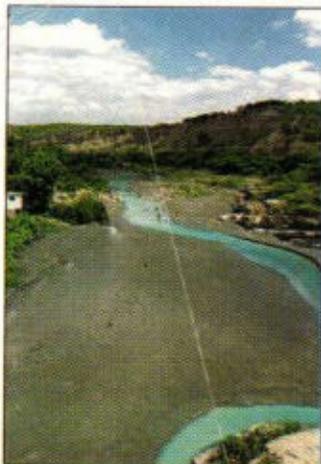


LA HUELLA DE LOS RÍOS

Hoy
vive el presente contigo

 **PROGRESO**TM
Tu futuro merece lo mejor



PORTADA:

Río Yaque del Sur,
a su paso por Azua.
Foto: Hoy/ José Alberto
Rudecindo

DIRECTOR DE HOY

Mario Alvarez Dugan

DIRECTOR EJECUTIVO

Bienvenido Alvarez-Vega

INVESTIGADORES

Minerva Isa
Eladio Pichardo
Sorange Batista

DISEÑO

Humberto Martínez

ILUSTRACIONES

Jonás Muvdi

LECTURA DEL TEXTO

Eleuterio Martínez
Ubaldo Guzmán Molina

Impreso en diciembre de 2003

**UNA PUBLICACIÓN DE
EDITORIA HOY, C. por A.**

Avenida San Martín No. 236,
Santo Domingo,
República Dominicana,
Tel: 5654444, Ext. 277

**LA HUELLA
DE LOS RÍOS**

DIRECTOR DE HOY
Mario Alvarez Dugan

DIRECTOR EJECUTIVO
Bienvenido Alvarez-Vega

INVESTIGADORES
Minerva Isa
Eladio Pichardo
Sorange Batista

DISEÑO
Humberto Martínez

ILUSTRACIONES
Jonás Muvdi

LECTURA DEL TEXTO
Eleuterio Martínez
Ubaldo Guzmán Molina

Impreso en diciembre de 2003

UNA PUBLICACIÓN DE
EDITORA HOY, C. por A.
Avenida San Martín No. 236,
Santo Domingo,
República Dominicana,
Tel: 5654444, Ext. 277

Contenido

Introducción	1
[I] Ríos caudalosos	2
Ríos en extinción	9
[II] Deforestación	10
[III] Aguas contaminadas	18
[IV] Extracción de arena	24
[V] Cuencas hidrográficas	29
[VI] Aguas subterráneas	37
[VII] Aguas represadas	43
[VIII] Agua potable	51
[IX] Potencial hídrico	58
[X] Ahorre agua y dinero	63
Legislación	69
Fuentes de documentación	70
Glosario	73

Introducción

Aguas y bosques, riquezas sin igual que la naturaleza regaló a esta isla, patrimonio de inmenso valor ecológico y económico del que pende la vida, desaparecen al influjo de la irracionalidad y la desmesura. Aguas y bosques, petróleo blanco, oro verde, un don sin par diseminado con prodigalidad por la geografía dominicana, que se esfuma ante la impasibilidad de aquellos a quienes hace posible la sobrevivencia.

Desnudas de vegetación, deforestadas y erosionadas, de las empinadas montañas de vientre fecundo dejaron de manar los manantiales, prístinas aguas que corrían cantarinas en ríos y arroyos, se despeñaban en impetuosas cascadas y dormitaban en lagunas y humedales.

Las exiguas reservas de una provisión que parecía inagotable, se extinguen. Amenaza el desastre ecológico, la desertificación y salinización que ya ha arrebatado miles de tareas a la producción de alimentos, catástrofe más inmi-

nente aún por la ausencia entre los dominicanos de una cultura de conservación y protección de sus recursos naturales.

Aguas y bosques, petróleo blanco que impulsa la hidroeléctrica, oro verde en un país apto para la silvicultura, con la mitad de sus tierras de vocación forestal, que perdió el 86% de la cobertura boscosa y gran parte de los suelos en un proceso de degradación que urge revertir para rege-

nerar el bosque y lograr el retorno de las aguas.

Mas, la agresión persiste, arremete sin respetar los escasos remanentes boscosos en parques nacionales y otras áreas de reserva, santuarios que conservan los bosques nublados donde las nubes se entremezclan con la vegetación, única garantía de los hilos de agua que corren por ríos y arroyos.

La depredación avanza acompañada del uso irracional y la contaminación de los acuíferos, del dispendio de una costosa agua potable de calidad cuestionada que gota a gota abre tumbas a la infancia, al provocar enfermedades de origen hídrico.

Urge educar a la población para la creación de una conciencia colectiva que impulse la preservación de las cuencas hidrográficas.

Ante la perspectiva de una aguda crisis de agua y a fin de contribuir a la comprensión de la fragilidad de los ecosistemas montañosos y su interrelación con las fuentes hídricas, el porqué no puede haber agua dulce sin bosques, nace "La huella de los ríos". Un aporte al país del Banco del Progreso, elaborado

por el equipo de investigación del periódico HOY, en interés de fomentar un espíritu conservacionista que aquilate el valor de cada gota de agua, de cada hoja del bosque.

Invitamos a su atenta lectura, anhelantes de inducir en el lector el deseo de convertirse en un centinela del bosque y de integrarse a una lucha sin tregua por el retorno de las aguas, el líquido más preciado del planeta, el germen de la vida.

“Tiene muchos ríos que se hunden y sumen y por devaxo de tierra van a pagar su tributo al mar y otros que poco antes de salir al mar se manifiestan y hacen voca aviendo corrido algunas leguas por devaxo de tierra, y otros que salen a algunos lagos adonde pierden su nombre y no salen al mar y entre estos es notable un río que llaman Brujuelas...”

(Relación de la Isla Española en las Yndias Occidentales, por el canónigo Luis Jerónimo Alcocer)

En la mitología taína, manantial de leyendas cantadas en areítos que evocan la convivencia armónica entre los aborígenes y la naturaleza, las aguas estaban a merced del favor o de la ira de los dioses.

Los indios de piel cobriza rendían culto a Guabancex, dios de los ríos y huracanes que con su furia hacía mover los vientos y las aguas. Convocados por los atabales, se congregaban en el vasto caney o zaguán adornado con macabros abalorios, escenario del ceremonioso ritual que el behúque —sacerdote y hechicero— dirigía envuelto en humaredas del cohoba y un aura de misterio.

Con himnos y ofrendas invocaban implorantes a Guabancex para que enviara a su pregonero Guatamba y ordenara a todos los cemíes la producción de viento y agua.

Coatriquia, otro cemí subordinado, recogía las lluvias y las llevaba a los cauces de los ríos y una red inmensurable de arroyuelos de límpidas aguas que fertilizaban la tierra, reverdecían las selvas vírgenes de la isla y hacían fructificar los cocucos.

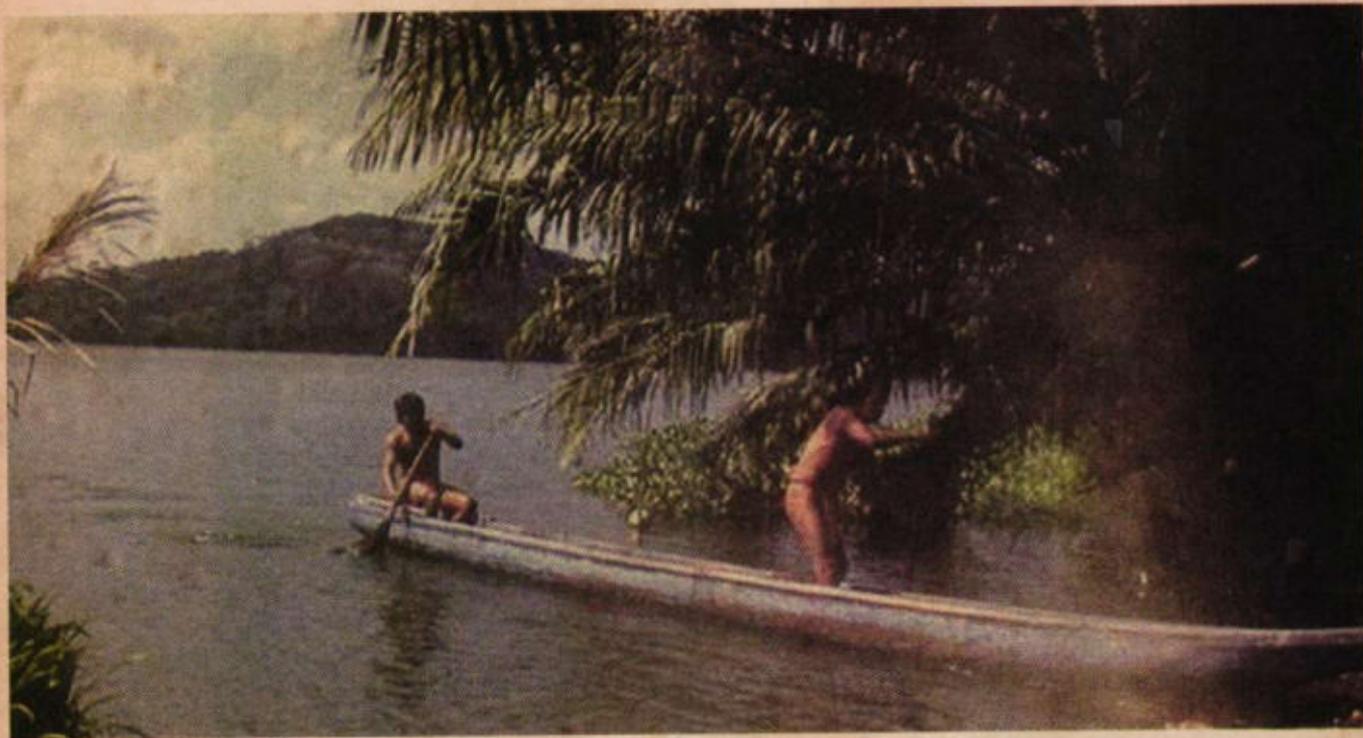
[I] Ríos caudalosos

En noches de borrasca, el ronco sonido de los atabales anunciaba nuevamente el culto a Guabancex, al que colmaban con flores y frutos, caracoles y otros tributos, en medio de lluvias torrenciales que estremecían la plaza ceremonial. Antorchas y relámpagos pintaban tonos rojizos en la pétrea figura del cemí, al que había que aplacar con ritos y ofrendas para que pusiera fin a la tempestad, considerada un exceso de su ira.

Los intensos aguaceros solían provocar el desmadre de los ríos y la destrucción de sembradíos, lo que interpretaban como un castigo divino por la transgresión de las normas que regían la conducta humana.

Durante el estiaje, cuando sin germinar morían de sed las simientes, clamaban a Boynayel, uno de los dos cemíes, junto a Marahú, que representaban a los dioses de la lluvia y del sol, salidos de la cueva Iguanaboina, la cual los aborígenes visitaban al prolongarse la sequía, para pedirle que mojaran los suelos sedientos.

La respuesta de los dioses, lluvias salvadoras de cosechas que descendían por las montañas revestidas de bosques, se



Indios tainos navegan en un río.

celebraba en la noche con areítos, cantos y bailes al son de las sartas de conchas que marcaban el ritmo.

DESDE REMOTOS ORÍGENES

Mientras, con una gradualidad de siglos, la infatigable naturaleza proseguía su obra. Las lluvias torrenciales penetraban la tierra y emergían como caudalosos ríos que se deslizaban por los cauces horadados en milenios, desde los más remotos orígenes, cuando las aguas abrían surcos en la plana superficie terrestre.

En la antigüedad se creía que en las entrañas de la tierra existían grandes cavernas que transportaban el agua empujada por las olas desde los océanos hasta las cimas montañosas, de donde manan los ríos. No todo es fantasía. El vientre de las montañas almacena la lluvia, las aguas que cruzan por algún río eran reservas subterráneas, aguaceros que vieron caer los habitantes de tiempos pretéritos.

Las lluvias, fuentes nutricias de los ríos, dan origen a numerosos saltos de agua que se despeñan en cascadas y co-

rren como rápidos riachuelos monte abajo refrescando la tierra. Esos manantiales unen sus aguas a otros afluentes, aumentan su volumen y se dividen en canales que cortan las praderas en su camino hacia los principales ríos.

Desde las abruptas serranías de la Cordillera Central, madre de las aguas, drenaban los ríos hacia las fértiles planicies del cacicazgo de Maguá, *tierra llana regada*, donde tenía el cacique Guarionex su señorío, más de sesenta leguas en el centro de la isla, región de abundantes precipitaciones que abarcaba las provincias de Macorix, Cabao, Yásica, Bonaó, Maguá, Xamaná, Cotuy y Sabanacoa, surcadas por ríos cristalinos donde los indios lavaban las arenas en busca de oro.

PAISAJE PARADISIACO

Al llegar en 1492 a esta tierra de promisión, los españoles se extasiaron con un paisaje paradisíaco cruzado por corrientes fluviales que serpenteaban por montañas y valles de exuberante vegetación, pinares y caobales, palmas de prodigiosa altura. Ríos navegables, arroyos y

manantiales corrían sobre lechos protegidos por gruesas y largas raíces entretrejidas bajo las arenas y los cascajos.

Al lado de un bosque espléndido, establecieron en la costa Atlántica su primer asentamiento, La Isabela, en la vecindad de la desembocadura del río Bajabonico, de abundantes y transparentes aguas.

Enfebrecidos por la sed de oro, de ahí partieron para explorar el Cibao, vadeando ríos, desbrozando la tupida floresta hasta llegar a orillas del Jánico, *el río de las arenas doradas*, del que, como muchos otros que bajan de las montañas del Cibao, decían que llevaba polvos de oro mezclados con sus arenas.

Arenas de oro lavaban los taínos en el Yagui, un majestuoso afluente de riberas verdes que cruzaban en balsas y canoas, cuyas aguas surcaron tiempo después botes y barcazas de ligero calado que transportaban caoba y otras mercancías a Montecristi.

El Yagui, como los aborígenes denominaban el Yaque del Norte, fue bautizado como río Las Cañas por Cristóbal Colón, quien pernoctó en sus orillas camino hacia el Cibao. Ignoraba que eran las mismas corrientes

que después de serpentear por La Vega desembocan en Montecristi, y que en su primer viaje denominó Río de Oro.

Aumenta la fertilidad del Cibao el presuroso río Bao, en el que saciaron su sed y descansaron las huestes indígenas comandadas por el bravío cacique Caonabo, Señor de la Casa Dorada, que, cantando areítos heroicos, asaltaron el fuerte de La Navidad.

Del vientre fecundo de la Cordillera Central, paridora de aguas, brotan entre peñascos dos manantiales que al unirse forman la madre del Nizao, cuyo curso turbulento avanza por el otrora cacicazgo de Maguana, compuesto por las provincias de

Banique, Maguana, Cibao, Maniel y Azua, donde durante la Colonia generaron por primera vez energía hidroeléctrica para mover trapiches de ingenios azucareros.

En el macizo central y otras montañas, los ríos generalmente corren por lechos profundos que la velocidad de su corriente excava, se deslizan entre peñas, quebrándolas o filtrándose en sus intersticios. Unos son de inclinación poco acentuada, otros descienden en cascadas, formando saltos o cataratas, hermosas caídas de agua que siguen procelosas en los ríos Haina, Jimenoa, Dajabón o Masacre y otros no menos impetuosos. Al llegar a la llanura, la naturaleza de su lecho cambia y pierden velocidad, las aguas se tornan perezosas y van a morir al mar.

En tiempos remotos, la Cordillera Central y la Sierra de Neiba

eran islas, y donde hoy está el valle de San Juan, había un canal marino que se rellenó con sedimentos arrastrados por arroyos que bajaban de ambas islas. El canal se cerró en algunos sitios, fue levantándose, y los arroyos que lo sedimentaban se agruparon poco a poco, formando un cauce común y dando

*Indefectiblemente,
los depredadores
serán víctimas de la
degradación: sin
vegetación no habrá
suelos ni agua, sin
la cual no sólo está en
juego la calidad de
la vida, sino la vida
misma.*

origen al río Naiba o Neiba.

Este afluente, luego denominado San Juan, atraviesa el antiguo cacicazgo de Xaraguá, donde reinó Anacaona, recorre el valle hasta desembocar en la bahía de Neiba, aportando gran parte del caudal del río Yaque del Sur, el que en tiempos de la República se transportaban a flote las maderas exportadas desde Barahona.

Enclavado en las altas serranías de Neiba, dormita el Lago Salado o de Xaraguá, de aguas transparentes y serenas de un verde claro o azul purísimo, al que llaman Enriqueillo para honrar al cacique rebelde. En el centro, una isleta de tupida arboleda con una fuente de agua dulce,

poblada de iguanas y diversidad de aves. Su nombre indígena era Guarisaga, después Isla Cabritos.

Entre las tupidas florestas paseaba un fraile dominico angustiado por el látigo que surcaba las espaldas de los indígenas, fray Bartolomé de las Casas, quien entre las frías paredes del convento volcaba en crónicas sus impresiones.

"En toda la isla Española, por su grande y universal fertilidad, ninguna necesidad había de sacar ríos ni encaminar fuentes para regar las tierras, porque sin esto eran las sementeras y mieses ciertas, sino sólo en la provincia y reino de Xaraguá, que es tierra enjuta, aunque excelente, por la cual las gentes polidas della sacaron el río que por allí pasa, que se llamó Camín... y hicieron muchas y hermosas acequias, las que necesarias para regar sus conucos o heredades..."

El rudimentario riego artificial elevó la productividad agrícola en Xaraguá y permitió un mayor cultivo de algodón, muy usado en el hilado y tejido de hamacas. Así lo confirma en sus crónicas el fraile Pedro Mártir de Anglería, que llegó a estas tierras en misión evangelizadora.

"En el reino de este cacique Behechío, que es Xaraguá, y en Azua, que forma parte de la región del Cayabo, y en un valle excelente del lago salado y de otros dulces, así como en Yáquimo, región de la provincia de Bainosa, llueve rara vez.

En todas estas partes tienen antiguas fosas, por las cuales conducen las aguas por campos de riego con no menos idea que los habitantes de Cartagena y Murcia".

Además de las acequias, para hacer florecer los sembradíos apelaban a los ído-

los agrícolas, trigonolitos que entierran en sus conucos, tres por cada cacique, según el relato de Colón, "...una dicen que para que nazcan los frutos y legumbres. Otra para que paran las mujeres sin dolor. Otra para tener agua y sol cuando lo necesitaran".

EL IMPETUOSO YUNA

El impetuoso Yuna, de inagotables caudales y ancho lecho ribeteado de frondosa arboleda, baña el oriente del Cibao. Dirige su curso hacia La Vega Real, tierra de promisión en la que recibe las raudas corrientes del Camú, navegable como el Yuna, una de las salidas del Cibao por el que transportaban cargas y pa-

sajeros hasta la Bahía de Samaná, donde transbordaban barcos de mayor calaje.

Los ríos Ozama, Higüey, Yuma y Haina serpentean por el otrora cacicazgo de Higüey, heredad del cacique Cayacoa, que dominaba el sudeste de la isla hasta donde el río Yuma entra al mar. Como éstos, conservan igualmente sus nombres taínos los ríos Yabacao, Yaví, Maiboa, Joa, Boyá, Yamasá, Yuviná, Tosa, Guanuma, Comate y, entre otros, Comatillo.

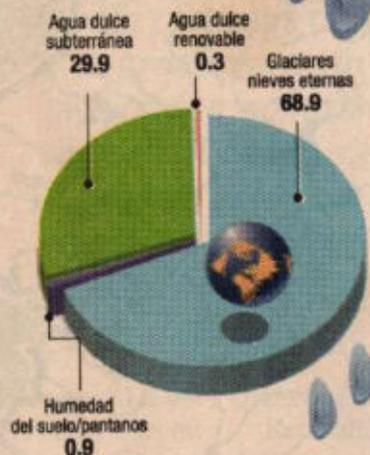
El legendario Ozama, puerta de la civilización europea, vio nacer y morir a sus orillas la Nueva Isabela y luego surgir Santo Domingo, cuya vida e historia está íntima-

mente ligada a este afluente antaño caudaloso.

Uno de los principales asentamientos de la época precolombina estaría situado en la cuenca de los ríos Ozama e Isabela, descubriéndose en la confluencia de am-

Distribución del agua dulce en el mundo

● En porcentajes



- Solo un 2.5% de los recursos hídricos de la tierra es agua dulce;
- 69% del agua dulce está encerrada en glaciares y nieves eternas.
- 30% ocurre en forma de agua dulce subterránea;
- 0.3% es agua que fluye en ríos y lagos, y el resto, agua de pantanos y humedad del suelo.

2001/01

001/000 1000/000 0000

bos afluentes, por Los Tres Brazos, restos de un enterramiento taíno.

En profunda integración ecológica, los taínos vivían en llanuras aledañas a los ríos que navegaban en canoas durante largas horas de pesca, importante fuente alimenticia. Anglería los veía sacar sus redes cargadas de guabinas, dehaos, zagos, biahacas, anguilas, diversos peces de agua dulce que ahumaban en barbacoas, mientras otros andaban por las orillas tras las jaibas, hicoteas y camarones.

"Son también muy diestros pescadores, porque todo el año y todos los días se sumergen en los ríos, y no menos viven en el agua que en la tierra".

Pescaban con flechas, además de un método utilizado en agua dulce que consistía derramar en el río un estupefaciente llamado baygua que aturdió a los peces, facilitando su captura.

PROCESO DE DEGRADACIÓN

Los taínos desaparecen mucho antes de que hachas y sinfines iniciaran un proceso de degradación de bosques y suelos, con un impacto devastador en los recursos hídricos, que se acelera al mediar el siglo XX decretando la muerte de ríos y arroyos.

La intensa acción depredadora de los franceses durante el siglo XVIII en la parte occidental de la isla, hoy Haití, con un modelo económico dominado por la plantación azucarera, dejó huellas profundas de deforestación y erosión.

En la colonia española prevalecían la crianza libre de ganado y siembras de tabaco, que no ocasionaban intensos daños ambientales. En las inmediaciones de Santo Domingo instalaron ingenios azucareros, no más de once, circunscribiéndose su impacto ecológico a las cuencas de los ríos Isabela, Haina, Nigua y Nizao.

El deterioro de las fuentes de agua se intensificó en el siglo XIX y principios de la siguiente centuria con los cortes de caoba en el Sur, de campeche y guayacán en Montecristi, y la expansión de la industria azucarera que cubrió el Este de cañaverales. Además, los desmontes en el Cibao Central y Oriental y la apertura de carreteras durante la ocupación militar norteamericana (1916-1924), abriendo puertas al bosque.

Todo esto degradó ríos y arroyos, junto al crecimiento poblacional, desplazamiento de los campesinos del llano y su expulsión a tierras altas, la agricultura migratoria y sobrepastoreo en las cuencas hidrográficas.

Informes rendidos en 1922 por los doctores Miguel Canela Lázaro y Juan Bautista Pérez recomendaban conservar la Cordillera Central y crear áreas de reserva en los nacimientos de los principales ríos, por los que hicieron viajes exploratorios.

Durante la dictadura trujillista se intensificó la explotación del bosque, cuyo valor económico reveló a Rafael Leonidas Trujillo una evaluación de los recursos naturales realizada en 1939 por el puertorriqueño Carlos

El primer aserradero se instaló en Los Platanales, de Cotuí, en 1878; otros surgen a principios del siglo XX en La Vega, Santiago y Santo Domingo, descontinuada la importación de madera de pino para construcciones.

Chardón. El tirano se hizo industrial maderero, asociándose con traficantes de maderas o poniendo testaferros al frente de nuevos aserraderos de su propiedad.

En menos de veinte años desaparecieron vastas zonas boscosas, despoblando la Cordillera Central de sus pinares originales, suplantados por pastizales que atentaban contra las fuentes hídricas. Propiciaban, a la vez, la erosión de suelos en los que la formación de una pulgada tomaba de 250 a 1,000 años.

La deforestación de esa cordillera, un ecosistema muy frágil, originó la coloni-



El salto del Monasterio, en Manabao, Jarabacoa, rumorosa cascada de imponente belleza.

zación de los valles intramontanos de Constanza, El Río, Tireo y Jarabacoa, el repoblamiento de las zonas de la sierra al oeste de San José de las Matas hasta Restauración. Destruído el bosque, los trabajadores de los aserraderos se convertían en campesinos itinerantes al servicio de terratenientes ganaderos que les entregaban tierras taladas para que las sembraran de habichuelas o papas. A cambio, debían devolverles los fundos sembrados de pastos, cuando la pérdida de la fertilidad del suelo los obligara a trasladarse a otro predio.

Kark Woodward, primer ingeniero forestal que vino al país, determinó en 1906 que el 85% del territorio dominicano estaba revestido de bosques, pero para 1971 un estudio de la Organización de las Na-

ciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estableció que apenas quedaba el 23%. En la actualidad, la cobertura boscosa se estima entre 14 y 16%.

El gobierno clausuró en 1966 los aserraderos, medida estipulada por ley en 1967, pero la deforestación persistió clandestina. En interés de conservar el potencial hídrico crearon áreas de reserva, importantes parques nacionales, algunos tras producirse una gran pérdida de suelos y luego de extinguirse ríos y arroyos.

Mientras, persiste la explotación irracional de la naturaleza, donde todo está concatenado. La perturbación en un ecosistema repercutirá negativamente en los demás, generará desequilibrios y efectos en cadena que harán más difícil la supervivencia en un hábitat devastado.

Ríos en extinción

En el proceso de extinción de los ríos y arroyos intervienen tres causas fundamentales: la deforestación, la contaminación y la extracción de arena y grava.

II - Deforestación. La ausencia de vegetación impide que el agua de lluvia penetre al subsuelo y forme los acuíferos que nutren ríos y arroyos.

III - Contaminación. Los vertidos de residuos domiciliarios, industriales y agrícolas degradan los ríos.

IV - Extracción de arena. Esta práctica indiscriminada destruye la capa permeabilizante en el lecho de los ríos y sus aguas se infiltran.

[II] Deforestación

Los rumorosos ríos, manantiales de aguas sanas, listas para beber sin ningún tratamiento, eran parte consustancial del paisaje campesino. Se han ido. Con prisas de poco amigo pasan furtivos, se desplazan coléricos en días de intensas lluvias desbordando sus caudales. Enfurecidos, arrasan caseríos, dañan cultivos, toman un curso errático, abandonando su cauce.

