

DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

TEMA:

Un canon por vertidos para aplicar el principio contaminador-pagador en la gestión de recursos hídricos en Costa Rica

SUSTENTANTE:

Raúl López Avendaño

Proyecto de graduación para optar por el grado de doctor en ciencias económicas y empresariales

San José, Costa Rica
SETIEMBRE 2004

Tabla de Contenido

PRESENTACIÓN	11
CAPÍTULO I	
MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.	15
1.2. ENFOQUE ECONÓMICO DE LA RELACIÓN MEDIO NATURAL Y SOCIEDAD	20
1.2.1 La interacción entre economía y medio natural según la perspectiva de la economía ambiental... ..	20
1.2.2 Las fallas del mercado	24
1.2.3 Las externalidades	25
1.2.4 Los bienes públicos: no exclusión ni rivalidad en el consumo.	27
1.3 LA CONTAMINACIÓN COMO EXTERNALIDAD	29
1.4. EL NIVEL ÓPTIMO DE DESCONTAMINACIÓN	34
1.5 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ..	38
1.5.1 La caja de herramientas de la política ambiental	38
1.5.2 El enfoque y los instrumentos de regulación directa	40
1.5.2.1 Los estándares de emisiones (regulaciones de cantidad y calidad de desechos)	42
1.5.2.2 Los estándares tecnológicos	43
1.5.2.3 Los estándares de uso del espacio.	43
1.5.2.4 Licencias y permisos.	44
1.5.3 Las desventajas y limitaciones de los instrumentos tradicionales de comando y control	44

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

4

1.5.3.1	Altos costos de cumplimiento de metas ambientales debido a trato uniforme a fuentes con diferentes tecnologías y costos.	44
1.5.3.2	El efecto perverso de límites muy bajos iguales para todas las fuentes emisoras.	47
1.5.3.3	El comando y control impone altas exigencias de información a las agencias públicas reguladores.	47
1.5.3.4	Debilidad de entes reguladores y limitadas capacidades de autofinanciamiento de la gestión del cumplimiento (generalmente están cargadas al presupuesto central).	48
1.5.3.5	Enfatiza en soluciones “al final del tubo” de alto costo (enfoque correctivo no preventivo)	49
1.5.3.6	No generan incentivos suficientes para la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo . .	50
1.5.3.7	Enfatizan en el control puntual y no por ecosistema o territorio	50
1.5.3.8	El comando y control suele estar asociado con excesiva discrecionalidad en la aplicación de las normas	51
1.5.3.9	Incrementa peligro de “captura regulatoria” y el cabildeo de los agentes sometidos a regulación	51
1.5.4	El enfoque de regulación con instrumentos económicos	52
1.5.4.1	Clasificación de los instrumentos económicos de política ambiental	55
1.5.4.2	Ventajas potenciales de los incentivos económicos como instrumentos de política ambiental . .	60
1.6.	EL ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	62
1.6.1	Planteamiento del problema de investigación.	62
1.6.2	Hipótesis	62
1.6.3	Objetivos de la investigación	63
1.6.4	Esquema general del proceso metodológico	63
1.6.4.1	Diagnóstico de la problemática y determinación de opciones	63
1.6.5	Síntesis de diagnóstico y evaluación de opciones	65
1.6.5.1	Elaboración de Propuesta de Canon por Vertido de Contaminantes a los Cuerpos de Agua. . . .	65
1.6.6	Formulación de conclusiones y recomendaciones. Métodos y técnicas de diagnóstico	65

CAPÍTULO II

BASES CONCEPTUALES Y CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CARGOS POR EFLUENTES

2.1	INTRODUCCIÓN	73
-----	------------------------	----

2.2	LOS CARGOS POR CONTAMINACIÓN Y SUS VENTAJAS POTENCIALES	73	
2.2.1	El fundamento económico y ambiental de los cargos por contaminación	73	
2.2.2	El mecanismo de operación y de un sistema de cargos o tasas por contaminación de las aguas permite cumplir metas ambientales al menor costo social posible	75	
2.2.3	Los cargos por contaminación no generan desventajas competitivas espurias, en razón del cumplimiento de las metas ambientales de la sociedad	75	
2.2.4	Los cargos por contaminación generan economías de información a las entidades reguladoras	78	
2.2.5	Los cargos por contaminación generan ingresos que pueden financiar la gestión ambiental	78	
2.3	CONDICIONES DE APLICACIÓN Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN SISTEMA COSTO- EFECTIVO Y EFICIENTE DE CARGOS POR CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS	79	
2.3.1	Los supuestos principales.	79	
2.3.2	Los parámetros de diseño e implementación.	81	
2.3.2.1	Enfoque de implementación por cuenca.	82	
2.3.2.2	Determinar los elementos contaminantes que serán objeto de regulación con el cargo.	83	
2.3.2.3	Concertación de metas de reducción y de calidad en cada subcuenca o tramo seleccionado	84	
2.3.2.4	Determinar el monto (la tarifa) de la tasa o cargo por unidad de carga de cada contaminante (Kg.)	85	
2.3.2.5	La base cuantitativa del cobro	86	
2.3.2.6	¿Quién debe establecer el sistema, recaudar y aplicar los fondos originados en las tasas por contaminación?	87	
2.3.2.7	El destino de los fondos originados en la implementación del cargo	88	
CAPÍTULO III			
LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES			89
3.1	CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA, BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA CUENCA	91	
3.2	LA RELEVANCIA SOCIOECONÓMICA DE LA CUENCA.	93	
3.2.1	La población y los centros urbanos.	93	
3.2.2	El uso del suelo en la cuenca.	94	
3.2.3	La producción energética	96	

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

6

3.2.4	La producción industrial y agroindustrial	97
3.3	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN COSTA RICA Y EN LA CUENCA DEL TÁRCOLES.	99
3.3.1	Balance Hídrico Nacional	99
3.4	LA SITUACIÓN DE LAS AGUAS EN LA CUENCA EL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES.	101
3.4.1	Balance Hídrico en la Cuenca del Río Grande de Tárcos	101
3.4.2	Los usos del agua en la Cuenca del Río Grande de Tárcos.	103
3.5	LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE TÁRCOLES	107
3.5.1	La contaminación de las aguas, su medición y sus efectos	108
3.5.1.1	Parámetros de medición	108
3.5.2	El nivel de contaminación de los cuerpos de agua superficial en la Cuenca del Río Grande de Tárcos (CRGT)	105
3.5.2.1	Las cargas contaminantes en los cuerpos de agua superficial de la CRGT: fuentes, tipos, magnitud y población equivalente	122
3.5.3	Fuentes de contaminación	125
3.5.3.1	Las descargas domésticas y el sistema de Alcantarillado Sanitario	125
3.5.3.2	Descargas industriales	126
3.5.4	Cargas contaminantes y estado de la calidad de las aguas por subcuencas	130
3.6	LOS DAÑOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS PRODUCIDOS POR LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES	132
3.6.1	La contaminación socava la base de recursos naturales y frena el desarrollo económico y social del país	132
3.6.2	La contaminación amenaza la disponibilidad de fuentes y la producción de agua potable	132
3.6.3	El impacto de la contaminación en la salud de las personas	133
3.6.4	La contaminación de las aguas daña los suelos, baja la productividad en la agricultura y reduce los ingresos potenciales de los productores	135
3.6.5	Impacto de la contaminación de las aguas en el turismo	136
3.6.6	Efectos de la contaminación en la producción pesquera	137

CAPITULO IV

LAS BASES LEGALES DE UN CANON AMBIENTAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION HIDRICA EN COSTA RICA	139
4.1 Contexto.	141
4.2 El Marco Constitucional.	142
4.3 El marco legal ambiental.	146
4.4 El marco jurídico-tributario.	150

CAPÍTULO V

UN MODELO DE CANON AMBIENTAL POR VERTIDOS PARA COSTA RICA	151
5.1 Introducción	153
5.2 Los parámetros básicos del instrumento económico propuesto	155
5.2.1 La fijación de metas y la base espacial para aplicar la tasa por contaminación en la cuenca	154
5.2.2 La selección de parámetros de contaminación para aplicar el Canon Ambiental	160
5.2.3 La determinación de metas de reducción de la contaminación y el plazo de cumplimiento asociados con el canon ambiental en cada zona de control	163
5.3 El hecho generador, el sujeto pasivo, la base imponible y el nivel de la tarifa del canon	169
5.4 El enfoque de gradualidad y la aplicación de la tarifa durante el período de cumplimiento de las metas	177
5.5 El destino de los fondos originados en la aplicación del canon por vertidos.	178
5.6 La estructura institucional requerida para implementar la tasa o canon ambiental por contaminación hídrica	182
5.7 El potencial de generación de ingresos de la gestión ambiental y la disposición a pagar de la población.	185
5.8 La cuestión de la relación entre la tasa o canon por efluentes y los límites permisibles de vertidos, como instrumentos alternativos o complementarios de control de la contaminación hídrica.	189
CONCLUSIONES	195
BIBLIOGRAFÍA	204
NOTAS	209

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Modelo básico de relaciones entre economía y ambiente.	22
Figura No. 2	31
Figura No. 3.	33
Figura No. 4 Nivel Óptimo de Descontaminación..	37
Figura No. 5 Control de emisiones con una norma única	46
Figura No. 6 Tipología de instrumentos económicos	57
Figura No. 7 Esquema Metodológico General	66
Figura No. 8 Control de emisiones con una tasa por contaminación	76
Figura No. 9 Mapa Cuenca Río Grande de Tárcoles	92
Figura No. 10 Uso del suelo de la Cuenca Río Grande de Tárcoles 1997	94
Figura No. 11 Grado de contaminación de los ríos de la Cuenca Río Grande de Tárcoles	119
Figura No. 12. Cuenca Río Grande de Tárcoles	131
Figura No. 13. Delimitación de las zonas de control de la Cuenca Río Grande de Tárcoles	160

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Significancia de la cuenca del río Grande de Tárcoles	15
Cuadro No. 2. Tipo de Bienes y servicios	28
Cuadro No 3. Estándares de calidad ambiental (regulaciones de calidad y cantidad)	41
Cuadro No. 4. Ejemplos de criterios para fijar estándares de emisiones	42
Cuadro No. 5. Parámetros típicos de contaminación del agua	43
Cuadro No. 6. Taxonomía de Instrumentos Económicos de Política Ambiental	55
Cuadro No. 7. Clasificación de los instrumentos económicos según la OCDE.	56
Cuadro No 8 Matriz de dimensiones, variables e indicadores para el análisis de la problemática de la contaminación de las aguas	67
Cuadro No. 9. Empresas y Trabajadores en el Sector Industrial. Según División CIIU, 1997	97
Cuadro No. 10	98
Cuadro No. 11. Participación del GAM en la producción nacional agropecuaria. 1994	99
Cuadro No. 12. Costa Rica. Balance Hídrico. 1997	100
Cuadro No. 13. Costa Rica. Uso del Agua. 1997. Km ₃ /año	92
Cuadro No. 14. Normas para Coliformes Fecales	110
Cuadro No. 15. Límites permisibles para los parámetros de contaminación de las aguas	113
Cuadro No. 16. Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Cargas promedio anuales por puntos de Muestreo. 1997	122
Cuadro No. 17. Cuenca Río Grande de Tárcoles. Cargas Promedio. Estación seca, por punto de Muestreo. 1997	123
Cuadro No. 18. Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Carga orgánica contaminante según fuente. Toneladas DBO/día. 1997	128
Cuadro No .19. Cargas contaminantes de diferentes actividades para el año 1997 y para el 2005. Cuenca del Río Virilla	128
Cuadro No. 20. Área Metropolitana de San José. Proyecciones de carga contaminante vertida en la Subcuenca del Río Virilla	129
Cuadro No. 21. Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Delimitación de Zonas de Control de la Contaminación por Efluentes	158
Cuadro No .22. Cuenca del Río Grande de Tárcoles.	

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Metas de reducción por zona de control de la contaminación	167
Cuadro No. 23. Área Metropolitana de San José. Cálculos y proyecciones de aguas residuales y carga contaminante ...	172
Cuadro No. 24. Área Metropolitana de San José. Costos de Capital para el tratamiento de Efluentes	173
Cuadro No. 25. Área Metropolitana de San José. Costos Anuales de Operación y Mantenimiento Según Sistema de Tratamiento proyectado por AyA	173
Cuadro No. 26. Área Metropolitana de San José. Remoción anual proyectada de DQO y SST	174
Cuadro No. 27. Área Metropolitana de San José.	174
Cuadro No. 28. Programa de aplicación del canon ambiental. Período:6 años	177
Cuadro No. 29. Canon Ambiental por Vertidos.	186
Cuadro No. 30. Canon Ambiental por Vertidos. Montos por cobrar por descargas industriales en las subcuencas medias y altas de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles	187

PRESENTACIÓN

La investigación que ha dado origen a esta publicación, se llevó a cabo con el propósito de delinear la arquitectura básica de un instrumento económico de gestión ambiental, que permita avanzar en el control y prevención de la contaminación de las aguas. A partir del análisis de la bibliografía especializada, del análisis de experiencias internacionales de aplicación de instrumentos económicos en política ambiental y de la evaluación de las características de la problemática de la contaminación hídrica en el país, tanto en su dimensión científico-técnica y económica, como legal e institucional, se optó por elaborar una propuesta de sistema de cobros por el vertimiento de efluentes en los cuerpos de agua.

Los conductores de la investigación- responsables también de la autoría del documento que ahora se publica- trabajaron a lo largo de varios meses en estrecha interacción con especialistas de diversas instituciones públicas, de los cuales obtuvieron valiosa información y con quienes intercambiaron en múltiples oportunidades opiniones y debatieron conceptos relativos a la naturaleza, los alcances y los instrumentos apropiados para una gestión ambiental adecuada. A todos ellos les expresamos nuestro mayor agradecimiento.

No obstante, debemos hacer una referencia especial a la participación en este proceso, de especialistas y autoridades del MINAE, quienes desde el primer momento que se les planteó este proyecto de investigación, lo acogieron con un gran entusiasmo y le brindaron un gran apoyo durante toda su ejecución. A raíz del impulso del impulso y soporte de esta investigación por parte del programa PROSIGA de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), los gestores del MINAE, responsa-

bles de ejecutar ese programa en Costa Rica, volcaron en esta investigación gran parte de su energía creadora y su motivación para conseguir innovadores y mas eficaces instrumentos de gestión ambiental. Los investigadores tuvimos en ellos una permanente fuente de aliento y un acicate para generar el sistema de gestión de la contaminación que se recoge en este documento

En ese sentido destacamos el rol particularmente importante que desempeñó la Licenciada María Guzmán, actualmente a cargo de la Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental (DIGECA) del MINAE, especialista en química y experimentada gestora ambiental, quien no solamente lideró los esfuerzos de colaboración de MINAE en este proceso, sino que se involucró directamente con los investigadores en la discusión y análisis de cada una las propuestas que estos fueron perfilando en cada una de las fases de la investigación. Pero más allá de eso, una vez finalizada la propuesta formulada por los investigadores, María Guzmán ha batallado junto con su pequeño, pero competente y entusiasta equipo de trabajo en la DIGECA, por traducir los resultados de la investigación en el primer instrumento económico concreto, que se establece y aplica en Costa Rica en el campo de la prevención y control de la contaminación hídrica.

Finalmente, deseamos expresar hacer patente nuestro agradecimiento a los representantes del Reino de los Países Bajos en Costa Rica, quienes sustentaron financieramente el Programa PROSIGA, bajo cuyo alero se llevo a cabo esta investigación y con cuyos recursos se hizo posible esta publicación.

CAPÍTULO I

Marco conceptual y
metodológico para
la investigación

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se propone analizar la problemática de la contaminación de las aguas en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, con el propósito de proponer un sistema de control y prevención basado en el diseño y aplicación de instrumentos económicos de política ambiental. El esfuerzo de elaboración teórica y política se concentrará en el diseño de una propuesta de cargos por contaminación, adaptado a las condiciones concretas que presenta el desarrollo institucional, jurídico, económico y cultural de Costa Rica en la presente etapa de su evolución.

La relevancia de una investigación aplicada en el sentido antes indicado, resulta clara si se considera que la Cuenca del Río Grande de Tárcoles alberga en su territorio una base de recursos naturales, una riqueza ambiental y socioeconómica de extraordinaria importancia para el desarrollo de del país. Adicionalmente, el territorio de esta cuenca es habitado por una gran porción de la población costarricense residente en los más importantes centros poblados del país. El cuadro siguiente muestra datos que confirman lo apuntado.

15

Cuadro 1. SIGNIFICANCIA DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE TARCOLES

- ▶ 36 MUNICIPIOS
- ▶ 1,900,000 HAB. EN EL 2000: APROXIMADAMENTE EL 50% DE POBLACION
- ▶ 85% DE LA INDUSTRIA Y COMERCIO
- ▶ 80% DEL PARQUE AUTOMOTOR
- ▶ PRODUCCIÓN HIDROLÉCTRICA SIGNIFICATIVA
- ▶ PRINCIPALES MANTOS ACÚIFEROS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA GRAN ÁREA METROPOLITANA
- ▶ PRINCIPALES CIUDADES DEL PAÍS
- ▶ CENTRO NEURÁLGICO DE ACTIVIDAD EC ONÓMICA, POLÍTICA Y CULTURAL

Fuente: Elaboración propia con base en ABT, 1998.

En esas condiciones, la creciente contaminación ambiental, y particularmente, la contaminación de las aguas, en esta cuenca, no solamente compromete seriamente una parte muy significativa del patrimonio natural de Costa Rica, sino que genera impactos negativos muy severos sobre más de la mitad de población y sobre la economía nacional.

Es un hecho comprobado por medio de diferentes estudios, investigaciones académicas y campañas de monitoreo de entidades y empresas públicas diversas, que la calidad de las aguas superficiales ha experimentado en las últimas décadas, un sostenido proceso de degradación. En Costa Rica esa degradación es el resultado del vertimiento creciente de efluentes contaminantes en el alcantarillado sanitario o directamente en los cuerpos de agua, sin tratamiento previo de ninguna clase. Las principales cargas contaminantes se originan en el vertimiento de aguas residuales domésticas, efluentes industriales y agroindustriales. También son un importante factor de degradación las cargas contaminantes difusas generadas por las actividades agropecuarias y los centros urbanos a través de los procesos de escorrentía y drenaje pluvial (Geotécnica, 1998; ABT; 1998, ICCA 2000).

16

La contaminación de las aguas comporta un enorme daño ambiental, económico y social, constituyéndose en un pesado lastre que frena el desarrollo económico y social del país. Con la contaminación de las aguas se asocian graves perjuicios sobre la salud de la población, expresadas en numerosas enfermedades de transmisión hídrica y en algunos casos, en la muerte de personas como consecuencia de las mismas, sobre todo en segmentos infantiles de la población. Las dificultades y costos de abastecimiento de agua potable se acrecientan considerablemente –por ejemplo, en razón de costos adicionales de tratamiento previo o de inversiones adicionales requeridas para sustituir fuentes potenciales de agua potable que han sido degradadas y se han tornado en inservibles por la contaminación–; la producción de alimentos se ve severamente afectada por la contaminación de aguas usadas para riego¹, con impactos colaterales en la salud por el consumo de alimentos contaminados. Actividades como la pesca y el turismo también son impactadas drásticamente por la contaminación de las aguas. La cantidad y variedad de especies acuáticas susceptibles de aprovechamiento doméstico y comercial se ha venido reduciendo en forma sistemática como resultado combinado del creciente vertimiento de efluentes contaminantes en los cuerpos de agua y la sobreexplotación. En el Golfo de Nicoya, en el que desagua el Río Grande de Tárcoles se ha documentado una reducción de un 52% en la captura en los últimos veinte años como resultado de lo anterior (Castro y León, UNA, 2000). Muchas áreas, ríos y playas, hasta hace poco importantes centros de atracción turística, experimentan hoy una rápida declinación de las visitas y consecuentemente, pérdidas de inversión y empleo con sus secuelas de empobrecimiento y migración. Otras cuencas y

playas, con gran potencial turístico por su belleza escénica, sus caudales y su biodiversidad, se ven imposibilitados de aprovecharse económicamente por los efectos de la contaminación de las aguas. Estos y muchos otros efectos de la contaminación hídrica –pérdida de valor de las propiedades, limitaciones al aprovechamiento energético del agua, destrucción de la flora y la fauna acuática, pérdida de sitios para la recreación de la población, amenaza de mantos acuíferos, etc.– demuestran en forma contundente que las sociedad y el Estado costarricenses, deben afrontar de manera perentoria y con instrumentos efectivos de política ambiental, la urgente tarea de abatir la contaminación y sus impactos ambientales, sociales y económicos. Abatir la contaminación de las aguas no es solamente un imperativo ambiental, sino también una impostergable tarea sin cuyo cumplimiento no será posible alcanzar el desarrollo económico y humano sostenible y la satisfacción de las crecientes demandas sociales en esta región.

Por otra parte, los enfoques regulatorios y los instrumentos de gestión ambiental predominantes en el país, muestran día a día su inoperancia y su ineficacia, ante la evidente degradación ambiental actual y potencial de los recursos hídricos. Con pocas excepciones, hasta el momento los programas ambientales en esta cuenca han enfatizado en el diseño y aplicación de normas y reglamentos para el control de la contaminación. Se han planteado también estudios para justificar inversiones para el “control al final del tubo” altamente costosas.

Dado el predominio de un enfoque de regulación directa en la política de control ambiental, opciones de política ambiental como la autorregulación, así como la búsqueda, adopción e innovación en relación con tecnologías limpias, si bien han sido consideradas en declaraciones de política o incluso “probadas” en planes piloto de alcance limitado, no se han consolidado como instrumentos de gestión ni forman parte orgánica de un enfoque de regulación y prevención sistemático y completo.

En un contexto de fuertes limitaciones financieras en el sector público, un enfoque de regulación directa, fundamentado principalmente en la inspección, la vigilancia y la sanción, experimenta un agravamiento de todas sus limitaciones en razón de la restricción de recursos humanos y técnicos. Los factores intrínsecos que condicionan su ineficacia e ineficiencia, se ven potenciados por la astringencia fiscal,

acrecentándose además, según lo muestran diferentes experiencias, el grado de susceptibilidad de los reguladores a la influencia de los agentes regulados, en especial de las empresas contaminantes.

Otro aspecto a destacar es, que la ineficacia de los esquemas regulatorios predominantes se origina en el hecho de que sus prescripciones no afectan la estructura de incentivos que motivan la conducta de los agentes económicos en la actividad productiva, de consumo y de todas aquellas supongan el uso de los recursos y servicios ambientales. De hecho, de las normas y políticas ambientales actuales, prácticamente no se desprenden elementos que influyan efectivamente sobre las decisiones de producción y consumo, y que induzca a los agentes que las adoptan, a considerar dentro de sus contabilidades de costos y beneficios, aquellos asociados con los daños ambientales derivados de sus decisiones económicas individuales. Tampoco existen regulaciones ambientales de la contaminación que apunten en la dirección de que los agentes económicos asuman el verdadero costo social de los activos y servicios ambientales que emplean en sus actividades particulares.

18

En ese contexto, el diseño y aplicación de instrumentos económicos de política ambiental surge como una opción de política necesaria y oportuna, por su potencial para lograr las metas ambientales al menor costo social posible, generar fuentes adicionales de ingresos para financiar los programas de reducción de la contaminación; para estimular el uso económicamente eficiente los de recursos y servicios ambientales, alentar la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo del desempeño ambiental de empresas y consumidores.

Es claro que el potencial teórico de los instrumentos económicos de gestión ambiental puede alcanzarse a condición de que se diseñen cuidadosamente, con un alto grado de rigor científico y técnico. Esto supone una evaluación amplia y bien fundamentada en las ciencias económicas y ambientales, del fenómeno de la contaminación hídrica, de manera de comprender sus causas básicas en el orden socioeconómico, sus rasgos estructurales principales y sus consecuencias ecológicas, ambientales, económicas y sociales. Se requiere un análisis profundo de las bases jurídicas e institucionales de la política ambiental nacional, de las estructuras de gestión (planificación, control, monitoreo, manejo de información, etc) y del comportamiento actual y potencial de los diversos grupos de in-

terés vinculados a problemática de la contaminación de las aguas desde diferentes perspectivas, en su condición de usuarios del agua para actividades productivas, para el consumo doméstico, como medio de recreación o medio de dilución y disposición de desechos.

Con base en el estudio amplio de esos elementos, y aplicando las herramientas analíticas de la economía del medio ambiente y la administración ambiental, se abordará el diseño de instrumentos económicos aplicables al control de la contaminación de las aguas en Costa Rica, usando como caso de referencia la situación de la cuenca del Río Grande de Tárcoles. De ese modo se generará un modelo de cargos por contaminación de las aguas aplicable a escala nacional que contemplará mecanismos para determinar las metas de reducción de la contaminación buscadas, los criterios ambientales, económicos y financieros para determinar los cargos; la figura tributaria que se empleará para modelar el cargo por contaminación, los criterios para determinar los contaminantes sobre los que se actuará, los sujetos pasivos del cargo, el mecanismo de operación del sistema, la estructura institucional para su implementación y las pautas para el manejo e inversión de los eventuales fondos originados por el funcionamiento del sistema.

Los elementos indicados constituyen la sustancia y los objetivos fundamentales del presente trabajo de investigación.

En los capítulos y apartados siguientes se explican en detalle el marco conceptual que presidirá el análisis y fundamenta las hipótesis subyacentes en esta investigación. Se expone también el marco metodológico que soporta todo el trabajo de recopilación y análisis de la información relevante, incluyendo las dimensiones analíticas y variables clave que serán objeto de estudio, así como los indicadores por medio de los cuales se evaluará el estado actual, la evolución y las tendencias de desarrollo de asociadas con el problema objeto de estudio, esto es, la contaminación de los recursos hídricos en Costa Rica, examinados a través del caso de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles

1.2. ENFOQUE ECONÓMICO DE LA RELACIÓN MEDIO NATURAL Y SOCIEDAD

1.2.1 LA INTERACCIÓN ENTRE ECONOMÍA Y MEDIO NATURAL SEGÚN LA PERSPECTIVA DE LA ECONOMÍA AMBIENTAL

La actividad económica se materializa en la producción de una amplia gama de bienes y servicios cuyo destino último, a través de la distribución y el consumo, es la satisfacción de las necesidades humanas. Con ese propósito las actividades productivas y de distribución se realizan a través de numerosas unidades productivas que emplean factores productivos diversos (fuerza laboral, recursos naturales, bienes de capital) y escasos, y susceptibles de usos alternativos.

20

Hasta hace muy pocas décadas, la actividad económica se ha contemplado, desde una perspectiva analítica, como un sistema cerrado, donde los agentes económicos, productores y/o consumidores, se comportan de manera racional buscando maximizar su bienestar o su beneficio, respectivamente, pero sin tener en cuenta las repercusiones que sus acciones tienen en el medio social y físico que los rodea. Es decir, las actividades productivas y de consumo se estudiaban como si estuviesen desvinculadas del medio natural, dejándose al margen de la consideración económica, el uso que se hace de los ecosistemas. La teoría económica convencional reflejaba claramente esta situación, al partir de la idea de la economía como un sistema cerrado donde las actividades productivas no se consideran en conexión con el sistema ecológico.

Es cierto que antaño no era necesario preocuparse por posibles deterioros ambientales, en razón de que el nivel y la estructura de la producción y el consumo eran manejables en relación con la capacidad de asimilación y las existencias de recursos presentes en el medio ambiente. La propia naturaleza se encargaba de resolver la mayoría de los problemas asociados con la generación de desechos y residuos por parte de los procesos productivos y consuntivos, a través de su reciclaje y/o degradación por procedimientos biológicos y físico-químicos. Se puede decir que existía una abundancia relativa de recursos naturales y capacidad de asimilación del en-

torno. Probablemente los enfoques de muchos teóricos convencionales de la economía se nutrían de esa realidad. Sin embargo en la actualidad la situación es completamente distinta. La realidad y la percepción de escasez de los recursos ambientales es cada vez mayor ante el avance notable de su degradación y agotamiento.

En procura de insertar la consideración de los activos ambientales en la perspectiva económica, en los años setenta surge la *economía ambiental* como una subdisciplina de la economía neoclásica. La economía ambiental concentra su atención en el análisis de las interacciones entre economía y medio ambiente. Plantea la necesidad de una visión sistémica y holística, que rompa con el paradigma tradicional de una economía cerrada, basada en una visión lineal de la producción y el consumo, la cual ignora sus vínculos con el medio ambiente. Para la economía ambiental las interrelaciones con el medio natural se dan bajo la forma de un flujo circular de materiales y energía donde es posible identificar tres funciones económicas generales del medio ambiente, de trascendencia singular:

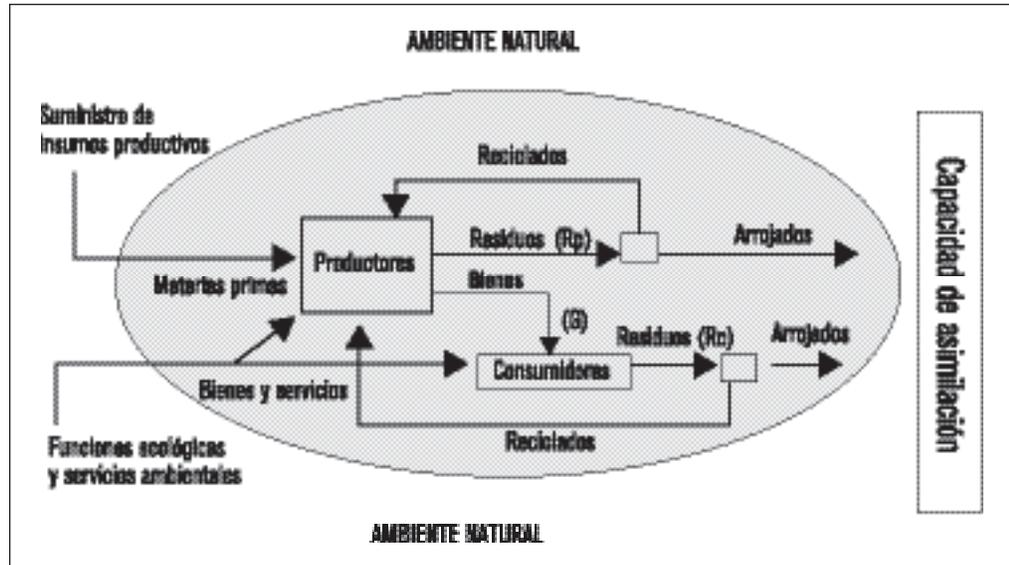
21

- ▶ En primer lugar, el medio ambiente es fuente fundamental de insumos necesarios para el proceso productivo, esto es, de recursos naturales;
- ▶ El sistema natural ofrece servicios relacionados con el disfrute del medio ambiente tales como la belleza natural, el aire limpio, etc., que forman parte de la función de producción de utilidad de las personas
- ▶ El medio natural actúa como depósito de desechos y residuos generados en las actividades de producción y consumo (funciones de asimilación de desechos).

Esas funciones forman parte de una función ecológica esencial e insustituible: servir de soporte general de vida (Pearce and Turner, 1995).

En este sentido conviene considerar que el medio ambiente cuenta con cierta capacidad de absorción o capacidad asimilativa de los residuos, que es limitada. En tanto la generación de desechos vertidos al medio natural se mantenga dentro de los límites establecidos por esa capacidad asimilativa, el medio podrá mantener su función de depósito de residuos en forma indefinida, y sus otras funciones también podrán en lo fundamental desarrollarse exitosamente. Lo anterior significa que el vertido de desechos disminuye la capacidad del medio natural de cumplir con las

Figura 1. Modelo básico de relaciones entre economía y ambiente



22

Adaptado de Field, 1995.

otras funciones, y si son excesivamente abundantes, pueden limitar su capacidad de brindar insumos productivos, e incluso disminuir su capacidad esencial de servir de soporte general de la vida en el planeta.

Las primeras tres funciones citadas han de considerarse también funciones económicas, en tanto que si se intercambiaran en un mercado alcanzarían valores económicos positivos. No obstante, en la realidad, la economía basada en el mercado es incapaz de recoger esos valores por medio de su mecanismo de operación: el sistema de precios.

La cuestión es que el principal mecanismo de coordinación de la actividad económica en la mayoría de los países es el mercado. Es a través de esa institución que los agentes económicos adoptan las decisiones de producción, distribución y consumo, y consecuentemente, acerca de como asignar los recursos disponibles por la sociedad- ya se trate de los recursos naturales, bienes de capital o capacidad de trabajo- entre diferentes opciones alternativas de producción o entre esta y el consumo - con vistas a satisfacer la demanda derivada de necesidades sociales que suele resultar ilimitada. Según las nociones predominantes en el pensamiento

económico neoclásico, el mercado competitivo resulta ser el mejor mecanismo para resolver, de la manera más eficiente posible, los problemas asociados con la asignación de recursos entre usos alternativos.

El funcionamiento del mercado, conforme al modelo teórico de la competencia perfecta es relativamente sencillo y teóricamente eficaz y eficiente en sumo grado. Según el modelo en un mercado competitivo confluyen e interactúan los diversos agentes económicos- consumidores, productores, trabajadores- cada uno buscando maximizar su función objetivo previamente definida (lo que supone una conducta racional de cada uno). En esa interacción se generan unos precios, los cuales son los elementos que en definitiva determinan las decisiones que adoptan los agentes económicos.

Es través de los precios que están dispuestos a pagar que los consumidores revelan sus preferencias sociales y el grado de valor que le confieren a uno u otro bien o servicio; son los precios los que determinan la magnitud de la oferta que los productores están dispuestos a generar de uno u otro bien y son también los precios los que determinarán el paquete tecnológico que será empleado para producir los diferentes bienes (las diferentes combinaciones de factores productivos estará determinada principalmente por sus precios relativos de mercado). De modo que el problema de identificar las demandas sociales de bienes y servicios, de decidir que se produce, la forma como se produce y como se distribuye lo producido, es determinado con base en la información que brinda el mercado por medio del sistema de precios que la interacción libre de agentes económicos genera. Según el enfoque económico convencional, el mercado conduce de esa manera a un resultado socialmente óptimo; la distribución de los recursos se realiza con eficiencia y su asignación intertemporal también lo es.

Lo anterior supone el funcionamiento de un mercado perfectamente competitivo, y como condición de éste, la existencia de un régimen de derechos de propiedad *no atenuado* (Randall, 1985). La propiedad es un requisito esencial para el intercambio. Nadie pagaría por algo sin tener la seguridad de poder usarlo, o a la inversa, nadie pagaría por usar algo si no existe nada que le impida hacerlo sin costo alguno.

Un sistema adecuado (“no atenuado”) de derechos de propiedad debe tener al menos las siguientes características:

- ▶ Ser **exclusivos**, para que todas las recompensas (o sanciones) derivadas de una acción recaigan directamente y solamente en la persona autorizada para emprenderla: el propietario.
- ▶ Los derechos dimanantes de la propiedad, así como sus restricciones, están **clara y completamente especificados**, de manera que permitan resolver los conflictos eventuales entre individuos, y todos dispongan de la información acerca de las prerrogativas asociadas con la propiedad, las restricciones impuestas a esos derechos y las sanciones que implica su violación.
- ▶ Los derechos sean **plenamente transferibles**, para que puedan desplazarse hacia su uso más valioso.
- ▶ Los derechos son **efectivos y completamente vigentes, y su violación debe implicar sanciones ineludibles para el trasgresor**, y las sanciones deben ser suficientemente grandes para que excedan los posibles beneficios de su violación –el valor esperado de las sanciones (monto de la pena por la probabilidad de que sea impuesta) debe exceder la posible ganancia que un infractor esperarí obtener (Randall, 1985).

Estando vigente un conjunto no atenuado de derechos de propiedad, “ los mercados establecen precios que constituyen incentivos para la producción, generan el ingreso personal, racionan los productos entre los consumidores y ofrecen un flujo continuo de información acerca de la escasez relativa de bienes y servicios. De ese modo, los mercados asignan los recursos y distribuyen los productos, sin requerir ayuda externa, en forma que garantiza que los resultados de las decisiones independientes tomadas por personas automotivadas serán globalmente eficientes. El mercado deriva su eficiencia de los derechos de propiedad no atenuados y desempeña sus funciones a través de los precios relativos eficientes”. (Randall, 1985, pp183).

1.2.2 LAS FALLAS DEL MERCADO

Sin embargo en la vida real el mercado presenta una importante cantidad de imperfecciones y fallas, que generan como resultado un uso ineficiente de los recursos. Entre ellas se destacan las siguientes (Panayotou, 1994)

- ▶ Lo que caracteriza el sistema de mercado no es la competencia perfecta, sino varias modalidades de competencia imperfecta tales como las estructuras oligopólicas, monopsónicas o monopólicas, las cuales suelen operar tanto en los mercados de bienes y servicios como en los de factores productivos (recursos naturales, bienes de capital, recursos laborales, etc.).
- ▶ El carácter incompleto de muchos mercados, su poca transparencia y los problemas de falta de información y alto costo de las transacciones que eso implica.
- ▶ Derechos de propiedad privada difusos.
- ▶ La existencia de todo un conjunto de bienes y servicios que carecen de un mercado en el que intercambiarse y por lo tanto no tienen precio. Ese es el caso de los *bienes públicos, los recursos de propiedad común y acceso libre*.
- ▶ *La presencia de las externalidades*, asociadas a la producción y consumo de bienes y servicios.

Desde el punto de vista del uso sostenible de los recursos naturales y del ambiente resulta especialmente relevante el estudio de estas fallas del mercado, en la medida que la mayoría de ellos presenta las características de bienes públicos, su uso está asociado con externalidades de diverso tipo, o están sometidos a regímenes de uso propios de bienes de acceso abierto y a formas de propiedad que no satisfacen las condiciones de un sistema no atenuado de derechos de propiedad.

1.2.3 LAS EXTERNALIDADES

En la teoría económica el concepto de externalidades designa aquellas situaciones en que la actividad productiva o de consumo de un agente económico genera un efecto negativo (o positivo) sobre terceros, sin que estos reciban a cambio una compensación equivalente al perjuicio que se les causa (o bien, sin que ellos retribuyan al agente generador de un efecto externo positivo un monto equivalente al beneficio que reciben en razón de la actividad de aquel). Los efectos perjudiciales que imponen un costo a otros agentes se denominan externalidades negativas o costos externos, en tanto que a los efectos benéficos se les conoce como externalidades positivas o beneficios externos.

De modo más preciso, se dice que un costo externo (externalidad negativa) existe cuando se cumplen las siguientes dos condiciones:

- a. Una actividad de un agente económico provoca una pérdida de bienestar a otro agente;
- b. La pérdida de bienestar no es compensada.

Por contraste, ocurre una externalidad positiva cuando:

- a. la actividad de un agente genera un beneficio (incremento del bienestar) a otro agente;
- b. el beneficio generado no es retribuido al agente que lo provoca. (Pearce y Turner, 1995; Baumol and Oates, 1998).

26

La cuestión a destacar estriba en que el mercado no reconoce ni compensa por medio de los precios las externalidades positivas y negativas, es decir, los costos y/o beneficios externos que agentes económicos individuales generan sobre otros individuos. De esa forma, el mercado no puede lograr que los agentes económicos cuya actividad productiva o de consumo impone costos a terceros, se vean obligados a asumirlos e incorporarlos en sus costos privados de producción, para reflejar en su contabilidad privada los verdaderos costos sociales de producción del bien que ofrece en el mercado. Los agentes generadores del costo externo no tienen ningún incentivo para tomarlos en cuenta, pues no afectan en nada su rentabilidad privada.

Del mismo modo, los agentes cuya actividad genere beneficios sobre terceros y/o para la sociedad en conjunto, no tienen incentivos para hacerlo en forma continuada pues no reciben a cambio ninguna retribución, mientras que si deben asumir privadamente los costos que implica esa actividad de efectos sociales positivos. Tal es el caso de los campesinos ubicados en las partes altas de una cuenca hidrográfica, cuya actividad de conservación de bosque o siembra de árboles beneficia a los situados corriente abajo asegurándoles un flujo estable de agua para su consumo personal y para el riego de sus tierras. No obstante, como no reciben a cambio ninguna compensación por el beneficio generado a terceros, en tanto que si deben hacerle frente a los costos de la conservación y reforestación, esos propie-

tarios de bosque no encuentran en el mercado ningún incentivo para mantener esas actividades.² Desde el punto de vista de la economía ambiental los conceptos anteriores son de gran importancia, porque el uso de la mayoría de los recursos ambientales suele estar asociado con externalidades de diferente signo. Por ejemplo, a explotación maderera en cantidades que superan la tasa de regeneración natural de los bosques puede ser altamente rentable para los empresarios extractivistas, pero conduce a la destrucción de ese ecosistema, generando una serie de perjuicios sobre otros productores y la sociedad en conjunto, expresados en el agotamiento de fuentes de agua, el aumento de la erosión y la sedimentación que afectan la producción hidroeléctrica, el aumento de la frecuencia y la magnitud de las inundaciones, etc. Algo similar ocurre con las explotaciones mineras o la pesca indiscriminada.

1.2.4 LOS BIENES PÚBLICOS: NO EXCLUSIÓN NI RIVALIDAD EN EL CONSUMO

27

Por otra parte, muchos servicios ecológicos, recursos biológicos y valores recreativos aportados por los ecosistemas poseen cualidades propias de lo que en la teoría económica se conoce como *bienes públicos*. Existe un *bien público* cuando una persona puede beneficiarse de la existencia de algún servicio ambiental o característica del medio ambiente sin que esto reduzca el beneficio que el servicio o la característica puede reportar a otra. Esta situación contrasta con la de un *bien privado*, que no puede ser consumido simultánea o conjuntamente por dos o más personas.

Este concepto se puede explicar también haciendo referencia a su grado de exclusividad (es decir, a la medida en que se puede vedar el acceso al recurso a determinadas personas) o rivalidad (es decir, si la utilización del recurso por una persona reduce la posibilidad de que sea utilizado por otra). Muchos usos de los recursos naturales no se excluyen mutuamente, pero son antagónicos; esto significa que están al alcance de todos, pero disminuyen a medida en que aumenta su utilización. Algunos no son ni antagónicos ni mutuamente excluyentes, lo que caracteriza a los bienes públicos 'puros', como la diversidad biológica y los valores de no uso. Por ejemplo, si un bosque sustenta una valiosa diversidad biológica todos tienen la posibilidad de beneficiarse de dicho servicio y nadie puede ser excluido

Cuadro N° 2 Tipo de bienes y servicios		
↓ CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	→ FACILIDAD DE EXCLUSIÓN	
		Difícil <i>Bienes públicos</i> (consumo no rival)
Conjunto	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Manejo ambiental • Calidad del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo de admisión en parques nacionales • Concesiones
CARÁCTER DEL CONSUMO	<i>Bienes Comunes</i> (de acceso abierto o de propiedad común)	<i>Bienes Privados</i>
Separable	<ul style="list-style-type: none"> • Tierras comunales • Aguas internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos agrícolas • Carros • Otros

Fuente: Elaboración propia con base en Thomson, J. (1992).

28

del mismo. Tales situaciones hacen que resulte extremadamente difícil cobrar por el servicio, ya que es posible beneficiarse de él independientemente de si se paga o no. En esas circunstancias, lo más probable es que los servicios del ambiente se infravaloren. El cuadro No. 2 sintetiza las características principales de los bienes públicos y sus diferencias con los bienes privados o cuasiprivados, a partir de dos variables clave propias de los bienes y servicios: la exclusividad (sustractibilidad) y rivalidad (antagonismo en el consumo).

La exclusividad hace referencia a aquella característica de los bienes, según la cual es posible limitar (total o parcialmente) el acceso a su consumo o uso por otras personas diferentes al titular de los derechos de propiedad. Según se pueda restringir el acceso al uso o consumo, los bienes se clasifican en bienes privados o públicos. En el caso de los bienes privados, existe toda la posibilidad de excluir a quien no cumpla las especificaciones del titular de los derechos de propiedad para acceder a su consumo. Eso hace que el productor-propietario de estos bienes pueda establecer un precio que cubra todos los costos de producirlo, incluyendo la ganancia normal de la actividad productiva, y asegurarse que quien desee consumir o usar el bien o servicio dado, tenga primero que pagar ese precio. Eso hace posible que estos bienes se produzcan y transen normalmente en los mercados correspondientes. En el caso el caso de *los bienes públicos puros, la posibilidad de excluir a persona alguna no existe; en este caso los bienes no son exclusivos ni excluyentes*. Una vez que los servicios están disponibles para una persona,

las demás no pueden ser excluidas del uso o consumo de ese servicio. Se trata de un caso extremo de generación de externalidades. Tal característica es inherente a muchos de los servicios ambientales como la calidad del aire y del agua por ejemplo. Esa condición implica que no existe ningún factor que en principio obligue a quienes los demandan, a pagar un precio que cubra plenamente sus costos de reproducción, lo que con frecuencia conduce a su provisión deficitaria y a la sucesiva degradación de los recursos y servicios ambientales.

Un ecosistema y sus recursos pueden ser también subvalorados y por ende asignados desafortunadamente, a causa del *régimen de propiedad* que rijan el acceso al mismo y su utilización. Por ejemplo, el régimen puede ser de *acceso libre*, es decir, de no aplicación de norma alguna, lo que da cabida a la utilización de sus recursos por todos al margen de toda reglamentación. Otra posibilidad es que unas prescripciones no oficiales y tradicionales regulen su uso como *bienes comunes* o comunales. Por último, la base de recursos puede ser propiedad del Estado o de particulares. Cada régimen de derechos de propiedad puede someter la explotación de los recursos a condiciones muy diferentes. Por ejemplo, cuando el acceso a los recursos es libre suelen explotarse en exceso y por ende los valores de uso observados pueden ser muy bajos.

1.3 LA CONTAMINACIÓN COMO EXTERNALIDAD

La contaminación del ambiente como resultado de las actividades productivas y de consumo comporta impactos que constituyen claramente externalidades negativas. Siendo que el sistema económico de mercado no conduce al uso óptimo de los recursos en presencia de externalidades, el tratamiento de los problemas de la contaminación obligan al diseño y aplicación de políticas de control y prevención de la misma, por parte de las autoridades públicas – entidades cuyo funcionamiento no está basado en las reglas del mercado – capaces de actuar en representación de la colectividad para asegurar un nivel socialmente óptimo de calidad ambiental. *Tales políticas pueden tener diferentes orientaciones y modos de operación, pero su nivel de eficacia y eficiencia – en el sentido de balancear sus costos y beneficios – depende críticamente de la información suficiente y la interpretación adecuada acerca de cómo funcionan realmente los sistemas económicos, los*

sistemas ecológicos y sus interrelaciones. Se trata de comprender como toman los agentes económicos – empresas y consumidores - sus decisiones en el mercado, las causas y la forma como emiten sus residuos, y las formas como impactan esos residuos en el medio natural para provocar daños en las personas y los ecosistemas.

En ese contexto resulta muy relevante el modelo teórico propuesto por la economía ambiental para el análisis y comprensión de la dinámica de la contaminación. Tal modelo proporciona lineamientos para responder cuestiones clave de la política ambiental tales como, cual ha de ser el nivel más apropiado de calidad ambiental que se busca conseguir; como distribuir, entre los diferentes agentes involucrados en el fenómeno de la contaminación, las tareas de reducción de emisiones requeridas para alcanzar las metas de calidad ambiental deseadas, y en fin, como distribuir entre diferentes sectores los costos y los beneficios asociados con las políticas y programas de control y prevención de la contaminación. En suma, definir criterios para resolver en forma socialmente óptima las metas de la política ambiental, la asignación de responsabilidades y tareas para la descontaminación, y establecer quien debe pagar los costos de revertir los problemas de la contaminación (Field, 1995; Panayotou, 1998)

30

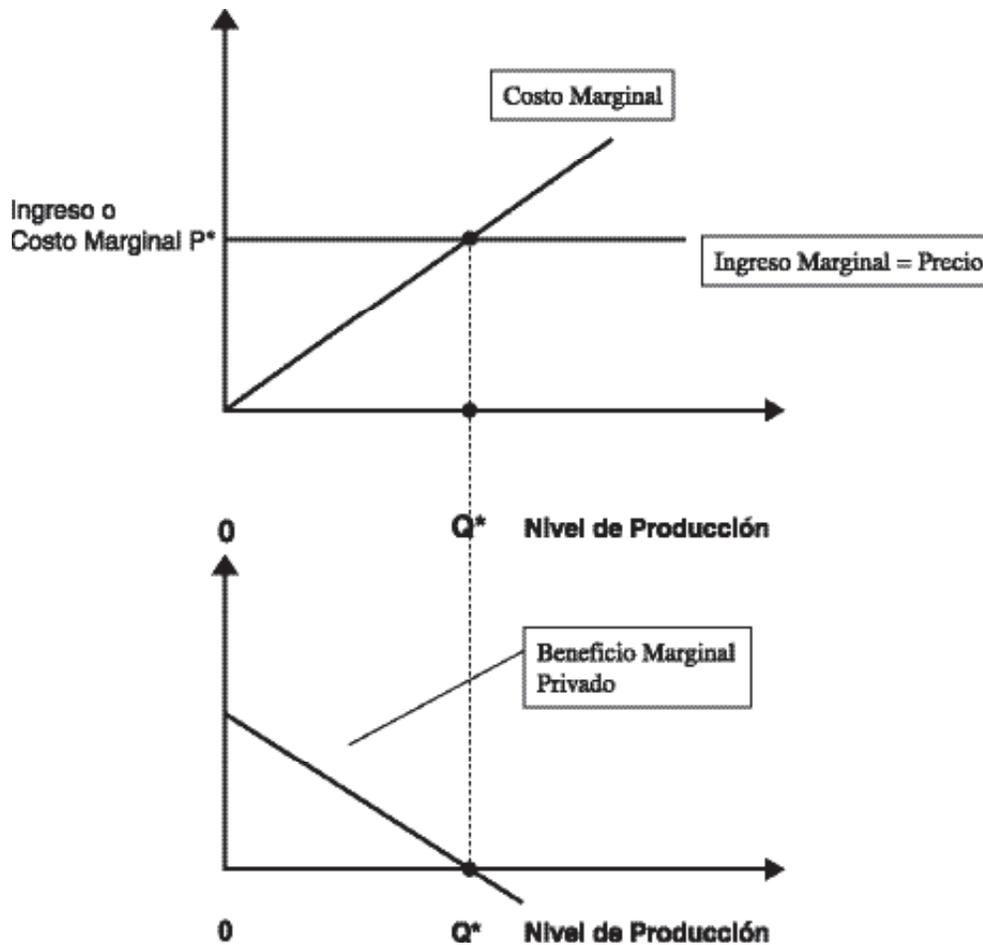
Desde el punto de vista de la economía ambiental, la contaminación es el resultado de las emisiones al medio ambiente, por parte de las empresas privadas, las empresas públicas y los consumidores, en cantidades superiores a la capacidad de asimilación de residuos que posee el medio natural. La afectación biofísica y química de la naturaleza, resulta en la alteración de la calidad del medio ambiente, provocando daños a la salud de las personas, los ecosistemas, a los servicios ambientales originados en las funciones y atributos de los ecosistemas y a la economía, generando una pérdida de bienestar social, ya sea a escala familiar, local, nacional e incluso, en ciertos casos, internacional o planetaria.

