

LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES COMO FUENTES TERRESTRES DE CONTAMINACIÓN DE LA ZONA MARINO-COSTERA EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



PNUMA

Oficina Regional para
América Latina y el Caribe

Reconocimientos

La preparación de este informe fue comisionado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en su Oficina de Coordinación del Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas Tierra (PAM) y en su Oficina Regional para América Latina y el Caribe (ORPALC).

La coordinación PAM y la Oficina Regional agradecen a todas aquellas personas que apoyaron e hicieron posible este estudio, a los Participantes del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Aguas Residuales Municipales y a la Oficina Regional del Programa de Mares Regionales.

© 2001 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.



Está autorizada la reproducción total o parcial y de cualquier otra forma de este documento para fines educativos o sin fines de lucro, sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, bajo la condición de que se indique la fuente de donde proviene. El PNUMA Agradecerá que se le remita un ejemplar de cualquier texto cuya fuente haya sido el presente documento.

No está autorizado el empleo de este documento para su venta o para otros uso comerciales sin el permiso previo por escrito del PNUMA.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

El contenido de este documento no refleja necesariamente las opiniones o políticas del PNUMA o de sus organizaciones contribuyentes. Las designaciones empleadas y las presentaciones no denotan en modo alguno la opinión del PNUMA o de las organizaciones contribuyentes con respecto a la situación jurídica de un país, territorio, ciudad o área o de sus autoridades, o con respecto a la delimitación de sus fronteras o límites.

Programa de Acción Mundial para la Protección
del Medio Marino frente a las Actividades
Realizadas Tierra (PAM)
Oficina de Coordinación
P.O. Box 16227
2500 BE, La Haya
Holanda
Página web: <http://www.gpa.unep.org>
correo electrónico: gpa@unep.nl

Programa de las Naciones Unidas para el Medio
Ambiente (PNUMA)
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
(ORPALC)
Boulevard de los Virreyes # 155, Colonia Lomas
Virreyes 11000
México D.F., México
Página web: <http://www.rolac.unep.mx>
correo electrónico: unepnet@rolac.unep.mx

Las siguientes personas contribuyeron a la preparación de este documento

PNUMA/PAM	PNUMA/ROLAC
<i>Coordinación</i>	
Veerle Vanderweerd	Ricardo Sánchez Sosa
<i>Autores</i>	
Oscar Manuel Ramírez Flores	
Ilieana Espejel Carbajal	
<i>Colaboradores</i>	
Kaveh Zahedi	
Analuisa Domínguez Hernández	
Oscar Fernando Ramírez Martínez	
Vivian Ruzansky	
Antonio Díaz de León	
Claudio Amescua García	
Jorge Ronzón Lagunes	

1. Presentación

El diagnóstico que se presenta se enfoca sobre las descargas de aguas residuales municipales e industriales vertidas en la zona marina y costera de Latinoamérica y el Caribe, a partir fundamentalmente de la recopilación de múltiples estudios que han sido elaborados a nivel regional y nacional y contiene además los resultados del Taller Latinoamericano sobre el Manejo de Aguas Residuales Municipales (LMARM) organizado por la oficina de coordinación del PAM y la Oficina Regional para América Latina y el Caribe, PNUMA/PAM/ROLAC el cual se celebró del 10 al 12 de septiembre de este año, en la Cd. de México.

En este taller quedó patente que los países han reconocido el problema y que la mayoría han iniciado esfuerzos que, aunque heterogéneos (es decir, a veces son políticas públicas, otras de infraestructura y tecnología y otros han experimentado con medidas de índole económico), son indicativos de los esfuerzos de los países de la región, sin embargo aún sin alcanzar un nivel suficiente. De todas las experiencias expuestas en el taller, se visualiza una diversidad de soluciones posibles que habrá que seleccionar e instrumentar tanto en los países como en las regiones.

La presente publicación pretende dar a conocer la situación de la región y los resultados y recomendaciones del taller LMARM, así como los múltiples esfuerzos de diagnósticos regionales que se han dado en América Latina y el Caribe, pero además de manera muy especial, aportar elementos que permitan visualizar la importante relación que se presenta entre el manejo de cuencas hidrográficas y la salud de los ecosistemas marinos y costeros.

Importantes metas se han fijado desde la Reunión Cumbre de la Tierra en 1992, donde los países se comprometieron que para el año 2000, contarían con criterios de calidad para la descarga de aguas residuales y con mecanismos de vigilancia, asimismo para el año 2005 el compromiso hecho de tratar adecuadamente antes de su disposición el 50% de las aguas residuales municipales. Es necesario que este problema sea visto y atendido con la prioridad que requiere, pues de lo contrario habrá que seguir afrontando:

- afectaciones a la salud pública.
- deterioro de la calidad de los ecosistemas costeros y marinos.
- disminución en la disponibilidad de aprovechamiento de los recursos marinos vivos.
- pérdida de la oportunidad de uso, como es el caso de la acuicultura y el turismo entre otros.

Las necesidades de inversión son muchas pero los costos de no actuar son muy altos, recordemos que el agua y los ecosistemas marino-costeros son esenciales en una región con el 60% de población viviendo en la zona costera y que aspira al desarrollo sostenible como único camino al futuro de todos.

Ricardo Sánchez Sosa

2. Introducción

La contaminación por aguas residuales en la zona costera debe tomarse como una alarma histórica, desde la Agenda de Estocolmo ya se había advertido sobre el problema de las aguas municipales, en la cumbre de Río (1992) se dijo que en el 2005 habría que intentar disminuirlas a un 50%, pero esto ha sido imposible de lograr. Según el PNUMA (2000) en Latinoamérica menos del 20% del agua residual recibe un tratamiento adecuado, haciendo que esto sea un serio problema que requiere de estrategias eficientes tanto tecnológica como económicamente.

Los efectos de las aguas residuales en la zona costera dependen fundamentalmente de la conformación física de la misma. Estas características fijas del territorio parecen olvidarse cuando se trata del manejo de recursos costeros. Todas las actividades humanas que se desarrollan en la costa, y en especial aquellas que involucran manejo de aguas residuales, dependen para la descarga de sus desechos, por un lado, de la posición que ocupan dentro de una cuenca hidrológica, y por otro, de las corrientes marinas donde son vertidas, esto es lo que en un momento dado definirá la dilución de las mismas y la mitigación de sus efectos.

Se han generado pocos métodos para relacionar las fuentes terrestres de contaminación directamente con las corrientes marinas y que además hayan sido aplicados en programas de manejo de zona costera (Beltrami & Carrol, 1978; Escofet & Burgeño, 1993).

Por esto, una primera consideración para analizar el problema del tratamiento de aguas y su manejo es clasificar, de manera conjunta, la costa latinoamericana de acuerdo a sus cuencas hidrográficas y el tipo de mar (abierto o semi-cerrado). Esto permite un mejor entendimiento del impacto ecológico real y potencial que causan las fuentes terrestres de contaminación y es un elemento fundamental para priorizar proyectos (Escofet y Espejel, en prep.).

2.1 Los Grandes Ecosistemas Marinos

Según Sherman (1994) y Sherman y Tang (1999) los 10 grandes ecosistemas marinos de América Latina (mapa 1) se dividen en cuatro grupos :

1) *mares abiertos limitados por grandes corrientes oceánicas* como los del Pacífico Norte (península de Baja California) y Pacífico Sur en la costa de Sudamérica y Atlántico al sur de Brasil,

2) *mares abiertos limitados por la plataforma continental* como el Pacífico Sur mexicano y centroamericano, el Atlántico al sur de Argentina y norte de Brasil,

3) *mares semicerrados con una alta capacidad de carga ecológica* (y de limpieza) como el Caribe y el Golfo de México y

4) *mares semicerrados con baja capacidad de carga* (y de limpieza) como El Golfo de California.



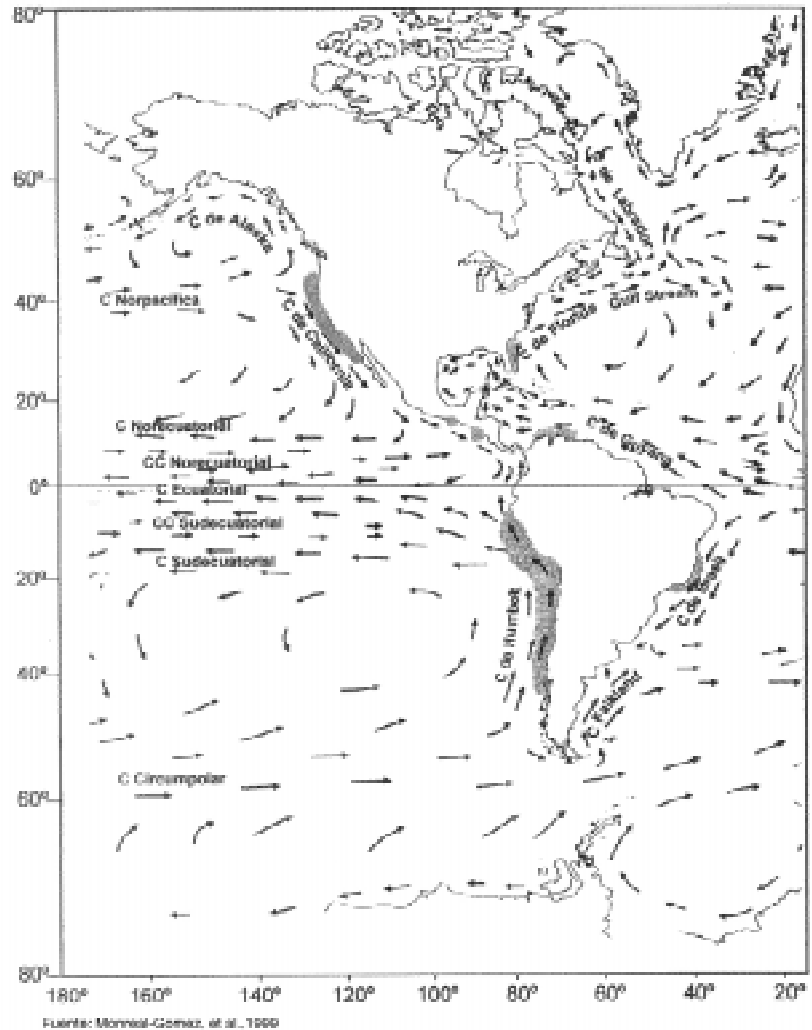
Fuente: NOAA-NMFS, UNCW, Universidad de Rhode Island, International Council for the Exploration of the Sea, IOC, UNESCO 2001, www.mpa.org/atlantic

Mapa 1. Los 10 Grandes Ecosistemas Marinos de América LATina y el Caribe.

Las condiciones de estos Grandes Ecosistemas Marinos (GEM) van desde la región subtropical en el hemisferio norte hasta la región templada en el hemisferio sur, con lo cual aparece, una gran diversidad de ecosistemas en ellos, como son: bosques de macroalgas (bosques de Kelp), matorrales y bosques de manglar, arrecifes rocosos, pastos marinos, arrecifes coralinos, deltas, esteros, lagunas costeras, marismas, playas arenosas, dunas costeras, playas pedregosas, acantilados e incluso fosas submarinas con ventilas hidrotermales, entre muchos otros ecosistemas.

La visión de inmensidad que tenemos de nuestros mares nos ha llevado a un creciente y continuo abuso de ellos, y aún siendo éstos ricos y diversos como los de la región de América Latina y el Caribe, hemos llegado a provocar bajas significativas en sus niveles de producción tanto por sobreexplotación, como por contaminación y alteración física.

La región de América Latina y el Caribe comprende la parte sur de la zona Neártica y toda la zona Neotropical, la geomorfología de sus costas y los vientos junto con los patrones de corrientes han permitido el desarrollo de siete zonas muy productivas conocidas como zonas de surgencias (Monreal-Gómez, *et al.*, 1999 ver mapa 2), éstas se localizan a lo largo de sus 64,000 km de línea de costa y en sus 16 millones de km² de territorio marítimo (PNUMA, 2000). Además de estas zonas de surgencias también existen otras áreas muy importantes para la productividad de la zona costera y marina, éstas corresponden a las desembocaduras de grandes cuencas hidrológicas como la del Río de la Plata, Amazonas, Orinoco y Grijalva-Usumacinta entre otros. En estas desembocaduras se pueden formar deltas, lagunas costeras y esteros los cuales son sistemas altamente productivos, que además funcionan como áreas de reproducción, crianza y alimentación de muchas especies y entre las cuales se encuentran el 70% de las que son comercialmente importantes.



Mapa 2. Principales Surgencias en América Latina.

Asociados a estos ecosistemas se encuentran los bosques de manglar, los cuales además de ser altamente productivos también brindan protección a la línea de costa y son grandes consumidores de los nutrientes que son arrastrados por la cuenca hidrológica, con lo cual disminuyen los problemas de eutrofización de la columna de agua.

Los bosques de manglar tienen una cobertura de entre 40,000 y 60,000 km² en la región, su mayor desarrollo se encuentra a lo largo de las costas ecuatoriales, únicamente los tres países más sureños no tienen manglar, Chile, Argentina y Paraguay (Yáñez-Arancibia, 1994).

Los manglares mejor desarrollados se presentan en el norte de Ecuador, en la costa Pacífica de Colombia, Panamá y al sur de Costa Rica. Asimismo en la costa Atlántica las condiciones tropicales óptimas se presentan desde el sur del Golfo de Paria (Venezuela) hasta Sao Luiz en Brasil. Brasil se encuentra entre los tres países con mayor extensión de manglares junto con Indonesia y Australia. Aunque abundantes en extensión los manglares en América Latina y el Caribe solo comprenden 11 especies de las 54 que son consideradas en el mundo (Tomlinson, 1986).

