos e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional del recurso hídrico mediante su conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo, y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión de los recursos hídricos, formando parte sustantiva de la gestión ambiental nacional, aplica la política hídrica establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta sus relaciones con los otros componentes naturales y antrópicos, así como las características culturales, experiencias y participación de todos los actores*”.

La gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), comprende el conjunto de principios y métodos para su uso y aprovechamiento integral y racional, en función de lograr una satisfacción de las demandas de la producción y los servicios de manera sostenida, con el mínimo deterioro ambiental.

UNESCO (2006) nos ofrece una visión similar de gestión integrada de los recursos hídricos, como “*el proceso cuyo objetivo es asegurar el desarrollo y manejo coordinado del agua en interacción con otros sistemas naturales, sociales y culturales, maximizando el bienestar económico, sin comprometer a los ecosistemas vitales*”, y brinda un marco propicio para el logro de un aprovechamiento sustentable del agua.

Más recientemente se desarrollan los conceptos del enfoque ecosistémico en la gestión del recurso hídrico (UICN, 2006), aplicándolo a casos de estudio en América Latina y el Caribe, estableciendo que “*por enfoque ecosistémico se entiende, en lo fundamental, una estrategia para la gestión del agua, suelos y recursos vivos, que promueva la conservación y el uso sostenible de una manera equitativa*”. Al decir de estos mismos autores, estas aproximaciones son compatibles y tienen como objetivo estratégico el de complementar y enriquecer la propia práctica de la GIRH.

Hoy por hoy, la implementación de todo este proceso trasciende los aspectos de orden técnico y pasa a constituir un desafío político, social, económico y cultural que compromete a la sociedad en su conjunto. Promueve a su vez, la aplicación de estrate-

gias adecuadas de gestión que permitan satisfacer las crecientes demandas frente a la evidencia de un recurso cada vez más en conflicto y de múltiples vínculos con los otros recursos naturales y componentes antrópicos.

La gestión integrada del agua la conforma todo un sistema de gestión, investigación y desarrollo tecnológico, o lo que es lo mismo, un paquete integral compatible con las necesidades y condiciones actuales y futuras del país, orientado a proporcionar soluciones a problemas tradicionales y generar conocimiento para mejorar el uso del agua, preservar el recurso en cantidad y calidad, mitigar los posibles efectos negativos sobre el medio ambiente y anticiparse a los problemas, contribuyendo a su vez al desarrollo económico y al incremento de la calidad de vida.

Manejo (integrado) de las cuencas hidrográficas

Se entiende por cuenca hidrográfica (Fig. 1), el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conduce sus aguas a un río principal, lago, mar o zona costera. Es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre las coberturas (World Vision, 2005). En la cuenca hidro-

gráfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por el hombre, en las cuales se desarrollan sus actividades económicas y sociales, generando a su vez consecuencias favorables y no favorables para el bienestar humano y el medioambiente.

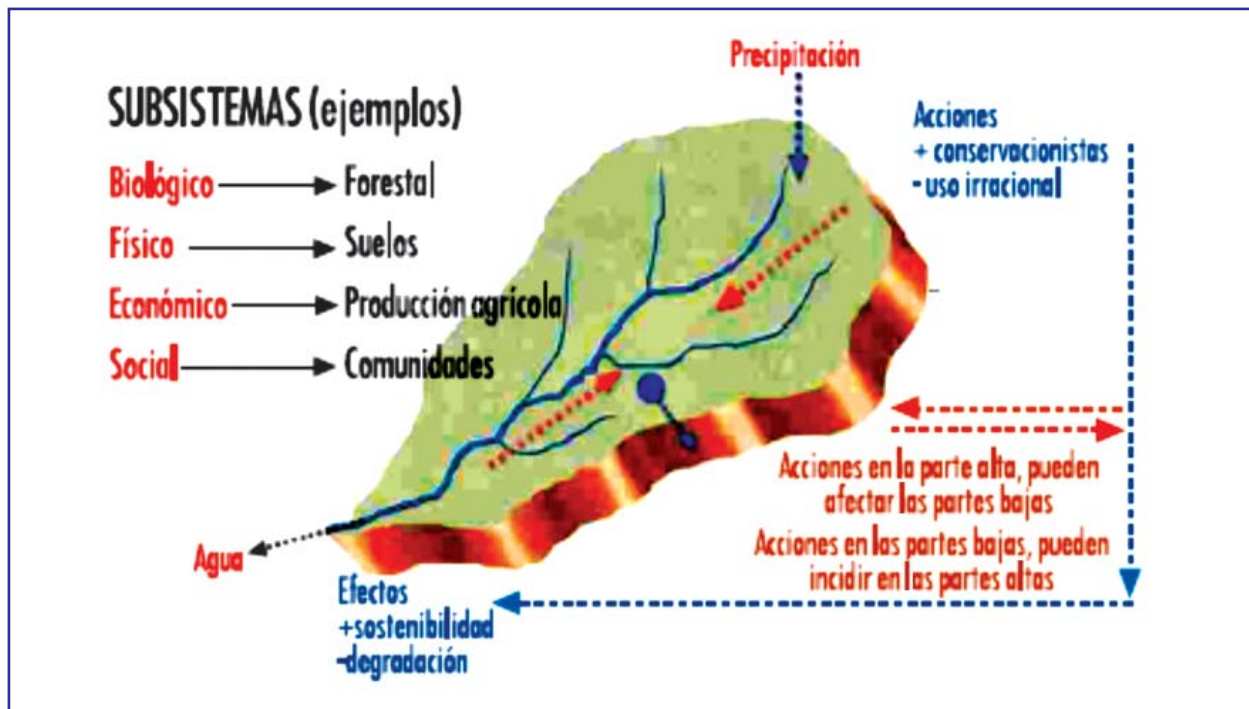
Por manejo entendemos la administración específica del recurso, esto es, la aplicación concreta de los instrumentos de gestión en una cuenca hidrográfica u otro ecosistema, y por integración, las sinergias entre los recursos y componentes.

La cuenca hidrográfica es la base para el manejo integrado de los recursos hídricos y a su vez, base para la aplicación del enfoque ecosistémico. Son unidades territoriales de planificación y ordenamiento, en su sentido más amplio.

La cuenca hidrográfica no debe manejarse exclusivamente desde el punto de vista hidrológico (Andrade Pérez, 2004). Se necesita un mayor entendimiento de la dinámica integral de las cuencas, cambiar visiones sectoriales y compartimentadas de corto plazo, e ir paulatinamente hacia un enfoque integral que asegure la sostenibilidad a largo plazo.

En consecuencia con todo lo anterior, por manejo (integrado) de las cuencas hidrográficas entenderemos “la aplicación o desarrollo de la gestión integrada del agua

Fig. 1. Esquema de cuenca hidrográfica (World Vision, 2005).



en la cuenca, con enfoque ecosistémico”.

El Organismo de Cuencas es la unidad (administrativa, operativa) para la gestión sostenible de la cuenca hidrográfica, organizada con la participación interinstitucional y representativa de todos los actores que tienen responsabilidades, intereses o que actúan en la cuenca. El nivel de organización puede tener diferentes escalas de operación.