Los ríos perdieron su diafanidad, sus aguas enlodadas tienen la turbidez, la coloración castaña que le dan los sedimentos arrastrados desde los montes desnudos, erosionados, que vierten en presas y canales.

Ora agónicas o tumultuosas, sus corrientes pasaron de continuas a efímeras. En los resecos y polvorientos cauces, completamente desdibujados, no hay más que pedregales y sedimentos, esporádicas lluvias se conducen de su sed y fugazmente refrescan el lecho calcinado.

Sus frondosos bosques de galería, árboles ribereños que en los laterales del río formaban una barrera verde de protección, cayeron abatidos.

La muerte de ríos y arroyos estuvo pre-

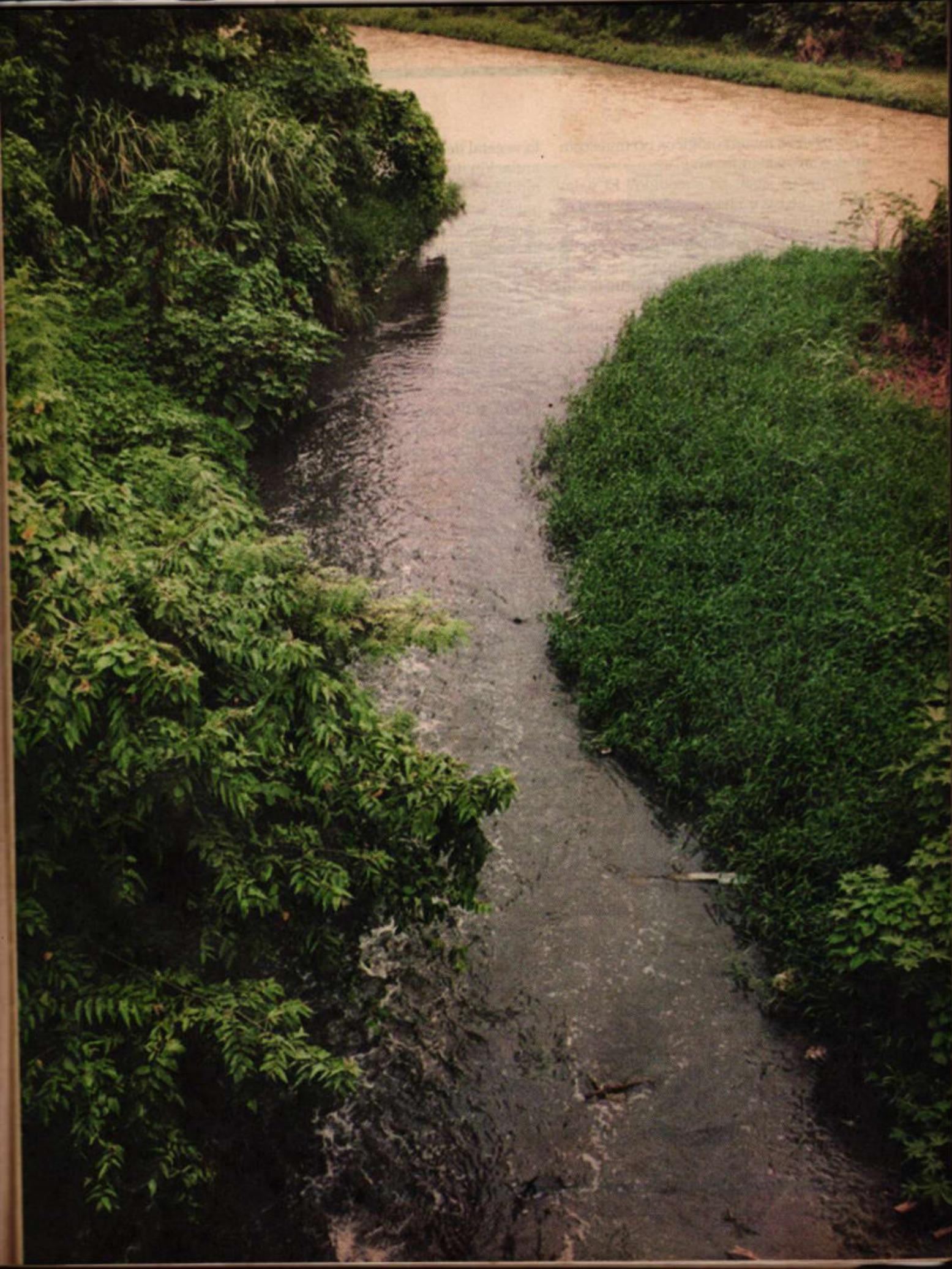
cedida por dramáticos cambios ambientales. Hachas y sierras, incendios forestales y la agricultura itinerante de *tumba y quema* violentaron el equilibrio ecológico, y los otrora caudalosos afluentes diseminados por toda la geografía dominicana se extinguieron o se hicieron intermitentes.

Los ríos han desaparecido. ¿Por qué se han ido?

Desde otras lejanías, los vientos siguen trayendo lluvias. En menuda llovizna o torrenciales aguaceros, caen las aguas que salvan las labranzas, limpian el ambiente y refrescan la tierra. Gota a gota el pluviómetro registra un promedio anual de 1,500 milímetros (mm) que mojan el territorio dominicano, sobre 1,700 mm en años extraordinariamente lluviosos, o tan solo poco más de 900 en uno de intensa sequía. Lluvias distintamente distribuidas en el tiempo y el espacio: La Hoya del Lago Enriquillo muere de sed, mientras en Villa Altigracia y Bonao se ahogan.

Las comparaciones con ciclos anteriores no arrojan diferencias apreciables, se alternan años lluviosos y de gran sequía, unas veces más, otras menos, un poco antes o después, pero decenio tras decenio

En Santiago, el Yaque del Norte recibe la descarga de varias cañadas de aguas negras. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



los registros meteorológicos no muestran un descenso significativo.

Entonces, ¿qué ha sucedido? El volumen de lluvias no ha cambiado, pero sí el régimen hidrológico que origina la formación de los ríos, mediante esta secuencia: evaporación, condensación, precipitación, escorrentía superficial e infiltración de las aguas en el subsuelo.

La causa fundamental de los cambios radica en que las montañas, donde nacen los ríos, han sido deforestadas y erosionadas, el país perdió más de dos tercios de sus bosques y gran cantidad de suelos.

El bosque es el gran regulador de toda el agua que llega a la tierra, protege los suelos e influye en las escorrentías, es decir, las aguas que se deslizan por la superficie terrestre en su trayecto hacia el mar.

Al llover sobre una montaña revestida de bosques, el agua se deposita en la hojarasca, en el tejido formado por raíces y hojas secas caídas al suelo, que la absorben como esponjas. La retienen, mientras las gruesas raíces que sobresalen en la superficie se convierten en pequeñas represas.

Desde esa alfombra, el agua penetra los poros de la tierra, se infiltra y sigue camino hacia el subsuelo, colándose gota a gota por hendiduras y grietas. Circula por las venas rocosas formando grandes depósitos subterráneos de los que nacen los ríos, de donde lentamente manan las aguas que alimentan sus caudales durante el estiaje, en épocas de sequía.

La naturaleza lo dispuso así, pero por la deforestación es cada vez menos el agua que penetra al subsuelo y mayores las escorrentías superficiales, el volumen que se pierde en el mar. Esto explica la pérdida de caudales, la transformación sufrida en la mayoría de los ríos del país, el paso de corrientes permanentes a intermitentes.

De la cantidad y densidad de la cubier-

ta vegetal depende en gran medida la acumulación de agua en el subsuelo, la disponibilidad del líquido en las cuencas altas y bajas. Autores coinciden en que la escorrentía en un bosque puede representar un 1% del total anual de lluvias, mientras en terrenos agrícolas sería del 30%, y en un suelo desnudo hasta 50%.

La infiltración, mayor cuando el suelo es más permeable, regula la velocidad de escurrimiento de las aguas y el flujo de los ríos, permite caudales más estables y disminuye las crecidas, aumenta las reservas subterráneas, que hacen menos sensible el estiaje. Además, la evaporación es mucho menos activa bajo la cubierta del arbolado, pues el aire está más próximo a su estado de saturación.

Con la ausencia de árboles aumenta el rigor climático, desaparece la humedad y se eleva la temperatura, el aire se reseca

más cuando hay sequía, la que se siente con mayor rigor.

La deforestación de las cuencas hidrográficas, desde donde las lluvias drenan hacia los ríos, ocasiona un microclima más seco por la evapotranspiración de las plantas; más caliente, debido al cambio en el albedo, efecto de la

flexibilidad de la luz sobre la superficie terrestre. Las montañas desnudas reciben directamente los rayos del sol y se calientan elevando las nubes.

Como resultado de la perturbación climática, las lluvias son erráticas, en vez de distribuirse más uniformemente, se concentran en corto tiempo, haciendo las sequías más prolongadas. Años atrás, las precipitaciones se repartían durante nueve meses, pero en la actualidad llueve más intensamente y en un período más breve, sólo tres meses, con su secuela de crecidas e inundaciones. El agua que debió durar meses en bajar, desciende rápidamente por la superficie, en apenas horas.

Los acuíferos subterráneos, abastecedores permanentes de los ríos, actúan como reserva en tiempos de sequía.

Sub-división hidrográfica	Localización	Ríos incluidos	Precipitaciones MM/año	Area Km ²	Calidad de agua
Zona de la Sierra de Bahoruco	Sur de la Sierra de Bahoruco	Pedernales y Nizaño	2,000 en las montañas, 750 en planicies	2,814	Pozos poco profundos o mal desarrollados pueden contener cloruros.
Zonas de Azua, Baní y San Cristóbal	Sur de la Cordillera Central entre los ríos Yaque del Sur y Ozama	Haina, Nigua, Nizao, Ocoa y Baní	750-2,000	4,460	Las aguas subterráneas tienen buen potencial.
Cuenca del río Ozama	Area de Santo Domingo	Ozama, Isabela, Yabacao y Sádita	1,400-2,500	2,706	Mala calidad de agua debido a la alta concentración de sólidos microorganismos y gases disueltos. Se ha agravado más en la actualidad.
San Pedro de Macorís La Romana	Zona de SPM	Chavón, Dulce, Soco, Cumayasa y Higuamo	1,000-2,500	4,626	Alto grado de erosión, dragado de sedimentos. Más nociva que el dragado es la ganadería.
Zona de Higüey	Areas de Higüey y San Rafael del Yuma	Yuma	1,000-1,750	2,207	Buena calidad de agua, buen potencial de uso. Cuando pasa por Higüey recibe desechos de aguas servidas, que lo hacen perder calidad.
Zona de Miches y Sabana de la Mar	Zona de Miches	Pequeños ríos	2,000-2,700	2,265	Las aguas subterráneas ofrecen buen potencial. Contaminación por agricultura, arrozales.
Zona de la Península de Samaná	Samaná	Limón, San Juan y Santa-Capuzá	2,000	-	Buena calidad.
Zona costera del Norte	Zona costera del Atlántico	Boba, Yásica, Nagua, Bajabonico y San Juan	1,000-2,300	4,266	Buena calidad de agua. En algunos puntos es buena, pero el Yásica, Bajabonico y los demás tienen problemas de contaminación industrial.
Cuenca del río Yuna	De la Cordillera Central hasta la Bahía de Samaná	Jima, Camú y Yuna	1,170-2,250	5,630	Hay problemas causados por el mal drenaje y algo de salinidad. Buen potencial para pozos profundos.
Cuenca del río Dajabón	Cordillera Central	Masacre y Chacuey	750-2,000	858	Buena para uso agrícola.
Cuenca del río Yaque del Sur	Cordillera Central, Sierra de Neiba y Martín García	Yaque del Sur, San Juan, Grande o del Medio, Las Cuevas y Los Baos	700-1,500	5,345	Buena calidad de agua pero contiene muchos sólidos en suspensión. Alta contaminación por uso indiscriminado de pesticidas y agroquímicos.
Hoya del Lago Enriquillo	Lago Enriquillo	Guayabal, Las Damas, Margajita, Barrero, Los Pinos	Zona muy árida	3,048	Aguas de producción agrícola moderada.
Cuenca del río Artibonito	Cerca de la frontera con Haití	Joca, Tocino, Macasías y Los Caños	1,200-2,000	2,643	Buena calidad de agua pero contiene muchos sólidos en suspensión. Contaminación del Macasías por asentamiento humano.
Cuenca del río Yaque del Norte	Yaque del Norte	Yaque del Norte, Mao, Amina, Guanuma, Bao y Jimenoa	500-2,000	7,053	Mala calidad de agua. Contiene sólidos en suspensión y numerosos microorganismos. Problemas de salinización.

FUENTE: PERFIL AMBIENTAL DEL PAÍS E INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR ELEUTERIO MARTÍNEZ

EROSIÓN HÍDRICA

Al llover sobre montañas cubiertas de vegetación, las gotas de agua chocan con las copas de los árboles y arbustos, se deslizan suavemente por hojas, ramas y troncos. No golpean con violencia el suelo y se evita la erosión.

La energía disipada por la gota al caer en terrenos desnudos, desprende partículas del suelo, que transportadas por las lluvias a los ríos llegan a los embalses, sedimentan presas y canales.

El impacto de la lluvia sobre el suelo es decisivo en el comportamiento de las aguas que escurren y en la erosión, en su drenaje interno y en el mantenimiento de los niveles freáticos, es decir, del nivel de las aguas subterráneas.

Al desprender las lluvias partículas del suelo, las más finas se dispersan, rompen los agregados y rellenan los poros superficiales. De la naturaleza del suelo, sobre todo de su textura y composición química, dependerá una mayor o menor compactación, el grado de infiltración y de escurrimiento superficial de las aguas, con el consiguiente aumento o disminución del arrastre de sedimentos.

Al depositarse los sedimentos en el cauce de ríos y arroyos, éstos pierden su capacidad de conducción y se reduce el flujo de agua. Se colmatan, haciéndose cada vez menos profundos y aumentando el riesgo de inundaciones.

RED HIDROGRÁFICA

El país dispone de una vasta red de ríos y arroyos, en cuyo emplazamiento influyen las características fisiográficas de las cordilleras que se extien-

den paralelas de este a oeste, Central, Oriental y Septentrional, las sierras de Neiba y de Bahoruco, vientres de agua que drenan hacia valles interiores y costeros.

Desde ellas manan los ríos, arroyos y norias diseminados por la geografía dominicana, alrededor de 1,500 cursos de agua, de los que poco más de 600 tienen un caudal regular aún en plena sequía.

De esa red hidrográfica, los principales afluentes poseen una extensión total de aproximadamente siete mil kilómetros, a los que se adicionan más de 2,500 kilómetros de arroyos.

Pero con la deforestación mermó el drenaje desde las montañas y consecuentemente el caudal de ríos y arroyos, inclusive en las más importantes arterias, Yaque del Norte, Yaque del Sur, Yuna, Artibonito, Ozama y Nizao, entre otros que cimentan el potencial hidrológico del país. Pocos, como el Mao, conservan buen flujo, los demás casi

siempre están secos, apenas tienen agua en uno que otro tramo, y, en muchos casos, nada.

Camú, Las Cuevas, Higuamo, Maguaca, Chacuey, Macasías, Guayubín, Nizafto y Nigua también están entre los ríos de alta prioridad, considerando la dimensión de sus cuencas, función ecológica, influencia en las actividades productivas y el suministro de agua potable, capacidad instalada y potencial de generación hidroeléctrica.

En las proximidades del Pico Duarte nace el río Yaque del Norte, cuyas aguas bañan montes y valles en un 30% de las tierras agrícolas del país, a través de sus

PROMEDIOS ANUALES DE LLUVIA DE REPÚBLICA DOMINICANA 1961-2002 (EN MILÍMETROS)

Años	Media Anual	Años	Media Anual
1961	1,560.0	1982	1,340.0
1962	1,360.0	1983	1,218.3
1963	1,706.0	1984	1,279.7
1964	1,266.0	1985	1,333.0
1965	1,400.0	1986	1,425.8
1966	1,374.0	1987	1,652.2
1967	919.2	1988	1,671.0
1968	1,266.0	1989	1,247.4
1969	1,398.9	1990	1,415.0
1970	1,521.9	1991	1,080.0
1971	1,271.3	1992	1,346.0
1972	1,342.3	1993	1,318.3
1973	1,118.0	1994	1,279.1
1974	1,303.0	1995	1,276.2
1975	1,124.3	1996	1,791.6
1976	1,046.7	1997	916.1
1977	1,285.7	1998	1,638.4
1978	1,274.7	1999	1,412.6
1979	2,028.3	2000	1,119.8
1980	1,289.7	2001	1,218.9
1981	1,707.4	2002	1,041.2

Nota: Precipitación normal anual (1961-2000) 1,387.7mm
Fuente: Oficina Nacional de Meteorología,
Departamento de Climatología

298 kilómetros de longitud, desaguando en una cuenca de 7,053 kilómetros cuadrados, el 14.5% del territorio nacional.

Su caudal promedio anual, de 64 metros cúbicos por segundo (m³/seg.), se alimenta de numerosos ríos: Bao, Amina, Mao, Guayubín, Maguaca, Jimenoa, Caña, Inoa, Dajao, Manatí, Capotillo, Macaboncito, Cazuela, Inaje, Jagua, Gurabo, Baiguague, Las Palmas, Los Tablones, Los Guanos, Las Guácaras, Antonzape Bueno y Antonzape Malo, Jamamú, Yujo, Guanajuma y Baiguate.

La cuenca del Yaque del Norte constituye el principal sistema hidrográfico por su extensión, importancia agroindustrial y superficie irrigada. Su relevancia ecológica radica en que da vida a las arideces del Valle Occidental del Cibao, recoge las escorrentías de las partes más húmedas de la Cordillera Central y conduce esas aguas hacia las áreas más secas del Noroeste.

Al este de esa cordillera fluye el río Yuna, segunda reserva fluvial, que serpentea a través de 209 kilómetros drenando una cuenca de elevada pluvio-metría y alta fertilidad, con una superficie de 5,630 km², el 11.5% del país.

Además de arroyos y cañadas tributarios del Yuna, en esa cuenca se forman más de veinte ríos que lo nutren: Camú, Blanco, Masipetro, Maimón, Yuboa, Juma, Chacuey, Tireo, Tireíto, La Piedra, Cevicos, Payabo, Sonador, Jina, Gima, Los Plátanos, Licey, Cuayá, Cenoví, Jaya, Guiza, Yamí, Cuaba, Sin, Jaigua, Yaiba y Yujo.

La mayoría de estos cursos de agua se concentran en las zonas media y baja del Yuna y el Camú, las dos corrientes principales, creando los humedales más extensos del país y del archipiélago de Las Antillas.

Sus caudales recorren una de las superficies más húmedas, el Cibao Oriental,

irrigan el valle del Yuna o de La Vega Real, el de mayor productividad, hasta desaparecer en la Bahía de Samaná. La parte baja está conformada por el extenso plano aluvial de este afluente, entre las cordilleras Septentrional y Oriental.

Desde lo alto del flanco sur del macizo central, drena el río Yaque del Sur a lo largo de sus 183 kilómetros en una región históricamente agobiada por un alto déficit hídrico. Sus aguas vivifican zonas áridas del Suroeste en su vasta cuenca de 5,345 km², un 10% del territorio nacional, hasta llegar a su desembocadura en la Bahía de Neiba, cerca de Barahona.

Sus principales ríos son Las Cuevas, San Juan, Los Baos, Grande o del Medio, Pantuflas, Yaquecillo, Blanco, Mijo, Maguana y Vallejuelo.

La deforestación en zonas montañosas, que conduce a la erosión, disminuye la capacidad de captar agua por condensación o humectación.

En casi toda esta cuenca impera un clima seco y muy árido, de escasas precipitaciones, por lo que la mayoría de los cursos de agua languidecen y tienden a secarse en el estiaje. Las únicas corrientes permanentes son las originadas en la parte alta de la Cordillera Central y de la Sierra de Neiba,

donde las lluvias superan la evapotranspiración potencial.

La heterogeneidad geomorfológica de esta región es muy marcada, con un valle alto en Constanza, el de San Juan al medio, y hacia el sur una llanura fluvial que contrasta con las colinas y cerros de la Cordillera Central.

La región Centro-Sur comprende dos grandes ríos: Ozama y Nizao, que recogen numerosos cursos de agua originados en las cordilleras Central y Oriental, en la Sierra de Yamasá y Los Haitises.

El Ozama se desplaza moribundo desde su nacimiento al norte de Villa Altigracia, sigue una trayectoria muy irregular a lo largo de 102 kilómetros, a través de una cuenca con 3,100 km², el 6.5% de la superficie nacional.

Entre los ríos más importantes figuran: Isabela, Higüero, Matigüello, Guanuma, Mayiga, Yamasá, Quita Sueño, Panota, Verde, Sábita, Boyá, Monte Plata, Yaví, Comate, Yabacao y Comatillo.

Igualmente, fluyen dentro de esta zona hídrica los ríos Isa, Duey, Mana, Guanani-to, Haina, Básima, Nigua, Yubaso, Mahoma, Mahomita, Maiboa, Banilejo, Malo y Los Patos.

De corto curso, 133 kms, el otrora indómito río Nizao posee la mayor inclinación o pendiente, encontrándose su cabecera a 2,400 metros sobre el nivel del mar, lo que permite su aprovechamiento para generación hidroeléctrica.

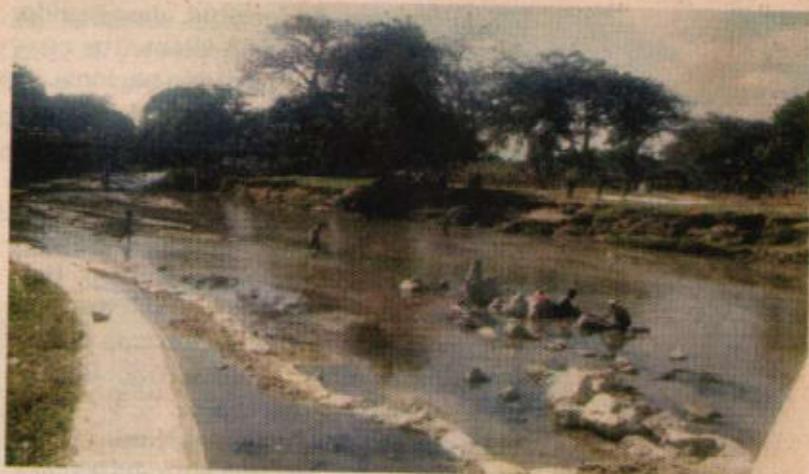
En el remanso del Ozama se forman inmensos humedales, segundos más grandes del país, observándose en las inmediaciones de La Victoria y aguas arriba numerosas lagunas, caños, manantiales, manglares y vastas praderas de vegetación palustre.

Otra curiosidad ecológica de esta cuenca es la presencia de un manglar bastante conservado, a 17 kilómetros de la costa, donde no penetra la cuña salina, por lo que se ha convertido en una novedad para la investigación científica. Un fenómeno raro, dado que en las zonas tropicales el manglar se desarrolla en ambientes salobres.

Cada vez más agónico, por el flanco occidental de esa cadena montañosa, corre el río Artibonito, cuyo curso demarca parte de la frontera con Haití. Es el más largo de la isla, con 321 kilómetros, atravesando una cuenca severamente devastada por la deforestación y la quema de carbón.

Conforman también esta región hidrográfica los ríos Los Caños, Yabonico, Tocino, Joca, Mesomíngio, Limpio, Neita y Macasías, entre otros en extinción.

En la región procurrente de Pedernales, que comprende toda la vertiente sur de la Sierra de Bahoruco, imperan la sequía y la aridez extremas en casi toda su extensión superficial. Sólo posee tres ríos de importancia: Nizaíta, Sito y Pederna-



Mujeres y hombres lavan ropas en el río Masacre.
Foto: Hoy/Franklin Guerrero.

les, el cual tiene al río Mulito como tributario. Entre sus escasos manantiales están el San Rafael y el río Los Patos, el más corto del país, apenas 50 metros de longitud.

Hacia La Hoya de Enriquillo confluyen los ríos Bermesí, Guayabal, La Descubierta, Las Marías, Panzo, El Estero, Jimaní, El Penitente, entre otros, que también agonizan.

REGIÓN ATLÁNTICA

En la vertiente norte de la Cordillera Septentrional nacen los cursos de agua de la región hidrográfica Atlántica o de la Costa Norte, de alto potencial hídrico y disímiles características ecológicas. Comienza con una zona de alta pluviometría y cursos de aguas permanentes, y termina en un bosque seco de escasas lluvias y ríos secos casi todo el año.

Por el norte fluye el río Bajabonico, el de mayor longitud de esa zona, junto al Boba y el Yásica. A sus corrientes se suman las de ríos cortos que desembocan directamente al mar, algunos de los cuales conservan sus bosques de galería. Entre ellos figuran:

Nagua, San Marcos, Maimón, Baquí, Riote, Unijica, Cabía, Yásica, Muñoz, Sosúa, El Limón, Gran Estero, Grande, El Factor, Helechal, Los Morones, Yajabo, Yaroa, Jamao, Partido, Veragua, Catalina, Orí, Gen, Canete, Pérez y Venus.

La región hidrográfica del Este tiene su

mayor altura en la Cordillera Oriental, de moderada altitud, donde nacen sus principales ríos: Higuamo, Yuma, Chavón, Soco, Nisibón, Yabón, Casuf, Cumayasa, Sanate, Dulce, Duey, Maimón, Duyey, Yonú, Anamuya, Cuarón, Las Lisas, Cedro, Jovero, Jayán, Yeguada, Culebra y otros que irrigan vastas llanuras y onduladas superficies.

El deterioro de los recursos hídricos del Este no alcanza los niveles críticos de las demás cuencas, donde agonizan importantes ríos de los que depende la vida de los dominicanos. Se extinguen, y el país comienza a sentir los devastadores efectos de la desaparición de sus fuentes de agua.

Cuando un río se seca se desarticula todo un ecosistema, se afectan los seres que desarrollan su vida dentro o en torno a él, plantas, animales y, sobre todo, los humanos, mayores beneficiarios.

RÍOS QUE MUEREN:

Hatuey, Jayaco, Mijita, Pérez, Nigua, Yubaso, Baní, Nizao, Ocoa, Chiquito, Grande, Vía, Peralta, Jura, Tábara, Viajama, Los Baos, Macasías, Vallejuelo, Panzo, Barrero, Estero, Mión, Jimaní, Bermesí, Río Grande, Palomino y, entre otros, Birán.

RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Cumpliendo el ciclo hidrológico, el agua está en continuo movimiento entre la tierra y la atmósfera, en un proceso donde el volumen involucrado permanece más o menos constante, con pequeñas oscilaciones cíclicas interanuales.

El motor de arranque de este ciclo es la energía solar, que vaporiza el agua retenida por el suelo, hojas y troncos, la que escurre por la superficie terrestre y la almacenada en lagos y mares.

Los árboles toman agua de los suelos, mas sólo una diminuta porción de la que absorben las raíces queda en los tejidos de las plantas. Casi toda es devuelta a la atmósfera en forma de vapor mediante la transpiración, una especie de evaporación a través de las plantas.

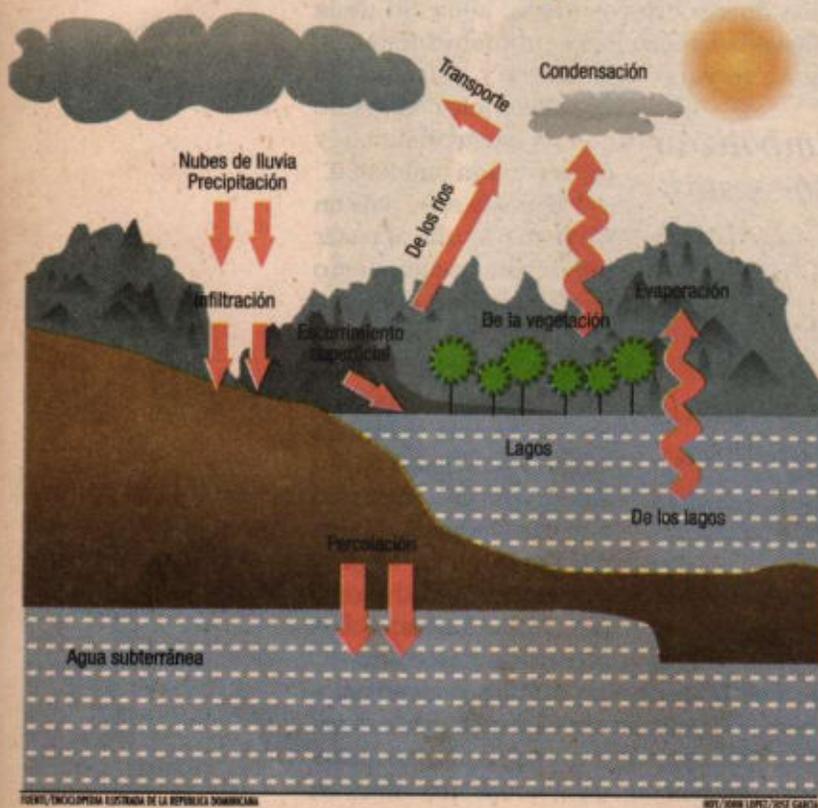
En su recorrido ascendente hacia la atmósfera, el vapor de agua se enfría y se condensa, se convierte en gotitas de agua alrededor de núcleos compuestos de partículas de polvo, humo, anhídrido sulfuroso, sales o sustancias similares. El conjunto de gotitas forma las nubes.

El enfriamiento del vapor ocurre fundamentalmente por dos causas: altura e influencia orográfica. La altura, porque en las capas superiores de la atmósfera las temperaturas son bajas. La orografía, pues el vapor de agua alcanza temperaturas bajas más rápidamente al encontrar una cordillera a su paso.

Las montañas mantienen menores temperaturas que los llanos y dirigen hacia capas superiores de la atmósfera a los vientos, decisivos en la distribución espacial de las precipitaciones.

Por esas razones, República Dominicana, un país montañoso, tiene una muy ventajosa posición hidrográfica.

Ciclo hidrológico



[III] Aguas contaminadas

Previsora, la naturaleza dotó a los ríos de mecanismos de autopurificación. Dio a sus caudales suficiente capacidad de dilución para librarse de sustancias extrañas que llegaran a su curso. Mas, la agresión de los contaminantes ha sido tan excesiva, continua y brutal, que sobrepasan los mecanismos de defensa de las fuentes de agua, las cuales se degradan y mueren por falta de oxígeno.

Los ríos están indefensos. No pueden responder al ataque de la fuerte carga tóxica, inclusive en su mismo lugar de nacimiento, debido a que su capacidad de dilución, que depende de la cantidad de agua que fluye por sus cauces, se reduce con la pérdida de caudales y la sedimentación.

Los peces tampoco resisten el persistente embate contra su hábitat y desapa-

recen del medio acuático. Fauna y flora se extinguen, se altera la biodiversidad.

La polución de las fuentes hídricas toma ribetes críticos con el aumento de la densidad poblacional, proliferación industrial, turismo, agricultura y pecuaria sin

conciliar el desarrollo con la sostenibilidad y preservación ambiental.

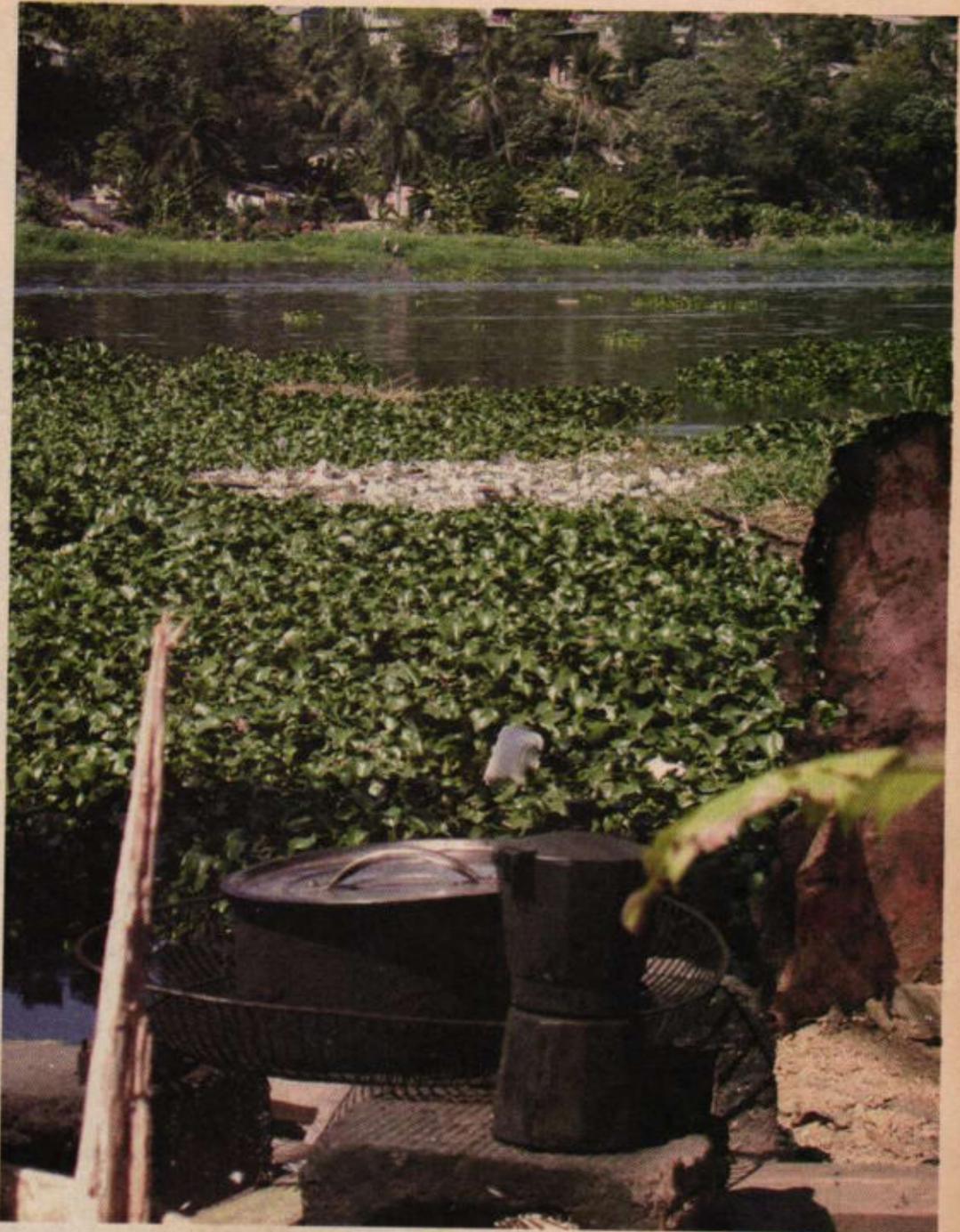
No existe en el país un río o arroyo que al pasar por algún asentamiento humano no se contamine, como les ocurre al Yaque del Norte al cruzar por Santiago y Jarabacoa, al Ozama e Isabela cuando atraviesan Santo Domingo; al Higuamo por San Pedro de Macorís; Camú en La Vega, y el Haina en su trayecto por Villa Altagracia, Los Alcarrizos y Herrera.

Por falta de una cultura conservacionista, de una clara conciencia sobre el valor ecológico y económico de los sistemas acuáticos, convierten los ríos en

Las aguas simbolizan la purificación, están en la naturaleza para contribuir al bienestar humano, pero al contaminarse se convierten en vehículo en el que viajan virus y bacterias, peligrosas partículas de sustancias químicas y metales pesados.

El río Ozama, uno de los más contaminados del país, se reviste de lillas procurando sobrevivir a través de esas plantas.

Foto: Hoy/Napoleón Marte.



cloacas, en vertederos de basura. Irracional e indiscriminadamente les arrojan desechos domésticos e industriales, todo tipo de desperdicios, vertidos tóxicos peligrosos que pueden acumularse en los tejidos humanos y ocasionar graves problemas de salud.

Amén de contribuir al deterioro ambiental, la contaminación de los ríos repercute en la salud y tiene implicaciones económicas, pues al contaminarse una fuente de agua, superficial o subterránea, se encarece la obtención del líquido, al tener que buscarse a mayor distancia, como

también el costo de su tratamiento para potabilizarlo. La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas tiene como principales causas:

-Residuos urbanos líquidos y sólidos, debido a prácticas inadecuadas de manejo y disposición, y la ausencia casi total de tratamiento de aguas residuales domésticas. Son especialmente nocivos cuando se eliminan sin control alguno en vertederos abiertos o que no estén bien diseñados.

-Descargas industriales sin tratar o tratadas de manera deficiente, incluyendo la industria turística.

-Escorrentía agrícola y erosión.

-Intrusión salina por sobreexplotación de acuíferos.

LOS MÁS CONTAMINADOS

Ozama e Isabela, en Santo Domingo; Higuamo, en San Pedro de Macorís; Yaque del Norte, en Santiago; San Marcos, en Puerto Plata, y el Jaya, en San Francisco de Macorís, son los ríos más degradados con las descargas domésticas y desechos de fábricas de jabones, detergentes, pintura y papel, licorerías, destilerías y curtidoras de pieles, importantes fuentes contaminantes, junto a ingenios azucareros.

Bastante lesionada está la cuenca baja del río Haina, asiento de un gran parque industrial, también las cuencas media y baja de los ríos Yuna y Camú, como resultado del impacto doméstico, agrícola, industrial y minero.

Entre los desechos vertidos a sus aguas, hay residuos orgánicos fermentables o de descomposición lenta, como productos plásticos y el papel, y otros que contienen contaminantes químicos, entre ellos los hidrocarburos clorinados, petróleo, fenoles, detergentes, ácido clorhídrico y fertilizantes. Igualmente peligrosos son los que contienen metales pesados, como plomo, bromo y cobre.

Las industrias que operan sin ningún tipo de control ambiental producen una polución que no sólo afecta a las ciudades o a los sitios a donde directamente

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Física

- La turbidez, originada por los sólidos en suspensión, modifica su aspecto e induce a no consumirla.
- La tierra depositada en el fondo de los ríos o arroyos los colmata, haciéndolos cada vez menos profundos y aumenta el riesgo de inundaciones.

Química

- Producidos por los detergentes, fosfatos, solventes, biocidas, pesticidas, medicamentos, metales pesados, etc.
- El fosfato de los detergentes y abonos, cuando llega al agua provoca la proliferación de algas, y al morir éstas, las bacterias que las degradan consumen el oxígeno e impiden el desarrollo de otros seres.
- Lluvia ácida, se produce cuando contaminantes como dióxido de azufre y óxido de nitrógeno reaccionan con el agua de las nubes acidificándola. Esto perjudica a bosques, estatuas, animales.
- Biocidas; (Bio = vida, Cida = matar). Los biocidas son tóxicos, entre ellos los insecticidas (mata insectos), herbicidas (mata hierba), acaricida (mata ácaros), pulguicida (mata pulgas). Al contaminar las aguas producen alergias, parálisis, problemas respiratorios, cáncer. Se recomienda usar control biológico.

Biológica

- Se produce cuando al agua llegan desechos, como los de cloacas, de letrinas, materias fecales de granjas y corrales.
- Estos residuos contienen bacterias, virus, bacilos, parásitos, protozoos, que sólo se detectan por análisis de laboratorio.
- Las aguas contaminadas producen enfermedades como el cólera, diarrea, hepatitis, fiebre tifoidea, gastroenteritis, salmonelosis, amebiasis, infecciones varias.

Fuente: Programa Cultura del Agua. Indrhi



El río Isabela, completamente cubierto de algas, en uno de sus tramos.
Foto: Eleuterio Martínez.

llegan sus vertidos, la lluvia los arrastra a muchos kilómetros del lugar de origen, afectando las fuentes de agua, la floresta y la agropecuaria.

Además, el aumento del uso de plaguicidas y otros productos químicos agrícolas, a menudo sin control, plantea riesgos potenciales para la población y los recursos hídricos.

Al llegar al agua el fosfato de los detergentes, fertilizantes o desechos industriales provocan un crecimiento desordenado de plantas acuáticas, que al completar su ciclo de vida se descomponen, degradadas por bacterias que usurpan el oxígeno impidiendo el desarrollo de otros seres. Sin oxígeno no hay vida, los peces mueren, no pueden respirar.

Al inicio de la descomposición, las algas necesitan oxígeno, y si la cantidad requerida supera el contenido en el agua, se crea un déficit y una acumulación de dióxido de carbono. La capacidad del agua para disolver el oxígeno se reduce, sur-

gen malos olores, se imposibilita la cría de peces y el consumo de las aguas, convertidas en un foco de infección.

Este fenómeno, denominado eutroficación, se observa en las aguas infestas del río Ozama, revestidas por una alfombra de lilas, como respuesta biológica a la alta contaminación. El río está buscando una forma de sobrevivir y lo hace a través de esas plantas.

La proliferación de lilas es aún mayor en el Isabela, un río completamente muerto desde el barrio La Zurza hasta Los Tres Brazos.

A la agonía de ambos ríos contribuye la presencia de más de medio millón de personas que en condiciones de extrema pobreza viven en las márgenes de estos afluentes, que recogen las aguas negras de la capital, aproximadamente 97% sin tratar. Proceden de las descargas de residuos cloacales y procesamientos industriales, fábricas de jabones, textiles y embutidos, aceites, petróleo y otros.

Afortunadamente se discontinuó el vertido de efluentes contaminantes por los desaparecidos ingenios San Luis y Ozama, que arrojaban al río las sustancias con que lavaban las calderas, destruyendo toda forma de vida.

Los más altos niveles contaminantes del río Ozama se producen en las inmediaciones de Santo Domingo, a partir de San Luis, principalmente en su confluencia con el río Isabela. Ahí se concentran treinta y tres descargas de aguas residuales sin tratamiento que afectan el medio ambiente, la flora y la fauna acuática, y la salud de la gente radicada en las cercanías de esas aguas infectadas.

Esto ocurre en el estuario, donde el Mar Caribe penetra a ambos afluentes cerca de quince kilómetros adentro, mezclándose aguas dulces y saladas. No son aprovechables para consumo humano, pero sí en recreación y ornato, y no hay razón para contaminarlas.

Los ríos con mayores caudales contienen gran cantidad de oxígeno disuelto, pueden autodepurarse. El movimiento de sus aguas las oxigena, impide que sobrevivan bacterias, muriendo en el trayecto los coliformes.

Mediciones de oxígeno disuelto en un río no contaminado reportan niveles óptimos de saturación, de 14 miligramos por litro, mientras que el Ozama ha presentado un promedio de 1.5 y 2, considerando que 0 es igual a un río muerto.

La cantidad de oxígeno disuelto en el Ozama, sumamente baja, aumenta ligeramente al aproximarse al Mar Caribe, debido al oleaje, ya que el movimiento oxigena las aguas.

Tan grave como la del Ozama es la polución del río Higuamo, donde en la parte más alta, menos degradada, han medido 9 miligramos de oxígeno disuelto, y en las más bajas hasta 0.

LA AGONÍA DEL YAQUE

El río Yaque del Norte agoniza, víctima de una fuerte contaminación de origen doméstico e industrial, que crece al

LA BASURA CONTAMINA LAS AGUAS

Prevenir la contaminación del agua es fundamental para evitar enfermedades, mejorar la economía y garantizar una vida sana. Hay que tener sumo cuidado con los vertederos de basura, cuyos lixiviados drenan directamente a las fuentes acuíferas, contaminándolas con virus y bacterias. Inclusive, las lluvias pueden trasladarlos superficialmente hasta fuentes hídricas distantes.

En los desperdicios, sobre todo

de industrias, hospitales y laboratorios, podría haber sustancias nocivas, cuya presencia en el agua resulta altamente peligrosa. Se recomienda cuidado con el arsénico, que puede causar leucemia; el cadmio, asociado al cáncer renal y problemas en los huesos; el cobre, que daña el hígado, y el plomo, responsable del saturnismo en el embarazo, causa de aborto, parto prematuro, bajo peso al nacer y niños con retardo mental.

pasar por Jarabacoa, ciudad sin planta de tratamiento, donde las aguas negras van directamente a ese afluente.

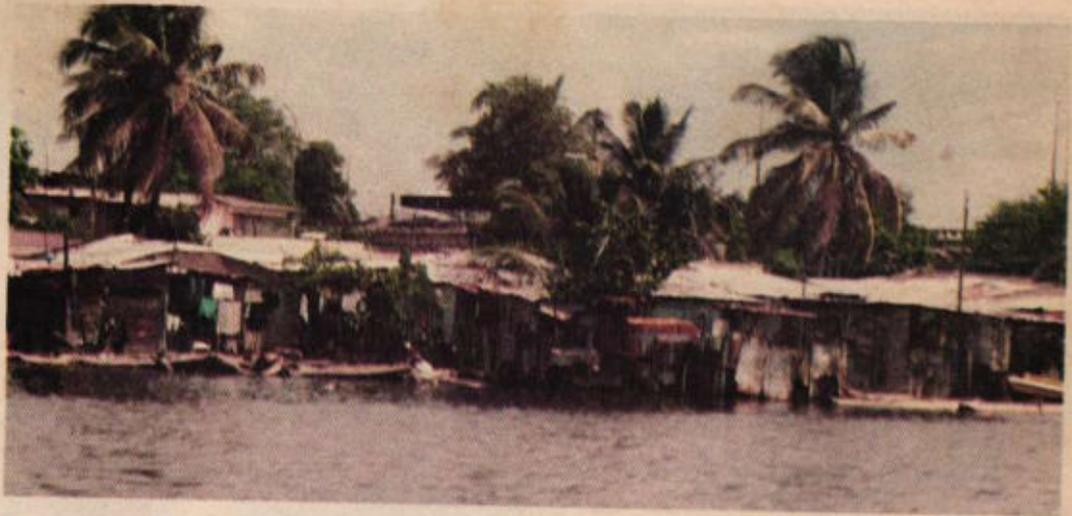
En el trayecto de Jarabacoa a la presa de Tavera hay un proceso natural de purificación, el río diluye la contaminación en un 95%. Pero cuando las aguas llegan a Santiago reciben una fuerte carga tóxica, estimada en 3 m³/seg de aguas residuales.

Por lo menos 20,000 familias viven en áreas marginadas de Santiago, arrojando sus desperdicios y aguas cloacales al río. Gran parte de la basura producida por las 128 urbanizaciones y repartos y 28 barrios de esta comunidad es arrastrada por las aguas pluviales hacia el Yaque, depositándose en su cauce sedimentado.

La ciudad posee una planta de tratamiento de aguas negras manejada con eficiencia, pero la población crece aceleradamente y muchas áreas no están conectadas al sistema de tratamiento, por lo que las vierten directamente al Yaque.

Tres arroyos urbanos de Santiago: Nibaje, Gurabo y Jacagua aportan casi un 50% de los contaminantes del Yaque. Arrastran los desperdicios y aguas residuales de alrededor 15,000 familias hacinadas a orillas de las cañadas La Julia, del Diablo y otras, que los lanzan a arroyos y cañadas.

En el estuario del río Higuamo se observa una alta concentración de viviendas, importante fuente de contaminación. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo.



Altamente contaminado tras pasar por Santiago, el Yaque se dirige hacia la Línea Noroeste, siendo la fuente principal de agua de Villa González, Villa Vásquez, Laguna Salada, Maimón y Castañuelas, y entra a Montecristi como un peligroso foco de infección.

Igual ocurre con el Camú. Tan pronto pasa por la ciudad de La Vega se convierte en una cloaca y, como afluente del Yuna, también lo degrada.

CONTAMINACIÓN POR SEDIMENTOS

La calidad de las fuentes de agua está sumamente alterada por los sedimentos que genera la erosión de suelos agrícolas ricos en fosfatos y nitratos que contaminan ríos, arroyos y embalses, produciendo una libra de fósforo, 700 libras de algas.

Si los compuestos nitrogenados que alteran el agua son consumidos por niños y convertidos en sus estómagos en nitratos, podrían sufrir gastroenteritis, metehemoglobina, crecimiento pobre y, en caso extremo, la muerte por envenenamiento.

Por lo menos potencialmente, existe peligro de contaminación en los canales de riego y, sobre todo, en aguas para consumo humano. De acuerdo con el Servicio de Salud de los Estados Unidos, el agua es nociva para consumo humano si tiene más de diez partes por millón de nitratos.

La utilización de fertilizantes nitrogenados expone a que por arrastre y per-

meabilidad del suelo, las aguas de riego lleven esos residuos a los acuíferos subterráneos.

Por la sedimentación descendió la capacidad de conducción del río Masacre, que llega a la laguna de Saladilla, en Dajabón, pasando por fincas arroceras donde se contamina con pesticidas y otros agroquímicos. Esas aguas se depositan en la laguna y pierden su calidad para uso doméstico.

Cuando los canales atraviesan cultivos extensivos, como los arrozales, que aplican altas dosis de fertilizantes, insecticidas, pesticidas y yerbicidas, las aguas muchas veces vuelven a caer al canal o directamente a los ríos, cañadas y arroyos, retornan cargadas de contaminantes y de nuevo son aprovechadas para riego y otros fines. En esos cursos de agua mueren los peces, indicio de que su nivel de polución podría eventualmente afectar de manera más nociva.

Una práctica bastante peligrosa ha sido que los campesinos lavaban en los canales los tanques y otros utensilios empleados en la aplicación de pesticidas, incluso descargando ahí el resto.

La contaminación de los ríos, en la mayoría de los casos reversible aunque a un costo sumamente elevado, no ha sido debidamente enfrentada ni siquiera en los afluentes principales. Su acción mortífera se prolonga día a día matando las fuentes de agua.

[IV] Extracción de arena

Un grano de arena, aun el más diminuto corpúsculo de un ecosistema, tiene una función definida, vital, irremplazable, dentro del armónico plan de la naturaleza, en el rol asignado a ríos y arroyos, a las aguas cantarinas que resbalan inquietas sobre interminables pasadizos de piedra.

Con paciencia infinita, los ríos construyeron su lecho, guijarros pulidos por los siglos y suelos areniscos conforman una capa permeabilizante que posibilita el curso superficial de sus caudales.

Esa obra secular desaparece en instantes al influjo de la irracionalidad. En un golpe mortal al equilibrio ecológico, hombres y máquinas destruyen la vida de fuentes de agua al extraerles indiscriminadamente inmensas cantidades de arena, grava y gravilla, una de las tres principales causas de la extinción de los ríos, precedida por la deforestación y la contaminación.

Picos, palas y excavadoras mecánicas remueven los suelos areniscos, desprendiendo un polvillo que contamina el am-

biente, alterado a la vez por el ruido ensordecedor de la maquinaria.

Un total de 136 ríos del país, Nizao, Nigua y Yubaso, primordialmente, han sido intervenidos en los últimos años por la extracción masiva de materiales, una acción que realizada de manera irracional, desordenada, degrada los afluentes, destruye sus lechos, sus terrazas aluviales.

En situación crítica están también el Yaque del Norte, Camú, Yuna, Yásica, Ocoa, Haina y Chavón, entre otros.

Alrededor del 80% de los agregados extraídos proceden de la zona de influencia de la cuenca

de Santo Domingo, y el resto del Cibao Central, del Sur y Este del país.

Las huellas de la devastación están patentes en los ríos excavados. Desaparecen bosques de galería y la vegetación ribereña que los protegen y garantizan su estabilidad biológica; los caudales se agotan, acumulan sedimentos y los peces no pueden sobrevivir, al tiempo que se altera la salinidad de los suelos.

Lo más degradante es la destrucción de los suelos aluvionales, a orillas de los ríos, los de mayor fertilidad.



En el río Nizao quedan las desérticas huellas de una intensiva extracción de agregados. Foto: Hoy/ José Alberto Rudecindo

Su repercusión es grave. La sobreexplotación de los cauces y de las márgenes de los ríos provoca múltiples daños que alteran el ambiente y lesionan la calidad de vida de la población:

- Rotura de la pendiente de equilibrio del afluente, ramificación del cauce, incremento de la evaporación e infiltración de sus caudales.

- Aumento de la cantidad de sólidos en suspensión, limitando el aprovechamiento del caudal aguas abajo de la explotación.

- Depresión del nivel freático en tierras aledañas, erosión en predios adyacentes, modificación de la dinámica hidrológica, con sequías más pronunciadas, avenidas incontroladas, desbordes e intermitencias.

- Disminución de la fauna terrestre y acuática, deterioro de las actividades agropecuarias y pesqueras.

- Deterioro de las infraestructuras.

- Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas con lubricantes y combustibles.

La destructiva práctica de extracción en los lechos de los ríos se extendió durante decenios por todo el país sin control técnico, estimándose que alrededor de treinta ríos están severamente afectados, algunos en virtual extinción.