En la región del Caribe los ecosistemas costeros y marinos más importantes están formados por los arrecifes coralinos, los cuales son comparados con los bosques tropicales lluviosos por su alta productividad y su alta biodiversidad. Existe en la costa de México, Belice, Guatemala, y Honduras, el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) con más de 700 km, el SAM constituye la segunda barrera arrecifal más grande del mundo. Los ecosistemas que forman parte del SAM son tanto barreras de arrecifes coralinos, como lagunas costeras y manglares, éstos se encuentran en buenas condiciones de conservación, sin embargo se considera que el 60% de los corales en el Caribe están en riesgo de ser impactados negativamente (GESAMP, 2001). El sistema arrecifal brinda hábitat a muchas especies altamente amenazadas como los manatíes (entre 300 y 700 individuos), cocodrilos de río y de pantano, tortugas de carey y blancas y más de 60 especies de corales entre muchos otros organismos.

Otro ecosistema que se presenta también de manera conjunta con los arrecifes de coral y los manglares son los pastos marinos, estos sistemas generalmente se presentan en aguas someras y con baja energía de oleaje, son áreas muy productivas y son determinantes para algunas pesquerías como la del camarón en el Golfo de México (Vázquez-Botello *et al.*, 1996).

2.2 El Niño

El fenómeno meteorológico que ha causado preocupación en la región, es el llamado El Niño, el cual es una perturbación oceánica y atmosférica que afecta en forma global al ambiente y ha ocurrido en el planeta desde hace miles de años, pero ahora se ha incrementado en fuerza y frecuencia, causando fuertes impactos tanto al medio natural como a la población y a las actividades económicas. En la región se manifiesta por una invasión de aguas ecuatoriales superficiales de baja salinidad y temperatura elevada hacia el sur y norte de la costa del Pacífico. La preocupación por El Niño se incrementa cuando se relaciona éste con el calentamiento global y el incremento en el nivel del mar. El Niño en 1997-98 afectó a 117 millones de personas alrededor del mundo, provocó la muerte de más de 21,000 personas y dejó heridas o enfermas a otras 540,000 (GESAMP, 2001). Dejó sin casa a 4.9 millones de personas, y el daño económico calculado en la región es de 14 mil millones de dólares.

2.3 Pesca

Las pesquerías más importantes en volumen en la región se encuentran en el Océano Pacífico asociadas a las zonas de surgencias mencionadas anteriormente, como la Corriente de Humboldt en Perú-Chile y la Corriente de California frente a la costa occidental de la Península de Baja California, y en el Atlántico a las ricas aguas del frente asociado a la plataforma continental de Argentina y Uruguay, y a las Islas Malvinas.

La producción pesquera marina del área cayó dramáticamente de 21 millones de toneladas en 1995 a alrededor de 11.6 millones de toneladas en 1998 (PNUMA, 2000 y PNUMA, 2001). Esta cifra representó en 1998 el 13.6% de las capturas marinas mundiales (FAO, 2000). Casi toda la producción (10.1 millones de toneladas) fue capturada en Sudamérica.

Perú y Chile se sitúan entre los 12 primeros países pesqueros del mundo, si extendemos la lista a los primeros 20, México queda incluido. La caída de la producción pesquera en 1998 de estos países, se debió fundamentalmente a factores climáticos adversos (El Niño), actuando sinérgicamente con la sobreexplotación pesquera que se ha presentado durante los últimos 10 años, cuando muchos países sudamericanos duplicaron y triplicaron sus capturas (PNUMA, 2000) causando disminuciones sostenidas de las biomásas de los principales recursos pesqueros. La anchoveta peruana, disminuyó en 78% y el jurel chileno en 44%. Sin embargo las capturas de estos países se recuperaron en 1999 al normalizarse la situación climática y registraron crecimientos de aproximadamente 50% a pesar de los bajos precios de los productos en el mercado (FAO, 2000).

En México la producción pesquera creció en 1999 un 4.3% respecto al año anterior (758,576 ton) debido al incremento en las capturas de sardina, túnidos, camarones y algas, sin embargo aún muy por debajo de las capturas logradas en 1997 (SEMARNAP, 1999).

Las enfermedades y los fenómenos meteorológicos ocurridos durante 1998 y 1999, provocaron una disminución en la producción acuícola de camarón en Ecuador y Perú de más del 80% (de 100,000 a 16,000 toneladas).

Las posibilidades de crecimiento pesquero marino son marginales en la región (FAO, 2000), situándose en otros océanos, como son el Pacífico Centro-Occidental y el Océano Índico.

Hay señales de alerta en la región. El crecimiento poblacional en las zonas costeras está presionando a los recursos pesqueros con niveles no sustentables de explotación, presentando una situación de riesgo no sólo para los recursos marinos, sino para la integridad de los océanos. Desgraciadamente no existen de manera sistemática en la región indicadores de la salud de los recursos y los ecosistemas que permitan dirigir la acción hacia la recuperación de poblaciones sobreexplotadas y de su entorno (a excepción de planteamientos aislados en Perú, Chile, Argentina y México).

Según la FAO (2000), entre el 25-27% de las poblaciones se hallan insuficiente o moderadamente explotadas, el 47-50% de las poblaciones están plenamente explotadas, el 15-18% están sobreexplotadas sin posibilidad de crecimiento y el 9-10% se encuentran agotadas o recuperándose. Es decir, el espacio de crecimiento en las pesquerías marinas es marginal y no solo está acotado espacialmente, sino también solo a un 25-27% de los recursos pesqueros del mundo. En México la Carta Nacional Pesquera en el 2000 señala que el posible espacio de crecimiento de la pesca en este país es de un 19%.

2.4 Zonas de Especial Interés para la Conservación

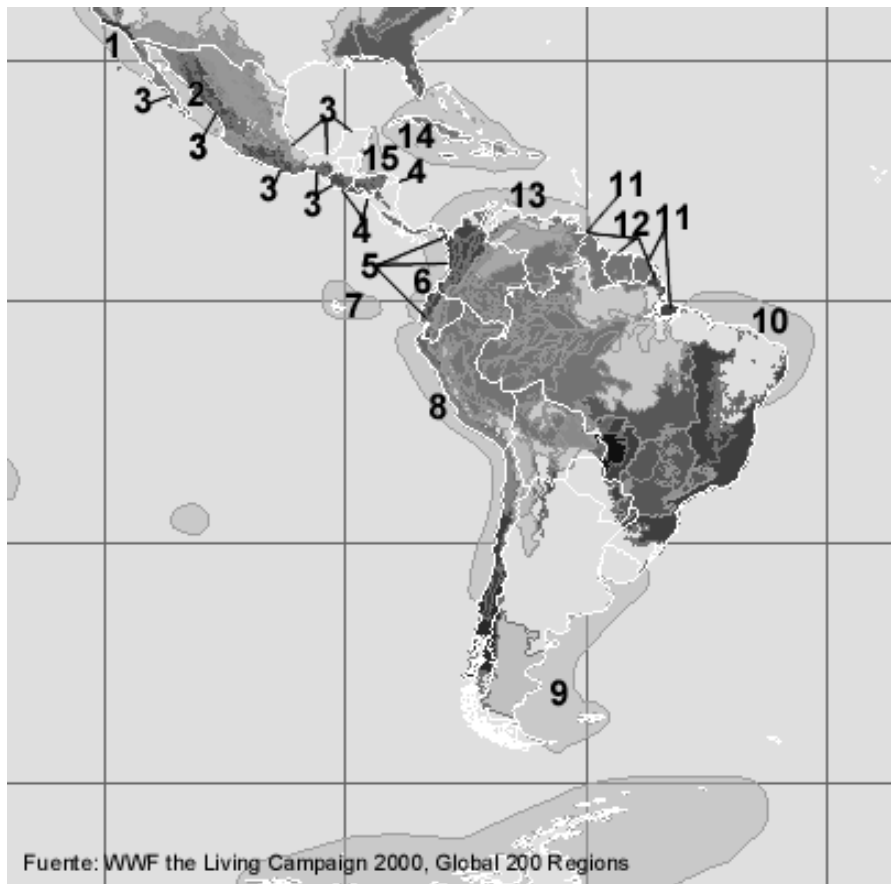
Por último es importante mencionar que de acuerdo con la WWF en su *Campaña por la Vida "2000"* *Doscientas Eco Regiones Globales*, ha definido 15 eco regiones marinas a las cuales es necesario dedicar especial atención para asegurar su conservación. Estas son grandes zonas que comprenden un particular grupo de especies, comunidades, dinámicas y condiciones ambientales que requieren de especial atención por su valor ecológico.

Como los grandes factores que impactan a éstos y otros ecosistemas en la región se encuentran: las descargas de aguas residuales municipales e industriales, la alteración física por el crecimiento urbano y la construcción de infraestructura portuaria e industrial, las escorrentías de los campos agrícolas, el incremento en la carga de sedimentos debido a la deforestación, la sobreexplotación pesquera y el uso de métodos destructivos y la alteración de los patrones hidrológicos por el represamiento de ríos.

Es importante comprender que el 70% de las afectaciones a la zona costera y marina son provocadas por las actividades realizadas en tierra (PNUMA, 1995) y muchas veces a cientos de kilómetros de la costa. Mientras no se desarrollen estrategias de manejo integral de las cuencas hidrológicas y de la zona costera será muy difícil evitar estos impactos.

Estas eco regiones pueden observarse en el mapa 3 y son las siguientes:

1. Corriente de California, EUA y México.
2. Mar de Cortés, México.
3. Manglares de México.
4. Manglares de Centroamérica.
5. Manglares de la Cuenca Marina de Panamá.
6. Cuenca Marina de Panamá, Panamá, Colombia y Ecuador.
7. Islas Galápagos, Ecuador.
8. Corriente de Humboldt, Perú y Chile.
9. Ecosistema Marino de la Patagonia, Argentina.
10. Costa Noreste de Brasil.
11. Manglares del Amazonas y del Orinoco.
12. Pantanos Costeros de Venezuela, Trinidad y Tobago, Guyana, Surinam, Guyana Francesa y Brasil.
13. Sur del Mar Caribe, Panamá, Colombia, Venezuela Trinidad y Tobago, Antillas Holandesas.
14. Ecosistema Marino de las Grandes Antillas, Bahamas, Jamaica, Cuba, Haití, República Dominicana, Islas Caimán, Bahamas EUA, Turks y Caicos.
15. Sistema Arrecifal Mesoamericano.



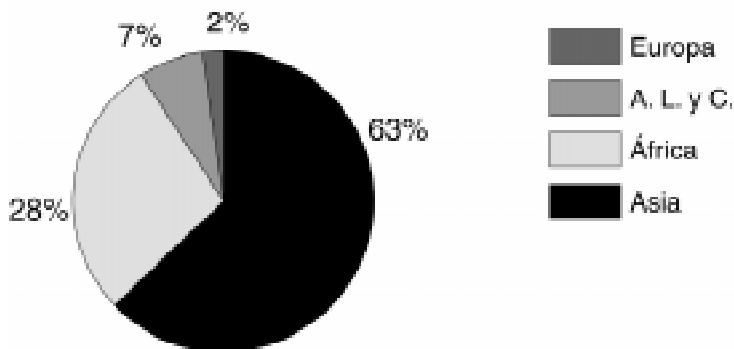
Mapa 3. 15 Eco regiones para América Latina y el Caribe.

3. Estado, impacto y presión de las diferentes fuentes de contaminación

En el mundo 1.1 miles de millones de personas carecen de acceso a suministros de agua y 2.4 miles de millones no tienen servicios de saneamiento adecuados. (Gráfica 1)

Los cambios surgidos de 1990 al 2000 en el porcentaje global de cobertura para servicios de saneamiento y suministro de agua, (Gráfica 2) sugieren un incremento, únicamente en el suministro de agua en la zona urbana parece haber decrecido en términos relativos, lo cual puede corresponder al desorden y la falta de planeación en el crecimiento de las ciudades y al incremento de zonas marginales en las manchas urbanas. En términos absolutos el incremento en esta década del servicio global de

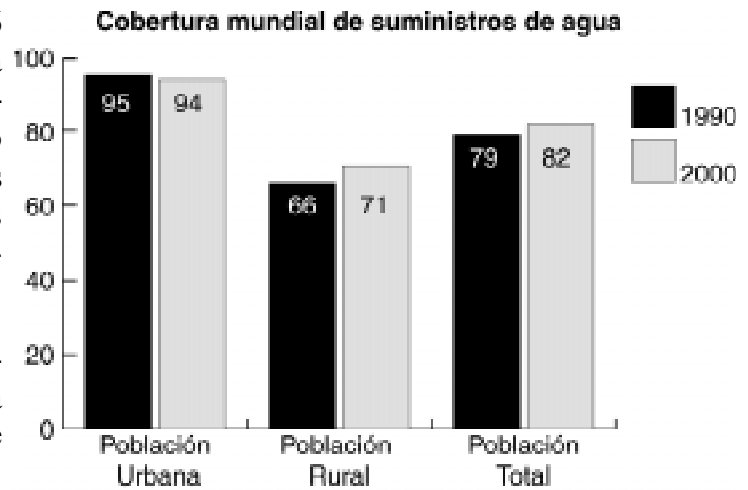
Distribución mundial de la población no atendida con suministros de agua



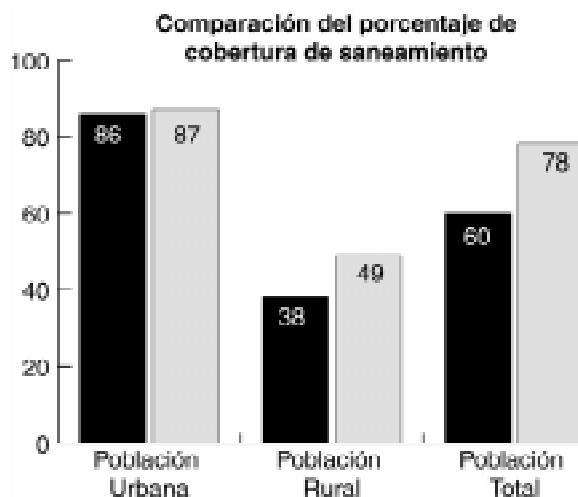
Gráfica 1. (WHO, 2000).

suministro de agua y saneamiento fue de 816 millones de personas, que tuvieron acceso a suministros de agua y 747 millones a servicios de saneamiento, a pesar de este incremento en términos absolutos, en términos relativos el porcentaje no es significativo, lo cual nos indica que únicamente se mantuvo con el ritmo de crecimiento de la población mundial.

