

DOCUMENTO TECNICO DEL BANCO MUNDIAL NUMERO 73S

# **Control de la contaminación del agua**

## **Guías para la planificación y financiamiento de proyectos**

Ralph C. Palange y Alfonso Zavala

Banco mundial  
Washington, D.C.

Copyright © 1989  
Banco internacional de reconstrucción  
y fomento / BANCO MUNDIAL  
1818 H Street, N.W.  
Washington, D.C. 20433, EE.UU.

Reservados todos los derechos  
Hecho en los Estados Unidos de América  
Primera impresión en inglés: octubre de 1987  
Primera impresión en español: julio de 1989

Los *Documentos técnicos* no son publicaciones oficiales del Banco mundial y se difunden con objeto de alentar el debate y los comentarios, así como para comunicar los resultados del trabajo del Banco con rapidez a la comunidad interesada en cuestiones de desarrollo; al utilizar o citar material de estos trabajos se deberá tener en cuenta su carácter provisional. Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento son achacables enteramente a su autor o autores y no deberán atribuirse en modo alguno al Banco mundial, a sus instituciones afiliadas ni a los Directores Ejecutivos o a los países por ellos representados. Cualesquiera mapas insertos en el texto han sido preparados únicamente para comodidad de los lectores; los nombres empleados en ellos y la presentación de datos en los mismos no suponen juicio alguno por parte del Banco mundial, sus afiliadas, su Directorio o sus países miembros respecto de la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o región, o de sus autoridades, ni tampoco acerca de la delimitación de sus fronteras o su afiliación nacional.

Debido a la índole no oficial del documento y con objeto de ofrecer los resultados de las investigaciones con la menor demora posible, el manuscrito no ha sido preparado de conformidad con los procedimientos apropiados en el caso de los textos impresos oficiales y el Banco mundial no acepta responsabilidad alguna por los posibles errores.

El material contenido en esta publicación está registrado como propiedad literaria (copyright). Las solicitudes de autorización para reproducir partes de ésta deben dirigirse a: Director, Publications Department, The World Bank, Washington, D.C. 20433. El Banco mundial fomenta la difusión de su trabajo; en general dará su autorización prontamente y, cuando la reproducción no sea para fines comerciales, sin cobrar cargo alguno. No se necesita autorización para hacer fotocopias de algunas secciones para uso en salas de clases, pero cuando las reproducciones se usen para ese propósito se ruega enviar una notificación al respecto.

La relación completa de publicaciones del Banco mundial aparece en el *Index of Publications*, de carácter anual, que contiene todos los títulos por orden alfabético, así como índices de temas, autores, países y regiones; es útil principalmente para las bibliotecas y los compradores institucionales. La edición más reciente puede obtenerse gratuitamente solicitándola a Publications Sales Unit, The World Bank, 1818 H Street, N.W., Washington, D.C. 20433, EE.UU., o bien a Publications, Banque mondiale, 66, avenue d'Iéna, 75116 París, Francia.

Ralph C. Palange es ingeniero ambientalista y consultor del Banco mundial. Alfonso Zavala es asesor en agua y saneamiento del departamento de infraestructura y desarrollo urbano del Banco mundial.

La biblioteca del Congreso de los Estados Unidos ha catalogado la edición en inglés de esta publicación de la manera siguiente:

Palange, Ralph C.

Water pollution control.

(World Bank technical paper, ISSN 0253-7494 ; no. 73)  
Includes bibliographies.

1. Water--Pollution--Developing countries.  
2. Industrial development projects--Developing countries  
--Finance. I. Zavala, Alfonso, 1928- .  
II. International Bank for Reconstruction and  
Development. III. Title. IV. Series.  
HC59.72.W32P35 1987 363.7'3946 87-27930  
ISBN 0-8213-0967-6

RESUMEN

Esta publicación proporciona lineamientos que pueden servir como guía a administradores, supervisores y otras personas comprometidas en la toma de decisiones dirigidas a satisfacer las necesidades de instalaciones para control de la contaminación del agua, pero quienes posiblemente carecen de una formación especializada en el área de ingeniería, economía, administración financiera u otras especialidades pertinentes.