Nigua y Yubaso apenas tienen caudales. Las corrientes se sumergen al dañarse la corteza impermeable que sostiene el curso de sus aguas. Con la extracción de materiales del lecho, el río pierde su capacidad de conducción natural, su cauce se ensancha y se incrementa la evaporación, el agua que fluye se riega y, al perder la capa permeabilizante, se va al subsuelo.

Los materiales granulados son los que permiten la circulación de las aguas y hacen posible su almacenamiento en los espacios entre unos y otros, en sus intersticios.



La extracción de arena en el río Ocoa contribuye a su degradación.

Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo

Lo más degradante es la destrucción de los suelos aluvionales, a orillas de los ríos, los de mayor fertilidad, con más elevado potencial agrícola. Implacablemente los remueven para extraer la arena que acumulan debajo.

Así han destruido inmensas llanuras aluvionales de cuencas hidrográficas, cuyos recursos estaban comprometidos con la producción agrícola y el abastecimiento de agua a ciudades aledañas. Esto ha ocurrido en la llanura ribereña del Nigua, al pie de la loma Santa María, de 2-5 kilómetros aguas arriba de San Cristóbal. Ha sucedido también en el Yuna a su paso por la zona baja de Cotuí, y con el Yaque del Norte en las inmediaciones de la parte occidental de Santiago-Villa González.

Estas planicies aluvionales, captoras de aguas subterráneas y superficiales, representaban una respuesta económica razonable para suministrar agua a centros urbanos. La acción desmesurada de las excavaciones lo imposibilita.

DESMEDIDA EXPLOTACIÓN

La cuenca del río Nizao ha sido escenario de una desmedida explotación de agregados, la cual rompe el perfil de equi-

librio de ese afluente y genera efectos nocivos que suponen grandes pérdidas económicas y ambientales.

Entre las dañinas secuelas están la colmatación o relleno de sedimentos en los embalses de las presas, contaminación del acuífero con combustibles y lubricantes, y la destrucción de la carretera Semana Santa-Boca de Mana.

En esa cuenca quedan lagunas artificiales de aguas verduzcas por la proliferación de algas, producto de la extracción, de decenas de excavaciones mecánicas de gravas y arenas posicionadas hasta cuatro y cinco metros por debajo del nivel freático. Cuando éste se rompe en un llano o si las perforaciones son muy profundas, como en el río Nizao, ocurre la intrusión salina del acuífero y los suelos se salinizan, pierden fertilidad.

EL MAR LLEGA AL RÍO

El impacto destructivo de la despiadada extracción suele ser tan dañina que su corriente se invierte. En vez del río llegar al mar, las aguas del mar penetran en el río, como ha pasado en Nigua y Yubaso, de San Cristóbal, al invertirse la pendiente del delta.

Al tiempo que se secan los ríos, los suelos se hacen improductivos, se imposibilita la obtención de agua subterránea para uso doméstico y agrícola. Y es que la intrusión marina deteriora cada vez más la calidad del agua almacenada en los acuíferos subterráneos cercanos a la zona, volviéndola salada.

Además, esos caudales inutilizados contribuían a la estabilización de la humedad del suelo para beneficio de la producción agrícola.

En la medida en que la calidad de las fuentes subterráneas se deteriore por la alta concentración de sales minerales, como ocurrió en la cuenca baja del río Nigua, en similar proporción se limitará su aprovechamiento con fines industriales y domésticos.

Durante los últimos tres decenios este tramo de cuenca fue sometido a una extracción irracional de sedimentos, produciendo un apreciable abatimiento de los niveles freáticos y una desviación dislocada en la inclinación o gradientes hidráulicos. Esto mermó, hace varios años, la efectividad de un proyecto auspiciado por el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (Inapa) para abastecer de agua a la zona industrial de Haina.

El río Nigua, cuya cuenca abarca una superficie de 225 km², nace en la vertiente sureste de la sierra de Ocoa, a 895 metros sobre el nivel del mar, recorre 60 kilómetros para desembocar al sur de Nigua en el Mar Caribe. Sus aguas desaparecen parcialmente en El Tablazo, al infiltrarse en el lecho, aflorando luego parte del caudal en el manantial de La Toma, seis kilómetros más abajo.

El área donde se depositan las arenas y

gravas del río Nigua abarcaba un manto de alrededor de 25 km² y un espesor entre 0 y 8 metros, dando un volumen aproximado de 1,000 millones de metros cúbicos, que por decenios se constituyó en una gran fuente de agregados para la industria de la construcción.

La forma irracional y desarticulada en que han extraído los materiales de su lecho provoca un desequilibrio ecológico que producirá condiciones funestas en toda esa región, al sureste de San Cristóbal.

Por la continua depredación, en la zona es evidente la desaparición de la fauna, en los ríos no hay peces, camarones ni jaibas, la flora ha sido sensiblemente afectada, árboles y arbustos que poblaban las márgenes eran destruidos junto a la capa vegetal de los suelos, al paso de las grúas y las palas mecánicas.

Como resultado de la erosión provocada en las riberas de los ríos Nigua y Yubaso se perdieron tierras para la agricultura, además de haber sido afectada indirectamente La Toma, punto de abastecimiento del acueducto de San Cristóbal, puesto que se supe de filtraciones provenientes del río Nigua en las zonas de Tablazo y Carvajal.

Los daños son extensivos a numerosos ríos sometidos a la extracción indiscriminada de la corteza terrestre, clandestinamente o con permisos legales que a menudo sobrepasaban los límites establecidos. Las leyes y regulaciones han sido sistemáticamente violadas y los permisos excedidos con creces.

HAINA Y SUS TRIBUTARIOS

A causa de las extracciones fueron igualmente afectados los ríos Haina y sus tributarios, Isa y Duey, que abastecen

Sólo podremos hablar de desarrollo y de mejoría en la calidad de vida cuando el perjuicio que pueda crear al medio ambiente una actividad humana, además de reducirlo al mínimo, sea compensado con otra acción que provoque el equilibrio, una de las leyes fundamentales de la naturaleza.

parte de la población capitalina; Yaque del Norte, de Santiago; Bayguate; el Jimenoa, de Jara-bacoa, donde años atrás se llegó inclusive a instalar una fábrica de bloques en una de sus márgenes, la cual fue desmantelada.

Los daños son extensivos al Yuna, Maspiedro y Juma, de Bonao; el río Moca,

la más importante fuente hidrográfica de la provincia Espaillat; el río Vallejuelo, en El Cercado, seriamente amenazado por la continua extracción, como también los ríos Jaya y Cuaba, en San Francisco de Macorís, entre otros afluentes.

Las arenas de la playa de Chavón, donde desemboca el río del mismo nombre, fueron intensamente utilizadas en la industria de la construcción, hasta llegar a la virtual destrucción de la playa. Consecuentemente, el mar penetró al río y salinizó más de diez kilómetros de su curso, provocando serios problemas a los habitantes de la zona, no había agua potable y la pesca se dificultó, camarones y cangrejos desaparecieron.

ALTERNATIVAS

Grupos ecologistas insisten en la utilización por parte de las granceras de las nume-

rosas minas secas existentes en el país, presentando alternativas como sustituto de esta práctica depredadora, entre ellas las siguientes canteras:

-Gravas y arenas de las antiguas terrazas fluviales de Cambelén, al sureste de San Cristóbal y oeste de Haina; las paleoterrazas del Haina en las zonas de Medina, Hato Nuevo y Palavé, que pueden

abastecer a Santo Domingo sin necesidad de lesionar los ríos.

-Palo Amarillo, al sur de Santiago; de Jánico-Pedregal, en San José de las Matas; de Las Matas de Farfán y de Azua-Villarando.

-Gravas y arenas de las antiguas terrazas fluviales y abanicos aluvionales de la franja Villa González-Navarrete-Jicomé.

-Abanicos aluvionales de la franja Galván-Neiba.

Durante los debates protagonizados por ecologistas y granceros se planteó la necesidad de reformar las leyes 123, de Protección de la Corteza Terrestre, y 146, de Minería, señalando los requisitos indispensables para poder obtener un permiso de explotación de agregados.

Recientemente se determinó que las granceras deberán pagar a la Secretaría de Medio Ambiente cuatro pesos por cada m³ de materiales del subsuelo que remuevan, draguen o extraigan, de acuerdo con un decreto emitido por el Poder Ejecutivo el 5 de marzo de 2003, y un convenio suscrito entre el Gobierno y la Comisión Nacional de Productores de Agregados para controlar y regular ese mercado.

DAÑOS EN RÍOS Y SUELOS

Acción	Efecto
» Extracciones indiscriminadas en lechos fluviales	» Erosionabilidad de los suelos
» Extracciones próximas a deltas o desembocaduras fluviales	» Contaminación salina
» Deforestación	» Disminución de humedad relativa
» No reacondicionamiento	» Destrucción de materiales orgánicos
» Desperdicios de combustibles y carburantes	» Contaminación
» Profundidad exagerada de los frentes de explotación	» Disminución de drenaje
» Construcción de caminos de acceso	» Disminución en filtrabilidad
» Destrucción de terrazas fluviales	» Disminución de potencial acuífero
» Exposición de niveles de aguas subterráneas (freáticas)	» Disminución de humedad relativa
» Almacenamiento de agregados	» Disminución de calidad

El impacto destructivo de la desmesurada extracción de arena y grava suele ser tan dañino que su corriente se invierte. En vez del río llegar al mar, el mar penetra en el río.

[V] Cuencas hidrográficas

Cual gigantescas y ventrudas tinajas, las montañas son receptáculos de aguas frescas. Captoras de lluvias y productoras esenciales de los recursos hídricos, conforman un importante ecosistema regulador, del que en gran medida depende la estabilidad del régimen pluviométrico y el potencial acuífero.

Esas majestuosas eminencias de tonalidades malva y verdiazul dominan la geografía de República Dominicana, empujando país con más de la mitad de su territorio montañoso, el 52.6% de vocación forestal, aunque económicamente vive de espaldas al bosque, del que anualmente desaparecen más de medio millón de tareas.

Desde esas elevadas latitudes se despeñan cascadas aprovechables para la generación energética y riego, brotan manantiales de aguas puras, que en su trayecto por montes y valles pierden la potabilidad natural, se contaminan.

Los ecosistemas montañosos, de valioso potencial pero de gran fragilidad, están sometidos a una permanente y creciente agresión, particularmente nociva en los nacimientos de los ríos y arroyos. La degradación resultante coloca a las fuentes hídricas en condiciones de alta vulnerabilidad, sobredimensionada por la eventual

ocurrencia de huracanes y otras perturbaciones atmosféricas.

La depredación de las cuencas hidrográficas se acentuó en los últimos decenios con la tala de árboles, erosión y sedimentación, desencadenando violentas crecidas de los ríos, magnificadas por la falta de drenaje, en un progresivo proceso de deterioro que en vez de atenuarse se acelera.

La destrucción se asocia a problemas estructurales como la pobreza y tenencia de la tierra, al incremento poblacional y nuestra condición de isla con suelos limi-

Mientras los aserraderos devastaban los bosques, los campesinos sin tierra seguían subiendo a las montañas con sus labranzas de subsistencia, degradando las cuencas hidrográficas.

tados, todo lo cual se interrelaciona con la dinámica socio-política y económica imperante.

PRODUCTORA DE AGUA

Aunque no siempre la altitud es un condicionante, y pese a la ausencia del líquido vital en su cumbre más alta, el Pico Duarte, cuando determinadas características geográficas se combinan con altas elevaciones, como en la Cordillera Central, la producción de agua es constante y profusa.

De su vientre fecundo salen manantiales que originan los principales ríos: Yaque del Norte, Yuna, Yaque del Sur, Artibonito, Nizao y otros que garantizan el suministro de agua a importantes asentamientos humanos, estimándose que de esa cadena montañosa se abastece más de la mitad de la población dominicana.

Un área crítica en la zona es Valle Nuevo, en el parque nacional Juan Bautista Pérez Rancier, un "parque de agua", único punto de nuestra geografía -visto desde Alto Bandera- que produce agua en un abanico de 360 grados.

Nueve presas beben de las aguas que nacen en Valle Nuevo: Tavera, Hatillo, Valdesia, Jigüey, Aguacate, Sabana Yegua, las represas de montañas Tireíto, Blanco y Arroyón, y grandes acueductos como Valdesia-Santo Domingo y el Cibao Central.

Las fuentes fluviales que nutren esas represas están en peligro por la alarmante destrucción de la Cordillera Central, donde, como en la Sierra de Bahoruco, se concentran los bosques de pino más amenazados por incendios frecuentes y voraces, los que junto al sobrepastoreo y la agricultura de ladera sin tecnologías conservacionistas dejan las montañas desnudas.

Desde 1994, al efectuar el Indrhi el Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos, con el auspicio de la Organización de Estados Americanos (OEA), el 86% de las cuencas altas tenía graves problemas de degradación y una

Principales cuencas hidrográficas

Vertiente	Cuenca	Superficie drenada (Km ²)	Precipitación media anual (MM)	Escorrentía media anual (10 ⁶ m)
Caribe	Sierra de Bahoruco	2,814	750 a 2,000	9,500
	Río Yaque del Sur	5,345	700 a 1,500	
	Azua, Bani y San Cristóbal	4,460	750 a 2,000	
	Río Ozama	2,706	1,400 a 2,250	
	S. P. de M. y La Romana	4,629	1,000 a 2,250	
	Higüey	2,207	1,000 a 1,750	
Atlántico	Miches y Sabana de la Mar	2,265	2,000 a 2,700	10,480
	Península de Samaná	854	-	
	Zona Costera del Norte	4,266	1,000 a 2,300	
	Río Yuna	5,630	1,170 a 2,250	
	Río Yaque del Norte	7,053	500 a 2,000	
	Río Dajabón	858	750 a 2,000	
Haití	Río Artibonito	2,653	1,200 a 2,000	1,015
Enriquillo	Lago Enriquillo	3,048	600 a 750	(2)
TOTAL		48,730	1,500	20,995

El suelo y el agua son el soporte principal de la vida material presente y futura. Sin ellos no sólo se compromete la posibilidad de vivir a las generaciones venideras, a las que se legaría como heredad un desierto, sino también su uso actual para producir alimentos.

tasa anual de deforestación de 64,000 tareas anuales.

De acuerdo con ese diagnóstico, trece de las principales cuencas, incluyendo las dos mayores, Yaque del Norte y Yaque del Sur, y una de las más aprovechadas, Nizao, presentan un elevado déficit de aguas.

Estas cuencas hidrográficas figuran entre las quince que la Secretaría de Medio Ambiente ha priorizado, junto a las del Yuna, Camú, Ozama-Isabela, Las Cuevas, Artibonito, Higuamo, Maguaca, Chacuey, Macasías, Guayubín, Nizafto y Nigua.

En conjunto concentran una superficie de 31,527 km² con 5.5 millones de habitantes y producen el 75% de los alimentos



En Cotuí, los escasos caudales del río Yuna se utilizan como lavadero de vehículos, contaminando las aguas. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo

de consumo interno y de exportación. Aportan agua superficial y subterránea a 14 presas y 88 acueductos, y cuentan con 19 áreas protegidas: parques nacionales, reservas científicas, áreas de recreación, cinturones verdes, refugios de vida silvestre y reservas biológicas. Su importancia es capital, pero están en peligro.

IMPACTO EROSIVO DEL AGUA

Con la pobreza se intensifica la lucha por el espacio que ocupa el bosque, al que la ganadería y la agricultura de ciclo corto arrebatán nuevas áreas. No sólo desaparece la cubierta vegetal y se reduce la fertilidad de la tierra, sino que se incrementa el impacto erosivo del agua, au-

mentando la cantidad de sedimentos arrastrados por ríos y arroyos.

Todas las cuencas del país tienen coeficientes de erosión que superan los niveles normales, de 10 toneladas por hectárea anuales (ton/ha/año), también el máximo admitido, de 50 ton/ha/año, dependiendo de la pendiente.

A partir de esta cantidad, la cuenca debe ser declarada en estado de crisis y requiere de una intervención de emergencia. Las más erosionadas son las del Yaque del Sur, Yaque del Norte, Nizao y Yuna, de las que se desprenden suelos que para formarse duraron miles de años.

A principios de los años ochenta las pérdidas de suelos por erosión se cifra-



▲ El Yuboa, uno de los 16 ríos de la provincia Monseñor Nouel. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ El río Bahoruco posee un espeso bosque ribereño. Foto: Hoy/Bernard Hernández



▲ Río Yubaso. Foto: Hoy/Franklin Guerrero



▲ Río Mijo, San Juan. Foto: Hoy/Napoleón Marte



▲ El río Sonador, al cruzar por la autopista Duarte, en Bonao. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ El río Duey, a su paso por Higüey, donde recibe las aguas del río Tisibani. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ Río San Rafael, Barahona. Foto: Hoy/Bernard Hernández



▲ Río Nizalto, al pasar por Barahona. Foto: Hoy/Bernard Hernández



▲ El río Guzmán presenta un caudal muy bajo en San Francisco de Macorís. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ El río Ocoa, importante para la irrigación en San José de Ocoa.

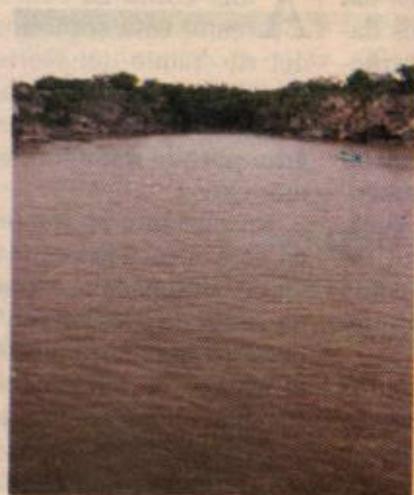
Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ Río Camú, en La Vega, intensamente degradado. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ Represado por la presa de Sabaneta, el río San Juan pasa con poca agua por San Juan de la Maguana. Foto: Hoy/Napoleón Marte



▲ Estuario del río Yuma, en San Rafael del Yuma, de impresionante belleza.

Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ Río Maguana, en San Juan de la Maguana. Foto: Hoy/ Napoleón Marte

▲ Río Haina, tras un aguacero.



▲ Bosque ribereño del río Bao, muy impactado por la deforestación. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo.



▲ El otrora caudaloso río Jaya, apenas tiene algunos charcos al cruzar por San Francisco de Macorís. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo



▲ El río Baní sólo lleva agua por su cauce cuando llueve. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo

ban entre 150 y 600 ton/ha/año, pero estudios realizados en 1997 situaron el rango de 200 a 1,400.

Existen áreas donde el volumen de lluvias supera los 2,500 milímetros anuales, que al estar desprotegidas de vegetación son más propensas al impacto erosivo del agua y el uso inadecuado del suelo.

Se estima que alrededor de un millón 600,000 hectáreas (9,600,000 tareas), están amenazadas por la erosión.

LA FURIA DE LAS AGUAS

Difícil contener la furia de las aguas cuando se precipitan sobre suelos desnudos, siendo cada vez mayores las pérdidas humanas y económicas, los daños a las tomas de las represas y destrucción de canales de irrigación.

Con el deterioro de las cuencas hidrográficas y consecuente arrastre de sedimentos que se depositan en la desembocadura de los ríos Yaque del Norte, Yuna, Ozama, Higuamo y otros, aumentan las crecidas de los ríos, más intensas cuando la deforestación obstaculiza la infiltración de lluvias al subsuelo.

Las grandes cargas de sedimentos agrandan el lecho de los ríos y aumentan las avenidas, como históricamente ha ocurrido en la parte baja del Yuna, la mayor productora de arroz.

En la región hidrográfica Yuna-Camú, con abundantes recursos hídricos, el clima y el relieve plano incrementan los problemas de drenaje y favorecen la ocurrencia de violentas avenidas.

Peligrosos desmadres e inundaciones se registran en los ríos Yaque del Sur, Yaque del Norte, Artibonito, Masacre, Payabo, Camú, Isabela, Yubaso, Tábara, Baní, Las Cuevas, San Juan y Ocoa, afectando asentamientos humanos e importantes zonas agrícolas.

En la cuenca Yaque del Sur los huracanes y fuertes lluvias provocan crecidas de gran magnitud sobre una topografía predomi-

nantemente plana y de escasa vegetación, donde la falta de drenaje, principalmente en la parte baja, causa pérdidas cuantiosas.

Las inundaciones en la cuenca del Nizao se asocian a la deforestación, erosión y sedimentación, lo que ha degradado esa zona y su potencial de aprovechamiento. Las avenidas disminuyeron al máximo con la construcción de infraestructuras de contención, cuatro presas y dos grandes canales de riego.

YAQUE DEL NORTE

A una continua sobreexplotación forestal está sometida la cuenca alta del río Yaque del Norte, reduciéndose su cobertura boscosa a menos del 30% del total, pese a la existencia de un gran parque nacional, el Armando Bermúdez.

No obstante su importancia estratégica, esta cuenca presenta acentuados niveles de degradación, estimándose pérdidas de suelo de 275-346 ton/ha/año, en tanto persiste una fuerte presión demográfica y el avance de los procesos erosivos por deforestación, la intensa actividad agropecuaria y malas prácticas en el manejo de los suelos, aunadas a las características fisiográficas de la zona.

La degradación crece con la crianza de ganado vacuno, primordialmente en San

Características principales del río Yaque del Norte y sus afluentes

Río	Caudal	Lugar	Longitud	Perímetro	Area km ²
Yaque del Norte	7.87 m ³ /s	Manabao			197.0 km ²
Yaque del Norte	21.82 m ³ /s*	Los Velazquitos			733.00 km ²
Yaque del Norte	69.20 m ³ /s**	Palo Verde	201.00 km	425.00 km	7,053.0 km ²
Jimenoa	6.77 m ³ /s	Hato Viejo			310.0 km ²
Bao	18.91 m ³ /s	Sabana Iglesia	85.00 km	155.00 km	899.375 km ²
Amina	8.11 m ³ /s	Inoa	100.00 km	127.50 km	675.00 km ²
Mao	20.85 m ³ /s	Bulla	105.00 km	155.00 km	781.25 km ²
Guayubín	9.92 m ³ /s	Rincón	69.00 km	127.50 km	819.375 km ²
Maguaca	2.82 m ³ /s	Paso de la Palma	70.00 km	87.50 km	171.25 km ²

Total de caudales medios del río Yaque y sus afluentes 82.43 m³/s

* Abarca el caudal del Jimenoa

** No se incluye en el total de caudales medios

Fuente: Inéhi

José de las Matas y Jánico, combinada a la gran demanda de leña y carbón vegetal por la industria del cazabe y el pan.

YAQUE DEL SUR Y OTRAS CUENCAS

La cuenca hidrográfica Yaque del Sur, donde el 45% de la superficie del parque nacional José del Carmen Ramírez ha sido alterada por huracanes, incendios forestales y la actividad humana, es decir, la agricultura de subsistencia y consumo de leña y carbón arrasaron una alta proporción de los bosques. Mientras, el 47% de sus tierras tiene uso inadecuado y se estiman pérdidas de suelos por erosión de 275 toneladas anuales.

La acelerada degradación de suelos y bosques cobra ribetes dramáticos en la región hidrográfica fronteriza, al extremo occidental del macizo central, con una baja densidad poblacional y desfavorables condiciones climáticas, que contribuyen al exiguo desarrollo agropecuario de la región con los mayores desequilibrios económicos y sociales del país.

El deterioro progresivo de sus zonas boscosas afecta las cuencas altas de los ríos Artibonito, Macasías y Los Caños, mucho más crítico en la cercanía de Haití. En la parte alta, los suelos son moderadamente susceptibles a la degradación por la esorrentía.

Por la vertiente sur de la Cordillera Central nacen importantes ríos que delimitan la región hidrográfica Sur-Central, con un relieve muy accidentado en las zonas altas, escarpadas pendientes y suelos poco profundos, bastante erosionados en las cuencas de Nizao y Ocoa, y problemas de grandes avenidas del río Nigua.

La agricultura migratoria y las condiciones socioeconómicas de sus poblado-

res transformaron el bosque original, "Pinus occidentalis" y latifoliadas, por plantaciones permanentes como café y cacao, y cultivos de ciclo corto.

Dominan conucos de subsistencia, aunque en los pequeños valles intramontanos se desarrolla una agricultura más tecnificada, que altera el medio por el uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes. Estas prácticas, unidas a la fragilidad de este ecosistema, han ocasionado en la parte alta cuantiosas pérdidas de suelos, de hasta 1,254 toneladas anuales, que arrastran a los ríos un alud de sedimentos.

CORDILLERAS SEPTENTRIONAL Y ORIENTAL

La Cordillera Septentrional, segunda zona productora de agua, está cruzada por más de mil drenajes que incluyen

arroyos, ríos y cañadas. Su posición favorable para atraer vientos cargados de humedad, la geomorfología y estructura del terreno, permiten la formación de pequeños drenes que gradualmente nutren los arroyos y cañadas.

Todas las ciudades de la costa Norte y gran proporción de las situadas en el valle del Cibao, reciben agua procedente de esta cadena montañosa, de elevado uso antrópico, altamente castigada por la acción humana.

En esas estribaciones se extiende al norte la re-

gió hidrográfica del Atlántico, de apreciable potencial hídrico, en lo que influye la existencia en su parte alta de dos formaciones forestales importantes, un bosque nublado y el bosque pluvial.

Concentra cinco áreas protegidas que inciden en el sistema hidrológico. Son las reservas científicas Miguel Canela Lázaro y Loma Quita Espuela, la Reserva Biológica

*Hacia las montañas,
magnas alturas
coronadas de niebla,
es preciso mirar
al planificar el
desarrollo, al
hablarse de progreso
y porvenir, y detenerse
en la Cordillera
Central, madre de
las aguas, donde se
produce la mayor
parte de los recursos
hídricos del país.*

ca José de Jesús Jiménez Almonte, los monumentos naturales Isabel de Torres y Lagunas de Cabarete y Goleta.

En la Loma Quita Espuela nacen los ríos Nagua, Cuaba, Yaiba y la mayor parte de los afluentes del Boba. En la reserva Miguel Canela Lázaro se originan los ríos Helechal, Riote y otros, mientras que en la José de Jesús Jiménez Almonte tienen su nacimiento Bajabonico, Yásica, Yaroa, Jagagua y Quinigua.

En la montaña Isabel de Torres surgen los ríos San Marcos y Camú, y en el monumento natural Laguna Cabarete y Goleta, los ríos Sosúa y Catalina.