No obstante el carácter de externalidad negativa inherente a la contaminación, la economía ambiental no postula que necesariamente la contaminación deba ser eliminada totalmente, esto es, que no siempre el nivel óptimo es el de “contaminación cero”. Para determinar el nivel óptimo de contaminación, la economía ambiental se apoya en las herramientas analíticas propias de la microeconomía convencional,

según la cual el nivel óptimo de producción de una empresa precio aceptante³, aquel en el que maximiza sus beneficios netos (o minimiza sus costos totales), es el que se logra cuando su ingreso marginal se iguala con su costo marginal, o lo que es lo mismo – en el caso de mercados perfectamente competitivos – cuando su costo marginal es igual al precio de mercado del producto suministrado por la empresa. Ese es el equilibrio fundamental revelado por la economía neoclásica, como condición de un nivel óptimo de producción. En el diagrama siguiente se ilustra geoméricamente (figura 2):

Como se puede apreciar en la figura No.2, el beneficio marginal privado –esto es, el incremento en el beneficio total resultante de la producción / venta de una uni-

Figura No.2



dad adicional del producto dado— se obtiene restando al valor del ingreso marginal el valor del costo marginal en cada nivel de producción. En el punto en que el ingreso marginal es igual al costo marginal, y en el que por tanto el beneficio marginal neto es igual a cero, *la empresa que contamina maximiza el beneficio neto privado* total de sus operaciones. En ese punto $-Q^*$ según la gráfica anterior— se alcanza el nivel de producción **óptimo desde el punto de vista privado**.

32

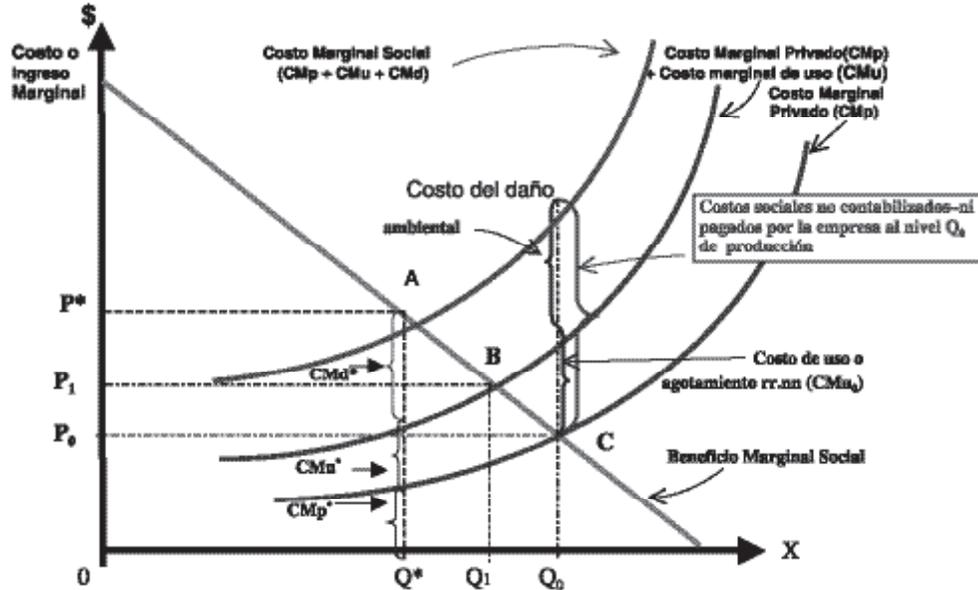
Si se analiza el problema desde el punto de vista de otros agentes económicos que no participan en las decisiones de la empresa contaminante o si se quiere, desde el punto de vista de la sociedad que sufre las consecuencias de la contaminación, ésta aparece como una externalidad. Es decir, como un costo externo que no se refleja en la curva de costos marginales privados de la empresa contaminante. *Eso significa que el nivel de producción óptimo desde el punto de vista de la empresa es diferente del nivel de producción* (nivel de contaminación, si se supone que existe una relación directa entre el nivel de producción y el nivel de emisiones) *óptimo desde el punto de vista social. El teorema de la optimización de la producción desde el punto de vista social exige que esta se lleve hasta el punto en que el costo marginal social, equivalente a la suma del costo marginal privado asumido por la empresa contaminante, más el costo marginal externo impuesto a la sociedad - dada la incapacidad del mercado para hacer que se contabilice entre los costos privados de la empresa - sea igual al beneficio marginal social. Esto es, que se cumpla:*

$$(1) Cmp + Cme = Bms$$

Evidentemente, en presencia de las externalidades que supone la contaminación, no se da el balance fundamental descrito anteriormente. Las externalidades, aunadas a las fallas de política y fallas institucionales, introducen una cuña que hace divergente los costos privados y los costos sociales de la producción, impidiendo que los recursos se utilicen en forma eficiente y que se alcance una asignación óptima de los recursos disponibles (Panayotou, 1998), de tal modo que estos se empleen en las actividades capaces de generar el máximo nivel de bienestar social. Esta divergencia se ilustra en el gráfico siguiente (figura 3):

Como se puede apreciar en el gráfico anterior (Fig. 4), la presencia de externalidades implica que la gran mayoría empresas públicas y privadas contaminantes no

Figura N° 3



Fuente: Adaptado de Panayotou (1998)

contabilizan dentro de sus funciones propias de costos, los costos equivalentes al daño que su actividad productiva impone a otros miembros de la sociedad, y por lo tanto los precios que se forman en el mercado como resultado de la interacción de la oferta y la demanda, no representan una valoración adecuada del verdadero costo de oportunidad que para la sociedad tienen todos los recursos usados en la producción del bien originado en la actividad productiva contaminante. De ese modo, tanto productores como consumidores están recibiendo una señal y un mensaje equivocado acerca del verdadero costo y de la escasez relativa de los insumos ambientales empleados en la generación de ese bien. Eso tiene varias implicaciones fundamentales desde el punto de vista del uso racional, la protección, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y servicios ambientales:

- ▶ Al no ser contabilizados todos los costos sociales, equivalentes a la suma de los costos privados, los costos de uso o de agotamiento de los recursos y los costos del daño ambiental – movimiento de A a C y de P^{*} a P₀ – se llega a la sobreproducción y sobre-consumo de bienes y servicios intensivos en el uso de recursos naturales y en contaminación, lo cual a su vez, propicia el agotamiento y la degradación del medio natural y los servicios ambientales.

- ▶ Para lograr el equilibrio entre costo social y beneficio social en estos casos, se hace necesario asegurar la internalización de los costos de agotamiento y de daño ambiental, mediante un **precio de costo total** de la producción que refleje el valor real de **todos los recursos y servicios ambientales usados para su suministro, es decir, el verdadero costo social de oportunidad de los recursos**. Siguiendo la gráfica de la Fig. No. 4, eso significa *asegurar que el precio alcance su nivel P^* y la producción su nivel Q^* , el cual es desde el punto de vista económico el socialmente óptimo* (Panayotou, 1998).
- ▶ Al internalizarse todos los costos – movimiento del punto C al punto A en la gráfica No. 4 - que es el punto socialmente óptimo que equilibra beneficios sociales y costos sociales, se liberaran recursos y servicios, antes utilizados en la sobreproducción del bien contaminante-intensivo, que podrían ser asignados a la producción y consumo de productos de menores costos sociales (ahorradores de recursos naturales y ambientalmente amigables).

34

1.4. EL NIVEL ÓPTIMO DE DESCONTAMINACIÓN

A partir del enfoque general expuesto en el apartado anterior de esta sección, la economía ambiental ha desarrollado un aparato analítico más específico, desde una perspectiva más aplicada a problemas de política ambiental, para afrontar las cuestiones asociadas con *la búsqueda del equilibrio entre costos y beneficios sociales para optimizar la producción, y de esa manera, encontrar el nivel económicamente óptimo de contaminación (de externalidad)*, así como los instrumentos de gestión ambiental adecuados para lograr la internalización de externalidades al mínimo costo social posible. Esos desarrollos teóricos y aplicaciones representan jalones importantes en la evolución de la economía ambiental y se remontan a las aportaciones clásicas de Pigou (1920) en las primeras décadas del siglo XX, de Kneese y Ayres (1971) y de Baumol y Oates (1971) en los años 60 y 70, cuyas elaboraciones han servido de andamiaje para desarrollos más recientes de Pearce y Turner (1995), Field (1995) y Panayotou (1994 y 1998).

Con base en la idea de partida de que la producción socialmente óptima de un bien o servicio, en una economía de mercado, se alcanza cuando los costos en que se incurre en su producción y suministro se igualan con los beneficios que de el de-

riva la sociedad, la economía ambiental ha mostrado que el nivel óptimo de descontaminación en una empresa se obtiene, cuando las emisiones que ésta genera se reducen hasta el nivel en que los costos marginales de reducción se igualan con los costos marginales del daño (los daños marginales) generados por esas emisiones. En ese punto se optimiza el nivel de descontaminación (o de contaminación, según se quiera mirar), en el sentido de que en ese punto se minimizan los costos sociales totales de la contaminación, y se maximizan los beneficios sociales netos de la reducción de las emisiones -expresados en el total de daños eliminados-. (Pierce y Turner, 1995).

En el contexto de este planteamiento se entiende que a cualquier política o programa ambiental de control y prevención de la contaminación le son inherentes dos dimensiones inseparables:

- a. Por un lado, la reducción de la contaminación disminuye los daños sobre las personas, los ecosistemas y la economía; *esos daños evitados* o disminuidos *representan indiscutibles **beneficios** para la sociedad*, esto es, provocan mejoramientos en el nivel de bienestar social y en la calidad de vida de las personas.
- b. Por otra parte, la reducción de las emisiones requiere el uso de recursos que podrían utilizarse en alguna otra actividad que sea necesitada o demandada por las personas a las que habría entonces que renunciar total o parcialmente; esto significa que *implica **costos** para la sociedad*.

Esos costos de reducción de la contaminación pueden asumir diversas formas, entre ellas las siguientes:

- ▶ Pérdida de beneficios originada en la disminución de la actividad de las empresas, en virtud del cumplimiento de una meta dada de reducción de las emisiones; eso puede implicar una menor disponibilidad de un bien o servicio y de puestos de trabajo.
- ▶ Gastos adicionales de las empresas y/o de los consumidores en equipos de control y prevención de la contaminación, tratamiento de residuos, nueva tec-

nología menos o no contaminante, etc. Estos costos adicionales se reflejarán total o parcialmente en los precios de los bienes y servicios generados por las empresas objeto de las acciones de descontaminación, en dependencia de las condiciones del mercado en que operan (grado de las presiones competitivas, menor o mayor elasticidad⁴ de la demanda de los bienes y servicios que ofrecen, nivel de ingreso del segmento de consumidores dado, política del gobierno, por ejemplo).

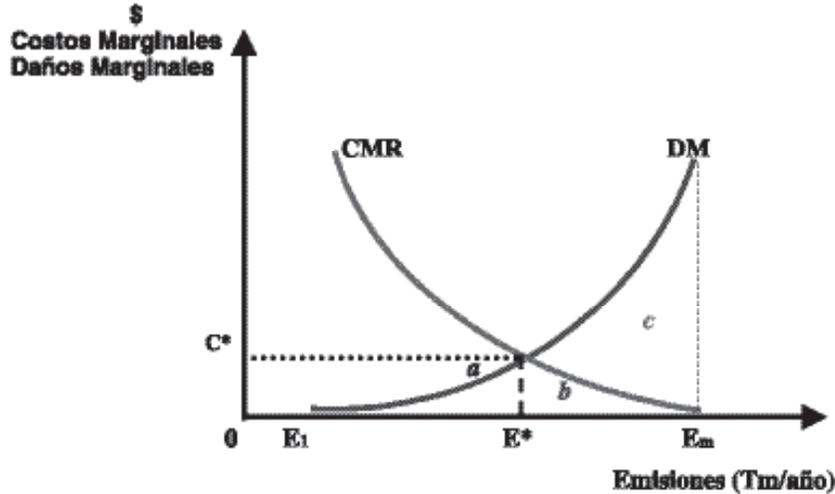
- ▶ Gastos públicos de investigación, recopilación de información, inspección, monitoreo y en general, de operación de las agencias responsables de la política ambiental.
- ▶ Inversiones públicas para evitar, reducir y mitigar los efectos de la contaminación.

36

Es internacionalmente reconocido que esos costos, expresados en términos monetarios, pueden alcanzar niveles significativamente altos. Se estima por ejemplo que los costos de los programas de control y prevención de la contaminación de las aguas residuales municipales, en Estados Unidos alcanzan cerca del 70% de la inversión ambiental histórica en ese país (Lovei, 1995).

Siguiendo el razonamiento económico expuesto más arriba, la forma adecuada de establecer el punto óptimo, el nivel económicamente aceptable de externalidad (contaminación en este caso), es confrontando las funciones de costos de reducción y de daños de la contaminación, teniendo en cuenta que los daños evitados equivalen a beneficios. Esto se muestra en el gráfico, que se inserta a continuación (Fig. 4):

Figura N°. 4 Nivel Óptimo de Descontaminación



Donde las áreas son representadas por letras minúsculas en cursiva:

b + c = Daños totales eliminados

b = costos de reducción de las emisiones para alcanzar el nivel óptimo de contaminación.

b + c = beneficios sociales netos al optimizar el nivel de externalidad.

a + b = costos sociales totales asociados con el nivel E^* de emisiones, donde *a* representan los daños ocasionados por ese nivel de emisiones, y *b* los costos de reducción incurridos para reducir las emisiones hasta ese nivel.

37

En la gráfica anterior la curva DM representa la función de daño marginal, la cual expresa el cambio en los daños totales originado en un aumento unitario en el nivel de emisiones o de concentración de un residuo en el ambiente, medidos en términos monetarios.

Por su parte la curva CMR representa la función costos marginales de reducción de las emisiones, y expresa los costos agregados en que se incurre para lograr la disminución de las emisiones en una unidad.

El punto **Em** representa el nivel de máxima cantidad de emisiones vertidas por las empresas cuando no se ejerce ningún control sobre la contaminación; esto es, cuando no se internalizan en ninguna medida los costos ambientales generados por su actividad. E^* el nivel óptimo de emisiones y E_1 el nivel de emisiones susceptibles de ser vertidas sin generar daños ambientales (Field, 1995). La suma de las áreas **b** y **c** (el área total bajo la curva de daños marginales acotada por E^* y E_m) representan el total de daños eliminados (beneficios); al área **b** los costos de reducción de emisiones necesarios para llegar al nivel óptimo.

1.5 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

1.5.1 LA CAJA DE HERRAMIENTAS DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

Es sabido que el desarrollo sostenible procura compatibilizar las necesidades del crecimiento económico, con la protección y conservación de los recursos y servicios ambientales, asegurando la equidad e intergeneracionalidad. Tal enfoque del desarrollo social demanda que a su vez se compatibilicen la política económica y la estrategia de desarrollo, con aquellas otras dirigidas al aseguramiento de la calidad del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales. Eso supone que las conductas privadas de individuos y organizaciones - en el consumo, la producción y en general en las relaciones con el ambiente - confluyan mediante diversos mecanismos de regulación social - económicos, jurídico-administrativos y políticos- hacia el objetivo social del desarrollo sustentable. Una política ambiental bien diseñada debe apuntar al logro de ese equilibrio fundamental.

La eficacia y la eficiencia de la política ambiental están en buena medida determinadas por el desarrollo de la “caja de herramientas” disponible para gestionar el ambiente y los recursos naturales, de modo que sea posible combinar y complementar diferentes instrumentos que inciden en el comportamiento de los agentes relacionados con el medio natural considerando diferentes perspectivas.

El Estado tiene la posibilidad de incidir positivamente en la prevención y control de la contaminación, y con ello en la protección y preservación del medio ambiente, haciendo uso de dos estrategias fundamentales (OCDE,1994) :

- ▶ Impulsar programas y proyectos públicos orientados a la prevención, la mitigación y la eliminación de la degradación ambiental; o en su caso, dirigidos a la restauración o provisión de sustitutos de servicios ambientales de los ecosistemas afectados.

- ▶ Incidir en los procesos de toma de decisiones de los agentes económicos de manera de minimizar o evitar los impactos ambientales negativos conducentes a la degradación del entorno, y alternativamente, alentar las acciones con impactos ambientales positivos. En este caso, los esfuerzos de política estarán centrados en propiciar la alteración del conjunto de opciones factibles que se presentan a los agentes socioeconómicos, mediante la afectación de los costos y beneficios asociados con las decisiones que se adopten, de modo que estas incorporen los costos y beneficios ambientales en forma completa y explícita; o bien, en el cambio de las preferencias y percepciones de las personas, con la finalidad de conseguir cambios en su conducta en un sentido favorable al mantenimiento y protección de la calidad ambiental.

En el marco de esas dos estrategias genéricas, es posible, para fines analíticos, distinguir cuatro categorías principales de instrumentos de política ambiental:

39

- ▶ **Instrumentos de persuasión moral:** Son los que buscan mediante la información, la educación y el convencimiento, que los agentes cambien su comportamiento en el sentido deseado. Por estas vías se busca modificar las prioridades y percepciones de los agentes sociales en relación con la producción, el consumo y todas las relaciones con el entorno.
- ▶ **Instrumentos de regulación directa:** Se proponen lograr cambios en el comportamiento de los agentes por medio del establecimiento de reglas, estándares de calidad y tecnológicos, formalizados en leyes y reglamentos de acatamiento obligatorio, cuyo incumplimiento estaría sujeto a sanción administrativa y/o jurídica.
- ▶ **Instrumentos económicos basados en el mercado:** Procuran que los agentes modifiquen su conducta cambiando la estructura de sus incentivos, por medio de la afectación de los costos y beneficios privados de sus decisiones de producción y/o consumo. Se entiende por incentivo a aquellos elementos que atraen o rechazan a la gente, induciéndolos a un comportamiento determinado; un incentivo económico es aquel factor que conduce a que las personas “canalicen en ciertas direcciones sus esfuerzos de producción y su consumo”. (Field, 1995). La esencia de la política ambiental basada en instrumentos económicos, consiste en reestructurar los incentivos que enfrentan las empresas y los consumidores, de tal manera que estos movilicen sus propias energías e ingenio para hallar formas de reducir sus impactos en el ambiente”. (Field, 1995,pp.10).

- ▶ **Inversión pública:** Trata de que los agentes cambien su conducta por medio de inversiones directas en infraestructura y otro tipo de soportes para mantener la calidad ambiental y proteger los recursos naturales.

Una política ambiental exitosa requiere de la aplicación combinada y armoniosa de instrumentos de las cuatro categorías indicadas (Afsah y Laplante, 1966). No obstante los enfoques prevalecientes en materia de gestión ambiental han puesto el énfasis ante todo en los instrumentos de regulación directa y la inversión pública. En cuanto a los de persuasión moral, en los últimos años se han incrementado los esfuerzos en materia de educación, el empleo de la información con fines ambientales resulta aún insuficiente, tanto desde el ángulo de su producción, "formateo" adecuado y diseminación con fines de política ambiental. Por su parte, el empleo de instrumentos económicos para la política ambiental tiene muy poco desarrollo relativo, principalmente en las áreas relacionadas con la prevención, la regulación y el control de la contaminación ambiental.

40

1.5.2 EL ENFOQUE Y LOS INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN DIRECTA

La estrategia de regulación directa –también denominada en la literatura de economía y gestión ambiental como estrategia de comando y control– esta basada principalmente en el establecimiento de normas (estándares) ambientales, que buscan regular el desempeño ambiental de las personas y organizaciones de todo a fin de lograr niveles de calidad ambiental socialmente deseables. Esos estándares son refrendados jurídicamente por medio de leyes y decretos, y el control de su aplicación es responsabilidad de entidades públicas con competencia para ello. Para eso pueden recurrir a los medios de coerción legalmente establecidos como parte del sistema de regulación ambiental directa, los cuales pueden incluir instrumentos tales como la multa, la suspensión de actividades, el cierre de empresas e incluso la sanción penal.

A partir del concepto explicado, los instrumentos de regulación directa más conocidos pueden ser clasificados en cuatro categorías principales, como se indica en el cuadro 3 (Ryan y Ulloa, 1997):

Cuadro N°. 3 Los estándares de calidad ambiental (regulaciones de calidad y cantidad)	
<p>REGULACIONES DE CANTIDAD Y CALIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estándares de calidad • Estándares de descarga/emisión • Estándares de insumos, productos o procesos • Cuotas de extracción, captura o de acceso 	<p>REGULACIONES TECNOLÓGICAS</p> <p>Estándares tecnológicos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejor tecnología disponible • Tecnología de máximo control accesible <p>Restricciones de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Artes de pesca • Tipo de embarcaciones
<p>ZONIFICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulación uso de suelo • Cierres de áreas • Áreas de protección especial 	<p>LICENCIAS O PERMISOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para instalación y construcción • Operación • Uso de insumos • Manejo de residuos • Extracción de un recurso

Las normas o *estándares de calidad ambiental* consisten en el establecimiento de *umbrales específicos no sobrepasables*, para la presencia de una sustancia contaminante dada en el medio ambiente, con el fin de asegurar el mantenimiento de un nivel de calidad del componente ambiental regulado (agua, aire, suelo, etc), compatible con la salud y otras necesidades humanas específicas dependientes de los recursos y servicios ambientales (recreación, uso productivo, goce estético, consumo), así como con el mantenimiento de las funciones ecológicas de esos elementos ambientales.

Por lo general *se expresan en términos de los niveles promedio de concentración* de la sustancia contaminante que se desea regular durante un período determinado (Field, 1995). Algunos ejemplos son los siguientes:

- ▶ Estándar de calidad del agua: 5 partes por millón (ppm) de oxígeno disuelto. Eso significa que ese es el nivel mínimo de oxígeno disuelto que se puede permitir en un río para asegurar un nivel de calidad deseado del mismo. Esta concentración es la mínima necesaria para la vida de la mayoría de especies de peces, aunque algunos pueden vivir en cuerpos de agua en que el oxígeno disuelto llega hasta 3 ppm -3 partes por millón- (ICAA, 1996).
- ▶ Estándar de calidad del aire: 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de sulfuro, según la media aritmética anual, y de 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de 24 horas.⁵ Eso significa que la presencia de dióxido de sulfuro en el aire no puede ser mayor a la can-

tividad promedio de 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante un período de 24 horas o mayor de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de promedio ⁶ durante un año.

Los estándares de calidad no pueden aplicarse de forma directa, sino que su cumplimiento tiene que lograrse, asegurando que el nivel y la calidad de las emisiones que se relacionan con la calidad ambiental deseada, cumpla con las especificaciones adecuadas. En otras palabras, los estándares de calidad ambiental se pueden lograr en forma *indirecta*, a través del cumplimiento de *los estándares emisiones y de otras regulaciones (por ejemplo, regulaciones sobre uso del suelo, zonificación, etc)*.

1.5.2.1 Los estándares de emisiones (regulaciones de cantidad y calidad de desechos)

42

Los estándares de emisiones consisten en fijar límites máximos y mínimos permisibles a las emisiones de las fuentes de contaminación, en términos de diferentes parámetros, como puede ser la cantidad total de emisiones de un contaminante dado que se permiten en una cierta unidad de tiempo, por ejemplo, la cantidad de gramos por minuto o de toneladas por día o semana. Otros criterios pueden ser los que se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro N°. 4. Ejemplos de criterios para fijar estándares de emisiones
<ul style="list-style-type: none">• Tasas de emisiones, como litros por segundo o toneladas por semana.• Niveles de concentración, tales como partes por millón de DBO en aguas servidas o mg/l.• Porcentaje de eliminación de contaminantes (por ejemplo, 60% de eliminación del material contaminante antes de la descarga en alcantarillado.• Cantidad total de desechos.

Fuente: *Elaboración propia con base en Field, 1995.*

En un régimen de estándares es necesario determinar cuales serán los parámetros ⁷ que se utilizan como referencia, los cuales suelen seleccionarse considerando las posibilidades prácticas, operativas y económicas para poder efectuar los muestreos y los análisis correspondientes. En el caso de las aguas residuales (efluentes), los estándares de emisión (calidad y cantidad de los contaminantes vertidos) se establecen mediante el empleo, típicamente, de los parámetros indicados en el cuadro 5.

Cuadro N°. 5. Parámetros típicos de contaminación del agua

- Potencial de Hidrógeno (pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), medido en mg/litro.
- Demanda Química de Oxígeno(DQO), medido en mg/litro
- Nitrato (N), medido en mg/l
- Fósforo (P), medido en mg/l.
- Sólidos Suspendidos Totales (STT), medidos en mg/litro.
- Coliformes fecales, medidos en NMP/100ml

Elaboración propia.

1.5.2.2 Los estándares tecnológicos

Se trata de especificaciones técnicas para procesos de tratamiento y eliminación de efluentes, emisiones o residuos sólidos, de aplicación obligatoria a las fuentes generadoras de contaminantes, como por ejemplo, especificaciones para el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico, por medio de electrólisis (FARN, 1997). En este caso los estándares no están dirigidos a especificar un resultado final como los estándares de desempeño, sino a determinar las tecnologías, técnicas o prácticas que deben adoptar los contaminadores potenciales. A diferencia de los primeros que establecen restricciones a partir de ciertos criterios –por ejemplo, el máximo nivel permisible de un elemento contaminante en una descarga de aguas residuales–, y luego permiten que los contaminadores escojan los mejores medios para obtenerlos, los estándares tecnológicos en realidad impone a las fuentes decisiones sobre técnicas, prácticas y equipos que deben emplear. Estos estándares incluyen también los frecuentemente se denominados estándares de diseño o estándares de ingeniería.

43

1.5.2.3 Los estándares de uso del espacio

Se trata de especificaciones sobre el tipo e intensidad de uso de las diferentes porciones del suelo, a partir de consideraciones sanitarias, ambientales y socio-económicas. Procuran un uso equilibrado de la tierra y sus recursos con el objetivo de ajustar los usos reales a las capacidades y características del territorio, buscando mezclas de usos compatibles con la conservación y el uso sostenible del territorio, y que permitan optimizar su empleo con fines sociales y económicos. Nor-

malmente se trata de regulaciones referidas al tipo de uso mediante normas de zonificación, normas de cobertura, altura, densidad, construcción, etc.

1.5.2.4 Licencias y permisos

Están correlacionados y suelen complementar otros instrumentos de regulación directa como las citadas en los párrafos anteriores. Tienen gran utilidad como medios de registro y control de fuentes contaminantes, y como medio de seguimiento de las políticas regulatorias. Ejemplos de ellas son permisos de construcción, licencias de operación, registro de fuentes y sustancias contaminantes, registros de actividades y centros de almacenamiento de desechos peligrosos, permisos de descarga, permisos de caza y pesca, etc.

44

1.5.3 LAS DESVENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS INSTRUMENTOS TRADICIONALES DE COMANDO Y CONTROL

Las razones de la ineficacia de los sistemas de tradicionales de comando y control que se han venido aplicando, están vinculadas tanto con fallas inherentes a la propia naturaleza de esos enfoques – podríamos decir, a su estructura genética, a sus mecanismos básicos de operación – como a variables del entorno⁸, en que se aplican que hacen mucho más agudas y protuberantes sus fallas intrínsecas.

1.5.3.1 Altos costos de cumplimiento de metas ambientales debido a trato uniforme a fuentes con diferentes tecnologías y costos

Los sistemas de comando y control sustentados en la fijación de límites permisibles y estándares tecnológicos, se conciben como instrumentos para el control puntual de las emisiones. Bajo ese concepto, la fijación óptima de límites implicaría el establecimiento de normas (estándares) de vertidos “a la medida”, para cada fuente. Sin embargo, como eso resultaría extremadamente difícil no solo desde el punto de vista técnico sino también económico – pues requeriría la búsqueda y procesamiento de un gigantesco volumen de información por parte de los entes reguladores, a un costo económico altísimo- se impone la tendencia a establecer

regulaciones generales, por sector económico o rama de actividad. Estos límites para vertidos y estándares tecnológicos, *no consideran ni las diferencias tecnológicas entre sectores de actividad o entre empresas de un mismo sector, ni las diferencias en cuanto a las características espaciales de los ecosistemas afectados*. Estas diferencias – originadas en la diversidad de productos generados, procesos tecnológicos, niveles de equipamiento técnico, etc- son determinantes fundamentales de otras *diferencias críticas desde el punto de vista del control de la contaminación: las empresas de diferentes sectores e incluso dentro de un mismo sector o rama, deben enfrentar costos muy diferentes para reducir la contaminación, o sea, costos diferentes de cumplimiento de las normas y/o metas ambientales*. La no consideración efectiva de estas diferencias, constituye una de las fallas fundamentales inherente a los sistemas de comando y control para la regulación de la contaminación de las aguas.

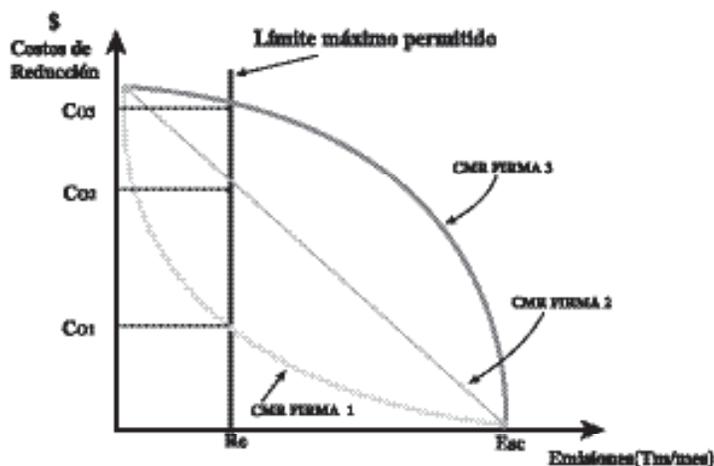
Al prescindir de esas diferencias en los costos de reducción de las emisiones, la aplicación rigurosa de límites máximos permisibles de tipo genérico, conduciría, en el mejor de los casos, a que las metas ambientales se logaran – suponiendo un sistema de comando y control bien diseñado y aplicado efectivamente- *a un costo social muy elevado*, muy superior al que se puede lograr mediante el uso de sistemas de regulación más costo-efectivos o de mínimo coste.⁹

Adicionalmente, *el uso del sistema de límites permisibles uniformes coloca a aquellas entidades económicas con costos más altos de cumplimiento en una situación de desventaja competitiva*, con lo cual genera incentivos muy poderosos para que las entidades reguladas busquen evadir el cumplimiento de los estándares establecidos. En la figura 5 se ilustra la situación descrita.

Como se aprecia en la figura 5, las tres empresas utilizadas en el ejemplo, enfrentan costos diferentes para cumplir el límite permisible de contaminación que este caso viene dado por la línea vertical ubicada en el punto **Re** sobre el eje horizontal de la figura No. 1. Los costos marginales de cumplimiento¹⁰ de la empresa No.3, representados por la línea roja en el gráfico, son más altos que los que debe enfrentar la empresa No.2 – representados por la curva de color blanco- y muchísimo más altos que los de la empresa No. 1, representados por la curva de color amarillo en el gráfico en referencia. En esas condiciones, las empresas No. 3 y No.

Figura N.º 5

CONTROL DE EMISIONES CON UNA NORMA UNICA
Ejemplo de tres empresas con diferentes costos de reducción



CMR=Costo Marginal de Reducción
Esc= Emisiones sin Control
Re= Límite de Emisiones después de establecer la norma.

46

2 - sobre todo la primera- serían colocada en una desventaja competitiva en el mercado frente a otras, no en razón de su eficiencia intrínseca, de la calidad de su producto o de la eficacia gerencial, sino en razón de un factor externo consistente en un límite uniforme impuesto por la autoridad ambiental, sin considerar la heterogeneidad inherente a la tecnología y los costos que están asociados a cada proceso productivo o de consumo individual. Esa situación crea las condiciones económicas que generan incumplimiento por parte de las empresas de mayores costos marginales de reducción de las emisiones.

La experiencia demuestra que las empresas industriales, agroindustriales y de servicios públicos son particularmente sensibles a los costos de cumplimiento de las metas ambientales. De ahí la importancia de diseñar instrumentos de regulación ambiental que tiendan reducir al mínimo costo posible el logro de objetivos de política ambiental, tanto a nivel de sector como a nivel de empresa.

Al respecto, la economía ambiental ha demostrado con base en el análisis microeconómico y las herramientas matemáticas del cálculo diferencial e integral, que el costo de lograr una meta dada de abatimiento de la contaminación será minimiza-

do, *si y solo si*, los costos marginales de cumplimiento o de reducción son iguales para todos los emisores (Tietenberg, 1998; Kneese y Bower, 1968; Boumol, y Oates, 1998), condición que no se cumple con la aplicación de instrumentos de comando y control como el sistema de límites permisibles de emisión.

1.5.3.2 El efecto perverso de límites muy bajos iguales para todas las fuentes emisoras

Considerando todos los elementos expuestos en los puntos anteriores, es posible comprender como la aspiración que suele expresarse en medios ambientalistas, de fijar límites permisibles cada vez más cercanos a cero, con la idea de lograr niveles superiores de calidad ambiental, suelen estar acompañada de efectos perversos para el ambiente. Por un lado, a límites de esas características le son inherentes costos de cumplimiento muy altos, tanto desde el punto de vista de los agentes económicos individuales como de las sociedades en su conjunto, por lo que generan incentivos extraordinariamente difícil de superar aun con la amenaza de multas y penas muy altas, para que las empresas de mayores costos de cumplimiento traten de burlarlos. En otras palabras, se genera un poderoso incentivo para el incumplimiento de las normas. Adicionalmente, suponiendo que se pudiera lograr su cumplimiento, tales estándares implicarían un costo excesivamente elevado para sociedad de que se trate, sin que el mismo esté justificado por los beneficios obtenidos mediante ellos. Por otro lado, exigencias de límites cero o cercanos a cero suelen ignorar el hecho de que el medio ambiente posee cierta capacidad de asimilación de desechos y que ello tornaría ineficiente límites de emisión igual a cero. Finalmente, la aplicación de tales límites implicaría un esfuerzo policiaco de inspección, monitoreo y control tan alto que generaría fuertes presiones sobre las finanzas públicas.

47

1.5.3.3. El comando y control Impone altas exigencias de información a las agencias públicas reguladores

El sistema de comando y control hace recaer la búsqueda y procesamiento de información acerca de los procesos productivos, la magnitud y calidad de sus efluentes, los costos de descontaminación, las formas más baratas de afrontar las tareas de descontaminación y otros requerimientos, sobre los hombros de las autoridades

ambientales. Estas necesitan obtener esa información para la fijación y justificación técnico-económica de los estándares. Esa información evidentemente es mas accesible a un bajo costo para los entes regulados. Sin embargo estos, frente la expectativa de que se les impongan regulaciones costosas tienen incentivos para no proporcionarla, por lo que el peso fundamental de los costos debe ser asumidos por el sector público. Dada la debilidad financiera de los estados nacionales en Centroamérica, y el alto costo de oportunidad de los recursos públicos en estos países, abocados a enfrentar una amplia multiplicidad de necesidades sociales insatisfechas, este elemento no es ni mucho menos despreciable. Se hace necesario buscar instrumentos de política ambiental que minimicen a las autoridades ambientales, los requerimientos de información escasa y costosa.

1.5.3.4 Debilidad de entes reguladores y limitadas capacidades de autofinanciamiento de la gestión del cumplimiento (generalmente están cargadas al presupuesto central)

48

Los esquemas de regulación de la contaminación de las aguas, basados en límites máximos permisibles y otros instrumentos de comando y control, han sido diseñados para ser aplicados y cumplidos mediante la acción coactiva de las autoridades públicas correspondientes. Las medidas para lograr su cumplimiento implican gastos importantes de personal, administración, visitas de inspección, equipos y otros medios para monitoreo, etc., los cuales pueden ser considerablemente altos en un sistema efectivamente aplicado.¹¹ Estos gastos se cubren con base en asignaciones del presupuesto general de los gobiernos nacionales. Debido a que la restricción presupuestaria es bastante fuerte en los países centroamericanos, y que existen muchísimos requerimientos alternativos de inversión pública, las asignaciones a tareas de control de la contaminación suelen ser reducidos. *Los sistemas de comando y control* son normas impuestas por el estado y generalmente no están diseñados para que los contaminadores asuman los costos sociales totales asociados con sus emisiones contaminantes, incluidos los que se refieren a la aplicación de las normas, el monitoreo y control por parte de los reguladores. De ahí que normalmente *no generan ningún ingreso y por lo tanto las agencias encargadas de su cumplimiento suelen debatirse en un mundo de perpetua incapacidad financiera y carencia de recursos de todo tipo para cumplir su misión.*

Así surge el conocido círculo vicioso del incumplimiento: se fijan límites de vertimientos más o menos estrictos según sea la correlación de fuerzas entre reguladores y regulados; como las entidades son débiles y carecen de recursos no pueden vigilar, monitorear y controlar; como no pueden hacer esto, los límites no se cumplen; como no se vigila ni monitorea no se puede verificar el incumplimiento de cada fuente puntual; por lo anterior no se pueden aplicar sanciones; como no se aplican sanciones, en los hechos lo que prevalece es “la libertad ilimitada de contaminar”; como resultado surgen voces de establecer límites más severos y multas más altas, haciendo caso omiso de los defectos inherentes al sistema.

1.5.3.5 Enfatiza en soluciones “al final del tubo” de alto costo (enfoque correctivo no preventivo)

En los medios científicos y técnicos vinculados a los problemas de la gestión ambiental, y específicamente al control de la contaminación, está generalmente aceptada la idea de que es preferible la acción preventiva que las acciones remediales. Se argumentan tanto razones de costo –se ha demostrado que como norma resulta económicamente más oneroso realizar medidas de restauración o mitigación de los impactos de la contaminación, que tomar medidas para evitarlos- como razones de salud ecológica del planeta– muchas veces los daños son irreversibles e implican pérdidas de ecosistemas únicos cuya desaparición comporta costos sociales tendentes al infinito.

No obstante lo anterior, paradójicamente, la política ambiental en materia de control de la contaminación, específicamente de las aguas, se limita al empleo de instrumentos tradicionales de comando y control, uno de cuyas fallas estructurales principales es que inducen a los agentes regulados a la búsqueda de soluciones “al final del tubo”, precisamente correctivas y no preventivas. Como el énfasis del esquema de límites permisibles, está colocado en el control de la concentración de contaminantes presentes en los efluentes que las fuentes vierten, al alcantarillado o directamente a los cuerpos de agua, resulta comprensible que se vinculen típicamente con la promoción de sistemas de tratamiento al final del tubo, como alternativa preferencial para abordar el problema de la contaminación de las aguas. No es casualidad que, los esquemas de control con base en límites permisibles, estén frecuentemente asociados con estándares tecnológicos, que incluso prescri-

ben la tecnología y el diseño de los sistemas de tratamiento que deben usar las entidades reguladas, para cumplir los límites correspondientes.¹² Lo anterior sesga la búsqueda de alternativas a “soluciones” al “final del tubo” altamente costosas y encarece aún más el logro de metas ambientales socialmente deseables.

Por otra parte, el inducir solo cierto tipo de soluciones tecnológicas limita fuertemente la promoción y la adopción por parte de empresas privadas y públicas, de otros enfoques para lograr metas de abatimiento de la contaminación de menor costo y con mayor eficacia potencial, tales como la minimización de desechos, los sistemas de producción más limpia, los sistemas de gestión ambiental y la certificación ambiental y de calidad, extendida en el mundo por la normativa ISO, los cuales ocupan un lugar claramente secundario dentro de las actuales estrategias estatales de regulación de la contaminación.

50

1.5.3.6 No generan incentivos suficientes para la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo

Una de las desventajas y fallas de los esquemas basados en normas de comando y control, es que no incentivan la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo. Dado que en los reglamentos y leyes correspondientes lo importante es que se cumplan los límites permisibles, los agentes económicos regulados no tienen ningún incentivo originado en el sistema de control para buscar formas creativas de organizar y realizar sus procesos de producción que conduzcan a reducir en el tiempo los niveles de contaminación más allá de los límites establecidos y, de ese modo, a alcanzar niveles de calidad ambiental cada vez mayores. De ahí que las empresas una vez que alcanzan el estándar tienen pocos incentivos para continuar descontaminando; incluso algunas podrían descontaminar más a menor costo y no lo hacen por que no tienen incentivo alguno.

1.5.3.7 Enfatizan en el control puntual y no por ecosistema o territorio

Los esquemas basados en límites permisibles centran su atención en el cumplimiento de las fuentes puntuales individuales¹³. En Costa Rica no están expresa-

mente relacionados con metas de calidad ambiental de los ecosistemas que se supone son objeto de protección. En ninguno de los países existen por ejemplo estándares de calidad de los cuerpos de agua, por ríos o tramos de estos, con los que estén conectados los estándares de efluentes. De esa manera no es posible, incluso suponiendo que se cumplen los límites, garantizar el logro de metas de calidad ambiental, pues los límites no siempre –o mejor decir casi nunca– se han diseñado considerando la capacidad de carga de los cuerpos de agua, o al menos ciertas metas socialmente satisfactorias respecto de la calidad deseada para diferentes ríos o tramos de estos. Ese enfoque dificulta la evaluación del impacto agregado de las fuentes en un cuerpo de agua, en una cuenca o subcuenca.

1.5.3.8 El comando y control suele estar asociado con excesiva discrecionalidad en la aplicación de las normas

51

Es común que la aplicación de las normas sobre efluentes se caracterice por un alto grado de discrecionalidad de los funcionarios encargados de la aplicación de las normas existentes. Estos a veces “negocian” el cumplimiento; modifican en la práctica los límites y plazos, cambian procedimientos, etc. Esto puede obedecer a varios factores. En ocasiones es una modalidad informal de reconocimiento implícito, de la inequidad e ineficiencia económica que encierra la aplicación de límites uniformes, a fuentes tecnológicamente heterogéneas y con diferentes estructuras de costos de reducción de la contaminación. A veces es la respuesta de una entidad financiera y políticamente débil, frente a la resistencia de los entes regulados a un esquema que les limita la eficiencia y la búsqueda de opciones costo efectivas, o que simplemente no quieren asumir ninguna responsabilidad por los daños que generan. En otras ocasiones puede ser el resultado de la inercia burocrática o de prácticas de corrupción.

1.5.3.9 Incrementa peligro de “captura regulatoria” y el cabildeo de los agentes sometidos a regulación

El énfasis en el control puntual individual, la necesidad de un estrecho contacto personal con los regulados para obtener información, la discrecionalidad y carencia de transparencia de los sistemas de comando y control en la región (FUDEU, 2001),

generan condiciones favorables para que se incremente el peligro de “captura” de los reguladores por parte de los entes que conforman el objeto de la regulación a través del cabildeo político y de que se desarrollen prácticas de “mal gobierno” como la corrupción, ocultamiento de información, tráfico de influencias y otros males similares.

1.5.4 EL ENFOQUE DE REGULACIÓN CON INSTRUMENTOS ECONÓMICOS

En términos generales, se puede afirmar que los instrumentos de gestión ambiental tienen la finalidad de proteger y asegurar el uso sustentable de los recursos y servicios ambientales, mediante la modificación de las percepciones, las preferencias y consecuentemente, la conducta de los agentes sociales, de modo que las decisiones de uso del entorno ya sea para fines de producción, de consumo directo o indirecto, no conduzcan a su degradación, agotamiento o destrucción. Así se busca que los ecosistemas mantengan la calidad, la cantidad, sus funciones, servicios y atributos en el largo plazo, de modo que puedan seguirse usando como medio de sustentación de la vida, fuente de recursos productivos, medios de uso/consumo directo e indirecto y mecanismo de degradación y reciclaje de desechos originados por la actividad humana.

Para lograr los cambios del comportamiento favorables al uso sustentable del medio ambiente, *resulta necesario actuar sobre la estructura de incentivos* que condiciona las decisiones y actuaciones humanas. Los incentivos son elementos o factores de diversa índole – moral, jurídico, económicos, entre otros – que generan atracción o rechazo por parte de las personas y que les inducen comportamientos en uno u otro sentido. (Field, 1997). Desde el punto de vista las relaciones sociedad - naturaleza, *juegan un papel determinante los incentivos de carácter económico*, aquellos que determinan el carácter y el sentido de las decisiones de producción, consumo y disposición de desechos (Field, 1997), acciones humanas que tienen por sus características intrínsecas, impactos significativos sobre el medio natural, los que a la postre se revierten sobre los propios seres humanos. Los incentivos económicos a su vez están determinados por la naturaleza y características del sistema económico en que las personas llevan a cabo su actividad productiva y de consumo. El conjunto de instituciones sociales, políticas y económicas que conforman el sistema económico,

crea una estructura de incentivos específica. En una economía de mercado, los incentivos fundamentales están asociados con *los beneficios que se pueden obtener, los costos en que se debe incurrir y las ganancias netas de bienestar que es posible alcanzar* como resultado de decisiones / actividades productivas, de consumo y de disposición de desechos. El mecanismo principal que se emplea en una economía de mercado para expresar los beneficios, costos y ganancias son los valores monetarios, esto es, los precios de los insumos, los bienes y los servicios.

Como se argumentó en la sección 1 de este capítulo, en el caso del sistema económico de mercado, dado que muchos recursos y servicios ambientales tienen las características de ser bienes públicos, recursos de libre acceso, carecer de mercados y precios, y de regímenes de propiedad claramente establecidos, *su acceso y uso suele implicar para los diversos agentes económicos un costo nulo o un costo por debajo de su verdadero valor social. Esta nula valoración o subvaloración de los recursos y servicios ambientales por parte del mercado constituye una de las llamadas “fallas del mercado”, e incentiva objetivamente a los agentes económicos para el empleo excesivo y desaprensivo de los bienes, servicios y atributos del medio ambiente.* Por otro lado, el empleo de los recursos y servicios ambientales como elementos de las funciones de producción o de utilidad de las personas, *suele estar acompañado de múltiples externalidades, en razón de las “características tecnológicas de esos bienes y servicios* (la integridad e interacción inseparable de los diferentes componentes y funciones ambientales, multiplicidad de usos potenciales, carácter conjunto de su uso y consumo, la inexistencia de derechos de propiedad difusos en relación con ellos, ,etc). (Panayotou, 1993) *La constatación de estas fallas de los mercados* justifica por si misma la necesidad de una política ambiental correctiva para lograr un uso eficiente y ambientalmente adecuado de los recursos y los servicios ambientales.

Los instrumentos económicos de política ambiental (IEPA) tienen como propósito alterar la estructura de incentivos inherente a la economía de mercado, modificando los costos y beneficios relativos de las decisiones de producción y consumo, de manera que los agentes económicos que las adopten tengan que incorporar todos los costos y beneficios que imponen a la sociedad, al generar impactos ambientales negativos tales como la contaminación del aire, el agua, el suelo, la sobreexplotación de recursos naturales, el agotamiento y destrucción de re-

cursos, etc. El objetivo fundamental del uso de los IEPA es alterar los precios relativos, para así asegurar que los diferentes usos que la economías hacen del medio ambiente reflejen completamente su escasez en el sistema de precios de las economías de mercado (Hartje, J. Volkmar, 1995).

A diferencia de los instrumentos de política ambiental basados en regulaciones directas (conocido como el enfoque de regulación ambiental de comando y control), que procuran incidir en la conducta de los agentes económicos mediante el establecimiento de normas jurídicas y administrativas de cumplimiento obligatorio, y cuyo incumplimiento está sujeto a sanciones por parte de autoridades competentes, *los instrumentos económicos procuran los cambios de comportamiento, por la vía de modificar el balance de costos y beneficios a que se enfrentan los agentes económicos en el proceso de intercambio y uso de insumos, bienes y servicios ambientales.*

54

Los Instrumentos Económicos de Gestión Ambiental (IEPA) constituyen un conjunto diverso de regulaciones que intentan crear mercados para la protección ambiental o al menos integrar los costos ambientales en los precios de mercado, dejando que los contaminadores elijan sus niveles de contaminación individuales y su tecnología (Von Amsberg, 1995). Por su medio se busca el doble propósito de que los agentes económicos tengan que, por un lado, *pagar el verdadero valor social de los recursos naturales y servicios ambientales de que hacen uso*, y por otro, *asumir como propios los costos (beneficios) que hacen recaer (o le proporcionan) sobre otros*, al desarrollar sus actividades de producción o consumo, o bien, cuando realizan la disposición de desechos de ambas funciones económicas. En otras palabras, que quien usa los recursos naturales y servicios ambientales para diferentes actividades económicas, tenga que enfrentar el costo social total que las mismas implican, y no solamente los costos de los insumos productivos, el capital artificial y los recursos humanos que adquieren en los mercados ordinarios de bienes, insumos y servicios, y en los cuales no se transan la mayoría de los servicios ambientales o se valoran en forma deficiente.