Los líderes políticos y los responsables de la planificación económica, quienes deben suministrar los recursos financieros y las políticas globales, también encontrarán útil este documento en la medida que ellos mismos tomen conciencia de los problemas financieros, técnicos, legales, económicos y de otros tipos que deben ser solucionados para proteger el medio ambiente acuático.

## AGRADECIMIENTOS

El desarrollo y la preparación de estas directrices se llevaron a cabo bajo la supervisión general de Anthony Churchill, ex Director del Departamento de Abastecimiento de Agua y Desarrollo Urbano (ADV).

El financiamiento del proyecto estuvo a cargo principalmente del ADV, con la contribución de la Oficina de Asuntos Ambientales y Científicos.

Varios miembros del personal del Banco han realizado contribuciones valiosas al revisar el manuscrito y brindar sugerencias constructivas. Entre ellos están incluidos C.R. Bartone, D.B. Cook, R.L. Costa, H.A. Garn, D.C. Jones, N. Noda, K.I. Nordlander, R. Overby, A. Saravanapavan y G. Yepes. H.A. Garn fue también responsable por la redacción final del capítulo sobre consideraciones económicas. G. Yepes realizó una revisión particularmente cuidadosa y útil del manuscrito.

También es necesario agradecer al personal de la Biblioteca Sectorial de la OPS por sus esfuerzos en la ubicación y obtención de una serie de referencias valiosas utilizadas en la preparación del manuscrito.

Fotografías de la carátula: en la parte superior, Red Internacional de Capacitación sobre Manejo de Recursos Hídricos y Residuos; en la parte inferior, Archivo de fotos del Banco Mundial.

INDICE

PREFACIO .....	xi
Capítulo	
1. Introducción .....	1
Antecedentes .....	2
Resúmenes de los Capítulos .....	6
Bibliografía .....	8
2. Fuentes v Efectos de la Contaminación .....	9
Fuentes y Características de la Contaminación .....	9
Fuentes Municipales .....	9
Descarga de Alcantarillas Combinadas .....	12
Infiltración y Aguas Foráneas .....	14
Fuentes Industriales .....	15
Residuos Peligrosos .....	15
Fuentes No Puntuales .....	17
Residuos Sólidos .....	18
Efectos de la Contaminación .....	19
Bibliografía .....	20
3. Control de la Contaminación .....	22
Normas de Calidad del Agua .....	22
Tecnología de Control y Tratamiento .....	23
Aguas Residuales Domésticas .....	23
Exceso de Agua de Lluvia .....	26
Opciones de Tratamiento de Bajo Costo .....	27
Tratamiento en el Suelo .....	28
Aguas Residuales Industriales .....	29
Fuentes No Puntuales .....	30
Reutilización del Agua .....	31
Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento .....	32
Bibliografía .....	34
4. Consideraciones Legales .....	36
Ley contra la Contaminación del Agua .....	36
Sistemas Legales .....	37
Derecho Estatutario .....	37
Interacciones Gubernamentales .....	40
Elementos de una Legislación Efectiva .....	41
Estados Unidos .....	41
Brasil .....	46

Contaminación Internacional .....	47
Tratados Internacionales .....	47
Política del Banco Mundial .....	48
Bibliografía .....	49
5. Organización Institucional .....	51
La Organización a Nivel Nacional .....	51
La Organización a Nivel Estatal o Provincial .....	54
La Organización a Nivel Local .....	56
La Organización a Nivel de Cuencas Fluviales .....	59
Personal .....	59
Bibliografía .....	61
6. Consideraciones Económicas .....	63
Regulación Directa .....	66
Incentivos Económicos .....	67
Incentivos en Forma de Asistencia Financiera .....	68
Cobros .....	68
Análisis Costo-Beneficio .....	69
Evaluación de Beneficios .....	70
Otros Criterios para la Evaluación de Beneficios ...	71
Estimación de los Costos del Control	
de la Contaminación .....	73
Criterios de Inversión .....	74
Bibliografía .....	74
7. Financiamiento de Proyectos de Control	
de la Contaminación del Agua .....	76
El Análisis Financiero .....	77
Desarrollo de la Información sobre Costos .....	78
Fuentes y Métodos de Financiamiento .....	79
Identificación de las Responsabilidades	
de las Entidades .....	80
Preparación del Plan Financiero .....	81
Privatización .....	86
Sistemas de Captación de Ingresos .....	87
Requerimientos de Captación de Ingresos .....	88
Asignación de Costos .....	90
Bibliografía .....	92
8. Estimación de Costos de Construcción y Operación .....	94
Indexación y Actualización de Costos .....	94
Costos de Construcción .....	95
Costos de Operación y Mantenimiento .....	98
Lagunas de Estabilización .....	99
Bibliografía .....	99