GIRH en el contexto cubano

La gestión integrada de los recursos hídricos transita por componentes intersectoriales, multi y transdisciplinarios, lo que le confiere una elevada complejidad. Entre los componentes principales se destacan (UNESCO, 2006; ampliado por García, Jorge Mario):

1. Políticos y legales
2. Institucionales y organizativos
3. De planificación y balances nacionales, regionales y de cuencas
4. Hidrológicos e hidrogeológicos (redes y estudios)
5. De prevención
6. De infraestructura hidráulica
7. De operación de sistemas
8. Calidad del agua y de los componentes ambientales
9. De sinergias con otros componentes naturales y socio-económicos
10. Científicos y de innovación tecnológica
11. Económicos y financieros
12. Informáticos
13. De educación y comunicación social
14. Culturales

Respecto al estado de su aplicación en el contexto cubano, veamos en síntesis su situación actual:

1. Políticos y legales

El tratamiento conjunto de estos componentes, sus interacciones dinámicas expresadas de manera vinculante o no, pero orientadas al cumplimiento de su objetivo estratégico en el contexto actual cubano, nos permite adentrarnos en un panorama conceptual y práctico, a partir del cual podemos evaluar aproximadamente el estado de aplicación de este enfoque en nuestro quehacer nacional.

El contexto jurídico institucional cubano

abarca en sus aspectos fundamentales las bases y el desarrollo de la política hídrica, sustentado ello en la existencia y empleo del Programa y documentos principales del Partido Comunista de Cuba; la Constitución de la República de Cuba (1976); la Ley No. 81 de Medio Ambiente (1997); el Decreto-Ley No. 138 de las Aguas Terrestres (1993); el Sistema de Contravenciones de las Aguas Terrestres; la Estrategia Ambiental Nacional (1997 y 2006); el Plan Hidráulico Nacional (en preparación), así como el sistema de resoluciones del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y el sistema de Normas Cubanas (NC) con relación a las aguas terrestres.

Si bien el contenido de algunos de estos instrumentos legales no cubren de manera explícita los intereses de la gestión integrada de los recursos hídricos y su aplicación con un enfoque de ecosistema, de su articulado se puede inferir que sí contienen implícitamente la necesidad de alcanzarlo y de su aplicación continuada, como instrumento de la gestión ambiental orientada al uso sostenible del agua.

Un aspecto que es necesario considerar en el contexto actual, es que el Decreto-Ley No. 138 de las Aguas Terrestres, tanto en términos conceptuales como en su letra, tomando en consideración la fecha en que se emite, está más cercano a la extinta Ley No. 33 de Protección del Medio Ambiente y Uso Racional de los Recursos Naturales (1981), que a la Ley No. 81 de Medio Ambiente aprobada por la Asamblea Nacional del Poder Popular en julio de 1997, cuestión que subjetiva y objetivamente hace aparecer al Decreto-Ley No. 138 como relativamente no actualizado y en consecuencia, menos ajustado a la terminología, manejo y descripción de conceptos actuales.

Esto es una variable altamente significativa en el análisis actual de esta problemática, partiendo del hecho que este Decreto-Ley rige, tanto desde el punto de vista de su orientación como en la práctica, todo el quehacer del sistema del INRH que tiene bajo su responsabilidad el suministro seguro de agua para la economía, la sociedad y el medio ambiente, y su protección contra la contaminación.

Si bien persiste lo anterior, ello no ha evitado la introducción paulatina de expe-

riencias y aproximaciones que lo han trascendido, tales como la creación y desarrollo de los Consejos de Cuencas Hidrográficas, la sinergia entre instituciones con responsabilidades similares, y otras.

2. Institucionales y organizativos

El 10 de agosto de 1962 se crea el INRH, que luego de varias modificaciones estructurales y con el objetivo de perfeccionar, potenciar y jerarquizar el desarrollo y protección de los recursos hidráulicos, se refunda en 1989 como un organismo de la Administración Central del Estado, con las responsabilidades de rector del recurso agua, con igual nombre al fundado en 1962.

Estas cuatro décadas de actividad han determinado la consolidación de un sistema nacional en continua ampliación, con más de 35 000 trabajadores, tanto profesionales, como técnicos, obreros calificados y obreros, que han sido y son el baluarte del desarrollo hidráulico cubano, su mantenimiento, conservación y atención, en función de satisfacer las demandas de agua de la economía, sociedad y la protección ambiental en el país, en todo lo que le compete.

En 1994, teniendo como antecedentes la creación en 1976 de la Comisión Nacional de Protección del Medio Ambiente (COMARNA), se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), como autoridad ambiental en el país y rector del Sistema Nacional de Medio Ambiente, lo que permitió lograr una mayor coherencia del quehacer ambiental nacional.

De esta manera, Cuba inicia la década de los años 90 con una nueva y fuerte organización rectora del medio ambiente nacional, así como con una fortalecida institución del agua. Se reconoce que la creación y desarrollo de estas instituciones son premisas y punto de partida para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

En este contexto institucional y organizativo, el CECM, haciendo uso de sus facultades, adoptó con fecha 8 de abril de 1997, el Acuerdo No. 3139: crear el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas como el máximo órgano coordinador en materia de ordenamiento y manejo de cuencas hidro-

gráficas del territorio nacional.

La creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH), ya hace 10 años, inició un nuevo estilo de trabajo que posibilitó facilitar la introducción de los conceptos y la práctica del manejo integrado de cuencas, en el cual se integran todos los componentes naturales del medio ambiente con el desarrollo económico y social, en función de alcanzar el desarrollo sostenible.

Sin embargo, si bien desde estos puntos de vista lo logrado sirve de premisa, desarrollo y consolidación, su correspondencia con el contenido de los instrumentos legales no siempre es la adecuada respecto a lo que demanda la transición hacia la aplicación del enfoque de ecosistema en la gestión integrada de los recursos hídricos. Ese proceso se irá acelerando por etapas, formando parte de la expresión consciente de las autoridades y funcionarios, de que se está en presencia y al alcance de la alternativa equilibrada para alcanzar el uso sostenible del agua.

Más recientemente, el 19 de marzo de 2007, el CECM emitió el Decreto No. 280 sobre la Comisión del Plan Turquino, Comisión Nacional de Reforestación y Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, con el objetivo de darle mayor jerarquía nacional al Consejo y sus responsabilidades, derogando el Acuerdo No. 3139 (1997). En él se ratifica, entre otras cuestiones, las responsabilidades de los Consejos en materia de manejo de las cuencas en el territorio nacional.

En lo que aparece a continuación, se señalan también los principales subprogramas de trabajo que se desarrollan en las cuencas hidrográficas del país. A simple vista podrán observarse las conexiones y relaciones entre los componentes de la GIRH y el proceso que se ejecuta actualmente para el manejo integrado de cuencas con enfoque ecosistémico, coordinado tanto a nivel nacional como territorial, por los Consejos respectivos:

1. Inversiones destinadas a la protección del medio ambiente en las Cuencas de Interés Nacional.
2. Recursos hidráulicos (redes, coberturas de agua potable y saneamiento, mantenimiento a la infraestructura

- hidráulica)
3. Planificación del uso de las aguas por cuenca hidrográfica
 4. Mejoramiento y conservación de suelos
 5. Reforestación (cobertura total, franjas hidrorreguladoras y fincas forestales)
 6. Lucha contra incendios y manejo del fuego
 7. Vigilancia cooperada de los recursos naturales
 8. Lucha contra la contaminación y reducción de carga contaminante
 9. Estudios y uso sostenible de la diversidad biológica
 10. Educación ambiental y participación
 11. Ciencia e innovación tecnológica

3. De planificación y balances nacionales, regionales y de cuencas

Desde sus inicios, el desarrollo hidráulico cubano lo marcó una intensa actividad de planeamiento, base para la elaboración de los proyectos de obras hidráulicas, en función de las demandas. En términos concretos, los profesionales cubanos con la colaboración de especialistas de alto nivel de los antiguos países socialistas, particularmente de la Unión Soviética y Bulgaria, elaboraron esquemas de desarrollo hidráulico para diferentes regiones del archipiélago cubano, que sustentaron la ejecución de las obras hidráulicas. De manera simultánea, se establecieron las redes de observaciones sistemáticas del ciclo hidrológico, como base y complemento de ese desarrollo, dándole particular atención a la pluviometría e hidrometría. De igual manera, se profundizó en los estudios hidrogeológicos del país, habida cuenta del predominio del carso en Cuba, sus vulnerabilidades, características y potencialidades acuíferas, con mayor atención en el sur occidente de la isla principal.