La región hidrográfica del Este tiene su mayor altura en la Cordillera Oriental, de moderada altitud, donde nacen sus principales ríos. Posee dos parques nacionales, entre otras áreas protegidas: El Parque del Este, que incluye la isla Saona, y Los Haitises, el cual sobresale por su singularidad hidrológica y suelos de formación kárstica, que permiten una alta infiltración de las lluvias, aunque sus pendientes abruptas y superficialidad los hacen más vulnerables a la acción erosiva del agua.

Entre las áreas protegidas están la reserva científica Laguna Redonda y Limón, los monumentos naturales Albúfera de Maimón e Isla Catalina, los refugios de fauna Bahía La Jina, Laguna de Bávaro, Laguna Mallén y río Higuamo, y el corredor ecológico El Seibo-Miches.

Salvo Los Haitises, de mayor inclinación, en el resto de la región oriental, también gran productora de aguas, las pendientes relativamente suaves cubiertas de pastizales atenúan los efectos de la erosión hídrica. Pero el turismo y la penetración de asentamientos humanos en zonas frágiles como Los Haitises y los manglares costeros contribuyen a la degradación.

La depredación tiene que ser detenida. Las cuencas hidrográficas no pueden seguir tratándose como zonas agrícolas tradicionales, se necesita un criterio conservacionista en el manejo de sus recursos,



en especial los hídricos, el uso de técnicas que preserven los suelos, sin lo cual se generan severos daños ambientales que repercutirán en la economía y la agricultura. Sin la debida protección, los suelos se quedarán desnudos y no bastarán presas y gaviones para contener la furia de las aguas.

La joven cruza el río Soco para llevar a un niño a la escuela. Foto: Hoy / José Alberto Rudecindo.

Bajo nuestros pies fluyen acuíferos, bancos de agua en las profundidades rocosas del subsuelo, un importante recurso económico y ecológico, a veces ignorado o subestimado, oasis que mitiga la sed en las regiones más áridas de la geografía dominicana.

Estas importantes formaciones acuíferas, como presas naturales que conservan el agua almacenada en el subsuelo, poseen caudales estimados en 1,500 millones de metros cúbicos (m³) anuales. Componen junto a las aguas superficiales el patrimonio hídrico nacional, un recurso finito que debe ser manejado de la manera más racional y sustentable posible.

La producción anual de agua subterránea en los pozos existentes se estima en 350 millones de m³, de los cuales alrededor de 300 millones corresponden a uso doméstico e industrial, y el resto para riego.

El aprovechamiento de los recursos hí-

dricos subterráneos ha sido muy inferior al de otros países en condiciones económicas e hidrológicas similares, situación favorable en virtud de la conveniencia de mantener los acuíferos en reserva, como última alternativa tras explotar las fuentes superficiales.

En comparación con el agua superficial, su uso es muy reducido, sobre todo en irrigación, donde el agua subterránea apenas representa el uno por ciento del total utilizado.

No obstante, el aprovechamiento de los acuíferos del subsuelo resulta de gran importancia en regiones donde no se dispone de otras fuentes hídricas en la cantidad y oportunidad requeridas.

Las aguas subterráneas

se han convertido en solución más económica para abastecer a numerosas poblaciones y zonas industriales, y componen una parte apreciable del acueducto de Santo Domingo.

[VI] Aguas subterráneas

La Cumbre de Río, celebrada en Brasil en 1992, recomendó aprovechar primero las aguas superficiales, manteniendo las subterráneas en reserva, como última alternativa.

En la medida que se ejerce mayor presión sobre las aguas de la superficie, es posible que los recursos hídricos del subsuelo desempeñen un papel más importante en la satisfacción de las necesidades, particularmente de riego.

Su explotación deberá estar precedida de estudios, para que la extracción nunca rebase la capacidad de recarga de los acuíferos, o sea, que el agua que se saque no supere a la que penetra al subsuelo con las lluvias. Si se extrae una cantidad superior, se produce un descenso del nivel freático, disminuye la humedad disponible para las raíces de las plantas, y cuando esto sucede en una zona costera ocurre la intrusión salina. La flora y la fauna se afectan, tienden a desaparecer.

INTRUSIÓN SALINA

Los acuíferos del país contienen aguas de buena calidad, salvo en áreas costeras con intrusión marina por sus condiciones topográficas bajas, como en la región Este, y en zonas bajas de Neiba afectadas por la salinidad.

En determinadas áreas se observan acuíferos de mediana y baja calidad, así como un peligroso descenso de los niveles freáticos, en los que se ha producido un fuerte desequilibrio por la gran extracción y limitada descarga.

La sobreexplotación produce efectos indeseables en los acuíferos, agotamiento, deterioro de los pozos, intrusión salina y otros problemas que degradan la calidad del agua.

Los fenómenos de intrusión salina son favorecidos por los bajos gradientes hidráulicos y la excesiva o inadecuada explotación, como ha ocurrido en La Plena de Azua, en el este de Santo Domingo, San Pedro de Macorís, La Romana, Boca de Yuma, en Higüey, así como

PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El riesgo más grave para la salud humana relacionado con la calidad del agua de beber deriva de la contaminación microbiológica, particularmente la fecal. Por consiguiente, las fuentes contaminantes deben estar situadas bastante lejos del lugar de extracción del agua subterránea para eliminar o reducir al mínimo los peligros.

Las fuentes de contaminación más corrientes son las instalaciones *in situ* de saneamiento y de tratamiento de las aguas servidas, los pozos y otras superficies abiertas (como los hoyos para la extracción de tierra) y la ganadería concentrada.

La distancia mínima de seguridad dependerá de las condiciones geológicas e hidrogeológicas de la zona, la cantidad de materia fecal que es previsible que se descargue y del número de fuentes de contaminación existentes y planeadas.

en las áreas turísticas de Boca Chica-Juan Dolio, Central Romana y Punta Cana-Bávaro.

La calidad de las aguas subterráneas, de las que se abastecen numerosas familias que tienen pozos particulares, se altera, igualmente, cuando

se introducen o se inducen contaminantes químicos o biológicos desde vertederos de residuos urbanos, agrícolas, industriales y otros.

Esto suele ocurrir con la proliferación de pozos sépticos y de aguas negras, que las degradan con una alta

concentración de nitratos, bacterias y otros contaminantes, lo cual perjudica la salud y obliga al abandono de los pozos productivos.

La producción anual de agua subterránea se estima en 350 millones de m³, de los cuales alrededor de 300 millones corresponden a uso doméstico.

Aporte al conocimiento de la intrusión marina en la República Dominicana



Manantial artesiano protegido



BIENES, GUANO PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

REV. 2004. J. PÉREZ. IBERO GARCÍA

Durante los últimos años se observa una tendencia al aumento en la construcción de pozos, la mayoría como filtrantes, con fines de drenaje de aguas negras o pluviales.

Cerca del 80% de las aguas residuales y alto porcentaje de los desechos pluviales de las zonas urbanas, descargan a través de sistemas de pozos sépticos y filtrantes, o de filtrantes, únicamente, contaminando el mismo acuífero que se utiliza como fuente.

Su uso para la disposición de excretas

ha tenido un impacto importante en la calidad del agua subterránea en algunos de los principales acuíferos, como los de Santo Domingo. La topografía y conformación del terreno en esta ciudad se presta para la rápida contaminación de los acuíferos a través de los pozos sépticos y las aguas negras por falta de alcantarillado.

Muchos pozos de ambas márgenes del río Ozama están contaminados. En sus aguas se detectaron bacterias (*Escherichia coli*) y *Pseudomonas*, que general-

AGUAS SUBTERRÁNEAS

(En millones de m³/año)

	Unidad hidrogeológica	Area (Km ²)	Recarga	Potencial de Desarrollo	Uso (1998)
1	Planicie Costera Oriental	6,800	1,060	510	250
2	Cordillera Oriental	2,900	--	--	2
3	Los Haitises	1,600	1,000	100	1
4	Península de Samaná	600	6	2	1
5	Cordillera Septentrional	5,000	80	25	11
6	Valle de Cibao	6,300	130	70	15
7	Cordillera Central	14,000	400	80	6
8	Valle de San Juan	1,700	100	50	2
9	Sierra de Neiba	2,500	550	80	0
10	Valle de Neiba	2,300	670	270	17
11 y 12	Sierra de Bahoruco y Península Sur	3,400	700	220	8
13	Valle de Azua	560	68	83	17
14	Planicie de Baní	460	27	19	6
Total millones de m³/año (PLANIACAS)		48,120	4,791	1,510	336

Fuente: Indrhi

mente proceden de heces fecales por la proximidad de letrinas y la práctica de defecar al aire libre.

La fuente de esta contaminación es conocida, pero su erradicación es difícil sin regulaciones legales. Si continúan sin controles, aumentará el peligro de que una gran parte de los acuíferos productivos se pierda.

Los recursos hídricos del subsuelo se degradan también con las actividades agrícolas, como en la zona de Constanza, donde se han registrado altas concentraciones de nitrato en pozos, que superan las 250 partes por millón (ppm).

En adición a la sobreexplotación y contaminación, con las aguas subterráneas se plantean también los siguientes problemas:

-Impactos ecológicos originados por algunos bombeos inadecuados y muy mal controlados, como ocurriría en campos de pozos destinados a abastecer la provincia Santo Domingo Este.

-Limitado conocimiento de los parámetros hidrogeológicos, como transmisibilidad y permeabilidad.

-Las técnicas y procedimientos de construcción utilizados con gran frecuencia no se rigen por ninguna norma, ni se mantiene un control técnico oficial sobre

la ejecución de los trabajos. Con excepción de algunos proyectos, no se aplican las especificaciones técnicas ni se supervisa la construcción.

-Ha sido prácticamente nulo el cumplimiento de la Ley 487 que rige la materia y de las disposiciones municipales.

MAYOR POTENCIAL

Los acuíferos de mayor flujo potencial son los de la Planicie Costera del Este, con un promedio de 50 metros de profundidad por pozo y 600 litros por minuto (l/min); los ubicados sobre aluviones y en depósitos sobre roca caliza marina, con pozos de hasta 100 metros de profundidad y capacidad de aportar 800 l/min.

La superficie más amplia se encuentra en la Zona Hidrogeológica de la Cordillera Central, donde la profundidad de los depósitos acuíferos alcanza alrededor de 500 metros, con un flujo de 20 l/min.

De gran importancia es la enorme reserva de agua subterránea de la Sabana de Guabatico o la llanura situada al sur de Los Haitises, en vista del considerable flujo que proviene de esa zona kárstica. Un ejemplo del exceso de los recursos hídricos del subsuelo en esa zona es el extraordinario número de lagunas que se forman entre los ríos Ozama e Higuamo.

En la región Oriental, escasa en corrientes superficiales, los acuíferos han tenido un elevado aprovechamiento. Los más beneficiados con su extracción son los proyectos turísticos que se extienden desde Macao hasta el Soco, pasando por la zona de Cortecito, Bávaro, Cabeza de Toro, Punta Cana, Juanillo, Yuma, Bayahíbe, Chavón, Cumayasa y la llanura oriental del Soco.

VENTAJAS

Aunque se consideran "duras" por la mayor presencia de minerales, las aguas subterráneas tienen ventajas consi-

derables, pues en su estado natural son generalmente de buena calidad, y dado que su movimiento es relativamente lento, suele ser más fácil controlar las fuentes de contaminación que en las superficiales.

Muy favorable resulta la proximidad de los puntos de consumo y la posibilidad de abastecer de agua potable con un tratamiento mucho más simple y económico que el requerido por aguas superficiales.

En zonas alejadas de fuentes de agua superficial que poseen recursos hídricos subterráneos aprovechables, pueden utilizarse por medio de pozos situados en el mismo lugar de consumo o sus cercanías, lo que ahorra la construcción de obras de captación y conducción a larga distancia.

En el caso del uso integrado de ambos recursos, superficiales y subterráneos, el almacenamiento en el subsuelo puede servir de regulador estacional, y aumenta el volumen total del agua aprovechable.

Además, la explotación de los acuíferos soluciona problemas de aguas freáticas altas. El exceso de humedad o encharcamiento de los suelos se puede solucionar o mitigar apreciablemente con el bombeo de agua freática, al rebajar su nivel.

Una desventaja del agua subterránea es el uso de energía eléctrica para extraer el líquido, situación que, además del costo operacional que implica, genera serios inconvenientes al ser las electrobombas azotadas por la frecuente suspensión del servicio.

Esto ha sido una limitante para el suministro de agua a la capital, que parcialmente se nutre de acuíferos. La Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (Caasd) ha construido

gran cantidad de pozos en el casco urbano de la ciudad. A mediados de la década del ochenta concluyó una serie de pozos profundos para aumentar el caudal de agua potable. Posteriormente, con la ejecución del acueducto Valdesia-Santo Domingo, inaugurado en 1991, una importante cantidad fue eliminada, como el campo de pozos de la avenida Luperón.

Entre los campos de pozos actualmente en operación están los de La Joya, Los Marenos, La Catalina, El Naranjo y nuevas fuentes de abastecimiento como las explotadas en la

cuenca del Alto Haina, Los Alcarrizos y Guaricano, y entre el río subterráneo Brujuelas y el Casufí.

EVALUACIÓN

El Plan Nacional de Investigación, Aprovechamiento y Control de Aguas Subterráneas (Planiacas) hizo una evaluación de esos recursos en 1983, determinando la existencia de alrededor de 5,000 pozos, de los cuales sólo el 30% estaba en funcionamiento. Según ese informe, se calculó una extracción anual de aguas subterráneas de 500 millones de m^3 , lo que suponía una disponibilidad de 1,000 millones de m^3 , definiendo los rendimientos de los pozos como generalmente bajos, entre 2 y 14 litros por segundo.

Durante 1997 se inició el Estudio Hidrogeológico Nacional, financiado por la Comunidad Económica Europea (CEE), a través del Acuerdo de Lomé. Este estudio de tres años de duración, a cargo de la firma Aquater y la supervisión del Indrhi, cubre toda la parte Sur del país, incluyendo los valles de Neiba y San Juan. Sus alcances abarcaron una buena parte de lo previsto para la segunda etapa del Planiacas.

El manejo bien planeado de los acuíferos ofrece gradualmente una capacidad de regulación mucho mayor que las aguas superficiales y sin necesidad de construir grandes presas.

[VII] Aguas represadas

El mapa hidrológico nacional ha sufrido grandes transformaciones. Los principales ríos están regulados mediante una moderna infraestructura de aprovechamiento múltiple, impidiendo que las aguas escapen al mar. Presas monumentales cuyos embalses aprisionan las aguas, que al ser liberadas viajan por canales primarios y secundarios en una extensa e intrincada red que las conducen a los predios agrícolas.

Al mediar la década del setenta, el complejo Tavera-Bao inauguró la construcción de una serie de proyectos hidráulicos, represas concebidas con una tecnología muy avanzada, que se ejecutaron durante los últimos decenios con inversiones millonarias.

Existen más de veinte presas diseñadas con una capacidad de almacenamiento de 1,941 millones de m³, que se desti-

nan a la irrigación de tierras agrícolas, control de avenidas, generación de electricidad y agua potable.

Completan la infraestructura 1,836.4 kilómetros de canales principales, 1,733.20 kilómetros de canales secundarios y 1,200 kilómetros de canales de drenaje.

Las aguas almacenadas, que quitan caudales a los ríos represados, alcanzan aproximadamente 1,400 millones de m³, de las que el 79% se destina a irrigar una superficie de 4,471,856 tareas, menos de la mitad de las tierras potencialmente irrigables.

No todo ese volumen de agua está siempre disponible en calidad y oportunidad, dado que

la contaminación, problemas climáticos estacionales y baja eficiencia de riego limitan su acceso, el aprovechamiento de este recurso vital para la agricultura y la ganadería.

El riego por goteo o de contacto es una alternativa para el uso racional y sostenible de los recursos hídricos.

Dada la escasez y agotamiento de las fuentes de agua, ese sistema constituye la opción imperativa de cara al futuro.



EFICIENCIA Y USO RACIONAL

La eficiencia y el uso racional de las aguas permitirían ampliar el área bajo riego, pero, en alta proporción, las presas no cumplen su cometido. Lo impide el deterioro de la infraestructura, embalses altamente sedimentados, inadecuada aplicación de las técnicas de riego y deterioro creciente en el manejo y conservación de las cuencas altas y medias.

Esto afecta la disponibilidad de las aguas reguladas y arriesga la viabilidad de los nuevos aprovechamientos requeridos para satisfacer sus demandas futuras, no sólo cuantitativamente, sino dentro de

una racionalidad que permita alcanzar costos asequibles para el agua.

La eficiencia del riego es sumamente baja, alcanza un promedio entre 25 y 30%, muy inferior al nivel deseado, que es de 50% en un sistema de regadío.

Del total de agua utilizada se desperdicia un apreciable volumen, a causa de múltiples problemas tecnológicos. Aun en zonas de alta tradición en riego, como la cuenca del Yaque del Norte, la eficiencia es precaria.

Por muchos años primó el criterio civil en la construcción de las presas, marginando la parte operativa, su uso propia-

Presa de Valdesia, cuyo embalse ha perdido gran capacidad de almacenamiento por la sedimentación.

mente agrícola. Las obras de riego estaban incompletas, los trabajos a nivel de finca para recibir el riego fueron desatendidos.

A estas dificultades originales, parcialmente superadas, se adicionaron otras no menos importantes, como el precario servicio de extensión, falta de educación en riego, deterioro de la infraestructura y deficiencias en los planes y normas de operación en los sistemas de irrigación, lo que se persigue mejorar a través de las juntas de regantes.

Una alta proporción de los regantes desconoce los rudimentos del riego, tarda bastante en dominar la tecnología. Existe deficiencia en la disciplina de riego desde las técnicas de nivelación del terreno, determinación de las láminas (espesor) de agua correctas, dosis adecuadas al tipo de cultivo, caudales no erosivos, longitud óptima de los surcos, buen trazado y dirección, hasta el grado de las pendientes, que varían según las características del suelo.

En adición a las pérdidas de agua, que representan sumas millonarias, el uso inadecuado del riego genera erosión, salinización y empantanamiento de suelos, debido a la muy arraigada práctica de utilizar mayor cantidad de agua que la que las plantas necesitan.

Cuando un agricultor aplica un volumen superior al que un surco puede soportar, el agua arrastra los suelos, la capa vegetal, la más fértil, lava la parte que contiene los nutrientes y deja el esqueleto improductivo. Una erosión que se produce también con los desbordamientos en los pequeños canales o acequias que llegan hasta las parcelas.

El exceso de riego ocasiona, igualmente, la pérdida de fertilizantes. El agua los arrastra y no son absorbidos por las raíces de las plantas, disminuyendo el rendimiento agrícola. Además, el agua sobrante se acumula dentro del suelo, invade la zona de la raíz, atrofiando el crecimiento de la planta, provoca una proliferación de malas yerbas y plagas que atacan los plantíos.

SALINIZACIÓN

El riego excesivo saliniza los suelos, sobre todo en zonas arroceras y cañeras. Si se aplican cantidades muy grandes de agua, la mayor parte no se evapora en la superficie sembrada, se convierte en recarga de los acuíferos subterráneos, eleva el nivel freático y surgen problemas de drenaje vinculados a las condiciones del terreno.

Existen sistemas de irrigación tradicionales sin un adecuado drenaje, que permita evacuar los excesos de agua en las zonas mojadas. Terrenos productivos han pasado a marginales por tener el agua de riego un alto contenido de sales o por la presencia de éstas en el suelo.

Esas aguas entran en contacto con los sedimentos de origen marino y terrestre que conforman algunos valles, disolviendo las sales contenidas y transportándolas por capilaridad a la superficie de los suelos, donde a su vez son lavadas por las láminas de riego y conducidas a los drenajes, arrastrando, con suma frecuencia, plaguicidas y pesticidas.

El excedente de agua de regadío tiene, asimismo, graves repercusiones de sanidad humana, pues al acumularse y estancarse ocasiona enfermedades.

SEDIMENTACIÓN

La calidad del agua y los cambios en los regímenes fluviales ponen en entredicho la viabilidad y vida útil de las costosas presas, principalmente Valdesia, Bao, Tavera, Sabana Yegua y otras carentes de efectivos proyectos de protección y manejo de cuencas.

Muchas presas perdieron gran capacidad de almacenamiento con el aporte de toneladas de sedimentos desde las cuencas degradadas en áreas de suelos frágiles. Además, por la inadecuada construcción de caminos sobre suelos no consolidados en las cuencas altas de la Cordillera Central, transportando las lluvias río abajo grandes cargas de sedimentos.

La cuenca Yaque del Norte posee la

1690.3 (96.6%)

CARACTERÍSTICAS DE LAS PRESAS

Presa	Tipo	Altura (mts)	Río	Capacidad del embalse en millones de m ³	Propósito	Área irrigación proyectada (ha)	Puesta en servicio
Tavera	Tierra	80	Yaque del Norte	137 ✓	H/R/E	27,000	1973
Bao	Tierra	110	Bao	150.7 ✓	H/R/E		1984
López-Angostura	Tierra	20	Bao	4.4	H/R/E		1985
Jimenoa	Concreto	14.5	Jimenoa	0.3	E	nd	1950
Maguaca	Tierra	26	Maguaca	15.6	R	900	1979
Chacuey	Tierra	34	Chacuey	13.7	R	1,050	1979
Hatillo	Tierra	50	Yuna	375 ✓	H/R/E	22,000	1984
Valdesia	Concreto	76	Nizao	137 ✓	H/R/E	12,121	1976
Jigüey	Concreto	110	Nizao	167.2 ✓	H/R/E		1992
Aguacate	Concreto	53	Nizao	4.3	H/R/E		1992
Las Barías	Tierra	22	Nizao	1.7	R		1976
Sabana Yegua	Tierra	76	Yaque del Sur	354 ✓	H/R/E	40,000.00	1979
Sabaneta	Tierra	70	San Juan	63	H/R/E	18,780	1981
Río Blanco	Concreto	43	Blanco	1.1	E	nd	1996
Rincón	Concreto	54	Jima	60	H/R/E	7,565	1978
Las Damas	Concreto	15	Las Damas	0.4	E	510	1967
Mijo	Tierra	17.2	Mijo	1.6	R	800	1990
Monción	Tierra	123	Mao	369.4 ✓	H/R/E	19,332	2001
Monción Contraembalse	Tierra	28	Mao	7.6	R/E		2000
Cabeza de Caballo	Tierra	18	Cabeza de Caballo	0.6	R	600	1988

H: Consumo Humano. E: Electricidad R: Riego Nd: No disponible

Fuente: Indrhi

1864.6 10⁶ m³

mayor red de irrigación y un gran potencial hidroeléctrico, parcialmente utilizado. La infraestructura lleva agua a 1,139,024 tareas en los distritos de riego del Alto Yaque y Bajo Yaque, y genera 116 megavatios (mw), además de suplir agua potable a casi todo el Cibao Central.

El aprovechamiento de la infraestructura se constriñe como resultado de la erosión que llena los embalses de lodo. Estudios batimétricos —que miden los niveles de sedimentos— determinaron en el embalse de Tavera un volumen de sedimentos de 35.9 millones de m³, el 20% de su capacidad de almacenamiento.

En adición a los proyectos hidráulicos de esta zona —Tavera, Bao, López-Angostura y Maguaca—, con una capacidad de embalse de 434 millones de m³, se cons-

truyó la presa de Monción, sobre el río Mao, para irrigar 304,000 tareas en el Noroeste, generar 158 millones de kw/h/año y suplir agua potable a la ciudad de Mao y comunidades rurales.

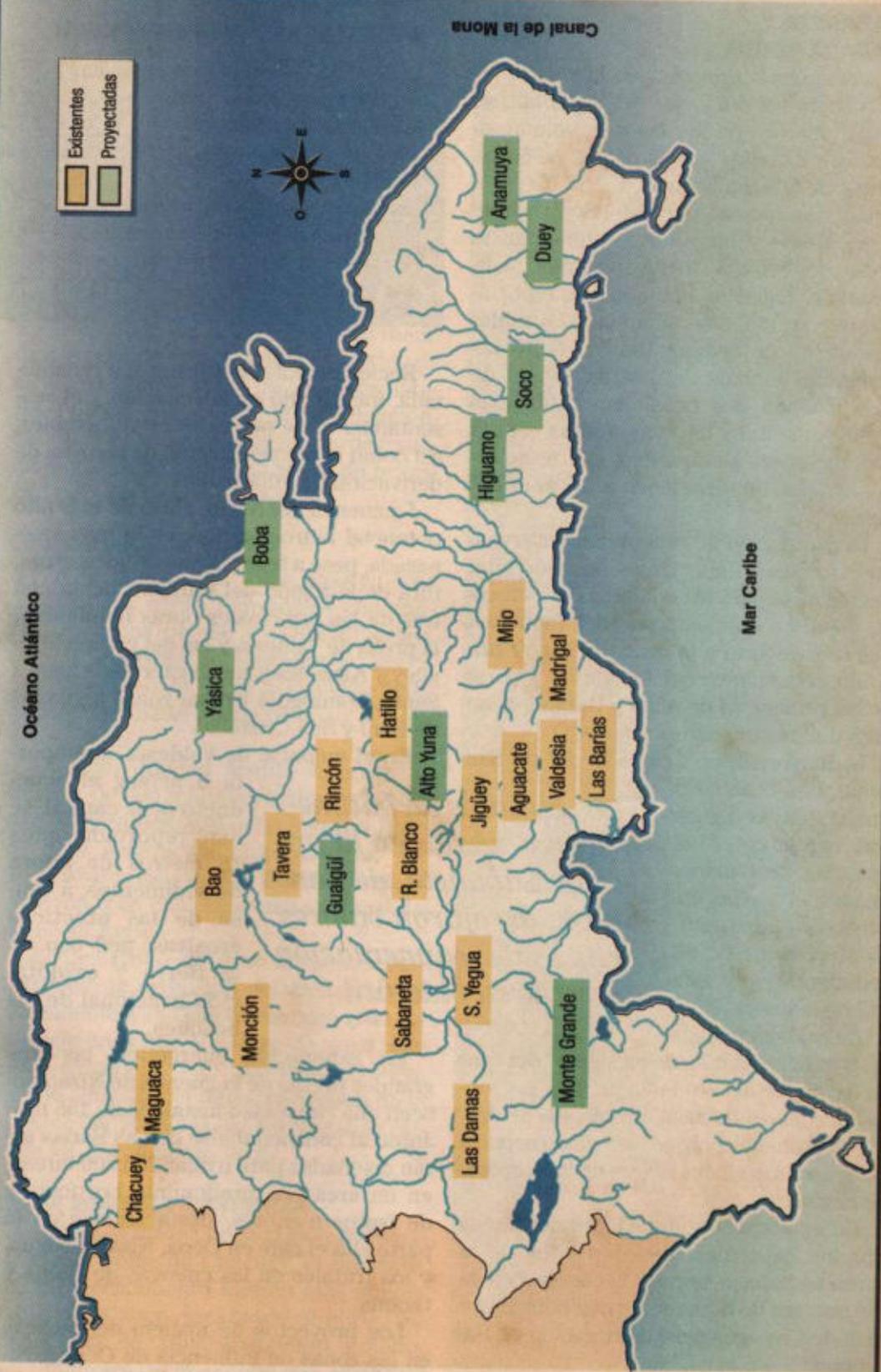
Desde los inicios del Plan Sierra en los años setenta, se han formulado proyectos

de manejo en la cuenca Yaque del Norte, junto a acciones puntuales desarrolladas por instituciones oficiales, organizacionales no gubernamentales y comunitarias, además de encargar el Poder Ejecutivo en 1994 al Instituto Superior de Agricultura

(Isa) de su salvaguarda. No obstante, estudios concluyen que la problemática ambiental persiste, dado que las acciones emprendidas generalmente no han sido coherentes, ni tuvieron la necesaria integralidad.