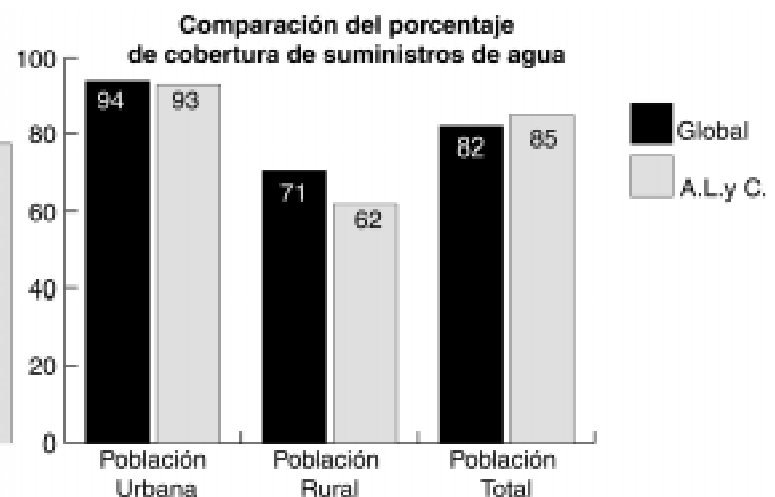
El crecimiento poblacional continuará presionando por servicios y éstos actualmente ya se encuentran sobresaturados, especialmente en áreas urbanas.



Gráfica 2. (WHO, 2000).



Gráfica 3. (WHO, 2000).



Gráfica 4. (WHO, 2000).

En la evaluación de 2000, que está basada en los datos obtenidos del 99% de la población, (1990 solo el 77%) se sugiere que la región tiene, relativamente altos niveles de cobertura, por ejemplo aproximadamente el 85% de la población cuenta con suministros de agua mientras que los servicios de saneamiento atienden a casi el 78% (Gráfica 3 y 4). Es importante mencionar que el saneamiento se refiere a la conducción de aguas residuales, servicio de alcantarillado y drenaje **pero no al tratamiento de las mismas**.

Grandes diferencias son aparentes entre la zona urbana y la rural con un 93% de cobertura de suministros de agua para la zona urbana y apenas un 62% para la zona rural, mientras que para el saneamiento el 87% de la población urbana cuenta con este servicio, y solo el 49% en la zona rural (Gráficas 3 y 4). Parte de esta discrepancia puede ser debido a las definiciones locales de servicios “seguros” y “adecuados” siendo en estos casos subestimada la cobertura, ya que se pueden tener suministros de agua a través de pozos o ríos a una distancia razonable, los cuales serían adecuados y seguros de utilizar y asimismo podrían utilizarse letrinas secas o fosas sépticas bien operados que igualmente estarían siendo tecnologías adecuadas y seguras para ese sitio, no importando que no hubiese sistema de drenaje y alcantarillado. Más de un 75% de la población de esta región tiene acceso a suministros de agua y a servicios de saneamiento. Los países del Caribe tienden a tener los más altos niveles de cobertura reportados, solamente en Haití, la cobertura de suministros de agua es menor al 50%, y en Belice y Haití, la cobertura en servicios de saneamiento es menor también al 50% (WHO, 2000).

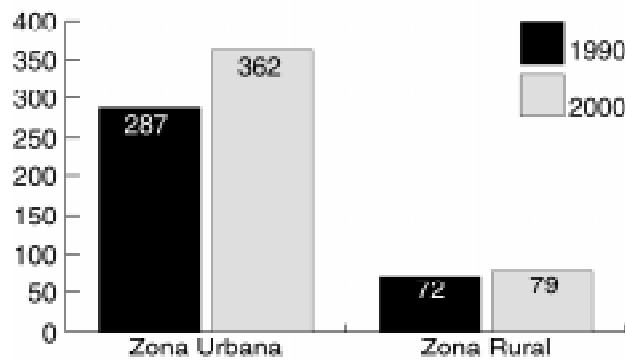
Un total de 78 millones de personas carecen de acceso a suministros de agua y 117 millones de personas no tienen acceso a servicio de saneamiento. Para alcanzar la meta propuesta para el 2015, aproximadamente 123 millones adicionales de personas en la zona urbana y 23 millones de personas en el área rural requerirán de acceso a algún suministro de agua y 131 millones en la zona urbana y 32 millones en la zona rural requerirán servicios de saneamiento.

Dentro de la región de América Latina y el Caribe existen grandes diferencias en los niveles de cobertura de suministro de agua de país a país y a un dentro de éstos en el porcentaje de cobertura rural y urbano. (Tabla 1, Gráfica 5)

	Población total (miles)	Población urbana(miles)	Población rural(miles)	% cobertura urbana de suministros de agua	% cobertura rural de suministros de agua	% total de cobertura de suministros de agua
Argentina	37032	33299	3733	85	30	79
Belice	241	131	110	83	69	76
Haití	8222	2935	5287	49	45	46
Brasil	170115	138269	31846	95	54	87
Barbados	270	135	135	100	100	100
Montserrat	11	2	9	100	100	100

Tabla1. Variación en porcentajes de cobertura de suministros de Agua en América Latina (WHO, 2000).

Habitantes en Latinoamérica con acceso a suministros de agua (millones de personas)



Gráfica 5. (WHO, 2000).

3.1 Aguas residuales

El 90% de la contaminación por aguas residuales vertidas a la zona costera es vía los ríos y arroyos que desembocan al mar. Esto hace que los estudios de cuenca hidrográfica en el manejo de la zona costera sean prioritarios por un lado, pero las soluciones se implementan a nivel municipal, por lo que este nivel de gobierno debe ser relacionado al manejo de las aguas residuales de las cuencas donde se localizan los municipios.

Para Latinoamérica y el Caribe, de acuerdo con las cifras reportadas en GEO-ALC 2000, se estima que apenas 2% de las aguas residuales reciben un tratamiento adecuado. En particular se menciona que la

calidad de las aguas costeras ha disminuido debido a las descargas de aguas residuales municipales directamente sin ningún tratamiento, para el Caribe refiere que entre el 80 y 90% de las aguas residuales se descargan al mar sin tratamiento alguno (PNUMA, 1999 citado en PNUMA, 2000). Este es el mayor problema en la región, ya que las cargas orgánicas que se están depositando en los cuerpos de agua no son oxidadas y removidas, puesto que superan por mucho la capacidad de los sitios receptores, provocando eutrofización y anoxia de los sistemas, además de graves problemas de salud pública.

Pacífico Nordeste

El volumen total de desechos domésticos que llega al Pacífico Nordeste a partir de la costa, estimado en términos de población equivalente (1999), fue de más de 1,172 millones m³/año y la carga contaminante como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) fue de más de 3 millones t/año. La Demanda Química de Oxígeno (DQO), asociada a esas descargas fue de 760,099.2 t/año y la de Sólidos Suspendidos (SS), de 365,728 t/año. Ingresan también al Pacífico con estas descargas 6,239.5 t/año de nitrógeno y 51,476 t/año de fósforo. Comparativamente con otras fuentes de contaminación costera presentes en la región, las descargas domésticas constituyen la principal fuente de deterioro de las aguas costeras de la región (Escobar, 2001).

Esto es, porque la mayoría de los municipios costeros carecen de plantas de tratamiento para sus aguas residuales, así cerca del 95-98% de las descargas con aguas domésticas llegan al Pacífico Nordeste indirectamente sin tratamiento o con tratamiento deficiente. Por ejemplo en El Salvador se reportan diez descargas a ríos costeros, todas ellas sin tratamiento, el resto se vierte en las playas o muy cerca de ellas. En los puertos de La Libertad y El Triunfo, hay plantas de tratamiento no operativas debido a fallas administrativas. En Nicaragua, existen 37 instalaciones de aguas residuales distribuidas entre 34 municipios de influencia al Pacífico, la mayoría sin la suficiente capacidad para el tratamiento efectivo. En ellas, solo un 1% del total de las aguas descargadas al Pacífico Nordeste son tratadas (Escobar, 2001).

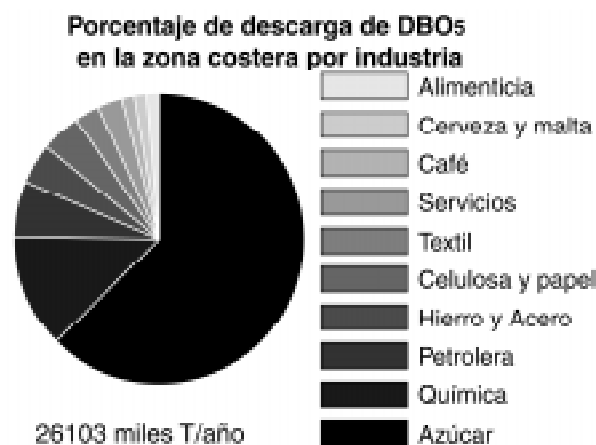
Por ejemplo, en la región del Pacífico Nordeste la descarga de sólidos en suspensión (SS) asciende a 4,400 t/día como resultado del aporte de los ríos y de los vertimientos de las poblaciones que viven en sus riberas y se informa que las actividades económicas aportan al Pacífico más de 8,000 galones/año de residuos de combustibles, no especificados y más de 27 millones de t/año de sólidos. Además los ríos, por escorrentía, reciben también sustancias aplicadas en la actividad agrícola que se realiza en sus cuencas, por ejemplo, la actividad cafetalera genera aproximadamente una carga de 3.7 millones t/año DBO₅ en Colombia (Escobar, 2001).

Ejemplos por país de este problema son: en Colombia se vierten 4.5 millones m³/mes de aguas residuales, el 90% proveniente de las actividades domésticas e industriales, las que generan altos valores de DBO₅. También se reporta que en Nicaragua, el volumen de aguas residuales es del orden de 67 millones de m³/año y únicamente 6 millones de m³/año son tratados. Cerca de 15 millones de m³/año de aguas residuales son evacuados a los sistemas naturales sin tratamiento. Managua vierte sus aguas residuales sin tratamiento al lago de Managua a razón de 57 millones de m³/año y descarga 153,650 ton/año de desechos sólidos. En Honduras las fuentes de contaminación de recursos hídricos más comunes son los compuestos orgánicos persistentes (principalmente del café), los plaguicidas en la zona costera del Golfo de Fonseca, los metales pesados resultantes de la actividad minera y las aguas residuales de las áreas urbanas, que son descargadas sin tratamiento a los cursos hídricos más cercanos, especialmente en el caso del lago Yojoa. En El Salvador, los vertimientos de aguas residuales no tratadas han degradado más del 90% de los ríos, sobrepasando los niveles límite de la demanda bioquímica de oxígeno. Esta situación se acentúa en los ríos Acelhuate, Suquiapa, Sucio y Quezalapa, afectando a los ecosistemas costeros. En Guatemala, en las aguas abajo de los principales centros urbanos, en especial la capital (Cuencas del Río Las Vacas y Lago de Amatitlán), existen altos niveles de contaminación biológica y química aún no cuantificada.

De acuerdo con los estudios de Arreguín, Leal y Moeller (2001), en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en 218 cuencas que cubren el 77% del territorio mexicano, donde se ubica el 93 % de la población, el 72% de la producción industrial y el 98% de la superficie bajo riego, tan sólo en 20 cuencas de esas 218, se genera el 89% de la carga contaminante total, medida como DBO₅. (Gráfica 6 y Tabla 2) En las cuencas de los ríos Pánuco, Lerma, San Juan y Balsas se recibe el 50% de las descargas de agua residual, otras cuencas con altos niveles de contaminación son las de los ríos Blanco, Papaloapan, Culiacán y Coatzacoalcos. Los acuíferos más contaminados se localizan en la Comarca Lagunera, el Valle de México, la región del Bajío y el Valle del Mezquital, así como los que subyacen las zonas agrícolas, esto último como producto de los lixiviados de los agroquímicos.

Rama	Descarga	%DBO ₅ (miles t/año)
Azúcar	38.2	2,232
Química	7.9	66
Petrolera	3.7	59
Hierro y Acero	2.7	17
Celulosa y papel	2.7	93
Textil	1.7	33
Servicios	1.7	14
Café	0.9	11
Cerveza y malta	0.9	81
Alimenticia	0.7	4

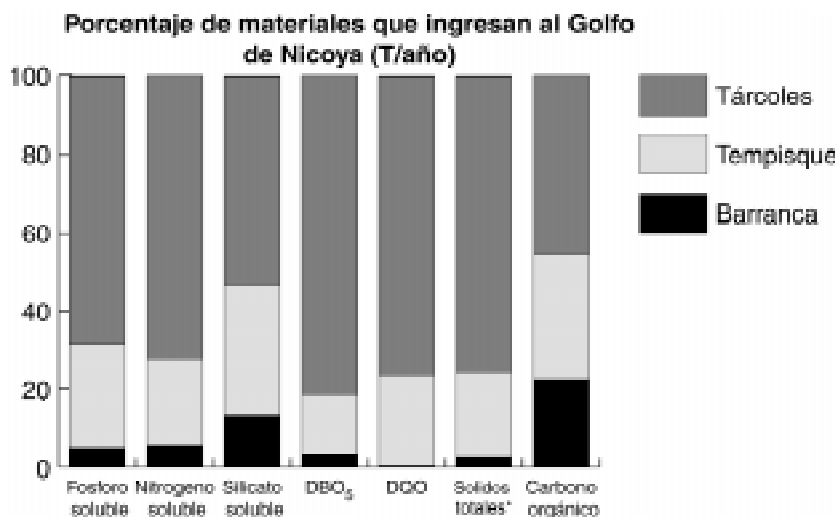
Tabla 2. (SEMARNAP, 2000).



Gráfica 6. Principales industrias de México y sus descargas. (SEMARNAP, 2000).