De esa manera, los instrumentos económicos de política ambiental, contribuyen a corregir las fallas de los mercados en relación con los recursos naturales y los servicios ambientales, *brindando a empresas y consumidores las señales económicas que el mercado por si mismo no puede emitir vía precios, generando pode-*

rosos *incentivos para que los agentes económicos reaccionen* adoptando patrones de uso de estos, basados en estimaciones adecuadas acerca de su verdadero costo social total, lo que equivale a decir, un patrón de utilización racional concordante con la escasez relativa de esos recursos, con el ahorro de insumos, la minimización de desechos y la búsqueda continua de niveles superiores de eficiencia técnica y económica. *Su rol como instrumento de política ambiental tiene una doble funcionalidad: por un lado, crear incentivos para los agentes económicos no sesgados contra el ambiente, y por otro, servir de fuente potencial de financiamiento para afrontar los costos que se derivan del uso de otros instrumentos de política ambiental como la gestión de regulaciones directas y las inversiones en infraestructura ambiental.*

1.5.4.1 Clasificación de los instrumentos económicos de política ambiental

55

Existen diferentes criterios y formas de clasificación de los instrumentos económicos empleados en la política ambiental. Una clasificación muy general es la planteada por Eskeland y Jiménez, economistas del staff ambiental del Banco Mundial, que distingue los instrumentos económicos directos e indirectos, según estén aplicados directamente a las emisiones (al aire, agua, suelo) o bien que procuren afectar los niveles de contaminación indirectamente, a través de los insumos o productos de los procesos que la generan.

Cuadro N°. 6. Taxonomía de Instrumentos Económicos de Política Ambiental	
Instrumentos Económicos Directos <ul style="list-style-type: none">• Impuestos a efluentes (basados en el precio)• Tasas a efluentes (basados en el precio).• Permisos de emisión transables o negociables (basados en la cantidad)• Sistemas de reembolso de depósitos.	Instrumentos Económicos Indirectos <ul style="list-style-type: none">• Impuestos o subsidios sobre insumos.• Impuestos o subsidios a productos.• Subsidios para insumos o productos sustitutos.• Subsidios para insumos o bienes para descontaminación.

Fuente: Eskeland y Jiménez (1991)

Una clasificación muy conocida y utilizada en la literatura económica ambiental es la de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), entidad que la ha empleado como referencia para hacer diversos estudios comparativos sobre el uso de IEPA en diversos países del mundo. (OCDE, 1991 y 1994). Esta clasificación es

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

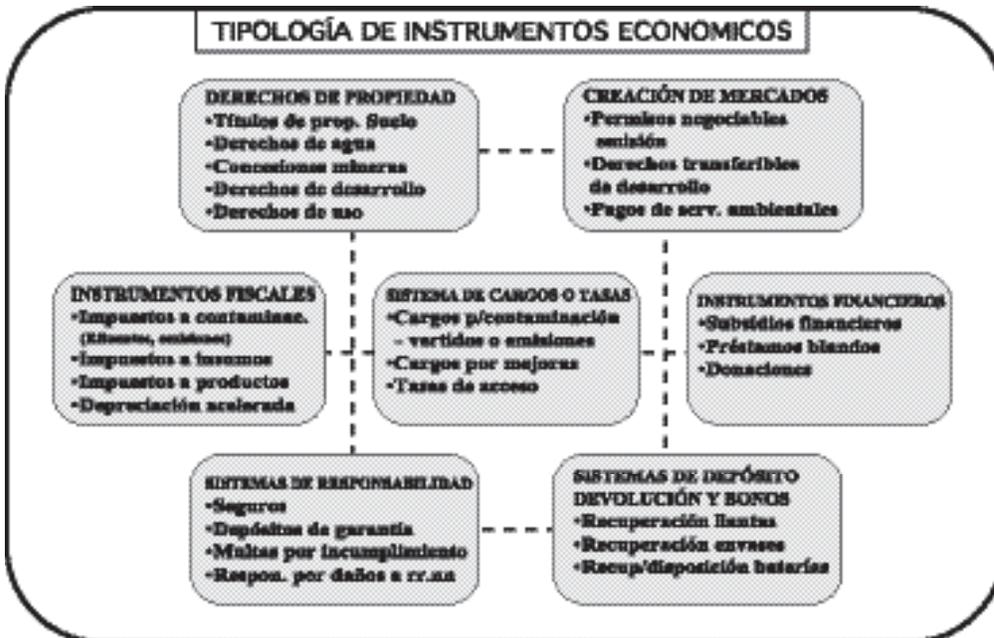
más descriptiva y funcional, para efectos de facilitar la comparación entre países. En el cuadro No. 7 se describen brevemente las principales categorías utilizadas.

Cuadro N°. 7. Clasificación de los instrumentos económicos según la OCDE	
Instrumentos	Características
Cargos o cobros por emisiones	Son cargos que se pagan por descargas al medio ambiente y se basan en la calidad y/o cantidad de los contaminantes descargados.
Cargos o cobros a usuarios	Son pagos a por los costos del tratamiento público o colectivo de los residuos(efluentes, emisiones, residuos sólidos, etc.). Pueden ser uniformes o diferir según la cantidad del residuo tratado.
Impuestos a los productos	Son impuestos al precio de los productos que contaminan durante su fase de fabricación o consumo, o para los cuales se ha organizado un sistema de disposición. Los impuestos al producto pueden basarse en ciertas características del producto (por ejemplo, cobro por el contenido de sulfuro del petróleo mineral) o sobre el producto propiamente tal (cobro al petróleo mineral).
Creación de Mercados	<ul style="list-style-type: none"> • Permisos Negociables de Emisión: Se fija una cantidad total de emisiones permitida en una espacio determinado (cuenca hidrográfica o atmosférica); se emite una cantidad total equivalente de permisos de emisión; se distribuye entre emisores; estos pueden comercializarlos entre sí; los que tienen menores costos de descontaminación pueden ahorrar permisos y venderlos a aquellos que tienen mayores costos de descontaminación; se forma mercado de permisos. Pueden permitir logro de metas a menor costo. <ul style="list-style-type: none"> • Mercados de Residuos Reciclables • Seguros
Sistemas de Depósito-Reembolso	Se carga un monto adicional al precio del producto potencialmente contaminante, que queda como depósito; se devuelve al retornarse el envase o producto ya utilizado a un sitio dispuesto para su almacenamiento, reciclaje y/o disposición adecuada.
Cargos administrativos	Son cobros para recuperar los costos en que se incurre por la prestación de servicios de registro, control, licenciamiento, etc. Ejemplos son las tarifas de control y autorización, por el registro de ciertos productos químicos, implementación y cumplimiento de regulaciones.
Diferenciación de impuestos	Permite que se logren precios más favorables para los productos que no dañan el ambiente (discriminación positiva) y viceversa. Funciona en la práctica como impuestos positivos o negativos a los productos. El objetivo es lograr un impacto vía incentivos; suele operar neutralmente sobre el presupuesto.
Subsidios	Incluyen modalidades como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Subvenciones: asistencia financiera no reembolsable • Préstamos blandos • Exoneraciones tributarias: rebaja de tarifas, depreciación acelerada.
Reglas de Responsabilidad por el Daño	Alientan a las firmas a tomar en cuenta el potencial daño ambiental de sus decisiones económicas (producción, inversión, almacenamiento y disposición de desechos, etc.).

Fuente: Elaboración propia con base en OCDE, 1991 y OCDE, 1994.

En este documento se ha asumido la tipología propuesta por Theodore Panayotou (1998), la cual se muestra parcialmente en la figura No.6. Esta clasificación coincide en lo fundamental con la empleada por la OCDE a la cual se ha hecho referencia más arriba.

Figura N°. 6



Fuente: Panayotou, 1998

En el diagrama anterior, las líneas discontinuas vinculan categorías de instrumentos de naturalezas similares y relacionadas entre sí en forma más directa. A continuación se describen con mayor amplitud las categorías indicadas en el diagrama (Ryan y Ulloa, 1997):

- ▶ **Asignación de derechos de propiedad:** Gran parte de los problemas ambientales ocurren porque los derechos de propiedad están imprecisamente definidos, son difusos. La correcta definición de estos derechos puede solucionar los problemas en la raíz al darle a sus titulares los incentivos necesarios para conservar y administrar económicamente esos recursos. Los derechos que se asignen pueden ser privados, comunales o públicos. Lo importante es que estén claramente definidos y se cumplan las condiciones de universalidad, exclusividad, transferibilidad y fiscalización. Los casos más comunes de asig-

nación de derechos de propiedad son los derechos de uso o de propiedad de la tierra, el agua, los derechos de explotación de recursos no renovables (pesca, bosque), los derechos de explotación de no renovables (minería, los derechos de desarrollo de pantanos, etc.)

- ▶ **Creación de mercados:** En el caso de los **sistemas de permisos negociables de emisión**, lo que hace este instrumento es diseñar un mercado para transar permisos de contaminación, certificados de emisiones o permisos de captura. Para ello se define la meta de extracción o de emisión a lograr por los agentes participantes en el mercado, y de acuerdo con ella se asignan permisos transables. Se debe además crear una institucionalidad adecuada para permitir y regular las transacciones, así como fiscalizar el cumplimiento de las metas. La creación de estos mercados implican que los permisos tomaran al valor de escasez del recurso o servicio ambiental, y por lo tanto este será internalizado en las decisiones de producción y consumo. Si a una firma le resulta muy caro disminuir sus emisiones, entonces comprará derechos de emisión adicionales a los que obtuvo al ponerse en marcha el sistema. Las firmas con costos de reducción menores tendrán un incentivo para reducir sus emisiones y vender derechos de emisión excedentarios. Aquí se incluyen también *sistemas de pagos por servicios ambientales* que implican transacciones entre oferentes y usuarios/demandantes de los mismos, así como el *desarrollo de mercados de residuos reciclables*.
- ▶ **Instrumentos fiscales:** Consiste en el uso de impuestos y subsidios para lograr metas ambientales. Los más ampliamente usados son los impuestos sobre emisiones o descargas, impuestos sobre insumos y productos; los impuestos diferenciados; impuestos a la explotación de recursos, los subsidios tributarios, la depreciación acelerada de activos y otros similares.
- ▶ **Sistemas de cargos por contaminación:** Aunque desde el punto de vista económico operan en la misma forma que los impuestos, se diferencian de aquellos por que los recursos financieros que originan pueden ser utilizados para fines específicos de política ambiental y no necesariamente ir a la caja única del Estado. Además según los países, los mecanismos de establecimiento y las entidades públicas con competencia para imponerlos y administrarlos pueden ser diferentes a los gobiernos centrales o los parlamentos. Los más típicos son los cargos por efluentes o emisión de contaminantes, los cargos al usuario (consumo de agua, uso de sistemas de alcantarillado público, etc).

- ▶ **Tarifas o cargos a los usuarios:** Son cobros a los usuarios para cubrir el costo de los servicios públicos colectivos tales como abastecimiento de agua, uso de sistemas de alcantarillado público, recolección y disposición de basura, etc. Se usan principalmente como medio de financiamiento por parte de autoridades locales o empresas de servicios públicos reguladas por agencias estatales, pero pueden operar como instrumentos de política ambiental si se diseñan adecuadamente, de modo que reflejen el costo social total de los daños o insumos ambientales asociados con el suministro del recurso o tratamiento de los residuos a que estén dirigidos.
- ▶ **Instrumentos financieros:** Son de naturaleza similar a los instrumentos fiscales, pero se diferencian por no pertenecer al presupuesto público. Corresponden a préstamos externos, incentivos de localización, tasas de interés preferenciales, fondos ambientales para apoyar proyectos ambientalmente amigables, etc.
- ▶ **Sistemas de responsabilidad por el daño (OECD, 1999).** Sistemas de pagos establecidos bajo la ley civil y/o ambiental, para restaurar y/o compensar por daños causados a los recursos naturales y a las personas por parte de actividades contaminantes. Tales pagos pueden ser hechos a las víctimas (por ejemplo en casos de contaminación crónica o accidental), o al Estado. Pueden operar en el contexto de reglas y esquemas de compensación específicos, o por medio de fondos de restauración y compensación financiados mediante pagos de potenciales contaminadores (por ejemplo fondos para derrames de petróleo) o por medio de pagos por daños infligidos a determinados ecosistemas.
- ▶ **Bonos o fianzas ambientales:** El bono ambiental es un instrumento de incentivo que se utiliza en conjunto con un sistema de responsabilidad por el daño y tiene como objetivo que las empresas que extraen recursos naturales o los potenciales contaminantes adopten las medidas ambientales adecuadas para evitar o minimizar el daño. Si el daño es causado, los bonos deben asegurar la limpieza o restauración ambiental más efectiva.
- ▶ **Los sistemas de depósito-reembolso:** Consisten en el establecimiento de un recargo en el precio de productos potencialmente contaminantes- ya sea su envase o empaque, o el producto mismo cuando su vida útil haya acabado y se descarte- que se cobra a manera de depósito reembolsable. Cuando el material residual del producto es retornado a un centro acreditado de acopio para su reciclaje o disposición ambientalmente adecuada, evitándose o

anulándose la contaminación potencial- se reembolsa el recargo. De modo que otorga al consumidor la flexibilidad de recuperar el importe pagado previamente como depósito, siempre y cuando devuelva el residuo. Se constituyen así en un incentivo para la recuperación y sustracción de material residual con valor económico, de la corriente ordinaria de desechos, evitar la mala disposición de residuos contaminantes y estimular el reciclaje, el reuso y el ahorro de materias primas. Se usan mucho para la recuperación y el manejo adecuado de residuos dañinos para el ambiente y las personas, o susceptibles de valorización económica mediante reciclaje o reuso, como baterías, aceites usados, envases de plaguicidas, etc., o bien productos intensivos en recursos y de difícil degradación como botellas, envases metálicos, carrocerías de carro y electrodomésticos, etc. por su parte, también trasladan la responsabilidad del daño ambiental a los productores y/o consumidores, quienes por medio de este mecanismo son inducidos a retornar productos dañinos para el ambiente y las personas (por ejemplo baterías, aceites usados, envases de plaguicidas, etc.) o productos intensivos en recursos y de difícil degradación (botellas, metales, etc.) para ser reciclados o dispuestos en forma adecuada.

Los instrumentos económicos poseen una serie de ventajas potenciales, como se mostrará más adelante, para internalizar en forma óptima los costos ambientales de la contaminación, pero ello su máximo aprovechamiento requiere un adecuado diseño considerando las condiciones específicas de tiempo y lugar donde se aplicarán, en lo que respecta a aspectos económicos, ambientales, jurídicos e institucionales. No todo instrumento económico es útil para tratar con cualquier problema ambiental, se requiere un diseño a la "medida".

1.5.4.2 Ventajas potenciales de los incentivos económicos como instrumentos de política ambiental

En términos generales, con la aplicación de instrumentos económicos en política ambiental se asocian las siguientes ventajas potenciales:

- ▶ **Eficiencia y costo-efectividad:** Permiten que las metas ambientales se definan considerando tanto sus costos sociales como sus beneficios sociales ne-

tos, de modo que puedan dar lugar al más beneficioso empleo de los recursos invertidos y/o gastados en la política ambiental. Como se sabe la eficiencia supone el desarrollo de acciones de protección y prevención ambiental, hasta el punto en que el costo marginal de esas medidas alcance un nivel igual al valor del beneficio adicional logrado para la sociedad. Por otra parte, dado que la aplicación de los instrumentos económicos permite separar la cuestión de quien debe pagar los costos de la descontaminación- los que generan el daño- y de la de con que criterio deben asignarse las tareas de reducción del daño- en mayor medida quienes lo puedan hacer al más bajo costo-, es posible alcanzar las metas ambientales al mínimo costo para la sociedad, en comparación con otros medios.

- ▶ **Estimulo a la innovación:** En la medida que suponen un precio por las unidades contaminantes emitidas al medio ambiente, internalizan los costos asociados con la contaminación en la contabilidad privada de los agentes contaminantes, si además se considera que están insertos en un mundo de entidades sujetas a restricciones presupuestarias y orientadas a minimizar sus costos, se constituyen, sin son bien diseñados y se fijan a un nivel suficientemente alto, en un poderoso incentivo para disminuir la cantidad absoluta de emisiones. Mientras haya emisiones habrá que pagar. Quien mayores emisiones vierta, en mayores costos tendrá que incurrir por concepto de pago de la tasa o cargo a la autoridad competente. Quien menos emita, menos pagará y ahorrará costos. Como bajo este esquema no se trata de cumplir un límite más o menos permisivo, la imposición de un cargo o tasa por emisiones es un elemento incitativo permanente al mejoramiento del desempeño ambiental y la innovación tecnológica, como medios para lograr reducciones adicionales de costos de producción originados en los pagos por contaminación, ganando así competitividad.
- ▶ **Favorecen la reducción en la fuente y la prevención:** Por las mismas razones expuestas en el punto anterior, las firmas tienden a desplazar el centro de gravedad de la búsqueda de opciones de descontaminación, de las típicas soluciones al final del tubo de alto costo, hacia las opciones de reducción en la fuente mediante procesos diversos, que incluyen desde cambios de líneas de productos, sustitución de insumos, cambio de equipos, reducción del desperdicio, capacitación del personal, modificación de procesos y otros similares, con el fin de reducir la cantidad de efluentes por los cuales tienen que pagar. Así se logran ahorros en costos y se mejora la productividad de las empresas.

- ▶ **Pueden generar ingresos:** Esto permite desarrollar una plataforma para potenciar la capacidad de monitoreo, control e inversión de las autoridades ambientales e incrementar su capacidad de prevención del daño ambiental. De ese modo la política ambiental podrá obtener ganancias adicionales de eficacia y alcanzar niveles superiores de la calidad ambiental.

Es posible materializar algunas otras ventajas de los instrumentos económicos, en dependencia del sector ambiental de que se trate, la forma como se diseñen y se apliquen. En el capítulo siguiente de este trabajo, en que se definen los criterios y parámetros de diseño de un cargo por contaminación hídrica, se examinan de un modo más amplio y concreto las ventajas de ese instrumento específico, tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

1.6 EL ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo conferirle al sistema de control ambiental mayor eficacia para abatir la contaminación de las aguas, hacerlo económicamente más eficiente y lograr que genere incentivos para la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo del desempeño ambiental, de los agentes económicos causantes de la degradación?

1.6.2 HIPÓTESIS

La contaminación de las aguas de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, por los desechos domésticos, industriales, agroindustriales y de empresas de servicios es el resultado de fallas del mercado – externalidades negativas no internalizadas- y de fallas de política- sistemas de regulación basado exclusivamente en medidas de comando y control y escasa asignación de recursos a agencias responsables de control. La creación de un sistema de tasas o cánones por la descarga de

efluentes para las empresas y municipios permitirá aplicar el principio de “el que contamina paga”, generará un incentivo económico que inducirá a los agentes económicos a reducir la contaminación y permitirá recuperar la calidad de los cuerpos de agua a niveles social, ambiental y económicamente aceptables para la sociedad costarricense.

1.6.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- ▶ Evaluar los principales efectos ambientales, sociales y económicos de la contaminación de las aguas superficiales en la cuenca del Río Grande de Tárcoles, y estimar el valor económico del daño originado por ella.
- ▶ Identificar las tendencias actuales del desarrollo económico e institucional favorables a la aplicación de instrumentos económicos en la gestión del recurso hídrico.
- ▶ Diseñar un sistema de pago por emisión de contaminantes en los cuerpos de agua superficiales

63

1.6.4 ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO METODOLÓGICO

Para ejecutar la investigación y formular las propuestas se siguen los siguientes pasos metodológicos:

1.6.4.1 Diagnóstico de la problemática y determinación de opciones

- a. Estudio de los criterios y parámetros generales de diseño de un sistema de cargos por contaminación hídrica.
Se trata de identificar y fundamentar los rasgos generales de un sistema de cargos por contaminación hídrica, con base en el estudio de las experiencias internacionales y nacionales relevantes, a fin de contar con un modelo de referencia que sirva de base para el diseño de un sistema concreto adecuado a las condiciones de Costa Rica.
- b. Evaluación de la situación de la contaminación de las aguas y sus efectos.

Esta evaluación considera los siguientes aspectos:

- Caracterización socioeconómica y biofísica de los ecosistemas afectados por la contaminación de las aguas en Costa Rica, a la luz del caso de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles.
 - Caracterización de la problemática de la contaminación de las aguas en el país, desde el punto de vista de su composición, fuentes, magnitudes y efectos físicos, biológicos, ecológicos y sociales y económicos, con base en el caso de la cuenca del Río Grande de Tárcoles y otros ecosistemas relacionados.
 - Caracterización de los impactos ambientales y aproximación del valor económico de los daños de la contaminación de las aguas.
- c.** Análisis de actores relacionados con la contaminación de las aguas
Se identifican los actores sociales vinculados al proceso de contaminación de las aguas y se caracteriza su ubicación actual en el contexto de la degradación de las aguas, y su rol potencial dentro de una estrategia de prevención y control de la contaminación hídrica.
- d.** Los fundamentos jurídicos del uso de instrumentos económicos en política ambiental en Costa Rica.
Se estudian las bases constitucionales, legales, reglamentarias e institucionales, derivadas del ordenamiento jurídico nacional, para el diseño y aplicación de instrumentos económicos en el campo de la contaminación.
- e.** El desarrollo de las capacidades institucionales para aplicar instrumentos de control y prevención de la contaminación hídrica.
Se analiza de la política, las estructuras y las capacidades institucionales en materia de gestión ambiental de las aguas en Costa Rica.

1.6.5 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE OPCIONES

1.6.5.1 Elaboración de Propuesta de Canon por Vertido de Contaminantes a los Cuerpos de Agua

En este paso se elabora en todos sus componentes, el instrumento económico objeto de este trabajo. Se explican la figura económica seleccionada, su naturaleza jurídica, el enfoque espacial de aplicación, el hecho generador, el sujeto pasivo, el

procedimiento de cálculo y aplicación de la tarifa el sujeto activo y el destino de los recursos, entre otros aspectos.

1.6.6 FORMULACIÓN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES MÉTODOS Y TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

Las dimensiones analíticas y las propuestas descritas se estudian y formulan combinando diferentes métodos y técnicas de recopilación y análisis de información, tal y como se indica a continuación:

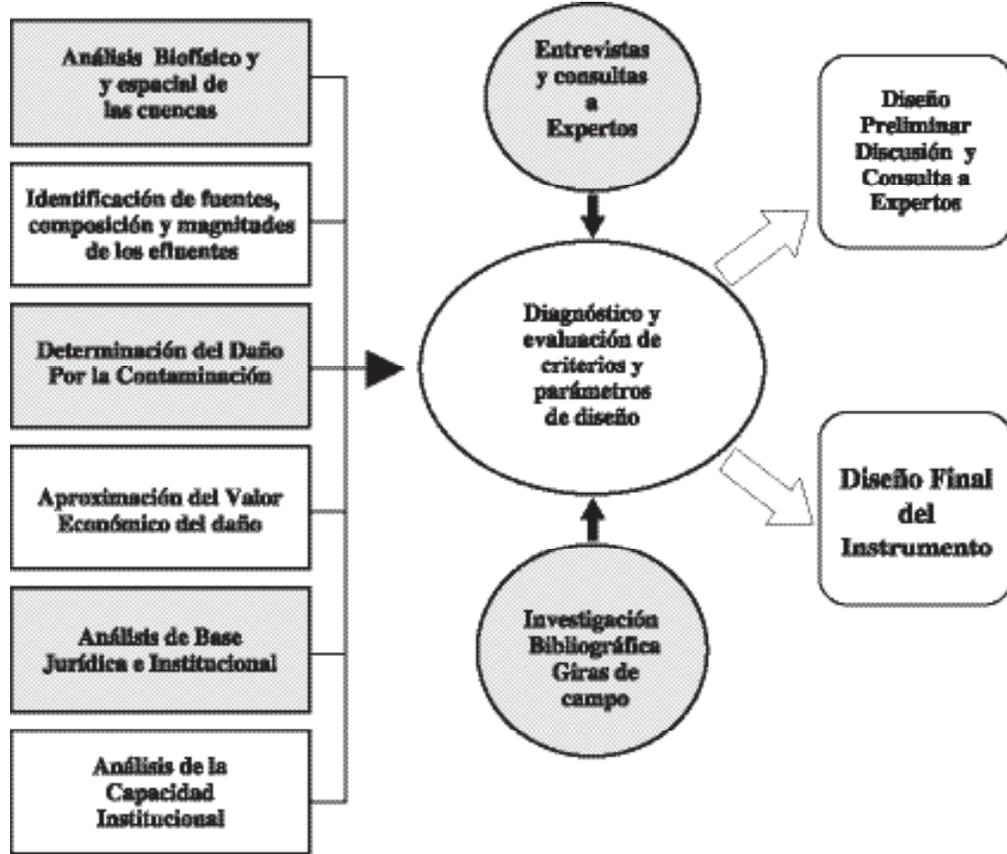
- ▶ Análisis bibliográfico amplio.
- ▶ Entrevistas y consultas a expertos, gestores de política ambiental, líderes de organizaciones no gubernamentales y otras, mediante entrevistas semiestructuradas y talleres de consulta.
- ▶ Visitas de campo a diversos sectores de las cuencas.

65

El diagrama siguiente sintetiza el procedimiento empleado en este trabajo (figura 7).

Las dimensiones consideradas en el estudio para operacionalizar las hipótesis, elaborar el diagnóstico y formular las propuestas se analizaron mediante su desagregación en las variables e indicadores que se muestran en el cuadro No. 8.

Figura N°. 7 ESQUEMA METODOLÓGICO GENERAL



Cuadro N° 8 Matriz de dimensiones, variables e indicadores para el análisis de la problemática de la contaminación de las aguas				
Dimensión de análisis	Objetivo del análisis	VARIABLES	Indicadores	Fuentes
Biofísica, espacial	Caracterización breve de la cuenca objeto del proceso de contaminación desde el punto de vista de su ubicación territorial e importancia ecológica.	<ol style="list-style-type: none"> Dimensión espacial, territorial Base de recursos naturales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Ubicación espacial (mapa) 1.2. Área en Km. 2.1. Recursos hídricos (superficiales y subterráneos). 2.2. Cobertura forestal. 2.4. Recursos no renovables 2.5. Condiciones climatológicas 2.6. Características geomorfológicas 2.7. Belleza escénica 2.8. Biodiversidad: flora y fauna 	<ol style="list-style-type: none"> 1. APT. Estudio de factibilidad de un plan de manejo de la cuenca del Río Grande de Tarcoles. Comisión Coordinadora de la Cuenca del R.G. de Tarcoles. 1999. Geotécnica. Estudio de factibilidad del Alcantarillado Sanitario y sistemas de tratamiento de Aguas Residuales del GAM. ICAA. 1998. CCAD-FUDEU-MINAE. Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental (SIGA). Componente Costa Rica. San José, CR. 2000. Reynolds, J. Evaluación de los Recursos Hídricos en Costa Rica. CCT/CINPE. 1997 Reynolds, J. Les aguas subterráneas en Costa Rica: un recurso en peligro. en Reynolds, Jenny. (editora). Editorial Fundación UNA, 1995. Barrantes, G y Castro, E. El Presupuesto de Aguas en Costa Rica: cuantificación de Oferta y Demanda. Documento preparado para el Ministerio de Ambiente y Energía. San José, 1999.
Relevancia Socioeconómica De la cuenca	Caracterizar la cuenca objeto del proceso de contaminación desde el punto de vista de su importancia económica y social	<ol style="list-style-type: none"> Principales actividades y funciones económicas 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Usos de la tierra 1.2. Actividad industrial: No. empresas o % de empresas por sector de actividad, empleo (absoluto y/o relativo), % de PIB industrial, generación divisas, otros 1.3. Agroindustria y agricultura: Ibid 1.4. Servicios: Ibid 1.5. Turismo: Ibid 	<ol style="list-style-type: none"> 1. APT. Estudio de factibilidad de un plan de manejo de la cuenca del Río Grande de Tarcoles. Comisión Coordinadora de la Cuenca del R.G. de Tarcoles. 1999. Geotécnica. Estudio de factibilidad del Alcantarillado Sanitario y sistemas de tratamiento de Aguas Residuales del GAM. ICAA. 1998.

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Cuadro N.º 8 Continúa

Agentes emisores, composición y magnitud de la contaminación	Caracterizar los contaminantes de las aguas desde el punto de vista de su cantidad, calidad y fuentes.	1. Fuentes y tipos de descargas contaminantes según sector de actividad 2. Magnitud de descargas	1.6. Población residente 1.7. centros poblados, ciudades y municipios que alberga	2. CCAD-FUDEU-MINAE. Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental (SIGA). Componente Costa Rica. San José, CR. 2000. 3. MINAE. Sistema de Ordenamiento Ambiental del GAM. 1998. 4. FUDEU. Plan Maestro del GAM 1999.
Efectos de la degradación ambiental	Caracterizar el estado actual de los recursos hídrico en función de sus diferentes usos actuales y potenciales y de sus impactos en la salud y la economía	1. Efectos de la contaminación en la disponibilidad de fuentes de agua potable. 2. Efectos en la producción de agua potable. 3. Efectos en la salud 4. Efectos de la contaminación en la producción de energía eléctrica. 5. Efectos de la contaminación en las posibilidades de uso recreativo del agua. 6. Efectos en la producción agrícola 7. Efectos en la producción pesquera. 8. Efectos en el turismo 10. Otros efectos ecológicos y económicos	1.1. Desechos industriales, tipo y cantidad ¹⁴ 1.2. Desechos Agroindustriales, tipo y cantidad 1.3. Desechos domésticos, tipo y cantidad 1.4. Desechos de hoteles y otras actividades de servicios, tipo y cantidad 1.5. Otras descargas de fuentes puntuales 1.6. Descargas de fuentes no puntuales	1. ibid 2. Ministerio de Salud. Reportes operacionales de las empresas industriales y de servicios. Varios años. 3. MINAE-MINSA. Reglamento de vertidos. 199_
			1.1. Contaminación de nacientes, tomas y manantiales acuíferos. 2.1. Evolución de costos de captación, tratamiento, protección, transporte y otros asociados con el suministro. 3.1. Enfermedades asociadas con la contaminación de las aguas. 3.2. Costos relativos a las enfermedades y/o muertes asociadas con la contaminación de las aguas. 4.1. Pérdidas de productividad asociadas con la contaminación de las aguas. 4.2. Costos de limpieza; otros costos asociados con la contaminación de aguas. 5.1. Áreas recreativas degradadas. 6.1. Afectación de potencial de aguas para riego. 6.2. Contaminación de productos agrícolas. 7.1. Evolución de la captura, contaminación de especies, muerte o extinción de especies, disminución de ingresos de pescadores,	Castro, E., Jiménez, L. Y León, S. Proyecto sobre Costo de la degradación de las aguas que desembocan en estuarios: El Golfo de Nicoya, un caso de estudio. 2000. CCAD-FUDEU. Proyecto de sistemas de gestión calidad ambiental. 2000. Geotecnia ICAA. Documentos varios- estadísticas. CICSS. Estadísticas sobre gastos de salud, varios años. Ministerio de Salud. Estadísticas acerca del perfil de morbilidad, mortalidad y epidemiología. Varios años.

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Cuadro N.º 8. Final

Factores causales asociados a fallos del mercado (Enfoque conceptual-marco interpretativo de las variables e indicadores anteriores)	Identificar las principales fallas del mercado que inducen o determinan la contaminación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Derechos de propiedad respecto de recursos hídricos. 2. Desarrollo de mercados. 3. Valoración/precios de servicios ambientales de los recursos hídricos. 4. Presencia masiva de externalidades 5. Disponibilidad de información 	<p>población afectada.</p> <p>8.1. Contaminación de playas, disminución de turistas.</p>	<p>CCAD-FUDEU.op.cit Estudios anteriores ICAA, Estadísticas sobre tarifas. Barrantes y Castro, Valoración económico-ecológica del agua en Costa Rica: internalización de los servicios ambientales, 1998.</p>
Arquitectura potencial de un instrumento económico para control de contaminación hídrica	Identificar componentes clave de un instrumento de internalización de costos por contaminación hídrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir tipo de instrumento y sus fundamentos económico ambiental 2. Base legal. 3. Ámbito ambiental y territorial 4. Identificación de parámetros a controlar 5. Metas ambientales y mecanismos de definición 6. Base gravable o cobrable 7. Mecanismo económico (tarifa, canon, etc.) 8. Entidades responsables y sus roles. 9. Mecanismos de participación social. 10. Entidad titular de recursos que se generan. 11. Destino y uso de recursos si se generan. 12. Estrategia de implementación gradual. 13. Instrumentos técnicos, administrativos y legales de implementación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipo de instrumento seleccionado. 2. figura legal apropiada escogida. 3. Base territorial de aplicación (por cuenca, región, río o tramos) 4. Parámetros y/o sustancias contaminantes a controlar. 5. Mecanismo, magnitud y períodos de cumplimiento de metas ambientales. 6. Entes emisores a los que se aplica el instrumento. 7. Procedimiento de cálculo, estructura y nivel de la tarifa. 8. Mecanismos de consulta pública, negociación, entes participantes, etc. 9. Definición de roles de entidades involucradas. 10. Titular de recursos recaudados. 11. Criterios de aplicación y uso de fondos. 12. Líneas generales de implementación. 13. Recomendaciones sobre tipo de instrumentos de implementación (permisos, metas, registro, declaraciones de vertidos, etc.) 	<p>Revisión de literatura. Análisis de problemática específica. Elaboración propia.</p>

CAPÍTULO II

Bases conceptuales y
criterios de diseño de
un sistema de cargos
por efluentes

2.1 INTRODUCCIÓN

Los instrumentos económicos poseen una serie de ventajas potenciales, para internalizar en forma óptima los costos ambientales de la contaminación, pero su máximo aprovechamiento requiere un adecuado diseño considerando las condiciones específicas de tiempo y lugar donde se aplicarán, en lo que respecta a aspectos económicos, ambientales, jurídicos e institucionales. No todo instrumento económico es útil para tratar con cualquier problema ambiental, se requiere un diseño a la “medida” de cada situación particular.

En el caso de la contaminación de las aguas los instrumentos económicos más usados son, en su orden, las tasas o cargos por efluentes, y los sistemas de permisos de descarga negociables. Estudios de la OCDE y otras entidades han documentado más de veinticinco casos de aplicación de cargos por contaminación en relación con las emisiones en las aguas y el aire (OCDE, 1999). En el caso de América Latina se han ensayado algunos sistemas de cobro por vertimiento de efluentes, pero es en Colombia donde se ha logrado establecer un sistema de cargos por contaminación hídrica- denominado en su caso tasas retributivas- conceptual y operativamente diseñado bajo los conceptos clásicos de Pigou primero, y de Baumol y Oates posteriormente. En el apartado siguiente se examina detalladamente el concepto y los mecanismos de operación de un cargo por contaminación para el control de la contaminación de las aguas.

73

2.2 LOS CARGOS POR CONTAMINACIÓN Y SUS VENTAJAS POTENCIALES

2.2.1 EL FUNDAMENTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE LOS CARGOS POR CONTAMINACIÓN

El concepto de cargo por contaminación empleado en este documento hace referencia a un gravamen que se establece sobre toda entidad que emita residuos en el ambiente. El cargo por contaminación puede implementarse bajo la forma de un

impuesto, de una tasa o de un canon, según las características del régimen jurídico-tributario de cada país, y criterios de conveniencia y de oportunidad.

Generalmente los impuestos se conceptúan como exacciones impuestas por el Estado para financiar sus gastos generales y no están asociados con ninguna contraprestación de éste para con los sujetos pasivos del impuesto. En el caso de las tasas, se trata de una figura tributaria vinculada con la prestación de un servicio a quienes son sujetos pasivos de la misma. Es el caso por ejemplo de las tasas por recolección de basura o por el servicio de suministro de agua potable. El Canon por su parte se define como un precio que paga quien hace uso de un bien de dominio público.

El cargo por contaminación tiene una serie de particularidades destacables:

74

- ▶ Las entidades públicas o privadas responsables de la emisión de los contaminantes objeto del cargo, pagan en primer lugar, por los servicios ambientales que usufructúan: el transporte, la dilución y descomposición de los desechos; esto es, la capacidad de degradación y asimilación de desechos inherente al medio natural.
- ▶ En segundo lugar, se establece para cobrar a los responsables de las emisiones objeto del cargo, por los daños que el vertimiento de los desechos provoca y que afecta a terceros y a los ecosistemas. De manera que el hecho generador del cargo por contaminación es el uso del agua para el vertimiento de residuos, y el daño ambiental y social correlacionado con ellos.
- ▶ En tercer lugar, el cargo se cobra por unidad de carga contaminante vertida al medio ambiente, por ejemplo Kg. de DQO, Sólidos Totales, metales pesados, etc.

El fundamento económico y ambiental de los cargos o tasas por contaminación radica, de un lado, en la necesidad de fijar un “precio” al servicio ambiental de dilución y asimilación de desechos que refleje su valor social de escasez, incentive un uso racional del mismo y minimice los daños originados por la contaminación. De otro, lado, en la necesidad de internalizar en la contabilidad privada de los responsables de la contaminación, el costo de los daños que sus emisiones le imponen a terceros o a la sociedad en su conjunto.

2.2.2 EL MECANISMO DE OPERACIÓN Y DE UN SISTEMA DE CARGOS O TASAS POR CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS PERMITE CUMPLIR METAS AMBIENTALES AL MENOR COSTO SOCIAL POSIBLE

Un cargo por contaminación (también se les denomina en ocasiones cargos de emisión) establece la obligación de quienes usen directa o indirectamente los cuerpos de agua para el vertimiento de desechos, de pagar un monto determinado por la autoridad competente, por cada unidad de carga contaminante que se determine como objeto del cargo y que se desea reducir de acuerdo con una meta predeterminada.

Su establecimiento esta directamente asociado con la fijación, bajo un procedimiento socialmente legítimo, de una meta de reducción de las emisiones del contaminante objeto de interés.

Definido el monto a pagar por unidad de contaminante vertido, igual para todas las fuentes emisoras, todas y cada una se ven enfrentadas a la alternativa de adoptar medidas para reducir la contaminación en diferentes grados o pagar la suma resultante de multiplicar la cantidad de contaminante vertida, por el monto del cargo o tasa. Cada fuente queda en libertad de seleccionar la cantidad de contaminación que se propone reducir, y de escoger las opciones técnicas y de otra índole para lograrlo, que le resulten económicamente más convenientes.

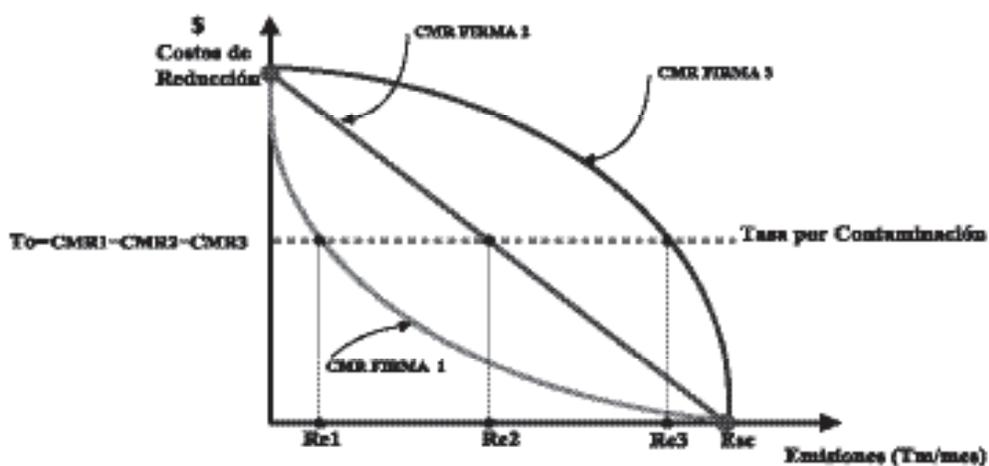
2.2.3 LOS CARGOS POR CONTAMINACIÓN NO GENERAN DESVENTAJAS COMPETITIVAS ESPURIAS, EN RAZÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS AMBIENTALES DE LA SOCIEDAD

Ya se ha explicado que una de las desventajas principales de los sistemas de límites permisibles uniformes o de otros esquemas de comando y control, es que además de resultar excesivamente costosos en caso de que se apliquen rigurosamente, colocan a las empresas de un mismo sector que enfrenten mayores costos marginales de cumplimiento de los límites, en una situación de desventaja competi-

va. Los instrumentos económicos de control de la contaminación, y entre ellos, un cargo o tasa por emisión de contaminantes supera esta desventaja y favorece la competencia sana entre las empresas. Lo anterior se ilustra en la figura No. 8, en la que se muestra como reaccionan tres empresas con diferentes costos marginales de reducción ante la imposición de un cargo por contaminación.

Figura N°. 8

CONTROL DE EMISIONES CON UNA TASA POR CONTAMINACION
Ejemplo de tres empresas con distintos costos de reducción



CMR=Costo Marginal de Reducción
Esc= Emisiones sin Control
Re= Reducción de Emisiones después de establecer tasa.

Fuente: Elaboración propia.

Obsérvese en la gráfica anterior como la Firma 3, que tiene mayores costos para descontaminar, reacciona ante la imposición de la tasa por contaminación, reduciendo sus emisiones hasta el punto **Re3**, en el cual su curva de costos marginales de reducción coincide con el monto de la tasa. La Firma 2 que tiene menores costos de reducción, disminuye sus emisiones en cantidad mucho mayor, hasta el punto **Re2** sobre el eje horizontal, punto en el que su propio costo por tonelada de contaminantes reducida se iguala con la tasa por contaminación. Por su parte la Firma 1, que tiene los costos de reducción de emisiones mucho más bajos, baja sus emisiones en una cantidad muchísimo mayor que las dos anteriores firmas llevándolas hasta el punto **Re1**, pero también este caso, la empresa las reduce has-

ta el punto donde sus propios costos marginales de reducción resultan ser iguales al monto de la tasa. Como resultado del proceso anterior, las empresas reducen sus emisiones en cantidades muy diferentes, pero todas ellas reducen hasta un punto en el que sus costos individuales por unidad contaminante reducida resultan ser igual que la tasa. La tasa se convierte en el medio de igualación de los costos marginales de todas las fuentes emisoras, lo que permite que todas las reducciones y la meta global de reducción de la contaminación se logre al más bajo costo posible.

Así, determinada una meta de reducción de la contaminación hídrica, en función de una meta socialmente satisfactoria de calidad de los cuerpos de agua, *la tasa por contaminación hídrica, funciona como un mecanismo automático de redistribución de la meta total de reducción de un contaminante seleccionado, entre las diferentes fuentes responsables del vertimiento de ese contaminante, sobre la base de la selección de las opciones económicamente más rentables.* Esa reasignación automática hace que aquellas fuentes con opciones más costosas para descontaminar reduzcan en menor medida sus emisiones, mientras que aquellas que disponen de alternativas más baratas, reduzcan en mayores cantidades las emisiones, de manera que globalmente se puede lograr la meta total de reducción pero en una forma mucho menos costosa para la sociedad en comparación con un sistema de regulación de comando y control. *Esa reasignación permite que cada empresa o entidad regulada diseñe una estrategia de descontaminación “a la medida” de sus necesidades y considerando su propia estructura de costos, en condiciones de igualdad con otras empresas.*

77

Lo anterior significa que los cargos o tasas por contaminación **son un instrumento costo – efectivo** para el control de la contaminación. Un instrumento de gestión ambiental es costo – efectivo si dada una meta ambiental, permite lograrla al menor costo, o bien, alternativamente, si dada una cantidad de recursos disponibles para el control de la contaminación, permite alcanzar el máximo nivel de reducción de las emisiones en comparación con otros instrumentos. *La calidad de costo – efectividad de la gestión ambiental es muy importante para países pobres como los centroamericanos, sujetos a serios problemas fiscales, con cargas tributarias bajas y con un alto costo de oportunidad de los recursos públicos.*

Además de las ventajas generales de los instrumentos económicos, descritas en el apartado 1.3.3.2, los cargos por contaminación tienen otra ventaja adicional y concreta la posibilidad de generar ingresos para la gestión ambiental, como se detalla a continuación.

2.2.4 LOS CARGOS POR CONTAMINACIÓN GENERAN ECONOMÍAS DE INFORMACIÓN A LAS ENTIDADES REGULADORAS

La flexibilidad que brinda un sistema de cargos por contaminación a las fuentes emisoras, para determinar por su propia cuenta las formas y tecnologías específicas que emplearán, a fin de cumplir las tareas de descontaminación que emprendan como reacción a la tasa, es la fuente de importantes economías de información para las entidades responsables de la regulación ambiental. En este caso, a diferencia de los sistemas de comando y control basados en límites máximos permisibles y estándares tecnológicos, las entidades reguladoras no deben empeñar esfuerzos y recursos en el acopio y análisis de información referente a los costos de las firmas reguladas para llevar a cabo sus tareas de descontaminación; tampoco respecto de la información sobre diferentes opciones tecnológicas para mejorar sus procesos contaminantes o reducir la generación de desechos. En este caso la respuesta a esos requerimientos de información es una tarea que asumen quienes tienen ventaja relativa para ello; las propias empresas. Las entidades reguladoras si pueden, con base en los recursos que genera la aplicación de los cargos por contaminación, llevar a cabo proyectos de investigación y promoción que facilite la búsqueda de opciones de producción más limpia.

78

2.2.5 LOS CARGOS POR CONTAMINACIÓN GENERAN INGRESOS QUE PUEDEN FINANCIAR LA GESTIÓN AMBIENTAL

Los cargos o tasas por contaminación tienen como finalidad esencial lograr reducciones sustantivas de las emisiones alterando el comportamiento de los contaminadores mediante la afectación de su estructura de incentivos económicos. No deben ser concebidos como meros medios de captación de ingresos financieros para el sector público y para cubrir sus gastos generales. No obstante, se caracteri-

zan por que pueden generar ingresos importantes para sustentar la gestión ambiental dirigida al mejoramiento del sector ambiental de que se trate, en el caso abordado en este documento, para las tareas de descontaminación, de control, monitoreo y otras del mismo tipo. De esa forma se puede crear la base necesaria para superar la debilidad endémica de las agencias públicas de control de la contaminación ambiental en Costa Rica. La posibilidad real de financiar adecuadamente su gestión mediante una acción efectiva de cobro de las tasas, puede convertirse en un incentivo importante para el mejoramiento de la labor de registro, monitoreo y control, necesario en cualquier esquema regulatorio, y por supuesto muy importante en el caso de las tasas o cargos para garantizar una recaudación efectiva. De esa manera es posible disminuir el peligro de “captura de los reguladores por parte de los agentes regulados. No obstante lo anterior, es evidente que además del fortalecimiento financiero de las entidades ambientales que puede originarse en la aplicación de los cargos por efluentes, se hace necesario llevar a cabo acciones de fortalecimiento institucional en el plano político, jurídico y de formación de capacidades técnicas y de liderazgo.

2.3 CONDICIONES DE APLICACIÓN Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN SISTEMA COSTO-EFECTIVO Y EFICIENTE DE CARGOS POR CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

2.3.1 LOS SUPUESTOS PRINCIPALES

De lo expuesto en los apartados anteriores de este documento se puede desprender claramente el extraordinario potencial que encierran los instrumentos económicos, y en particular las tasas o cargos por contaminación, en función de lograr progresos sustantivos en la lucha social por abatir la contaminación de las aguas y los daños concomitantes. Su potencial es mucho más apreciable en un contexto de limitaciones presupuestarias tan grandes como las que enfrentan la mayoría de los países en desarrollo, y en un entorno económico signado por la necesidad ur-

gente de compatibilizar niveles superiores de competitividad de las economías nacionales con un mejoramiento de la calidad ambiental.

No obstante, la experiencia de muchos países demuestra que el despliegue efectivo de ese potencial depende críticamente de un diseño cuidadoso, acorde con los principios de la teoría económica y de las ciencias ambientales.

Con el propósito de dimensionar la factibilidad de diseñar un sistema de cargos conceptualmente sólido, pero ajustado a las particularidades nacionales de Costa Rica, resulta conveniente examinar las condiciones o supuestos básicos en que se sustenta su implementación. A continuación se señalan en forma concisa pues muchos son evidentes por sí mismos y algunos han sido abordados con cierto detalle antes.

80

- a) Las fuentes de contaminación son numerosas y heterogéneas
- b) Las fuentes emisoras de residuos tienen diferencias en los costos marginales de cumplimiento de las metas ambientales.
- c) Las fuentes emisoras objeto de la regulación están sujetas a una restricción presupuestaria
- d) Las fuentes emisoras buscan minimizar los costos de su actividad productiva o de consumo.
- e) Los incentivos para la innovación tecnológica son importantes y existen posibilidades de sustitución o cambio tecnológico.
- f) Es factible el monitoreo de las emisiones objeto de regulación a un costo razonable y con medios convencionales.
- g) Se puede aceptar cierta tolerancia en el tiempo respecto de los efectos de las emisiones contaminantes que motiva el cobro (solo sirven para ese tipo de emisiones, por ejemplo no son aptos para tratar con contaminantes altamente tóxicos generadores de muchos daños aún en concentraciones muy pequeñas en el ambiente).
- h) Existe en el país en que se implementen capacidad institucional para cobrar efectivamente los cargos, o al menos condiciones para desarrollar esa capacidad en un período de tiempo relativamente corto.
- i) Existe una base legal suficientemente sólida para sustentar la implementación de los cargos por contaminación, y superar exitosamente la resistencia de gru-

pos de interés que persistan en actitudes antisociales orientadas a un uso desaprensivo del medio ambiente, en desmedro de los intereses sociales y comunales actuales y de las generaciones venideras.

Las condiciones contempladas entre los puntos a) y f) están presentes en Costa Rica, país con una economía de mercado, cada vez más abierta a la competencia internacional y con mayores exigencias para las empresas en cuanto al uso productivo y eficiente de sus recursos limitados, a fin de afrontar con éxito las crecientes presiones competitivas. Justamente esas presiones, en la medida que obstaculizan el traslado directo e inmediato a los consumidores de los costos de la ineficiencia de las empresas ubicadas en el país, por medio de los precios de los bienes finales, las inducirán a responder frente al establecimiento de un cargo por contaminación, con esfuerzos crecientes de reducción de sus emisiones vía innovación tecnológica y producción más limpia. En lo que respecta a la condición g), su cumplimiento hace necesario una selección adecuada de parámetros de contaminación hídrica, de modo que el sistema se aplique sobre elementos contaminantes con un nivel de riesgo relativamente bajo para la población y susceptibles de ser manejados con cierta flexibilidad en el tiempo y en el espacio.