Las aguas represadas en la región hidrográfica del Yaque del Sur totalizan 693.8 millones de m³, las más voluminosas, almacenadas en las presas de Sabaneta y Sabana Yegua.

Principales presas existentes y las proyectadas



SABANETA Y SABANA YEGUA

Las aguas represadas en la región hidrográfica del Yaque del Sur totalizan 693.8 millones de m³, las más voluminosas, almacenadas en las presas de Sabaneta y de Sabana Yegua.

Las subcuencas Yaque del Sur, Grande o del Medio y Las Cuevas alimentan la presa de Sabana Yegua, bastante sedimentada. Estudios batimétricos reportaron que su embalse acumula 57.6 millones de m³ de sedimentos, en tanto las aguas del embalse muestran signos de eutrofización que ocasionan problemas al instrumental y las maquinarias para la generación de electricidad, aparte de las potenciales implicaciones a la salud humana.

La protección de esta obra, conservando las cuencas aportantes, será de vital importancia para la economía del Suroeste, debido a que las aguas del Yaque del Sur se trasvasan a la zona del Lago Enriquillo, a la cuenca del Artibonito y parte de las provincias de Azua y Barahona, de gran dinamismo agropecuario.

La mayor subcuenca es la del río San Juan, con 2,880,000 tareas, cuyas aguas son captadas en el embalse de Sabaneta, para el que las batimetrías arrojaron valores críticos en sedimentación y vida útil de la presa.

En la zona de riego de Barahona, la falta de capacidad del cauce del Yaque del Sur en la parte baja genera excedentes de agua, problemas de drenaje y salinidad, porque este río no soporta las grandes avenidas típicas de la temporada ciclónica.

En época de estiaje surgen conflictos por los bajos caudales derivados de la presa de Sabana Yegua y la obsolescencia del sistema de bombeo, lo que contribuye al déficit de agua para la irrigación en Barahona.

GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

La potencia hidroeléctrica representa el 30% de la energía generada por la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE). La capacidad instalada asciende a 452,2 megavatios (mw), a los que se adicionan pequeñas centrales que elevan el total a 463,04 mw.

Las presas producen un promedio anual de 1,000 Gwh de electricidad. Pequeñas centrales hidroeléctricas a filo de agua o con tomas en canales de riego, tienen una potencia instalada de 2.25 mw y una generación media anual de 12 Gwh.

Recientemente, esa presa fue rehabilitada, incluyendo su adecuación y el reasentamiento de poblaciones vulnerables, así como la reconstrucción de la presa de derivación de Villarpando.

La cuenca del Nizao, el río de más alto potencial hidroeléctrico, es la más amenazada, pese a tener la mayor infraestructura de la región del Caribe. Cuenta con tres de las principales obras hidráulicas, la presa de Valdesia y las del complejo Jigüey y Aguacate, que abastecen de agua a Santo Domingo e irrigan zonas agrícolas de Baní y San Cristóbal.

En el embalse de Valdesia, que aporta 6 m³/seg al acueducto de la capital, se han reportado unos 18 metros de altura de sedimentos, a causa de las prácticas erosivas, mal uso de la tierra y explotación irracional de los bosques.

En generación energética, las tres grandes presas de la cuenca de Nizao poseen una capacidad instalada de 155 mw. Junto al contraembalse de Las Barías están diseñadas para irrigar 256,000 tareas, en un área con predominio hortícola y de frutos menores, destacándose en la parte alta el café en Ocoa, Nizao y Nigua, y los frutales en las cuencas de Haina y Ozama.

Los proyectos de manejo de cuencas en las zonas de influencia de Ocoa y Ni-

Los estudios de batimetrías realizados en la presa de Sabaneta, de San Juan, arrojaron valores críticos de sedimentación y de su vida útil.

zao constituyen las primeras experiencias de planes integrados en el país, desarrollados por la organización comunitaria a un nivel que supera la mayoría de las cuencas hidrográficas.

En la cuenca alta del Nizao se ejecutaron planes de manejo. Pero, como en otras zonas, sin priorizar factores concurrentes relacionados con aspectos biofísicos, sociales y económicos, que podrían garantizar la sostenibilidad de esas acciones. Esto se atribuyó en gran medida a la falta de estudios de diagnóstico de alcance nacional sobre los recursos naturales de las cuencas, su aprovechamiento, valor económico y nivel de degradación que permitieran un orden de prioridad para las intervenciones.

LAS AGUAS DEL YUNA

En la cuenca del Yuna existen tres grandes obras hidráulicas que captan las aguas de ese y otros afluentes. Con el propósito de controlar las crecidas, se edificó en Cotuí la presa de Hatillo, cuyo embalse puede reservar 375 millones de m³.

De gran utilidad resulta la presa de Rincón, de uso múltiple, incluyendo control de avenidas, y el complejo Río Blanco para generación hidroeléctrica, que abarca las presas de Río Blanco, Tireíto y Arroyón, con una capacidad total instalada de 43.1 mw.

El desarrollo de esta infraestructura favoreció la extensión del área irrigada, ascendente a 783,600 tareas, una gran superficie en la que el cultivo de arroz, con altas exigencias hídricas, deja excedentes de agua. El volumen trasvasado de la cuenca del Yuna a la del río Nagua se calcula en 75.1 millones de m³.

EN LA REGIÓN FRONTERIZA

Atenúa la aridez de la región fronteriza la presa de Chacuey, el proyecto de aprovechamiento hídrico más importante de la zona, localizado al norte. Su capacidad de almacenamiento totaliza 13.7 millones de m³, de los que se deriva

PRECURSORES DEL RIEGO

Alrededor de trescientos conucos se contaban en la común de Baní a finales del siglo XIX, cosechados en tierras cruzadas por caudalosos ríos, aunque calcinadas al carecer de riego.

Por entonces, llegó a esa pequeña villa el español Juan Caballero, precursor del sistema de regadío en el país, quien construyó canales de irrigación en Fundación y Sabana Buey, cuyos moradores contemplaron asombrados el "milagro" de su obra.

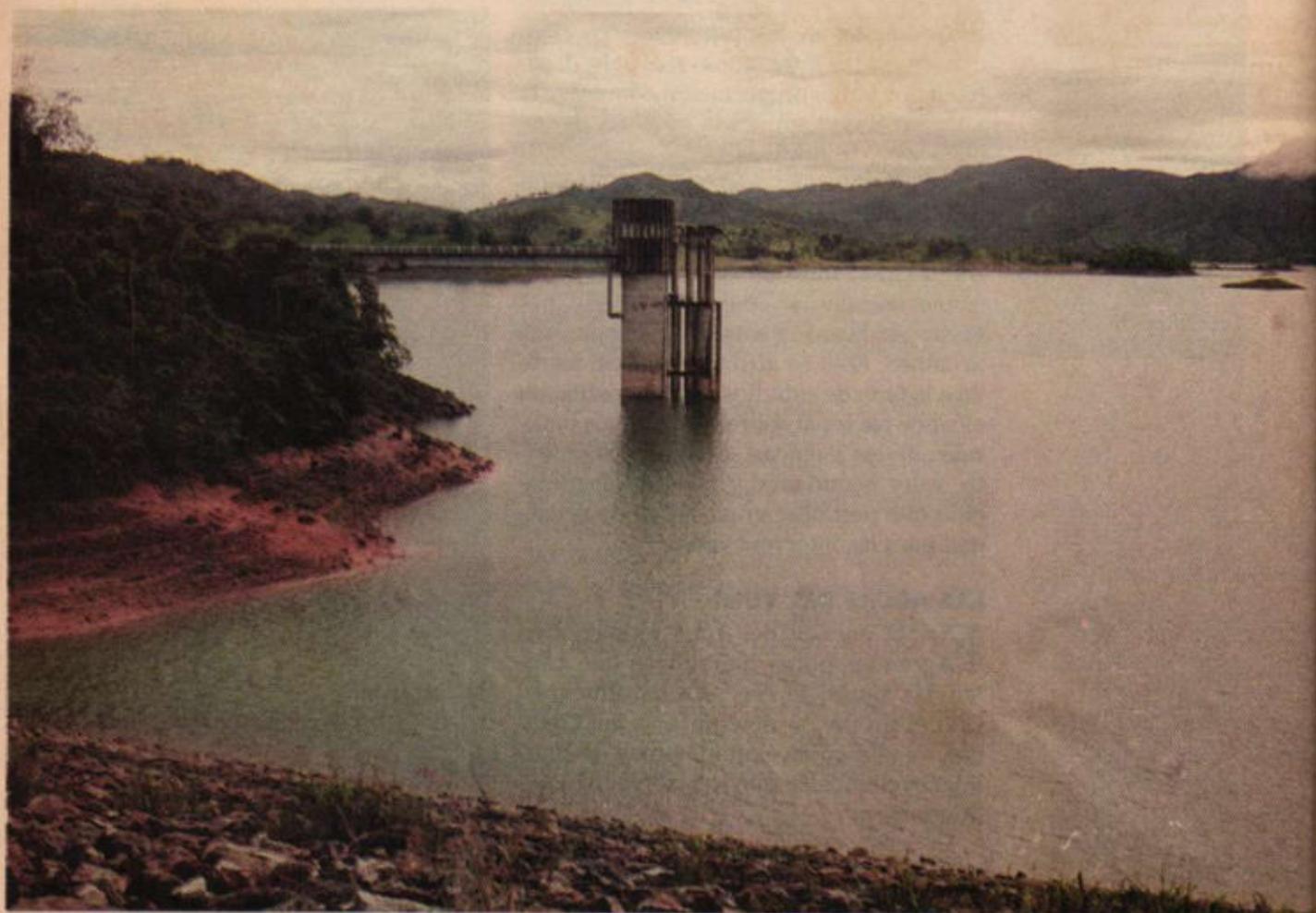
Las acequias, construidas como las vio en Valencia, llevaron abundancia y bienestar a esas campiñas altamente productivas. No obstante, muchos reaccionaron iracundos, y Caballero fue amenazado de muerte por banillejos que perdían animales caídos en las zanjas que llevaban a las parcelas las aguas del río Baní.

Este laborioso pionero tuvo que pedir el respaldo de Manuel María Saldaña, algado de Buenaventura Báez, presidente de la incipiente nación.

Saldaña le siguió los pasos y en el paraje Río Arriba abrió la primera regola de Baní, obra reproducida por otros agricultores de esta común, que entró a la segunda mitad del siglo XIX con 279 conucos de frutos menores, 72 cañaverales y 39 hatos, según un informe rendido por las autoridades de la época, recogido en un censo agrícola realizado en 1840.

Rudimentarios canales de riego se construyeron en otros lugares del país, con los auspicios de los propios cosecheros, que se agrupaban para tales fines. En Baní y San Juan era más viable la ejecución de regolas por tener sus ríos mayor pendiente, contrario al Yaque del Norte y el Yuna, con menor declive.

En el Norte tuvieron que esperar a principios del siglo XX la llegada del ingeniero belga-flamenco Luis Bogaert, quien hizo en Mao el primer canal con criterio científico.



un caudal de 1.5 m³/seg destinado a 16,800 tareas del distrito de riego de Dajabón.

De la cuenca del río San Juan se transfieren a la subcuenca Macasías un caudal de 1 m³/seg a través del canal Pedro Corto para regar terrenos en Las Matas de Farfán.

En la región Noroeste reconstruyeron la presa de Maguaca, de Montecristi, que permitirá el aprovechamiento del potencial de riego de unas 31,200 tareas agrícolas, el suministro de agua para consumo humano, un incremento de la capacidad de desagüe y evacuación de crecidas.

IMPACTO ECOLÓGICO

El impacto ecológico de las presas en sus zonas de influencia ha sido bastante alto, sobre todo en los proyectos hi-

dráulicos ejecutados sin un estudio ambiental, como la mayoría.

El principal daño proviene del desequilibrio creado con un manto de agua que al ser almacenado en un punto determinado provoca niveles de evaporación mucho más elevados que los que se producen cuando el río discurre normalmente. En algunos casos se afecta toda la vida acuática, muy especialmente las especies migratorias.

Las presas son muros de contención que limitan o impiden los movimientos de especies acuáticas, terrestres y marinas, responsables del equilibrio ecológico de los ecosistemas fluviales.

Por su gran valor económico deben ser aprovechadas, reduciendo al mínimo el daño a los ecosistemas.

Embalse de la presa de Hatillo, en Cotuí, diseñada, entre otros fines, para controlar las avenidas del río Yuna. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo.

El agotamiento y contaminación de ríos, arroyos y otras fuentes hídricas encarece y dificulta la obtención de agua potable en cantidad suficiente y pureza confiable, situación que aunada a un precario saneamiento ambiental, potencializa los riesgos contra la salud y degrada la calidad de vida.

Las tomas y zonas de captación de los acueductos, lugares sagrados como templos, deben estar rigurosamente protegidas, rodeadas de cuidados extremos que reduzcan al mínimo la contaminación y la complejidad de los procedimientos para purificar el agua, a fin de garantizar su potabilidad, de eliminar la fuerte carga microbiológica y de otros tóxicos que la invaden.

No hay dudas, el cloro mata las bacterias durante el tratamiento de las aguas crudas, pero adecuadamente administrado, en la dosis precisa. En circunstancias

de alta contaminación se requerirá de mucho mayor tiempo de contacto para que ese desinfectante químico actúe contra microorganismos que se hacen resistentes. De nocivos efectos son los residuos de detergentes, plomo, combusti-

bles y otras sustancias no biodegradables, que no siempre desaparecen con la clorinación o hirviendo el agua.

Un agua inocua para consumo humano debe estar libre de microorganismos patógenos. Pero es cada vez más difícil o casi imposible en nuestro ambiente encontrar una fuente sin impurezas.

La calidad de las aguas crudas, procedentes de ríos, presas y acuíferos subterráneos, depende en gran medida de las sustancias que la escorrentía de la lluvia les lleva y las que recoge en su recorrido, las cuales afectan su salubridad y potabilidad, por lo que hay que purificarla antes de consumirla.

En la prevención de enfermedades hídricas no hay herramienta superior a un agua realmente potable. Pero a los dominicanos aún no se les ha garantizado una provisión segura, accesible y confiable.

[VIII] Agua potable

La purificación sigue un proceso que si se cumple correctamente garantiza la eliminación de los microorganismos. Mas, para una mayor seguridad de la ausencia de bacterias patógenas y poder reducir la contaminación del agua a su paso por las redes de distribución, se debe mantener un residual de cloro libre, que regularmente oscila entre 0.6-1.5 miligramos por litro (mg/l).

Suele ocurrir que aguas purificadas de la planta de tratamiento, con muy buena calidad microbiológica, precloradas y poscloradas, se contaminen en su viaje hacia las viviendas. Son invadidas por bacterias que penetran por las grietas de tuberías corroídas o a través de averías causadas por los usuarios.

Por tal razón, para garantizar su pureza es preciso, además, mantener un monitoreo, seguir un riguroso programa de vigilancia que determine si el agua no se contaminó tras salir de la planta de tratamiento, si es apta para consumo humano.

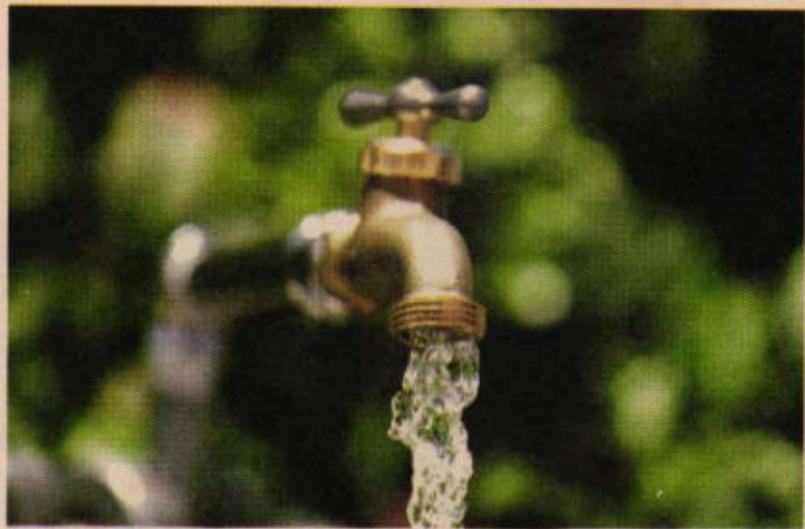
El agua puede beberse cuando alcanza un índice de potabilidad de 95%, nivel establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Muy pocos acueductos del país logran ese nivel, y de ahí la alta prevalencia de enfermedades de origen hídrico.

ENFERMEDADES HÍDRICAS

Además de incurrir en mayores inversiones para captar nuevas fuentes y potabilizar aguas altamente contaminadas, el Estado se ve obligado a erogar cuantiosos recursos financieros en salud, en la asistencia de las enfermedades hídricas, con una alta morbilidad y mortalidad en la población, causando estragos en niños pequeños y lactantes.

Una alta proporción de las enfermedades prevalentes se relacionan con un suministro de agua insalubre y un deficiente saneamiento ambiental. Esta condición se acentúa con las cisternas domiciliarias, la falta de sistemas de alcantarillado, inadecuadas disposición de excretas y recolección de basura.

A menudo se pasa por alto el mandato



NECESIDAD HUMANA

El agua es fisiológicamente necesaria para la supervivencia humana, debiendo existir un equilibrio a largo plazo entre su ingestión y eliminación.

El agua ingresa al organismo a través de alimentos y bebidas, incluyendo el agua y fluidos a base de ésta, y abandona el cuerpo por medio de la orina, la transpiración y, en menor proporción, en las heces y como vapor de agua exhalado por los pulmones.

La ingestión de agua de cada individuo varía ampliamente en relación al peso y la superficie del cuerpo, temperatura y humedad del ambiente, dieta, actividades realizadas, cultura, vestido y estado de la salud. Sin embargo, el promedio común que un adulto ingiere es de 2 a 2.5 litros per cápita diarios. En mujeres y niños la proporción es menor.

Fuente: Agua y Salud Humana. OPS/OMS.

En la población persiste una alta desconfianza en el agua suplida por los acueductos.

de la Ley 4471 de 1965 que responsabiliza a Salud Pública de la vigilancia de la calidad del agua y el control de la contaminación de todos los abastecimientos públicos para consumo humano, y de determinar su potabilidad de acuerdo con las normas internacionales.

Al no cumplirse esas normas en una al-

PURIFICACIÓN DEL AGUA

» Cloración. Agua para beber: 5 gotas de cloro por cada galón de agua. El agua debe estar clara. Espere 30 minutos antes de tomarla. Para una mayor desinfección, hiérvala.

» Tanques y cisternas. En un tanque de 55 galones, 2 tapitas de cloro. Para 1,000 galones, una taza, y 3,000 galones, 3 tazas.

» Filtrado. Elimina los sólidos suspendidos y torna el agua clara, al hacerla pasar por un elemento poroso. Dependiendo de su construcción interna (capas de arena graduada, carbón activado, piedra pómez, etc.) puede eliminar bacterias, cloro, agroquímicos, etc.

» Limpie su cisterna cada seis meses y aplíquele cloro (cualquiera disponible en el mercado) cada vez que el

contenido de cloro residual sea menos de 0.5 mg/l. Adquiera un comparador de cloro residual, aparatito muy sencillo que determina el contenido del mismo en el agua.

» Para clorar la cisterna se toman 700 mls. de cloro líquido de lavar por cada 1,000 galones de capacidad de la cisterna (aproximadamente 1.5 botellitas de cloro líquido de las pequeñas) y se la adiciona. Después de una hora, determine su contenido de cloro residual (en cualquiera de las llaves de la casa), si la cisterna no está muy sucia el contenido de cloro residual será cerca de 1.0 mg/l. Si no se alcanza este valor se repetirá el procedimiento hasta lograrlo. Se debe adicionar cloro cada vez que el cloro

residual esté bajo, sin esperar que el mismo desaparezca.

» Vegetales crudos: agregue 5 gotas de cloro por cada galón de agua. Deje los vegetales en remojo por 5 minutos.

» Limpieza y desinfección del hogar: agregue una taza de cloro por cada media cubeta de agua. Para inodoro añada 1 taza de cloro.

» Para almacenar agua use recipientes limpios y bien tapados. No introduzca utensilios para sacar el agua.

» Si tiene bombitas de extraer agua de botellones o bebederos, desinfectelos con cloro semanalmente.

» No olvide que el cloro es un desinfectante químico y debe utilizarse con mesura y en las dosis precisas.

Fuente: Programa de Educación Familiar

ta proporción de los acueductos, las aguas precariamente clorinadas, ineficientemente tratadas, suelen contener virus y bacterias, albergar parásitos como áscaris y tricocéfalos, hongos, larvas y restos de insectos. Se contaminan con *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, diversos microorganismos fecales que llegan a través de las excretas humanas y de aguas residuales.

Es alta la incidencia de fiebre tifoidea y otras salmonelosis, de afecciones gastrointestinales, como las diarreas, importante causa de muerte infantil. Son comunes las diarreas virales y las causadas por microorganismos fecales como la *E. coli*, que suele contener el agua de consumo doméstico.

Al agua potable y el saneamiento se

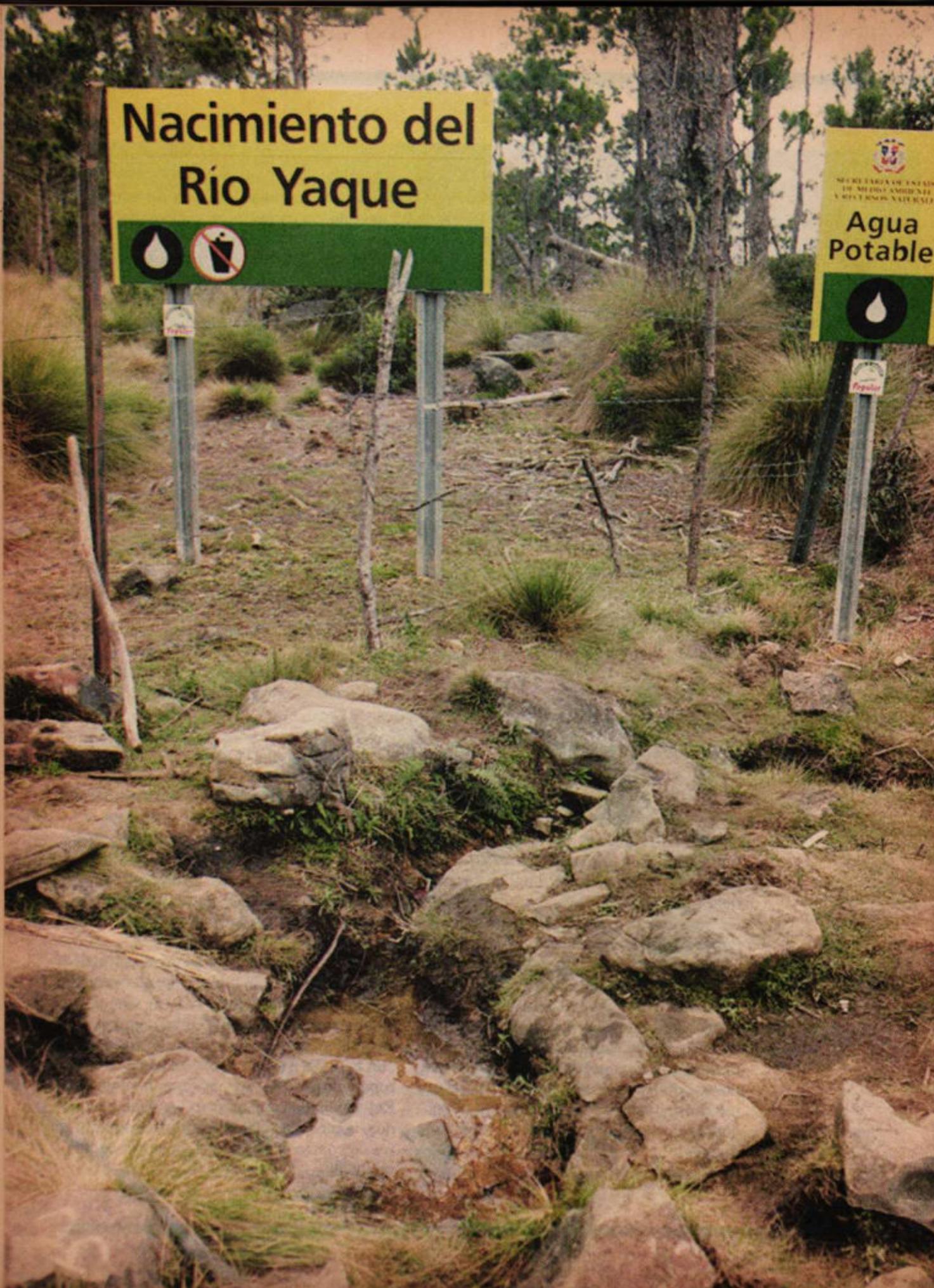
asocian también la amebiasis o disentería amébrica, ascariasis (lombrices); poliomiélitis, fascioliasis hepática, pulmonar e intestinal, el virus A de la hepatitis y otras enfermedades víricas y protozoarias en las que la calidad del agua juega un rol trascendental para su prevención y erradicación.