En Costa Rica en un mar semicerrado como es el Golfo de Nicoya, según León (2001) la carga de fósforo soluble es cercana a las 300 toneladas por año, siendo que una de las cuencas (Tárcoles) explica casi un 70% de ese ingreso y otra (Barranca) sólo contribuye con un 5%. Es importante aclarar que ese fósforo solo es una fracción del ingreso total, puesto que no se incluyen otras formas como es el caso del fósforo particulado y el orgánico. El fósforo se asocia fuertemente a los sedimentos, razón por la cual el soluble es una medida conservadora del ingreso de fósforo que está soportando el estuario Golfo de Nicoya. El nitrógeno total soluble (suma de nitratos, nitritos y amonio) es del orden de los 2 mil toneladas por año, cuyo aporte proviene en casi un 75% de la cuenca de Tárcoles, siendo también el aporte de la cuenca de la Barranca el más bajo, un 6% (Gráfica 7 y Tabla 3). El nitrógeno soluble, sin considerar aquí el N-orgánico, se encuentra siempre mejor representado en los procesos de escorrentía que el fósforo. El ingreso de materia orgánica degradable biológicamente, alcanza magnitudes de 20 mil toneladas por año, mientras que la materia químicamente degradable alcanza valores de unas 270 mil toneladas al año. Para estos últimos parámetros también el Tárcoles explica un 80% para el caso del DBO₅ y un 75% para el DQO. Los sólidos totales, si se ajusta a 365 días el dato reportado en la Gráfica 7, son del orden de los 650 mil toneladas al

año, siendo que el Tárcoles aporta cerca del 75% y el Tempisque un 22% de la carga que llega al Golfo de Nicoya. El carbono orgánico es cercano a las 2 mil toneladas al año, el Tárcoles está aportando alrededor de la mitad del total, mientras que el Tempisque y el Barranca se reparten casi a un 25% cada uno el aporte total que ingresa en el Golfo de Nicoya. Estos flujos de nutrientes explican altos valores de N y P en los estuarios de estos ríos en el Golfo de Nicoya, así como la pérdida de la dinámica natural de los nutrientes en el estuario.



Gráfica 7. Cantidad de materiales que ingresan al Golfo de Nicoya en temporada lluviosa. (León 2001).

	Barranca	Tempisque	Tárcoles	Total
Fósforo soluble	15	76	196	278
Nitrógeno soluble	131	472	1575	2178
Silicato soluble	7X10 ⁶	17X10 ⁶	27,6X10 ⁶	1.6X10 ⁶
DBO ₅	0.7X10 ³	3X10 ³	16X10 ³	19.7X10 ³
DQO**	0.8X10 ³	41X10 ³	132X10 ³	174X10 ³
Sólidos totales*	6.5X10 ³	48X10 ³	166X10 ³	220.5X10 ³
Carbono orgánico	0.5X10 ³	0.7X10 ³	1X10 ³	2.2X10 ³

Tabla 3. (León 20001).

*Ton / 120 días (Enero, Febrero, Marzo, Abril)

** Ton / 234 días (Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo)

Pacífico Sudeste

En el litoral de Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú las aguas residuales son la principal causa de contaminación y están básicamente relacionadas a los centros grandes de población. Se vierten a un gran número de cuencas hidrográficas cerca de 1,241 millones de m³ al año de descargas domésticas, las cuales arrojan al Pacífico Sudeste un DBO₅ de 415,774 t/año (Escobar, 2001). Según Cabrera (2001) con los datos del 2000 hace comparaciones entre países, entre ambientes urbano y rural, y entre saneamiento y agua potable. En esta región existen 414 municipios con 641 empresas y 595 organizaciones civiles. En Chile se han trasladado los servicios del estado al sector privado en un 58%.

Panamá está en el proceso de privatización en sociedades anónimas. Perú todavía ofrece un servicio estatal. El 12% de los municipios en Colombia tiene tratamiento, pero no se sabe si operan bien los sistemas y si se tiene una descarga al efluente que cumpla con la norma. En Ecuador 95% no es tratado. En Panamá sólo 18.9% de las aguas pasan por algún sistema de tratamiento.

Un resultado de este análisis es que no hay un trabajo integrado de los países. En Chile todo iba lentamente hasta que hubo una posición estatal sobre el tema. En este país se espera que en el 2010 se trate el 93% de las aguas y sólo por los capitales privados. Es la Superintendencia de Servicios Sanitarios la que instauró el modelo hace 15 años. Al privatizarse el servicio se logra una cobertura urbana de 99.6% y de alcantarillado de 93.3%. Son básicamente 20 empresas de las 46 registradas las que atienden al 99% de los clientes y a 89% del abastecimiento. A la población rural la atiende el estado. Sólo una empresa privada atiende a 36% de los clientes, 7 son empresas medianas y 37 son menores (y atienden al 18.8% de los clientes). La rentabilidad en más de 10 años aumenta de -1.4 a 5% este año. Todavía hay subsidios al agua potable. Lo regulatorio incluye regímenes de concesiones, revisión y fiscalización de planes de inversión y de tarifas, entre otros. Las concesiones son sobre territorios delimitados y la caducidad está condicionada.

En este país hay una visión a futuro en la planificación de los servicios. La Superintendencia cumple una función básicamente de control. La estrategia tarifaria es con base en los costos marginales de largo plazo, lo que se busca es el autofinanciamiento. Además de una imposición de tarifas no excesivas. La "Empresa Modelo" es un simulador que juega con las variables y está muy regulada para que no haya cambios en las reglas del juego. El proceso de tarifas ha tenido tres fases desde -1.2 hasta 463% y ahora se ha generalizado en 20%. La rentabilidad que se logra es de cerca del 10% y cada 5 años se calcula la tarifa con el apoyo de una comisión de expertos. Las tarifas son para 20 m³ entre 8.5 a 32 dólares.

La cobertura de tratamiento en Chile es variable (de 4.7 a 92%). Las inversiones son para el tratamiento de las aguas residuales. Los planes al 2010 consideran 2 mil millones de dólares. El principio que rige en este país es el de quien contamina paga y se usa el sistema de cuencas, el cual gradualmente se prorrateará. Hay un seguimiento de la población porque hay un subsidio para las familias más desprotegidas.

En general se dice que para la región, la calidad, cantidad y continuidad del problema hace difícil la colaboración entre países (algunos países le dedican horas y otros le dedican todo el día). Es bueno que ya hay información e investigación sobre los efectos de las aguas residuales, sobre el tratamiento con lagunas de estabilización, sobre los sistemas tarifarios y sobre como se aborda la entrega a la iniciativa privada la inversión en los sistemas de aguas tratadas.

Atlántico

Según Rodrigues (2000) en Brasil se considera que las aguas residuales son un problema de financiamiento, entre otras cosas. Por ejemplo Brasil necesita 20 mil millones de dólares para coleccionar 20% de las aguas y sólo se trata el 9%. Los proyectos en la región deben ser ambiciosos ya que requieren entre 10 y 15 años para cumplirlos. Se calcula la necesidad de 900 millones de dólares por ejemplo para la rehabilitación de la Bahía de Guanabara donde hay 35 ríos y una población de 8 millones de habitantes, con una ocupación desordenada y sin saber que es lo que se vierte. Ahora se sabe que el 85% de la contaminación es por las 52 industrias. Además de metales pesados de petróleo, extrapolando a toda la zona Brasileña los datos del Programa de Descontaminación de la Bahía de Guanabara se puede estimar un volumen de ingreso de 145 m³/seg. de efluentes sin tratamiento, equivalentes a una carga de DBO₅ de 3,655 t/día lanzados a la costa brasileña, concentrados en los grandes núcleos urbanos (PNUMA 2000). Un problema es el uso de los sistemas de catastro como propaganda política. Poco se capta de basura hospitalaria y no se separa para su tratamiento.

Uno de los resultados alcanzados en esta gestión es la capacitación de 2,500 profesores y 3 unidades de conservación. Se piensa que los problemas se originan porque la decisión es a nivel estatal y no municipal. En este periodo se creó una expectativa ficticia, ya que se pensó que en 5 años el agua sería clara y esto sucedió en parte por una mala comunicación con los medios.

Otro asunto se refiere a que los problemas técnicos no fueron anticipados en las áreas urbanas precarias, en donde además se dificulta la elección de sitios para disposición de lodos.

Como en todas las regiones se fomenta la implementación del manejo integrado de cuencas.

Los problemas de contaminación costera que presenta Uruguay, parecen tener tres tipos de fuentes bien caracterizadas: 1.- los núcleos urbanos, cuya falta de planeación lleva al aumento del volumen final de efluentes líquidos y residuos sólidos, que aumentan la carga de materia orgánica sobre los cuerpos de agua receptores; 2.- Las áreas de producción agrícola, en las que aplican fertilizantes y plaguicidas los cuales finalmente alcanzarán la costa. 3.- La influencia del Río de la Plata, cuyas aguas contienen residuos de la gran Cuenca del Plata, que tiene su origen en Brasil y atraviesa Paraguay y Argentina, conformando una enorme cuenca de drenaje que atraviesa tanto áreas agrícolas, como industriales y urbanas.

Esta es una de las principales fuentes de contaminación para el sistema costero de Uruguay, sobre todo considerando que aparte de los efluentes líquidos urbanos son desechados crudos o parcialmente tratados; en este sentido es importante destacar que las principales ciudades de Uruguay (Montevideo, Punta del este, Piriápolis, Colonia del Sacramento, etc) están ubicadas sobre el litoral marino o sobre el Río de la Plata, consecuentemente en sus efluentes líquidos son descargados allí. Parte de los efluentes líquidos de la ciudad de Montevideo se descargan al Río de la Plata a través de un emisario subterráneo construido en 1990 que desemboca a 2.3 km con un gasto de 1,000 l/seg.

Los problemas de contaminación costera en Argentina tienen cuatro tipos de fuentes bien caracterizadas: 1.- Los núcleos urbanos, cuya ubicación y crecimiento no planificado llevan al aumento del volumen final de los efluentes líquidos y residuos sólidos 2.- Las áreas de producción agrícola 3.- La influencia del Río de la Plata cuyas aguas contienen residuos de la Gran cuenca del Plata y 4.- Los núcleos industriales ubicados en las distintas localizaciones sobre la zona costera (PNUMA, 2000a).

El informe AGOSBA-OSN-SHIN (citado en PNUMA 2000a) identifica a las principales fuentes de contaminación sobre la costa Argentina del Río de la Plata, atribuyéndolas básicamente a: descargas sin tratamiento o insuficientemente tratadas; descargas de líquidos o barros cloacales; entre otras causas.

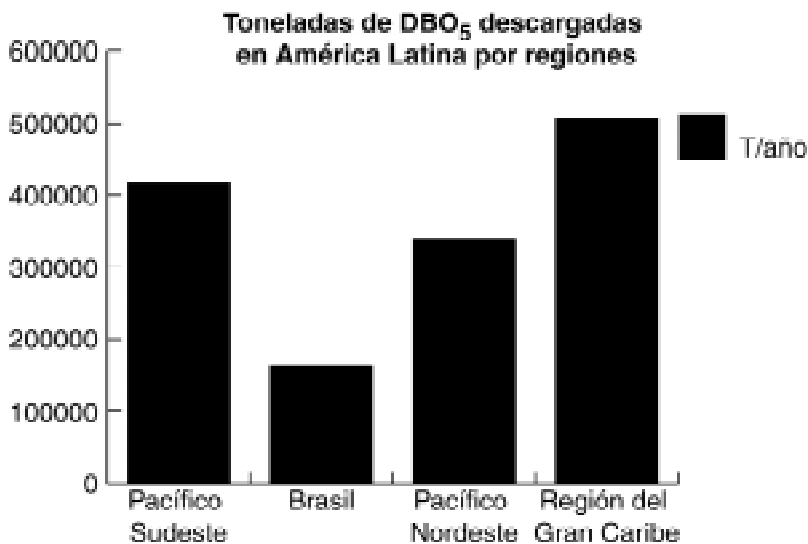
El segundo problema más severo que afecta a la costa del Río de la Plata es la descarga de efluentes industriales, muchos de los cuales son eliminados a través de los sistemas cloacales de los centros urbanos, como los ríos secundarios o arroyos de la región (PNUMA, 2000a).

Uruguay y Argentina proporcionan datos más específicos sobre basura, nitratos, fosfatos y metales contaminantes, que sobre aguas residuales, lo que no quiere decir que las descargas de residuos domésticos no sean un factor importante en la contaminación de la zona Costera.

Caribe

Las mayores cargas contaminantes que ingresan al medio marino costero de la región caribeña provienen de países como Venezuela, Cuba y República Dominicana, estos se encuentran situados en las subregiones del sur del Caribe, Golfo de México y Grandes Antillas respectivamente, siendo Venezuela la que aporta una carga mayor, aproximadamente de 232,725 t/año de DBO₅. La región Caribeña recibe una carga anual total de 506,482 toneladas de DBO₅, de los cuales el Golfo de México y Caribe Sur, contribuyen respectivamente con alrededor de 260,000 y 110,000 toneladas de DBO₅ por año, cifra que de acuerdo a otras regiones parece subestimada y habría que esperar la nueva evaluación aún en desarrollo, para tener una estimación más clara y precisa (PNUMA, 1994). Puede afirmarse que la eutrofización costera provocada por fuentes puntuales y no-puntuales de aguas residuales, constituye un problema regional particularmente agudo en zonas cercanas a los grandes centros urbanos.

Tomando en cuenta la carencia de información sobre el resto del Atlántico, se presenta una comparación en la gráfica 8, sobre las toneladas de DBO₅ descargadas en las costas de América Latina por Regiones.



Gráfica 8. (Escobar, 2001; PNUMA, 2000, PNUMA, 1994).

Nota. Sólo se presentan para el Atlántico datos pertenecientes a Brasil

En el Golfo de México, se presentan zonas críticas fuertemente contaminadas por aguas residuales cargadas de nutrientes y microorganismos patógenos (coliformes fecales, y patógenos específicos). Las principales lagunas costeras donde se cultiva el ostión en México (Tamiahua, Mandinga, Pueblo Viejo, Alvarado, Mecoaacán y Carmen-Machona) presentan niveles de contaminación bacteriana que exceden los límites permisibles para el cultivo de moluscos. En Coatzacoalcos, Veracruz; los estudios ambientales realizados por Vázquez-Botello *et al.*, (1986), indican altos valores de coliformes y contaminación microbiológica en la red de agua potable. Entre 1995 y 1998 se presentaron en los litorales del Golfo de México un elevado número de casos de cólera.