9. Fuentes de Asistencia .....	101
Bancos y Fondos de Desarrollo .....	101
Banco Africano de Desarrollo .....	101
Banco Arabe para el Desarrollo Económico de Africa .....	103
Fondo Arabe de Desarrollo Económico y Social .....	103
Fondo Arabe de Asistencia Técnica a Países Africanos y Arabes .....	104
Banco Asiático de Desarrollo .....	104
Banco de Desarrollo del Caribe .....	105
Banco de Desarrollo de los Estados del Africa Central...	105
Comunidad Económica Europea .....	105
Banco Interamericano de Desarrollo .....	106
Banco Islámico de Desarrollo .....	106
Fondo Kuwaití para el Desarrollo Económico Arabe .....	107
Banco de Desarrollo del Africa Occidental .....	107
Agencias de Desarrollo Bilaterales y Multilaterales .....	108
Oficina Australiana de Asistencia para el Desarrollo....	108
Austria .....	108
Ministerio de Relaciones Exteriores (Administración Belga de Cooperación para el Desarrollo) .....	108
Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional .....	108
Organismo Danés de Desarrollo Internacional .....	109
Organismo Finlandés de Desarrollo Internacional .....	109
Francia - Fondo Central para la Cooperación Económica ..	110
República Federal de Alemania .....	110
Países Bajos - Ministerio de Cooperación para el Desarrollo .....	111
Nueva Zelandia - Ministerio de Relaciones Exteriores ...	111
Noruega - Ministerio de Cooperación para el Desarrollo .....	111
Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional .....	112
Reino Unido - Administración de Desarrollo de Ultramar .....	112
Estados Unidos - Agencia para el Desarrollo Internacional .....	112
Organizaciones de las Naciones Unidas .....	113
Organización de las Naciones Unidas para la la Agricultura y la Alimentación .....	113
Organización Internacional del Trabajo .....	113
Departamento de Asuntos Internacionales y Económicos ...	113
Departamento de Cooperación Técnica para el Desarrollo .....	113
Comisión Económica para Africa .....	114
Comisión Económica para Eurora .....	114
Comisión Económica para América Latina .....	114
Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico ....	115
Comisión Económica y Social para el Asia Occidental .....	115

HABITAT - Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos .....	115
Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia .....	115
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ...	116
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura .....	116
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente .....	116
Instituto Internacional de las Naciones Unidas de Investigaciones y Capacitación para la Promoción de la Mujer .....	117
Fondo de Desarrollo de las Naciones Unidas para la Mujer .....	117
Organización Mundial de la Salud .....	118
Organizaciones de Voluntarios .....	118
Centros Internacionales de Referencia e Investigación ...	119
Organizaciones No Gubernamentales .....	120
Bibliografía .....	120
10. Actividades del Banco Mundial en el Area de Proyectos .....	121
Fuentes y Tipos de Asistencia Financiera .....	121
El Ciclo del Proyecto .....	122
Planificación de Preinversión .....	124
Evaluación ex ante .....	125
Ejecución .....	126
Terminación y Evaluación ex post .....	127
Bibliografía .....	128
ANEXOS .....	131
A. Ley Nacional de Control del Medio Ambiente - Brasil .....	133
B. Ejemplos de Dotación de Personal en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales .....	143
C. Recolección de Información para el Análisis de la Capacidad Financiera .....	155
D. Opciones para la Disposición y Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades .....	161
E. Costos de Construcción para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales .....	165
F. Costos de Operación y Mantenimiento para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales .....	187
G. Direcciones Útiles .....	193
H. Glosario de Términos Empleados en el Control de la Contaminación del Agua .....	201