La función del agua en la prevención de enfermedades no se limita a las afecciones transmitidas con su ingestión. Se vinculan, igualmente, a la utilizada en la preparación de alimentos y la que entra en contacto con la piel a través del baño y el lavado de ropa, entre otros propósitos higiénicos. Enfermedades que afectan los ojos, los oídos, la piel y las vías respiratorias superiores se contraen al bañarse en aguas contaminadas.

Nacimiento del Río Yaque



SECRETARÍA NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
Agua Potable



En su nacimiento, próximo al Pico Duarte, el agua del Yaque es potable pero se degrada en su trayecto desde la montaña. Al descender se divide, formando los ríos Yaque del Norte y Yaque del Sur. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo.

IMPACTO EN LA ECONOMÍA

La disponibilidad del servicio de agua potable y saneamiento impacta la economía familiar y nacional, debido a la desconfianza en el agua de los acueductos.

Además del gasto en la curación de enfermedades hídricas y las horas de trabajo perdidas por esa causa o dedicadas a acarrear agua desde fuentes lejanas, son cuantiosos los recursos destinados a la compra de agua de camiones cisterna y embotellada, esta última, utilizada para beber por cerca del 40% de la población. Su consumo durante el 2002 se estimó en 600 millones de galones.

El agua embotellada tenía en 1998 un costo promedio de US\$0.05 por litro, muy alto comparado con el valor del agua potable de los acueductos, con una media de aproximadamente US\$0.21 por m³. Estos costos se incrementaron notablemente en los años siguientes, al aumentar la prima del dólar de 16 a más de 40%.

Durante los últimos quince años se hicieron inversiones millonarias en acueductos, en costosas y modernas plantas de tratamiento, pero sin acompañarlas de políticas y estrategias sectoriales adecuadas. Consecuentemente, fue limitado el impacto en la salud y el bienestar de la población.

Todavía una parte apreciable de los dominicanos no cuenta con un servicio de agua potable satisfactorio en cantidad, calidad y continuidad. Por la ineficiencia de las instituciones del sector, los usuarios no han podido cerrar sus cisternas, tirar los cubos para bañarse ni dejar de comprar agua embotellada.

En el 60% de los acueductos el servicio es intermitente, mientras las pérdi-

das de agua sobrepasan el 50% en todos los sistemas, salvo en el municipio de Santiago.

De cada cien galones de la costosa agua traída en cañerías desde las tomas, que requiere de gran cantidad de dinero para tratarla, más de la mitad se pierde en fugas y desperdicios. Millones de pesos licuados que escapan al subsuelo por las grietas de viejas tuberías de conducción, en averías de instalaciones clandestinas de usuarios que para abastecerse rompen acometidas y cañerías.

A esto se agregan los desperdicios intradomiciliarios, inmensos por la errada concepción en los usuarios de que el agua potable no cuesta nada. Gota a gota se escapan litros y litros en las instalaciones rotas, un grifo que gotea, en un tubo averiado o las fisuras de las cisternas, en la ducha o la llave dejadas abiertas.

Estudios han establecido en el país una dotación promedio de hasta 934 litros por persona diarios, lo que sobrepasa casi tres veces los parámetros in-

ternacionales, con un per cápita de 250 litros por día.

Las pérdidas de agua deberán reducirse a un 20%, nivel aceptable en los estándares para América Latina.

NIVELES DE CALIDAD

En algunos acueductos hay mayor control sanitario y un aumento del cloro residual, pero muy pocos logran los niveles de calidad recomendados. Las normas internacionales fijan el índice de potabilidad en 95%, siendo el promedio nacional inferior al 80%, proporción con la que el agua no es apta para consumo humano.

Un contenido de fluoruro no mayor de 1 mg/día en el agua potable permite un margen de seguridad que varía entre 2 y 8 respecto al contenido que produciría manchas dentales, y entre 20 y 40 en relación al que ocasionaría una fluorosis ósea.

A principios de los años noventa era sumamente baja la calidad en los acueductos manejados por el Inapa, encargado del suministro de agua, excepto en Santo Domingo, Santiago, Moca, Puerto Plata y La Romana.

En los acueductos del Inapa el índice de potabilidad aumentó entre 1992 y 1994, pero declinó en 1995, una tendencia acentuada desde 1996, cuando descendió a un promedio de 77.6%. Su más alto nivel lo registró en 1994, con una media de 83.2%, valor que en una alta proporción de los acueductos no había sido recuperado en 1998, al realizarse la Evaluación Global de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000, efectuada por la doctora Rosa Urania Abreu con el patrocinio de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef). Otras conclusiones de ese estudio fueron:

-De los 129 sistemas con controles sanitarios, apenas 16 cumplieron con el valor establecido por las normas.

-El 95% de los sistemas de agua potable urbanos usan desinfección, pero sólo 58.1% tenía sistemas de cloración.

-En el 70% de las provincias, los acueductos con cloración era menor al 66.7%. La proporción varía desde 20% para Pedernales a 91.7% en Monseñor Nouel.

Además de la falta de calidad, miles de dominicanos carecen de acceso fácil al agua potable, teniendo que caminar largas distancias para obtenerla en una fuente pública. La almacenan en envases de cuestionable higiene o al descubierto, e incrementan la contaminación al manipular el líquido para trasvasarlo.

El agua se degrada aún más al llegar a las cisternas domiciliarias, criaderos de insectos, de las que sólo en la capital exis-

MAYOR CONTAMINACIÓN

A medida que las redes del acueducto se alejan hacia la periferia de las ciudades proliferan las tuberías rotas y conexiones hechas por los mismos usuarios, abriendo puertas a virus y bacterias.

Los usuarios contaminan el agua al construir piletas en la calle al lado de una acometida y colocar tuberías que atraviesan las redes o zanjas de aguas negras, situándolas junto a basureros o aguas estancadas. Estas instalaciones improvisadas

originan las interconexiones cruzadas, cuando la tubería que lleva las aguas del alcantarillado pasa sobre una de agua potable. Al romperse se entremezclan, contaminando el agua. Esto ha sido causa de brotes de fiebre tifoidea y otras salmonelosis. El problema no es mayor porque son puntos bajos y el agua no puede subir; probablemente la contaminación se localiza en ese lugar, no sigue fluyendo por la cañería. Pero muchas barridas están en zonas altas.

ten más de 157,000, y una cantidad aún mayor de tinacos. Con los cambios de temperatura generalmente las cisternas se agrietan, y por las fisuras entran en contacto con aguas contaminadas de pozos sépticos. El cloro residual de los acueductos con frecuencia no llega hasta ellas con suficiente capacidad para eliminar los microbios acumulados. Por tal razón, deben ser higienizadas y clorinadas por sus propietarios.

Una alta proporción de las enfermedades prevalentes se asocian a un suministro de agua insoluble y un deficiente saneamiento ambiental

ENORMES BRECHAS

La cobertura de agua potable no guarda una relación directa con el mejoramiento de los indicadores sociales y las expectativas

de la sociedad en cuanto al acceso universal y la calidad del servicio, sobre todo en áreas rurales y marginadas urbanas.

Por el contrario, se profundizaron las brechas de cobertura y calidad entre zonas urbanas y rurales. Mientras el suministro de agua abarca el 83% de los habitantes de ciudades, en la población campesina alcanza al 50.4%. Estos son prome-

"LAVADAS POR EL AGUA"

Un suministro fiable de agua inocua desempeña una función importante en la prevención de enfermedades, al facilitar la higiene personal, doméstica y de los alimentos. Las enfermedades en las que más influye la disponibilidad de agua con fines higiénicos son denominadas "lavadas por el agua", divididas en tres grupos:

- ▶ Transmitidas por la vía fecal-oral, como la hepatitis A, la disentería bacilar y diarreas, contraídas a través del agua y por otros medios como los alimentos o las manos. El mejoramiento de la higiene contribuye a combatirlas.
- ▶ Infecciones de los ojos, como el tracoma, las infecciones cutáneas y enfermedades fungicidas de la piel, relacionadas con la falta de higiene.
- ▶ Infecciones transmitidas por piojos o ácaros, como la sarna (ácaros) y el tifus epidémico (causado por *Rickettsia prowazeki* y transmitido principalmente por el piojo del cuerpo humano). Una buena higiene personal ayuda a combatirlas.

dios, la proporción desabastecida en los sectores pobres es muy superior.

Existe también una apreciable diferencia entre el servicio de agua potable y el de alcantarillado, bastante rezagado. En la disposición adecuada de excretas, con una cobertura nacional de 89%, en las zonas urbano-marginales y rurales predomina el uso de letrinas y con frecuencia el fecalismo.

La situación de saneamiento es crítica. Mientras 10.5% de los dominicanos no dispone adecuadamente las excretas, el 79.9% carece de servicio de alcantarillado sanitario. El 44% de las viviendas utiliza inodoros conectados a pozos sépticos o a un sistema de alcantarillado, y 46%, letrinas.

Es aún menor la cobertura en aguas residuales, sólo 48% recibe tratamiento previo a su descarga, y no necesariamente

responde a las normas. Además de insuficientes, las instalaciones para tratamiento de aguas residuales son generalmente precarias, operadas por un personal de muy baja calificación.

DEFICIENCIAS OPERACIONALES

Existen severas deficiencias operacionales en muchas de las plantas de tratamiento de agua potable, deterioro de las redes y la ausencia de un sistema de recolección de aguas residuales adecuado. No todas las instituciones tienen programas de monitoreo bien estructurado y coherente, y, además del bajo nivel académico, hay una elevada rotación del personal dedicado al control de la calidad del agua.

Los subsidios del Estado se han orientado casi totalmente a construir nuevas obras. Esto, aunado a la falta de autofinanciamiento, a los déficit comercial y financiero, contraen los recursos asignados a operación y mantenimiento, lo que afecta las instalaciones y deteriora la infraestructura.

La disponibilidad de la materia prima para el abasto de agua potable está seriamente amenazada por la deforestación y los conflictos en el uso del suelo. No bastará la protección directa de las tomas, el cuidado debe ser extensivo aguas arriba, en las cuencas desde donde drena el agua, cuyo progresivo deterioro afecta la cantidad y calidad de las fuentes aportantes.

En adición, es preciso que los proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento sean diseñados, planificados y ejecutados con mayor eficacia, y que se integren con otros componentes de la atención primaria de salud.

Urge una campaña de educación sanitaria, la participación comunitaria, principalmente de las mujeres, en los programas de abastecimiento y saneamiento, sobre todo en zonas rurales y marginadas urbanas. Una labor educativa que deberá comenzar desde la infancia, enseñando la importancia del agua para la salud y el bienestar general.

[IX] Potencial hídrico

La escasez crónica de agua, su cíclico racionamiento que lanza a muchos dominicanos a las calles a ordeñar acometidas, no parece compatible con el potencial hídrico dominicano, con las disponibilidades de este recurso vital, de gran valor económico y social, alrededor de 21,000 millones de metros cúbicos (m³) anuales en aguas superficiales y subterráneas.

Los conflictos de agua, que penden sobre el mundo amenazando la seguridad y la paz, atisban en nuestro medio. Se evidencian en ciudades y campos, en el agua de consumo humano, de irrigación y de generación energética, mucho antes de que organismos internacionales advirtieran que el 2005 marcaría el principio en la aparición de tensiones sociales por este líquido finito, indispensable para la sobrevivencia.

Periódicamente, el Indrhi raciona el agua a los regantes, inclusive ha habido

que reprogramar siembras por el dramático descenso de la acumulada en las represas, un problema recurrente con cada sequía. Múltiples veces apelan al racionamiento las entidades responsables del suministro de agua potable.

Una crisis de agua que aparentemente no se corresponde con la cuantía de los recursos hídricos, procedentes de los 1,500 milímetros (mm) que como media anual se precipitan sobre los 48,670.82 kilómetros cuadrados (km²) del territorio nacional.

Las lluvias producen un promedio anual de alrededor de 73,000 millones de m³, lo que varía de un año a otro, según el volumen de las precipitaciones, aunque no significativamente.

Del total, retornan a la atmósfera aproximadamente 52,000 millones de m³, evaporados por la energía solar o transpirados por las plantas y animales.

Para hablar de desarrollo hay que contar con el agua, materia prima indispensable en la agropecuaria y la industria, cuya insuficiencia derivaría en serios problemas económicos y sociales.



Río Artibonito.

De los 21,000 millones restantes, alrededor de 19,500 millones constituyen la escorrentía, o sea, el agua que fluye por la superficie de ríos y arroyos, mientras unos 1,500 millones se infiltran, se convierten en agua subterránea.

Se estima que actualmente se explota poco más del 40% del flujo potencial.

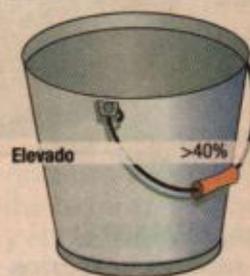
Evaluado como recurso global, habría que concluir que el problema cardinal del país no es tanto de disponibilidad de agua, sino de ineficiencia, de mal aprovechamiento y dispendio, de deterioro por contaminación.

En base al potencial hidrológico, cada dominicano dispondría de una media anual de 2,277 m³ de agua (en su estado natural, cruda), superior al promedio de Europa aunque por debajo de la media latinoamericana.

Pero existe una acentuada inequidad en la distribución. Ese per cápita es un

Índice de escasez de agua

Bajo	<10%	Los recursos disponibles, en general, no sufren presiones sobre ellos.
Mediano	10% a 20%	El agua es un factor que limita el desarrollo. Es necesario hacer esfuerzos para reducir la demanda y efectuar inversiones para aumentar los almacenamientos.
Mediano alto	20% a 40%	Es necesario una gestión rigurosa, para que siga siendo sostenible. Habrá que resolver el problema de la competencia entre usuarios y velar por mantener caudales suficientes para los ecosistemas acuáticos.



Indica una situación de escasez. A menudo, el ritmo de utilización supera el de la renovación natural. Hay que desarrollar fuentes alternativas, por ejemplo la desalinización. Debe prestarse atención urgente a la ordenación intensiva del recurso y la demanda de que es objeto. Es probable que los actuales mecanismos de uso no sean sostenibles y la escasez de agua se esté convirtiendo en un factor limitativo del crecimiento económico.

promedio, de modo que, como en otros bienes, unos cuentan con una excesiva cantidad, hasta el derroche, mientras muchos carecen de este líquido vital.

El per cápita nacional supera el índice de déficit hídrico, de 1,000 m³ por habitante anual (m³/hab/año), mundialmente aceptado como indicador de la escasez de agua. Por debajo de ese umbral existe un déficit crónico.

Las disponibilidades nominales duplican ese indicador, pero las perspectivas no son halagüeñas, debido a que la oferta de agua se constriñe con una creciente demanda y la ausencia de una cultura de conservación, uso racional y protección de los recursos hídricos en la población, lo que limita la oferta del recurso.

La demanda de agua se expandió desmesuradamente en los últimos años con el crecimiento demográfico y el desarrollo agrícola e industrial, cada vez con mayores requerimientos.

Además, la oferta hídrica real se contrae con la creciente contaminación que inhabilita inmensos volúmenes para el consumo. A las aguas contabilizadas en la disponibilidad nominal hay que restar aquellas con las que no se puede contar, por lo menos hasta lograr su saneamiento, como los caudales podridos de los ríos Isabela y Ozama en la vecindad de Santo Domingo y del Higuamo en San Pedro de Macorís.

La calidad del agua hace que esta aparente abundancia no sea real y que se generen conflictos, un desbalance entre la que nos ofrece la naturaleza y la que se necesita.

UNA ADVERTENCIA ¡ALARMANTE!

Por esas y otras razones, expertos coinciden en que aunque todavía el



Río Lánico, sólo pasa un hilito de aguas negras por su cauce. Foto: Hoy/José Alberto Rudecindo.

país cuenta con suficientes recursos hídricos, económicamente aprovechables, de continuar las tendencias actuales, éstos podrían verse severamente limitados en menos de dos décadas.

Para otros, la crisis es más inminente. El director de la Caasd, Julio Suero Marrazzini, advierte que República Dominicana es el segundo país de América que

menos agua por persona tendrá en los próximos cuatro o cinco años, en función de su crecimiento demográfico. Sólo será precedido por Haití.

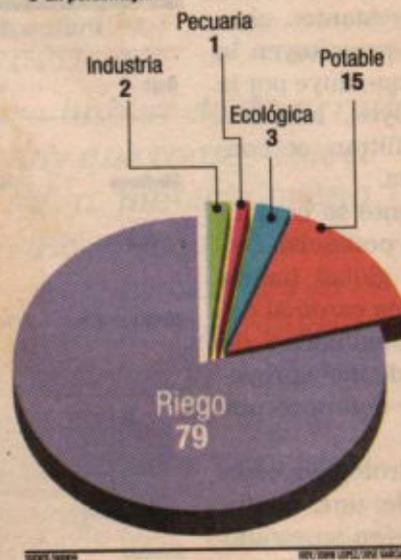
República Dominicana no está lejos de las temidas tensiones sociales por el agua. Al momento se sitúa por encima del índice de tensión hídrica, establecido en 1,670 m³/hab/año. Pero, en años secos se confirma su vulnerabilidad, pues ese promedio se reduce a 1,373

m³/hab/año, colocándose el país en el nivel de tensión hídrica.

Conforme con ese parámetro, aun superando un poco el umbral de 1,670 m³ ya se

Demanda de agua por usos

● En porcentajes



experimentan problemas ocasionales de agua, y por debajo, empiezan a presentar-se conflictos periódicos o regulares.

NO TODO ES APROVECHABLE

El escurrimiento anual no es aprovechable en su totalidad, debido a la distribución irregular de las lluvias en el tiempo y en el espacio. El volumen de lluvias no es igual en todo el territorio, hay diferencias abismales, desde 500 mm de precipitación anual, en el valle de Neiba, hasta 2,700 milímetros en Barraquito, en el Norte.

La región Ozama-Nizao, que abarca la capital del país, está en la categoría de tensión hídrica. Su oferta de agua es de 3,802 millones de m³ al año, pero la elevada población hace que el promedio per cápita sea de 1,069, de acuerdo con una evaluación realizada en el 2001 por el Indrhi.

Entre las principales regiones hidrográficas, la mayor disponibilidad por habitante se registra en el Yaque del Sur, favorecida al tener su cuenca una menor densidad poblacional.

ÍNDICE DE ESCASEZ

La demanda total de agua de los diferentes tipos de usuarios asciende a unos 9,500 millones de m³ al año, de los que la mayor proporción, 7,802 millones de m³/año, se destina a irrigar tierras agrícolas, y 1,256 millones de m³/año al agua potable.

Al restar la oferta hídrica de la demanda, hay un aparente excedente. No obstante, el índice de escasez de agua, un indicador de la presión a que está sometido este recurso, revela que no hay bonanza.

El promedio nacional, de 49%, rebasa los niveles aceptables. La situación es más crítica en el Yaque del Sur y Yaque del Norte, con 86 y 66%, respectivamente. Una proporción preocupante, pues sobre un 40% existe escasez, y a menudo el ritmo de utilización supera el de la renovación natural.

Por encima del 40% es probable que los actuales mecanismos de uso no sean sostenibles y la escasez de agua se convierta en un factor limitativo del crecimiento económico. Habrá que prestar

Región	Oferta disponible en millones m ³ /año	Población habitante/año	Per cápita
Yaque del Sur	4,268	940,997	4,536
Yaque del Norte	4,210	1,345,362	3,129
Atlántica	2,386	666,396	3,580
Yuna	3,085	1,210,700	2,548
Ozama	3,802	3,557,101	1,069
Este	1,649	795,927	2,072

Fuente: Programa Cultura del Agua. Indrhi

una atención urgente a la ordenación intensiva del recurso y a la demanda, además de desarrollar fuentes alternativas.

El índice de escasez de agua tiene su más baja expresión en el Este, con una oferta muy superior a la demanda, como se evidencia en el siguiente cuadro:

Región	Oferta disponible	Demanda total	Balance O-D	Cociente D/O
Yaque del Sur	4,268	3,671.05	596.95	86%
Yaque del Norte	4,210	2,796.78	1,413.22	66%
Atlántica	2,386	390.46	1,995.54	16%
Yuna	3,085	1,194.65	1,890.35	39%
Ozama	3,082	1,200.53	2,601.47	32%
Este	1,649	319.63	1,329.37	19%
Total	19,400	9,573.10	9,826.90	49%

Fuente: Programa Cultura del Agua. Indrhi

Como puede apreciarse, las regiones Atlántica y Este disponen de recursos hídricos no aprovechados, también el Yuna y el Ozama, pero este afluente, como muchos otros, requiere de un intenso programa de saneamiento.

RECOMENDACIONES

Urgen acciones para rescatar los ríos contaminados, reponer la cubierta vegetal mediante efectivos programas de reforestación, y proteger los suelos con técnicas conservacionistas.

La magnitud del daño ambiental en las cuencas altas y su deterioro progresivo obliga a la aplicación impostergable de una política integral que permita frenar la pérdida de este recurso estratégico y su óptimo y racional aprovechamiento, dentro de un desarrollo realmente sostenible que conduzca al incremento de la producción, a una mejor calidad de vida. Paralelamente, deberá efectuarse a una campaña educativa tendente a crear una conciencia conservacionista, que involucre al hogar y a la escuela. Será preciso:

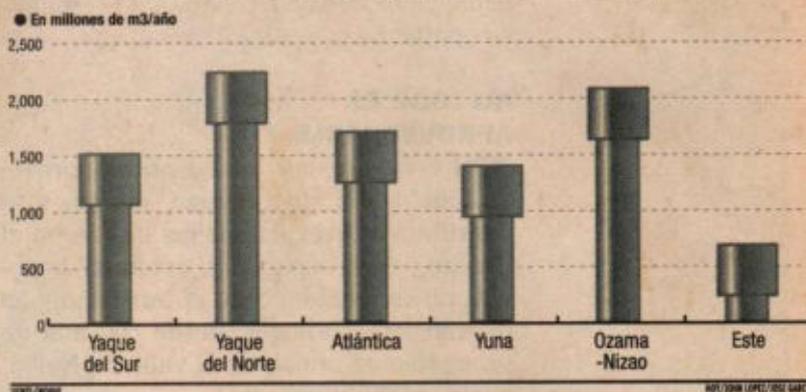
–Ejecutar un programa nacional de manejo de cuencas de alta prioridad estratégica, no disociado de los planes de protección y conservación de los demás recursos naturales, de la política económica y social del país.

–Considerar la estrecha interrelación entre los diferentes procesos ambientales en las cuencas altas, y que las soluciones se diseñen integradas, compatibilizando las necesidades humanas, el potencial de las tierras, el deterioro alcanzado y las estructuras de producción, a fin de garantizar la sostenibilidad socioeconómica y ambiental.

Expertos advierten que de la tendencia actual, la disponibilidad de agua podría verse severamente limitada en menos de dos décadas.

sos hídricos en cantidad y calidad, una responsabilidad del gobierno, del sector privado y todos los ciudadanos. Una ingente tarea que nadie debe eludir.

Balance de la oferta y demanda de agua



Intervalos de competencia por el agua

Características	Disponibilidad
Países con problemas limitados	10,000 m ³ /hab/año
Países con problemas generales	1,670 a 10,000
Países con tensiones hídricas	1,000 a 1,670
Países con escasez crónica	500 a 1,000
Países que están más allá de la barrera del agua	menos 500

FUENTE: PROGRAMA CULTURA DEL AGUA, INDERH

RECURSOS HÍDRICOS

El volumen total de agua procedente de las lluvias sobre el territorio nacional se obtiene mediante la siguiente operación, una vez realizada la conversión de milímetros (mm) a metros (m) y los kilómetros cuadrados (km²) a metros cuadrados (m²):

$$1.5 \text{ m} \times 48,670.82 \text{ millones m}^2 = 73,006 \text{ millones m}^3$$

$$(1 \text{ m}=1,000 \text{ mm y } 1,500 \text{ mm}=1.5 \text{ m de lluvia}) (1 \text{ km}^2=1,000,000 \text{ m}^2 \text{ y } 48,670.82 \text{ km}^2=48,670.82 \text{ millones de m}^2)$$

[X] Ahorre agua y dinero

La conservación del agua constituye una tarea de suma trascendencia para preservar un recurso que se escurre, sin percatarnos, quizás, de la catástrofe ecológica que supondría su extinción. Una tarea factible en la que todos podemos contribuir en medio de la cotidianidad, mediante un conjunto de medidas para reducir al mínimo las pérdidas, el dispendio y mal uso de este líquido insustituible.

Tales medidas, aplicables a los consumidores domésticos, agrícolas e industriales, tienden a contraer la demanda, a lograr una reserva para fines alternativos.

Múltiples formas permiten obtener economías sustanciales, desde cerrar una llave que gotea hasta la instalación de artefactos de bajo consumo de uso doméstico o la aplicación de un sistema de riego por goteo.

Es posible modificar el manejo del líquido, disminuir la cantidad consumida en hogares, escuelas, fábricas y otros centros laborales, mejorar la disponibilidad y, a la vez, ahorrar dinero.

Cada litro ahorrado de agua potable también genera una economía en productos químicos, energía y capacidad de la planta. Bastaría, en muchos casos, reparar las instalaciones

sanitarias domiciliarias, mientras las autoridades realizan programas de detección de fugas en las comunidades.

Residencias, hoteles y otros establecimientos pueden adoptar medidas de conservación a través de dispositivos de ahorro de agua, de instalaciones más efectivas que reducen considerablemente la demanda.



No desperdicie el agua. Utilice la indispensable, como lo hace el niño de la derecha con una regadera.



Con el ahorro derivado de estas estrategias se persigue reducir el consumo, en vez de aumentar la capacidad de un acueducto.

DIVERSAS FORMAS DE ECONOMIZAR EL AGUA

Algunos puntos sólo requieren del sentido común, otros de tecnología. No obstante, todos son esenciales para asegurar el servicio de agua para usted, sus hijos y la futura generación. Todos debemos poner de nuestra parte.

¿Cómo pueden colaborar los ciudadanos? ¿Piensa que está usando más agua de la debida en su casa y en el jardín? Usted se sorprendería de la gran cantidad de agua y dinero que puede economizar con un pequeño esfuerzo.

RECOMENDACIONES GENERALES

—Involúcrese en la campaña de ahorro de agua. Siga todas las reglas orientadas a esos fines en su comunidad. No asuma, aun cuando use agua de un pozo propio, que no necesita observarlas.

—Estimule a las autoridades de su escuela, del ayuntamiento y del gobierno a promover como ética entre los niños y adultos la conservación del agua.

—Ayude a sus vecinos, amigos y familiares a iniciar su propia forma de economizar este preciado líquido, además de tiempo, energía y dinero.