Fue madurando y consolidándose la elaboración anual del Plan de Uso de las Aguas, como instrumento de planificación y jerarquía legal, que establece y regula el equilibrio demanda-oferta, según las disponibilidades anuales del recurso hídrico. Devenido en práctica metodológica y operativa en todos estos años para el sistema del INRH en todo el país, este instrumento se convierte en componente fundamental de

la gestión integrada del agua y de su manejo integrado en la cuenca, como eje conductor de un complejo proceso, en su vínculo con los otros componentes ambientales y las demandas económicas y sociales.

El INRH elabora cada año las instrucciones metodológicas de cómo realizarlo hasta el nivel territorial mediante una resolución legal de su Presidente, que es de obligatorio cumplimiento para los organismos de la Administración Central del Estado, y las delegaciones provinciales y el sistema empresarial de aprovechamiento de los recursos hidráulicos del INRH, proceso en el que están involucrados los órganos de gobierno a nivel territorial y los organismos respectivos.

En el 2006 se sentaron las bases para la elaboración del Plan de Uso de Agua por Cuencas, comenzando por las de interés nacional, el que ya está operativo a partir de enero 2007 para las cuencas Cuyaguaje, Ariguanabo, Almendares-Vento, Hanabánilla, Zaza, Cauto, Mayarí, Guantánamo-Guaso y Toa (Tablas 1 y 2).

Como otro instrumento diseñado para contribuir a alcanzar los objetivos del manejo integrado de la cuenca hidrográfica, se han elaborado las bases, actualmente en proceso de análisis y precisiones, para la creación de las Comunidades de Usuarios de Agua en la Cuenca (CUAC), iniciativa que tiene en cuenta las características de la administración de los recursos hídricos cubanos.

4. Hidrológicos e hidrogeológicos (redes y estudios) - 5. De prevención

Muy relacionado con el propio desarrollo de las obras hidráulicas en Cuba, ha estado la creación y continuo desarrollo de las capacidades humanas en esta esfera, en función de alcanzar y aplicar el conocimiento que se requiere sobre el comportamiento de las precipitaciones y del ciclo

Tabla 1.
Cuencas de Interés Nacional. Asignación total nacional, 2007
(Fuente: INRH. Dirección de Obras Hidráulicas, 2007).

Volumen balanceado en las 8 cuencas de interés nacional y cuenca Mayarí	Asignación total (hm ³)
Total	2 105,37
Agua superficial regulada	1 369,98
Agua superficial regulada O.P.	24,61
Agua superficial no regulada	150,23
Agua subterránea	560,55

Tabla 2.
Resumen del Plan de Uso de las Aguas en las Cuencas de Interés Nacional, 2007
(Fuente: INRH. Dirección de Obras Hidráulicas, 2007).

Cuenca	Total (hm ³)	Agua superficial (hm ³)	Agua subterránea (hm ³)
Cuyaguaje	32,897	31,064	1,833
Almendares-Vento	304,279	2,528	301,751
Hanabanilla	142,856	142,544	0,312
Ariguanabo	199,399	0,697	198,702
Zaza	574,451	566,145	8,306
Mayarí	19,070	10,650	8,420
Cauto	688,188	648,263	39,925
Guantánamo-Guaso	144,231	142,924	1,307
Toa	-	-	-

hidrológico en general, en las condiciones geológicas, hidrogeológicas y orográficas del archipiélago cubano. Fue necesario y lo continúa siendo, la formación de especialistas en hidrología, hidrogeología, calidad del agua, entre otras temáticas afines, para responder a las demandas propias de este desarrollo y del uso racional y eficiente del agua en la economía, sociedad y el medio ambiente.

Desde la década de los años sesenta, se crearon institutos y centros de investigación pertenecientes a distintos organismos de la Administración Central del Estado, con vínculos directos con la ciencia y la tecnología del agua, así como centros de investigación en universidades nacionales, siendo su institución de mayor trayectoria y prestigio el Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH) del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”.

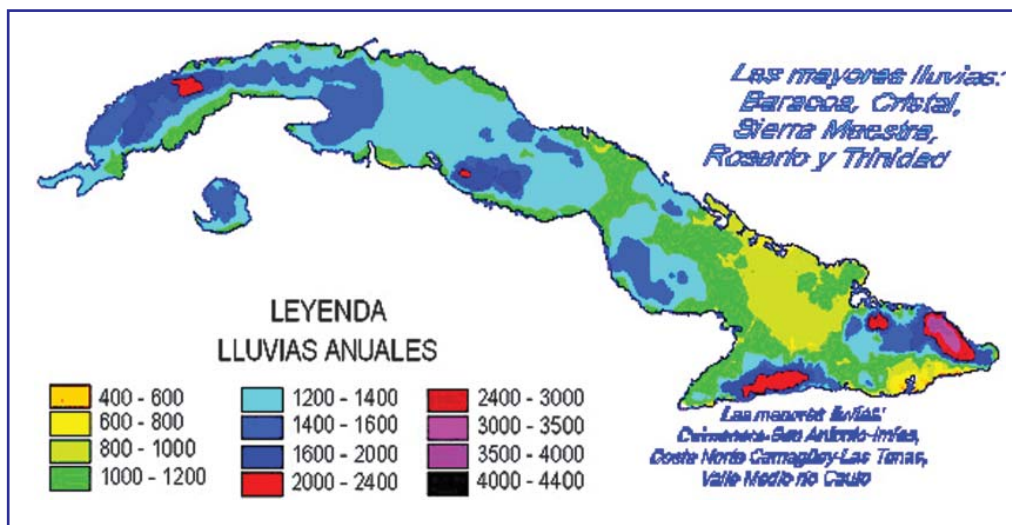
Fue frecuente el reciclaje de postgrado y entrenamientos de especialidades en los países de Europa Oriental, así como en otros centros internacionales.

Como resultado de todo ello, creció el conocimiento sobre las características y comportamiento del agua en Cuba, la ingeniería de proyectos de obras hidráulicas, el diseño, operación y mantenimiento de acueductos y alcantarillados, así como de plantas de tratamiento y otros, todo lo cual ha garantizado de una manera u otra la sostenibilidad de su propio desarrollo.

Se conocen las unidades y tramos hidrogeológicos del país, así como las cuencas superficiales, su interacción y relaciones; las disponibilidades y abundancia relativa del recurso agua por territorios, regiones y zonas; se observa sistemáticamente su comportamiento y se mantienen las obras hidráulicas y administran los recursos hidráulicos embalsados para los diferentes usos.