LISTA DE CUADROS

1.1	Indicadores Básicos Demográficos, Económicos y de Salud para Países en Vías de Desarrollo .....	3
1.2	Cuadro de Frecuencias de Limitaciones para el Suministro de Sistemas Seguros de Abastecimiento de Agua e Instalaciones Adecuadas de Saneamiento para Países en Vías de Desarrollo .....	5
2.1	Composición Promedio de Aguas Residuales Municipales .....	13
2.2	Residuos Peligrosos Típicos Producidos por la Industria.....	16
3.1	Procesos de Tratamiento Recomendados para la Remoción de los Contaminantes Más Frecuentes Presentes en las Aguas Residuales .....	24
7.1	Formato Sugerido para el Resumen del Plan Financiero .....	82
7.2	Formato Sugerido para el Estado de Ganancias y Pérdidas.....	83
7.3	Formato Sugerido para las Proyecciones del Flujo de Caja .....	84
7.4	Formato Sugerido para la Administración del Presupuesto Ordinario .....	85
8.1	Indices de Costos de Construcción y Operación/Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos .....	96
8.2	Ejemplo de la Estimación del Costo Total de Construcción - Tratamiento Secundario, Planta de Lodos Activados .....	97

LISTA DE FIGURAS

2.1	Ejemplo de un Sistema Municipal de Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales .....	11
6.1	Beneficios Típicamente Asociados con los Programas de Control de la Contaminación del Agua .....	72
10.1	Etapas del Desarrollo para los Proyectos del Banco Mundial .....	123

## PREFACIO

Desde comienzos de la década de los 70 ha sido política del Banco Mundial evaluar los efectos ambientales de todos sus proyectos, a fin de poder incorporar como parte integral del proyecto total, cualquier medida necesaria para proteger la salud y el bienestar de las poblaciones afectadas.

En 1970 la Asamblea General de las Naciones Unidas, tras reconocer que el control ambiental constituye una necesidad importante para el desarrollo de los países del Tercer Mundo, acordó que "los gobiernos intensificarán los esfuerzos nacionales e internacionales para detener el deterioro del medio ambiente humano, tomarán medidas destinadas a mejorarlo, y promoverán actividades que ayuden a mantener el equilibrio ecológico, del cual depende la supervivencia de la humanidad".

Este volumen proporciona una guía general a los posibles prestatarios involucrados en la planificación, financiamiento y ejecución de proyectos de control de la contaminación del agua. También puede ser útil para el personal del Banco que participa en la preparación, evaluación y ejecución de estos proyectos. Se presenta la información necesaria para (a) una determinación preliminar de la magnitud del problema; (b) estimación de costos, capacidad financiera y necesidades de financiamiento; (c) búsqueda de fuentes de asistencia financiera y de otro tipo; (d) establecimiento de disposiciones legislativas e institucionales que se adecúen a las condiciones locales; y, (e) definición de muchos de los otros aspectos que influirán en el diseño, la construcción y la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Este volumen está dirigido a administradores, supervisores, personal de las agencias de asistencia y otros funcionarios que pueden no tener un conocimiento detallado de ingeniería, economía, administración financiera y otras especialidades relacionadas. Ellos participarán en el proceso de toma de decisiones y, por lo tanto, deben tener conciencia de la importancia de los roles que les toca desempeñar a estas especialidades en el desarrollo y operación exitosa de tales obras.

Las guías también resultarán útiles para los líderes políticos y para los encargados de la planificación económica, en la medida que les harán tomar conciencia de los problemas financieros, técnicos, económicos y de otro tipo que se pueden encontrar cuando se trata de proporcionar instalaciones para control de la contaminación. Estas personas pueden contribuir al desarrollo de políticas ambientales y a la obtención de los recursos financieros necesarios para una administración efectiva de la calidad del agua.