En las Antillas mayores también existen zonas muy influidas por la descarga directa de grandes volúmenes de aguas residuales sin un tratamiento adecuado, lo que provoca una contaminación orgánica importante. El litoral de Santo Domingo, capital de la República Dominicana, la Bahía de La Habana y el Puerto de Kingston son ejemplos típicos.

Enfermedades como el cólera o la hepatitis contraída a partir del contacto primario (baño) y el consumo de alimentos contaminados en las zona costera han alcanzado proporciones casi epidémicas entre la población dominicana. Esta contaminación costera ha llevado a una disminución en la producción de los recursos pesqueros en las zonas estuarinas y deltas de los ríos.

La Bahía de La Habana, que es el puerto más importante de Cuba, actualmente recibe alrededor de 300,000 m³ por día de aguas residuales urbano - industriales sin tratar. Esta bahía es un clásico ejemplo de una zona contaminada. A su vez, en el puerto de Kingston en Jamaica, los problemas de contaminación en la zona costera generados por la gran carga de nutrientes que recibe, están provocando elevados procesos de eutrofización y un deterioro progresivo del ambiente, lo que ha motivado reducción en la actividad pesquera y una disminución de la diversidad biológica.

Al otro lado del Caribe en Surinam además de la contaminación por aguas residuales domésticas, también está la afectación por el intenso uso de plaguicidas en la agricultura que se drenan a los ríos a través de escorrentías y la sobreexplotación de los recursos vivos provocando la pérdida del potencial productivo y estético de la región

Trinidad y Tobago tiene un gran potencial energético y la economía está basada principalmente en la explotación petrolera, además sus ríos y la zona costera reciben las descargas de los efluentes de la zona industrial, de la refinación de azúcar y de la industria del cemento; así como de los asentamientos humanos de los alrededores. El principal problema en las áreas costeras del Golfo de Paria lo constituye, la elevada carga de nutrientes que penetra a las aguas costeras.

La Bahía de Cartagena y la Ciénega de Tesca, en Colombia, se caracterizan por estar fuertemente contaminadas por causa de las descargas de aguas residuales urbanas que depositan principalmente materia orgánica, nutrientes, químicos y sedimentos, mediante las descargas industriales y los aportes provenientes de fuentes fluviales. Actualmente en la Ciénega se descargan alrededor del 60% de todas las aguas residuales de la ciudad. La Ciénega ha experimentado muertes masivas de peces durante el verano, por la reducción del oxígeno disuelto y no es apta para actividades de contacto primario (GEF/PNUD/PNUMA, 1998).

En Venezuela, varias bahías (Pozuelos, Bergantín y Barcelona, entre otras) son impactadas por las descargas de aguas residuales municipales, lo cual ha llevado a un serio deterioro ambiental. En la Bahía de Pozuelos existen altos valores de indicadores bacteriológicos, lo que repercute directamente sobre los beneficios de la población y limita el uso recreativo de esa zona costera, siendo esta región uno de los polos turísticos más importantes de la región oriental de Venezuela (Senior, Castañeda y Martínez, 1997).

En esta región se menciona que sólo 25 plantas de tratamiento funcionan, menos del 10% de las aguas residuales domésticas son tratadas y 40% de las plantas de tratamiento funciona parcialmente, el resto no funciona por falta de capacitación, mal mantenimiento, ausencia de presupuesto y tecnologías inapropiadas. Otro problema que se reconoce es la falta de estándares, y de la calidad de los efluentes, asimismo de las letrinas y pozos sépticos que tienen un mal mantenimiento o un mal diseño, ya que están ubicados cerca del manto freático. En el Caribe se reconoce que las aguas residuales si son una fuente significativa de contaminación de la zona costera y que se necesita control, ya que es una amenaza para el desarrollo sostenible.

3.2 Otros contaminantes

Otras actividades que afectan de manera significativa la región son la agricultura y la minería, las cuales se presentan como fuentes no puntuales de contaminación, por sus descargas, escorrentías y lixiviados con compuestos orgánicos persistentes (DDT), metales pesados y nutrientes (fertilizantes).

Turismo

El turismo es una de las principales actividades para los países de la región, incluso para varios de ellos como los isleños, representa la principal actividad (43% del PIB), en promedio en la región esta actividad representa el 12% del PIB y se desarrolla principalmente en las zonas costeras (WTTC, 1993, citado en PNUMA 2000).

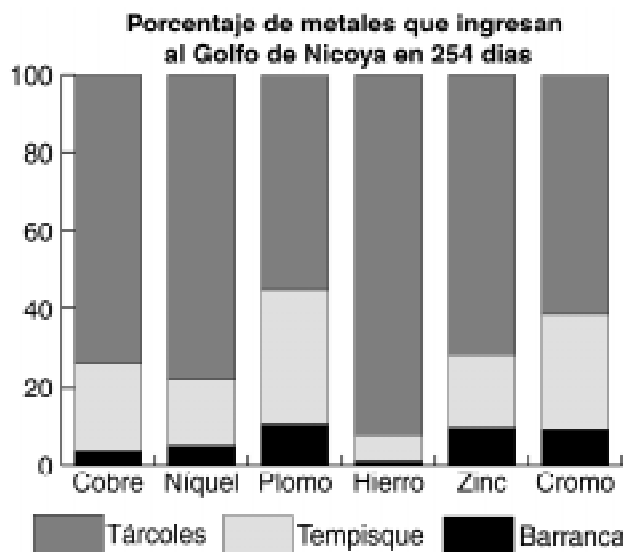
El desarrollo turístico masivo representa una seria amenaza, tanto el que se desarrolla en las playas como el que se realiza navegando. Uno de los primeros efectos es la alteración física de hábitats, es decir se rellenan pantanos o se talan bosques de manglar para la construcción de infraestructura, incluso ha habido destrucción de arrecifes para la obtención de materiales de construcción o para ganar tierras al mar y construir instalaciones de apoyo como muelles, aeropuertos y restaurantes, entre otros. También la industria turística requiere de insumos y servicios lo que ha provocado en ocasiones la destrucción de arrecifes de coral por descarga de aguas residuales domésticas. Todos estos impactos pueden resolverse o evitarse con planeación, regulación y buenos lineamientos de manejo integral de zona costera.

Petróleo

La actividad petrolera en la zona marítima y costera es muy localizada pero forma parte fundamental en la economía de aquellos países que la practican. En México por ejemplo el 70% de las reservas petroleras se encuentran bajo suelo oceánico. Asimismo la extracción petrolera en Brasil, Venezuela y Trinidad y Tobago, se desarrolla principalmente en la plataforma continental. La tecnología ha avanzado mucho para disminuir los efectos de las actividades de exploración y extracción, sin embargo ésta sigue siendo una actividad de alto riesgo y continuamente escuchamos historias al respecto como el reciente hundimiento de la plataforma petrolera más grande del mundo en Brasil y el hundimiento de un carguero en las Islas Galápagos.

Con base en lo recopilado en el estudio de SEMARNAP (2000) en México, se encontraron impactos extremos por las concentraciones de sólidos suspendidos totales en algunos cuerpos de agua del Pacífico para PO_4 , NO_3 , NO_2 , Sulfuros y Fenoles en algunos cuerpos de agua y con Sustancias Activas al Azul de Metileno.

En Costa Rica según León (2001) la cantidad de cobre al año que ingresa en el Golfo de Nicoya sería cercano a las 400 toneladas, monto que se explica con una participación de casi un 75% de la cuenca de Tárcoles y un 23% por la cuenca de Tempisque. El níquel que se espera entre en el Golfo es cercano a las 130 toneladas al año, de las cuales casi un 80% viene a través del Tárcoles y un 17% del Tempisque. Unas 86 toneladas de plomo ingresa por el agua de los tres ríos al estuario, de las cuales un 55% lo hace a través del Tárcoles y un 35% por el Tempisque. Para el caso del cinc se estima que unas 600 toneladas al año llegan al Golfo de Nicoya, que provienen en un 70% del Tárcoles y casi un 20% del Tempisque. La cantidad que ingresa de cromo es cercana a las 75 toneladas al año, con una participación del Tárcoles de un 60%, casi un 30% del Tempisque y el resto 10% del Barranca. (Tabla 4 y Gráfica 9)



Gráfica 9. (León 2001).

Los valores encontrados de metales explican los enriquecimientos encontrados frente a los estuarios de los tres ríos en estudio, en el Golfo de Nicoya.

Carga en Toneladas de metales por 245 días, época lluviosa*.

	Barranca	Tempisque	Tárcoles	Total
Cobre	9	60	195	264
Níquel	4	15	67	86
Plomo	6	20	32	58
Hierro	0.8 X 10 ³	5.5 X 10 ³	73 X 10 ³	79300
Zinc	0.4 X 10 ²	0.8 X 10 ²	3 X 10 ²	420
Cromo	4.5	14.5	30	49

Tabla 4. (León, 2001)

*Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre.

El análisis de la distribución de cargas contaminantes de origen industrial, identificó las siguientes categorías de industrias altamente contaminantes en el Gran Caribe: las refinerías de petróleo, centrales azucareros; las destilerías de alcohol; las plantas procesadoras de alimentos; las cervecerías; papeleras; y las industrias químicas (orgánica e inorgánica). Las refinerías de petróleo contribuyen con 70% del total de las cargas industriales de DBO₅ y con 80% de las cargas contaminantes de petróleo, creando zonas críticas de contaminación en las áreas costeras aledañas (PNUMA, 1994).

La carga sedimentaria y el transporte de contaminantes que generan la Bahía de Cartagena en y de los ríos, también están repercutiendo en el deterioro de los Corales del Rosario, Parque Nacional con la pérdida de valores del paisaje y del ecosistema, con un aumento de la turbiedad y dispersión de contaminantes (nutrientes y plaguicidas) sobre las aguas costeras del parque (UNEP/CEP, 1999).

La Costa Atlántica de Guatemala, donde el área costera es un mosaico de habitantes marinos y costeros y de ecosistemas frágiles, (ecosistemas de manglares, humedales, playas de arena y rocosas, arrecifes coralinos, estuarios, etc). El exuberante y bello paisaje de la zona costera y estuarina, ha propiciado un acelerado desarrollo de la industria del turismo. El principal problema que está afectando el ambiente es el incremento de la inmigración local como resultado del desarrollo de la infraestructura portuaria y de la industria del turismo.

El desarrollo de industrias en la zona, el establecimiento y la urbanización incontrolada en la ciudad de Puerto Barrios en Guatemala, su principal puerto, se están generando elevados volúmenes de cargas contaminantes ricas en nutrientes y sólidos, tanto urbanas como industriales, que se vierten sin tratar al mar, así como el acelerado desarrollo del turismo, están causando una severa presión sobre los diferentes ambientes en extremo frágiles y fáciles de alterar. Otro efecto sobre el ambiente costero de la región, son las inadecuadas prácticas agrícolas y de sobrepesca, así como la explotación de recursos minerales fósiles. Todos estos factores ponen en peligro el futuro sustentable de la región y el mantenimiento y uso de los recursos costeros del área (UNEP/CEP, 1999).

En el Caribe desde la década de los 90s han empezado a aparecer problemas de eutrofización, un ejemplo es la parte noreste del Golfo de México. El 41% de los Estados Unidos continental se drena al Golfo de México a través del Río de Mississippi y sus afluentes. Durante los últimos 20 años ha aumentado considerablemente el contenido de nitrógeno y fósforo provenientes del Río de Mississippi que ahora excede las 1.6 millones de toneladas estimulando el crecimiento de la flora marina, provocando eutrofización en el sistema. La mayor parte de estos nutrientes provienen de escurrimientos agrícolas del medio oeste de los Estados Unidos (PNUMA, 1994).

4. Iniciativas y políticas en la región

4.1 Global y regional

El manejo integral

Se requiere de grandes inversiones para poder satisfacer el déficit que existe en el tratamiento de las aguas residuales municipales, éste es de alrededor del 80%, así como para reformar el marco legal y el arreglo institucional para una gestión integrada de las aguas. Las grandes inversiones son condición necesaria pero no suficiente, para la solución de este problema es necesario incluir, con un enfoque integral, conceptos como el reuso, uso eficiente y uso múltiple para poder aproximarnos a una verdadera solución (Jouravlev, 2001).

Arreglo institucional

La zona costera ha sido abordada en la gestión pública de Latinoamérica de una manera desvinculada. Aunque hay muchos esfuerzos institucionales por organizar y manejar esta franja, todas han sido planteadas desde el punto de vista y necesidades de cada uno de los sectores que tienen competencia en el litoral. Por esa razón, los planes y programas que inciden en la zona costera se encuentran dispersos en distintas instituciones públicas, sin vinculación evidente y distan de ser considerados una política integrada. Aunque hay esfuerzos por un manejo integrado de cuenca y de la zona costera, en Latinoamérica todavía es uno de los principales retos que es necesario enfrentar en este siglo.

Nuevamente la visión sectorial del uso del agua constituye una limitante para la formulación de estrategias integrales que nos hagan aceptar la necesidad de un uso múltiple del agua y de una conciliación de conflictos entre los diferentes usuarios.

El plus político que representa la distribución del agua potable es inmensamente mayor al plus político que representa el tratar las aguas residuales y descontaminar los cuerpos de agua, es por ello que existe un rezago en esta materia.

Los elementos necesarios para una gestión integrada que incluya el tratamiento de las aguas, deberá incluir, entre otras cosas:

- Participación de todos los actores.
- Enfoque de manejo por cuencas.
- Reducción del papel del estado pasando o limitándose a actividades de supervisión fomento y regulación dejando las de financiamiento, ejecución, construcción y operación, dejando éstas al sector privado.
- Descentralización hacia los gobiernos locales.
- El uso de instrumentos económicos de mercado, precios, cobros, derechos transferibles, entre otros.
- Consejos de cuenca como mecanismo de manejo integral y como instrumento participativo.