Hoy continúa el rescate de importantes valores del sistema INRH, en función de cumplir lo demandado por el Gobierno: satisfacer las necesidades de abastecimiento seguro en cantidad y calidad del agua a los cubanos, aún teniendo en cuenta la variabili-

Fig. 2. Norma estándar. Lluvia anual período 1961-2000 (máximo 4 000 mm, pico El Toldo, Holguín; mínimo 400 mm, San Antonio del Sur, Guantánamo).



dad climática y la ocurrencia de fenómenos extremos.

Para ello, siempre ha sido un componente fundamental el conocimiento de las características hidrológicas e hidrogeológicas, así como del régimen de precipitaciones de Cuba. El ejemplo más reciente de ello es el nuevo estudio de las precipitaciones en Cuba para el período 1961-2000 (Fig. 2), concluido en 2005 y comenzado a aplicar en 2006, tanto por el sistema INRH como por los organismos e instituciones del país (Gaceta Oficial, 2006).

Continúan operando las redes de observación del ciclo hidrológico (pluviométrica, pluviográfica, hidrométrica) y se realizan estudios hidrológicos e hidrogeológicos para evaluar el estado de los recursos hídricos actuales y futuros. Detalles de las redes existentes pueden obtenerse en distintas publicaciones del INRH, tales como el “Boletín Hidrológico Mensual” (www.hidro.cu), el “Parte Diario de Lluvias” y otras.

La prevención hidrológica ha ocupado un importante lugar en el quehacer del INRH, tanto por sus propios objetivos como por sus relaciones directas con la Defensa Civil, nacional, provincial y local.

Es práctica establecida la determinación de áreas de inundación aguas abajo de los embalses que tienen localizados ciudades y pueblos en sus zonas inferiores, así como la operación de Puestos de Dirección en todo el sistema del INRH, para el seguimiento de los fenómenos extremos, tanto de lluvias intensas provocadas por huracanes y eventos similares, como por sequías.

Hoy se elaboran proyectos de automatización y prevención hidrológica en las cuencas hidrográficas de interés nacional y otras de interés provincial, con el objetivo de fortalecer este proceso con la introducción de la innovación tecnológica aplicada a los fenómenos hidrológicos.

6. De infraestructura hidráulica

7. De operación de sistemas

De acuerdo con fuentes publicadas (Voluntad Hidráulica, 2002, 2006), los recursos hídricos potenciales (RHP) del archipiélago cubano se evalúan en un total de $38,1 \text{ km}^3$, de ellos: $6,4 \text{ km}^3$ subterráneos en 165 unidades hidrogeológicas y $31,7 \text{ km}^3$ superficiales en 632 cuencas hidrográficas.

Los nuevos resultados de los estudios del comportamiento de las precipitaciones en Cuba indican de manera directa la necesidad de una reevaluación actual de los recursos hídricos potenciales y aprovechables.

La ubicación geográfica del archipiélago cubano y la configuración estrecha y alargada de la isla principal (Cuba), le confieren determinadas particularidades en la disposición de su red fluvial. Se distingue un parteaguas central a lo largo del territorio, existiendo dos vertientes, la norte y la sur. La longitud de sus ríos y el área de las cuencas en el 85 % de los casos es inferior a 40 km y 200 km^2 , respectivamente. Dos cuencas, 0,32 % del total, tienen entre $2\ 001$ y $2\ 500 \text{ km}^2$, y una cuenca, el 0,16 % del total, más de $2\ 500 \text{ km}^2$.

Los recursos hidráulicos aprovechables (RHA) se evalúan en alrededor de 24 km^3 anuales, correspondiendo el 75 % a las aguas superficiales y el 25 % a las subterráneas. Este volumen determina como un límite superior, un índice de $2\ 130 \text{ m}^3/\text{habitante/año}$ para todos los usos, para la población del año 2000.

Los recursos hidráulicos disponibles (RHD) ascienden a $13,68 \text{ km}^3$. El desarrollo de la infraestructura hidráulica permite poner a la disposición de las demandas económicas, sociales y ambientales, el 57 % de los recursos aprovechables.

La infraestructura actual consta de 239 embalses administrados por el INRH, que almacenan en su conjunto $8\ 774,32$ millones de metros cúbicos, a lo que se unen: 61 derivadoras, 730 micropresas, $759,63 \text{ km}$ de canales magistrales, 8 grandes estaciones de bombeo y $1\ 300,4 \text{ km}$ de diques y $1\ 009,2 \text{ km}$ de canales para la protección de inundaciones.

A partir de las disponibilidades de agua, el índice se reduce a $1\ 220 \text{ m}^3/\text{habitante/año}$ para todos los usos, valor clasificado como “muy bajo” (Shilkomanov, 1997).

Este indicador no se comporta de manera semejante en todos los territorios. Tomando como referencia la disponibilidad de agua por habitante para todos los usos, por fuentes propias de cada provincia (INRH, 2002), expresada en $\text{m}^3/\text{habitante/año}$, éste varía desde valores de 175, 510, 556, 649, 689, en Ciudad de La Habana, Holguín, Guantánamo, Las Tunas y Santiago de

Cuba, respectivamente; hasta 2 768, 2 395, 2 148, 2 138, 2 125, en Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Matanzas, La Habana e Isla de la Juventud, respectivamente.

Conocido es el sustantivo incremento de las disponibilidades en los últimos 45 años, como resultado del desarrollo hidráulico del país, que ha permitido garantizar en lo fundamental las actividades económicas, sociales y la protección ambiental. Para sólo citar lo relacionado con la capacidad de embalse, ésta transitó de 48 millones de metros cúbicos y 13 embalses en 1959, a lo citado anteriormente de más de 9 000 millones de metros cúbicos y 241 embalses en 2005, considerando los embalses administrados por el INRH y las micropresas.

Téngase en cuenta que en ese período de tiempo, la población creció de alrededor de 6,5 millones de habitantes hasta 11 177 743 habitantes, según el censo del 2002.

En adición a lo anterior, también existe en lo reportado en la literatura internacional al respecto, cierto manejo de este indicador al referirse a los recursos hídricos potenciales que pudieran estar disponibles (WCSD, 2005), que hace, entre otras cosas, que países con coberturas mínimas de infraestructura hidráulica, aparezcan con indicadores cuantitativos superiores a 5 000 y 10 000 $m^3/habitante/año$.

En cualquiera de los casos, el país requiere y necesita de llevar adelante políticas y acciones encaminadas al uso racional y eficiente del agua, junto con la elevación de la cultura hidráulica y ambiental, tanto entre los profesionales, instituciones y órganos de gobierno dedicados a su manejo, como en toda la población, para mitigar así los efectos de su carestía relativa, en un contexto climático complejo que está determinando la ocurrencia más frecuente de fenómenos extremos (sequías prolongadas y huracanes).

En el 2006 se emplearon 6 724, 655 hm^3 para todos los usos, de ellos 53,5 % de fuentes superficiales y 39,6 % de fuentes subterráneas. El riego agrícola y la industria consumieron el 64,8 %, el abastecimiento a la población el 25,3 %, y otros el 9,6 %. La estructura del uso de las aguas se corresponde con un país que depende de su actividad agropecuaria.

Existe hoy en día una importante

tradición formada durante más de 40 años en la operación de sistemas, tanto de obras hidráulicas como de acueductos, y en relativamente menor medida de alcantarillados, así como de las redes de observación del ciclo hidrológico y de calidad de las aguas, que tiene como propósito el de perfeccionar sistemáticamente la gestión integral del agua y con ello, satisfacer las demandas económicas y sociales del recurso.