—Respalde los esfuerzos y programas que produzcan una preocupación por la conservación del agua, como los denominados Cultura del Agua, del Indrhi, y Vigilantes del Agua, de la Caasd. Asegúrese de que comprenden la necesidad y los beneficios de su conservación.

—Estimule a sus amigos, vecinos y compañeros de trabajo a formar parte de una comunidad consciente de la necesidad del ahorro de agua. Promueva su conservación a través de boletines comunitarios y cualquier otro medio.



Repare los grifos dañados. Si estos dejan escapar gotas a un ritmo de una por segundo, desperdiciará 2,770 galones de agua por año.



No deje llaves abiertas. Ayude a sus familiares a iniciar su propia forma de economizar este preciado líquido.

EN LA CASA

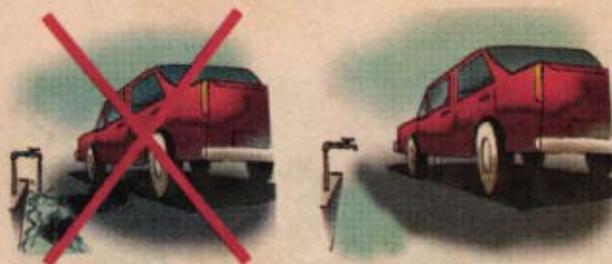
* Nunca permita el desperdicio. Cierre bien las llaves para que no goteen. Verifique que no haya ninguna fuga. Revise con frecuencia las tuberías y llaves para detectar goteras o averías, y elimínelas rápidamente.

* Repare los grifos dañados. Si estos dejan escapar gotas a un ritmo de una por segundo, desperdiciará 2,770 galones por año. Esto se suma al costo del agua y a la inundación del alcantarillado, además de que puede entaponar el séptico.

* Si tiene medidor, léalo antes y después de dos horas de haber dejado de usar el líquido. Si no indica lo normal, entonces, hay una fuga.

* Instale rociadores en la llave, permitirá una salida lenta del agua.

* Revise la bomba de la cisterna o pozo, escúchela, y si prende y apaga mientras no se use el agua, hay un escape.



No vierta en el suelo contaminantes, como el aceite del motor de su vehículo, podrían dañar fuentes de agua.



No deje la manguera abierta mientras lava su vehículo, utilice una con cierre automático.

* Considere un lavadero de carro que recicle el agua. Si lava su vehículo, utilice una manguera con cierre automático.

* Evite la instalación de sistemas ornamentales que requieran agua, como fuentes, a menos que el líquido sea reciclado.

* Si tiene una piscina, busque un filtro economizador de agua, los tradicionales gastan de 180 a 200 galones.

* No vierta en el suelo contaminantes, como el aceite del motor de su vehículo, pronto harían contacto con fuentes acuíferas.

* No desperdicie el agua por entender que otro paga la cuenta, tal como cuando usted se encuentra en un hotel.

* Evite comprar juegos que usen agua.

EN EL BAÑO

* Consuma menos agua en el baño. Se puede economizar hasta siete galones por minuto. Reemplace el calentador de agua por un modelo de desplazamiento lento, son más fáciles de instalar. Sustituya la ducha por una de flujo bajo. Círrrela mien-

tras se enjabona, ábrala para enjuagarse.

* No deje que el agua fluya mientras se afeita, se lava el rostro o las manos. Al cepillarse los dientes, utilice un vaso con agua o cierre la llave mientras lo hace.

* Compruebe si el inodoro gasta excesivamente agua y busque la forma de disminuir el volumen de las descargas. Cuando compre uno nuevo, considere las unidades que usan menos agua.

* Revise el inodoro para detectar si hay pérdidas y repárelo inmediatamente. Inspeccione el tanque al añadir colorante para detectar alguna fuga. Si deja escapar agua, el color aparecerá por las ranuras en 30 minutos. Busque las partes cuarteadas. Estas piezas no son costosas y se reemplazan fácilmente. (Límpielo tan pronto termine la prueba, pues el colorante podría

mancharle el tanque).

* Evite la descarga innecesaria del inodoro, no lo use para eliminar insectos, colillas de cigarrillos, pañuelos de papel y otros desperdicios.

EN LA COCINA

* Cuando lave los platos, llene el fregadero, enjabone primero todo y luego enjuáguelos con un flujo de agua lenta.

* Para lavar las legumbres, póngalas en un recipiente con agua, en vez de dejar la llave abierta.

* Use la lavadora de ropa o lavaplatos automáticos sólo cuando están totalmente cargados. Establezca el nivel de agua adecuado. Si lava a mano, el agua del último enjuague sirve para lavar otra ropa, trapear o el jardín.

* No utilice el agua corriente para descongelar la carne u otros alimentos, déjeles a temperatura ambiente, descongéelos durante la noche en el refrigerador.

* Los desperdicios en el fregadero requieren de mucha agua para desplazarlos

apropiadamente. Destine un compartimiento de acumulación de basura como alternativa.

* Instale los sistemas ablandadores de agua sólo si es necesario. Economice agua y sal al dejar fluir la cantidad mínima. Apague el ablandador cuando esté de vacaciones.

EN EL PATIO, JARDINES Y HUERTO FAMILIAR

* Riegue sus plantas en horas de poco sol, temprano en la mañana o preferiblemente de noche, para minimizar la evapotranspiración. Utilice el agua indispensable.

* Contrario a la creencia popular, las plantas no necesitan tener las hojas mojadas. Mantenga una inspección permanente en su sistema de irrigación, cuide las fugas y los empaques de las mangueras para evitar pérdidas.

* Recoja agua de lluvia que le servirá para el jardín y otros usos. Aproveche la que cae en el techo almacenándola en vasijas para usarla en la irrigación.

* Ponga una capa de estiércol y paja alrededor de los árboles y plantas para retener más agua. Mantienen el suelo abonado, evitan la evaporación de la humedad y la erosión lenta, reducen la maleza y moderan la temperatura.

* No use agentes químicos o fertilizantes en su jardín. Podrían contaminar las provisiones de agua. Si los utiliza, elija fórmulas bajas en nitrógeno.

* Compre un medidor de agua para ver la cantidad que aplica.

* Siembre especies nativas y resistentes a la sequía.

CONOZCA SUS PLANTAS

—Familiarícese con las variedades de plantas, conozca sus características: tamaño, tipo de luz que necesitan, el terreno, la temperatura y, por supuesto, la cantidad de agua requerida. El propósito es ponerlas en el lugar adecuado, en función del volumen de agua a consumir. Agrupe



Estimule a sus amigos, vecinos y compañeros de trabajo a formar parte de una comunidad consciente de la necesidad del ahorro de agua.



Evite comprar juegos que usen agua.

las acuáticas y haga el rociado de manera particular. Algunas sólo requieren de la lluvia natural.

—Ciertas plantas tienen características físicas que ayudan a retener la humedad. Las hojas de las especies tolerantes a la sequía son, a menudo, pequeñas, delgadas o pálidas. Esto reduce la pérdida de humedad por evaporación. Las de tallos leñosos tienden a ser más secas y dependientes de la humedad. En otras, las raíces largas les permiten encontrar agua subterránea.

EN ÁREAS VERDES

—No moje demasiado el césped. Hágalo en la mañana, cuando las temperaturas y velocidad del viento son bajos, esto reduce las pérdidas por evaporación. Una fuerte lluvia evita rociarlo durante varios días. Emplee aspersores, inspeccione los sistemas de rociado y de tiempo para asegurarse de que operan apropiadamente.



Evite la descarga innecesaria del inodoro, no lo use para eliminar insectos, colillas de cigarrillos, pañuelos de papel y otros desperdicios.



Instale rociadores en la llave, permitirá una salida lenta del agua.



Respalde los esfuerzos y programas orientados a la conservación del agua.

-Al cortar la yerba, ajuste las aspas de su cortadora tres pulgadas hacia arriba o a su altura máxima. Un corte alto permite la profundización de las raíces, y requerirán de menos agua.

-Utilice un inyector en la manguera que permita el flujo del agua necesario.

Cuando termine, cierre el grifo en vez del inyector para evitar el goteo. Una manguera de jardín puede desperdiciar 600 galones o más en sólo unas horas.

-No limpie la acera o el contén con la manguera.

-El tipo de yerba incide en el consumo de agua. Cultive grama resistente a la sequía, algunas son extremadamente tolerantes, porque sus raíces les permiten sobrevivir en esas condiciones y se recuperan rápidamente al mojarlas.

AHORRO DE AGUA EN LA AGRICULTURA

Instrumentos conocidos como tensiómetros miden la humedad en el suelo, permiten a los agricultores determinar la que requieren sus cultivos. Algunos consejos útiles son:

-Adopte el sistema de irrigación más adecuado. La microirrigación es óptima en áreas de poca evaporación. Utilice el sistema de goteo. Un tubo muy pequeño deja caer gotitas de agua directamente en el tronco de la planta. De este modo, se controla la cantidad de agua y de fertilizantes que necesita.

-En plantaciones se usa un sistema de irrigación aérea que economiza agua. Una pequeña cantidad es rociada en los árboles para reducir la posibilidad de enfermedades y daños en las raíces.

-Revista los canales de riego para reducir pérdidas.

-Logre un ahorro mediante la reducción de la evaporación y la infiltración en los cauces, con el uso de plantas que no requieren cantidades

excesivas de agua y de variedades vegetales que transpiren menos.

-Reduzca la irrigación en la temporada lluviosa, válgase del goteo para evitar el sobremojado, que propicia enfermedades en las plantas.

-Las malezas compiten con las plantas

por el agua, mantenga el terreno bien limpio.

-Reduzca al mínimo la evaporación y la infiltración en suelos arenosos, mediante una capa bituminosa subterránea.

AHORRO DE AGUA EN INDUSTRIAS Y OTRAS EMPRESAS

En diversos países el sector industrial ha comprendido que el ahorro de agua no sólo es bueno para el medio ambiente, sino para sus bolsillos. Muchas industrias la economizan sin disminuir la producción, haciendo de esto una meta diaria que en nuestro medio debemos replicar.

-Industrias, hoteles y otras empresas respaldan la campaña de ahorro de agua con el uso de unidades de bajo consumo y prácticas de ahorro.

-Restaurantes sirven agua sólo a quienes la pidan y estimulan a los empleados a conservarla.

-El agua de las plantas eléctricas, que requieren de gran cantidad, la reciclan en sus instalaciones.

-En centros comerciales y zonas residenciales se ofrece agua tratada para jardines y demás áreas comunes.

-Los campos de golf son irrigados con aguas tratadas.

EL AGUA DE HOY Y DEL FUTURO

Es preciso conservar el agua que consumiremos hoy y en el futuro. A medida que aumenta su valor, el uso alegre será una práctica del pasado. Algunos países adoptan estructuras encaminadas a su conservación, realizan grandes esfuerzos para economizarla, inclusive la utilización de unidades de menor consumo son exigidas por ley. Estas son algunas de sus acciones:

* Para ayudar a que los clientes comprendan la necesidad de conservar el agua, las entidades encargadas de sumi-



Verifique que las llaves estén bien cerradas.



Al cepillarse los dientes, utilice un vaso con agua o cierre la llave mientras lo hace.

nistrarla les dan gratuitamente equipos orientados a la conservación, como calentadores y diques fáciles de instalar en los sanitarios. Ofrecen precios económicos a los residentes que deseen reemplazar modelos viejos de inodoros por los de menor uso de agua.

* Compañías promueven activamente la conservación del agua a través de cartas y mensajes enviados a clientes en sus facturas mensuales.

* Oficinas de extensión proveen los servicios de expertos que orientan sobre la conservación del agua.

* Ante las perspectivas de crisis, algunos países han creado un fondo e integrado un equipo para explorar fuentes alternativas, como el tratamiento del agua, desalinización, rehidratación y la orientación de los agricultores y granjeros.

No esperemos llegar a extremos.

Conservemos el agua, ahorremos este líquido vital.

Legislación

1884. Artículos del 640 al 645 del Código Civil, primeras disposiciones referentes a las aguas dentro del territorio nacional.

1909. Ley No. 4916 primera legislación que reglamenta de manera especial el régimen de las aguas, relativa a la utilización de los ríos para fines industriales.

1919. Orden No. 318 declara que las aguas de los ríos no son propiedad privada de los ribereños, sino que dependen directamente del control estatal.

1928. Ley No. 916 extiende el campo de aplicación a terrenos no necesariamente áridos o semiáridos.

1942. Ley No. 124 deroga la No. 961 y fija la reglamentación de las aguas superficiales, estableciendo que las mismas fuesen de ríos, fuentes y arroyos.

1962. Ley No. 5852 de Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas, deroga la No. 124.

1962. Ley No. 5994 crea el Instituto Na-

cional de Aguas Potables y Alcantarillados (Inapa). Tres años después es desarticulado, y en 1965 reaparece como institución autónoma.

1965. Ley No. 614 crea la Comisión Nacional de Irrigación, Fuerza y Control de Ríos (Conaif).

1965. Ley No. 701 deroga la No. 614 y crea la Secretaría de Estado de Recursos Hidráulicos.

1965. Ley No. 5 deroga la No. 701 y restablece el Inapa.

1965. Ley No. 6 crea el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (Indrhi)

1973. Ley No. 498 crea la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (Caasd).

1977. Ley No. 582 crea la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (Coraasan).

2000. Ley No. 6400 crea la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Fuentes de documentación

BIBLIOGRAFÍA

- Geografía y sociedad.** Juan B. Pérez. 1972.
- Santo Domingo, su pasado y presente.** Samuel Hazard. 1979.
- Santo Domingo, un país con futuro.** Otto Schoenrich. 1977.
- Juan Bosch, Obras Completas.** Tomo I. 1989.
- Manual de Historia Dominicana.** Frank Moya Pons. 1977.
- Cristóbal Colón, Diario de navegación y otros escritos.** Fundación Corripio. 1988.
- Geografía Dominicana.** Santiago de la Fuente sj. 1976.
- Los Bosques Dominicanos.** Eleuterio Martínez. 1990.
- Programa cultura del agua.** Indrhi. 2001.
- Cuencas hidrográficas prioritarias de la República Dominicana.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002.
- Medio Ambiente de la Isla de Santo Domingo.** Héctor Bidó. 1998.
- Agua y saneamiento básico para todos en el año 2000 en República Dominicana.** Philippe Barragne-Bigot. 1994.
- Utilización múltiple de los recursos de agua de la cuenca del Artibonito-Macías.** Diagnóstico OEA-Indrhi. 1991.
- Humanidad y naturaleza. Recursos naturales y medio ambiente en la República Dominicana y el Caribe.** José Serulle Ramia. 1994.
- Agua y salud humana.** OPS/OMS. F. Eugene McJunkin. 1988.
- Perfil ambiental.** Un estudio de campo. AID. 1983.

Situación de los recursos hídricos en la República Dominicana. CAASD. 1998.

Disponibilidad de agua subterránea en la República Dominicana. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002.

Proyecto Ley de Agua. 2003.

Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos. Indrhi. OEA. 1995.

Demandas y aprovechamientos hidroagrícolas, drenajes y salinidad. OEA, Indrhi, ONAPLAN. 1993.

Plan Maestro para el Aprovechamiento de recursos hidráulicos en la vecindad de Santo Domingo. Indrhi. 1972.

Plan de acción 1999. Indrhi. 1999
Estudio del proyecto de desarrollo rural integrado de la cuenca del río Yaque del Sur. Informe final. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Tomo III. Indrhi. 1999.

Plan nacional de investigación, aprovechamiento y control de aguas subterráneas (Planiacas). Vol.I, convenio BID-Indrhi. 1983.

Evaluación global de los servicios de agua potable y saneamiento 2000. Informe analítico República Dominicana. OPS, OMS, UNICEF. 1999.

Agua potable y saneamiento. OPS, OMS. 1993.

Análisis regional de la descentralización de los servicios de agua y saneamiento en América Central y la República Dominicana. OPS. 1999.

Plan nacional de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales dispersas y urbanas marginales de la República Dominicana (1995-2000). Secretariado Técnico de la Presidencia. 1995.

Guías para la calidad de agua potable. Segunda edición. OMS, 1998.

Planificación y manejo ambiental del litoral de Santo Domingo. Plan de Saneamiento ambiental para las cuencas media baja Ozama-Isabela-Haina y el litoral de Santo Domingo. Secretaría de Agricultura. 1999.

Contaminación ambiental en República Dominicana. Nicolás Faña. 1997.

El río Yaque del Norte. Ramón Isidro Rodríguez Taveras. 2000.

Enfoque técnico-institucional del programa nacional de manejo de cuencas. INDHRI. 1997.

TÉCNICOS ENTREVISTADOS

Salvador Dájer, especialista en hidráulica.

Julio Suero Marranzini, director de la Caasd.

Eleuterio Martínez, ambientalista.

Gilberto Reynoso, subdirector Técnico, Indrhi.

Domingo Rodríguez, Sociedad Ecológica del Cibao (Soeci).

Héctor Bidó, director Gestión Ambiental Municipal, Secretaría de Medio Ambiente.

José Francisco Febrillet, director Programa Cultura del Agua. Indrhi.

Juan Francisco Saldaña, coordinador adjunto Programa Cultura del Agua, Indrhi.

Felipe Vicoso, encargado Gestión Ambiental, Indrhi.

Fernando Campos, subdirector de Suelos y Aguas, Medio Ambiente.

Gustavo Tirado, director Ordenamiento Territorial, Medio Ambiente.

Tomás Montilla, subdirector Ordenamiento Territorial, Medio Ambiente.

Francisco Roberto Arias Milla, ex representante de la FAO en el país.

Luis Carvajal, Academia de Ciencias de la República Dominicana.

Carlos Leal, ingeniero sanitario.

José Mateo, gerente Calidad de Agua, Caasd.

Josefina Gómez, ecóloga de agua dulce.

Elba Villegas, encargada Departamento Climatología, Meteorología.

Héctor Rodríguez, presidente consejo directivo de ingenieros civiles, Codia.

INSTITUCIONES CONSULTADAS

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (Indrhi).

Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (Caasd).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (Inapa).

Biblioteca Nacional.

Academia de Ciencias de la República Dominicana.

Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Organización de Estados Americanos (OEA).

Oficina Nacional de Meteorología.

Glosario

Agua: sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno. Líquida, inodora, insípida, incolora en pequeña cantidad, y verdosa o azulada en grandes masas.

Aguas atmosféricas: todas las formas de agua en su estado líquido, sólido o gaseoso que se encuentran en la atmósfera. Resultan de la condensación del vapor de agua contenido en las masas de aire ascendentes.

Aguas cloacales: procedentes de las descargas domiciliarias y conducidas por la red de alcantarillado sanitario. Incluyen las aguas negras.

Aguas de re-uso: las usadas más de una vez antes de regresar a los sistemas de evacuación natural.

Aguas tratadas: las procesadas en una planta de tratamiento, cuya calidad ha sido modificada por los procesos físicos, químicos o biológicos, a fin de hacerlas aptas para ser reutilizadas.

Agua dulce: contiene menos de 1,000 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos de cualquier tipo.

Aguas estuarianas: mezcla de agua dulce y salada en las bahías, deltas y zo-

nas donde un río descarga al mar.

Aguas lacustres: provienen de lagunas o lagos y se encuentran estancadas.

Aguas marinas: propias del mar y de los océanos, con un contenido de sólidos disueltos de más de 35,000 ppm.

Aguas minerales: manantial que lleva en disolución sustancias minerales en cantidad superior al promedio.

Aguas nacionales: las que llueven, se evaporan, forman nubes, se infiltran y forman acuíferos y lagunas o fluyen sobre la superficie territorial del país, así como las que están dentro de la franja costera.

Agua potable: con características físicas, químicas y biológicas aptas para el consumo humano.

Aguas servidas: su calidad y composición original han sido afectadas después de utilizarlas en fines domésticos, comercial o industrial. Sinónimo de aguas servidas son aguas negras, residuales y cloacales.

Agua subterránea: se encuentra entre los espacios de las partículas de suelo y grietas de las rocas subterráneas, aprovechada mediante pozos.

Aguas superficiales: toda el agua ex-

puesta naturalmente a la atmósfera en ríos, lagos, depósitos, estanques, charcos, arroyos, represas, mares y otros cuerpos de agua.

Aguas termales: las que brotan de un manantial con temperatura superior a la media del país.

Albedo: efecto de la reflexibilidad de la luz sobre la superficie terrestre, que contribuye a la elevación de las nubes.

Alcantarillado: canal o conducto que lleva aguas negras o la escorrentía urbana de lluvia hasta una planta de tratamiento, sistema colector o arroyo receptor.

Avenidas: creciente de un río ocasionada por lluvias intensas, que puede causar desbordamientos sobre las márgenes del río.

Balance hídrico: estimación de la cantidad de agua disponible en una cuenca o región hidrológica, que resulta de la determinación de los volúmenes de escorrentía superficial y subterránea menos la evapotranspiración.

Cambio climático: variaciones en los promedios de los valores de la temperatura, precipitación, humedad y otros elementos meteorológicos en una amplia región a lo largo de un período, las cuales alteran el clima original de esa zona.

Canal: cauce artificial construido para transportar agua a una superficie libre, conectar dos o más cuerpos de agua o servir como vía para la navegación.

Captación: recoger convenientemente las aguas de una o más fuentes o manantiales para un propósito determinado.

Cauces o álveos: lecho de un río o arroyo por donde normalmente fluyen las aguas. El término cauce mayor incluye, además del lecho del río, aquella porción de terrenos adyacentes por la cual fluye el grueso del volumen de las aguas durante la avenida extraordinaria de un río o arroyo.

Caudal: escorrentía total que se produce en determinada área de captación y que se expresa en volumen por unidad de tiempo.

Caudal ecológico: caudal no deriva-

ble de una fuente, destinado a garantizar un volumen mínimo, continuo y permanente, que a lo largo del cauce permita la estabilidad del ecosistema y satisfaga las necesidades de cada región.

Ciclo hidrológico: cursos y etapas por las que pasa el agua tanto en la superficie terrestre como en la atmósfera, tales como evaporación, condensación, formación de nubes, precipitación y acumulación en la tierra o en cuerpos de agua.

Conservación: práctica de manejo de un recurso natural, cultural o ecológico, con el propósito de mejorar y mantener sus condiciones y características naturales.

Contaminación: acción y efecto de introducir sustancias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que implican una alteración perjudicial de sus características físicas, químicas o bacteriológicas en relación con los usos posteriores de su función ecológica.

Control de avenidas: manejo de crecidas de los ríos y la prevención de los efectos de las inundaciones, mediante embalses y otras obras hidráulicas.

Cuenca: territorio delimitado por una línea divisoria de agua, donde interactúan factores biofísicos y socioeconómicos, y donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural a través de uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente, que los conduce a un curso mayor o al mar.

Desagüe (redes de): sistema de colectores, tubería, bombas y conductos para evacuar cualquier agua de desecho (agua de lluvia, de residuos domésticos y otros drenajes) desde los puntos donde se genera hasta una planta de tratamiento de aguas negras o hasta donde el agua de desecho se descarga en agua superficial.

Desastre hidrológico: ocurrencia de fenómenos hidrológicos adversos, como huracanes, tormentas, inundaciones y otros que provocan pérdida de bienes, vidas y daños al ambiente.

Desechos tóxicos: los que contienen cantidades significativas de sustancias que presentan o pueden presentar peligro

para la vida o salud de los organismos vivos cuando se liberan al medio ambiente, o si se manipulan incorrectamente.

Ecosistema: complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, microorganismos y su medio físico, interactuando como una unidad funcional.

Efluentes: agua que fluye desde una planta de tratamiento después que ha sido tratada.

Embalses: cuerpo natural o creado artificialmente en donde se almacena agua con fines de regular su uso o de controlarla para evitar posibles inundaciones.

Flujo base: la parte del escurrimiento de un río (aguas fluviales) que no es atribuible a la precipitación y es usualmente sostenida por el agua subterránea.

Hidroelectricidad: generación de energía con la fuerza hidráulica, usando la topografía del terreno (caídas de agua) y el uso de una turbina con la que se produce energía mecánica que luego se transforma a energía eléctrica.

Lluvia ácida: aguas con valores de pH menores de 5.6, lo que denota la presencia de ácidos fuertes como el sulfúrico y el nítrico. Esto es debido a las emisiones atmosféricas, principalmente de los óxidos de azufre y de nitrógeno, por el uso de combustibles fósiles, operación de la industria, transporte, uso de fertilizantes, combustión de desechos industriales, urbanos y agrícolas.

Nivel freático: punto donde se equilibran la presión atmosférica y la presión del suelo.

Obras hidráulicas: construcción destinada al aprovechamiento y conservación del agua, que modifica el curso natural de cualquier corriente del dominio público, a fin de aprovecharla para el consumo, fines productivos o control de su flujo.

Planta de aguas servidas: conjunto de estructuras, mecanismos y dispositivos, diseñada para recibir aguas servidas y remover los materiales y sustancias que afectan negativamente su calidad.

Precipitación: partículas de agua líquidas o sólidas que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Presas: barrera a lo largo de un curso de agua con el propósito de represar o contener el paso del agua o de crear un embalse para derivar agua por un conducto o canal.

Recarga de agua subterránea: flujo de agua hacia un acuífero por la infiltración de la precipitación y el movimiento del agua en el subsuelo que alcanza el nivel freático.

Red de monitoreo hidrológico: estaciones climáticas, pluviométricas distribuidas sobre un territorio y equipadas e instrumentadas para la medición, colección, almacenamiento y transmisión de datos de las variables climáticas (lluvia, temperatura, humedad, viento, evaporación, etc.), los niveles de agua de los ríos, embalses y lagos, y los parámetros de calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Región hidrográfica: unidad de planificación en el manejo de los recursos hídricos definida por la delimitación de áreas geográficas que conforman una unidad hidrológica con características y propiedades particulares a dicha región.

Riberas: orillas y franjas de terrenos que definen el curso o cuerpo de agua hasta la cota correspondiente de los ríos, lagos, lagunas, embalses, mares y océanos.

Riego: aplicación controlada del agua para fines agrícolas a través de una infraestructura hidráulica, sistemas de conducción o canales para abastecer los requerimientos de agua no satisfechos por la lluvia.

Río: corriente de agua que fluye por un lecho desde un lugar elevado a otro más bajo; la gran mayoría de los ríos desagua en el mar o en un lago.

Sistema de drenaje: infraestructura hidráulica formada por conductos orientados a remover el exceso del agua residual de predios agrícolas o urbanos.