81

Las condiciones h) e i) suponen los escollos más fuertes, pero no insuperables, para implementar un sistema de cargos por contaminación. Esto exige que el diseño de la arquitectura del sistema sea cuidadoso, contemple una estructura sencilla que minimice los costos de gestión e introducción, pero además, hace necesario que se acompañe con una estrategia de preparación de una base legal e institucional sólida, con base en una amplia labor de sensibilización, capacitación y concertación, que pase por la aprobación de las reformas legales e institucionales requeridas.

2.3.2 LOS PARÁMETROS DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Teniendo en mente los supuestos o condiciones de aplicación mencionados, resulta importante detenerse en los parámetros básicos a tener en cuenta para el diseño de un sistema de cargos exitoso, esto es, que genere incentivos efectivos para que los contaminadores reduzcan sus emisiones, que minimicen el costo social de

cumplimiento de las metas ambientales, estimulen la innovación tecnológica y generen ingresos para soportar la gestión de la descontaminación de las aguas. Con ese propósito se han utilizado diferentes estudios y documentos que evalúan o describen experiencias diversas de diseño y aplicación de cargos o tasas por contaminación, tal y como han sido definidos en este documento. Especial atención se ha prestado a la novedosa y creativa experiencia de diseño y aplicación del modelo colombiano de “tasas retributivas”, pero también a experiencias realizadas en Europa y Asia.¹⁵ La sección que sigue referirá esos criterios de diseño a la realidad del caso que está siendo considerado este trabajo: el caso de la contaminación las aguas en las cuencas del Río Grande de Tárcoles en Costa Rica.

2.3.2.1 Enfoque de implementación por cuenca

82

Los sistemas más efectivos de cargos por contaminación hídrica se basan en un enfoque de regulación y control por cuenca hidrográfica. Este enfoque es la aplicación concreta en el campo de la contaminación de las aguas del llamado concepto de *la burbuja* o del concepto de *impuesto zonificado de emisiones* mencionado en la literatura económica ambiental (Field, 1995). Estos conceptos implican la delimitación de áreas geográficas relativamente homogéneas, en términos de que todas las fuentes ubicadas en la misma vierten emisiones con efectos similares en la calidad ambiental. También se puede usar como criterio de diferenciación las características de la población, del uso del suelo y del agua en cada área, así como el grado de contaminación de los cuerpos de agua en cada sector de la cuenca.

Las cuencas o subcuencas, porciones territoriales en que los diferentes ríos y quebradas del sistema de drenaje natural confluyen hacia un cauce principal, facilitan naturalmente el manejo zonificado de un sistema de cargos por contaminación agrupando a las fuentes según la subcuenca o tramo de cuenca en que viertan sus descargas. Eso facilita la identificación de fuentes, la medición de las cargas emitidas, el monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua, la identificación de los daños, la ubicación de los sectores afectados y su involucramiento en el diseño y gestión del sistema de cargos, incluyendo la definición de metas de calidad ambiental, las decisiones sobre el uso de los recursos originados en la imposición del cargo y la evaluación de los resultados.

Bajo este enfoque lo fundamental no es el nivel de cumplimiento de una u otra fuente en forma aislada, sino la reducción del monto agregado de emisiones del conjunto de fuentes ubicada en cada zona- cuenca, subcuenca o tramo- en función una meta de mejoramiento de la calidad del cuerpo de agua en la zona de que se trate. La cantidad de áreas o zonas en que se subdivide una cuenca para la aplicación de la tasa dependerá de sus características geofísicas – extensión, topografía, características hidráulicas, etc.- o socioeconómicas, así como de la capacidad de gestión de las autoridades responsables de aplicar el sistema.

Esa diferenciación puede condicionar la necesidad de un factor de ajuste o corrección del monto de la tarifa de la tasa según el nivel de contaminación y de daños asociados que se presenten en las diferentes cuencas y subcuencas, y las metas de reducción que se definan en cada sector. Se retomara este aspecto al tratar los criterios de fijación de la tasa.

2.3.2.2 Determinar los elementos contaminantes que serán objeto de regulación con el cargo

Con base en un análisis de las principales cargas contaminantes que vierten en la cuenca, subcuenca o tramo considerado y sus impactos en la calidad de los cuerpos de agua se debe hacer la selección de los parámetros de contaminación sobre los que recaerá el cargo. La experiencia muestra que deben seleccionarse teniendo en cuenta al menos los siguientes criterios (World Bank Group, 1998):

- ▶ Que sea un número bien limitado de elementos contaminantes
- ▶ Que puedan ser controlados mediante tecnologías disponibles
- ▶ Que sean emitidos por fuentes puntuales
- ▶ Que sea relativamente fáciles de medir (monitorear) por métodos convencionales
- ▶ Que su remoción implique un mejoramiento sustantivo en la calidad del recurso que se desea proteger.

Es evidente que este tema debe ser abordado a profundidad a la hora de formular una propuesta concreta de modelo de cargos por contaminación en cada país, con el concurso de especialistas de diversas instituciones.¹⁶

2.3.2.3 Concertación de metas de reducción y de calidad en cada subcuenca o tramo seleccionado

Teóricamente la fijación de un cargo o tasa por contaminación está asociado con la búsqueda de un nivel socialmente óptimo de contaminación. Como se sabe, la teoría económica ha mostrado que ese nivel óptimo se logra en el punto en que el valor de la función marginal de los daños es igual al valor de la función marginal de costos agregados de descontaminación. Definir la meta óptima implicaría conocer en forma precisa tanto las funciones marginales de daño como de costos marginales de descontaminación, lo cual en la práctica resulta extremadamente difícil, sino imposible. Por ello, los modelos más avanzados de cargos por contaminación, buscan aproximarse al óptimo a través de la determinación de metas de reducción de la polución cuasi-óptimas, por cuenca o subcuenca (Ministerio de Ambiente de Colombia, 1998). Mas precisamente, se trata de establecer metas de reducción *socialmente satisfactorias*¹⁷, a través de un proceso socio-técnico desarrollado mediante un ejercicio de concertación-negociación con la participación de las comunidades, los municipios de la cuenca o subcuenca afectadas por los daños, los contaminadores y las autoridades ambientales correspondientes. Este paso es fundamental para el establecimiento de cualquier instrumento económico, ya que la meta refleja las preferencias de la sociedad en términos de calidad ambiental. “El corazón del sistema es la involucración (sic) de los actores principales de la comunidad regional en la decisión sobre cuanto se debe reducir la contaminación total en su río” (Ministerio de Ambiente de Colombia, 1998).

Ese proceso de negociación concertación de las metas debe partir de una evaluación técnica de la capacidad de carga total de cada subcuenca o tramo en función del nivel de calidad del agua que se desea alcanzar en el mismo. Igualmente debe contarse con una estimación de las cargas contaminantes que esta recibiendo la cuenca en ese tramo de las fuentes puntuales que están descargando allí. Con base en esos datos hay que establecer la meta de reducción de las emisiones necesaria para lograr el nivel de calidad deseada del cuerpo de agua en ese tramo. Con el soporte de esos datos técnicos, debe desarrollarse la negociación/concertación de la meta definitiva que será el pilar fundamental del sistema de cargos. El proceso de negociación/concertación debe ser regulado en términos de tiempo y representatividad de los diferentes actores

2.3.2.4 Determinar el monto (la tarifa) de la tasa o cargo por unidad de carga de cada contaminante (Kg.)

La determinación del nivel de la tasa es un elemento clave dentro del modelo de cargos por efluentes. Hay que tener presente al respecto que lo que se está cobrando o tasando (poniéndole un precio) es el uso del servicio ambiental de transporte, dilución y asimilación de desechos y el costo de los daños generados por el vertimiento de desechos. Teóricamente el monto del cargo debe ser exactamente igual al valor marginal del daño asociado con el nivel óptimo de emisiones. Es decir, el monto de la tasa debe ser tal que al cobrarse y pasar a integrarse a los costos del contaminador, éste sea vea impulsado a reducir sus emisiones hasta un nivel óptimo. Ese sería el nivel óptimo de la tasa. Un nivel más bajo no provocaría una reducción óptima de las emisiones (ver figura No. 5) Sin embargo, como ya ha sido establecido antes, en la práctica resulta extremadamente difícil determinar con exactitud ese nivel óptimo, de manera que hay que buscar un método alternativo para fijar una tasa adecuada a los objetivos del modelo que se desea aplicar, teniendo en cuenta que es necesario establecer un nivel del cargo suficientemente alto, que realmente genere un incentivo para que los contaminadores busquen alternativas de cambio conducentes a reducir la cantidad de sus efluentes. Se puede proceder de la siguiente manera:

- ▶ Tener en cuenta que el objetivo del cargo es provocar una reacción de los contaminadores en el sentido de reducir sus emisiones, con el fin de lograr la meta de descontaminación que se desea a escala de cada cuenca o subcuenca en que se aplique el cargo por contaminación.
- ▶ Con base en la cantidad de emisiones y los daños asociados con los contaminantes seleccionados al definir la meta de reducción buscada, se establece un cargo expresado en términos de una cantidad de dinero (\$) o (¢) por unidad de carga contaminante vertida (Kg. o Tm. por ejemplo). La tarifa o monto del cargo se puede calcular usando como referencia los costos defensivos o de mitigación de la contaminación, dada la tecnología disponible en el país. Deben incluirse como parte de los costos, los costos de gestión ambiental tales como registro, inspección, monitoreo, control y otros similares.
- ▶ Debido a que no existe certeza de que el monto de la tasa así calculado corresponda al nivel óptimo (lo más probable es que de esa manera se subesti-

men los costos del daño), debe preverse en el sistema que se diseñe, un mecanismo que permita ajustar gradualmente, a través de un período de tiempo pre-determinado el monto de la tasa y con base en un cronograma prefijado y conocido por las fuentes contaminadoras, en dependencia de las reacciones que ellas muestren en relación con la cantidad de efluentes vertidos al ambiente. Ese ajuste se detendrá en el momento que se logren las metas de reducción de emisiones que se han definido para cada cuenca. El sistema de cargos por contaminación en Alemania, Holanda y Colombia¹⁸, contemplan estos ajustes. Es interesante lo apuntado por los expertos del Banco Mundial al respecto:

“Los cargos de emisión son más efectivos cuando se establecen a un nivel alto para un limitado número de contaminantes y fuentes, que a un bajo nivel sobre gran número de contaminantes y fuentes. Los cargos pueden ser incrementados gradualmente, con porcentajes de incremento programados en forma anticipada, para permitir a las industrias hacer ajustes oportunamente. El último nivel de los cargos debe ser suficiente para proveer un incentivo para lograr el objetivo de reducción de la contaminación en un área o cuenca para un período designado de tiempo” (World Bank Group, 1998).

2.3.4.5 La base cuantitativa del cobro

La tarifa de la tasa o cargo por contaminación han de reflejar tanto el costo de restauración del recurso degradado (nuestro caso las aguas superficiales), como el valor de los daños sociales y ambientales asociados con la contaminación. Los montos a cobrar se calculan sobre la base de la **carga neta total vertida**, durante el período que se determine (puede ser un mes), de cada uno de los contaminantes seleccionados, porque el daño está directamente relacionado con esos contaminantes, cuya presencia en el ambiente se desea reducir hasta el nivel compatible con el nivel-meta de calidad del recurso en cada cuenca o subcuenca. Cuando solo se cobra por la carga contaminante que excede los límites permisibles, se pierde capacidad de la tasa de ser un *incentivo permanente para el mejoramiento continuo del desempeño ambiental de los agentes económicos y para su búsqueda permanente de tecnologías de producción más limpia de menor costo en comparación con la tasa*. Por otro lado, *no cobrar por toda la carga implica reconocer a los contaminadores el derecho a contaminar y a usar el am-*

biente como receptor de desechos gratuitamente. Al respecto, Giner de los Ríos, quien fuera Director General de Regulación Ambiental, Instituto Nacional de Ecología de México, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México, señala que:

“Al establecerse que una determinada planta tiene un límite máximo permisible de emisión de contaminantes hacia un medio, ese límite máximo permisible se convierte de inmediato en un derecho de propiedad asignado a la planta, del cual puede hacer uso irrestrictamente y sin tener que responder por el daño ambiental que pueda o no estar produciendo. Esto es particularmente grave cuando la concentración de emisores al medio multiplicada por tales límites excede la capacidad de carga del ecosistema específico que se desea proteger, pero en cualquier circunstancia deja de establecer bases para la aplicación del principio de que contaminar cuesta o que quien contamina paga” (Giner,F; 1995).

87

En los países donde se han aplicado cargos por contaminación sin cobrar por toda la carga contaminante –aplicando los cargos solo a los excesos de las normas de vertidos existentes– los sistemas de cargos por contaminación han fracasado como instrumentos para lograr reducciones significativas en las emisiones y consecuentemente, lograr las metas de mejoramiento de la calidad ambiental que se desean.

2.3.2.6 ¿Quién debe establecer el sistema, recaudar y aplicar los fondos originados en las tasas por contaminación?

La experiencia internacional muestra que los cargos por contaminación pueden ser establecidos por los gobiernos nacionales o estatales bajo la forma de impuestos, a través de procesos parlamentarios. También pueden ser establecidos bajo la forma de tasas o cánones por vertidos. Sin embargo, de conformidad con el enfoque espacial de regulación- por cuenca o subcuenca en el caso de la contaminación de las aguas- diferentes casos estudiados muestran que resultan ser más

efectivos cuando su implementación y cobro es responsabilidad de agencias o autoridades ambientales descentralizadas- regionales o de cuenca. De igual modo cuando la aplicación de los fondos recaudados se destinan a programas y proyectos de descontaminación de diversa índole a nivel de las cuenca y subcuencas donde se ha aplicado el cobro.

2.3.2.7 El destino de los fondos originados en la implementación del cargo

Diversas experiencias muestran que los sistemas más efectivos son aquellos, en que los ingresos generados por los cargos o tasas por contaminación, *se aplican en tareas de mejoramiento de la calidad del recurso en las mismas cuencas o subcuencas en que se han originado*. También resulta más eficiente y eficaz su manejo cuando se aplican en forma descentralizada, bajo responsabilidad de la autoridad ambiental correspondiente pero mediante estructuras institucionales y procedimientos transparentes, integradas con la representación de los diversos actores y usuarios del recurso en cada cuenca o subcuenca. Es importante que con esos fondos se apoyen acciones de descontaminación, se estimulen y faciliten procesos de identificación y aplicación de tecnologías limpias, se apalanquen inversiones municipales en sistemas de tratamiento y se cubran los costos de gestión del sistema (costos de registro, monitoreo, control, recaudación, etc), con criterios rigurosos de eficiencia y costo-efectividad.

CAPÍTULO III

La contaminación de
las aguas en la cuenca
del Río Grande de
Tárcoles

3.1 CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA, BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA CUENCA

La cuenca del Río Grande de Tárcos cubre un área de 2.121 Km², que representa el 4,1% del territorio nacional. Su fuente inicial está a una altura alrededor de 2.000 m.s.n.m., en la zona central del país (Gran Área Metropolitana¹⁹), con el nombre de Río Virilla y desemboca en el Océano Pacífico, en la zona del Pacífico Central con el nombre de Río Grande de Tárcos. La cuenca tiene una longitud aproximada de 111 Km. Se forma por la confluencia de dos ríos principales, Virilla y Grande, que unidos pasan a llamarse Tárcos. (Abt, 1998). Está orientada a la vertiente pacífica, con un eje este-oeste de cerca de 111 Km. y un eje transversal de 40 Km. en sentido norte a sur, teniendo como límite natural al norte la cordillera Volcánica Central, divisoria de aguas continentales Atlántico-Pacífico, donde destacan los volcanes Irazú, Barva y Poás que alcanzan casi los 3.000 msnm.

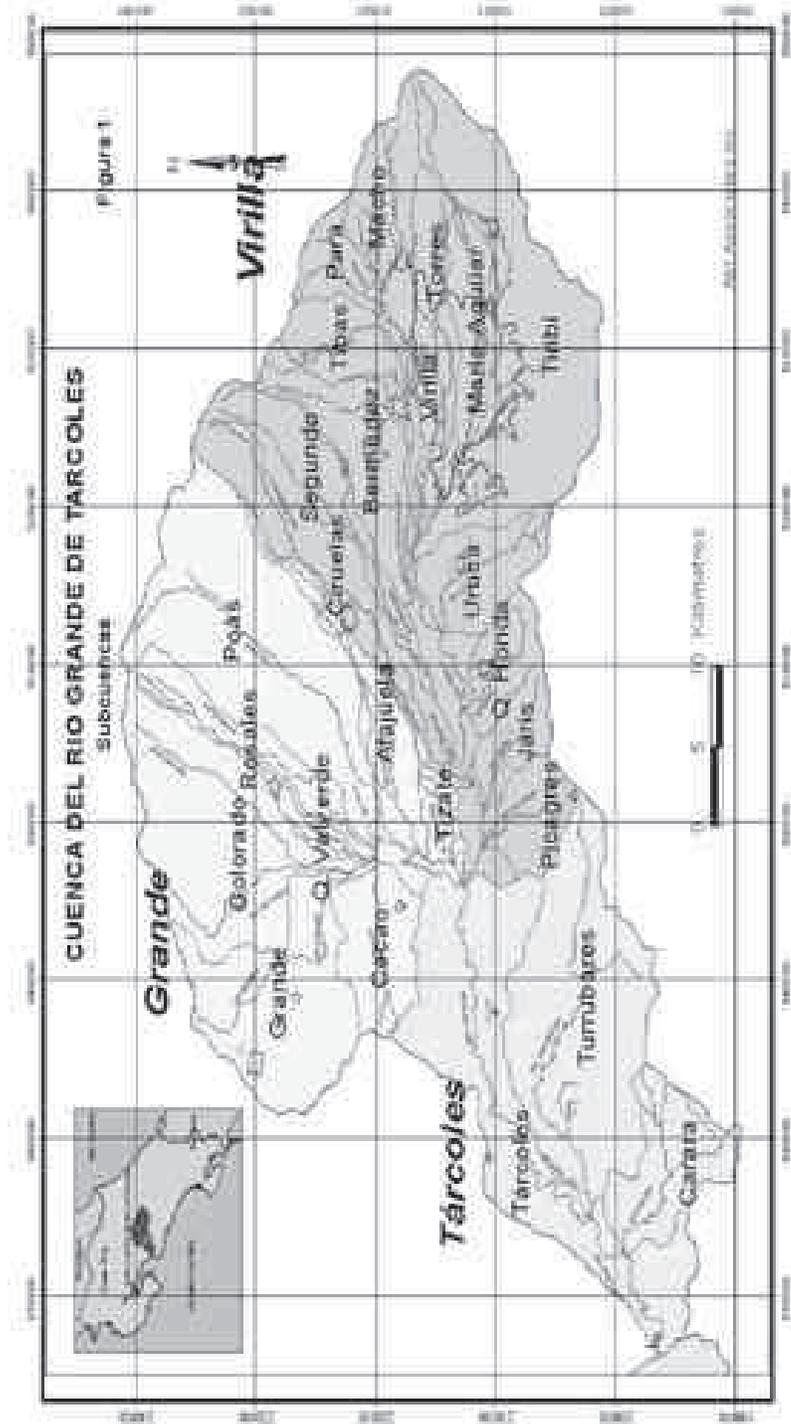
91

Por la parte sur de la cuenca la divisoria de aguas la constituye las estribaciones de la cordillera de Talamanca, especialmente los cerros Tablazo y Turrubares. Finalmente, la cuenca drena hacia el oeste desembocando en la entrada del Golfo de Nicoya, entre Punta Caldera y Punta Leona. **El sistema fluvial del Tárcos está compuesto por tres sub.-cuencas:**

- ▶ Subcuenca del Río Virilla: Ubicada en la parte alta y media de la cuenca, ocupa un 43% del área total. Está habitada por un 83% del total de la población de la cuenca.
- ▶ Subcuenca del Río Grande: Ubicada en la parte media de la cuenca, ocupa un 34% del área total. Está habitada por un 15% del total de habitantes de la cuenca.
- ▶ Subcuenca del Río Tárcos: Ubicada en la parte baja de la cuenca, ocupa un 23% del área total. Se encuentra habitada por un 2% del total de habitantes de la cuenca.

El siguiente mapa muestra las subcuencas mencionadas:

Figura 9



Fuente: ABT, 1998.

Esta cuenca posee más de 10 tributarios, entre los cuales los más importantes son los siguientes ríos:

- Virilla
- Tibás
- Macho
- Torres
- María Aguilar
- Tiribí
- Bermúdez
- Segundo
- Ciruelas
- Alajuela
- Póas
- Grande
- Tárcoles

3.2 LA RELEVANCIA SOCIOECONÓMICA DE LA CUENCA

3.2.1 *La población y los centros urbanos*

Esta cuenca abarca 201 distritos de 36 municipios de las provincias de San José, Alajuela, Cartago, Heredia y Puntarenas. La población existente en la cuenca era de 1,839,141 en 1998 (Geotécnica, 1998), lo que implicaba una densidad poblacional promedio de 8.6 habitantes por hectárea; para en el año 2,000, según cálculos basados en los datos del Censo Nacional realizado ese año, la población de la Cuenca pasó a 1,893,049 habitantes, con lo cual la densidad poblacional llegó a 8.9 habitantes por hectárea. Lo anterior significa que la cuenca alberga al 50% de la población nacional y a los principales asentamientos humanos e industriales del país, incluyendo a las capitales de las provincias de San José (capital del país), Alajuela y Heredia. El 76% de la actividad industrial se ubica en esta porción del territorio, lo cual implica, si se toma como base el dato reportado por la Cámara de Industrias de Costa Rica, cerca 3800 empresas industriales.

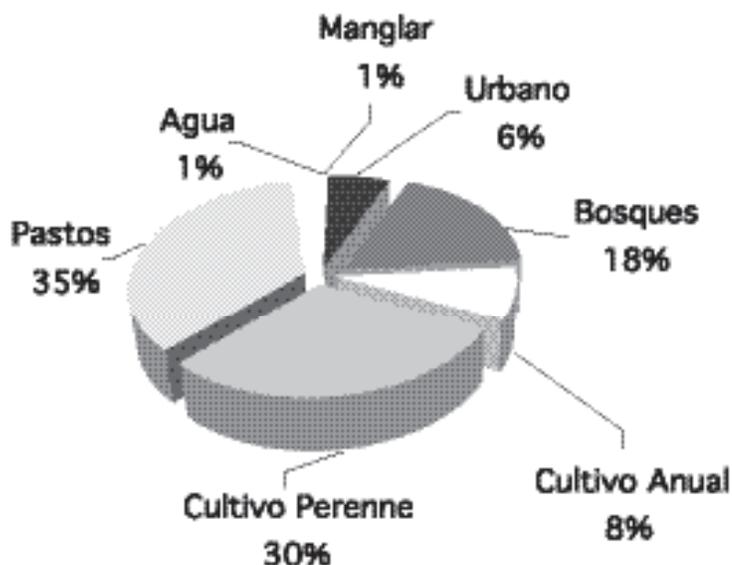
3.2.2 EL USO DEL SUELO EN LA CUENCA

Las categorías de uso de la tierra existentes en la cuenca son uso urbano, cultivos estacionales, cultivos permanentes, pastos, pastos con agricultura, manglar, charral y tacotal, plantaciones forestales, bosque secundario, bosque natural intervenido, bosque natural y páramo.

Actualmente, las tierras de las subcuencas del Virilla y el Grande son usadas para cultivos como café, caña de azúcar, frutales, hortalizas, plantas ornamentales y ganadería vacuna de leche, principalmente. También se presentan varias áreas de relieve escarpado dedicadas a ganadería de carne, en un claro ejemplo de sobreuso de la tierra. En la subcuenca del río Tárcoles, abundan más las tierras dedicadas a ganadería vacuna de carne, frutales (mango, cítricos), cultivos anuales (tubérculos, maíz, frijoles, arroz mecanizado, etc.); sin embargo, la mayor parte de las tierras bajo pastoreo se encuentra en terrenos de pendientes muy fuertes, no aptas para ese fin, lo que produce mucha erosión de los suelos. En la figura No. 10 se muestra la estructura del uso de la tierra que prevalecía en la cuenca, revelada a partir del análisis de una imagen de satélite Landsat correspondiente al año 1,997 (Abt, 1998).

94

Figura N° 10. Uso del Suelo en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, 1997



Como se puede apreciar la mayor parte de la tierra en la cuenca se destina a la ganadería y a los cultivos agrícolas perennes (35% y 30% respectivamente). La mayor parte del área dedicada a la ganadería corresponde a terrenos de pendientes muy pronunciadas y no aptas para tal actividad, constituyendo un importante conflicto de usos que condiciona impactos ambientales severos tales como la deforestación, la erosión y pérdida de suelos, la afectación de áreas de recarga y la sedimentación excesiva de ríos y embalses. El uso intenso y extenso del suelo en cultivos perennes intensos en agroquímicos determina niveles significativos de contaminación de las aguas de la cuenca. Sin embargo, es especialmente significativo el uso urbano de la tierra, el cual pese a tener un peso relativo bajo en términos de área ocupada (cerca del 6% del total) implica una aglomeración de personas y actividades económicas y sociales de múltiples características con un enorme impacto sobre los ríos de las cuencas, las aguas subterráneas y en general sobre la base de recursos naturales de esta región. Solo un 18% del área total de la cuenca tiene algún nivel de cobertura forestal, lo que da una idea del grado de intervención cultural y deterioro de los ecosistemas naturales.

La Cuenca del Tárcoles contempla un importante conjunto de áreas silvestres protegidas de varias categorías, que constituyen un soporte estratégico de la actividad turística en el la región central del país y un medio fundamental de protección de los recursos hídricos y biofísicos del país. Dentro de estas áreas protegidas se ubica la parte más significativa de la cobertura forestal, tanto en términos cuantitativos como cualitativos, que posee la cuenca. Las áreas protegidas son las siguientes:

- Parque nacional Braulio Carrillo
- Parque Nacional Volcán Irazú
- Parque Nacional Volcán Poas
- Reserva Biológica Carara
- Reserva Forestal Cordillera Volcánica Central
- Reserva Forestal de Grecia
- Zona Protectora Carraigres
- Zona Protectora Cerro Atenas
- Zona Protectora Cerros de Escazú
- Zona Protectora Cerros de Turubares

- Zona Protectora el Chayote
- Zona Protectora el Rodeo
- Zona Protectora Río Grande
- Zona Protectora Río Tiribí

3.2.3 LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

La cuenca del Río Grande de Tárcoles representa una importante fuente de recursos energéticos para la población del Gran Área Metropolitana. Sin ser la principal zona de generación eléctrica del país, una parte significativa de la demanda de energía de la población metropolitana se satisface con base en las instalaciones de generación hidroeléctrica en los ríos de la cuenca, así como de ciertas plantas termoeléctricas ubicadas en este territorio.

96

De acuerdo con el estudio sobre la base de recursos naturales y el ordenamiento territorial en la cuenca promovido por la Comisión Coordinadora de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles instituida por el MINAE, llevado a cabo en 1998 (ABT, 1998), las más importantes instalaciones de hidroenergía son las siguientes:

- ▶ La Planta de **La Garita**, Alajuela. Aprovecha un caudal de 17 m³ de agua por segundo de los ríos Grande de San Ramón (95%) y Alajuela. La capacidad total instalada en la primera etapa es de 30.000 kw.
- ▶ **Planta Ventanas Garita**. Se encuentra en Turrúcares, Alajuela. Es la primera de un conjunto de plantas a filo de agua que se instaló. Una planta a filo de agua, es aquella que utiliza el caudal de un río directamente, es decir, casi sin embalsarlo y opera básicamente durante la estación lluviosa. La Planta Ventanas - Garita forma parte del aprovechamiento del potencial hidráulico de la cuenca media del río Virilla para producción de energía hidroeléctrica. Se emplean las aguas de los ríos Virilla y Ciruelas, para la generación de 515 gigavatio-hora anuales (Abt, 1998. Cap. III del Diagnóstico. Recursos Naturales y Ordenamiento territorial).
- ▶ **La Planta Anonos**. Es la planta más antigua de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y está ubicada en la Provincia de San José, Cantón Central, sobre el Río Tiribí. Este proyecto pretende optimizar el recurso hídrico dis-

ponible de 3.5 m3, para generar 2.4 MW, pues hasta 1997 se producían solamente 0.6 Mw.

- ▶ **Planta Brasil.** Es una de más antiguas de la Compañía, pues inició sus operaciones en el año 1912 con una capacidad de 3 MW y funcionó hasta noviembre de 1996 cuando los viejos equipos se desmantelaron para dar paso a la construcción de una nueva central generadora que producirá 27 MW. Está ubicada en el cantón de Santa Ana, a 20 kilómetros de San José, y utiliza las aguas de los ríos Virilla y Uruca.

En resumen, en la subcuenca del Río Virilla, considerada como una de las más importantes del Valle Central y de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, la CNFL tiene instaladas cuatro plantas importantes con una capacidad total de 515, 059 giga-vatios / hora. (Abt,1998). Además de lo anterior en la cuenca del Río Grande de Tárcoles se ubican un conjunto de plantas térmicas del Instituto Costarricense de Electricidad entre las que están la Planta Térmica Colima y la Planta Térmica San Antonio con una capacidad total de 10,000 kw

97

3.2.4 LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AGROINDUSTRIAL

En 1997 en el país existían 4,800 empresas industriales y agroindustriales, distribuidas según el Código Internacional Industrial Uniforme (CIIU) de la siguiente forma:

Cuadro N°. 9. Empresas y Trabajadores en el Sector Industrial
Según División CIIU, 1997

División	N°. empresas	Peso relativo %
Alimentos, bebidas y tabaco	1178	24
Textiles, vestido y cuero	821	17
Maderas y sus manufacturas	690	14
Papel, imprentas y editoriales	398	8
Químico, caucho y plásticos	394	8
Minerales no metálicos	248	5
Metalmecánica	997	21
Otras industrias	122	2
Total	4,848	100.0

Se calcula que en la cuenca del Río Grande de Tárcos se concentra aproximadamente el 75% de la actividad industrial y comercial del país, estimándose que en su territorio se emplazan cerca de 3600 empresas industriales y agroindustriales. Algunos investigadores concluyeron que en 1998, el 90% de las empresas industriales estaba concentrado en las provincias de San José, Alajuela, Cartago y Heredia (CEGESTI, 1999).

En este territorio se encontraban en 1998 una importante cantidad de agroindustrias.

El Consejo Nacional de Producción (CNP) destacaba las siguientes (ver cuadro No. 10):

Cuadro N°. 10

Agroindustria	Cantidad
Aserraderos	25
Beneficios de café	33
Fabricas de Embutidos	21
Ingenios Azucareros	2
Mataderos	7

CNP. Registro de Agroindustrias. 1998.

En esta parte del territorio nacional se concentra cerca de un tercio de la producción de café y una gran porción de la producción nacional de hortalizas, verduras, lácteos, helechos y flores.

Datos correspondientes al Gran Área Metropolitana, unidad territorial menor que el territorio de la cuenca, pero coincidente con esta última en un alto porcentaje, permiten hacerse una idea de la importancia de la cuenca en términos de la producción agropecuaria que se genera en esta parte del territorio nacional.

Cuadro N°. 11. Participación del GAM en la producción nacional agropecuaria, 1994

Rubro	Producción Nacional (Ton/año)	Producción GAM (Ton/año)	Peso relativo del GAM (%)
Café	145,163	43,607	30
Cebolla	13,776	12,398	90
Carne de ave	15,548	8,971	57.7
Plantas Ornamentales	60,010	18,219	30.4
Leche	517,204	136,257	26.3
Huevos	567,971 mill./unidades	327,719 mill./unidades	57.7

Fuente: PROGAM, 1995.

3.3 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN COSTA RICA Y EN LA CUENCA DEL TÁRGOLES

99

3.3.1 BALANCE HÍDRICO NACIONAL

La cantidad de agua disponible en Costa Rica en razón de las características del ciclo hidrológico es abundante, y por ello la oferta natural no constituye un problema en si mismo, para el abastecimiento de la población. Los problemas en ese sentido están relacionados con su distribución espacial y los procesos de contaminación de las aguas debidos a la acción antrópica (Reynolds, 1997). En efecto, la precipitación anual promedio del país es 3.300mm, con valores que oscilan entre los 1,400 y los 7,500 mm por año. Según los cálculos realizados con base en los datos de las 430 estaciones pluviométricas y las 91 estaciones hidrológicas existentes en 1,996, anualmente se precipitan en el país entre 167 y 172 Km³ de lluvia (Reynolds, 1996), de los cuales cerca del 45 % escurren superficialmente y pasa formar parte del caudal de ríos y riachuelos; aproximadamente el 22% recarga los acuíferos y la parte restante retorna a la atmósfera en virtud de los procesos de evaporación y transpiración (SICA-CCAD, 2000). El cuadro No. 12 resume el balance hídrico nacional:

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Cuadro N°. 12. Costa Rica. Balance Hídrico, 1997

Variable Valores	Precipitación total (Km.3/año)	Evapotranspiración Real (Km.3/año)	Escorrentía Superficial (Km.3)	Recarga a acuíferos (Km.3)
Absolutos	169	57	75	37
relativos	100	34	44	22

Fuente: SICA-CCAD, 2000.

Del total de agua disponible –escorrentía superficial y recarga de acuíferos– que suma un total de 112 Km³ al año (equivalentes a 3.551.497 l/s), solo el 9% se utiliza en actividades humanas. Eso corresponde a 10 Km³ anuales. De esos 10 Km³/año de agua para uso humano, el 93,8% procede de fuentes superficiales (SICA-CCAD, 2000).

100

La siguiente tabla resume la forma y las proporciones en que se utiliza el agua en Costa Rica, según datos disponibles para 1997 (ver cuadro No.13):

Cuadro N°. 13. Costa Rica. Uso del Agua, 1997

Km.³/año

Rubro	Valores absolutos	Porcentaje
Consumo Humano	0.63	6.3
Uso Industrial(*)	0.34	3.4
Uso Agropecuario(**)	0.83	8.3
Producción Hidroeléctrica	8.20	82.0
Total	10.0	100

(*) En uso industrial se acumula lo usado por la industria manufacturera, los beneficios de café, los ingenios azucareros y la industria turística. (**) Incluye irrigación, lecherías, granjas y acuicultura.

Fuente: SICA-CCAD,2000.

3.4 LA SITUACIÓN DE LAS AGUAS EN LA CUENCA EL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES

3.4.1 BALANCE HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES

Estudios especializados han concluido que la precipitación promedio sobre la **Cuenca del Río Grande de Tárcoles** es de 2.443 mm/año y que aproximadamente un 27% sirve para la recarga de los acuíferos. Esa recarga, es equivalente a un caudal continuo de cerca de 46.000 l/s, equivalente a **1.45 Km³ por año**. La escorrentía superficial se ha estimado en cerca de un 29% de la precipitación (Reynolds, 1997, citado por ABT, 1998).

Por su parte, otros estudios realizados por Losilla (1983), y Rodríguez (1996), en forma independiente y con metodologías diferentes²⁰, calcularon los siguientes datos al respecto:

Losilla calculó que el volumen anual promedio de recarga a los acuíferos de la cuenca del río Grande de Tárcoles, es de **1.41 Km.³, equivalente a 3.8 millones de metros cúbicos al día, o aproximadamente 44.700 l/s**. Rodríguez (1996)²¹, llegó a la conclusión de que la recarga a los acuíferos es de **1,52 Km.³ al año, equivalente a 4,16 millones de metros cúbicos diarios o aproximadamente a 48.200 l/s**. La discrepancia con el método que se mencionó primero es de un 7.2 %, bastante bajo considerando las generalizaciones implícitas en cada uno. **En resumen, si se considera un valor medio entre los obtenidos por ambos estudios, se tiene que el volumen anual disponible de agua subterránea en la cuenca del río Grande de Tárcoles, es del orden de 1,46 Km³ (46.450 l/s).**

El recurso hídrico en la cuenca del Río Grande de Tárcoles es importante para el abastecimiento de agua potable, las actividades productivas industriales y agroindustriales, la provisión de servicios de riego, la generación de energía eléctrica, la actividad pesquera, las actividades recreativas y el turismo. Simultáneamente los

recursos hídricos sirven de soporte a una amplia diversidad de organismos, tanto faunísticos como vegetales, y funcionan como medio de transporte, dilución y degradación de desechos de todo tipo. Sin embargo, en razón de los patrones actuales de uso de los recursos hídricos, estos reciben severos impactos originados en las actividades humanas desarrolladas en la cuenca, por medio del vertido de contaminantes en el suelo y en los cuerpos de agua, tanto de las aguas residuales domésticas, industriales y agroindustriales, como de los desechos sólidos. Fuentes contaminantes no puntuales como la escorrentía proveniente del sector agrícola y los centros urbanos agravan la situación de la calidad de los recursos hídricos. Estos impactos están sobrepasando la capacidad de asimilación de los cuerpos de agua y están comprometiendo gravemente la sostenibilidad del recurso, generando consecuencias altamente dañinas para la sociedad nacional, tanto en términos ambientales como sociales, implicando un costo muy elevado para la economía nacional actual y futura. En los párrafos siguientes se examina el estado actual de los cuerpos de agua en relación con su degradación por las cargas excesivas de contaminantes de origen doméstico, agroindustrial e industrial.

El 63% del agua para consumo humano en Costa Rica proviene de fuentes subterráneas (Reynolds, 1997). Para la población ubicada en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles las fuentes de agua para el consumo humano son *principalmente los acuíferos Barva y Colima en el Valle Central (64%)*, extrayéndose aproximadamente $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, de los cuales el 80% es para abastecimiento público, 5% para riego y 15% para uso en la industria. El 36% restante proviene de tomas de río incluyendo el trasvase de $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ desde Orosi en la cuenca del Río Reventazón. La utilización del agua de los acuíferos se hace más ventajosa desde el punto de vista técnico y económico, por ello la dependencia hacia este recurso del subsuelo. (SICA-CCAD, 2000). La contaminación generalizada de las aguas en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles significa una peligrosa amenaza para las estratégicas reservas de agua subterránea de la población nacional, las cuales, de mantenerse las tendencias actuales, en un plazo relativamente corto podrían tornarse en aguas no aprovechables para consumo humano.

3.4.2 LOS USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES

Como se ha indicado más arriba, en la cuenca del Río Grande de Tárcoles el agua está sujeta a múltiples aprovechamientos humanos, entre los que se puede destacar el abastecimiento de agua potable y otros usos domésticos, el uso para riego, en procesos industriales y agroindustriales, en diversas actividades agropecuarias, para la producción hidroeléctrica, en actividades recreativas y turísticas.

La investigación realizada para elaborar el programa de alcantarillado sanitario del Gran Area Metropolitana (Geotécnica, 1998) determinó que los usos actuales más importantes en los diferentes tramos de la cuenca son los siguientes:

- ▶ **Sector 1. Parte alta de la Cuenca.** Se trata del tramo que va desde la nacimiento del río Virilla hasta su punto de confluencia con el Río Tiribí. En esta parte de la cuenca se ubican gran parte de las zonas industriales consolidadas- categoría clasificatoria utilizada en la zonificación del uso del suelo vigente en Gran Area Metropolitana de San José- (ante todo en la parte de las subcuencas del Virilla, Tiribí y María Aguilar). En estas mismas subcuencas se ubica la mayoría de industrias que no se emplazan dentro de las zonas industriales consolidadas o planificadas (futuras), las cuales penetraron el tejido urbano en zonas donde hay o incluso predominan otros usos. Las industrias de estas características se emplazan ante todo en las subcuencas del Virilla y su afluente, el Río Torres, sector en el cual tienen una significativa presencia 15 empresas de las más representativas de la industria química. También en las cercanías de los afluentes del Virilla situados en la parte sur de la Subcuenca, los ríos María Aguilar y Tiribí, se emplaza un número importante de empresas industriales dispersas (fuera de las zonas industriales delimitadas por la zonificación oficial), 14 de las cuales son de químicos y alcohol (Geotécnica, 1998). Estas industrias demandan agua para sus procesos productivos y usan los cuerpos de agua como sumidero de desechos. Se trata de una parte del territorio altamente urbanizada, que alberga grandes asentamientos humanos, instalaciones comerciales y de servicios, que también evacúan sus residuos líquidos a través del sistema natural de drenaje.

En este tramo el agua se usa para:

- Fuentes de sistemas de abastecimiento de agua potable domiciliar y público
- Abastecimiento directo de viviendas en las orillas y zonas aledañas al río.
- Riego
- Abrevadero de animales
- Abastecimiento Industrial
- Uso recreativo local
- Abastecimiento Industrial de empresas emplazadas en territorio local.
- Sumidero de desechos domésticos, agroindustriales, agropecuarios (uso del agua como medio de disposición, transporte, dilución y degradación de residuos).
- Recarga de acuíferos (en algunos tramos de esta parte de la cuenca, el río discurre en zonas de recarga del acuífero Colima).

104

Al identificarse los usos del agua antes descritos, se pudo determinar que las aguas experimentan procesos de contaminación que la hacen inadecuada para el riego, para nadar (contacto primario), para otros usos recreativos (por malos olores) y que afectan las fuentes de agua potable superficiales, lo que amenaza la salud de la población y obliga a su tratamiento previo con el consiguiente incremento de los costos de suministro²². Igualmente se pone en riesgo al agua subterránea, específicamente el acuífero Colima, una de las fuentes principales de abastecimiento de agua potable para la población actual del Gran Área Metropolitana de San José, la cual probablemente será mucho más importante en el futuro. Adicionalmente los propietarios de lotes en áreas cercanas a los ríos perciben una pérdida de valor de las propiedades emplazadas en las riberas de los cauces, aunque no se cuenta con datos para cuantificar esa pérdida en términos monetarios precisos. Es claro que la degradación de la calidad de las aguas tiene importantes efectos negativos que entran en conflicto con la mayoría de los usos actuales y potenciales del agua en el sector 1 de la cuenca y también en el sector 2, como se verá.

- ▶ **Sector 2. Parte Media de la cuenca Río Virilla:** Se trata del tramo ubicado todavía dentro de la subcuenca del Río Virilla- desde la confluencia del Tiribí con el Virilla, hasta la confluencia del Virilla y el Río Grande, y que incluye por

tanto a las subcuencas de los ríos Ciruelas y Bermúdez. En esta parte de la Subcuenca se ubican importantes zonas industriales consolidadas, en desarrollo y futuras, específicamente en zonas dentro de las subcuencas de los Ríos Bermúdez y Ciruelas. En esta área es muy significativa la presencia de beneficios de café en las subcuencas del Bermúdez y Ciruelas, los cuales ejercen como se verá, una especial presión sobre el sistema hidrológico. Igualmente esta área abarca grandes asentamientos residenciales, comerciales y de servicios, densamente poblados (Ciudades de Heredia y Alajuela por ejemplo) y generadores de altos volúmenes de desechos líquidos vertidos sin tratamiento a los cauces de los ríos, así como de grandes cantidades de residuos sólidos, buena parte de los cuales se lanzan a las riberas y cauces de los ríos. En esta parte de la Cuenca se agregan al Río Virilla los caudales de los Ríos Bermúdez y Ciruelas los cuales transportan los desechos vertidos por los hogares, las industrias, beneficios de café y actividades agropecuarias situadas en los centros urbanos de la parte norte del Río Virilla, lo que genera un importante nivel de contaminación de las aguas (más adelante se dan datos sobre este aspecto), de lo cual se derivan conflictos serios con los usos de las mismas en esta parte de la cuenca.

Los principales usos del agua en esta parte son:

- ▶ Abastecimiento doméstico
- ▶ Abastecimiento para uso industrial y agroindustrial (beneficios de café, industrias, granjas, etc)
- ▶ Riego intensivo para el cultivo de hortalizas
- ▶ Abrevadero de animales.
- ▶ Uso recreativo
- ▶ Producción hidroeléctrica (cinco plantas existentes- Electriona, Belén, Brasil, Nuestro Amo, Turrubares- y dos plantas proyectadas en Purires y Turrubares).
- ▶ Transporte, dilución y degradación de desechos domésticos, industriales y agropecuarios.

El grado de contaminación de las aguas superficiales resulta incompatible con muchos de los usos que de ellas se hace en esta parte de la cuenca, tales como el riego de hortalizas, la natación recreativa, la pesca y la navegación, el abasteci-

miento de casas de habitación, entre otros. De igual forma, otras actividades experimentan importantes efectos negativos en razón de la contaminación de los cuerpos de agua superficiales, como es el caso de las instalaciones para producción hidroenergética, cuyas turbinas se dañan por la gran cantidad de residuos arrastrados por los ríos, su asolvamiento por sedimentación exagerada, la corrosión de equipos, etc.

Expresiones muy notorias y significativas de los conflictos entre de los usos del agua y la contaminación de la misma en este sector de la cuenca tienen relación con los recurrentes problemas de salud asociados con la mala calidad del agua (brotes de diarrea, hepatitis y otras enfermedades, ver última sección de este capítulo).

106

► **Sector 3. Subcuenca del Río Grande:** Esta es una importante subcuenca del Río Grande de Tárcoles, cuyo cauce principal es el Río Grande y que drena su parte occidental. Los efluentes principales se originan en la actividad de los beneficios de café, los vertidos domésticos y las emisiones no puntuales de la actividad agrícola y pecuaria de la zona. A lo largo y ancho de esta parte de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, se presentan los siguientes usos del agua:

- Abastecimiento doméstico e industrial.
- Irrigación de cultivos agrícolas.
- Actividades recreativas.
- Generación eléctrica.
- Abrevadero de animales

El uso de los ríos como medio principal de transporte, dilución y degradación de aguas residuales domésticas crudas, efluentes de beneficios de café y de diversas actividades agrícolas afecta severamente el aprovechamiento del agua en otros usos social, económica y ambientalmente significativos para la población.

► **Sector 4. Parte más baja de la Cuenca.** Es el tramo que se inicia en el punto de confluencia de los ríos Virilla y Grande, y donde el cauce principal pasa a denominarse Río Grande de Tárcoles, hasta su desembocadura en las aguas del Océano Pacífico, en el Golfo de Nicoya. En este sector hay un importante

desarrollo turístico, existen importantes asentamientos humanos y se desarrollan actividades agropecuarias diversas. *Los usos del agua más importantes son los siguientes:*

- Actividad recreativa y turística en las playas aledañas.
- Actividad pesquera en el estuario.
- Abastecimiento doméstico y hotelero.
- Riego
- Abrevadero de animales.

Estos usos se ven afectados fuertemente por la contaminación hídrica aguas arriba. Entre los efectos de la contaminación en este sector de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, relacionados con los usos actuales y potenciales del agua: contaminación de las aguas marinas y degradación ambiental y estética de las playas; alejamiento de turistas, pérdida de ingresos locales y de divisas; alta incidencia relativa de enfermedades de transmisión hídrica por consumo de agua contaminada y la ingestión de productos agrícolas cultivados con sistemas de irrigación contaminados, afectación de especies marinas, disminución de la actividad pesquera y de la salud de los pescadores. En secciones posteriores de este documento se señalan datos que cuantifican parcialmente el nivel alcanzado por estos problemas.

107

3.5 LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE TÁRCOLES

Diversos estudios han documentado ampliamente que las aguas superficiales en la cuenca del Río Grande de Tárcoles presentan altos niveles de contaminación debido a las aguas residuales domésticas, los vertidos industriales y agroindustriales, y a las fuentes de contaminación no puntual provenientes de las actividades agrícolas y pecuarias (ABT, Geotecnia, 1998). La escorrentía urbana y la descomposición de desechos sólidos en botaderos clandestinos o su disposición directa a las aguas superficiales contribuyen también a la contaminación de los cuerpos de agua.

Este apartado pretende precisar las características de la contaminación hídrica en la Cuenca de interés, en lo que se refiere a las fuentes, la composición de los contaminantes, la magnitud de las descargas, sus efectos en los cuerpos de agua y ecosistemas asociados, así como en la salud humana y las actividades económicas desarrolladas en el territorio de la cuenca y su área de influencia, como es el caso del Golfo de Nicoya.

3.5.1 LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS, SU MEDICIÓN Y SUS EFECTOS

3.5.1.1. Parámetros de medición

Las mediciones efectuadas en los estudios mencionados incluyen los siguiente parámetros fisico-químicos:

108

- ▶ Caudal
- ▶ Temperatura
- ▶ pH
- ▶ Turbiedad
- ▶ Conductividad
- ▶ Oxígeno disuelto
- ▶ Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO_{5,20}); esto es, a los cinco días, a 20 C° 23
- ▶ Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- ▶ Coliformes Totales
- ▶ Nutrientes (Amonio, fósforo, nitratos)
- ▶ Sólidos totales y suspendidos

En el estudio del Instituto de Acueductos y Alcantarillado (ICCA,2000) se hicieron mediciones de metales pesados, pero en la mayoría de los casos, no se detectaron concentraciones debidos a los niveles de detección utilizados en los ensayos de laboratorio.

Algunas definiciones importantes y los criterios de estos parámetros se describen a continuación (con base en Henry y Heinke, 1999; ABT,1998).

A. OXÍGENO DISUELTO (OD)

El oxígeno disuelto (OD) es uno de los indicadores más importantes de calidad del agua, pues refleja en general la salud de los ecosistemas acuáticos. Es la medida de oxígeno soluble en el agua bajo condiciones atmosféricas normales. El nivel de oxígeno en un cuerpo de agua está determinado por la oxidación de las descargas de residuos orgánicos e inorgánicos y las interacciones con las plantas acuáticas. Esta concentración dependerá de la altitud y de la temperatura. El agua sin contaminación tiene un alto contenido de oxígeno disuelto mientras que en el agua contaminada los niveles de oxígeno disuelto disminuyen porque las bacterias lo utilizan para degradar la materia orgánica contaminante. Los efectos en la vida acuática debidos a determinada concentración de oxígeno disuelto son función, para cada especie, de su estado de madurez (larva, juvenil y adulto) y del período de duración de esta concentración. Esto dificulta el establecimiento de un número único como criterio universal de calidad del agua. Sin embargo, existe cierta unidad de criterios acerca de que se requiere alrededor de 5.0 mg/l como concentración diaria mínima promedio necesaria para que se mantenga la vida acuática. *La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) ha propuesto criterios para OD de acuerdo con sus impactos en diferentes estados de madurez de los peces. En general, se ha concluido que niveles por debajo de 4.0 mg/l empiezan a causar la muerte de peces juveniles, y por debajo de 3.0 mg/l el impacto es severo en todos los peces. Valores de OD por encima de 6.0 mg/l se han considerado apropiados para mantener una protección adecuada de la vida acuática.*

109

B. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_{5, 20}) es una medida del oxígeno consumido en la oxidación de la materia orgánica por acción bacteriana. La prueba se efectúa generalmente dejando oxidar la muestra de agua durante un periodo de 5 días (DBO_{5,20}) ²⁴en una botella de agua en la oscuridad a 20C°. Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de materia orgánica vertida en un cuerpo de agua. Se considera que las concentración de DBO no debe sobrepasar 3-5 mg/l para que la calidad del agua sea adecuada para consumo humano.

C. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

La demanda química de oxígeno mide el oxígeno consumido en la oxidación de la materia orgánica mediante la adición de un agente químico oxidante a la muestra de agua. El ensayo para determinar la DQO es relativamente corto, y para aguas residuales es preferible, debido a que en el caso de la oxidación bacteriana, la prueba de DBO es afectada por sustancias tóxicas. La relación entre la DQO y la DBO se utiliza como indicador de la biodegradabilidad de las aguas. En general, la DQO es mayor que la DBO y para factores de DQO/DBO entre 1 y 2, la materia orgánica se considera biodegradable. La DQO no diferencia entre la materia orgánica biológicamente oxidable y la no-biodegradable. *Esto quiere decir que normalmente la DBO debe ser menor que la DQO.*

110

D. COLIFORMES FECALES (CF)

El grupo de bacterias coliforme es un parámetro bacteriológico que se ha utilizado como indicador del riesgo para la salud humana al contacto con aguas contaminadas por vertidos domésticos. Este grupo de bacterias es indicativo de organismos encontrados en los intestinos de humanos y otros animales de sangre caliente. Por ejemplo, se han establecido correlaciones entre la concentración de coliformes fecales y la presencia de salmonela. Para niveles entre 1 y 200 NMP²⁵/100 ml de coliformes fecales se ha encontrado salmonela en 28% de las muestras; y para niveles de CF por encima de 1,000 NMP/100 ml la ocurrencia ha sido alrededor del 95%. Las normas para coliformes fecales varían de país a país. **El Cuadro 14** presenta algunas de estas normas para cada uso.

Cuadro N° 14. Normas para Coliformes Fecales

Uso	Concentración (NMP/100ml)	Institución/Gobierno	Referencia
Agua potable	0.0	OMS	Guías de calidad de agua potable (1984)
Recreación con contacto primario	200	Washington, D.C.	Gobierno del Distrito de Columbia (1981)
Recreación con contacto secundario	1000	Washington, D.C.	Gobierno del Distrito de Columbia (1981)
Pesca de mariscos	14	EPA, USA.	

Tomado de Abt Associates, 1998.

D. **AMONIACO**

El Amoniaco es un parámetro importante ya que en su forma libre (NH_3) es tóxico para los peces y su grado de toxicidad depende del pH del agua y la temperatura. El Amoniaco se presenta en los cuerpos de agua como resultado de la descarga directa o degradación de la materia nitrogenada de las aguas residuales. Los criterios de calidad de agua para amoniaco dependen de la cantidad de amoniaco en su forma libre, el pH y la temperatura del agua.

E. **SÓLIDOS**

Los sólidos como su nombre lo indica, miden la cantidad de partículas presentes en el agua. Estos sólidos se clasifican como **Sólidos Totales**, cuando miden el residuo que queda en una determinada muestra de agua después de haber sido secada a $102-103^\circ \text{C}$. **Los Sólidos Suspendidos miden** la cantidad de material retenido en un medio filtrante, después de filtrar cierto volumen de agua. Tanto los sólidos totales como los suspendidos se miden en miligramos /litro (mg/l).

111

F **NITRÓGENO**

Después del carbono y el oxígeno, el nitrógeno es el elemento más abundante en la materia orgánica si lo consideramos en peso. El nitrógeno está presente en los aminoácidos que forman las proteínas. Adicionalmente, el nitrógeno en forma molecular, N_2 , constituye el 79% de la atmósfera. El nitrógeno sufre varias transformaciones en la naturaleza, y la especie humana ha contribuido enormemente a mover este ciclo por la producción intensiva de fertilizantes ricos en nitrógeno, con el fin de producir alimentos con alto contenido de proteínas. El nitrógeno está presente en las aguas residuales domésticas y muchas industriales. Su remoción es compleja y sólo se obtiene por medio de procesos muy avanzados.

G. FÓSFORO

El fósforo también se encuentra presente en las aguas residuales y su descarga en los cuerpos de agua contribuye al proceso de eutroficación o fertilización de estos. Este proceso es el que lleva a la proliferación de algas en lagos y embalses, lo que conduce a problemas de olores y obstrucciones en los procesos de potabilización. La remoción del fósforo de las aguas residuales generalmente se hace por medio de procesos químicos, es costosa y constituye una fase avanzada en los procesos de tratamiento.

Para analizar los datos de monitoreo referidos a estos parámetros y obtener conclusiones acerca del nivel de contaminación de las aguas en los ríos, es necesario tomar en cuenta los umbrales críticos para estos parámetros, definidos según la calidad que se requiere mantener para diferentes usos. En la siguiente tabla (Cuadro No.15) se presentan los límites de concentración considerados permisibles para que el agua presente una calidad adecuada para su *consumo humano*, definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Environment Protection Agency (EPA) de Estados Unidos y la Agencia de Protección Ambiental de Canadá (EPAC).

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Cuadro N° 15. Límites permisibles para los parámetros de contaminación de las aguas

Parámetro	Unidad de medida	Límites permisibles (*)
Caudal	Litros por segundo (l/s)	----
Caudal	Metros Cúbicos por Segundo (m ³ /s)	----
Temperatura	C°	-----
	Miligramos por litro (mg/l)	<0,002
Carbono Orgánico Total(COT)	mg/l	---
Color Verdadero	Upt-Co	< 100
Conductividad	Us/cm	(**)
DBO5 Total	mg/l	< 4
DQO	mg/l	(***)
Fósforo (P)	mg/l	< 0,1
Nitratos	mg/l	< 100
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l	> 4
PH	Unidad	6,5 - 9
Sólidos Totales 105 C°	mg/l	< 300
Sólidos Suspendedos 105 C°	mg/l	---
Sólidos en Suspensión Sedimentables	mg/l	---
Turbiedad	UNT	< 50
Cromo	mg/l	< 0,05
Cadmio	mg/l	< 0,0002
Plomo	mg/l	< 0,05
Zinc	mg/l	< 5
Manganeso	mg/l	< 150
Cobre	mg/l	0,005
Coliformes Fecales	NMP/100ml	< 1.0 E+ ⁰³

(*) Fuentes: OMS, USAEPA, CEPA, (**) Se relaciona con sólidos totales (***) Se relaciona con DBO5. Si DQO/DBO = 1 o 2 la materia orgánica se considera biodegradable; si es mayor ya no.

Fuente: Tomado de GEOTÉCNICA, Junio 1998, obra citada.

113

3.5.2 EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES (CRGT)

El nivel de contaminación de los cuerpos de agua superficial de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles (CRGT) se ha evaluado con base en los datos originados por las campañas de monitoreo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcanta-

rillado (ICAA), en dos períodos diferentes. Por un lado la campaña de monitoreo de los años 1980-85, que sirvió de base al estudio denominado PLAMAGAM, y por otro, el programa de muestreo realizado en el período 1997-98, en el que se basó el estudio realizado por Geotécnica en 1998, también sobre el Alcantarillado Sanitario en la GAM.

Para el análisis de esta problemática se ha examinado la situación de las siguientes subcuencas de la CRGT, en las cuales se ubicaron diferentes puntos para el monitoreo de la calidad de sus aguas:

- ▶ Río María Aguilar, con recorrido de 25 Km.
- ▶ Río Tiribí, con un recorrido de 30 Km., evacúa las aguas del sector sur del Area Metropolitana de San José.
- ▶ Río Torres que recorre 25 Km, atravesando la parte norte del Área Metropolitana de San José.
- ▶ Río Bermúdez
- ▶ Río Segundo, que recorre 30 Km y desagua en el tramo medio del Río Virilla.
- ▶ Río Ciruelas, que corre paralelo al Río Segundo.
- ▶ Río Virilla, cauce principal al cual afluyen los ríos mencionados antes y que conforman la Subcuenca del Río Virilla, la cual a su vez constituye la parte alta y media de la cuenca del Río Grande de Tárcos considerada en su conjunto. El Río Virilla drena un área de 912 Km².
- ▶ Río Grande
- ▶ Río Grande de Tárcos

114

Con base en datos provenientes de catorce (14) puntos de monitoreo en los principales ríos, obtenidos durante el período Enero 97-Enero 98 (Geotécnica, 1998), se pudo determinar la situación de la calidad de las aguas, usando los parámetros indicados en el cuadro No.15 de este documento. Los resultados, con base en tres parámetros seleccionados- DBO5, Oxígeno Disuelto, Sólidos- son los siguientes, para cada uno de los ríos monitoreados. (ICAA, 2000)

RÍO MARÍA AGUILAR

- ▶ **DBO5.** En lo que se refiere a este parámetro, los datos obtenidos en el punto de muestreo indican que se situó en un rango de 10-30mg/l en la estación lluviosa y en un rango de 30-128mg/l en la estación seca²⁶. El valor promedio de este parámetro en el período de muestreo fue de 23mg/l en la estación lluviosa y de 63.75mg/l en la estación seca. Los datos indican que claramente se superan los niveles máximos permisibles para un nivel de calidad del agua adecuado para consumo humano, contacto primario (natación), contacto secundario (pesca y navegación) y para riego, y que en la estación seca la calidad de las aguas alcanza un altísimo nivel de contaminación en razón de la reducción drástica del caudal del río y el aumento de las cargas contaminantes que se experimenta en ese período del año. Si se comparan esos datos con los obtenidos por el estudio PLAMAGAM con base en datos del período 1985-90, se puede concluir que el río no ha experimentado una mejoría en las concentraciones de DBO y que tiende a mantenerse en un rango de 40-50mg/l, lo cual resulta muy alto en relación con los niveles máximos permisibles de referencia para suministro de agua a la población y para natación (Geotécnica, 1998).
- ▶ **Oxígeno Disuelto.** Este parámetro presentó valores entre 0-5mg/l en la estación seca y entre 2-8 mg/l en la estación lluviosa durante el período estudiado por PLAMAGAN. En el período Ene 97-Ene 98, esos rangos han sido, respectivamente 0-2.9 mg/l y 2.3-6.1 mg/l. En la mayor parte del año el oxígeno disuelto estuvo por debajo de 3 mg/l y los valores promedio se situaron en 1.65 mg/l en la estación seca y 4.7 mg/l en la lluviosa, por debajo del límite mínimo considerado adecuado para soportar la vida acuática, siendo especialmente crítico en la estación seca, en que se presentan valores muy cercanos a cero, lo que evidencia el altísimo nivel de contaminación que sigue presentando este río.
- ▶ **Coliformes fecales.** Los indicadores respecto de este parámetro se mantuvieron en un nivel similar en los dos períodos de muestreo, alcanzando en el más reciente estudio valores entre 1.0E+7 y 1.0E+8 NMP/100ml, lo cual supera con mucho el nivel permisible de referencia que es menor a 1.0E+3 NMP/100ml para consumo humano y para natación (ver cuadro 4).

Río TIRIBÍ

- ▶ **DBO5.** Según los datos disponibles, generados por el ICAA (2000) en dos puntos de muestreo en este río (TI-3 y TI-4), el valor promedio de este parámetro en la estación seca fue de 24mg/l y de 43mg/l en cada punto de muestreo respectivamente, y de 16.3mg/l y 27.7 mg/l en la estación lluviosa. Nótese que aún en la estación lluviosa, cuando el río tiene una mayor caudal, los niveles de contaminación son muy altos. Es notorio el mayor grado de contaminación en el punto de muestreo Ti 4, ubicado aguas abajo del lugar en que el Río Tiribí ha recibido la afluencia del Río María Aguilar, cuyas aguas como se pudo ver, presentan un nivel mucho mayor de contaminación.
- ▶ **Oxígeno Disuelto.** En lo que respecta a este parámetro, su valor promedio en la estación seca alcanzó 4,28 mg/l en el punto más contaminado (Ti 4) y presenta una condición relativamente mejor en el tramo más alto – antes de que el río reciba el aporte del Río Aguilar, con aguas muy contaminadas- aunque no ideal, donde alcanza un valor promedio en la estación seca de 6.4 mg/l. Obsérvese que supera el mínimo aceptable para soportar la vida acuática por poco margen.
- ▶ **Coliformes fecales.** El indicador correspondiente revela niveles muy altos de coliformes fecales, en relación con los límites permisibles para agua potable, natación, navegación y pesca, así como para riego, tanto en la estación seca como lluviosa. En la estación seca alcanza niveles promedio de 3.60E+06 NMP/100ml y de 1.34E+08 NMP/100ml en los puntos Ti3 y Ti 4 respectivamente, siendo que el límite máximo de referencia (consumo humano) es de solo 1.0E+03. También superan los límites admisibles para natación (Henry y Heinke, 1999)
- ▶ **Sólidos Totales.** La situación respecto a los sólidos totales no es preocupante si se considera que el límite máximo de referencia es de 300mg/l, mientras que el promedio en los puntos de monitoreo considerados en este análisis presentan niveles entre 220-300mg/l en la mayoría de los 12 meses de muestreo, notándose un incremento en la estación lluviosa en que normalmente se produce un nivel mayor de arrastre de sedimentos por las intensas lluvias que afectan la zona.

Río TORRES

- ▶ **DBO5** . Los indicadores correspondientes presentaron un valor promedio de 58.25mg/l en la estación seca y de 55mg/l en la lluviosa. Nótese que este río es de los que presenta niveles mayores de contaminación en la subcuenca del Virilla, después del María Aguilar, lo cual se explica por el hecho de que es receptor de las cargas contaminantes muy grandes de origen doméstico y de efluentes de industrias manufactureras. Esto último se ve reflejado durante todos los meses de la estación seca, cuando la relación DQO/DBO es en promedio mayor que 3, lo cual indica la presencia significativa de cargas contaminantes no biodegradables, probablemente de origen industrial. En este río, como en los demás-excepto en el María Aguilar, donde presenta cierta estabilidad en un nivel muy alto de contaminación- se manifiesta un incremento de la degradación de las aguas, medida en términos de la cantidad de DBO, respecto al período de monitoreo anterior (1985-90).
- ▶ **Oxígeno Disuelto**. El promedio de oxígeno disuelto se ubicó en 5mg/l en la estación seca y sube a 6.3/mg/l en la estación lluviosa, conservando el patrón estacional típico de toda la cuenca. Como se puede ver el promedio alcanza un nivel aceptable en relación con el límite de referencia de este estudio, pese a la alta carga contaminante recibida por el río, lo cual indicaría que este cuerpo posee una alta capacidad de auto-depuración y por otro lado que hace falta incluir más puntos de monitoreo a lo largo del río para tener una valoración más fiel de la realidad. No obstante en algunos meses este parámetro llega a estar por debajo de 4 mg/l. Considérese además que el promedio del período estaba muy cerca del límite crítico. En los tramos correspondientes a su recorrido por el municipio de San José, en los cuales recibe muchas descargas industriales, el río presenta valores por debajo o iguales a 4mg/l durante varios meses de la estación seca (ICAA-municipalidad de San José, 2001). Esto evidencia la precariedad de las condiciones para la vida acuática que presenta este cuerpo receptor. En todo caso, es claro que de mantenerse la situación actual de las descargas, pronto, este río podría descender en su nivel de oxígeno disuelto a niveles por debajo del mínimo requerido para la vida acuática, en todos sus tramos y durante períodos más prolongados.

- ▶ **Coliformes fecales.** La presencia de coliformes fecales ha aumentado en el tiempo, pasando de un rango de $1.0E+4$ - $1.0E+7$ en el período 1985-90 a un rango de $1.0E+6$ - $1.0E+8$ en 1997-98. El promedio en la estación seca fue $7.31E+07$ y en la lluviosa llegó a $8.6E+10$, siempre muy por encima de niveles aceptables.

RÍO BERMÚDEZ

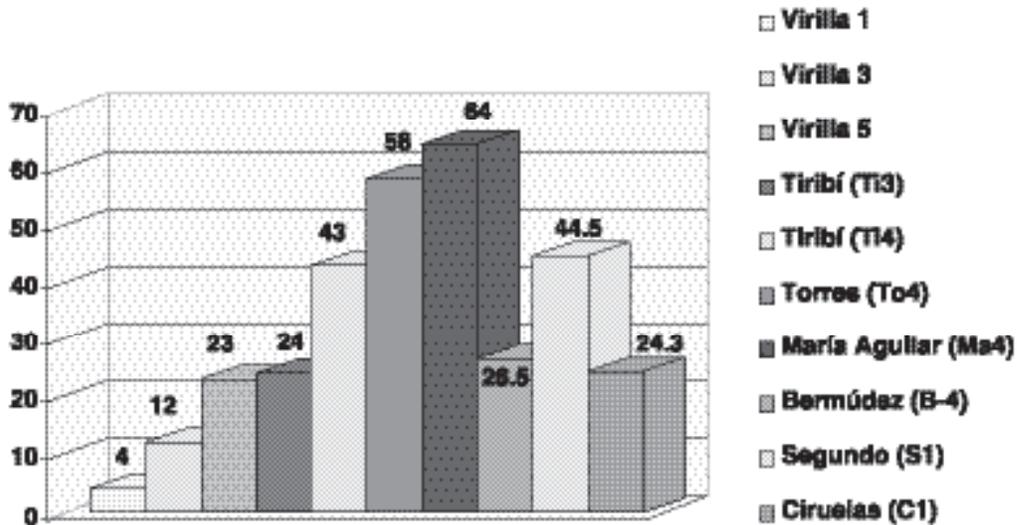
- ▶ **DBO5.** El río Bermúdez es uno de los más afectados por descargas de aguas residuales de beneficios de café, pues drena una zona intensiva en esta actividad. Pese a que esa región es donde, aparentemente, más se han percibido los beneficios del programa de mejoramiento del desempeño ambiental del café, vía convenio MINSA-ICAFFE que promueve un cambio tecnológico y el control de los efluentes en esta actividad, *los niveles de contaminación del río, en términos de la DBO siguen siendo muy altos.* En la estación seca el nivel promedio de la DBO fue, en 1997, de 26.5 mg/l en la estación seca y de 18.6 mg/l en la lluviosa.
- ▶ **Oxígeno disuelto.** Este parámetro desciende a niveles críticos durante algunos meses de la estación seca, en que se sitúa por debajo de 4 mg/l, aunque su promedio en ese período del año supera ligeramente los 5 mg/l. Se puede decir que se encuentra muy cerca del umbral crítico para la vida acuática, aunque en algunos meses claramente los traspasa en razón de la pérdida de caudal de los ríos de la subcuenca en el período de estiaje.
- ▶ **Coliformes fecales.** En relación con este aspecto, la situación del río está lejos de presentar una condición aceptable. El promedio en la estación seca fue de $1.2 E + 07$ pero hubo meses en que se registró $7.5 E + 05$ NMP por 100ml, lo cual es muy alto según las normas establecidas para calidad de agua para riego, para natación y para consumo humano.

118

Otros ríos importantes de la cuenca como el Ciruelas, el Segundo, el Grande y por supuesto el Tárcoles, este último ubicado en la parte baja (receptora) de la cuenca total, presentan también niveles de contaminación que superan claramente los límites de calidad de las corrientes de agua para diferentes usos, tales como consumo humano, riego, natación, entre otros. En el gráfico siguiente (figura 11) se sintetiza la situación de los cauces principales usando como base la concentración promedio de DBO en las aguas durante la estación seca.

Figura No. 11

**Grado de contaminación de los ríos en la Cuenca del Grande de Tárcoles
Valor Promedio de DBO5 (mg/l) en la Estación Seca. 1997**



Fuente: Elaboración propia con base en ICAA, 1997.

Obsérvese que el nivel promedio DBO5 presente en todos los ríos, excepto en el primer tramo del río Virilla (barra color celeste), sobrepasa los límites tolerables para diferentes usos del agua: el uso para riego, para natación y por supuesto para consumo personal. Los que presentan un mayor grado de contaminación, en orden descendente son: el María Aguilar, el Torres, el Segundo, el Tiribí, Ciruelas y el Bermúdez.

Sintetizando la información sobre la calidad de los cuerpos de agua superficial de la Cuenca del Río Gran de Tárcoles, se puede concluir lo siguiente (ABT, 1998):

La calidad bacteriológica de la mayoría de los cuerpos receptores en la Cuenca es mala y sus niveles impiden el uso de estos cuerpos para actividades recreativas con o sin contacto. Las concentraciones de coliformes fecales más altas, por encima de 10^7 (NMP/100ml), se encontraron en los ríos Torres, María Aguilar, Tiribí, Virilla, Segundo, Ciruelas y Bermúdez. Estos niveles de contaminación son excesivos si consideramos que normas internacionales para coliformes fecales para recreación con y sin contacto son 200NMP/100ml y 1,000NMP/100ml respectivamente.

Los niveles de oxígeno disuelto son muy bajos en algunos cauces de la cuenca del Virilla. Niveles por debajo de 4.0mg/l, que se consideran como mínimo nivel para proteger la vida acuática, fueron encontrados en varios meses de la época seca para los ríos María Aguilar, Tiribí (punto T1-4), Torres, Segundo y Bermudez. En la subcuenca del Río Grande también se han registrado niveles de oxígeno disuelto por debajo de 4.0mg/l para los cauces en las cercanías de San Ramón y Palmares debido a los efluentes de alcantarillado sanitario y el beneficiado del café. El oxígeno disuelto mejora gradualmente desde la confluencia del Río Virilla con el Río Grande hasta la zona playa del Río Tárcoles debido principalmente a las altas tasas de aireación. Sin embargo, en las proximidades de la desembocadura, donde el río baja su velocidad y presenta pendientes muy bajas, el oxígeno disuelto disminuye debido a bajas tasas de aeración y posiblemente a una alta demanda de oxígeno por material orgánico acumulado en los sedimentos, sin descender a niveles muy críticos.

120

No hay suficiente información disponible que permita hacer un análisis de la contaminación de los cuerpos receptores causada por metales pesados provenientes de la industria y escombrería urbana, y los pesticidas usados en la actividad agrícola. Sin embargo, en el monitoreo realizado por el ICAA en 1997-98 se registraron niveles detectables para metales pesados en algunos cauces de la cuenca. Adicionalmente, los estudios de investigación de la Universidad Nacional (León, 2000) han reportado concentraciones apreciables de cadmio, cobre, níquel, zinc, y plomo en frente de la desembocadura del Tárcoles

En cuanto a las aguas subterráneas en la cuenca del Río Grande de Tárcoles, el nivel de contaminación no es tan crítico como el de las aguas superficiales. Sin embargo, estudios realizados por la Universidad Nacional y el ICAA en los últimos años, han permitido detectar una tendencia creciente en las concentraciones de nitratos en las aguas subterráneas en algunos pozos y manantiales ubicados en la subcuenca del Río Virilla. Como posibles causas de este incremento en las concentraciones de nitrato, se ha señalado: a) la aplicación intensiva de fertilizantes nitrogenados en el café, b) el uso generalizado de tanques sépticos, algunos ubicados en sitios de alta permeabilidad y en densidades relativamente altas, c) la probable presencia de fugas en las tuberías de alcantarillado sanitario existente y d) el ingreso a los mantos freáticos de aguas superficiales contaminadas (ABT, 1998).

Desde el punto de vista bacteriológico, los análisis practicados en 1996 sugieren que los acuíferos más profundos del Valle Central (Colima) se encuentran en buenas condiciones, pero los acuíferos más superficiales (acuíferos de la Formación Barva) frecuentemente presentan una cantidad de coliformes totales y fecales que le confiere al agua la característica de no potable. Estudios de la Universidad Nacional han reportado cierta variabilidad en la calidad bacteriológica, particularmente en ciertos puntos del acuífero Barva, en donde el agua es satisfactoria en unos brotes, mientras que en otros pareciera haber una tendencia creciente en el contenido de coliformes, superando las normas de potabilidad. El diagnóstico de la potabilidad de las fuentes de agua subterránea para consumo humano reportó 9 pozos con mala calidad bacteriológica representando un 15% del suministro de agua potable en la cuenca.

En relación con el contenido de nitratos, en el Valle Central se ha observado que, en términos generales, la concentración de este compuesto es mayor en las partes bajas de los acuíferos más superficiales, como lo es el caso del acuífero Barva en la zona aguas abajo de los centros principales de población o de áreas dedicadas a la agricultura. En los acuíferos más profundos, como los Colima, este compuesto presenta concentraciones más bajas, por su condición de ser un acuífero menos vulnerable. SENARA/BGS (1987), encontró una muy posible influencia de la infiltración de tanques sépticos y de fertilizantes nitrogenados sobre las aguas de los acuíferos del Valle Central.

Con respecto a la calidad fisico-química, un estudio en la cuenca del río Virilla, ha determinado que, como regla general, las aguas subterráneas están dentro de los límites de potabilidad desde una perspectiva físico química, aunque esporádicamente alguna muestra se sale de ese patrón, quizá debido más a factores locales como las actividades humanas, que a condiciones propias del acuífero. Los muestreos del AyA evalúan el contenido de 20 plaguicidas organofosforados y otros elementos menores (Cadmio, Plomo y Selenio), y hasta ahora los resultados no han mostrado presencia de ninguno de éstos contaminates por encima del límite de detección de los métodos empleados (SICA-CCAD, 2000).

Como corolario de la problemática general de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca, que ha sido examinada en los apartados anteriores, se evidencia un incremento de la contaminación de los sistemas de suministro de agua po-

table a las poblaciones asentadas en este territorio. En particular, se han reportado pozos con mala calidad bacteriológica del agua, cuya suma de caudales equivalen a un 15% del total de suministro de agua potable. Un 20% del suministro de agua proveniente de manantiales y ríos también presentan mala calidad bacteriológica. Adicionalmente, cerca del 5% de las fuentes no cumplen con las normas de potabilidad para parámetros fisico-químicos. En resumen, casi un 40% de las fuentes de agua no cumplen con las normas de potabilidad debido a fuentes de contaminación urbana. Se estima que 833.000 personas en todo el país estarían recibiendo agua para su consumo sin cumplir las normas de calidad necesarias (Mora, 2001).

3.5.2.1 Las cargas contaminantes en los cuerpos de agua superficial de la CRGT: fuentes, tipos, magnitud y población equivalente

122

Con base en la campaña de muestreo realizada en 1997-98 por el Instituto de Acueductos y Alcantarillado (ICAA), fueron calculadas las cargas contaminantes presentes en los ríos de la cuenca del RGT en 11 puntos de muestreo.²⁷ En las siguientes tablas se resumen los resultados en relación con una serie seleccionada de parámetros de contaminación de las aguas:

Cuadro N° 16. Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Cargas promedio anuales por puntos de Muestreo. 1997

Puntos de Muestreo	DBO t/día	DQO t/día	Fósforo t/día	Nitrato t/día	Amonio t/día	ST t/día	Coliformes Fecales NM P/100ml/día
MA-4	4.27	13.27	0.10	1.07	0.96	28.84	8.50E+16
TI-3	3.84	11.52	0.07	2.04	0.82	38.06	9.52E+15
TI-4	12.81	39.03	0.34	3.72	2.73	93.69	1.98E+18
TO-4	12.22	23.58	0.26	2.32	1.94	61.93	4.81E+19
B-4	0.52	1.71	0.30	0.19	0.45	4.89	4.00E+14
S-1	6.42	14.48	0.20	0.69	0.23	42.85	5.16E+14
C-1	1.72	4.73	0.20	0.57	0.14	15.05	5.76E+14
GA-1	68.51	130.90	1.21	52.70	5.02	1072.51	2.97E+16
V-1	1.82	12.35	0.04	0.57	0.04	144.64	3.15E+13
V-3	3.72	9.72	0.07	2.21	0.46	74.27	3.61E+15
V-5	14.13	38.94	0.35	12.46	3.44	208.37	3.33E+16
TA-5	52.27	123.03	0.92	57.39	2.51	1111.38	7.21E+15
TA-10	20.09	53.42	0.61	15.58	3.00	536.46	7.26E+13

Cuadro N° 17. Cuenca Río Grande de Tárcoles. Cargas Promedio. Estación seca, por punto de muestreo. 1997

Puntos de Muestreo	DBO ton/día	DQO ton/día	Fósforo ton/día	Nitrato ton/día	Amonio ton/día	ST ton/día	Coliformes Fecales NMP/100ml/día
MA-4	6.30	19.82	0.15	0.00	1.50	26.26	7.08E+16
TI-3	4.45	9.12	0.07	0.00	1.26	3738	6.30E+15
TI-4	14.76	42.39	0.47	0.00	3.96	105.51	5.44E+17
TO-4	7.76	23.61	0.32	0.00	2.70	55.20	1.93E+16
B-4	0.58	1.87	0.02	0.00	0.20	4.50	6.48E+13
S-1	9.25	20.21	0.05	0.00	0.31	61.51	1.24E+14
C-1	1.56	5.09	0.02	0.00	0.21	16.95	3.29E+14
GA-1	68.5	119.51	2.25	0.00	7.99	774.71	1.04+16
V-1	0.15	14.36	0.06	0.00	0.03	257.61	8.78E+11
V-3	2.56	9.49	0.07	0.00	0.33	75.36	2.10E+15
V-5	14.69	31.74	0.34	0.00	4.67	184.94	5.09E+16
TA-5	45.68	80.86	1.40	0.00	3.28	74781	1.17E+16
TA-10	25.92	62.94	0.82	0.00	0.72	563.80	1,36E+15

Fuente: GEOTÉCNICA, 1998. Volumen II, pp.9-94

Como se puede apreciar en los datos obtenidos, el punto que presenta en la estación seca los valores más bajos para las cargas de DBO, DQO, Nitratos, Sólidos Totales, Turbiedad y coliformes fecales fue el punto B4 del Río Bermúdez. El punto siguiente que recibe menos carga de contaminantes es el punto C-1 del río Ciruelas. El río María Aguilar, presenta una reducción de las cargas contaminantes en la estación lluviosa.

Se verifica un incremento en las cargas de sólidos totales en la estación lluviosa para la mayoría de los puntos analizados. Este hecho es explicable: en una estación muy lluviosa existe mayor cantidad de materiales en suspensión provenientes de la erosión, materiales provenientes del drenaje pluvial de las áreas urbanas y por resuspensión del sedimento del cauce del río.

El río Tiribí tiene dos puntos de análisis; en el punto T1-3 se nota la influencia de los beneficios de café en la DBO5 durante la estación seca, incrementando las cargas contaminantes lanzadas a este río. El punto TI-4 también presenta esos efectos, presentando además un aumento en las cargas en razón del aporte del Río María Aguilar, que está muy contaminado, aguas arriba de este punto de

muestreo. Los valores de amonio resultaron muy elevados en ambos puntos en las dos estaciones.

Por su parte el Río Torres en el punto TO-4, se caracteriza por ser receptor de cargas de origen doméstico e industrial, y por no ser afectado por descargas de beneficios de café. La carga orgánica, medida por la DBO5 se revela como más alta en la estación lluviosa, situación que se confirmó con las mediciones de concentración y de caudal, parámetros que alcanzaron valores de 108mg/l y 2.4 m³/s respectivamente. En lo que respecta a la DQO, los datos indican que sus valores no presentan variaciones significativas en una y otra estación.

El río Bermúdez en el punto B-4 es el que presenta menos carga de DBO5 entre los todos los puntos de muestreo. Este río recibe cargas procedentes de aguas negras domésticas y de los beneficios de café , pero no registra grandes variaciones en las cargas a lo largo del período de muestreo, aunque si presenta cierto incremento en la estación seca (0.116 ton/día), presentándose un aumento sustancial de los sólidos totales en la estación lluviosa por las mismas razones expuestas antes.

124

En el Río Segundo, punto S-1, se verifica una fuerte influencia de los beneficios de café, con valores más elevados para las cargas afluentes al río. Las cargas de sólidos totales estuvieron más elevadas en la estación seca, pero los caudales fueron más elevados en esta estación. En el único análisis que presentaba un caudal más bajo para la estación lluviosa, no se realizó el examen los sólidos totales (28-4-1997).

El río Ciruelas tiene contribuciones de aguas negras y de industrias, la presencia de beneficios de café no es significativa. La variación de las cargas fue pequeña a lo largo del período de muestreo, pero en marzo se presentó un valor extremo para este punto (3ton/día de DBO 5).

3.5.3 FUENTES DE CONTAMINACIÓN

3.5.3.1. Las descargas domésticas y el sistema de Alcantarillado Sanitario

El alcantarillado sanitario de la cuenca del Tárcoles se encuentra en tres de las ciudades más importantes del área metropolitana: San José, Heredia y Alajuela. En el caso de San José, este cubre un 68% con respecto al número de servicios abastecidos con agua potable. Recoge las aguas residuales de las viviendas y de algunas industrias que están conectadas y convergen en 4 grandes colectores que descargan actualmente en los ríos María Aguilar y Tiribí, antes de la confluencia de los mismos, y en el Río Torres. Está dividido en cuatro colectores y subcolectores principales: Colector Rivera, Colector Torres, Colector María Aguilar y Colector Tiribí.

En Heredia y Alajuela se descargan las aguas negras al Río Pirro y a la Quebrada Barro que es afluente del Río Ciruelas, respectivamente. El alcantarillado sanitario de la Provincia de Heredia consiste de dos sistemas que descargan las aguas del cantón central en el Río Pirro y el otro sistema o colector Mayorga, recoge las aguas del suroeste de la ciudad y descarga las aguas en el Río Virilla.

El sistema del alcantarillado de la cuenca se encuentra en proceso de deterioro, la falta de mantenimiento preventivo y correctivo ha provocado la destrucción de puentes, canales, más la no operación de plantas de tratamiento y estaciones de bombeo, producen, en consecuencia, la descarga de aguas negras crudas en los ríos y la entrada de conexiones ilícitas del alcantarillado sanitario al alcantarillado pluvial.

Las ciudades periféricas de la Provincia de Heredia y Alajuela, entre ellas Santo Domingo, Santa Bárbara, Barva, San Joaquín de Flores y Belén, descargan sus aguas negras a través de tanques sépticos. Las empresas dedicadas a la limpieza de los tanques sépticos, disponen los lodos directamente a los ríos de la cuenca.

Otras descargas de aguas negras y residuales clandestinas ocurren a lo largo de toda la cuenca, procedentes de centros urbanos y de poblaciones rurales en donde no existe sistemas de alcantarillado sanitario y tratamiento, pero cuentan con

sistemas de tanques sépticos mal utilizados, tales como: Grecia, Naranjo, San Ramón, Palmares, Sarchí, Atenas, Orotina, San Mateo, Santiago de Puriscal, San José de Alajuela, Río Segundo, Santa Ana, Escarzú, Barva, San Rafael, San Antonio, Santa Bárbara, etc. (Ibid).

Actualmente existe el proyecto del Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) con la Empresa Consultora GEOTECNICA S.A., que consiste en la elaboración de una propuesta de manejo adecuado de las aguas residuales del Área Metropolitana, mediante la reparación, extensión y refuerzo de los sistemas en operación, principalmente de los colectores, y la construcción de las plantas de tratamiento de aguas. La propuesta se plantea para iniciar en el 2005.

En el año 2000 se determinó que las descargas de origen doméstico en los ríos de la cuenca del Tárcoles, considerando un consumo per cápita diario de agua de 180 litros y una tasa de retorno del 75%, debieron llegar a más de 93 millones de m³ de aguas residuales.²⁸

126

3.3.5.2. Descargas industriales

La principal actividad industrial que tiene influencia en la calidad de las aguas de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, es el beneficiado de café. De los beneficios de café existentes en el país, aproximadamente un 61% se ubica en la cuenca. (SICA-CCAD,2000).

Las *actividades industriales de mayor impacto en la cuenca* según orden de importancia, basado en los volúmenes de descarga y el tipo de contaminación son las siguientes:

- Industrias alimenticias
- Beneficios de café
- Industria Textil
- Industria química y petroquímica
- Curtiembres

De acuerdo a la zonificación del uso del suelo en la cuenca, las zonas industriales consolidadas se concentran en las subcuencas de los ríos Virilla, Torres y Bermú-

dez, más dos pequeñas áreas en el Tiribí y el María Aguilar. Las zonas industriales futuras se proyectan para el oeste del área urbana, sobre las subcuencas del río Ciruelas y Alajuela. Se estima que cerca de 3600 empresas grandes, medianas, pequeñas y micro, se emplazan en este territorio.

No hay disponibles medidas precisas acerca de las descargas reales de la industria a los ríos de la cuenca. Sin embargo el estudio del ICAA para fundamentar el proyecto de Alcantarillado Sanitario del GAM ya mencionado antes utilizó una muestra de 111 industrias ubicadas en la cuenca, consideradas las principales fuentes de contaminación industrial, y combinando datos de caudales de descargas y de producción de los beneficios de café proporcionados por ICAFE, con cálculos basados en la aplicación de coeficientes de concentración de contaminantes (mg/l) en los caudales de efluentes de diferentes ramas de actividad industrial, estimó la carga contaminante originada por el grupo de grandes contaminadores industriales. Con ese procedimiento se determinó que esas industrias vertían 1,368 m³ por hora de efluentes contaminantes y que la carga orgánica contaminante total, que lanzaban a los ríos, expresada en términos de DBO, en 1997 era de casi 40.000 toneladas por año. Igualmente se estimó que esas empresas depositaron en los ríos 5,500 toneladas de Nitrógeno y casi 800 toneladas de fósforo.

127

Pese a que esas cifras claramente subestiman las cargas contaminantes de origen industrial en la cuenca del Grande de Tárcoles, es evidente que esos efluentes constituyen un factor determinante de la degradación de las aguas en esta parte del territorio nacional. Así, considerando el total de las cargas potenciales de DBO en la cuenca calculadas en 1997, el estudio mencionado estimó que las 111 grandes empresas industriales eran responsables del 30% del total, siendo que las industrias manufactureras contempladas en la muestra aportaban el 11% y los beneficios de café el 19% del total, respectivamente, tal y como se muestra en el cuadro siguiente (Cuadro 18).

En el cuadro 19 se muestran las cargas contaminantes, considerando la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Nitrógeno total (N total), Fósforo total (P total), Coliformes Fecales, Sólidos Totales (ST) de la actividad doméstica y de algunas industrias de diferente tipología, para el año 1997 y una proyección hasta el 2005, según el Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Gran Área Metropolitana (Geotécnica, 1998).

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

**Cuadro N° 18. Cuenca del Río Grande de Tárcoles.
Carga orgánica contaminante según fuente. Toneladas DBO/día. 1997**

Fuente	Toneladas DBO/día	%
Población urbana	40.75	13
Población rural	14.68	5
Fuentes difusas rurales	44.08	14
Drenaje pluvial urbano	0.33	0
Actividad pecuaria	72.55	23
Residuos sólidos domésticos	48.01	15
Industrias ⁽¹⁾	34.11	11
Beneficios de café ⁽¹⁾	61.40	19
Total	315.91	100

Fuente: GEOTECNICA.1998.

(1) Solo considera a 111 industrias y beneficios de café, calificados como una muestra de grandes contaminadores.

128

Como se puede apreciar el aporte contaminante originado en los hogares es altamente significativo; corresponde al 45% de la carga total conjunta estimada en 1997 para la industria y las viviendas. En lo que respecta a las cargas industriales y agroindustriales es destacable la contaminación generada por las empresas de

Cuadro N° 19. Cargas contaminantes de diferentes actividades para el año 1997 y para el 2005. Cuenca del Río Virilla

Fuentes	Cargas contaminantes (ton/año) para 1997					Cargas contaminantes (ton/año) proyectadas para 2005				
	DBO	N total	P total	Coliformes fecales	ST	DBO	N total	P total	Coliformes fecales	ST
Doméstico	33,198.75	3,252.55	714.89	ND	ND	43,061.0	ND	ND		ND
Industria alimenticia	18,264.2	1,599.8	53.3	1.07E+17	47993.6	19,581.1	1,715.1	572	1.07E+17	51,453.9
Beneficios de café	18,223.1	469.31	0.00	0.00	18,611.84	19,536.9	503.14	0.00	0.00	19,953.75
Curtiembres	203.2	24.4	0.2	2.03E+05	162.4	217.9	26.1	0.2	2.03E+05	171.1
Textiles	2,458.8	49.2	5.9	3.93E+17	4,917.6	2,636.1	52.7	6.3	3.93E+17	5,267.7
Químicos y Petroquímicos	261.2	0.1	0.4	2.61E+02	208.9	280.0	0.1	0.4	2.61E+02	224
Otras industrias	498.2	1.0	1.4		2,056.12	533.4	0.8	0.1		2,197.21
Descarga industrial total a la cuenca	39,908.7	2,143.8	61.2		73,950.5	42,785.4	2,297.9	64.2		79,270.7
Descarga industrial y doméstica en la cuenca	73,107.7	5,396.35	776.09			85,847.1				

Fuente: GEOTECNICA.1998. Obra citada.

la industria alimentaria y los beneficios de café. En cuanto a impacto sobre el ecosistema, se estima que el beneficiado de café por ser una industria de actividad concentrada en la época seca causa mayor deterioro sobre el ambiente acuático (geotécnica, 1998).

Más recientemente, el ICAA ha realizado nuevos cálculos y proyecciones de los caudales de aguas residuales vertidas en las redes de alcantarillado sanitario del Área Metropolitana de San José, los cuales abarcan los municipios del AMSJ, más los de Ciudad Colón en el oeste (ICAA, 2001). Estos vertimientos pasan sin tratamiento previo a los ríos de la subcuenca del Virilla, en los tramos que drenan el territorio del AMSJ, esto es, solo una parte de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Con base en esos datos ha sido posible estimar la carga contaminante que se vierte a esos ríos, expresada en toneladas de DBO, DQO y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Los datos se muestran en el cuadro N° 20.

129

Las cargas calculadas para solo esta parte de la cuenca del Río Grande Tárcoles, resultan muy significativas y dan una idea bastante clara del “stress” tan severo a que están sometidos los cuerpos de agua de la subcuenca del Río Virilla.

Cuadro N° 20.
Área Metropolitana de San José. Proyecciones de carga contaminante vertida en la Subcuenca del Río Virilla (1)

Según Proyecto de Alcantarillado Sanitario del ICAA.			
Concepto	Año 2000	Año 2015	Año 2025
Caudal medio diario total (litros por día) (*)	279,504,000	419,817,600	590,716,800
Carga Contaminante Total(ton DBO/año) (**)	30,186.43	45,340.30	63,797.41
Carga Contaminante Total (Ton. De DQO/año) (***)	67,114.50	100,806.60	141,842.92
Carga Contaminante Total(Ton. de SST /año) (****)	60,372.86	90,680.60	127,594.83

(1) Se trata de las descargas contaminantes actuales y proyectadas por el ICAA, que se vierten al Alcantarillado Sanitario, de origen doméstico, industrial, comercial y por infiltración

(*) Datos de AyA. Suma de caudales de aguas residuales domésticas, industriales, comerciales y de infiltración

(**) Supone una concentración de 300mg/l de DBO con un efluente por persona al día de 180 litros

(***) Supone una concentración de 667mg/l de DQO con un efluente por persona al día de 180 litros.

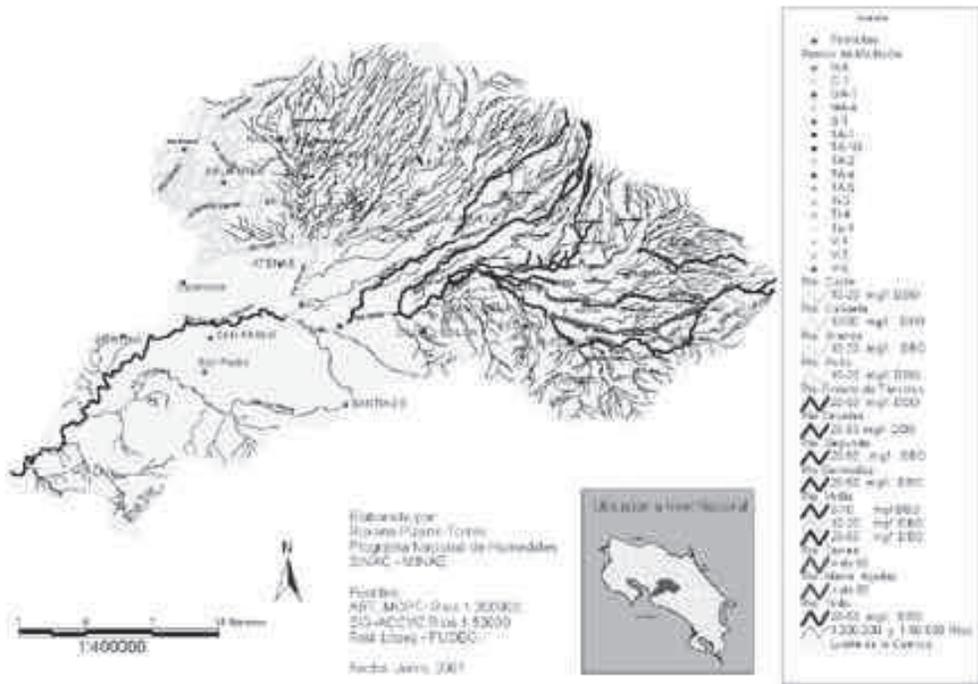
(****) Supone una concentración de 500mg/l de SST con un efluente por persona al día de 180 litros.

Fuente: ICAA. Departamento de Concesión del Proyecto de Alcantarillado Sanitario. Junio 2001.

3.5.4 CARGAS CONTAMINANTES Y ESTADO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS POR SUBCUENCAS

Con base en los datos sobre la calidad de las aguas en diversos puntos de monitoreo, es posible visualizar el estado en que se encuentran los ríos de la cuenca en diferentes ramos. Esto puede servir de base para ir perfilando un esquema de implementación descentralizada y por subcuenca o tramo, de las medidas económicas regulatorias mediante el sistema de cargos por contaminación que se proponga como resultado de este trabajo. Estos datos por tramos pueden ser útiles para la eventual determinación de metas de calidad y de reducción de las cargas contaminantes, así como para la identificación de fuentes que será necesario establecer para la aplicación del sistema de cargos. Con los datos sobre la calidad del agua en los cuerpos receptores se construyó la figura 12 que se inserta a continuación en la cual se ilustra la situación de cada tramo de la cuenca, usando como criterio de clasificación la concentración de DBO5 presente en los cuerpos de agua.

Figura N° 12.
Cuenca del Río Grande de Tárcoles
Valoración del grado de contaminación en los diferentes tramos de los Ríos, según concentración de DBO
en la estación seca, 1997



3.6 LOS DAÑOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS PRODUCIDOS POR LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES

3.6.1 LA CONTAMINACIÓN SOCAVA LA BASE DE RECURSOS NATURALES Y FRENA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL PAÍS

132

La contaminación de las aguas en la cuenca del Río Grande de Tárcoles es la causa generadora de una multiplicidad de impactos ambientales y sociales, que dañan severamente los ecosistemas de la región, amenazan en diferentes formas y grados la salud de gran parte de los habitantes del país, perjudican seriamente diversas actividades económicas importantes, socavando de esa manera las posibilidades de desarrollo económico y social del país. Esos impactos y los daños concomitantes son el fundamento que sustenta la necesidad de diseñar y aplicar políticas e instrumentos económicos efectivos orientados a revertir esos efectos y reducir en la fuente las emisiones contaminantes que los ocasionan.

En esta sección se sintetizan diversos datos, estudios e investigaciones específicos que demuestran las características cualitativas y la magnitud de los daños asociados con la contaminación de las aguas.

3.6.2 LA CONTAMINACIÓN AMENAZA LA DISPONIBILIDAD DE FUENTES Y LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE

Uno de los usos más importante del agua en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, es el abastecimiento de los hogares para el consumo humano. Los estudios han mostrado que el 64% del agua potable consumida en la Cuenca proviene de los mantos acuíferos situados dentro de su propio territorio (acuíferos Barva y Colima Superior) y el 36% restante de tomas de ríos (SICA-CCAD, 2000). Los man-

tos acuíferos mencionados están siendo amenazados en forma directa por la contaminación generada por los asentamientos humanos que se expanden sobre sus zonas de recarga, por las cargas contaminantes originadas en la actividad agropecuaria y, dado que varios tramos de los ríos de la cuenca discurren sobre áreas de recarga, por la infiltración de aguas superficiales altamente contaminadas por efluentes industriales, domésticos y agroindustriales. Se ha logrado establecer que los acuíferos más superficiales de la Cuenca del Grande de Tárcoles (los acuíferos de la formación Barva) ya han presentado en algunos muestreos, cantidades de coliformes totales y fecales superiores a las normas aceptables para agua potable. De ese modo, una agua poseedora de una alta calidad natural empieza a ser corrompida por los desechos líquidos. Las cosas podrían empeorar sustancialmente de mantenerse las tendencias actuales, a tal punto de que esas fuentes de abastecimiento futuro podrán perderse por niveles superiores de contaminación con otro tipo de sustancias presentes en los desechos líquidos domésticos y agroindustriales. Los mismos estudios mencionados en secciones anteriores han mostrado que en las partes bajas, en los acuíferos de menor profundidad se han detectado concentraciones crecientes de nitratos en los últimos años, atribuidos a los efluentes domésticos provenientes de tanques sépticos de urbanizaciones que han venido expandiéndose en partes localizadas cerca o en las áreas de recarga de los acuíferos (SICA-CCAD, 2000).

Un efecto adicional de la contaminación de las aguas superficiales es que obliga a entidades prestadoras de servicios domiciliarios de agua potable a incurrir en costos crecientes para potabilizar el agua proveniente de tomas de ríos, a efecto de ponerla en condiciones adecuadas para su consumo humano, y para darle un adecuado mantenimiento a las plantas de tratamiento potabilizadoras, pues la mayor presencia de elementos contaminantes en las fuentes de agua, produce efectos dañinos sobre equipos e instalaciones de tratamiento, reduciendo su vida útil.