La operación de sistemas se encuentra en un proceso paulatino de recuperación, mediante la introducción de equipamiento moderno para las redes, nuevas tecnologías en la captación y transmisión de datos, equipos eficientes para el bombeo de agua, nuevos materiales para la construcción de conductoras y colectoras, mejoramiento de la hidrometría de la administración del agua, plantas compactas y modernas de tratamiento de residuales, introducción de la automatización y sistemas de mando y control a distancia y otras acciones, que pudieran indicar un mejor futuro, dependiendo también sus plazos, de las disponibilidades financieras.

8. Calidad del agua y de los componentes ambientales

Alrededor del 67 % del territorio cubano corresponde a complejos de rocas carbonatadas, en gran medida carsificadas y con un alto grado de acuosidad de 10-300 l/s ; un 11 % de rocas cársicas también acuíferas, con una acuosidad variable entre 1-10 l/s ; el complejo de rocas vulcanógenas abarca aproximadamente el 15 %, con una acuosidad baja de 1 l/s ; 5,9 % de rocas ultrabásicas, con una acuosidad media, presentando distintos gastos de hasta 1 l/s . En zonas de intemperismo hasta 5-10 l/s , y a veces más en las zonas de fracturas.

El subsuelo y los lechos fluviales del país lo constituyen en su gran mayoría sales de calcio, como rocas calizas y las dolomías o calizas dolomíticas, sales que son capaces de disolverse en el agua que entra en contacto, alterando su contenido salino.

Un factor de suma importancia es también nuestra condición de insularidad, que determina una interacción permanente con las aguas marinas y costeras, equilibrio que puede afectarse por causas antropogénicas, aumentando el contenido de sodio y cloruro

en aguas subterráneas y superficiales.

La intrusión salina presente en los acuíferos cársicos costeros del sur de la isla principal, inducida ésta, entre otros factores, por deficiente administración del recurso agua y por concentración de su uso, ha causado problemas de calidad en el empleo de las aguas subterráneas, afectando ello las disponibilidades del recurso. Tómese en cuenta además que, por su propia naturaleza, los procesos de recuperación a calidades mejores son lentos y complejos. La literatura nacional presenta múltiples ejemplos de lo anteriormente expuesto.

La calidad del agua es la condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos. La calidad del agua depende del uso a que esté destinada. Está sometida a impactos negativos como resultado de: no tomarse las medidas de tratamiento, por el reuso de las aguas residuales, la deforestación, el empleo de químicos en la agricultura, acompañado del mal uso de los suelos, entre otros, que se generan como consecuencia del desarrollo económico y social.

Debido al predominio de los fenómenos cársicos y en ausencia de fenómenos antrópicos que puedan causar impactos negativos en su calidad, las aguas tanto superficiales como subterráneas se clasifican generalmente como bicarbonatadas cálcicas o magnésicas en dependencia del contenido de calcio o de dolomitas presentes en dicha formación geológica. Las sales solubles totales de las aguas subterráneas pueden variar generalmente entre 500 y 1 000 *mg/l*.

Las características en las cuencas subterráneas cuyas aguas estén en relación hidráulica con el mar, dependiendo de su manejo y administración, pueden variar de bicarbonatadas cálcicas o magnésicas a clóricas sódicas o bicarbonatadas-clórico sódicas, elevándose sus tenores de salinidad hasta cifras superiores, o muy superiores, a 1 *g/l* de sales solubles totales, lo que las imposibilita para su empleo en el riego agrícola y otros usos.

El color y la turbiedad de las aguas superficiales varían dependiendo del periodo lluvioso, menos lluvioso y seco. Su contenido salino se encuentra en general por debajo de 500 *mg/l*, aunque en su desembocadura se eleva por efectos de la presencia

del agua de mar. Las corrientes y cuerpos de agua superficiales por lo general poseen un contenido de oxígeno disuelto de saturación o cercano a la saturación, de acuerdo con la temperatura.

Las relaciones cualitativas del agua con el estado de conservación, manejo y uso de los suelos, así como con el tipo y la extensión de la cobertura boscosa existente en la cuenca, siempre ha sido un factor reconocido en el grado de su deterioro. Ejemplos y estudios de caso de estas relaciones pueden encontrarse en la literatura nacional e internacional, cuestión que a su vez sustenta la necesaria aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos.

Durante la década de los años 80, un grupo de especialistas del sistema INRH desarrollaron diferentes índices de calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, con el objetivo de sistematizar, simplificar y facilitar la generalización de los procesos de evaluación y evolución de la calidad del agua en el país.

Estos estaban orientados fundamentalmente a los problemas vinculados a la disposición de residuales orgánicos biodegradables y a los efectos de la intrusión salina inducida.

9. De sinergias con otros componentes naturales y socioeconómicos

La interrelación de la calidad del agua con sus usos, es un elemento esencial de la gestión de los recursos hídricos. Más allá de sus empleos clásicamente reconocidos, tales como abastecimiento a la población, a la agricultura, uso industrial, por citar los más importantes, existen otros usos del agua que no han recibido la adecuada atención durante años, lo que ha contribuido, de diferente manera y alcance, al deterioro de ecosistemas asociados. Entre ellos se encuentra la necesidad de la afluencia de agua fresca a los humedales, lagunas costeras y zonas costeras, ecosistemas que desempeñan un factor estabilizador para la línea de costas y la tierra, la propia protección de los recursos hídricos, así como reserva para el desarrollo de la diversidad biológica, entre otros.

En el mismo sentido, se necesitaría la aplicación de esquemas y proyectos ingenieros de captación para el reuso de

aguas en la agricultura y otros usos que demanden menor calidad, así como para el reuso de aguas residuales tratadas para el riego y otras posibles demandas, con lo que se contribuiría al incremento relativo de las disponibilidades de agua fresca para usos que necesiten de mayores calidades.

Ejemplos exitosos de reuso de las aguas residuales tratadas para el riego de jardines de instalaciones turísticas y campos de golf, se han desarrollado en Varadero, principal polo turístico de Cuba, línea que es necesario continuar aplicando.

Desarrollar igualmente la captación directa del agua de lluvia para su empleo en la agricultura y para el abastecimiento a la población en zonas rurales y urbanas, es una necesidad para la gestión integrada de los recursos hídricos. Importantes acciones pueden llevarse a cabo en esta línea, llegando hasta la sustitución del abastecimiento de agua a la agricultura urbana tomada de las redes del acueducto, por el empleo de agua de lluvia captada directamente. Prácticas históricas desarrolladas en Cuba al respecto, como por ejemplo, en la provincia de Camagüey y en las provincias orientales, resulta indispensable rescatarlas, ya que forman parte integrante de una gestión actualizada de los recursos hídricos.

La gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque ecosistémico también promueve el acercarse a evaluar los asuntos relacionados con este recurso tomando integralmente sus momentos cualitativos y cuantitativos. Aproximaciones que maximicen sólo su componente de calidad o el de su cantidad, puede llevar a conclusiones parciales o totales erróneas. Al respecto, existen ejemplos en diferentes regiones geográficas del planeta de construcción de obras hidráulicas, relativamente importantes, guiándose exclusivamente por estimaciones hidrológicas en el cierre previsto, que una vez construidas no se ha podido emplear sus aguas por exceder éstas los límites de su contenido salino y sobrepasar las normas establecidas para la calidad de agua para el riego de cultivos.