La iniciativa de algunos países sobre la participación del sector privado y transnacional en el manejo de los recursos hídricos, junto con la descentralización y en la prestación de los servicios públicos han llevado a la generación de programas, cuyos objetivos son:

- posibilitar, proteger y promover la participación e inversión privada
- reducir la presión sobre los presupuestos estatales y reorientar el gasto público hacia otras de mandas políticamente más urgentes
- mejorar la eficiencia económica en el aprovechamiento de los recursos hídricos y la prestación de los servicios públicos relacionados con el agua

Es importante señalar enfáticamente que generalmente no es el manejo integral de cuencas un objetivo de las políticas de los países al aplicar las iniciativas mencionadas.

4.2 Marco legal

Esta sección se ha basado en el excelente análisis del Dr. Andrei Jouravlev recientemente publicado (julio del 2001) por la CEPAL.

Es recomendable que para dessectorizar los organismos gestores del agua, éstos se encuentren como un ente independiente o dentro de los ministerios de medioambiente o recursos naturales en el caso de Argentina la SSRH Subsecretaría de Recursos Hidráulicos se encuentra en la Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Infraestructura y Vivienda desde donde se elabora y ejecuta la política hídrica nacional, el marco regulatorio relativo a la gestión, programas y acciones de gestión y desarrollo de infraestructura, por su parte la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental del Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente, tiene que ver con la conservación y recuperación del medio ambiente y de los recursos naturales y así muchas otras dependencias cruzan con la SSRH. Se ha convocado a las provincias y demás organismos para que aporten sus ideas sobre los aspectos: técnicos, sociales, económicos, legales, de arreglo institucional y en materia ambiental, todo ello para generar una política hídrica de Argentina, las conclusiones de esta recopilación hacen mención a que se necesitan esfuerzos mayores a nivel legislativo y asimismo se recomienda que a nivel de las provincias se concentre en una sola autoridad con capacidad multidisciplinaria, el diseño de la estrategia de gestión integral del recurso y promover la participación de todos los sectores a nivel provincial. Asimismo se deberá promover la integración de grupos de trabajo a nivel de cuencas.

En Barbados si hay una autoridad con independencia para la administración del agua (BWA) y vinculada con el Ministerio de Medio Ambiente, Energía y Recursos Naturales, quien coordina en materia de política ambiental y de recursos naturales, sin intervenir en las actividades de la BWA, sin embargo la necesidad del tratamiento de las aguas residuales municipales sigue sin ser satisfecha.

En Bolivia la Ley data de 1906 y los demás instrumentos legislativos se fueron añadiendo para llenar los vacíos, sin embargo esto no ha sido suficiente y la sectorialización en el manejo del agua ha llevado a un caos en su manejo. Todo ello a pesar de la promulgación de la Ley de Protección y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales No. 1333 de 1992. Actualmente se encuentra en debate la Ley del Recurso Agua, donde se propone que el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación sea la Autoridad Nacional del Recurso Agua, quien tendría como órgano de consulta y coordinación al Consejo Consultivo del Recurso Agua y como apoyo técnico a la Comisión Nacional de Cuencas Hidrográficas.

En Brasil cuando los recursos bañan más de un estado, o sirvan de límites con otro país, o vayan o provengan más allá del territorio nacional, entonces la Unión (nivel federal) será la encargada de dichos cuerpos de agua, por su parte los estados tienen la jurisdicción de aquellos cuerpos de agua que se encuentran en sus límites y no se comparten con nadie más, salvo las derivadas de obras de la Unión, la protección y control de la contaminación está a cargo de todos los niveles de gobierno. Además tienen el Sistema Nacional de Recursos Hídricos que comprende: Agencia Nacional de Aguas (ANA) con autonomía financiera y perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente, Consejos de recursos hídricos de los estados y del Distrito Federal, Comités de Cuencas, otros organismos relacionados a los diferentes niveles de gobierno y las Agencias de Agua.

Chile tiene la Dirección General de Aguas (DGA), dependiente del Ministerio de Obras Públicas con 13 direcciones regionales en todo el país. La DGA es no sectorial e independiente de los usuarios y no

ejecuta por si obras de aprovechamiento, lo que le permite ejecutar su papel normativo y regulador con imparcialidad, sin embargo persiste la ausencia de una gestión integrada lo que provoca una administración, a nivel de tramos y no de cuencas, una falta de coordinación entre el uso de las aguas superficiales y las subterráneas.

Colombia ha hecho profundos cambios en la estructura legal y administrativa, en 1993 se crea el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y el Sistema Nacional Ambiental, el MMA tiene 39 Corporaciones Autónomas Regionales, también participa el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente y los ministerios sectoriales y el Departamento Nacional de Planeación.

Costa Rica tiene una legislación amplia, pero desarticulada y obsoleta que data de 1942.

Cuba tiene centralizado el manejo de las aguas en el Instituto Nacional de Recursos Hídricos, el cual trabaja en conjunto con los ministerios de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Ecuador lleva a cabo el manejo del agua a través del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INERHI) y está sesgado hacia el sector Agropecuario (sistemas de riego), éste fue sustituido en 1994 por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), además de 9 Corporaciones Regionales de Desarrollo a quienes fueron transferidas funciones que habían estado en el INERHI.

El CNRH es un órgano colegiado donde participan diversos ministerios como son: Agricultura y Ganadería; Finanzas y Crédito Público; Energía y Minas; Desarrollo Urbano y Vivienda y el Secretariado General de Planificación, y presidido por el de Medio Ambiente. Tiene como objetivos crear el marco para la gestión, generar políticas y normas para optimizar el manejo de las cuencas, y las regulaciones administrativas de los recursos (transferencias de infraestructura, operación y mantenimiento al sector privado), y el establecimiento de prioridades para la inversión.

En El Salvador se presentan muchas leyes traslapadas en sus campos de acción provocando indefinición de responsabilidades, no existe una visión multisectorial en la planificación del uso, fomento y conservación del agua. En 1997 se creó el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y en 1998, se decretó la Ley del Medio Ambiente con la creación del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente. El MARN tiene la responsabilidad de velar por la calidad de las aguas y debe promover la creación del Comité Interinstitucional Nacional de Planificación, Gestión y Uso Sostenible de Cuencas y promover la integración de las autoridades locales de las mismas. Actualmente se encuentra en discusión un proyecto de Ley de Aguas, el cual tiene una visión integral y propone la creación de una Superintendencia de Recursos Hídricos, adscrita al ministerio de Economía, con ésto se pretende terminar con la indefinición jurídica y el enfoque sectorial del manejo del recurso hídrico.

En Guatemala actualmente el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales absorbió a la Comisión Nacional de Medio Ambiente y comienza a administrar el uso del agua, pero aún se encuentra trabajando junto con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, quien era desde 1999 el encargado de dichas funciones.

A finales de 1994 en Honduras se creó el Consejo Nacional del Desarrollo Sostenible (CONADES), asimismo en 1996 surgió la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA). La primera asesora, coordina acciones, facilita el diálogo y conceptualiza la puesta en práctica del Programa 21 y la segunda ejecuta las políticas de protección y aprovechamiento. La legislación actual data de 1927, Ley de aprovechamiento de aguas nacionales, sin embargo se está discutiendo una nueva Ley Marco de Aguas que la sustituirá.

En Jamaica se reformó el sector hídrico en 1995 por la adopción del Water Resources Act, asimismo surge la Autoridad de Recurso Hídricos, que trabaja de forma conjunta con la Autoridad de Conservación

de Recursos Naturales, quien es el organismo encargado de la gestión ambiental y el control de la contaminación y la protección de cuencas.

México cuenta con una Ley Nacional de Aguas desde 1992, la cual ofrece un amplio y moderno cuerpo jurídico, con el cual opera la Comisión Nacional del Agua (CNA), quien desde 1994 fue transferida del sector agrícola a la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) como organismo desconcentrado, con ello se vio fortalecido su ejercicio de la autoridad.

Lo más importante que ocurrió con la transferencia de la CNA es que, disminuyó la presión del sector agrícola, dando así una visión un poco más integral a la administración del agua. En los últimos 10 años se han tenido avances notables en la construcción y operación de plantas de tratamiento, así como en la generación de normas, además de la descentralización de algunas funciones y la participación del sector privado en el saneamiento de las ARM.

En Nicaragua durante 1994 se transformó el Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA) en el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), asimismo se reorganizó la Comisión Nacional de Recursos Hídricos, la cual coordina la elaboración de la política nacional sobre los recursos hídricos. En 1996 se instaló la Comisión Nacional del Ambiente, la cual entre otras funciones promueve el manejo integrado de cuencas hidrográficas. En 1998 la CNRH pasó a ser coordinada por el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), sin embargo el MARENA sigue siendo quien dicta las normas de sostenibilidad, técnicas y de regulación. La misma ley que creó el MIFIC también promovió la creación de la formación de la Administración Nacional de Aguas, la confusión de responsabilidades ha impedido la consolidación del sector hídrico y han surgido controversias que dificultan el funcionamiento de la Administración Nacional de Aguas.

La legislación en Panamá se encuentra actualmente en revisión, ya que presenta vacíos, traslapes e inconsistencias. La Autoridad Nacional del Ambiente es quien está encargada de regir en materia de recursos naturales y del ambiente, sus atribuciones en materia de agua son: coordinación, fiscalización, planeación, formulación de políticas, asignación y control de la contaminación, sin embargo como ya se mencionó se carece de un marco jurídico actual y funcional.

En el caso de Paraguay también carece de un marco legal coherente, ya que éste se ha ido actualizando con aproximaciones aisladas, entrando así en desarticulación. El manejo que se le da al recurso hídrico es sectorial y las instituciones están fuertemente fragmentadas. La principal institución involucrada en el manejo de los recursos hídricos es la Secretaría del Ambiente a través de la dirección General de Protección y Conservación de los recursos Hídricos, quien formula, coordina y evalúa las políticas de mantenimiento y conservación de los recursos hídricos y sus cuencas.

En Perú el manejo del agua está sectorizado desde la Dirección de Aguas y Suelos, quien depende del Ministerio de Agricultura, La Ley General de Aguas data de 1969 y no ha sido actualizada, sin embargo existe el compromiso del gobierno para elaborar una Ley de Aguas, ésta ha sido ampliamente analizada por diversos foros y prevé la creación de un Consejo Nacional de Aguas, así como la creación de Intendencias de Gestión de Cuencas.

En la República Dominicana hay traslapes de funciones entre los diversos organismos encargados del manejo del agua. El principal organismo es el Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INDRHI), el cual depende del marco legal que data de 1962 (Ley de Aguas Terrestres y distribución de Aguas Potables). Sin embargo actualmente existe una iniciativa llamada Código de Aguas, que junto con la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000), brindarán un marco más adecuado para la gestión del recurso, asimismo gracias a esta ley, el INDRHI pasó a ser coordinado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, coordinando desde ahí todo lo relativo al uso y aprovechamiento de los recursos hídricos.

Uruguay cuenta con diversos organismos para el manejo de aguas, con varios enfoques intersectoriales que no han permitido del todo la integración. En el marco jurídico ha habido avances, en 1993 se formó la Comisión Técnica Asesora de la Protección del Ambiente (COTAMA), integrada por delegados de varios organismos públicos y privados, también se creó un Grupo de Trabajo como Asesor Permanente del Poder Ejecutivo y está compuesto por representantes de los Ministerios de Transporte y Obras Públicas, Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Industria Energía y Minería y de Relaciones Exteriores.

En Venezuela el Ministerio de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) concentra la autoridad nacional de las aguas, desde 1996 tiene como apoyo al Consejo Nacional de Planificación de los Recursos Hídricos, el cual está formado por Asociaciones de Gobernadores y Alcaldes, empresas de servicios públicos relacionados con el agua, universidades nacionales y asociaciones de usuarios entre otros.

Los tres problemas básicos en el abastecimiento y saneamiento del agua en América Latina y el Caribe son:

1. Cobertura

Según la WHO/UNICEF (2000), 93% de la población urbana tenía acceso a servicios de agua potable y 87% con servicios de saneamiento y entiéndase por saneamiento la existencia de drenaje no de tratamiento.

En cuanto a la población rural, estas cifras fueron del 62% para el abastecimiento de agua potable y el 49% con servicios de saneamiento. Es decir que en la región hay 78 millones sin servicios de abastecimiento de agua potable (29 urbanos y 49 rurales) y 117 millones sin servicios de saneamiento (51 urbanos y 66 rurales).

2. Inequidad

Aquellos que no tienen acceso a los servicios de abastecimiento de agua potable son en su inmensa mayoría pobres, irónicamente ellos, los de menos ingresos, son los que más caro pagan cada litro de agua potable, ya que tienen que consumir el agua de vendedores privados, pozos, camiones cisterna o extensiones ilegales a la red del sistema público. La mayoría de estas acciones no garantizan la calidad del agua y son más costosas, es decir que una familia pobre sin servicio de agua potable paga de 2 a 4 veces más que una familia rica con este servicio.

El uso generalizado de fosos sépticos y letrinas ha causado en muchas ocasiones la contaminación de las aguas subterráneas y de los pozos de donde se abastecen del agua para beber provocando así problemas de salud.

3. Deficiencia y Mala Calidad de los Servicios

En el sistema de abastecimiento del agua potable existe una intermitencia en el servicio en la mitad de los países de la región (OPS/OMS, 2001), debido a la mala calidad de algunos sistemas y al deficiente mantenimiento, se reporta que para las grandes ciudades de la región hay una pérdida del 40% de este recurso (WHO/UNICEF, 2000). Existe además una mala calidad del agua potable que en muchas ocasiones no cumple con las disposiciones nacionales, a esto hay que agregar un deficiente sistema de monitoreo de dicha calidad. En muchas ciudades, el agua que proviene del sistema de abastecimiento, es desinfectada en los hogares hirviéndola, filtrándola o lo que ya cada vez es más común, es abastecerse de este líquido a través de empresas privadas, es decir agua embotellada. Esta falta de confiabilidad en la calidad se incrementa por la creciente contaminación de los cuerpos de agua por la carencia en el tratamiento de las aguas residuales. Se estima que tan solo el 14% de las aguas que se reciben en el drenaje o alcantarillado son tratadas adecuadamente.