3.6.3 EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN EN LA SALUD DE LAS PERSONAS

Ha sido demostrado que los brotes epidémicos de cólera, enteritis, gastroenteritis y diarreas están directamente asociados con la contaminación de las aguas o de

productos acuáticos (peces, moluscos, otros) consumidos por las personas. Igualmente, con la contaminación se asocian enfermedades de la piel y respiratorias originas en el contacto directo con las aguas en actividades como natación y pesca. También son enfermedades de transmisión hídrica la fiebre tifoidea, la hepatitis viral, la leptospirosis, salmonelosis, shigelosis, amibiasis, helmintiasis intestinal, poliomielititis, las infecciones intestinales de etiología mal definida (Chamizo y Arguedas, 1997).

Es indudable que las deficiencias exhibidas por el alcantarillado sanitario y la carencia casi absoluta de tratamiento de los efluentes provenientes de los hogares, las industrias y agroindustrias, implica el vertido de una carga contaminante muy alta en los cauces de los ríos de la cuenca. Lo anterior, aunado al hecho de que en muchas localidades en esta parte del país, esas aguas contaminadas se usan para riego, para bañarse, para pescar, para abrevar animales y para tomar agua para abastecimiento doméstico, explica en parte como se produce el encadenamiento causal que conduce a impactos actuales y potenciales de los contaminantes del agua en la salud de la mayor concentración espacial de población en el país (cerca del 50% de la población de Costa Rica vive en la Cuenca del Tárcoles- según Censo Nacional, 2001-).

134

La contaminación de las aguas sigue siendo un factor de riesgo importante para la salud de la población, pese a los innegables avances que en Costa Rica se han producido en relación con el suministro de agua potable. Así lo indican datos recientes proporcionados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (ICAA), según los cuales, solamente en el período marzo 1999- marzo 2001, se han producido en el país 22 brotes de diarrea y hepatitis, de los cuales 17 se originan en la ingestión de agua de mala calidad y han afectado a más de tres mil personas. Según el estudio del ICAA, actualmente cerca de 833.000 personas (24% de la población nacional) se encuentran en riesgo permanente de contraer diarreas causadas por agua contaminada (Mora, y Valiente, 2001). Muchos de esos brotes se han producido en áreas ubicadas dentro de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, como es el caso de Desamparados, Sta. Bárbara de Heredia, Cantón Central de Alajuela, Ciruelas, San Rafael de Alajuela, Grecia y otros (La Nación, 23 de marzo del 2001).

La correlación entre contaminación y daños a la salud en la cuenca del Tárcoles se ha revelado también al examinarse como conforme los asentamientos humanos se van localizando en municipios ubicados aguas abajo, donde los niveles de concentración de elementos contaminantes es mayor, la probabilidad de contraer enfermedades de transmisión hídrica se hace también mayor. Así, las personas que viven en los centros de población de la parte media y baja de la cuenca, tienen una probabilidad mayor en un 5% y 19% de sufrir enfermedades de transmisión hídrica, siendo la población infantil entre 0 y 14 años la más afectada, pues el 87% de los casos registrados entre 1993 y 1995 pertenecían a este grupo etáreo (Chamizo y Arguedas, 1997).

3.6.4 LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DAÑA LOS SUELOS, BAJA LA PRODUCTIVIDAD EN LA AGRICULTURA Y REDUCE LOS INGRESOS POTENCIALES DE LOS PRODUCTORES

135

Aunque no existen investigaciones comprensivas a escala de toda la cuenca del Río Grande de Tárcoles, que permitan valorar en toda su amplitud los daños provocados por la contaminación en la producción agropecuaria, algunos estudios realizados en ciertas subcuencas y micro cuencas que forman parte de este sistema hidrográfico, ofrecen la oportunidad de visualizar la gravedad y la gran magnitud de los mismos. Es así como un estudio realizado en la cuenca del Río Bermúdez - el cual forma parte de la cuenca del Grande de Tárcoles- , y que recibe la cargas contaminantes de los hogares de Heredia, de la industria y los beneficios de café de esa región- muestra como el uso de aguas tomadas de ese río para el riego de sembradíos de hortalizas y otros cultivos durante la estación seca, afecta la productividad de los terrenos irrigados, disminuyendo los rendimientos hasta en un 10% o más según el tipo de producto, e incrementa los costos de producción en porcentajes significativos debido a daños en instalaciones para riego, entre otros problemas adicionales. Esa combinación de reducción de rendimientos e incremento de costos, causada por la contaminación de las aguas del río, provocaba pérdida de beneficios potenciales para los productores que variaban entre el 19% y el 38% según el tipo de producto considerado. En la producción de tomate los beneficios obtenidos eran menores en un 19% en razón de la contaminación del agua usada para riego, mientras que en cebolla y camote se obtenían be-

neficios monetarios menores en un 21.5 y 37.6% respectivamente, lo que implica una pérdida de beneficios potenciales muy grande en cualquier actividad económica (Cordero, 1997)

Otra investigación realizada en el Río Alajuela, también parte del sistema hidrográfico de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, mostró que la contaminación de las aguas incide en forma directa y negativa sobre los cultivos y la calidad de los terrenos en que estas se usan para irrigación. Entre otros daños registrados se citan el incremento de la incidencia de enfermedades en los cultivos, la pudrición de raíces y la alcalinización de los suelos (por cambios en el pH resultantes de las cargas contaminantes vertidas en los cuerpos de agua) con su consiguiente pérdida de fertilidad. Eso repercute en costos mayores y pérdida de productividad (Pérez, 1978) Cuando se irriga por aspersión, la alta cantidad de sólidos presente en el agua contaminada afecta las hojas, perturbando procesos como la fotosíntesis, la evapotranspiración y otros. Al depositarse en el suelo dificultan la germinación de semillas y obstruyen tuberías usadas para riego (Pérez, 1978).

136

Conforme más contaminada es el agua usada en la irrigación, mayor es la disminución de la productividad. Aguas muy contaminadas pueden ocasionar bajas hasta de un 80% en la producción de tomate. *Niveles de contaminación como los típicos en el Río Alajuela hacían bajar los rendimientos hasta en un 20%* (Pérez, 1978)

Este estudio concluye que “el productor de hortalizas ve reducida su capacidad productiva en al menos el 20%, asumiendo una contaminación leve” (21 C°, ph de 7.6, OD de 7.6, DBO de 47 mg/l, DQO de 50mg/l).

3.6.5 IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN EL TURISMO

La contaminación de las aguas en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles tiene un impacto reconocible y económicamente significativo en la actividad turística. Especial incidencia tiene en la población del corredor turístico de sol y playa de Puntarenas y el Golfo de Nicoya. León Coto ha mostrado como la degradación de las aguas superficiales en los ríos de esta cuenca impacta al estuario del Golfo de Ni-

coya y las playas adyacentes, a través del arrastre de partículas sedimentables con metales pesados, el aporte de nutrientes, materia orgánica biodegradable y no biodegradable, así como de residuos sólidos de distintas características (León, 2000).

La contaminación de las aguas y las playas de Puntarenas y sus alrededores, ha provocado una disminución sustantiva de la visitación turística a este puerto, hasta hace unos años el principal destino turístico nacional. Si bien es cierto, la disminución de su atractivo como destino turístico esta vinculado al desarrollo en otras zonas de nuevos polos de atracción para el turismo de sol y playa, y al creciente interés por destinos ecoturísticos, hay evidencia *de que la percepción social de Puntarenas y sus alrededores, como sitios de aguas contaminadas y playas sucias*, es uno de los factores determinantes de su declinación como destino turístico (Castro y Jiménez, 2000).

Castro y Jiménez han estimado que la economía regional puntarenense pierde ingresos potenciales por un monto de US\$ 11.8 millones anuales (Castro y Jiménez, 2000), en razón de los turistas que dejan de visitar la región a raíz de la contaminación percibida en sus aguas costeras y playas. A eso habría que agregar los costos sociales en términos de empleos dejados de generar y otros elementos concomitantes.

137

3.6.6 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN EN LA PRODUCCIÓN PESQUERA

El Instituto de Recursos Costeros y Marinos (INRECOSMAR) ha señalado que la producción pesquera ha decrecido en un 40% en el Golfo de Nicoya durante los últimos diez años (La Nación, 17 de abril del 2001). Esta reducción de la producción pesquera es atribuida al efecto conjunto de la sobreexplotación, la contaminación de las aguas y la destrucción de los hábitats costeros. Investigadores de la Universidad Nacional, por su parte, han indicado que en los últimos 20 años la captura se ha reducido en un 52% y han estimado la pérdida de ingresos de más de 2000 pescadores artesanales del Golfo, a causa de la contaminación de las aguas, en una suma 5.1 millones de colones anuales (esto es, unos US\$15.800 al año, al tipo de cambio actual (Castro y Jiménez, 2000).

Investigadores de la Universidad Nacional, realizaron una valoración global de los costos asociados con la contaminación de las aguas debida al vertimiento de desechos líquidos y sólidos, en las cuencas que drenan hacia el Golfo de Nicoya, dentro de las cuales destaca por el alto nivel de degradación de sus aguas, la Cuenca del Río Grande Tárcoles. Utilizaron varias técnicas de valoración económica para estimar el costo de la degradación ambiental en estas cuencas, combinando análisis basados en precios de mercado con encuestas de valoración contingente y otras técnicas de no mercado. Con base en dicha valoración se estimó un costo anual de US\$ 201. 4 millones, en que debe incurrir la sociedad costarricense para afrontar las consecuencias de la contaminación hídrica originada por los desechos sólidos y el vertimiento de efluentes (Castro, Jiménez y León, 2000),

138

La investigación realizada en relación con los impactos ambientales y sociales asociados con la contaminación hídrica muestra que, a pesar de la insuficiencia de los datos y las valoraciones efectuadas, es posible establecer que la degradación de las aguas comporta un costo significativamente alto para a sociedad costarricense que frena el desarrollo económico y social del país, por lo cual se hace necesario un esfuerzo serio, de gran envergadura social y económica para revertir la situación imperante.

CAPITULO IV

Las bases legales de
un canon ambiental
para el control de la
contaminación hídrica
en Costa Rica

4.1 Contexto

Los instrumentos económicos de gestión ambiental requieren de un adecuado marco jurídico e institucional que posibiliten su ejecución y garanticen su eficacia, en este capítulo nos proponemos examinar las limitantes y posibilidades que la legislación costarricense ofrece para su aplicación. Las diversas modalidades que adoptan los agentes económicos y sociales en sus relaciones constituyen arreglos institucionales específicos, que en condiciones de vigencia de un estado social de derecho, han de sustentarse en el orden constitucional y legal imperante en el país en el cual se pretendan aplicar. Los mercados así como los diversos mecanismos de operación y regulación de las transacciones económicas y otras formas de interacción de los actores sociales e individuales, no surgen ni se desenvuelven en un vacío social, sino en el marco de un determinado sistema institucional socialmente aceptado y formalmente refrendado por el ordenamiento jurídico

141

El entorno legal donde deben ubicarse los instrumentos económicos está determinado por tres fuentes fundamentales, la Constitución Política, la legislación tributaria y la legislación ambiental; ello obliga a buscar en cada una de ellas las bases jurídicas que los pueden sustentar o que limitan su aplicación. También será necesario analizar los principios conceptuales que con relación al tema se encuentren en las tres fuentes.

Lo novedoso del tema impone restricciones iniciales, en ninguno de los tres cuerpos legales se encontrará una referencia explícita al concepto de instrumento económico de gestión ambiental (en la legislación ambiental, Ley Forestal y Ley de Biodiversidad, encontramos las referencias más cercanas, pero circunscritas al pago por servicios ambientales del bosque), lo que desde luego dificulta el análisis y obliga a la extrapolación conceptual para acercarse al tema.

Por las mismas razones apuntadas la literatura editada sobre el tema es todavía bastante escasa, no se pudo tener acceso a estudios específicos en el país sobre las bases legales de los instrumentos económicos, el tema no es sólo novedoso para la región sino que para la mayor parte de los países, lo que obligó a acudir a estudios y tratados hechos en países desarrollados.

Como enfoque general se ha adoptado el tratamiento del tema desde dos perspectivas: como parte del derecho ambiental y como factor de modulación de la doctrina tributaria, enfoque que se ha adoptado de Herrera Molina (2000), profesor de la Universidad Complutense de Madrid.

4.2 El Marco Constitucional

La incorporación a la Constitución Política de elementos ambientales vino a concretarse con la reforma del Artículo 50, Ley No. 7412 del 10 de junio de 1994, que establece:

“El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza.

142

Toda Persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado.

El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho. La ley determinará las responsabilidades y las sanciones correspondientes”

Es de destacar que esta reforma resuelve no sólo el problema de introducir preceptos ambientales en el marco Constitucional, sino que al ubicarlo en el Capítulo de Derechos y Garantías Sociales permite ligarlo con los derechos sociales y elaborar interpretaciones más ricas de sus alcances. Esta ubicación convierte el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado en un derecho fundamental de los costarricenses.

La redacción y ubicación de los preceptos ambientales en la constitución establece un ligamen estrecho entre producción y medio ambiente, lo que, desde luego, se ve reflejado en una relación similar entre economía y ecología; ello a su vez da cabida a una interpretación amplia en el sentido de que “el medio ambiente como *objeto normativo* no sólo abarca los elementos ambientales, sino los factores que los perturban y las técnicas de protección y restauración. Además el medio am-

biente se refiere a una particular relación de equilibrio entre todos estos factores” (Herrera, 2000). Esa interpretación se ve reforzada a la luz de la legitimación de las personas para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado.

La Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia de Costa Rica, ha dado suficientes elementos para adoptar esta acepción amplia; incluso antes de la reforma del Artículo 50 de la Constitución ya había establecido el derecho a un medio ambiente sano como un derecho fundamental y se había pronunciado por una visión que integra en un solo modelo de desarrollo la producción y el ambiente, al afirmar que *“el ambiente, por lo tanto, debe ser entendido como un potencial de desarrollo para utilizarlo adecuadamente, debiendo actuarse de modo integrado en sus relaciones naturales, socioculturales, tecnológicas y de orden político, ya que, en caso contrario, se degrada su productividad para el presente y el futuro y podría ponerse en riesgo el patrimonio de las generaciones venideras. Los orígenes de los problemas ambientales son complejos y corresponden a una articulación de procesos naturales y sociales en el marco del estilo de desarrollo socioeconómico que adopte el país. Por ejemplo, se producen problemas ambientales cuando las modalidades de explotación de los recursos naturales dan lugar a una degradación de los ecosistemas superior a su capacidad de regeneración, lo que conduce a que amplios sectores de la población resulten perjudicados y se genere un alto costo ambiental y social que redunde en un deterioro de la calidad de vida; pues precisamente el objetivo primordial del uso y protección del ambiente es obtener un desarrollo y evolución favorable al ser humano. La calidad ambiental es un parámetro fundamental de esa calidad de vida; otros parámetros no menos importantes son salud, alimentación, trabajo, vivienda, educación, etc., pero más importante que ello es entender que si bien el hombre tiene el derecho de hacer uso del ambiente para su propio desarrollo, también tiene el deber de protegerlo y preservarlo para el uso de las generaciones presentes y futuras” (Voto 1304-93, del 7 de setiembre de 1993)*

La Sala Constitucional en esta resolución valida claramente el modelo de desarrollo sustentable como opción del país, lo que pone en un primer plano de la política nacional las relaciones existentes entre producción y medio ambiente, para transformarlas y llevarlas a un punto de equilibrio entre ambas variables. Así, eco-

nomía y ambiente se ven, a los ojos de la doctrina constitucional costarricense, como variables interdependientes y como partes de un proceso único.

Además de lo dicho dos elementos se deben agregar al análisis; Primero, que en reiteradas ocasiones la Sala Constitucional se ha pronunciado en el sentido de que los sujetos de derecho privado están obligados a proteger el medio ambiente; al respecto, en la Sentencia 0240-92 del treinta y uno de enero de mil novecientos noventa y dos, señala: *“Con su actuación, El Ministerio recurrido no limita arbitrariamente derecho alguno, simplemente, en ejercicio de las atribuciones que la ley le otorga, obliga al recurrente a observar la normativa vigente en materia de salud, en cuanto al funcionamiento de establecimientos industriales. El ejercicio de los derechos fundamentales, como la propiedad privada y la libertad de comercio no es irrestricto, pueden y deben limitarse por razones de bienestar social. El derecho a un medio ambiente sano, a la salud e integridad física también son derechos fundamentales que el Estado está en la obligación de proteger”*. En la sentencia número 2613-96 del treinta y uno de mayo de 1996, reitera aún más este concepto, al indicar que *“No escapa a esta Sala que la Administración no sólo está facultada sino obligada a tomar las medidas necesarias a fin de evitar la contaminación ambiental y, por ello, las actuaciones de los recurridos a fin de investigar la queja interpuesta por un administrado, por la contaminación sónica supuestamente producida por el establecimiento comercial cuyo permiso sanitario de funcionamiento se solicitó renovar, están dentro de sus facultades y atribuciones. Pero también es cierto que deben actuar en forma diligente...”*. El segundo elemento destacable es, el concepto de solidaridad que se establece en el párrafo primero del artículo 50 del cuerpo constitucional, siguiendo la interpretación del González Ballar, en el sentido de que *“la redacción que originalmente tiene el artículo 50, su párrafo primero aunque muy indicativo o programático, le encontramos la referencia a los aspectos productivos pero sobre todo al límite de racionalidad o equilibrio en la repartición de la riqueza y esta la debemos entender en su sentido económico, social y ecológico”*. Lo anterior aunado a la obligación de los particulares a proteger el medio ambiente y a responder por el daño causado, da un marco adecuado para establecer que los costos de la protección ambiental deben ser asumidos por el sujeto que realiza actividades contaminantes (Herrera, 2000). Se tiene de esta manera una clara aproximación al principio, establecido en la Conferencia Mundial de Medio Ambiente, Declaración de Río 1992, de que quien contamina paga.

Por otra parte la Sala ha reconocido ampliamente la validez de los principios básicos establecidos en la Declaración de Río, entre ellos el principio precautorio: “Principio 15. *Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados, deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente*”. En la sentencia 01250-99 del diecinueve de febrero de mil novecientos noventa y nueve, recoge este principio y ahonda en él, señalando expresamente: “ *el principio rector de prevención se fundamenta en la necesidad de tomar y asumir todas las medidas precautorias para evitar o contener la posible afectación del ambiente o la salud de las personas. De esta forma, en caso de que exista riesgo de daño grave o irreversible –o una duda al respecto-, se debe adoptar una medida de precaución e inclusive posponer la actividad de que se trate. Lo anterior debido a que en materia ambiental la coacción a posteriori resulta ineficaz, por cuanto de haberse producido ya las consecuencias biológicas y socialmente nocivas, la represión podrá tener una trascendencia moral, pero difícilmente compensará los daños ocasionados al ambiente.*”

145

La resolución de la Sala Constitucional arriba citada, es clara en el sentido que opta por los instrumentos de precaución y prevención por encima de los instrumentos de compensación para restaurar el daño; de esto claramente se puede deducir que el marco constitucional opta también por soluciones que eviten la contaminación en la fuente y no al final del tubo.

En este contexto se debe plantear el diseño y aplicación de los instrumentos económicos de gestión ambiental y particularmente aquellos de carácter fiscal. Al abordar esta temática debe considerarse algunos conceptos básicos establecidos en la literatura económica y en los principios modernos de gestión ambiental sobre los instrumentos económicos.

De lo establecido puede inducirse que los instrumentos económicos de gestión ambiental están legitimados por el marco constitucional imperante en el país y que ellos serían un instrumento eficaz para concretar los principios que emanan de su Ley Suprema.

La constitucionalización de los derechos ambientales de la población, a través de la reforma del Artículo 50 del máximo cuerpo normativo del país y la resoluciones de la Sala Constitucional llevan, necesariamente, al replanteamiento de la legislación nacional y a su reinterpretación para ajustarla a los nuevos preceptos.

4.3 El marco legal ambiental

La legislación ambiental costarricense asume y concretiza muchos de los preceptos establecidos en el marco constitucional, por medio del artículo 2 de la Ley Orgánica del Ambiente, Ley 7554 del 4 de octubre de 1995, en que se establecen los siguientes principios:

146

- a) El ambiente es patrimonio común de todos los habitantes de la Nación, con las excepciones que establezcan la Constitución Política, los convenios internacionales y las leyes. El Estado y los particulares deben participar en su conservación y utilización sostenibles, que son de utilidad pública social;
- b) Todos tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente sostenible para desarrollarse.
- c) El Estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional. Asimismo, está obligado a propiciar un desarrollo económico y ambientalmente sostenible, entendido como el desarrollo que satisface las necesidades humanas básicas, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras.
- d) Quien contamine el ambiente o le ocasione daño será responsable, conforme lo establezcan las leyes de la República y los convenios internacionales vigentes.
- e) El daño ambiental constituye un delito de carácter social, pues afecta las bases de la existencia de la sociedad; económico, porque atenta contra las materias y los recursos indispensables para las actividades productivas; cultural, en tanto pone en peligro la forma de vida de las comunidades, y ético, porque atenta contra la existencia de las generaciones presentes y futuras..."

Como puede verse se reitera el principio de prevención, establece claramente el principio "quién contamina paga", la responsabilidad por el daño ambiental, el deli-

to ambiental y se pronuncia por el desarrollo sostenible. En este sentido la legislación ahonda en los principios, pero es conveniente resaltar la clara disposición del legislador a establecer el de la responsabilidad de los sujetos privados por la conservación del medio ambiente y por el daño ambiental que provoquen, ya sea este generado por acción directa u omisión.

La responsabilidad por el daño ambiental puede tener consecuencias de carácter penal o de carácter civil, esto último queda establecido en varios artículos de la legislación ambiental. El artículo 99 de la Ley Orgánica del Ambiente, en su inciso g, establece como una de las sanciones administrativas la *“imposición de las obligaciones compensatorias o estabilizadoras del ambiente o la diversidad biológica”*; en el mismo cuerpo legal, el Artículo 101, sobre la responsabilidad de los infractores establece que *“los causantes de las infracciones a la presente ley o a las que regulan la protección del ambiente y la diversidad biológica, sean personas físicas o jurídicas, serán civil y solidariamente responsables por los daños y perjuicios causados”*, lo que refleja claramente la responsabilidad civil por el daño causado.

147

En relación con el daño ambiental, el Reglamento de la Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, No. 25903 -MINAE-MOPT, establece en su Art. 1, literal “b)” que el COSTO AMBIENTAL *“es cualquier afectación del ambiente que puede ser determinada por el daño causado, o por el costo que se debe incurrir para evitarlo”*; en la literal “i)” establece que el SERVICIO AL COSTO es el principio que determina la forma de fijar las tarifas y los precios de los servicios públicos, de manera que se contemplen únicamente los costos necesarios para prestar el servicio, entendiendo por costos aquellos que permitan una retribución competitiva, que incluyen los ambientales, y garanticen el adecuado desarrollo de la actividad en forma sostenible, de conformidad con el Art. 31 de la Ley”.

Aunque el reglamento no hace una referencia explícita a los instrumentos económicos, sí da pie para que a través del costo ambiental puedan generarse como una forma de resarcir el daño causado.

Teniendo establecidos el principio precautorio, el principio “quién contamina paga” y la responsabilidad civil por el daño causado, es clara la voluntad del legislador de

que en los instrumentos de gestión ambiental se contemplen aquellos que posibiliten a la sociedad resarcir el daño ambiental que provocan los sujetos privados por la contaminación de sus procesos de producción y consumo.

Las bases jurídicas para sustentar los instrumentos económicos están dadas en la legislación costarricense. Además, en el caso de instrumentos para prevenir la contaminación de las aguas, que es el de interés en este estudio, debe tenerse en cuenta otro importante hecho: el agua en el país es de dominio y propiedad pública.

El dominio público se caracteriza, porque la titularidad de los bienes corresponde a una persona jurídico-pública (Puig, 1976), en este caso, al Estado, en razón de que son bienes que satisfacen la necesidades colectivas, esto es, que procuran de forma directa una satisfacción a la colectividad, y porque “existe un interés generalizado en el uso que de la cosa se haga, y un régimen especial para su uso” (Collin y Capitant, citado por Puig, 1976).

148

Tal condición del agua es definida taxativamente en el Art. 50 de la Ley Orgánica del Ambiente, el cual establece que el agua es de dominio público, y que su conservación y uso sostenible son de interés social²⁹.

En el artículo 51 de la misma Ley se dan los siguientes criterios para la conservación y el uso sostenible del agua:

- a) proteger, conservar y, en lo posible, recuperar los ecosistemas acuáticos y los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico.
- b) Proteger los ecosistemas que permitan regular el régimen hídrico
- c) Mantener el equilibrio del sistema agua, protegiendo cada uno de los componentes de las cuencas hidrográficas.

Y el artículo 52 de la misma ley obliga a aplicar estos criterios “en el otorgamiento de concesiones y permisos para aprovechar cualquier componente del régimen hídrico” y en “la operación y la administración de sistemas de agua potable, la recolección, la evacuación y la disposición final de aguas residuales o de desecho, que sirvan a centros de población e industriales”.

El Estado, de acuerdo a esta normativa, está obligado a proteger y a recuperar los ecosistemas acuáticos, aunque esto último se matiza con la frase en la medida de lo posible, y obliga al uso de estos principios en los sistemas de recolección, evacuación y disposición final de aguas residuales.

Si se pone un poco de atención en las cargas contaminantes que se lanzan a los ríos, es fácil notar que los cuerpos de agua están siendo usados, por los sujetos contaminantes, para recolectar, evacuar y como medio de disposición final de sus aguas residuales. Ahora bien este sistema natural de tratamiento de aguas residuales, no es operado o administrado por una institución específica, pero al tratarse del uso de un bien público, el Estado tiene obligación de aplicar estos principios legales y por ello a determinar el ente público responsable de la administración de los cuerpos de agua, entendiendo que en el sistema de administración deben contemplarse las acciones necesarias que garanticen la aplicación concreta de los principios consignados en el artículo 51 de la ley Orgánica del Ambiente. Esta responsabilidad en concreto la tiene el Ministerio de Ambiente y Energía, pero no la asume.

Siguiendo el razonamiento anterior estamos en presencia de un uso de un bien de dominio público, lo que hace valedero el establecimiento de un canon de aprovechamiento o uso. De acuerdo con el artículo 263 del Código Civil “el modo de usar y aprovecharse de las cosas públicas se rige por los respectivos reglamentos administrativos”; la Sala Constitucional refiriéndose al concepto de canon señaló: “ no puede definirse el mismo como un tributo sino que es un precio que se paga por una contraprestación ajena a los servicios que debe prestar el Estado. La fijación de esa cuota no se dirige a la generalidad... el Estado lo que otorga es un permiso de uso”, por tanto el marco legal vigente señala que el establecimiento de cánones no es materia de reserva de ley. Por lo dicho se sustenta jurídicamente la creación de un canon que parte del reconocimiento del agua como un bien demanial que requiere de un permiso de uso para sus distintos tipos de aprovechamiento, entre ellos el vertimiento de sustancias contaminantes, pero que además de su uso contempla también el costo social y ambiental que provocan tales vertidos.

4.4 El marco jurídico-tributario

El Código de Normas y Procedimientos Tributarios es anterior al establecimiento de los derechos ambientales en la Constitución Política y de las principales leyes ambientales, por lo que no es de extrañar que en el no se hayan incorporado conceptos ambientales.

La normativa jurídica-tributaria costarricense clasifica los tributos en: impuestos, tasas y contribuciones especiales, y los define de la siguiente manera:

El Impuesto es el tributo que tiene como hecho generador, una actividad estatal general no relacionada concretamente con el contribuyente (Art. 4 del Código Tributario de Costa Rica, Ley 4755 y sus reformas)

150

La Tasa *“es el tributo cuya obligación tiene como hecho generador la prestación efectiva o potencial de un servicio público individualizado en el contribuyente; y cuyo producto no debe tener un destino ajeno al servicio que constituye la razón de ser de la obligación.”* (art. 4 de Ley 4755, Código Tributario de Costa Rica)

La contribución especial es el tributo cuya obligación tiene como hecho generador beneficios derivados de la realización de obras públicas o de actividades estatales, ejercidas en forma descentralizada o no; y cuyo producto no debe tener un destino un destino ajeno a la financiación de las obras o las actividades que constituyen la razón de ser de la obligación.

Ninguna de las figuras impositivas contempladas en el código tributario es ajustable a los conceptos de servicios ambientales que se han desarrollado en la normativa ambiental, ni al de canon ambiental que hemos venido sustentando, por tanto puede deducirse válidamente que el canon por vertidos contaminantes no es sujeto a esta legislación.

CAPÍTULO V

Un modelo de canon
ambiental por vertidos
para Costa Rica

5.1 Introducción

La presente investigación tiene como objetivo evaluar y seleccionar opciones de instrumentos económicos de política ambiental, aplicables al control de la contaminación hídrica en Costa Rica, basándose para ello en la cuenca del Río Grande de Tárcoles, como caso de referencia para modelar la arquitectura del instrumento que se proponga.

Las dos opciones de instrumento económico que se consideran son:

- a. un sistema de cargos por contaminación hídrica originada en el vertimiento de desechos líquidos a los cuerpos de agua.
- b. Un sistema de permisos negociables de descarga.

Con base en el análisis de la teoría y la experiencia, así como del marco legal, institucional y cultural del país, se descarto la opción de un sistema de permisos negociables de descarga. Básicamente se concluyó que un sistema de este tipo enfrenta, en las condiciones actuales del desarrollo del país un conjunto muy grande de obstáculos muy difíciles de superar en el corto y mediano plazo. Por un lado, no existe en el país una base jurídica apropiada para el funcionamiento de un mecanismo como este, lo cual obligaría a generar nueva legislación, con las consiguientes dificultades e incertidumbres derivadas de su tramitación legislativa. Los requerimientos institucionales para regular y monitorear eventuales transacciones de permisos, registrar transacciones y aplicar normas del sistema, son muy altos e implicarían la creación de instancias totalmente nuevas y costosas. El nivel de desarrollo de la "cultura" ambiental del país, la reticencia que genera la creación de este tipo de mercados en sectores importantes de la comunidad ambientalista y nacional, generaría niveles bajos de aceptabilidad social y condicionaría un alto grado de incertidumbre acerca de la viabilidad política de su implementación. El resultado podría ser la posposición de la aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental, lo cual implicaría un factor de retraso en su modernización. Finalmente, dada la situación existente y las tendencias visibles en cuanto a las asignaciones presupuestarias centralizadas a las entidades responsables de la control y protección de la calidad del medio ambiente, se considera preferible en este ca-

so un instrumento que, además de ser un mecanismo incentivador de la reducción de la contaminación y un medio costo-efectivo de control de esta, posea también una significativa capacidad de generar recursos para fortalecer la gestión ambiental pública en relación con los recursos hídricos. Si bien un sistema de permisos negociables comparte con un cargo por vertidos las dos primeras características, no posee potencial muy grande en cuanto a la generación de recursos; incluso puede ser que por sus altos requerimientos administrativos y regulatorios, sea una fuente de incremento de los gastos netos de las entidades responsables.

En ese marco se recomienda la creación de un sistema de cargos por efluentes, bajo la denominación de "Canon Ambiental por Vertidos". La recomendación de un canon por el vertido de efluentes contaminantes, se fundamenta en que, dadas las características de la contaminación de las aguas en la cuenca de referencia- la cuenca más urbanizada del país – este instrumento cuenta con el potencial necesario para avanzar en la reversión de la degradación de las aguas, en una forma más efectiva, menos costosa para las sociedad costarricense, y compatible con los esfuerzos nacionales para integrar la política ambiental y la política de fomento de la productividad y competitividad de su base económica, bajo el concepto del desarrollo sustentable. Los instrumentos de regulación directa que hasta ahora han sido empleados para afrontar el control de la contaminación hídrica presentan muchas limitaciones en términos de eficacia y costo, como ya se ha dicho en los capítulos anteriores.

154

Se ha decidido recomendar como figura jurídica-tributaria para el cargo por contaminación, la del canon ambiental, y no la del impuesto, tanto por razones de índole conceptual como de carácter práctico. Sobre las primeras ya se ahondó en capítulos anteriores

En cuanto a las razones prácticas, es muy importante el hecho de que los recursos originados en la aplicación de tasas o cánones, son de aplicación específica en función del servicio o recurso de dominio público con que están asociados; por lo tanto pueden ser manejados por las entidades especializadas responsables de la gestión del servicio o recurso dado, en este caso las autoridades ambientales. En el caso de los impuestos, aunque pueden establecerse algunos con destino específico, lo cierto es que por definición, su imposición no está asociada con nin-

guna contraprestación específica y en general tienen como fin financiar la actividad general del Gobierno. Obligatoria­mente los recursos originados en impuestos, incluso aquellos en que la ley prevé un destino específico, van a la caja única del Estado, y es el Gobierno quien planifica su asignación por la vía del proyecto de ley de presupuesto general de la República, que anualmente se somete a consideración de la Asamblea Legislativa. De ese modo, no existe garantía, de que incluso los recursos de un impuesto con fines ambientales específicos se transfiera a las autoridades correspondientes para atender los propósitos previstos en la ley que lo crea. Por lo demás, existe una tendencia cada vez más fuerte, en la política fiscal del país, orientada a evitar la creación de nuevos impuestos con fines específicos, e incluso a eliminar o modificar algunos de los existentes, bajo la argumentación de que le confieren mucha rigidez a la estructura del gasto público y le restan capacidad de maniobra al Gobierno en la planificación del uso de los recursos públicos, conforme con las cambiantes prioridades de desarrollo nacional.

5.2 Los parámetros básicos del instrumento económico propuesto

El instrumento económico propuesto en este documento implica un cambio fundamental con respecto al enfoque de regulación convencional. Lo nuevo es que se pasa de un enfoque de regulación centrado en el control individual de los vertimientos, *al control de los vertidos agregados en el ámbito de una cuenca, subcuenca o tramo de cuenca*, en función de lograr determinados niveles de calidad del recurso hídrico, proteger los ecosistemas acuáticos y la salud, y asegurar otros usos socialmente útiles del agua corriente abajo.

De esa forma se pasa a establecer metas de reducción de vertimientos – lo que implica determinar de hecho un límite de vertidos total por cuenca- combinado con la aplicación de un cobro a cada fuente puntual individual de efluentes, por cada unidad de carga vertida a los cuerpos de agua, permitiendo que cada fuente determine cuánto y como reduce sus descargas, con base en sus diferentes estructuras de costos.

En las secciones siguientes se explica en detalle como se aplican este y otros conceptos, en el diseño del canon por vertidos que se plantea en este documento.

5.2.1 LA FIJACIÓN DE METAS Y LA BASE ESPACIAL PARA APLICAR LA TASA POR CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA

Con base en las consideraciones establecidas en el apartado 2.3.2.1, para el caso de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, se seleccionaron un conjunto de subcuencas y tramos de cuenca, como *zonas de control* de la contaminación, con miras a la aplicación del cargo por contaminación. En este caso concreto, los criterios empleados para delimitarlas fueron los siguientes:

156

- a) La existencia de estaciones de monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua en diversos puntos de los cauces principales de la cuenca, establecidos por el Instituto de Acueductos y Alcantarillado (AyA) y por la CNFL. Esas estaciones delimitan tramos de los ríos como sectores de control que abarcan varias microcuencas que drenan hacia los cauces principales sobre los que se establecen los puntos de monitoreo. Se estimó que es una buena base de partida para delimitar los tramos para efectos de la aplicación del cargo (tasa o canon) por contaminación, aunque en algunos casos las zonas de control se ampliaron e incluyen 1 o más de los actuales puntos de control de AyA.
- b) La delimitación de las subcuencas principales que integran la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Se correlacionó el área de las subcuencas y la ubicación de los puntos de monitoreo indicados en el punto anterior. Se trató que las zonas de control para la aplicación del cargo (tasa o canon) por contaminación coincidieran con una subcuenca o un grupo de microcuencas de una subcuenca.
- c) La homogeneidad de las áreas. Las zonas de control constituyan áreas relativamente homogéneas por los usos predominantes de la tierra, las características de las actividades económicas y la población que albergan.
- d) La diferenciación del nivel de contaminación de las aguas entre las zonas delimitadas.
- e) Los usos del agua tanto dentro de la zona de control, como corriente abajo de la estación de monitoreo de "salida" de la misma.

- f) Que el número de zonas de control resultante sea suficientemente grande como para reflejar la diferenciación de áreas relativamente homogéneas, pero sin que alcance una cantidad excesiva que complique en demasía la gestión del cargo (tasa o canon): manejo de mucha diversidad de metas de reducción, excesiva cantidad de negociaciones, sistemas distintos de facturación, etc.

El análisis integrado de esos criterios permitió establecer un conjunto indicativo de zonas de control, a efecto de que se pueda visualizar la forma de implementación de la tasa o canon a lo largo y ancho de la cuenca del Río Grande Tárcoles, y los requerimientos en términos de capacidad de gestión que plantea la puesta en marcha del sistema. Esa delimitación preliminar también facilitará el proceso de identificación de actores institucionales, municipales, empresariales y de la sociedad civil, que será necesario involucrar en los procesos de negociación / concertación de metas de reducción de las cargas contaminantes vertidas en cada *zona de control*. Se trata de un conjunto indicativo que podrá ser precisado durante la fase de implementación de la tasa o canon, cuando ya esté claro cual o cuales entidades serán las responsables de la gestión del sistema.

157

En el cuadro No. 21 se indican las áreas que se propone delimitar para determinar metas de reducción de los vertidos y aplicar la tasa por contaminación.

Cuadro N°. 21.
Cuenca del Río Grande de Técoles. Delimitación de Zonas de Control de la Contaminación por Efluentes
-Por subcuenca o tramo de cuenca-

Zona de Control	Delimitación(*)	Usos de la tierra y actividades económicas principales	Nivel de contaminación actual(**)	Usos del recurso hídrico en el tramo y aguas abajo	Municipios con jurisdicción en la zona
Vírrilla 1	Desde la naciente hasta punto de monitoreo V1, según nomenclatura de AyA	- Uso agrícola y pecuario - Uso residencial	0-10 mg/(DBO)	- Tomas de río para agua potable - Pozos - Agrícola - Uso en lechería - Uso recreativo - Uso en beneficios de café	Coronado, Miravia y Gicochocha
Vírrilla 2	Desde el punto V1 hasta punto Plama-Vírrilla 1 (+)	- Predominantemente urbano - Asentamientos humanos y actividad comercial y de servicios	Un tramo entre 10-20 y otro tramo entre 20-50mg/ DBO	- Uso agro industrial - Pozos y tomas de río para agua potable - Uso en beneficios de café - Potencial de uso recreativo	Santo Domingo Heredia, Belén, Tibás, San José
Zona de Control 2 (Vírrilla 2)	Desde el punto V1 hasta punto V5 (antes de la confluencia con el Río Torres y Tírbí)	- Ibidem	20-50 mg/ DBO	- Uso agrícola - Potencial recreativo	Belén, Tibás, San José, Santa Ana
Río Torres	Desde la naciente del Río Torres, hasta el punto de Monitoreo To-4, inmediatamente antes de su confluencia con el Río Vírrilla	- Usos urbanos - Asentamientos humanos, actividad comercial, de servicios e industrial	50mg/ de DBO	- Uso industrial - Potencial uso recreativo	La Unión Gicochocha Tibás Montes de Oca San José
María Aguilar	Desde la naciente del Río Ma. Aguilar, hasta el punto inmediatamente antes de su confluencia con el Río Tírbí	- Ibidem	50mg/ de DBO	- Pozos para agua potable - Manantiales para agua potable (parte alta)	La Unión Curridabat Montes de Oca San José
Río Tírbí 1	Desde la naciente del Río Tírbí hasta inmediatamente antes del punto de confluencia con el Río María Aguilar	- Uso agropecuario - Usos urbanos - Uso residencial intenso en partes más bajas	20-50 mg/ DBO	- Pozos para agua potable - Manantiales para agua potable - Potencial uso recreativo - Uso agroindustrial - Uso industrial	La Unión Desamparados San José Escazú

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Cuadro 20 Continúa

Tirichí 2	Desde el punto TI-4 (punto de confluencia con el río María Aguilar) hasta inmediatamente antes del punto V5 (confluencia con el Río Virilla)	- Usos urbanos - Actividad industrial, comercial y uso residencial de alta densidad	20-50 mg/l DBO	- Uso agroindustrial - Uso industrial - Potencial uso recreativo	San José Alajuela Escazú
Bermúdez 1 (agregar otro de confluencia con Virilla 1a-1)	Desde la riente del Río Bermúdez hasta el punto 1a-1, antes de la confluencia con el Río Virilla	- Agricultura - Agroindustria - Asentamientos humanos urbanos y semiurbanos - Actividad comercial, de servicios e industrial	20-50 mg/l DBO	- Riego - Tomas de río para agua potable - Pozos para agua potable (muchos) - Uso agroindustrial - Uso agropecuario	Barva San Rafael San Isidro San Pablo Heredia Belén
Río Segundo	Desde su nacimiento hasta antes de su confluencia con el Río Virilla (trabaja la Subcuenca)	- Usos agrícolas en su parte alta - Usos urbanos en parte media y baja - Actividad agroindustrial e industrial	20-50mg/l DBO	- Riego, Agropecuario, Agroindustrial - Manantiales y pozos para agua potable - Uso industrial	Santa Bárbara, Barva, San Rafael, Flores, Belén, Heredia
Cruceles	Toda la subcuenca, hasta antes de la confluencia con el Río Virilla	- Uso agrícola y agroindustrial - Asentamientos humanos y actividad comercial e industrial	20-50 mg/l DBO	- Riego, Agropecuario, Agroindustrial - Manantiales y pozos para agua potable	Santa Bárbara, Barva, Alajuela
Alajuela	Toda la subcuenca, hasta antes de la confluencia con el Río Frías	- Uso agrícola y agroindustrial		- Riego, Agropecuario, Agroindustrial - Manantiales para agua potable	Alajuela
Pérez	Toda la subcuenca, hasta antes de la confluencia con el Río Grande	- Uso agrícola - Asentamientos humanos semiurbanos y urbanos	10-20 mg/l DBO	- Riego, Agrícola (flores) y pecuario, agroindustrial, - Manantiales para agua potable	Pérez Alajuela Grecia
Grande	Toda la subcuenca, desde el punto de monitoreo G2 hasta antes de la confluencia con el Río Virilla (se sugiere delimitar otro)	- Uso agrícola - Asentamientos humanos urbanos y semiurbanos	10-20 mg/l DBO	Riego agrícola, Agroindustrial Manantiales para agua potable, Uso recreativo	San Ramón, Palmares Marano, Valverde Yega Atenas, Grecia
Tarcoles	Toda la subcuenca, desde el punto de monitoreo T5 hasta el T4/U	- Uso agrícola y ganadero - Asentamientos humanos urbanos y semiurbanos - Servicios Turísticos	20-50 mg/l DBO	Riego, Agrícola, pecuario, Uso recreativo Uso turístico	Atenas, Mira Turubares, Orotina San Mateo, Garabito

(*) La denominación de los puntos de monitoreo corresponde a la nomenclatura usada por AYA. (**) Los indicadores de contaminación corresponden a los elaborados para el Estudio de Impacto Ambiental del Área Metropolitana, realizado por GEOTECNICA, con base en datos de AYA, para la estación seca de 1997 y 1998. (+) El punto Plano-Virilla 1 es un punto de monitoreo que forma parte del sistema de monitoreo establecido por el Plan de Manejo de la Cuenca del Río Virilla, generado por la Comisión Nacional de Fuerza y Luz. En este caso, en un taller técnico de consulta realizada por el proyecto objeto de este informe, se consideró armenamiento utilizado.

Figura N°. 13. Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Zonas de Control de la Contaminación



5.2.2 LA SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN PARA APLICAR EL CANON AMBIENTAL

Un elemento muy importante del instrumento económico que se propone para el control de la contaminación hídrica –un canon por unidad de carga contaminante vertida– lo constituye la selección de los parámetros de contaminación sobre los cuales se aplicará el instrumento. Para resolver este aspecto, se ha partido de las características de la contaminación de las aguas en la cuenca objeto de estudio, en relación con la composición y magnitud de las cargas contaminantes, el peso y la incidencia relativos de sus diferentes tipos en la degradación de la calidad de los recursos hídricos y en la salud humana y ecosistémica. También se tomaron en consideración los costos implicados en la remoción de las diferentes cargas contaminantes y su factibilidad técnica

El análisis de la magnitud y el origen de las descargas contaminantes, así como de la calidad del agua en los cuerpos receptores, permitió establecer que las fuentes principales de la contaminación en la Cuenca del Tárcoles son los efluentes domésticos, industriales y agroindustriales. Los vertimientos de esas fuentes implican cargas contaminantes orgánicas biodegradables y no biodegradables, cargas inorgánicas diversas, cantidades significativas de sólidos y nutrientes, y metales pesados. Sin embargo, dados los deficiencias de las campañas de monitoreo no fue posible establecer adecuadamente la presencia de metales pesados.

En esas condiciones, la selección de un conjunto reducido de parámetros para aplicar los cobros por contaminación, suele ser controversial entre técnicos de agencias reguladoras y representantes ambientalistas, pues estos sectores normalmente tienden a plantearse metas de descontaminación muy amplias, en el afán de lograr la recuperación de los cuerpos de agua, hasta llevarlos a condiciones óptimas de calidad, en períodos muy cortos y sin ponderar siempre el lado de los costos de descontaminación y de implementación de una tasa o canon por contaminación hídrica. En talleres realizados en el marco de la presente investigación, con técnicos y especialistas de diferentes entidades públicas, centros de enseñanza e investigación públicos y privados, ONGs, entre otras, se formularon varias opciones al respecto. Una de ellas contempló una suerte de índice compuesto de contaminación integrado con todos los parámetros de contaminación –excepto temperatura y turbiedad– que se aplicaría en todas las zonas de control y asumiría un valor diferente según la presencia relativa de cada contaminante en la zona correspondiente. El atractivo de esta formulación radica en su integridad –contempla todos los parámetros– y en su flexibilidad aparente y su capacidad de reflejar las diferencias de los diferentes zonas según el diferente nivel de contaminación medido en diferentes parámetros –las cargas de cada parámetro variarían, y por lo tanto el monto total a pagar por los vertimientos totales en cada zona de control.

No obstante, el análisis de la propuesta anterior puso de relieve una serie de desventajas inherentes a la misma, en razón de la complejidad que le imprime al instrumento económico. Tal enfoque supone establecer tantas metas de reducción y tarifas como parámetros se incluyan en el índice; las dificultades y costos de monitoreo se incrementan a tal grado que superarían la capacidad actual y potencial de las autoridades ambientales en ese campo; la política de cobro simultáneo de todo tipo de cargas en un mismo período implicaría costos muy altos para los agentes emisores, y consecuentemente, generaría una confrontación inmediata y fuerte entre estos y las autoridades, creando un clima socio-político muy poco propicio para la implementación de cualquier instrumento económico de control de la contaminación hídrica. Tal pretensión de simultaneidad, contradiría el principio de gradualidad que preside el enfoque adecuado para implementar instrumentos económicos, cuya razón de ser es reflejar en el instrumento económico la necesidad de los diversos agentes económicos de contar con un tiempo razonablemente largo para ajustar sus decisiones y planes de inversión a los nuevos requerimientos

ambientales derivados de la imposición de la tasa. No considerar este período de ajuste podría colocar a aquellos agentes con mayores costos inmediatos de descontaminación en una situación difícil de afrontar en términos de su capacidad competitiva en el corto plazo.

Tomado en cuenta todo lo anterior, se considera conveniente concentrar el esfuerzo regulatorio mediante un instrumento económico, en un conjunto reducido de parámetros de contaminación hídrica, que cumplan las siguientes condiciones:

- a. Que reflejen adecuadamente las características fundamentales de las cargas contaminantes vertidas en la cuenca.
- b. Que sean fáciles de monitorear con medios técnicos disponibles y accesibles en el país.
- c. Que la remoción de la carga contaminante expresada por medio de esos parámetros, implique un mejoramiento sustantivo de la calidad de los cuerpos receptores.
- d. Que su remoción sea técnicamente factible a un costo razonable.
- e. Que el nivel de riesgo para población local y/o regional, asociado con esas cargas contaminantes sea relativamente tolerable en el período de cumplimiento considerado.

162

En esas condiciones, se recomienda seleccionar dos parámetros, para una primera fase de aplicación de la tasa o canon ambiental por contaminación de las aguas, en torno a los cuales existe consenso de que satisfacen las condiciones expuestas anteriormente: *la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendedos Totales (SST)*.

La DQO refleja tanto la carga orgánica contaminante degradable por oxidación a través de medios biológicos, originada tanto en los hogares como en actividades industriales y de servicios, como también la carga orgánica solo degradable por oxidación mediante elementos químicos, principalmente originada por la actividad industrial y agroindustrial. Presenta facilidades de monitoreo, mayor confiabilidad de los análisis de laboratorio y costos relativamente más bajos que los asociados con el monitoreo de otros parámetros. Existe consenso entre gestores ambientales y especialistas en ciencias ambientales, de que su remoción implicaría un me-

joramiento rápido, reconocible y significativo de la calidad de los cuerpos de agua receptores.

Los SST por su parte, comparten las características de facilidad de monitoreo y significancia relativa en cuanto a la mejoría de la calidad de las aguas, además de que su remoción encierra ventajas colaterales, pues permite remover simultáneamente otros contaminantes no expresamente seleccionados para control vía cargos por contaminación, incluyendo la remoción parcial de metales pesados (Castro L., 2001).

5.2.3 LA DETERMINACIÓN DE METAS DE REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y EL PLAZO DE CUMPLIMIENTO ASOCIADOS CON EL CANON AMBIENTAL EN CADA ZONA DE CONTROL

163

El cobro por el vertido de efluentes contaminantes, por medio de un instrumento económico –un canon ambiental– aplicando un monto por kilogramo de DQO y SST, tiene como propósito fundamental brindar a los agentes contaminadores una señal de precio, que los incentive a reducir sus descargas con el fin de minimizar sus costos y mejorar su competitividad, favoreciendo de ese modo una mejoría de su desempeño ambiental. De esa forma se pretende avanzar hacia el logro de niveles superiores de calidad ambiental al mínimo costo social posible. Por esa razón, la aplicación del instrumento carecería de sentido si no está vinculada con una meta ambiental determinada. En este caso, las metas se establecen para cada una de las subcuencas o tramos de cuenca que conforman *las zonas de control* de la contaminación indicadas en la sección 5.2.1 de este documento.