Teniendo en consideración las características orográficas e hídricas del archipiélago cubano y las propias condicionales de la gestión ambiental, ocurre paulatinamente a partir del 2001, un proceso que tiene

como fundamento las necesidades de la integración del trabajo ambiental a nivel local.

Esta integración consiste en el empleo de los Consejos de Cuencas Territoriales, como en el archipiélago Sabana-Camagüey, localizado en la zona norcentral de la isla de Cuba (provincias de Matanzas, Villa Clara, Sancti Spíritus, Camagüey y Ciego de Ávila), así como de los Consejos Específicos (Cauto, Toa), para evaluar de manera integrada la gestión ambiental en la zona costera, en su vínculo dinámico con la zona terrestre de las cuencas hidrográficas.

Los análisis y evaluaciones sobre la gestión ambiental en la zona costera en el seno de los Consejos de Cuencas Hidrográficas, le está proporcionando un enfoque holístico para su manejo. De esta manera hay condiciones creadas y prácticas exitosas para continuar precisando, entre otros, cómo los fenómenos de degradación de suelos en las zonas altas de la cuenca intervienen negativamente en la calidad del agua de la zona costera, o cómo estos mismos problemas de erosión causan potenciales peligros y riesgos de inundación a poblaciones localizadas aguas abajo.

Aún reconociendo que el llamado gasto sanitario de los embalses y obras hidráulicas es aún un concepto que está vinculado a aproximaciones eminentemente hidrológicas, el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, desde su primera etapa, promovió y logró con la autoridad nacional de las aguas terrestres, que los embalses y obras existentes entregaran un volumen determinado de sus aguas embalsadas con el objetivo del mantenimiento de las condiciones ecológicas, aguas abajo de su localización.

Esto conllevó la ejecución de evaluaciones específicas de cada obra en su relación con el medio ambiente, tanto aguas arriba y abajo del cierre, no sólo de los usos allí existentes, sino también de los valores de la diversidad biológica, la protección de humedales, entre otros (INRH. Resolución No. 24, 1999).

Referencias a las experiencias relativas a las cuencas del caso cubano, aparecen descritas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en su publicación "*GEO: América Latina*

y el Caribe 2003. *Perspectivas del Medio Ambiente*”.

Dado la variabilidad climática y sus afectaciones al comportamiento del régimen hídrico, se estima que es necesario revisar mediante metodologías apropiadas y actuales, los caudales ambientales que se entregan por nuestros embalses.

De lo apuntado anteriormente acerca de los vínculos de los componentes principales de la GIRH con las líneas fundamentales del quehacer de los Consejos de Cuencas (Tablas 1 y 2), podemos afirmar que de manera sistemática el país ha venido construyendo un proceso de integración que tiene a la cuenca hidrográfica como su basamento, y que ha estado orientado a la gestión integrada del agua en sus conexiones con los recursos suelos, forestales, costeros y otros (Tablas 3, 4 y 5).

Este proceso es complejo, multivariable y multi-institucional, y se trata de construir desde abajo, con la participación de todos los actores involucrados.

Transita por el respaldo de los tomadores de decisiones, tanto a nivel local,

regional como nacional, y necesita de la participación de todos. La evaluación de su eficiencia pasa ante todo, por las repercusiones y el impacto positivo de lo ejecutado en la calidad de vida de los pobladores de la cuenca, lo que se da por el incremento de su seguridad alimentaria, mayores coberturas de agua potable, saneamiento y calidad del agua suministrada, y elevación de la concientización ambiental, entre otros factores.

10. Científicos y de innovación tecnológica – 11. Económicos y financieros – 12. Informáticos

Durante estos años, con diferente alcance y características, se ha desarrollado y continúa realizándose un proceso paulatino de introducción de la ciencia e innovación tecnológica en el estudio, manejo y operación de los recursos hídricos, así como en la ingeniería de proyectos, sistemas de prevención hidrológica, diseño de plantas de distinto tipo, operación de redes y equivalentes. Lo anterior ha sido promovido por múltiples instituciones, tanto pertenecientes al sistema INRH como a universidades y centros de

Tabla 3.
Mejoramiento y conservación de suelos en las Cuencas de Interés Nacional (Fuente: MINAGRI. Instituto de Suelos, 2007).

Áreas físicas beneficiadas	Años (M/ha)					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	258,6	296,3	306,8	349,7	357,3	368,8

Tabla 4.
Medidas de mejoramiento y conservación de suelos en las Cuencas de Interés Nacional (Fuente: MINAGRI. Instituto de Suelos, 2007).

Tipos de medidas	Años (M/ha)							Promedio
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Medidas permanentes	-	131,9	157,2	161,0	92,8	103,1	165,6	135,3
Medidas temporales	-	103,1	114,3	116,2	134,8	146,3	141,1	126,0
Medidas de acondicionamiento	-	55,7	57,2	61,5	121,0	133,1	73,1	83,6
Medidas de drenaje	-	23,6	26,8	28,6	39,5	40,1	27,1	31,0
Monitoreo de las aguas para el riego (UM/U)	-	1 481,0	1 486,0	1 491,0	1 223,0	1 334,0	483,0	1 249,7
Aplicación de abonos verdes y restos de cosechas	-	5,1	9,6	13,6	15,8	16,9	30,3	15,2

Tabla 5.
Algunos datos sobre cobertura boscosa en Cuencas de Interés Nacional (Fuente: MINAGRI. Dirección Forestal, 2007).

El índice de boscosidad del país pasó del 21,15 % en el 2000 a 24,94 % en 2006.

2006: 1 106 fincas forestales constituidas en el país, de ellas, 290 se localizan en las cuencas de interés nacional (219 en Cauto, 26 en Zaza, 19 en Guantánamo-Guaso, 12 en Toa, 8 en Almendares-Vento, 5 en Ariguanabo y 1 en Hanabanilla).

2007: Se estiman 115 nuevas fincas forestales en las cuencas nacionales de interés, aunque éstas pueden incrementarse de acuerdo con las disponibilidades de inversiones de cada territorio.

2007: La cuenca Cauto, la mayor de Cuba, elevó su cobertura boscosa de 12,4 % en 1996 a 15,26 % en 2005; Zaza la elevó de 3,13 % en 1997 a 6,90 % en 2005 y la cuenca Toa, la de mayor cobertura boscosa en el país, la elevó de 89,7 % en 2001 a 91,1 % en 2005.

investigación, con responsabilidades en esta esfera y que permiten continuar y desarrollar este proceder.

Para sustentar estos avances, la economía nacional desde hace ya unos años, destina y controla recursos financieros a las inversiones para la protección del medio ambiente y dentro de ellas, a las destinadas a la protección ambiental en las cuencas hidrográficas, con especial atención a las ocho cuencas de interés nacional (Cuba. Secretaría CNCH, 2007).

Los aspectos relacionados con los datos e informaciones sobre los recursos hídricos, su vínculo e interdependencia con los suelos y bosques, y con la infraestructura de distinto tipo creada, han sido desarrollados por diferentes instituciones, tanto del sistema INRH, como relacionadas con éste.

Se conocen sus características principales, sus afectaciones y propuestas de desarrollo, todo lo cual se somete a los procedimientos establecidos por la legislación vigente, para su mantenimiento, control y nuevas obras.