En casi todos los países de la región se ha comenzado a incluir al sector privado tanto en las actividades de abastecimiento de agua potable como en el saneamiento de las aguas residuales, resalta aquí la actuación de Chile, donde gradualmente el sector privado se ha integrado a las empresas públicas regionales y se han alcanzado la rentabilidad y la eficiencia. Estiman que dentro de los próximos 10 años habrá una inversión de 2,500 millones de dólares, de los cuales 1,600 serán para el tratamiento de aguas residuales (Brown y Saldivia, 2000 citado en Jouravlev, 2001). Uno de los principales esquemas de participación del sector privado es el de BOT, que por sus siglas en inglés quiere decir, construcción, operación y transferencia. Este proceso de participación del sector privado debe ser cuidadoso, tanto para proteger al usuario, como para garantizar al inversionista la rentabilidad de su servicio, asimismo Jouravlev (2001), menciona que el proceso actual de reformas privatizadoras, está fuertemente desbalanceado a favor de garantizar la participación del sector privado, reduciendo los roles que debe seguir teniendo el Estado y la sociedad civil, en general, es pues imperativo que antes del proceso de privatización se cuente con el marco normativo y regulatorio, así como los arreglos institucionales de los organismos encargados.

La amplia sectorialización de las instituciones gubernamentales ha llevado a generar obstáculos para el uso múltiple del agua, debido a la concepción aislada de las prioridades en el manejo de la misma. En la mayoría de los países esta sectorialización ha conferido a los ministerios de agricultura el mayor peso en la gestión y toma de decisiones, sin embargo recientemente ha habido una mayor independencia de los organismos encargados, así como su transferencia hacia el sector del medio ambiente. Asimismo en algunos casos ya se presentan mecanismos de manejo de cuencas, aunque en su mayoría sólo están como propuestas que no han podido arrancar o que tienen facultades limitadas y sin recursos para accionar.

Dentro de las responsabilidades que más han caído en la indefinición de adscripción hacia los sectores, se encuentran la contaminación del agua, el drenaje urbano, el control de la erosión y el transporte de sedimentos, así como la ocupación de zonas inundables y otros temas que difícilmente pueden ser asignados a algún sector y han sido relegados de las agendas, por que representan más costos que beneficios económicos pero sobre todo políticos.

Aunque ya se reconoce la necesidad de un enfoque de manejo del uso múltiple en la práctica poco se ha avanzado para lograrlo de manera efectiva, pues no basta con incluir estos conceptos en el discurso institucional, ni con poner membretes a los diversos organismos, si ello no tiene consistencia con los planes de desarrollo y con la asignación presupuestal. Es conveniente en un inicio concentrarse en alcanzar las capacidades para poder llevar a cabo un manejo integral de los recursos hídricos.

El manejo de cuencas no sólo debe limitarse al balance hídrico de las mismas, sino que debe integrarse con las políticas de ordenamiento del uso de suelo, de uso y conservación de recursos naturales, de prevención de desastres naturales (inundaciones y sequías) y de colaboración intermunicipal e internacional.

Dentro de la distribución del agua a través de la cuenca, es necesario pensar en la necesidad del gasto ecológico de este recurso para satisfacer los requerimientos de los diversos ecosistemas, entre los cuales las zonas de desembocadura como lagos, zona costera y el medio marino, son los que más vulnerables y están sujetos tanto a la disminución del aporte, como a la deficiente calidad del mismo, alterando con ello su dinámica físico-química y el bienestar de sus recursos vivos, y por lo tanto de su potencial productivo. La visión de la industria del agua con la intervención del sector privado y regida por las leyes del mercado, no es del todo mala, sin embargo el enfoque ambiental y social difícilmente es incluido dentro de estas leyes, o en el enfoque mercantil, ya que las externalidades que provoca el desarrollo de ciertas actividades económicas u otros usos del agua, no son internalizadas en el análisis de mercado (Dourojeanni, 2001).

Dentro de las barreras que se presentan en la región para el desarrollo del uso múltiple del agua, algunas son premeditadas y otras no lo son, asimismo algunas provienen del mismo sector hídrico, instituciones

responsables del manejo, usuarios y la misma sociedad civil; otras son indirectas o externas como la situación económica del país, la cultura, la educación y otros valores relacionados a ingresos y compromisos de la población. Este año ha habido más de 20 reuniones en la región sobre la gestión de cuencas entre las que resaltan: el Taller Latinoamericano para el Manejo de las Aguas Residuales Municipales el cual fue auspiciado por el gobierno de Holanda a través de la Oficina Regional del PAM y con la organización de ROLAC; el Cuarto Dialogo Interamericano del Agua organizado por la Organización de Estados Americanos (OEA) y otros más y la Feria del Agua apoyada por PNUMA y organizada por el Gobierno de Panamá. También debe ser tomado en cuenta como un punto a favor, el que en cada país haya procesos de reformas y actualización del marco legal sobre el tema, así como múltiples iniciativas y proyectos sobre recursos hídricos financiados por agencias internacionales y otras entidades donantes.

La formación de una plataforma para la gestión integrada de cuenca, no puede llevar menos de 10 años, lo cual no coincide con la permanencia de las diferentes iniciativas que se generan en los países, las cuales junto con su personal sufren la mayor de las inestabilidades, en muchos casos por que son creados organismos que tienen nombre pero no recursos, ni estructura, ni marco jurídico, ni programa operativo que garantice el cumplimiento de sus funciones y la evolución y consolidación de las mismas. En otras ocasiones, son boicoteadas por las agencias tradicionales de manejo que se sienten amenazadas (sectorialmente), asimismo son asediados por interés políticos, ambientales y sociales, entre otros, sobretodo cuando no son explícitos en la justificación de sus iniciativas y éstas pueden ser mal interpretadas. Sin embargo, es importante reconocer el avance en la apertura a la participación de todos los actores, aún cuando falta mucho por hacer y definir en cuanto a su participación en la toma de decisiones y en la planeación de estrategias y proyectos, así como la legitimidad de los mismos como representantes de grupos participativos o sectores. Además de esto Jouravlev (2001), recomienda que todo programa de apoyo a la gestión de cuencas debe ser promotor, incentivador de organización local a nivel de cuencas y no limitarse a ser interventor, si no que debe fomentar la creación de capacidad en todos los sentidos, no olvidando la diversidad de usos e intereses.

Iniciativas

Como respuesta a la necesidad de revertir y controlar el impacto y deterioro que la civilización ha causado en el medio ambiente, en 1992, a partir de los acuerdos multilaterales de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, surgió la Agenda 21, con la misión de impulsar el desarrollo sustentable y frenar las tendencias del deterioro ambiental. Este documento establece en sus capítulos 17 y 18 que los estados deben hacer frente, a los graves problemas de salud pública y la degradación de los ecosistemas costeros que resultan de la descarga de las aguas residuales municipales sin el tratamiento adecuado.

Contempla también entre otros compromisos, el que los gobiernos, según la capacidad y los recursos de que dispongan y con la cooperación de las Naciones Unidas y de otras organizaciones competentes, deberían disponer para el año 2000 de: criterios de calidad, objetivos y normas referentes a la eliminación y tratamiento de los desechos, que estén basados en la naturaleza y capacidad de asimilación del medio receptor; además disponer de capacidad suficiente para vigilar los efectos de la contaminación debida a los desechos y mantener una vigilancia sistémica, incluida la vigilancia epidemiológica, así como velar por que para el año 2005 en los países en desarrollo por lo menos el 50 % de las aguas cloacales, las aguas residuales y los desechos sólidos se traten o eliminen de conformidad con directrices nacionales o internacionales de calidad ambiental y sanitaria.

También se mencionó eliminar para el año 2025 todas las aguas cloacales, las aguas residuales y los desechos sólidos de conformidad con directrices nacionales o internacionales de calidad ambiental. Es más que obvio el gran atraso que existe en el cumplimiento de estas metas.

En 1995 el PNUMA retomó estos objetivos y los integró en un documento para su discusión en la Conferencia Intergubernamental para la Adopción de un Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra, reunión de la cual resulta la adopción del programa conocido como PAM, a dicha conferencia asistieron: 108 países, los 2 órganos de Naciones Unidas, PNUMA y PNUD, los 9 organismos especializados de Naciones Unidas, 7 organizaciones intergubernamentales y 29 ONG's.

En esa ocasión se reconoció que se debería de dar prioridad al tratamiento y manejo de las aguas residuales municipales, como parte de una ordenación hídrica y para conservar la calidad de las aguas marinas y costeras. Además el PAM reconoce que la economía de subsistencia de grandes poblaciones costeras, en particular de países en desarrollo, como es el caso de los de América Latina y el Caribe, se basan en el aprovechamiento de los recursos marinos vivos.

Dentro de la Región de Latino América y el Caribe existen 3 iniciativas que se encuentran dentro del Programa de Mares Regionales, como lo son: la Región del Gran Caribe, el Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste y Plan de Acción del Pacífico Nordeste.

Bajo el Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la región del Gran Caribe (Convenio de Cartagena), se ha venido negociando un Protocolo de Fuentes Terrestres de Contaminación Marina, el cual fue adoptado en 1999 y hasta la fecha ha sido firmado por alrededor de 15 países y por lo tanto no ha podido entrar en vigor. Es importante mencionar que la Región del Gran Caribe incluye 12 estados continentales, 13 países insulares, el edo. de Puerto Rico, 3 departamentos de Francia, un territorio compartido por Francia y los Países Bajos y once territorios independientes.

En la RGC se estima que entre 80 y 90% de las aguas residuales domésticas son descargadas al mar sin tratamiento alguno. Lo cual nos lleva a dimensionar que el problema está aún en los inicios de su solución, necesitamos no solo los instrumentos y el marco jurídico si no los recursos para instrumentarlos, es por ello que la Unidad Regional de Coordinación se encuentra actualmente gestionando ante el FMAM, la aplicación de recursos nuevos y frescos, los cuales son indispensables para el fortalecimiento que requiere la región en infraestructura y arreglo institucional para abordar esta problemática de las Fuentes Terrestres de Contaminación.

Los controles apropiados que se han empezado, son los que proporciona el informe PAC 40 con tecnologías apropiadas a la región. Si nueve países ratifican el protocolo, este se debe cumplir. El protocolo responsabiliza controla y mide la clasificación de aguas en dos clases según las capacidades. La clase II es en áreas sensibles y no amenaza a la salud además de que tiene parámetros y limitaciones indicados (por ejemplo sólidos de 150 mg/l) y las de clase I son aguas en arrecifes, manglares, balnearios (con sólidos totales suspendidos 30 mg/l) y ambas sin sustancias flotantes visibles. La experiencia identifica como necesidades urgentes el financiamiento, la adquisición de infraestructura, la capacitación, concientización y participación de la población así como seguimiento y evaluación. De los estudios de caso que se han llevado a cabo en el Caribe, se dice que no hay soluciones ideales, que es importante cambiar del enfoque convencional al sostenible, un proceso de planificación antes del desarrollo, de estudiar la capacidad de absorción del agua costera, que es necesario incorporar estudios de costo beneficio y fomentar la voluntad para pagar por los servicios por parte de los usuarios e involucrar a la sociedad en la toma de decisiones.

El Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste surge en 1981, su objetivo principal es la protección del medio marino y las áreas costeras, para promover la preservación de la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Comprende a los países de Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile y desde el año de 1983 cuenta con un instrumento sobre fuentes terrestres de contaminación, que es el "Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Con-

taminación Proveniente de Fuentes Terrestres”. A pesar de ser éste un instrumento vinculante y de haber sido adoptado hace casi 20 años, el rezago en infraestructura y la necesidad de buscar mayor integralidad en las políticas nacionales sobre la protección marina y el manejo de los recursos hídricos siguen sin resolverse y con consecuencias para la salud de los ecosistemas marinos y costeros. Pero también es importante reconocer los alcances de ciertos países, como Chile y no sólo sus alcances, si no también las metas que se han fijado para el futuro próximo en cuanto al manejo de las aguas residuales domésticas. Chile se propone para el 2010 invertir 2 mil millones de dólares con lo que cubrirá el 93% de las aguas. Es importante mencionar el reciente diagnóstico hecho para esta región a través de la Oficina de Coordinación del GPA.

Los esfuerzos no solo han quedado en estas dos regiones, a pesar de no existir iniciativas adoptadas o ratificadas, otras áreas también han hecho esfuerzos por evaluar la situación de la calidad ambiental de sus ecosistemas marinos y costeros, tal es el caso del Atlántico Sudoccidental que comprende los estados de Brasil, Argentina y Uruguay y de la región del Pacífico Nordeste, la cual ha comenzado recién con esta iniciativa. Ambas regiones cuentan ya con un primer diagnóstico sobre fuentes terrestres, que aunque generales y en algunos rubros incompletos, representan ya una base importante en el diseño de planes de acción y la definición de prioridades, tanto a nivel nacional como regional.

Asimismo en la región de Latinoamérica y el Caribe ha habido otras iniciativas como la del Proyecto Piloto de la Cuenca Marina de las Californias el cual fue desarrollado en el marco de la Comisión de Cooperación de América del Norte, entre México, Canadá y Estados Unidos. Esta iniciativa ha avanzado de manera muy lenta, pero ha consolidado la relación entre organismos y personajes de EUA y de México, existen en ella muchas lecciones aprendidas que serían muy ilustrativas en los procesos mencionados anteriormente del Atlántico Sudoccidental y del Pacífico Nordeste.

5. Conclusiones y recomendaciones

En América Latina menos del 20% del agua residual es tratada adecuadamente, significando esto serios problemas, sociales, económicos y ambientales en la región, éste básicamente es un problema de capacidad financiera, debido a la dificultad de internalizar los costos del tratamiento de estos residuos. Se requieren de estrategias eficientes tanto a nivel administrativo, de educación e investigación, así como de innovación en tecnologías e instrumentos económicos, que sean equitativos socialmente.