Las metas se expresan en términos de una cantidad o porcentaje de reducción de las cargas contaminantes totales- en el presente caso se trata de cargas de DQO y SST en kilogramos- vertidas en cada zona de control por todas las fuentes puntuales identificadas, *a partir de una línea base de referencia* establecida por la autoridad ambiental correspondiente y concertada con las fuentes que serán reguladas.

El establecimiento de metas *por subcuenca o zona de control de la contaminación de las aguas, junto con un plazo predeterminado para su cumplimiento*, es

un elemento clave para el funcionamiento exitoso del instrumento económico propuesto, por las siguientes razones:

- a. Las metas constituyen el punto de referencia objetivo para evaluar la efectividad ambiental (eficacia) del instrumento económico; su eficacia como herramienta de gestión ambiental se determinará estableciendo en que medida logra acercarse al cumplimiento de la meta fijada en cada período de evaluación programado.
- b. La fijación de la meta entrega una señal clara al conjunto de fuentes de contaminación que son reguladas, acerca del *limite global de descargas permitido en cada zona* de control (cuenca, subcuenca o tramo), y consecuentemente, del esfuerzo para descontaminar que la comunidad regulada debe hacer para lograr la meta global mediante la implementación todas aquellas medidas que resulten más convenientes para cada fuente emisora, de acuerdo con sus particularidades condiciones de producción y costos.
- c. La fijación de la meta por zona es un punto de referencia para el ajuste de la tarifa de la tasa (canon) ambiental a lo largo del período de cumplimiento de la meta. A partir de una tarifa básica mínima (el “piso” de la tasa), la tasa se irá ajustando hacia arriba, en períodos y porcentajes predeterminados, de acuerdo con el desempeño del conjunto de contaminadores en función del avance hacia el logro de la meta de reducción global establecida. Los ajustes se aplicarán para que la tasa alcance y/o mantenga un nivel que signifique realmente un incentivo para ahorrar costos (disminuyendo la cantidad que deben pagar los contaminadores) mediante acciones de descontaminación con costos menores por unidad removida, en relación con el monto de la tasa. Los incrementos de la tasa se detendrán en el momento que se alcance la meta global de descontaminación o cuando se llegue al nivel superior previsto (el “techo” de la tasa) para todo el período de cumplimiento de la meta.
- d. La fijación de meta de reducción para cada zona de control, en forma concertada, con la participación de las fuentes contaminadoras y los sectores afectados por la contaminación, mediados por las autoridades ambientales competentes, permite procesar las expectativas de calidad ambiental que posee la sociedad local y regional, así como calibrar la disposición a afrontar los costos sociales que implica lograr ese nivel de calidad ambiental.

El proceso de fijación de la meta supone el establecimiento de una línea base concreta y precisa, que será la referencia que posteriormente se utilizará para evaluar el desempeño de los diferentes sectores regulados en cada zona de control. Para establecer esa línea de base es necesario contemplar los siguientes elementos:

- ▶ La identificación y registro de todas las fuentes puntuales de efluentes existentes en cada zona de control.
- ▶ La cuantificación de las descargas de efluentes de todas y cada una de esas fuentes. Esa cuantificación puede realizarse mediante la combinación de diferentes procedimientos: caracterizaciones y mediciones de las descargas, estimación mediante la aplicación de coeficientes técnicos de emisiones por sectores productivos (con frecuencia usando el CIIU a cuatro dígitos), auto declaraciones de las fuentes, etc.
- ▶ Sumatoria de las descargas estimadas de todas las fuentes en la zona de control.

165

Con base en las descargas cuantificadas, considerando la calidad del agua deseada en el tramo de control y corriente abajo, y la capacidad de carga del río, se determina la meta de reducción de la carga contaminante que permitirá alcanzar el nivel buscado de calidad hídrica.

En el caso de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, considerando los resultados de diversas consultas a gestores y especialistas ambientales de diferentes entidades, y para ilustrar el proceso de determinación de las metas de reducción en las diferentes zonas de control delimitadas, se utiliza el siguiente procedimiento:

- i. Dado que no es posible contar en este momento con mediciones de las descargas de todas las fuentes puntuales ubicadas en cada zona de control, cuya sumatoria sería un punto de partida adecuado para, junto con otros elementos que se indican más adelante, determinar una meta de reducción total de las cargas contaminantes depositadas en los ríos de la cuenca, se usa como punto de referencia el nivel de cargas contaminantes de DQO y SST, transportadas actualmente por los ríos de la cuenca en diferentes tramos, medidas en las estaciones de monitoreo que se usaron como referencia para delimitar las zonas de control indicadas en la sección 5.2.1 de este documento. Se asume

que esos datos corresponden a las cargas contaminantes presentes, en términos de DQO y SST, en los tramos que conforman esas zonas de control. El uso de estos datos como punto de partida para determinar las propuestas de metas de reducción por cuenca, se basa en el supuesto de que en un período dado, *ceteris paribus*, existe una relación directa entre el volumen y la concentración de los efluentes vertidos, y las cargas contaminantes presentes en los diferentes tramos de los cuerpos de agua receptores de esos vertimientos. Los cálculos se hicieron con base en los datos reportados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AyA) para los meses de la estación seca del año 1997. Aunque se cuenta con datos de AyA, correspondientes al año 2001, estos solamente reflejan un muestreo en todos los puntos realizado durante el mes de abril, mientras que los otros datos se basaron en muestras mensuales durante el período enero-abril de 1997, por lo que se consideran más representativos de la situación de los ríos.

166

- ii. Con los datos de concentración del DQO, SST y otros parámetros, así como con los correspondientes a la carga contaminante presente en los ríos, se estableció el nivel de degradación de los cuerpos receptores en las diferentes zonas de control.
- iii. Se identificó el uso actual y potencial del agua dentro de las zonas de control y aguas abajo de las mismas.
- iv. Mediante el análisis conjunto del nivel de degradación de las aguas en cada zona de control y la calidad de las mismas a la cual habría de aspirarse, en razón de los usos actuales y potenciales dentro de la zona y corriente abajo, se determinan las *metas iniciales de descontaminación, expresadas en términos de porcentajes de reducción de la cargas contaminantes de DQO y SST que se viertan en los ríos y tramos ubicados dentro de cada zona control*. El análisis anterior conduce a metas de reducción diferentes para cada zona de control dado el diferente nivel de partida de calidad de las aguas en cada zona y los requerimientos de calidad para usos aguas abajo.
- v. Posteriormente las metas iniciales se calibran considerando plazos y costos de abatimiento.

En el cuadro No. 22 se muestran los indicadores del nivel actual de degradación con base en el grado de concentración de DBO, DQO y SST presente en los cuerpos de agua, y de la magnitud de la carga contaminante transportada por los cuer-

pos de agua. En las últimas cuatro columnas se muestran la metas de reducción de la contaminación que podrían corresponder a cada zona de control.

Estas metas tentativas fueron formuladas con base en el criterio de un panel de expertos integrado por catedráticos de la Escuela de Química de la Universidad Nacional, técnicos del ministerio de Salud, técnicos de MINAE y consultores independientes.³⁰ Ellos consideraron tanto el nivel actual de contaminación en los ríos, las calidades deseadas y las posibilidades técnicas de disminución de las descargas de las principales fuentes emisoras en la cuenca.

Cuadro N°. 22

Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Metas de reducción por zona de control de la contaminación										
Zona de Control	Nivel de Contaminación del cauce principal (concentración de parámetros relevantes en mg/l) (*)			Carga Contaminante actual Kg/d (**)			Meta de Reducción Recomendada en Kg/d Valores absolutos y relativos			
	DBO	DQO	SS	DBO	DQO	SS	Kg/d DQO	%DQO	Kg/d/SS	%SS
Virilla (V1)	4	57	886	3.306	6.600	102.144	1320	20	20.428	20
Virilla (V3)	12	33	65	3.391	9.179	18.312	4.590	50	9.156	50
Virilla (V5)	23	47	66	6.558	13.620	19.025	6.810	50	9.512	50
María Aguilar (MA-1)	64	194	60	5.431	16.527	5.140	8.264	50	2570	50
Torres (TO-4)	58	188	62	7.338	23.651	7.827	11.826	50	3.914	50
Tiribí (TI-3)	24	52	54	3.615	7.757	8.083	3.879	50	4.042	50
Tiribí (TI-4)	43	123	63	10.258	29.222	14.909	14.611	50	7.455	50
Bermúdez (B4)	27	65	33	685	1.681	853	504	30	256	30
Segundo (S1)	45	92	84	8.020	16.536	16.536	8.268	50	8.268	50
Ciruelas (CI-1)	24	81	16	2.187	7.260	1.440	3.630	50	720	50
Grande (GA-1)***	18	72	446	61.353	246.547	1.518.478	61.637	25	379.619	25
Tárcoles (TA-2)	21	34	51	No se midió caudal						
Tárcoles (TA-5)***	17	33	128	44.990	88.373	341.887	44.186	50	170.944	50
Tárcoles (TA-10)***	21	52	111	39.635	100.054	214.609	50.027	50	107305	50

(*) Nivel promedio en los meses de enero, febrero, marzo y abril de 1997, según datos de AyA.

(**) Calculada con base en datos de caudal promedio y niveles promedio de concentración de los parámetros en los primeros cuatro meses de 1997, según reportes de monitoreo de AyA.

*** Las metas aquí señaladas resultan en valores absolutos muy altas, en razón de la alta carga contaminante presente en estos tramos; sin embargo se estima que la mayor parte corresponde a fuentes difusas dado los usos predominantes del suelo en esta subcuenca. De ahí la necesidad de que al determinar las metas definitivas, se miden y estimen las descargas de las fuentes puntuales y no se incluya la contaminación de fuentes no puntuales.

Las metas anteriormente expuestas son de carácter indicativo y deberán ser precisadas al momento de implementar el instrumento económico, con base en información actualizada y lo más completa posible de las descargas efectivas de las diferentes fuentes puntuales identificadas y sobre la capacidad de auto-depuración de los cuerpos de agua en cada una de las zonas de control. Esa actualización y precisión, con la mejor información disponible, es un paso previo importante para iniciar la concertación/negociación de las metas de descontaminación con los grupos de interés en cada zona o subcuenca.

El proceso de negociación mencionado debe ser organizado teniendo en cuenta las siguientes pautas generales:

168

- ▶ Deben participar todas las comunidades afectadas por la contaminación, por medio de sus organizaciones representativas; los agentes generadores de la contaminación (empresas de servicios públicos, empresas privadas y públicas industriales, agroindustriales y de servicios); las municipalidades con jurisdicción dentro de la zona de control (cuenca o subcuenca según el caso); las organizaciones no gubernamentales ambientalistas que actúen en la zona.
- ▶ Cada uno de los sectores mencionados elegirá sus representantes, en la cantidad que será fijada en el reglamento correspondiente dictado por la autoridad rectora de la política ambiental o en su caso, por la autoridad ambiental responsable de aplicar el instrumento económico. En todo caso, todos los sectores enunciados serán representados en condiciones de igualdad.
- ▶ La autoridad ambiental responsable de aplicar la tasa ambiental convocará y presidirá el proceso de negociación, y será la responsable de proveer a los participantes la información básica que sustentará la concertación de metas de descontaminación. Lo anterior no excluye que otros sectores participantes aporten información adicional que amplíe la base de información que sustentará las deliberaciones y eventuales decisiones.
- ▶ La autoridad ambiental organizará reuniones sectoriales e intersectoriales con la finalidad de sensibilizar e informar ampliamente a cada sector interesado, acerca de las características y alcances de la contaminación de las aguas, los daños y costos asociados, los beneficios y costos de la descontaminación
- ▶ La autoridad ambiental responsable, decidirá, en caso de que no sea posible arribar a acuerdos consensuados acerca de las metas de descontaminación

socialmente satisfactorias, la meta correspondiente para cada zona de control, en un lapso prudencial, posterior a la finalización del plazo predeterminado para la negociación concertación (se recomienda un período no mayor de tres meses para fijar las metas).

En lo que se refiere *al plazo de cumplimiento se recomienda un período de 6 años, con evaluaciones semestrales y ajustes tarifarios anuales*. Ese plazo se considera razonable en términos de permitir la evaluación de opciones de inversión por parte de los entes regulados, en el nuevo contexto en que se tiene que pagar una tasa por unidad de carga contaminante vertida y afrontar la alternativa de pagar o descontaminar. Se espera que ese *trade-off* induzca al ajuste de los programas de inversión, de modo que se generen modificaciones en las decisiones respectivas, en función de la aplicación de tecnologías de producción más limpia.

5.3 El hecho generador, el sujeto pasivo, la base imponible y el nivel de la tarifa del canon

Conforme con el ordenamiento jurídico nacional, el establecimiento de un canon ambiental con el propósito de regular, controlar y disminuir las descargas de efluentes contaminantes en los cuerpos de agua, requiere que se determine específicamente el fundamento del canon, los entes sobre los que recaerá la obligación de pagarlo, la base para el cobro y el monto (tarifa) que se cobrará, junto con los elementos considerados para su cálculo.

En este caso los aspectos señalados se definen de la siguiente manera (Sobenes, 2000):

- ▶ *El fundamento o hecho generador*: El canon ambiental se cobra por el uso directo o indirecto de los cuerpos de agua para introducir desechos, aguas residuales o cualquier sustancia que pueda producir efectos nocivos o alteración del medio ambiente. Nótese que en la definición del hecho generador en este caso se destacan dos aspectos: de un lado la situación de que se usa un recurso ambiental constituido como bien público, para usufructuar su capacidad

para diluir, transportar y/o eliminar desechos; y por otro lado, que el uso de ese recurso para introducir desechos genera efectos nocivos y alteraciones del medio ambiente (daños ambientales y sociales), que a su vez impedirían el uso del recurso para otros fines socialmente útiles (consumo humano directo del agua, uso para riego, para recreación y pesca, etc.). Lo anterior fundamenta la aplicación de una tasa o canon ambiental³¹, los cuales se rigen tanto por el principio del beneficio –se grava el beneficio obtenido por el uso de un servicio derivado de un bien público– como por el principio de provocación de costo, según el cual “el gasto provocado o perjuicio patrimonial causado a la colectividad es uno de los típicos fundamentos de la tasa” (Torrealba, mimeo, sf)

- ▶ **La base gravable:** es la cantidad total de carga contaminante vertida, expresada en kilogramos, de los siguientes parámetros de contaminación: Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Para la primera fase de cumplimiento, establecida en 6 años, solo se considerarán estos dos parámetros, sin perjuicio de que en fases sucesivas se agreguen otros tales como metales pesados o nutrientes.³²
- ▶ **El sujeto pasivo:** En este caso el sujeto pasivo –esto es, “la persona obligada al cumplimiento de las prestaciones tributarias, sea en calidad de contribuyente o responsable” (Código de Norma y Procedimientos Tributarios de Costa Rica), es toda persona natural o jurídica, que realice las actividades contenidas en el hecho generador, ya sea que estén o no basadas en fines lucrativos.

Con respecto al monto o tarifa de la tasa –el tipo impositivo–, este se aplicará por kilogramo de carga contaminante de DQO y SST, y para su cálculo se toman en cuenta los siguientes elementos:

- ▶ El costo de evitar la contaminación por efluentes, calculado a partir del costo anual equivalente de remover un kg de DQO y un Kg de SST, mediante el uso de las tecnologías respectivas disponibles.
- ▶ Los costos de los daños asociados con la contaminación hídrica, en la medida que puedan ser valorados mediante las técnicas de valoración económica disponibles.

Para este caso concreto, el procedimiento de cálculo utilizado se basó en los datos sobre costos de capital, costos de operación y mantenimiento referidos a sistemas de tratamiento de aguas residuales de varias escalas y niveles de eficiencia

(capacidad de remoción de la carga contaminante presente en el influente tratado), tanto de empresas públicas de servicios de gran escala, instalaciones comunales de tratamiento de aguas residuales o de empresas industriales.

Con el fin de incorporar en la tarifa recomendada, los costos más bajos resultantes de economías de escala, se decidió tomar como base para determinar el tipo impositivo a cobrar por Kg. de carga contaminante de DQO y SST vertido, los datos estimados para la ejecución del proyecto de Alcantarillado Sanitario del Área Metropolitana de San José, que ha diseñado el ICAA.

Seguidamente se describen los pasos ejecutados para el cálculo respectivo:

- I. Establecer los costos de inversión requeridos para terrenos, construcción de instalaciones, equipos y sistemas de tratamiento, redes de colección y sistemas de bombeo, otros costos de inversión. Las cifras correspondientes se muestran en los cuadros 24-27 siguientes.
- II. Determinar los costos anuales de operación y mantenimiento (COM). Se asume que el costo de operación y mantenimiento (COM) de los sistemas de tratamiento es igual al 6% de monto de la inversión respectiva; que el COM de la infraestructura adicional para tratamiento primario es 2% de la inversión total en ese rubro y que el COM de la infraestructura correspondiente para el tratamiento biológico es de 3% de la inversión total respectiva. Todos los datos y supuestos son del ICAA y la información la aportó el Ing. Arturo Rodríguez, de la Oficina a cargo del proyecto de concesión del saneamiento y alcantarillado del ICAA.
- III. Determinar la participación relativa correspondiente a la remoción de sólidos suspendidos totales (SST) y de demanda química de oxígeno (DQO), dentro de los costos totales de inversión, de operación y mantenimiento, para ponderarlos adecuadamente a hora de estimar el costo individual de remoción por unidad de carga contaminante imputable a cada parámetro. En este caso se adoptaron las estimaciones de el ICAA , consistentes en 35 % correspondientes al tratamiento primario (principalmente remoción de sólidos) y de 65 % al tratamiento secundario (Rodríguez, A., 2001).
- IV. Determinar período de evaluación del proyecto. En este caso se trata de veinticinco años.

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

V. Seleccionar la tasa de descuento para la actualización de los flujos relevantes. En este caso se decidió utilizar una tasa del 12%, tasa de descuento utilizada por el Banco Mundial y otras entidades multilaterales de financiamiento, para evaluar proyectos de infraestructura en materia de saneamiento básico y suministro de agua, considerándola una buena aproximación al costo de oportunidad social de los recursos en el país.

Cuadro N° 23.
Área Metropolitana de San José. Cálculos y proyecciones de aguas residuales y carga contaminante.
Años 2000, 2015 y 2025, según sector generador.

Sector	Año 2000			Año 2015			Año 2025		
	m ³ /día	kg/DQO/año(*)	kg/SST/año(**)	m ³ /día	kg/DQO/año	kg/SST/año	m ³ /día	kg/DQO/año	kg/SST/año
Residencial	97,372.8	23,381,156.74	17,527,104	215,136.0	51,658,456.3	38,724,480	326,592.0	78,421,271.04	58,786,560.0
Comercial	13,305.6	3,194,949.67	2,395,008.0	29,376.0	7,053,765.1	5,287,690.0	44,668.8	10,725,872.3	8,040,384.0
Industrial	17,183.6	4,128,527.23	3,094,848.0	33,102.4	9,149,148.3	6,858,432	57,801.6	13,879,320.2	10,404,288.0
Infiltración	151,545.6	36,389,129.47	27,278,208	136,080.0	32,575,529.6	24,494,400	161,740.8	38,837,200.9	29,113,344.0
Total	279,417.6	67,093,763.11	50,295,188	418,694.4	100,536,899.3	75,394,992	590,803.2	141,863,664.4	106,344,576.0

Supuestos usados por el ICAA para estas estimaciones:

1. Población conectada a la red: 2000= 541,124; 2015= 1,110,014; 2025=1,632,937.
2. Consumo de agua per cápita al día: 225 litros
3. Coeficiente de retorno en sector residencial del 80% = 180 litros de aguas residuales por persona al día.
4. Consumo de agua diario en el comercio: 12% del consumo residencial; factor de retorno del 90%.
5. Consumo industrial de agua por día: 15.7% del consumo residencial; coeficiente de retorno:90%.
6. Concentración promedio de los efluentes: DQO = 667 mg/l; SST = 500 mg/l.

(*) kg/DQO/año = (m³/día*667*30*12) /1000; (**) kgSST/año = (m³/día *500*30*12)/1000

- VI. Establecer el volumen de aguas residuales y la carga contaminante de entrada al sistema de tratamiento (influyente). Al respecto, se usaron los datos calculados por el ICAA, en los que se estima el caudal total de aguas residuales que serán tratadas, originadas en diferentes fuentes (domésticas, industriales, comerciales, etc), tal y como se muestra en la tabla No. 23.
- VII. Establecer el nivel de eficiencia, y consecuentemente, la carga contaminante removida esperada con el proyecto. Con base en información proporcionada por el ICAA, se asumió un nivel de eficiencia del 83.3% para DQO y de 90% para SST (Rodríguez A., 2001).
- VIII. Calcular el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)³³ y establecer tipo de cambio de referencia, para hacer conversión de dólares a colones. En este caso se usó el tipo de cambio vigente al momento de los cálculos, esto es, US\$ = 325 colones.
- IX. Dividiendo el CAUE por la cantidad de carga total removida esperada para cada parámetro, se obtuvo el costo por unidad de carga removida, en dólares y en colones, se determinó el monto correspondiente al Kg. de DQO y SST.

Cuadro 24.
Área Metropolitana de San José. Costos de Capital para el tratamiento de Efluentes

Rubros	Unidades
Inversión Total tratamiento biológico	US \$ 150.796.205,25
Inversión total tratamiento primario	121.280.559,75
Alcance del proyecto	25 años
Tasa de descuento	12%
Inversión Total en el Sistema	272.076.765,00
Costo Anual de Capital Total	34.689.779,32
Costo Anual de Capital TB (*)	19.226.511,62
Costo Anual de Capital TP (*)	15.463.267,71

Fuente. Elaboración con base en información de AyA (Rodríguez, 2002)

(*) TB = Tratamiento Biológico; (*) TP= tratamiento primario

Cuadro N° 25 Área Metropolitana de San José.
Costos Anuales de Operación y Mantenimien, según sistema de tratamiento proyectado por AyA

Concepto	US\$
COM Anual Tratamiento Biológico	5.227.546,42
COM total Tratamiento Primario	2.814.832,69

Fuente. AyA, 2002.

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

**Cuadro N°. 26. Área Metropolitana de San José. Remoción anual proyectada de DQO y SST
Según Sistema de Tratamiento proyectado por AyA**

Concepto	Año 2000	Año 2015	Año 2025
Población servida	541.124	1.110.014,1	1.632.937
Caudal medio diario total -m ³ /d- (*)	67093,754,11	100,536,899,33	141,863,664,38
Carga Contaminante Total (Kg./SST/año) (**)	279.417,60	418,694,40	590,803,20
Carga Contaminante Total (Kg./DQO/año) (**)	50.295.168,00	75,364,992,00	106,344,576,00
Remoción de carga de DQO proyectada (Kg./DQO/año) (***)	53.675.003,29	80.429.519,46	113.490.931,51
Remoción de carga de SST proyectada (Kg/año)****	45.265.651,20	67.828.492,80	95.710.118,40

Fuente: *Elaboración propia con base en datos de AyA.*

(*) Datos de AyA.

(**) Supone una concentración de 667mg/l de DQO y 500mg/l de SST, la cual dado un efluente por persona de 180 litros por día, equivale a 120 gramos diarios por persona de DQO y 90 gramos por persona de SST

(***)Supone un nivel de eficiencia del 83,3% en remoción de DQO.

**** Supone un nivel de eficiencia del 90% en remoción de SST, para llevar el efluente final (de salida) a un nivel de concentración máxima de 50 mg/l, que es la meta del AyA y la exigencia del Reglamento actual de vertidos.

174

Cuadro N°. 27. Area Metropolitana de San José.

Concepto	Montos en \$ y Kg.
Costo Anual Equivalente de remoción DQO*	24.454.058,04
Costo Anual Equivalente de remoción SST	18.278.100,40
Cantidad Anual de DQO removida (en Kg)*	113.490.931,51
Costo Unitario de remoción de DQO (\$/Kg.)	0,22
Cantidad Anual de SST removida (en Kg)*	95.710.118,40
Costo Unitario de remoción de SST (\$/Kg.)	0,19

Fuente. *Elaboración propia con base en datos de cuadros 16,17y 18 .*

* El Costo Anual Equivalente es la suma de los Costos Anuales de Capital y de los Costos Anuales de Operación y mantenimiento

** Se usaron los datos proyectados de remoción anual de contaminantes para el mayor nivel de aprovechamiento de la capacidad instalada del sistema, a efecto de incorporar los efectos de escala en la base de referencia para definir la tarifa del canon.

En los cuadros No. 24, 25, 26 y 27 se resumen los datos utilizados y los resultados obtenidos con el procedimiento de cálculo descrito en la sección anterior. Obsérvese que se hicieron los cálculos considerando tres fases de la operación del sistema de tratamiento proyectado por el ICAA, a fin de tomar en cuenta el impacto del incremento en el uso de la capacidad instalada en los costos de remoción. Finalmente se utiliza para determinar la tarifa básica nacional para el canon ambiental por kilogramo de carga vertida de DQO y SST, el resultado correspondien-

te al año 2025, en el que el sistema de tratamiento opera usando toda su capacidad instalada, y por lo tanto en el que se obtienen las mayores economías de escala, con el consiguiente costo más bajo por unidad de contaminación removida.

El costo de remoción calculado con los datos del sistema de mayor escala existente en el país es de US\$ 0.22 para el Kg. de DQO y de US\$ 0.19 para el Kg. de SST.

Estos valores reflejan el costo de evitar la contaminación (costo de mitigación o de abatimiento), pero no incorporan el costo monetario del daño asociado con esa contaminación, por lo que de entrada debe admitirse que se trata de un valor que subestima el verdadero costo que implican las externalidades negativas provocadas por los contaminadores. Los pocos datos al respecto, que fue posible acopiar y analizar para este proyecto, permitieron evidenciar no obstante, que esos daños tienen un costo monetario muy alto.

175

Dada la carencia de información más amplia, que permita estimar esos costos externos en forma más completa y precisa, y la imposibilidad de producirla en el contexto de esta fase del proyecto, se considera prudente no incorporar por ahora en la estructura de la tarifa de la tasa por contaminación, ningún valor asociado con el daño de la contaminación. Esta decisión obedece también al hecho de que no existe una metodología estándar de valoración económica de daños generalmente aceptada, por lo que los cálculos correspondientes y su eventual incorporación dentro de la tarifa, podrían dar lugar a controversias de orden legal que obstaculizarían la puesta en marcha del instrumento. De ahí que, pese a la subestimación del verdadero costo social de la contaminación, que implica esta decisión, se posterga la incorporación de los valores correspondientes.

Un problema importante es el referido al ajuste de la tarifa de la tasa ambiental a través del tiempo, de manera que esta mantenga su función incentivadora de los agentes económicos para reducir sus descargas contaminantes y no sea erosionada por el factor inflacionario. En ese sentido, se recomienda que la autoridad encargada de su aplicación sea autorizada en forma explícita para indexarla anualmente con base en los cambios del índice general de precios al consumidor (IPC).

5.4 El enfoque de gradualidad y la aplicación de la tarifa durante el período de cumplimiento de las metas

176

La gradualidad en la aplicación de la tasa ambiental es un elemento clave para que los agentes económicos sujetos a regulación por su medio, cuenten con un período razonable que les permita incorporar dentro de sus programas de inversión y de renovación de su equipamiento tecnológico, esta nueva variable de decisión que afecta su balance de costos y beneficios. Ese elemento de gradualidad es fundamental para que los ajustes en los planes de inversión, en función de una producción más limpia, minimizadora de descargas y de mayor eficiencia económica, se puedan realizar sin colocar a los agentes económicos en situaciones de "stress" muy fuertes, que puedan afectar drásticamente sus condiciones de competitividad en lo inmediato. Este enfoque es consistente con la determinación de un plazo de cumplimiento, de las metas agregadas de reducción de descargas contaminantes por zona de control (cuenca o subcuenca), con una duración de varios años. *En este caso se recomienda un plazo de cumplimiento de 6 años.* Se consideró, con base en la experiencia de otros procesos que han implicado un enfoque gradual de cumplimiento de metas de reducción de descargas, que este es un período razonablemente prolongado para que las entidades reguladas introduzcan cambios tecnológicos y de gestión para generar disminuciones significativas en sus niveles de contaminación, sin verse sometidas a presiones financieras insostenibles.³⁴Períodos más largos pueden generar cierta "fatiga social" en el proceso en razón de la percepción de inacción de parte de las autoridades y de creciente gravedad de la contaminación hídrica que prevale en la opinión pública. Dada la inseparable vinculación entre metas y nivel de la tasa ambiental, se recomienda una aplicación gradual de la tasa o canon ambiental, de manera que la tarifa de las cargas contaminantes que ha sido calculada como se indicó en la sección 3.5 de este documento, se aplique a lo largo del período de cumplimiento de la siguiente manera:

El esquema anterior supone empezar el cobro aplicando en el año 1 solamente un 30% del costo de evitar la contaminación, incrementando la tarifa en los años posteriores en una cantidad anual fija de \$0.0308 y \$0.0266 por cada kg. vertido de DQO y SST respectivamente.

El mecanismo de ajuste automático gradual antes descrito, se combina con la facultad de la autoridad ambiental responsable de aplicar la tasa o canon por contaminación en cada zona de control, para detener el incremento de la tarifa en el momento en que se alcance la meta determinada de reducción, aún cuando no se haya concluido el período de cumplimiento. Esto supone un incentivo adicional, para que las fuentes puntuales en las zonas de control emprendan proyectos costo efectivos de descontaminación, a efecto de cumplir la meta rápidamente y evitar así un pago mayor por unidad de descarga residual vertida. La tarifa que se seguirá cobrando, será aquella que permitió alcanzar la meta de reducción concertada. Solo variará si las fuentes incrementan nuevamente las descargas por encima de límite global establecido para la zona de control correspondiente, o bien, si habiéndose terminado el plazo de cumplimiento preestablecido de 6 años, se concerta una nueva meta de reducción más elevada, como reflejo de nuevas expectativas de la sociedad regional acerca de la calidad del agua deseada. En esas condiciones habrá que determinar una nueva tarifa, adecuada a la nueva meta de reducción que se negocie y fije.

Cuadro N°. 28. Programa de aplicación del canon ambiental
Período: 6 años

Aplicación del canon. Caso DQO			
Año	Monto	Cambio absoluto	% de cambio
1	0.066		
2	0.0968	0.0308	0.47
3	0.1276	0.0308	0.32
4	0.1584	0.0308	0.24
5	0.1892	0.0308	0.19
6	0.22	0.0308	0.16
Aplicación del canon. Caso SST			
1	0.057		
2	0.0836	0.0266	0.47
3	0.1102	0.0266	0.32
4	0.1368	0.0266	0.24
5	0.1634	0.0266	0.19
6	0.19	0.0266	0.16

5.5 El destino de los fondos originados en la aplicación del canon por vertidos

La cuestión de cómo y para que se usan los fondos originados en la aplicación de un cargo por contaminación es fundamental para que el instrumento ambiental cumpla con los objetivos para el cual es creado. Como se ha apuntado antes, la tasa (canon) por contaminación tiene una doble funcionalidad: de un lado, ser un incentivo económico para inducir a los contaminadores que reduzcan sus descargas para obtener ahorros de costos – esta es la conocida función incitativa o función incentivo – y por otro lado, servir de medio de recaudación de fondos para financiar la gestión ambiental referida a la calidad de los recursos hídricos. La segunda función ha de reforzar la primera, que es la fundamental. Por lo anterior, es necesario pautar el uso de los fondos obtenidos por esta vía, de manera que el enfoque anterior tenga vigencia en los hechos; en ese sentido se recomienda planificar el uso de esos recursos financieros, conforme a los siguientes lineamientos:

178

- a) Los fondos deberán ser destinados al financiamiento de acciones orientadas al mejoramiento o restauración de la calidad de los cuerpos de agua en las cuencas o subcuencas donde se ha aplicado el canon por vertidos.
- b) La responsabilidad de la recaudación, administración y uso de los fondos, corresponde a las autoridades ambientales encargadas de velar por la protección y restauración de la calidad de las aguas en las cuencas donde se aplique el canon. Estas autoridades deberán tener derechos plenos sobre estos recursos, los cuales constituirán parte de sus ingresos propios. Esto significa que esos fondos no deben ir a la caja única del Estado, pues están asociadas con el uso de un servicio y el daño de un recurso ambiental específico de dominio público, cuya protección es responsabilidad de específica de las autoridades ambientales. La autoridad ambiental puede realizar la recaudación y administración por su cuenta o contratar los servicios de una entidad especializada para hacerlo, en función de asegurar su manejo financiero-administrativo más eficiente y rentable.
- c) La tasa o canon ambiental por vertidos, es independiente de las tarifas que cobran las empresas de servicios públicos por los servicios relacionados con el agua, que puedan prestar a la población, tales como servicios de suministro de

agua potable, servicios de alcantarillado, servicios de tratamiento de aguas residuales u otros. Bajo esa consideración, en ningún caso las empresas prestadoras de esos servicios, ya sean públicas, privadas o mixtas, podrán ejercer derecho de propiedad alguno sobre esos fondos, ni retener fondos que se originen en su obligación de pagar el canon por vertidos.

A partir de los lineamientos anteriores se recomienda usar los fondos para los siguientes propósitos:

- ▶ *Para el apalancamiento o cofinanciamiento de sistemas comunales o municipales de tratamiento de aguas residuales.* Esta orientación se fundamenta en que hay cierto nivel de descargas que no es susceptible de reducciones sustanciales y sostenidas, pues están determinadas por factores más o menos invariables, como es el caso de las de origen doméstico, y que requieren ser removidas por sistemas de tratamiento al final del tubo. En estos casos las soluciones individuales pueden resultar ineficientes y ambientalmente inadecuadas. Aunque los sistemas comunales o municipales pueden permitir la reducción de los costos unitarios de remoción de la carga contaminante por el logro de economías de escala, suelen requerir inversiones iniciales considerables. De ahí la necesidad de apoyo a los municipios para afrontar este tipo de necesidades, bajo ciertas condiciones, entre las cuales deben estar presentes aquellas que aseguren el empleo de los recursos que eventualmente se les facilite, en proyectos de la mayor eficiencia técnica y económica. Dada la magnitud de las inversiones y el efecto agregado de estos proyectos, la mayor parte de los fondos deben destinarse a estas actividades; se recomienda que entre un 60 % de lo recaudado se destine a este uso.
- ▶ *Para apoyar a las empresas de las cuencas o subcuencas donde se ha aplicado la tasa o canon por vertidos, en la búsqueda de formas de producción más limpia, minimización de descargas, sistemas de gestión ambiental y otras acciones de prevención.* Este lineamiento se sustenta en el hecho de las iniciativas de investigación y desarrollo de las empresas sujetas al pago de la tasa o canon, con la finalidad de modificar sus prácticas y tecnología de productivas, en función de reducir sus descargas como medio ahorrar costos y ganar en rentabilidad, generan efectos externos positivos. En primer lugar, el desarrollo de procesos de identificación, adaptación y capacitación en tecnologías limpias, al di-

fundirse entre empresas y sectores productivos enteros, no solamente contribuyen a reducir los impactos agregados en el ambiente, sino que pueden implicar mejoramientos de la productividad y la competitividad a escala sectorial e incluso de la economía nacional, con el consiguiente beneficio para la sociedad en su conjunto. Por otro lado, el facilitar a las empresas públicas y privadas, la identificación de nuevas tecnologías, el conocimiento sobre sus costos, rendimientos, su eficiencia ambiental, posibilidades de acceso y otros elementos relacionados, aumenta la transparencia de los mercados de tecnología ambiental, alienta el desarrollo nacional del mercado de servicios y equipos ambientales, facilita y acelera la adopción de tecnologías limpias. Esto a su vez refuerza el efecto incentivo o incitativo esperado de la tasa o canon por contaminación. Se recomienda destinar hasta un 15% de los fondos a apoyar estos procesos.

- ▶ *Acciones de educación ambiental e información al público.* Las acciones educativas son muy importantes para modificar en el largo plazo las percepciones, las preferencias y consecuentemente, las conductas, en relación con el valor ambiental y económico del recurso hídrico, los múltiples efectos y daños de su contaminación, la necesidad de su protección, de su uso racional y en esa perspectiva, favorecer el manejo y uso sostenible de los recursos hídricos. Por su parte, la amplia difusión de información al público acerca de la situación de las aguas y su evolución en el tiempo, los daños asociados; la evolución de los vertimientos de empresas públicas, privadas, mixtas, los hogares, etc, así como sobre los avances y mejoramiento ambiental de diferentes entidades y empresas, constituye un elemento básico para fomentar el interés público en el cumplimiento de metas ambientales, estimular el control social y comunal sobre el desempeño de la comunidad regulada y las autoridades reguladores, y en general para conferirle transparencia al funcionamiento de los sistemas reguladores y facilitar su evaluación. Se ha documentado como la participación comunal contribuye a incrementar el factor incitativo de los cargos por contaminación, favoreciendo un mejor desempeño ambiental de los entes regulados. De ahí que recientemente se esté promoviendo un nuevo enfoque de gestión de la contaminación que combina regulaciones, incentivos basados en el mercado y la participación de la comunidad. Se recomienda que al menos un 5% de los fondos recaudados se destinen a estos procesos de educación e información ambiental.
- ▶ *Actividades de monitoreo, control, registro y gestión del sistema.* Evidentemente la tasa o canon por contaminación cumplirá sus objetivos si se cobra ri-

gurosa y eficientemente. La recaudación efectiva supone una buena base de datos en que se registren todas las fuentes puntuales en cada zona de control, información acerca de las descargas de todas ellas, el monitoreo, de los efluentes, la ubicación de todos los usuarios, la facturación, el cobro, los montos recaudados, etc. Esa información es necesaria para evaluar periódicamente el nivel de avance en el cumplimiento de las metas de descontaminación en cada cuenca y subcuenca. Como se sabe, la carencia de recursos para estos menesteres, configura una de las trabas importantes que explica la ineficacia de los actuales sistemas de control de la contaminación. Se recomienda destinar a estas actividades hasta un 20% de los ingresos generados.

Las recomendaciones anteriores acerca de las proporciones de la distribución de los fondos entre diferentes destinos específicos, solamente pretende modelar una estructura genérica de asignación, enfatizando en las prioridades de su empleo en función de los objetivos ambientales; en la necesidad de limitar posibles patrones ineficientes de uso de recursos públicos, tales como la concentración excesiva en gastos de operación y administración, que puedan conducir a la burocratización del sistema y la generación de resistencias adicionales por parte de las entidades reguladas. Evidentemente las proporciones específicas que en definitiva entren en vigor, deberán determinarse en forma concreta al ponerse en marcha el sistema, y con base en información más precisa al respecto.

Una cuestión muy relevante en relación con el uso de los fondos tiene que ver con la forma como se administran y toman las decisiones específicas de asignación de los recursos, en el marco de una estructura genérica predefinida, tal y como se indicó antes. Se sugiere que los recursos se manejen y las decisiones se adopten en el marco de estructuras institucionales sencillas, pero que aseguren la participación de los diferentes grupos de interés relacionados con la problemática de la contaminación de las aguas en cada cuenca o subcuenca. Se pueden crear fondos ambientales regionales o a escala de cuenca, la gestión de los recursos hídricos, bajo la figura de fideicomisos u otras, que posibiliten tanto una administración eficiente y ágil, como transparente y participativa. Tanto los representantes de la comunidad regulada (empresarios industriales y agroindustriales, públicos y privados), como de los municipios, la organizaciones sociales de las comunidades, las ONGs ambientalistas relevantes, entre otros, y por supuesto la autoridad ambien-

tal correspondiente, deberán tener la posibilidad de participar en forma debidamente normada, en la gestión de los fondos ambientales que se constituyan. Esa es una condición que puede favorecer un adecuado control social sobre el uso de los fondos, su aplicación en función de los objetivos del instrumento económico, la transparencia en su manejo y la rendición de cuentas. Además, puede brindar confianza a los distintos sectores interesados y facilitar la introducción y la consolidación del instrumento económico propuesto. Será necesario reglamentar cuidadosamente la integración y el funcionamiento de estos fondos ambientales.

5.6 La estructura institucional requerida para implementar la tasa o canon ambiental por contaminación hídrica

182

Una cuestión controversial ha resultado ser la de cual entidad pública debe ser la responsable de aplicar el instrumento económico y manejar los fondos que de este se deriven. La solución correcta de este asunto determinará en gran medida las posibilidades de éxito. En este sentido, cabe distinguir dos dimensiones de la cuestión:

- a. Quien establece y define las características del instrumento económico.
- b. Quién es responsable de su aplicación práctica, esto es, la determinación y negociación de metas, registro de fuentes, determinación de cargas a cobrar, facturación, recaudación, administración y aplicación de los fondos, entre otros aspectos.

Tratándose de la creación de un precio de alcance nacional por el uso de un recurso ambiental, la competencia para instituir el canon ambiental por el vertimiento de efluentes, corresponde al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el ente rector de la política ambiental y de recursos naturales, y específicamente de los recursos hídricos. El cuerpo legal requerido- en este caso un Decreto Ejecutivo-deberá establecer el hecho generador del canon (¿porqué se cobra?), la base gravable genérica (base para cuantificar el cobro: esto es, la cantidad de carga contaminante vertida expresada en los parámetros y unidades de medida que defina el MINAE vía reglamento), el o los sujetos pasivos del cobro y quien recibe los recursos origina-

dos por la tasa o canon). El MINAE quedará autorizado a fijar la tarifa básica nacional de la tasa o canon, y para actualizarla automáticamente (indexarla) cada año, de acuerdo con el Índice General de Precios al consumidor (IPC), tal y como lo determine el BCCR., o bien para establecerla en dólares como una forma de paliar el efecto “erosivo” de la inflación/devaluación. Para ello el MINAE deberá establecer, un procedimiento explícito con las variables de cálculo utilizadas.

En lo que se refiere al segundo aspecto, la respuesta debe ser concordante con lo que determine el cuerpo legal respecto del sujeto activo del canon. Conforme con el enfoque conceptual de este proyecto, el sujeto activo del canon por vertidos, debería ser una entidad descentralizada, con competencia en relación con la gestión ambiental y de recursos naturales a escala regional o de cuenca (o ambas), con autonomía funcional (con competencia para la gestión de los recursos hídricos en su región de actuación), operativa y administrativa. Debe disponer de capacidad para la captación de recursos y el manejo de fondos propios. Esto es fundamental para que esté en condiciones de asegurar el destino específico de los fondos en función de la protección y la restauración de la calidad de los cuerpos de agua en las cuencas donde se ha originado como resultado de la aplicación de la tasa o canon. En las condiciones actuales no existe en Costa Rica ninguna autoridad ambiental que reúna completamente las características las descritas, por lo que caben las siguientes posibilidades:

- a. Asignar la condición de sujeto activo de la tasa o canon por vertidos, a las Areas de Conservación, definidas por la Ley de Biodiversidad como “unidades territoriales bajo la supervisión general del MINAE por medio del Concejo Nacional de Areas de Conservación... cada Área de Conservación es una unidad territorial delimitada administrativamente... se encargarán de aplicar la legislación vigente en materia de recursos naturales dentro de su demarcación geográfica” (art.28). Estas unidades territoriales forman parte del Sistema Nacional de Areas de Conservación, al cual se le otorga personería jurídica propia y se le define como “...un sistema de gestión y coordinación institucional, descentrado y participativo, que integrará las competencias en materia forestal, vida silvestre, áreas protegidas y el Ministerio de Medio Ambiente...*Queda incluida como competencia del Sistema la protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos*”. (art.22). En el artículo 35 que se

refiere al financiamiento, se indica que “El Sistema Nacional de Áreas de Conservación deberá diseñar mecanismos de financiamiento que le permitan ejercer su mandato con agilidad y eficiencia. Dichos mecanismos incluirán transferencias de los presupuestos de la República o de cualquier persona física o jurídica, así como los fondos propios que generen las áreas protegidas, incluyendo las tarifas de ingreso, el pago de servicios ambientales, los canjes de deuda, *los cánones establecidos por ley*, el pago por las actividades realizadas dentro de las áreas protegidas y las donaciones”.

Como se puede apreciar sin embargo, esta opción presenta algunas desventajas; una ellas es que en este caso los recursos serían manejados por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), y existe el peligro de se desvíen hacia destinos diferentes a los propósitos de la tasa, que es la descontaminación de las aguas, y que se usen para cubrir otros gastos del SINAC. Esto se podría subsanar, si por la vía del reglamento sobre la implementación de la tasa o canon por contaminación hídrica, se regula claramente el uso de esos fondos y su destino específico se reafirma. Otro problema es que el Sistema Nacional y las propias Areas de Conservación individualmente consideradas, por razones históricas) tienen un sesgo en su gestión hacia las cuestiones forestales, la vida silvestre, el manejo de áreas protegidas y la biodiversidad, mientras que el tema de la gestión de los recursos hídricos, y más aún el del control de la contaminación del agua, ha estado fuera de su agenda. No es sino hasta 1999, con la aprobación de la Ley de Biodiversidad, cuando se le atribuye competencias al SINAC para la gestión del agua, aunque en forma un tanto vaga. Por su parte las competencias relacionadas con el control de la contaminación hídrica son compartidas entre el MINAE y el Ministerio de Salud, pero en los hechos siguen recayendo principalmente en este último. De ahí que en la eventualidad de que el cuerpo legal del canon por contaminación, contemple la asignación de esta nueva competencia a las Areas de Conservación, habría que prever un programa específico de desarrollo institucional de manera que se generen las capacidades técnicas, organizativas y de desarrollo de recursos humanos idóneos para el cumplimiento de esta importante tarea.

- b. Establecer en el mismo decreto la competencia para aplicar el Canon Ambiental por Vertidos a una dependencia nacional del MINAE especializada en el control de la contaminación, pero previendo que la misma se haga en coordinación con las Áreas de Conservación y que los fondos generados por el ca-

non estén pautados de forma tal que se destinen a procesos de descontaminación bajo un enfoque de cuencas, de manera que su gestión se haga con un criterio descentralizador, con la participación de los sectores regulados, los municipios y las comunidades.

- c. Incluir dentro de una ley marco sobre el manejo de los recursos hídricos un capítulo o sección donde se defina y regule todo lo referido a la tasa o canon por contaminación hídrica, y se constituya estructuras institucionales que se ajusten en mejor medida al perfil requerido para la aplicación del instrumento. En este sentido se recomienda trabajar para que se introduzca este elemento en el Proyecto de Ley que al respecto está en marcha actualmente, impulsado por el MINAE, para crear un marco general amplio y comprensivo para la gestión integrada de los recursos hídricos. Dentro de ese nuevo cuerpo legal, se crearía el canon y los correspondientes organismos regionales por cuenca, a los cuales entre otras competencias, se les otorgaría la potestad de sujetos activos de la tasa o canon por vertidos, y con ello la responsabilidad de aplicarla, organizar su recaudación, administrar los fondos y determinar su aplicación, bajo las condiciones generales que prescriba la ley. Eso le daría un soporte jurídico más vigoroso al instrumento económico propuesto.

185

5.7. El potencial de generación de ingresos de la gestión ambiental y la disposición a pagar de la población

Más allá de su objetivo incentivador del cambio de conducta de los agentes generadores de contaminación hídrica, en el sentido de reducir la magnitud de sus descargas en virtud de la aplicación de una señal de precio sobre el costo de uso de la capacidad de dilución y absorción de desechos inherente a los cuerpos de agua, el Canon Ambiental por Vertidos puede contribuir, como ya se ha dicho, a la generación de un flujo importante de recursos para sustentar la gestión ambiental de los cuerpos de agua y desarrollar inversiones de descontaminación. Para ilustrar el potencial del instrumento en este sentido, se han utilizado datos sobre las descargas de efluentes actualmente depositadas en algunas subcuencas del Río Grande de Tárcoles.

En el caso de las descargas provenientes de los hogares, se han tomado los datos de los usuarios conectados a la red de alcantarillado sanitario operada por el Instituto de Acueductos y Alcantarillado (AyA), y cuya área de cobertura es el Área Metropolitana de San José, Escazú y Santa Ana. Evidentemente esa es solo una parte de las descargas que en la cuenca del Tárcoles estarían sujetas al pago del Canon Ambiental por Vertidos. De acuerdo con datos del AyA, en el año 2000 a su red de alcantarillado estaban conectadas 541.024 personas, esto es 135.256 familias de cuatro personas, además de un conjunto de empresas comerciales, industriales y de servicios. Todas esas fuentes descargaban en el alcantarillado, y finalmente a los cuerpos de agua, 127.925.815 litros de aguas residuales por día.³⁵ Partiendo de esa cifra como línea de base para el cobro del canon ambiental por vertidos, en el año uno de aplicación de este, cuando los montos respectivos de las tarifas por Kg. vertido de DQO y SST, serían de acuerdo a lo planteado en este documento, de \$0,066 y de \$0,057, el pago mensual por vertidos a cargo del operador de este sistema alcanzaría la suma de \$ 168.947 por DQO³⁶ y de \$ 109.377 por SST, para un total mensual de \$ 278.323. En promedio, esto significa un pago anual equivalente a \$3.339.876. Ver cuadro No. 29.

**Cuadro No. 29. Canon Ambiental por Vertidos.
Monto a pagar por descargas de aguas residuales domésticas de Alcantarillado del ICAA
en el Área Metropolitana de San José. Año 1**

Sector	Caudal diario de efluentes (litros x día)	Carga Orgánica DQO (kg x mes) DQO/DBO igual 2,22333	Carga orgánica SST (kg x mes)	Tarifa año 1 del Kg./DQO (\$)	Tarifa año 1 de kg/SST(\$)	Pago mensual año 1, DQO (\$)	Pago mensual año 1, SST(\$)	Pago Total mensual Sumatoria de pagos x DQO y SST
Residencial	97384.266	1.948.659	1.460.764	0,066	0,057	128.612	83.264	211.876
Comercial	13.309.391	266.321	199.641	0,066	0,057	17577	11.380	28.957
Industrial	17232.158	344.815	258.482	0,066	0,057	22.758	14.733	37.491
Infiltración	151.545.600	3.032.427	2.273.184	0,066	0,057	200.140	129.571	329.711
Total	279.471.415	5.592.223	4.192.071	0,066	0,057	369.087	238.948	608.035
Total sin la infiltración	127.925.815	2.559.796	1.918.887	0,066	0,057	168.947	109.377	278.324

Fuente. Elaboración propia con base en datos del ICAA.