El desarrollo de la información y de la informática en el campo de la gestión integrada del agua, tiene ejemplos de aplicación que auguran su continuo desarrollo futuro, tanto por el desarrollo de centros de información especializados de larga data, como por la creación y automatización de software de diseño; de modelos del comportamiento de variables hidráulicas, la automatización de procesos complejos de cálculo, el desarrollo de sistemas de información geográficos (SIG), la captación, almacenamiento y procesamiento de datos bases de las observaciones del ciclo hidrológico; el diseño de software para la prevención hidrológica, la elaboración de publicaciones sistemáticas y otros, que conforman un importante sustento para un desarrollo de mayor alcance.

Un nuevo reto, ya presente en el quehacer del manejo del agua en el país teniendo en cuenta nuestra dependencia con el régimen de precipitaciones, es el relacionado con los efectos del cambio climático. Los escenarios evaluados para los próximos años imponen en la actualidad y el futuro, la necesidad de introducir importantes medidas de adaptación y mitigación de sus efectos, habida cuenta de la existencia de

factores orográficos y de otro tipo, así como de nuestra condición de insularidad.

En el contexto de estas medidas, la continua aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integrada del recurso hídrico desempeña un importante rol.

Entre las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático, en proceso de introducción y desarrollo en el país, se encuentran:

- Planificación, organización y puesta en práctica de medidas nacionales, regionales y locales necesarias para la adaptación a las influencias negativas del cambio climático (Grupo Gubernamental para el Enfrentamiento a la Sequía, Grupos Provinciales y otras).
- Fortalecimiento de la capacidad de observación de los componentes cualitativos y cuantitativos del ciclo hidrológico (redes).
- Ejecución de nuevas inversiones destinadas a satisfacer las necesidades del recurso para la economía, sociedad y medio ambiente (nuevos acueductos o completamiento de los existentes, nuevos embalses, conducciones y otros), tanto desde el punto de vista emergente como estratégico.
- Disminución de las pérdidas de agua en redes y conductoras de acueducto, canales y equivalentes (riego) y su rehabilitación, mediante la introducción de tecnología apropiada, así como alcanzar una adecuada administración de los recursos subterráneos para mitigar los efectos de la intrusión salina, como expresión de un incremento en la eficiencia del uso del recurso agua en la economía, sociedad y la protección del medio ambiente.
- Aplicación del enfoque de ecosistema a la gestión integrada del recurso agua en cuencas hidrográficas. Experiencia de los Consejos de Cuenca.
- Introducción de tecnologías apropiadas, tales como la cosecha directa de agua de lluvia y otras, para satisfacer demandas del desarrollo sostenible cubano.
- Elevar la concientización y educación para el uso sostenible del agua en la sociedad, economía y el medio ambiente.
- Reducir paulatinamente la carga contaminante que se dispone en los cuerpos

receptores superficiales y subterráneos, mediante medidas de tratamiento y reuso de aguas residuales tratadas, con lo que se incrementan de manera relativa las disponibilidades del recurso para usos que requieren de mayor calidad.

- Implementación de proyectos en cuencas y zonas vulnerables, con introducción de la innovación tecnológica, para la prevención y protección hidrológica.

13. De educación y comunicación social

14. Culturales

Los componentes de la educación, comunicación y concientización, orientados desde un punto de vista general, a lograr el uso sostenible de los recursos hídricos, desempeñan un papel determinante en los procesos de identificación de los problemas, de su mitigación y solución.

Elevar sistemáticamente los conocimientos de la población, de los profesionales y técnicos, y de los tomadores de decisiones, como una de las vías para resolver los problemas del presente y prevenir los del futuro, en términos de manejo y uso racional del agua, se convierte en una actividad de toda la sociedad, que trasciende las responsabilidades de los organismos encargados específicamente de la administración y protección del recurso agua, aunque éstos deban jugar un papel de vanguardia en este programa sistemático.

Distintas actividades, campañas y programas se han venido ejecutando, empleando los medios masivos de comunicación en ello, tanto los nacionales, como los provinciales y municipales.

Al calor de fechas tales como el 22 de marzo, Día Mundial del Agua; el 5 de junio, Día Mundial del Medio Ambiente, y muchas otras, se desarrollan entrevistas, concursos infantiles, talleres y encuentros, que aportan conocimiento y contribuyen a la labor de concientización; teniendo que de una forma u otra, la gestión del recurso agua en la cuenca hidrográfica ha estado presente. Pero aún todo lo realizado, tanto de manera formal como no formal, es insuficiente, teniendo en cuenta las capacidades instaladas y posibilidades para desarrollar este tipo de acciones.

La labor del CITMA en la constante promoción de la educación ambiental de

la población, así como de los tomadores de decisiones, los productores y otros grupos meta, unido al constante incremento de los mensajes de bien público en nuestros medios masivos de comunicación, ha contribuido en plazos relativamente cortos de tiempo, a elevar la concientización ciudadana. Más recientemente, el INRH y el Ministerio de Educación, con la participación del CITMA, han elaborado y comenzado a implementar el Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (PAURA), que tiene como principal propósito incidir positivamente en la educación y concientización de la población, niños y jóvenes, sectores empresariales y ciudadanía en general, para alcanzar mayores niveles de ahorro y uso eficiente del agua en el país.

El elemento cultural es un factor de gran incidencia en los programas que se ejecuten. Incorporar de manera creativa las características culturales de la población, se convierte en un importante reto para que los resultados esperados puedan alcanzarse. Los proyectos y acciones desarrolladas al calor del trabajo de los Consejos de Cuencas, permiten afirmar que los pobladores de las cuencas tienen sus tradiciones y formas diferentes de entender y desarrollar su actividad económica y social en el lugar donde viven y, por ende, de entender cómo desarrollar las labores de protección del agua, suelo y bosques en su radio de acción.

Lograr la participación efectiva de éstos en los objetivos estratégicos y tácticos del manejo integrado de la cuenca hidrográfica, incorporándole sus costumbres y tradiciones al quehacer diario, es un factor de éxito del programa.

Comentarios finales

La obra de la Revolución en el campo del desarrollo hidráulico, que comprende la formación y desarrollo de las capacidades humanas, así como el haber asegurado en lo fundamental el suministro de la cantidad y calidad de agua para el desarrollo económico, social y la protección del medio ambiente del país, unido a lo mejor de las influencias internacionales, permite afirmar que:

- Para continuar su desarrollo cualitativo y cuantitativo y perfeccionar el actual logrado, en función de alcanzar el uso