Se identifican varios aspectos, tales como la necesidad de fuentes de financiamiento alternas, la demanda a la rehabilitación de la infraestructura actual, el indispensable incremento en la capacidad instalada para cubrir el déficit en el servicio, la educación ambiental, capacitación y concientización de todos los sectores y a todos los niveles, incluyendo a los administrativos, junto con la efectiva disponibilidad de la información y asegurando la participación de todos los actores. Todo ello como premisas para avanzar hacia un manejo integral de nuestras cuencas y nuestras costas.

Es necesario contar con más estudios de caso en zonas tropicales y áridas, ya que muchas de las normas están tomadas de casos de zonas templadas, cuyas características no siempre se comparten en Latinoamérica.

Se requieren estudios sobre indicadores para evaluar comparativamente y en bases de datos transparentes para uso del público en general.

Una de las necesidades es el coincidir en indicadores regionales, por ejemplo en la tabla 5 se ejemplifican la variación entre los diferentes parámetros de calidad de agua.

Calidad del agua requerida para el reúso recreativo (no restringido)

Parámetro	Guías EPA ^a	Arizona ^b	California	Cd. México
PH	6 – 9	6.5 - 9.0	—	6.5 – 8.3
Coliformes Fecales (org/100ml)	No detectable	200 (1) 800 (2)	—	—
Turbiedad (N.T.U.)	£ 2	1	2	10
Coliformes Totales (org/100ml)	—	—	2.2 (1) 23 (2)	1,000
DBO ₅ (mg/l)	£ 10	—	—	20
Cloro Residual (mg/l)	1	—	—	0.2
Cuenta estándar en placa (Colonias/ml)	—	—	—	200

Tabla 5. (a. EPA, 1992; b. Cuthbert, 1992; c. DDF, 1987. Citados en Arreguín, 2001).
(1) Mediana, (2) Simple

De los varios estudios de caso de la región Latinoamericana, se dice que no hay una única solución ideal, pero que se debe reconocer como un principio fundamental para avanzar hacia el manejo integral de las cuencas y de la zona costera, instrumentos de planeación tales como el ordenamiento territorial ambientalmente sostenible antes de implementar nuevos desarrollos. Asimismo, estos programas de tratamiento de aguas residuales deben ir ligados a programas de reúso, uso racional del agua y utilización de energía renovable.

En resumen los problemas que caracterizan a la región en cuanto al manejo de aguas residuales son:

Administrativos:

La identificación y ejecución de acciones nacionales y regionales debe estar basada en un marco lógico que parta de políticas prioritarias, objetivos y estrategias coherentes, que permitan alcanzar metas en el corto mediano y largo plazo.

No hay una planificación con el principio de ordenamiento territorial ambientalmente sustentable por lo que se sugiere hacerla antes del desarrollo.

Falta el involucramiento de todos los actores sociales en el proceso de planificación, este debería hacerse conjuntamente con los procesos de Manejo de Cuencas y de Manejo de Zona Costera y establecer programas regionales para el manejo del recurso compartido.

No ha sido satisfactorio el cumplimiento de los compromisos que han asumido los estados en los diferentes programas de acción, relacionados con el manejo de las aguas residuales y la conservación de los ecosistemas dulceacuícolas, costeros y marinos.

Aunque ya se aplica el principio del que usa o contamina paga, hay que fortalecerlo a nivel normativo.

A pesar de ser una iniciativa cada vez mayor, es todavía importante promover e incentivar la reconversión tecnológica a prácticas limpias.

Es necesario priorizar el trabajo en el diseño de una normatividad que asegure la conservación de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos y costeros.

Financiamiento:

No hay recetas universales, es necesario buscar la participación de todos los sectores en el financiamiento de la construcción y operación de las plantas de tratamiento municipales según las necesidades e idiosincrasias locales.

Todavía no hay una autonomía tarifaria. Por esto, la fijación de tarifas y de subsidios debe estar dirigida a asegurar los servicios sanitarios para todos los usuarios del recurso.

Investigación:

La atención de la contaminación difusa es un problema más complejo de resolver que la contaminación puntual, pero no debe dejarse a un lado y se deben generar más datos sobre la contaminación difusa.

Hay ausencia de programas de monitoreo, evaluación y seguimiento de la calidad del agua en la zona costera, por lo que es necesario unir esfuerzos y trabajar también con las instituciones locales capacitadas.

Son escasos los estudios integradores. Se considera importante incorporar los análisis de costo/beneficio sociales, económicos y ambientales.

Es necesario homogeneizar criterios para la definición de estándares de calidad del agua y la intercalibración de laboratorios regional y subregionalmente.

Es necesario generar bases de datos, con diseño de indicadores y metodologías comparables, para que sean compartidos y se asegure su difusión.

Es necesario hacer más investigación en sistemas tarifarios.

Es necesario analizar y estudiar sobre la competencia en la administración y la propiedad del recurso hídrico (mercado del agua).

Educación ambiental y Capacitación técnica:

Por la falta de una percepción social del problema, así como la carencia de una cultura del agua es importante y urgente implementar programas de educación ambiental en todos los niveles.

Por la falta de capacitación es importante incorporar programas de manejo de aguas residuales desde una perspectiva más amplia como motor de fortalecimiento institucional a todos los niveles.

Tecnológicos:

Hay capacidad instalada en algunos países, pero no funciona bien. Por lo tanto, es necesario elegir la tecnología apropiada. Además es necesario reconocer que no sólo es un problema tecnológico, sino operativo y de falta de congruencia con las condiciones locales.

Es conveniente analizar la viabilidad técnica y económica de separar el alcantarillado pluvial del doméstico para eficientar los sistemas de tratamiento.

En el caso de sistemas separados, es necesario separar el vertido de aguas de lluvia en el alcantarillado doméstico.

Los objetivos de programas internacionales para apoyar a la regiones latinoamericanas, a resolver en conjunto el problema de aguas residuales arrojadas al mar, es una iniciativa que avanza aunque no sea con la velocidad que se requiere. El problema supera las posibilidades de los gobiernos y especialmente es patente el rezago en los países con menos recursos. La heterogeneidad de las fuentes de información, así como de los programas establecidos para atender el problema, es un hecho que habría que priorizar en la agenda internacional.

Se requiere todavía de un plan con acciones de planeación entre los países y de un apoyo sustancial por agencias internacionales. Independientemente del apoyo financiero, que nunca parece suficiente y que puede ser desigual, hay acciones de coordinación que son urgentes para un proyecto internacional que intenta dar seguimiento a la

minimización de impactos, tales como los que causan las aguas residuales en la zona costera. Hay que mencionar insistentemente la necesidad de coordinar la generación de los indicadores comparables, por ejemplo las unidades con las que se mide DBO_5 , sólidos suspendidos, nitritos, etc. Encontramos que los informes regionales no son comparables y como mencionan Cabrera (2001) a su vez los países de las regiones son incomparables.

Finalmente, es importante reconocer el avance que significa el reconocimiento del problema por parte de los gobiernos nacionales, y las medidas que se han implementado, aunque estos siguen siendo insuficientes. Asimismo, es urgente elaborar un acuerdo común, que permita homogeneizar las maneras de medir el problema y la elección de las prioridades dentro de los países y de las regiones. Estos retos son la tarea que nos queda y sobre la que habrá que trabajar conjuntamente en los próximos años.

6. Bibliografía

- Arreguín C. M., M. T. Leal y G. Moeller. 2001. Impacto de las descargas de aguas residuales tratadas en dos zonas costeras de México. Ponencia del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Aguas Residuales Municipales, Ciudad de México del 10 al 13 de septiembre de 2001.
- Beltrami E. & T.O. Carroll. 1978. A land-use planning model for coastal zone management. *Coastal Zone Management Journal*. 4(1/2):83-97pp.
- Cabrera, 2001. Aguas residuales del Pacífico sudeste. Ponencia del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Aguas Residuales Municipales, Ciudad de México del 10 al 13 de septiembre de 2001.
- Castañón J. A; Martínez, L; Miranda R y Torres R., 1999. “*Vibrio vulnificus* Infection in México”. *Rev. Med. IMSS* 2000; 38 (1) 23-25.
- Dourojeanni, A, 2001. Crisis de gobernabilidad en la gestión integrada del agua en América Latina. Instituto de Gobernabilidad. Biblioteca de Ideas, Colección de Documentos. <http://www.iigov.org/pnud/bibliote/documentos/tema3/docu0103.htm>
- Escobar, J. 2001. Aguas residuales del Pacífico Nordeste. Ponencia del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Aguas Residuales Municipales, Ciudad de México del 10 al 13 de septiembre de 2001.
- Escofet A. & I. Espejel., en preparación. Geographic indicators of coastal orientation and large marine ecosystems: analytical basis for management-oriented cross-national comparisons.
- Escofet A. & J. C. Burgueño., 1993. Natural cleaning as a coastal macrodescriptor. In: *Coastal Management in Mexico: The Baja California Experience*. ASCE. 82-93
- EPA (Office of Water), 2000. Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. Documento de trabajo. EPA-815-F-00-007.
- FAO, 2000, “FAOSTAT Agriculture Data” (<http://apps.fao.org>).
- García, Galocha R; *et. al.* 1998. “Bases para la formulación del plan de manejo ambiental”. Litoral de Santo Domingo. Informe Final, Proyecto IPID. Caso de Estudio República Dominicana, (PNUMA)., 162p.
- GEF/PNUD/PNUMA, 1998. “Planificación y manejo ambiental de bahías y zonas costeras fuertemente contaminadas del Gran Caribe”. *Proy. Regional. Informe final*. La Habana, 98p.
- GESAMP, 2001. *A Sea of Troubles*. UNEP. 35 pp.
- González H; *et. al.*, 1997. “Estudios que identifican la condición actual de la Bahía de La Habana”. Proyecto GEF/RLA/93/G41, Informe final del Caso de Estudio Cuba, Resultado 1.1. Cimab, 96p.
- Jouravlev, A., 2001. Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI. División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL, 77 p.
- León Coto S. 2001., Cuencas hidrográficas, flujos de materiales y Golfo de Nicoya, Costa Rica. Ponencia del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Aguas Residuales Municipales, Ciudad de México del 10 al 13 de septiembre de 2001.
- Monreal-Gómez, M. A., *et al.*, 1999. Las Surgencias Costeras de América. *Geofísica*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia 51:7-43.
- NOAA-NMFS, UICN, Univ. of Rhode Island, International Council for the Exploration of the Sea y IOC.UNESCO, 2001. www.edc.uri.edu/lme/. *Observatorio del Desarrollo, Costa Rica*. 144 pp.

- OPS/OMS, 2001. *Salud, agua potable y saneamiento en el desarrollo sostenible*, 35ª Sesión del Subcomité del Comité Ejecutivo de Planificación y Programación, Washington, D.C., 14 al 16 de marzo de 2001, SPP35/5 (Esp.), 1 de febrero de 2001 (disponible en Internet: http://www.paho.org/spanish/gov/ce/spp35_5-s.pdf).
- PNUMA, 1995. Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra. Washington D. C. EUA.
- PNUMA, 1999. Assessment of Land-Based Sources and Activities Affecting the Marine, Coastal and Associated Freshwater Environment in the Wider Caribbean region. Regional seas Report and Studies No. 172. 121 pp.
- PNUMA, 2000. América Latina y el Caribe. Perspectivas del Medio Ambiente. GEO-ALC del PNUMA (Oficina Regional para América Latina y el Caribe), Costa Rica. 144 pp.
- PNUMA, 2000 a. Diagnóstico Regional sobre las Actividades Realizadas en Tierra que Afectan los Ambientes Marinos, Costeros y Dulceacuícolas Asociados en el Atlántico Sudoccidental Superior. Informes y Estudios del Programa de Mares Regionales del PNUMA No. 170. 60 pp.
- Rodríguez, L.C., 2001. PRABG: Proyecto de recuperación ambiental de la Bahía de Guanabara: problemas encontrados y resultados alcanzados. Ponencia del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Aguas Residuales Municipales, Ciudad de México del 10 al 13 de septiembre de 2001.
- SEMARNAP, 1999. Anuario Estadístico de Pesca, 1999. México.
- SEMARNAP, 2000. La Gestión Ambiental en México. México. 374p.
- Senior, W. y R. Aparicio, 1993. “Estudio Ambiental de las Costas del Estado Anzoátegui” (Proyecto EACA). Informe técnico presentado a las empresas CORPOVEN y PEQUIVEN. Inst. Oceanográfico Venezuela Univ. Oriente. Ven., 250p.
- Senior, W., Julián Castañeda y Gregorio Martínez, 1999. “Estudios Oceanográficos y de calidad de las aguas del Oriente de Venezuela. Informe técnico presentado a DAO-PALMAVEN. Inst. Oceanográfico Venezuela Univ. Oriente. Ven., 535p.
- Sherman K. and Q. Tang, 1999. “Large Marine Ecosystems of the Pacific: assessment, sustainability and management”. Blackwell Science, Cambridge, M.S.
- Sherman K., 1994. “Coastal Ecosystem Health: a global perspective”. *Annals New York Academy of Sciences* 740, 29-42
- Tomlinson, P. B., 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press. 413 pp.
- UNEP/CEP, 1999. “Integrated Coastal Planning and Management in Caribbean Region”. Pitot Projects of the Programme with the support of the Swedish International Development Cooperation Agency. “Atlantic Coastal of Guatemala” ., 46p
- US Geological Survey. USGS, 1998. “Synoptic survey of water quality and bottom sediments, San Juan Bay Estuary System, Puerto Rico”. *Water – Resources Investigations. Report 97 – 4144:69p*.
- Vázquez-Botello, V. A., Rojas G. J.L., Benitez A. J y Zárata L. D., 1996. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche, EPOMEX y SEP. 672pp.
- Yáñez-Arancibia, A., 1994. Los manglares de América Latina en la encrucijada. *Faro*. 1:3-7.