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

Cuadro N°. 30. Canon Ambiental por Vertidos.
Montos por cobrar por descargas industriales en las subcuencas medias y altas de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles
Con base en descargas de año 2002

Zona de Control	Descargas DQO(Ton/año)	Descargas SST (Ton/año)	Tarifa kg DQO Año 1(\$)	Tarifa Kg de SST Año 1(\$)	Pago anual x DQO(\$)	Pago Anual x SST(\$)	Monto anual total x pagar(\$)
Tiribi 1	454,1	141,69	0,066	0,057	29.971	8.076	38.047
Tiribí 2	1035,04	792,33	0,066	0,057	68.313	45.163	113.475
María Aguilar	2004,36	853,59	0,066	0,057	132.288	48.655	180.942
Río Torres	1144,57	930,66	0,066	0,057	75.542	53.048	128.589
Virilla 1	431,48	267,21	0,066	0,057	28.478	15.231	43.709
Virilla 2	920,39	667,71	0,066	0,057	60.746	38.059	98.805
Virilla 3	1733,7	971,87	0,066	0,057	114.424	55.397	169.821
Río Bermúdez	919,91	562,83	0,066	0,057	60.714	32.081	92.795
Río Segundo	2048,95	2229,67	0,066	0,057	135.231	127.091	262.322
Río Ciruelas	1775,55	899,82	0,066	0,057	117.186	51.290	168.476
Total	12.468,05	8.317,38			822.891	474.091	1.296.982

187

Por otra parte, los datos en poder del MINAE, acerca de las descargas directas de la industria y el comercio en los cuerpos de agua de las subcuencas de los ríos Virilla, Tiribí, María Aguilar, Torres, Ciruelas, Segundo y Bermúdez, durante el año 2002, permiten estimar el monto que deberían pagar en el primer año de aplicación de Canon por Vertidos, representarían un monto anual de \$822.891 por DQO y de \$ 474.091 por concepto de contaminación por sólidos suspendidos totales. En promedio, ese pago alcanzaría la cifra total de \$ 1.296.982 por año. Ver cuadro No. 30.

Aun suponiendo un escenario conservador de capacidad de recaudación por parte de la autoridad ambiental durante el primer año de aplicación, que permitiera tan solo hacer efectivo el cobro del 50% de las descargas en estas subcuencas, los recursos derivados del canon serían bastante significativos.

Asumiendo los datos del AyA en cuanto al número de familias conectadas a su red y las cifras correspondientes al pago total por concepto del Canon por Vertidos correspondientes al sector doméstico - en el supuesto de que el AyA pue-

da obtener la autorización de Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) para trasladar el monto completo del canon a sus usuarios - a cada familia de 4 personas le tocaría afrontar un pago mensual adicional de \$ 1,57, aproximadamente 603 colones mensuales al tipo de cambio de 385 colones por dólar.

Con el fin de tener un parámetro analítico que permita establecer el impacto que este pago adicional significaría para los hogares, conviene relacionar este pago adicional con el ingreso promedio mensual de un hogar costarricense en la región del país que estamos usando como referencia y ante todo, con el valor que la población de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles le atribuye a la reducción de la contaminación y al mejoramiento de la calidad de las aguas mediante diversas acciones. Ese valor ha sido aproximado mediante un estudio de valoración económica de servicios ambientales basado en una encuesta de valoración contingente (López, Méndez y Poltronieri, 2002), la cual estableció que la Disposición a Pagar promedio de los residentes en la cuenca por este concepto, se ubica en un rango entre ₡ 1.635 y ₡2.336. Como se puede apreciar, aun tomando como referencia el límite inferior del rango, la disposición a pagar de los habitantes es casi tres veces más alta que el monto que eventualmente tendría que pagar una familia promedio de 4 personas en el primer año de vigencia del canon. Incluso si tuviera que pagar el monto máximo del canon correspondiente al sexto año de aplicación, el monto mensual adicional que tendría que pagar una familia equivaldría a \$3,48, esto es ₡1.339 al tipo de cambio de 385 colones por dólar, lo aún se encuentra por debajo de la disposición media a pagar por el mejoramiento de la calidad de los aguas de los ríos en esta cuenca. Por otra parte, el monto a pagar por familia en el primer año de aplicación, es decir, 603 colones equivalen al 0,55% del ingreso promedio nacional y al 0,29% del ingreso promedio familiar de la población residente en la Cuenca del Tárcoles, que de acuerdo con la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples del Instituto Nacional de Estadística y Censos se ubicaba en ₡ 109.626 y ₡205.477 en el año 2000 (Barrantes, 2002). Esto pareciera indicar que las tarifas y la modalidad de cobro del Canon Ambiental por Vertidos que se recomiendan en este trabajo son aceptables para la población y no tendrían un impacto especialmente significativo en su nivel de ingresos.

5.8 La cuestión de la relación entre la tasa o canon por efluentes y los límites permisibles de vertidos, como instrumentos alternativos o complementarios de control de la contaminación hídrica

En Costa Rica el paradigma regulatorio aplicado al problema de la contaminación hídrica esta fuertemente sesgado hacia instrumentos de comando y control. Ese enfoque se encuentra refrendado en diversos cuerpos legales, tanto en algunos de vieja data, como en algunos de más reciente aprobación. En estos cuerpos legales, los instrumentos de regulación combinan preferentemente los siguientes elementos para el control de la contaminación hídrica:

189

- ▶ La obligatoriedad de sistemas de tratamiento de las aguas residuales antes de su vertimiento a los cuerpos de agua.
- ▶ La fijación de límites máximos permisibles de sustancias contaminantes en los efluentes, en términos de concentraciones máximas.
- ▶ La potestad de las agencias reguladoras para prescribir y/o aprobar las tecnologías específicas de tratamiento.
- ▶ Las multas por los vertimientos que excedan los límites máximos permisibles establecidos en los reglamentos correspondientes.

La Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554 del 4 de Octubre de 1995, en su artículo 64 indica que: “Para evitar la contaminación del agua, la autoridad competente regulará y controlará que el manejo y aprovechamiento no alteren la calidad y cantidad del recurso, *según los límites fijados en las normas correspondientes*”. Por su parte el artículo 65 de la misma ley, dice: “Las aguas residuales de cualquier origen deberán recibir tratamiento antes de ser descargadas a los ríos, lagos, mares y demás cuerpos de agua, además deberán alcanzar la calidad establecida para el cuerpo receptor, según su uso actual y potencial y para su utilización futura en otras actividades”. Finalmente, el artículo 66 señala que “...la responsabilidad del tratamiento de los vertidos corresponderá a quien produzca la contaminación. *La*

autoridad competente determinará la tecnología adecuada y establecerá los plazos para aplicarla". (Subrayados y cursiva del autor).

Por su parte, el artículo 132 de la Ley de Vida Silvestre de 1992, establece la prohibición de lanzar aguas residuales, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales y cuerpos de agua dulce y salada. También estipula que empresas industriales y agroindustriales deben estar provistas de sistemas de tratamiento, y multas a quien no cumpla estos requisitos de un mínimo de cincuenta mil y un máximo de cien mil colones, convertibles en penas de prisión de uno a dos años³⁷. En su transitorio III, esa ley establecía un plazo máximo de dos años a partir de su publicación para que se establecieran los sistemas de tratamiento.

190

Los límites máximos permisibles vigentes se fijan mediante decreto ejecutivo en el Reglamento de Vertidos de Aguas Residuales y de Reuso, emitido por el MINAE y el Ministerio de Salud, en 1997. En el capítulo 2 de este documento, referido a las bases conceptuales y de diseño de los instrumentos para el control de la contaminación hídrica, se pusieron de relieve, en forma bastante amplia, las limitaciones inherentes a este enfoque de regulación tradicional, y se justificó precisamente la necesidad de introducir los instrumentos económicos basados en el mercado, dentro del acervo de instrumentos de gestión ambiental del Estado.

Tomando en cuenta lo anterior, es necesario abordar explícitamente la cuestión de cómo compatibilizar la implementación de la tasa o canon por contaminación hídrica, tal y como se propone en este documento, con la normativa vigente sobre límites permisibles.

En primer lugar conviene afirmar que el instrumento económico que se ha modelado en esta investigación, no pretende sustituir totalmente a los instrumentos de regulación directa en materia de control de la contaminación hídrica. Esto en razón de que el canon solo se emplea para gravar dos tipos de cargas contaminantes: la demanda química de oxígeno – indicador de contaminación orgánica degradable por oxidación química- y sólidos suspendidos totales. Durante la primera fase de aplicación de este instrumento, hay un conjunto de parámetros de contaminación, que si bien son susceptibles al gravamen, se excluyen del mismo por razones técnico-prácticas, económicas y de conveniencia. Evidentemente esas sustan-

cias gravables pero no gravadas en la primera fase, tendrán que seguir siendo controladas mediante los instrumentos tradicionales de comando y control basados en límites máximos de concentración en los efluentes. Por su parte, existen ciertas sustancias contaminantes a las que les es inherente un alto nivel de riesgo, debido a su alta toxicidad incluso en concentraciones muy pequeñas en el ambiente, a la baja tolerancia en el tiempo que las personas y otros seres vivos tienen a su presencia (esto es, períodos relativamente cortos de exposición pueden tener consecuencias severas en la salud humana o en los ecosistemas), y/o porque su presencia en el ambiente da lugar a efectos acumulativos a lo largo del tiempo (los períodos de asimilación o auto-depuración por parte de los ecosistemas respecto de estos contaminantes pueden ser muy prolongados). En estos casos, no se considera conveniente su control o prevención mediante el uso de instrumentos económicos que suponen flexibilidad en la gestión de la contaminación, y necesariamente se deben emplear regulaciones directas, incluso prohibiciones estrictas y penalizaciones muy altas.

En el caso de los parámetros contaminantes, a cuyo vertimiento sea aplicado el canon por contaminación hídrica recomendado en este informe- DQO y SST- recomienda que durante el período de aplicación de la tasa no rijan las regulaciones basadas en aplicación de los límites máximos permisibles. Esto en razón de que, la aplicación de la tasa o canon, tal y como ha sido diseñada en este proyecto, implica la implementación de un esquema alternativo de regulación de la contaminación hídrica expresada en esos parámetros, durante un período dado de cumplimiento de metas ambientales a nivel de cuencas o subcuencas, el cual en este caso es de 6 años. Como se ha dicho, este esquema regulatorio nuevo, supone:

- ▶ Concentrar el esfuerzo del control de la contaminación en la reducción de la descarga contaminante agregada (total) de todas las fuentes puntuales en cada zona de control, más que en la descarga de cada fuente individual. Hay que recordar que lo fundamental es reducir la contaminación presente en los cuerpos de agua y mejorar la salud de los ecosistemas relacionados.
- ▶ Colocar el énfasis en el logro de un vigoroso efecto incitativo sobre las fuentes puntuales, mediante el cobro efectivo de la tasa o canon, la cual actuaría en este caso como un “precio” por el uso de un componente ambiental para introducir desechos de la actividad antrópica, de modo que cuanto mayores

sean las descargas contaminantes vertidas mayores serán los costos en que tendrá que incurrir el agente contaminador, y menor la rentabilidad de sus actividades. En presencia de alternativas tecnológicas, eso incentivará a las fuentes puntuales a buscar opciones de producción más limpia y soluciones en la fuente.

- ▶ Lo anterior supone que simultáneamente con el cobro riguroso de la tasa por contaminación, debe existir flexibilidad para que las fuentes emisoras de la contaminación regulada con el instrumento económico, puedan definir por su cuenta el nivel de reducción de sus descargas, con base en su particular estructura de costos de abatimiento de la contaminación, y la comparación de esta con el nivel de la tasa por contaminación que estarían obligados a pagar. De esa manera, los que enfrenten costos menores de descontaminación reducirán en mucho mayor medida sus descargas que aquellos que enfrenten costos más altos. Esta flexibilidad es fundamental para que la reducción de la contaminación se alcance al mínimo costo social. Además esa flexibilidad es fundamental, ante todo para empresas industriales, agroindustriales y de servicios, a fin de que puedan buscar opciones diversas de prevención y reducción de las descargas, en vez de las altamente costosas “soluciones” al final del tubo, con base en la comparación del costo de esas opciones alternativas y el costo de pagar la tasa por contaminación. Como se sabe, los límites máximos iguales para un determinado universo de fuentes reguladas, impiden esa flexibilidad, limitan las opciones, inducen al tratamiento el final del tubo y encarecen el cumplimiento de las metas ambientales. Adicionalmente esos límites de vertimiento iguales para todos no considera las diferencias de costos de abatimiento de la contaminación que afrontan las diferentes fuentes, y coloca a aquellos que tienen funciones más altas de costos en condiciones de desventaja competitiva, en la eventualidad de que cumplan las regulaciones ambientales.

192

De manera, que con base en las previsiones del legislador, quien precisamente considerando razones de costo deja abierta la posibilidad de flexibilizar la aplicación de normas de regulación directa, tales como los estándares de efluentes y estándares tecnológicos, se recomienda que no se apliquen los requisitos de efluentes actuales a aquellos parámetros que se sujeten a la tasa por contaminación hídrica. De ese modo se brinda a las fuentes puntuales, incentivadas por el cobro ri-

guroso de la tasa o canon a buscar soluciones alternativas de reducción de las emisiones en la fuente, la oportunidad de ajustar durante el período de cumplimiento previsto en el sistema de tasas por contaminación, sus patrones de productivos hacia una producción más limpia y competitiva. La base jurídica de una disposición administrativa tal, la provee el transitorio No.2 de la Ley Orgánica del Ambiente.

Por lo demás, es importante indicar al respecto, que la evolución de las descargas medidas con los dos parámetros sujetos a la regulación mediante el instrumento económico, será evaluada anualmente, teniendo como referencia el nivel de descargas existentes al iniciarse el período y las metas de cumplimiento concertadas para cada zona de control. Según los resultados de esas evaluaciones y los resultados alcanzados al final del período de cumplimiento de las metas por cuenca, se revisarán las metas, el nivel de la tasa y las normas técnicas correspondientes, incluyendo el uso de normas del tipo de límites máximos de concentración en los efluentes. En las cuencas donde no se haya implementado el cobro de la tarifa de la tasa o canon, en razón de la priorización que se contemple dentro del programa nacional de implementación y la capacidad institucional existente, se seguirán aplicando las normas de vertidos correspondientes a los parámetros de marras, hasta tanto entre en vigencia el cobro del canon.

CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo ha sido posible mostrar que los problemas asociados con la contaminación hídrica en Costa Rica han continuado su ruta al empeoramiento de manera sostenida. Los datos recabados y analizados en el segundo capítulo de este trabajo así lo demuestran. Ellos revelan que la condición de los cuerpos de agua en la cuenca principal del país exhiben un altísimo nivel de degradación y que los mantos acuíferos quizá más importantes de Costa Rica, que son la reserva estratégica para el abastecimiento futuro de la población del Gran Area Metropolitana- la cual es aproximadamente la mitad del país- presentaron signos claros de contaminación incipiente. Las fuentes y sistemas de abastecimiento de agua para la población con frecuencia cada vez mayor se ven afectados por la contaminación originada en los vertimientos de aguas residuales domésticas, industriales, agro-industriales y agropecuarias, en ríos y acequias sin tratamiento previo, todo lo cual pone en grave riesgo la salud de la población, tal y como lo muestran los recurrentes brotes epidémicos de enfermedades infecciosas de origen hídrico. Los problemas ambientales, sanitarios y productivos derivados de la contaminación del agua comportan una amenaza creciente para el equilibrio de los ecosistemas e implican una pesada carga económica que frena el desarrollo nacional. Todos los datos analizados permiten concluir sin duda alguna, que la contaminación hídrica es uno de los problemas más graves y acuciantes el país, siendo lo más preocupante que muestra una tendencia a la agudización.

Los instrumentos de política ambiental con que tradicionalmente el Estado costarricense ha acometido el control de la contaminación hídrica han resultado inefectivos para mantener este problema dentro de los umbrales tolerables por el ecosistema, las exigencias sanitarias del país y las necesidades del desarrollo social y económico. Esos instrumentos básicamente se han limitado al establecimiento de reglamentos y normas sobre los límites permisibles de presencia de sustancias contaminantes en los efluentes que se vierten en los cuerpos de agua y el alcantarillado, ya sea que procedan de los hogares o de actividades productivas, bajo el enfoque de regulación ambiental conocido como de "mandato y control". Esos límites se complementan con exigencias legalmente refrendadas para que se establezcan sistemas de tratamiento previo de los efluentes antes de su vertimiento en los cursos de agua. Adicionalmente como parte de la política ambiental se contempla la obligación del Estado y las municipalidades de canalizar recursos públicos hacia inversiones en infraestructura y sistemas para recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas.

Los instrumentos de regulación ambiental basados en el enfoque de “mandato y control” han sido inefectivos en razón de las limitaciones intrínsecas a su diseño, tales como su rigidez y la uniformidad que no considera las diferencias tecnológicas, de escala, de costos de mitigación y capacidad económica de los entes regulados, a quienes se les pretende aplicar requisitos de cumplimiento iguales de muy alto costo y se les induce fuertemente a modalidades de gestión ambiental de tipo remedial, con “soluciones” al final del tubo que implican altas erogaciones monetarias. Esa situación genera una fuerte tendencia de muchos entes generadores al incumplimiento de las normas establecidas. Dado que la aplicación obligatoria de los estándares supone una alta capacidad de monitoreo, inspección y control que a su vez requiere de ingentes recursos técnicos y financieros, lo cual contrasta con la limitada disponibilidad de las agencias responsables de la regulación ambiental, el resultado neto es que la gran mayoría de los entes generadores no aplican las reglas establecidas.

198

Existen condiciones ambientales, económicas, sociales, legales e institucionales para poner en marcha un nuevo tipo de instrumentos de política ambiental, con potencial capaz de lograr las cada vez más altas demandas ambientales de la sociedad nacional al menor costo social posible; esto es, instrumentos más eficientes y costo-efectivos. Se trata de los instrumentos de política ambiental basados en incentivos económicos, más generalmente conocidos como instrumentos económicos de política ambiental.

Para el caso de la contaminación hídrica los instrumentos económicos teóricamente aplicables y potencialmente más eficaces son los derechos de descarga negociables (permisos negociables de contaminación), cargos a los usuarios y los cargos por contaminación (cargos a las emisiones o vertimientos). Hasta el momento la categoría más empleada internacionalmente es la de cargos por contaminación bajo diferentes formas: impuestos por contaminación, tasas por efluentes o cánones por contaminación. La forma y denominación dependen de las características de la tradición tributaria y del régimen fiscal predominantes en cada país.

En consonancia con los objetivos de la investigación que se ha desarrollado, y con base en el análisis de la cultura político-institucional de Costa Rica, de la doctrina, la jurisprudencia y la legislación vigente, tanto en materia tributaria como ambien-

tal, se concluyó que el instrumento más apropiado en las circunstancias histórico-concretas de este país, *es un cargo por contaminación hídrica, bajo la modalidad de un canon*, el cual ha sido denominado, atendiendo a su finalidad de ordenamiento ambiental- esto es, extrafiscal - *Canon Ambiental por Vertidos*.

Se destaca como aspecto relevante de la conceptualización económica-ecológica del instrumento seleccionado, el carácter de servicio ambiental inherente a la función de sumidero que cumplen los ecosistemas acuáticos: las unidades de producción y consumo se sirven de su capacidad para asimilar, transportar y reciclar desechos. El uso de esta función del medio ambiente por parte de empresas públicas y privadas y por los hogares, para disponer y eliminar sus desechos es el fundamento económico y ambiental principal *del Canon Ambiental por Vertidos*.

Se propone que el *Canon Ambiental por Vertidos* se establezca para cobrar a los responsables de las emisiones (efluentes) objeto del mismo, por los daños que el vertimiento de los desechos provoca y que afecta a terceros y a los ecosistemas. *De manera que el hecho generador del cargo por contaminación es el uso del agua para el vertimiento de residuos, y el daño ambiental y social correlacionado con esos vertimientos*

El *Canon Ambiental por Vertidos* funcionaría como un “precio de costo” de la depreciación de los recursos hídricos y del daño generado por la contaminación, de modo que estos se reflejen en la contabilidad privada de sus causantes y en el precio de costo total de los bienes y servicios en cuya producción están involucrados. El instrumento económico ha sido diseñado para generar una señal clara sobre el costo de contaminar y debe ser implementado gradual y objetivamente, estableciendo incentivos crecientes en el tiempo a los agentes contaminadores, para que inviertan en técnicas de producción más limpias y minimicen las descargas.

En suma, el Canon Ambiental por Vertidos constituye:

- ▶ Un instrumento para hacer operativo el principio legal, económico y ambiental de que “quien contamina paga”.
- ▶ Un instrumento para internalizar los costos ambientales que generan las descargas de efluentes (externalidades negativas).

- ▶ Un precio por el uso de un servicio ambiental asociado con un recurso de dominio público, para que se reconozca su valor económico y desaliente su utilización excesiva.
- ▶ Un factor incitativo para inducir a las empresas a la producción más limpia y la minimización de descargas contaminantes en los cuerpos de agua y el ambiente en general.
- ▶ Un instrumento de generación de ingresos propios para la autoridad ambiental, a fin de financiar la actividad de prevención y control de la contaminación hídrica.

La figura jurídica del canon se corresponde adecuadamente con la naturaleza y alcance del instrumento que propone, en la medida que se trata de un precio por el uso de un bien de dominio público, cuyo uso requiere de una autorización previa del Estado y cuya utilización genera beneficios a sus usuarios, todo lo cual hace posible el establecimiento de un cobro por parte del titular del recurso empleado.

200

El Canon Ambiental por Vertidos es un instrumento de política ambiental que favorecerá el mejoramiento de la eficiencia de las empresas y de ese modo, de su competitividad, en la medida que las inducirá a la modificación de sus procesos productivos, su gestión operativa y su equipamiento tecnológico, con el fin de minimizar las descargas de efluentes para de ese modo obtener ahorros en el pago del cargo por contaminación. Como se sabe, la contaminación ambiental es una clara expresión de ineficiencia- desperdicio de recursos y empleo de procesos y equipos ineficientes-; el mejoramiento de la producción motivado por una regulación ambiental basada en incentivos económicos, inducirá no solo a un mejor desempeño ambiental de las empresas sino también a una mejoría de su rentabilidad y competitividad. Por esa vía el Canon Ambiental por Vertidos contribuirá a la integración de los objetivos de política ambiental con los de la política económica orientada a mejorar la competitividad y la prosperidad económica.

Esa capacidad incitativa inherente al Canon por Vertidos para el mejoramiento de la eficiencia productiva y ambiental de las empresas, se refuerza por el hecho de que una parte importante de los ingresos que genere el cobro del canon estarán expresamente dirigidos a apoyar procesos de reconversión industrial hacia procesos de producción limpia.

La arquitectura del Canon Ambiental por Vertidos ha sido diseñada de manera que contempla todos los atributos de una regulación ambiental eficiente, tales como, tratamiento equitativo de las fuentes emisoras, flexibilidad para determinar opciones individuales de descontaminación, transparencia y aplicación gradual. Esos atributos le confieren potencial para aumentar significativamente la eficacia de la política ambiental y lograr reducciones sustanciales y mensurables de las descargas contaminantes a costos razonables para la economía nacional.

El entorno actual, tanto institucional como macroeconómico, a escala nacional e internacional, constituye un marco favorable para la aplicación exitosa de un instrumento que funciona mediante el sistema de precios para lograr conductas ambientalmente adecuadas por parte de agentes económicos individuales. Por un lado existe una tendencia creciente de parte de las autoridades ambientales hacia el uso de instrumentos económicos de política ambiental, sustentada en la experiencia reciente de aplicación de pagos por servicios ambientales del bosque y cobros por visitas a parques nacionales. Estas experiencias han mostrado el potencial de que disponen los instrumentos económicos para lograr metas ambientales y ha alentado a las instituciones responsables de la gestión ambiental.

Además de lo anterior, la aplicación del canon ambiental por vertidos puede generar ingresos significativos para mejorar la gestión ambiental de los recursos hídricos y desarrollar acciones de descontaminación de las cuencas. Las estimaciones realizadas en el marco de esta investigación muestran que solamente considerando las fuentes de vertimientos en cinco subcuencas de la parte alta y media de la Cuenca del Río Grande de Tárcos, así como los vertimientos de origen doméstico canalizados por medio de la red de alcantarillas operadas por el ICAA en el Área Metropolitana de San José, se podrían recaudar al final del primer año de aplicación del canon, la suma de US\$ 1.296.982 por concepto del cobro por vertimientos de origen industrial y de US\$ 3.339.876 por vertidos de origen doméstico. La factura total solo por vertimientos de estos dos tipos de fuentes, ascendería a US\$ 4.636.858, lo que indica que aún en un escenario relativamente conservador de una capacidad de recaudación del 50% parte de las autoridades ambientales, la movilización de fondos sería significativa, situándose en esas condiciones en US\$ 2.318.429 anuales.

Por otra parte, investigaciones concretas realizadas entre la población de la cuenca del Río Grande de Tárcoles- 50% de la nacional- acerca de la percepción de sus habitantes respecto de la problemática de la contaminación de las aguas y su disposición a pagar para financiar acciones e inversiones orientadas a recuperar la calidad de las aguas en los ríos de la cuenca principal del país, hasta llevarlas a un nivel tal que permita su uso para nadar y pescar, mostraron que existe una disposición de la población de pagar un monto adicional a lo que paga actualmente en su factura mensual de agua y alcantarillado para que se destine a los propósitos indicados. Ese monto adicional que la población está dispuesta a pagar por mes oscila entre mil trescientos cincuenta y uno colones (¢1.351) y dos mil trescientos treinta y tres colones (¢2.336), suma que, aun considerando el límite inferior del rango, está por encima de lo que tendría que pagar una familia promedio en caso de que se aplicarían las tarifas del canon que se proponen en este trabajo.

202

Son previsibles no obstante reacciones adversas y de resistencia por ciertos sectores regulados vinculados a actividades altamente ineficientes o no suficientemente informadas acerca de las exigencias de desempeño ambiental de de alta calidad que los mercados están exigiendo, las opciones de modificación de procesos, la aplicación de tecnologías productivas más limpias y las opciones de cambio en sus procedimientos de gestión empresarial hacia modalidades más rentables y ambientalmente adecuadas.

Considerando lo anterior, la puesta en vigor de un instrumento económico como el sugerido en este trabajo, requiere un esfuerzo significativo de divulgación, sensibilización e información dirigido a todos los sectores regulados y a la comunidad nacional, a fin de generar un clima social apropiado para la negociación de metas de reducción de la contaminación y la aplicación rigurosa del canon por vertidos. Junto a lo anterior hace falta, aprovechando el esquema gradual de aplicación que se prevé en el modelo planteado, preparar las bases institucionales y técnicas apropiadas para instrumentar este nuevo modelo regulatorio basado en incentivos económicos. En ese sentido la autoridad ambiental responsable- en este el caso el MINAE- tendría que establecer una unidad técnica- administrativa concentrada en el control de la contaminación hídrica, fortalecer y ampliar sus bases de datos para el registro de fuentes emisoras, los mecanismos de monitoreo, así como establecer mecanismos de coordinación política y operativa con otras instituciones sector

riales del Estado vinculadas a la gestión ambiental. Igualmente importante será regular en forma apropiada el manejo de los recursos generados por el Canon, de forma que se asegure que en el dispositivo que se constituya participen los diferentes sectores involucrados en la cuestión del control y prevención de la contaminación, esto es, las autoridades ambientales, las comunidades afectadas y los sectores regulados y sujetos al pago. Este dispositivo debe ser diseñado para que sea costo efectivo, y para asegurar que los recursos se inviertan efectivamente en acciones de mejoramiento de la calidad de las aguas en las cuencas donde se recaudaron. Eso incrementaría la credibilidad, la aceptación social y la efectividad ambiental del instrumento que se propone.

BIBLIOGRAFÍA

AyA, 2000. La contaminación en la Cuenca 24. Informe sobre la calidad de las aguas en los cauces de la cuenca del Río Grande de Tárcos, con base en datos de monitoreo correspondiente a los años 1997-98. San José, CR

AyA. 2000. Estado de la contaminación en la Cuenca 24. Virilla-Tárcos. Mayo, 2000. Mimeografiado.

AyA. 2000. La contaminación del agua. 1996-1997. www.aa.gob.net. Consultado en enero 2000.

AyA. 2001. Departamento de Concesión del Proyecto de Alcantarillado Sanitario del Area Metropolitana de San José, Junio 2001.

AyA. 2002. Municipalidad de San José. Convenio de Cooperación Interinstitucional para monitorear la contaminación en los ríos del Cantón Central de San José y el impulso de propuestas de gestión para la reducción del riesgo por contaminación de los cuerpos de agua. mimeo

Castro, E; Jiménez, L; León, S. 2000. Presentación de resultados del proyecto del Centro Internacional de Política Económica (CINPE)- Laboratorio de Química Marina. Proyecto "Costo de la degradación de las aguas que desembocan en estuarios: El Golfo de Nicoya, un caso de estudio". Universidad Nacional. Hotel Los Sueños. Garabito. Informes preliminares. Mimeo. (sp).

Castro. Luis Fernando, especialista en ingeniería ambiental del Centro Andino de Economía para el Medio Ambiente (CAEMA), de Colombia, comunicación personal. Marzo, 2001.

Cordero Víquez, Arturo E. 1977. "Un caso de contaminación fluvial: Río Bermúdez. Metodología para evaluar el impacto agro económico y ecológico. Tesis UCR, facultad de Agronomía.

Chamizo García, A. y Orias Arguedas, L. 1997. El ambiente y las enfermedades de transmisión Hídrica en la Cuenca del Río Grande de Tárcos, Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública. ACOSAP.

Davies, Clarence and Mazurek, J. 1977. Regulating Pollution: Does the U.S System Work?, Resources For The Future, USA.

Eskeland, G. y Jiménez, E. 1991. Curbing pollution in developing countries. Finanzas y Desarrollo. FMI- World Bank. Marzo.

Field, Barry. 1995. Economía Ambiental. Una introducción. McGraw Hill. Bogotá.

FUDEU. 2001. El Estado de la Gestión de la Calidad Ambiental en Centroamérica. Síntesis Regional. CCAD-SICA. San José, Costa Rica.

Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN). 1997. Hacia un régimen jurídico institucional de determinación y aplicación de estándares ambientales en la República Argentina. Estudio Analítico No. 6. Auspiciado por el Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible (CEADS). Buenos Aires, 1997. Internet: www.farn.org.ar/docs/libros.html. Consultado en Diciembre 2001.

GEOTÉCNICA, 1998. Estudio de Alcantarillado Sanitario de la Gran Area Metropolitana. Convenio de Cooperación Técnica ATN/JF-3828-CR-BID. Junio 1998.

GEOTÉCNICA. 1998. Estudio de Alcantarillado Sanitario de la Gran Área Metropolitana de San José. Convenio de Cooperación Técnica ATN-JF-3828-CR-BID. Informe Final. Etapa I. Volumen II. Estudios Ambientales-Soporte Legal. ICAA, CR, Junio 1998.

Giner de los Ríos, Francisco. 1995. Instrumentos Económicos y Regulación Ambiental en México. Ponencia presentada en la Conferencia Internacional sobre Economía y Medio Ambiente, celebrada en México, D. F.

Gonzalez Ballar, Rafael. La Tutela Constitucional del Medio Ambiente, publicado en Temas Claves de la Constitución Política de Investigaciones Jurídicas S.A, (compilación), San José,

Hanley, Shogren and White. 1997. Environmental economics in theory and practice, Oxford University Press, New York.

Herrera Molina, Pedro. 2000. Derecho Tributario Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, y Ediciones Jurídicas y Sociales S. A.; Madrid.

Henry and Heinke. 2003. Ingeniería Ambiental. Prentice-Hall.

INEC. 2001. IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Costa Rica. Cifras preliminares por provincia, cantón y distrito.

Kerri, K. An Economic approach to Water Quality Control. 1966. Journal of the Water Pollution Control Federation, 38,pp12. 1966, citados por Field, B (1995)

Kneese V. Allen and Bower T. Blair. 1968. Managing Water Quality: Economics, Technology, Institutions. Resources For The Future.

León Coto, Sandra. 2000. Estado del conocimiento. Contaminación del Golfo de Nicoya. Laboratorio de Química Marina. UNA. Memoria del Seminario-Taller de la Comisión Coordinadora de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles realizado en Junio del 2000.

León, Sandra. 2000. La contaminación en el Golfo de Nicoya. Ponencia en el II Encuentro sobre la situación de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Hotel Amón Plaza. San José, CR.

López A. Raúl; Méndez A. Hubert y Poltronieri, Jorge. 2003. La valoración de la calidad de las aguas en los ríos de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Informe de resultados de encuesta de valoración contingente en la Cuenca del Tárcoles. CCAD.

Lovei, Magda. 1995. Financing Pollution Abatement: Theory and Practice. Environmental Economics. Series Paper No. 028, World Bank. Washington.

Ministerio de Medio Ambiente. Colombia. 1998. EL QUE CONTAMINA PAGA. Aguas Limpias para Colombia al Menor Costo. Oficina de Análisis Económico del Ministerio del Medio Ambiente, República de Colombia.

Mora, D et al. 2001. Informe sobre la calidad de las aguas y las diarreas, AyA. Mayo. Costa Rica.

Mora, Darner y Valiente Carmen. 2001. El papel del agua para consumo humano en los brotes de diarrea reportados en el período 1999-2001 en Costa Rica. Laboratorio Nacional de Aguas. ICAA. Costa Rica.

OCDE. 1991. Environmental Policy: How to Apply Economic Instruments. Paris.

OCDE. 1994. Managing the Environment: the role of the economic instruments. París.

OECD. 1999. Economic instruments for pollution control and natural resources management in OECD countries: a survey. Paris.

Panayotou, Theodore. 1994. Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo. Debate crecimiento versus conservación. Ediciones Gernika. México.

Panayotou, Theodore. 1993. Green Markets: The Economics of Sustainable Development. Institute of Contemporary Studies for The International Center for Economic Growth.

Panayotou, T. 1998. Instruments of Change. Motivating and financing sustainable development. EARTHSCAN-UNEP. London.

Pearce, D. y Turner, K. 1995. Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Ediciones Celeste. Madrid.

Pérez Silva, Conrado. 1978. Informe Presentado a la facultad de Agronomía como requisito parcial para optar por el título de Ing. Agrónomo en el grado de licenciatura en Economía Agrícola. UCR.

Periódico La Nación, 23 de marzo, Costa Rica, 2001.

207

Periódico La Nación. Presumen que Golfo se agotará. Costa Rica, 17 de abril del 2001.

PLAMAGAM. 1990. Estudio para diseño del Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario del Gran Área Metropolitana de San José, realizado por la empresa TAHAL Engineering Inc. para el IICA. San José, Costa Rica.

PROGAM S.A. 1995. Sistema de Ordenamiento Ambiental del Gran Área Metropolitana (SOAGAM). Uso del Suelo Agrícola.

Puig Peña Federico. 1976. Compendio de Derecho Civil Español. Tomo I. Parte General. Madrid. Tercera edición.

Randall, Allan. 1985. Economía de los Recursos Naturales y Política Ambiental, Editorial LIMUSA, México.

Reynolds, 1996. Proyecto Cuentas Ambientales, CINPE, UNA. Heredia.

Rodríguez, Arturo Ing. integrante del equipo técnico encargado del proyecto de concesión de obra pública, mediante el cual se pretende llevar a cabo el proyecto de alcantarillado sanitario para el Área Metropolitana de San José. Comunicación personal, y comunicación vía e-mail . 2001.

Sobenes, Alejandra .2001. Consideraciones legales en el diseño de un sistema de cargos por contaminación, para el control de la contaminación de las aguas, 12 junio 2001. Versión Preliminar, mimeo.

Stavins, N. Robert. 2000. Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments. Resources For The Future, Washington. January

Sterner, Thomas. 2003. Policy Instruments for Environmental And Natural Resource Management. Resources for the Future, World Bank, SIDA. Washington D C.

Torrealba, Adrián. Las tasas locales. Mimeo. Sf.

Tarquin, Anthony (1998). Ingeniería Económica. Edit. Mc Graw Hill.

Tietenberg, Tom. 1998. Environmental Economics and Policy, Addison Wesley Educational Publishers. USA.

208

Thomson, T. James. 1992. A framework for analyzing institutional incentives in community forestry. FAO. Rome.

Volkmar J. Hartje. 1995. Uso de instrumentos económicos en las políticas ambientales Europeas, en Borregard,N. Et al (editores). El uso de Instrumentos Económicos en la Política Ambiental. Análisis de Casos para una Gestión más eficiente de la contaminación. Santiago, Chile. 1995.

Von Amsberg, Joachim. 1995. Uso de instrumentos económicos para el control de la contaminación en países no pertenecientes a la OCDE: experiencias seleccionadas. Chile (en Borregard, N. et al, 1995).

World Bank Group. 1998. Pollution Prevention and Abatement Handbook. Pollution charges: Lessons from Implementation. World Bank. Washington.

NOTAS

- 1 En algunos casos se han documentado reducciones en productividad entre el 10 y el 15%, y pérdidas de ingresos de hasta un 30%. Ver más detalles en el capítulo 3.
- 2 El sistema de pagos por servicios ambientales previsto en las leyes Forestal y de Biodiversidad en Costa Rica, busca generar un mecanismo financiero estatal cuya misión es internalizar al menos parcialmente los beneficios externos de las actividades de conservación, manejo de bosque y reforestación.
- 3 Una empresa precio aceptante es aquella que opera en un mercado perfectamente competitivo, mercado en el que ninguna empresa está en capacidad, ya sea por la magnitud de su producción o de sus compras, de influir sobre el precio de mercado, teniendo en consecuencia que aceptar el precio fijado libremente en el juego de oferta y demanda global. En la misma situación se encuentra una empresa de un país pequeño y con poco peso en la economía mundial, que destine sus bienes o servicios a la exportación a mercados internacionales.
- 4 Elasticidad precio de la demanda: medida relativa de la reacción de los consumidores, en términos de cantidades demandadas de un bien, ante un cambio en su precio.
- 5 Estándar primario de calidad del aire en EE.UU., vigente a principios de la década de los noventa (Field, 1995). La expresión mg/m³ significa microgramos (mg) por metro cúbico (m³)
- 6 Se usan promedios porque se reconoce que existen variaciones en las condiciones meteorológicas a diario y por las estaciones, así como también en los niveles de emisiones que producen variaciones en la calidad del aire.
- 7 Parámetros ambientales: son los indicadores físicos, químicos o biológicos a los cuales se refieren los estándares, ya sea de modo numérico o narrativo. Usualmente pueden observarse parámetros por sustancias (Ej. Plomo), por grupos de sustancias (Ej., órgano - fosforados) y por propiedades (Ej. Turbiedad, alcalinidad).
- 8 Se trata de variables relacionadas con la prioridad asignada a estas tareas, la cual determinan la magnitud de recursos financieros, técnicos y humanos que se destina a las mismas; las fallas de diseño institucional expresadas en duplicidades, carencia de mecanismos de coordinación interinstitucional, necesidad creciente de considerar los factores de flexibilidad, costo y competitividad de las empresas, etc. Todas ellas refuerzan la desventajas inherentes al concepto y modus operandi de los instrumentos de comando y control.
- 9 Estudios especializados que han comparado los costos de cumplimiento de metas ambientales bajo sistemas de comando y control y mediante sistemas alternativos, como instrumentos económicos, han mostrado que los sistemas de comando y control incrementan los costos totales para la sociedad hasta tres veces más de lo necesario si se aplicaran sistemas de regulación costo-efectivos. Ver al respecto Kneese V. Allen and Bower T. Blair, 1968; Kerri, K., 1966, Más recientemente Tietenberg, Tom, 1998; Davies, Clarence and Mazurek, J., 1977, refieren a una revisión de 17 estudios comparativos que muestran que los instrumentos de comando y control tienen costos entre 1.5 a 20 veces mayores que los instrumentos económicos. Ver también Black Arbelaéz, Thomas y Blanco, Javier, 2000
- 10 Costos Marginales de Cumplimiento es el concepto que designa el costo en que debe incurrir una entidad regulada por cada unidad adicional de emisiones contaminantes que reduce a través de diferentes medidas. En la literatura económica ambiental suele usarse indistintamente el término de Costos Marginales de Reducción (CMR) para designar la misma cosa. Dentro del gráfico 1 se usan las siglas CMR para referirse a este concepto.
- 11 Se ha informado que por ejemplo los gastos de USEPA, la poderosa agencia de control ambiental de los EE.UU., con uno de los sistemas de comando y control al parecer más rigurosamente aplicados a escala mundial, alcanzarían el año 2000 una cifra cercana a los US\$ 160.000.000.000 (ciento sesenta mil millones de dólares), cerca del 3% del PNB de ese país. Ver Field, 1998, pp.47
- 12 En Costa Rica por ejemplo, hasta el año 1996, el Ministerio de Salud, establecía los criterios de diseño de las plantas de tratamiento que debían usar las empresas para cumplir los límites de concentración de contaminantes en sus efluentes. Eliminar esa restricción adicional, flexibilizando el esquema de comando y control, permitiendo al menos que las empresas seleccionaran el sistema eco-

- nómicamente más adecuado para cumplir las metas, implicó un avance en la dirección de restarle rigidez al patrón regulatorio de comando y control, pese a que en el ordenamiento jurídico vigente aún persiste el enfoque dirigista que busca prescribir la tecnología a usar. Ver al respecto el art. 66 de la Ley Orgánica del Ambiente.
- 13 Se han planteado algunas iniciativas que intentan el control a nivel de todo un sector de actividad, como es el caso de los beneficiadores de café en Costa Rica, pero siempre limitado al cumplimiento de los límites permisibles convencionales, a través de plazos considerados demasiado laxos y sin un control riguroso de los compromisos. Ver al respecto los pronunciamientos de la Defensoría de los Habitantes del 27 de Septiembre de 1996 y de la Procuraduría General de la República del 2 de Julio de 1997, dirigidos al Procurador General de la República a.i. Lic. Fabio Beirute, y al Ministro de Salud de aquel momento, Dr. Herman Weinstok, respectivamente.
 - 14 (*) Para unificar la búsqueda de información y facilitar el análisis comparativo de casos, la investigación se centrará en los tipos de contaminantes y parámetros definidos por parte de las entidades de control ambiental, y sobre las que presumiblemente existe información.
 - 15 Los planteamientos sobre parámetros de diseño aquí sintetizados se han apoyado ante todo en los siguientes trabajos: Black Arbeláez, 2000a, 2000b, 2000c; CEPAL. Instrumentos Económicos para el control de la contaminación del agua: condiciones y casos de aplicación. Dic. 2000 (versión preliminar); Hanley, Shogren and White. Environmental economics in theory and practice, Oxford University Press, New York, 1997; OCDE, 1994, obra citada; World Bank Group. Pollution Prevention and Abatement Handbook. Pollution charges: Lessons from Implementation. World Bank. Julio de 1998.
 - 16 En Colombia por ejemplo las tasas se cobran por emisiones de DBO y Sólidos Totales, en Holanda se cobra por DBO, DQO y metales pesados.
 - 17 Este enfoque de fijación a priori de metas de calidad ambiental socialmente satisfactorias como base para implementar un sistema de cargos fue desarrollado por Baumol, William y Oates, Wallace. The theory of Environmental Policy. Cambridge Press. 1998. Chap. 11, y ha sido aplicado en Alemania, Holanda y Colombia con ciertas adaptaciones.
 - 18 En el caso de Colombia el Ministerio de Medio Ambiente establece una tarifa mínima que debe ser aplicada en todas las cuencas como punto de partida. Esa tarifa se establece a un nivel bajo para iniciar el proceso de cobro, con el objetivo de minimizar choques con el sector regulado. El incremento gradual de la tarifa puede realizarse en cada Corporación Ambiental Regional, mediante un coeficiente de ajuste constante de 0.5. Ese coeficiente constituye el llamado "factor regional", el cual tiene un comportamiento incremental, con el siguiente patrón de crecimiento semestral: 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5. Obsérvese que su aplicación supone un aumento de la tarifa a una tasa decreciente: aunque el incremento de 1 a 1.5 en el segundo semestre es de un 50%, el incremento de 4 a 4.5 es el 12.5% y así sucesivamente. Además el factor regional deja de incrementarse en el momento en que la meta de vertimientos fijada en cada cuenca es alcanzada. El incremento gradual de la tasa envía una señal clara a los entes regulados, de que deben empezar a descontaminar en el corto plazo, porque en la medida que esperen, el cobro por kg de carga contaminante vertida y el valor del monto total a pagar se incrementarán.
 - 19 En Costa Rica se distingue entre dos unidades territoriales y de planificación metropolitanas: el Gran Área Metropolitana (GAM), principal unidad urbano-territorial del país, que incluye parte del territorio de las cuatro provincias centrales del país (San José, Alajuela, Heredia y Cartago); y el Área Metropolitana de San José (AMSJ), que abarca únicamente 11 municipios de la Provincia de San José, capital del país, que están conurbados. En los últimos años, se considera entre los especialistas en urbanismo, que al menos los municipios La Unión y Santa Ana, deberían sumarse al AMSJ.
 - 20 La metodología empleada por Rodríguez se describe de la siguiente manera en el estudio de ABT, 1998: Calculó el volumen de flujo base en el río Grande de Tárcoles en la estación limnigráfica Alumbre (No.084-2411 del Instituto Costarricense de Electricidad), ubicada a 101 m sobre el nivel del mar, en las cercanías de Hacienda Vieja de Orotina, coordenadas 483.80/210.60 de la hoja topográfica Río Grande. En este caso se realizó un análisis de los hidrogramas del río con datos diarios de 5 años (1984-1988), y se hizo una separación del flujo base por métodos gráficos y semi-analíticos. La estación Alumbre, que es la de menor elevación en la cuenca estudiada, presenta una área de drenaje de 1745 Km², lo cual es un 80% de la totalidad de la cuenca del Grande de Tárcoles. Por esto, se hicieron las correcciones y extrapolaciones basadas en la relación de volúmenes entre la escorrentía superficial y subterránea de la subcuenca y la cuenca total

Un canon por vertidos para aplicar principio contaminador-pagador
en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica

- 21 En el mes de julio del 2001, esto se ha hecho evidente para el público al producirse la intoxicación masiva de personas por ingestión de agua contaminada, en razón del vertimiento de efluentes conteniendo residuos de hidrocarburos en el tramo en un tramo del Río Virilla a partir del cual se toma agua por parte del Instituto de Acueductos y Alcantarillado (ICAA), para el suministro de parte de la población del AMSJ. Ver Periódico La Nación, ediciones del 16 al 21 de Julio, 2001, Sección de Noticias Nacionales.
- 22 En adelante cuando se haga mención de la DBO se trata de la DBO a los cinco días, a los 20 C°
- 23 En adelante, cuando se hace uso de las siglas DBO, de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, se trata de la DBO₅, 20
- 24 NMP significa Número más Probable. Es una medida de la presencia de coliformes fecales en una muestra de agua (NMO/100ml= Número más probable de coliformes fecales en cien mililitros de agua).
- 25 La estación lluviosa en Costa Rica abarca los meses entre mayo y Noviembre. La estación seca en consecuencia incluye los meses de Diciembre- Abril. En la estación seca los caudales de los ríos disminuyen significativamente. Los extremos de los rangos son el mínimo y máximo registrado en los puntos de muestreo.
- 26 Los puntos de muestreo fueron los siguientes: V-1, V-3 y V- 5 en el río Virilla, TI-3 y TI-4 en el Río Tiribí; MA-4 en el Río María Aguilar; B-4 en el Río Bermúdez; S-1 en el Río Segundo; C-1 en el Río Ciruelas y TA-10 en el Tárcoles.
- 27 Su cálculo se basó en 1.893.000 habitantes en la cuenca, un consumo diario de 180 litros de agua por persona y un 75% de aguas residuales retornados al ecosistema. La suma calculada debe ser ajustada hacia abajo considerando que no todas esas personas están conectadas a una red de alcantarillado sanitario y que un porcentaje significativo de ellas usan tanque séptico para manejar sus aguas residuales.
- 28 La Ley de Aguas, Ley No. 276 del 27 de agosto de 1942 y sus reformas, establece los casos en los que las aguas son de dominio privado. Ninguno de ellos corresponde a aquellas aguas generalmente utilizadas para descargar sustancias contaminantes (ríos y lagos).
- 29 Taller con expertos en manejo de aguas residuales. Hotel Corobici. San José, Octubre 2001. Participaron entre otros las profesoras Virgina Sánchez y Nazira Jiménez de la UNA; la química María Guzmán de MINAE; los ingenieros sanitarios Martín Chinchilla y Adolfo Barrantes de PROAMSA S.A.; el Ing. Arturo Rodríguez del ICAA; el Ing. Federico Paredes del Ministerio de Salud.
- 30 En este caso se entiende por canon, la prestación pecuniaria periódica que grava un disfrute en el dominio público, según la definición del Diccionario de la Real Academia Española, Vigésima primera edición.
- 31 El reglamento que en su oportunidad se elabore para implementar este instrumento económico, debe especificar claramente los parámetros que en cada fase de cumplimiento serán gravados con este instrumento. También el reglamento debe establecer que se cobrará por la carga total neta vertida, lo que significa que deberá deducirse al sujeto pasivo la carga contaminante presente en el agua al recibirla o tomarla de los cuerpos de agua para los usos que corresponda. El usuario será quien deberá aportar los datos de monitoreo de entrada y de salida que se requieran para hacer valer esta norma.
- 32 TARQUIN, Anthony. Ingeniería Económica. Edit. Mc Graw Hill.
- 33 Tal es el caso los resultados del convenio entre autoridades ambientales y el sector cafetalero para reducir descargas en un período de cinco años.
- 34 Esta cifra no incluye los 151.545.600 litros de aguas residuales que circulan por las redes de alcantarillas hacia los ríos, resultante de la infiltración en estas.
- 35 Suponiendo una relación DQO/DBO igual a 2,2233, o lo que es lo mismo, un efluente con una concentración de 667 mg/l de DQO y de 300 mg/l DBO.
- 36 Esta última disposición fue anulada por la Sala IV recientemente por considerarse inconstitucional.