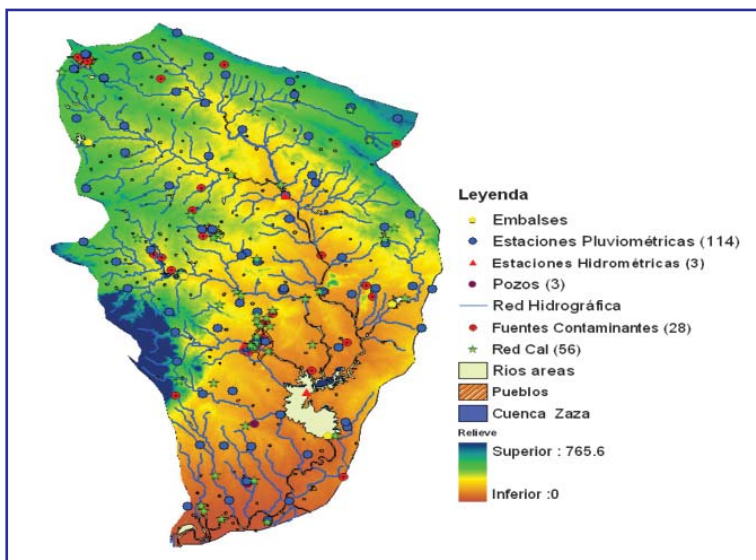
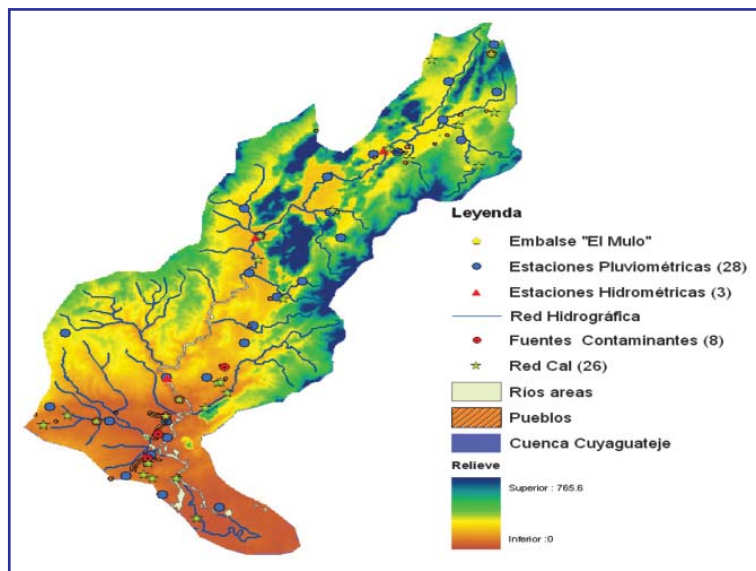


Fig. 3. Diagramas que reflejan, de manera esquemática y aproximada, la integración de muchos de los aspectos discutidos (ejemplo de las cuencas Cuyaguatete y Zaza).

sostenible del agua, se necesita continuar implementando de manera paulatina tanto a escala nacional, regional como local, la gestión integrada del recurso hídrico con enfoque ecosistémico, también como medida de adaptación al cambio climático.

- Se incluye en este proceso, el alcanzar paso a paso la compatibilización y ordenamiento de todos los instrumentos que la constituyen, proceso que conducido por el sistema del INRH, involucra a otros organismos e instituciones.
- La unidad básica para la materialización de la GIRH con enfoque de ecosistema, es la cuenca hidrográfica, donde se manifiestan todas las interacciones entre componentes ambientales y sus relaciones con el desarrollo económico y social. Para el caso cubano, la experiencia de 10 años de trabajo del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas y de los Consejos de Cuencas Territoriales y Específicos, así lo indica.
- El sostenido fortalecimiento y desarrollo de las capacidades humanas en esta materia, desempeña un papel decisivo para su aplicación, por lo que se hace necesario continuar incrementándolas.
- De igual manera, lo relacionado con la participación de la comunidad y la incorporación de sus rasgos culturales, tanto en los procesos de toma de conciencia de los problemas actuales, como en su quehacer directo en la solución o mitigación de los mismos, puede elevarse aún más a nivel local, a partir de las propias cualidades de nuestro sistema social, que las potencia y ordena. **VH**

Bibliografía

- Andrade Pérez, Angela. (2004). *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico*. PNUMA, Red de Formación Ambiental. México D.F., Impresos Unidos de México.
- Cuba. Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. (1997). *Acuerdo No. 3139*. La Habana, 8 de abril.
- Cuba. Leyes-Decretos. (2007). *Decreto 280 sobre la "Comisión del Plan Tuquino, Comisión de Reforestación y Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas"*. La Habana, CECM, 19 de marzo.
- Cuba. Leyes-Decretos. (1997). *Ley No. 81 del Medio Ambiente*. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición Extraordinaria del 11 julio 1997. Año 95 (7), p. 47.
- Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (1997, 2006). *Estrategia Ambiental Nacional*. La Habana.
- Cuba. Secretaría Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas. (2007). *Informe del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas al Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros: rendición de cuentas, marzo 2007*. La Habana.
- García, Jorge Mario. (2002). *Algunas reflexiones sobre el desarrollo de la gestión ambiental cubana*. Medio Ambiente y Desarrollo. Año 2.
- García, Jorge Mario. (2006). *Experiencias cubanas en la institucionalización del manejo integrado de cuencas*. Voluntad Hidráulica. Año 44 (98), p. 15-28.
- García, Jorge Mario, O. Beato y J. Gutiérrez. (1983). *Un índice para evaluar la calidad de las aguas superficiales*. Voluntad Hidráulica. (62), p. 47-52.
- García, Jorge Mario y J. Gutiérrez. (1992). *Índices de calidad del agua: resumen de las experiencias cubanas*. Memorias del 23° Congreso AIDIS. La Habana, Editora Palacio de las Convenciones. T. I, Pt. I, p. 104-117.
- García, Jorge Mario y J. Gutiérrez. (1982). *Un índice regional de calidad de agua para acuíferos cársicos*. Memorias del Coloquio Internacional sobre Hidrología Cársica en la Región del Caribe. La Habana, UNESCO-PHI-Instituto de Hidroeconomía, p. 567-588.
- García, Jorge Mario y O. Rey Santos. (2005). *Foros de negociación e instrumentos jurídicos internacionales en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible*. La Habana, Centro Félix Varela. Publicaciones Acuario.
- Gutiérrez Díaz, J. (2006). *Seminario Cuencas Hidrográficas*. República Bolivariana de Venezuela, Ministerio de Medio Ambiente.
- INRH. (2002). *Grupo Empresarial de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos*. La Habana, Publicitur.
- INRH. (2007). *Informe sobre los posibles efectos del cambio climático y medidas de adaptación*. La Habana.
- INRH. (2006). *Resolución No. 4 sobre "Medias históricas alcanzadas en el mapa isoyético de la República de Cuba para el período 1961-2000"*. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición Extraordinaria del 13 de marzo 2006. Año 104 (4), p. 73-79.
- INRH. (1999). *Resolución No. 24 sobre "Aprobación del gasto sanitario o ecológico de los cursos naturales de agua interrumpido por presas"*.
- Naciones Unidas. (1992). *Programa 21. Cumbre para la Tierra: Programa de Acción de las Naciones Unidas, Río de Janeiro*. Nueva York, ONU, Dpto. Información Pública.
- ORPALC-PNUMA. (2001). *GEO: América Latina y el Caribe. Perspectivas del Medio Ambiente 2003*. Costa Rica.
- Posada, Adriana, Julio C. Saldarriaga y Francisco Rebolledo (2005). *Aportes de la ingeniería a la regulación y sostenibilidad del recurso hídrico*. Revista Ingeniería (Enero-Junio). Universidad de Medellín.
- Shilkomanov, I.A. (1997). *Valoración de los recursos hídricos y disponibilidad del agua en el mundo*. Estocolmo, OMM, PNUMA, IMA.
- UICN. (2006). *La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos: un análisis de estudios de caso en América Latina*. Ed. por Eduardo Guerrero, Otto de Keizer y Rocío Córdoba. PNUMA, UICN.
- UNESCO. (2006). *Curso Regional Itinerante en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos con énfasis en Ecohidrología*. La Habana, 23-25 de noviembre..
- United Nations. (2003). *Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development*. WSSD, Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002.
- Voluntad Hidráulica (2002). Año 40, Edición Especial.
- World Council for Sustainable Development. (2005). *Water: trends and facts*.
- World Vision. (2005). *Manual de manejo de cuencas*. San Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, CARE, FORGAES, UE. 154 p.