Para establecer y mantener metas respecto a la calidad del agua, es necesario que existan compromisos a largo plazo de una sólida política financiera y de una adecuada administración de las operaciones. Sin

embargo, los objetivos y las decisiones deben ser lo suficientemente flexibles para permitir su reajuste en el caso de que cambios futuros en las prioridades o en las condiciones así lo requieran.

Se busca fomentar y se acogerá con satisfacción, el uso de estas guías por parte de todos los países, instituciones, agencias de asistencia y otras entidades involucradas en el desarrollo económico. Se espera también que el documento brinde una orientación útil respecto a las operaciones del Banco relacionadas con proyectos de control de la contaminación del agua.

Para mayor información sobre las actividades del programa de control de la contaminación del agua del Banco Mundial, pueden dirigirse a:

Water Supply and Urban Development Division  
Infrastructure and Urban Development Department  
The World Bank  
1818 H Street, N.W.  
Washington, D.C. 20433, U.S.A.

Para información respecto a las actividades del Banco sobre protección del medio ambiente en general, las consultas pueden dirigirse a:

Environmental Department  
The World Bank  
1818 H Street, N.W.  
Washington, D.C. 20433, U.S.A.

## Capítulo 1

### INTRODUCCION

Aunque el propósito principal de los programas de financiamiento del Banco Mundial es el desarrollo económico, desde 1970, los procedimientos del Banco han incluido la evaluación del impacto ambiental de los proyectos durante las primeras etapas de la planificación, de tal modo que se pueda evitar o minimizar cualquier efecto negativo sobre la salud o el bienestar de la población.

Los problemas ambientales son muy amplios e incluyen el deterioro de la calidad del aire y del agua, la deforestación, erosión del suelo, cambios climáticos y amenazas a la diversidad biológica y a las culturas tradicionales. Estos problemas pueden ser resultado de las actividades de individuos o instituciones, quienes actuando en base a intereses propios mal entendidos, afectan negativamente el bienestar de otros grupos, especialmente de los pobres, quienes son los que más sufren.

El desarrollo, por definición, implica un cambio; el cambio implica manipulación. Así, el medio ambiente que se ve afectado por el desarrollo, se convierte en un tema altamente controvertido, no solamente por lo amplio de la definición de su contenido, sino también debido al apoyo igualmente amplio que tienen los intereses de defensa del medio ambiente.

Un ex Presidente del Banco ha afirmado que "el problema que enfrentan las instituciones financieras de desarrollo, incluyendo el Banco Mundial, es la definición de la manera en que se puede ayudar a los países en vías de desarrollo a evitar o mitigar en parte el daño que el desarrollo económico pueda causar en el medio ambiente, sin al mismo tiempo, aminorar el ritmo del progreso económico. Es claro que los costos resultantes de un cambio ambiental negativo pueden ser enormes. Es igualmente claro que, en muchos casos, una pequeña inversión en medidas preventivas resultará más económica si se compara con el monto que tendría que desembolsarse posteriormente para reparar los daños".

Este documento trata sólo uno de los problemas ambientales mundiales que ha llegado a un punto crítico en muchos países: la contaminación del agua causada por la disposición de residuos líquidos producidos por los diferentes sectores de la sociedad. El propósito principal del documento es brindarle al usuario las herramientas necesarias para la planificación y la ejecución de proyectos de control de la contaminación del agua.

## Antecedentes

Para el desarrollo de un país son básicos sus recursos naturales, de los cuales los recursos hídricos constituyen un componente primordial. La calidad del agua debe ser protegida y mantenida para sus diferentes usos, siendo los principales el abastecimiento de agua potable, generación de energía eléctrica, procesos industriales, agricultura, recreación, preservación de peces y fauna silvestre, navegación y fines estéticos. La mayor prioridad de uso es en abastecimiento de agua potable, la priorización de los otros usos depende principalmente de las condiciones y factores locales o regionales.

La contaminación del agua puede afectar al ser humano de muchas maneras, dependiendo del propósito para el cual se utilizan los recursos hídricos. En la medida que afecta a vidas humanas constituye un problema de salud; en la medida que afecta a la propiedad y a la salud constituye un problema económico; en la medida que afecta a organismos vivos, perjudica a los recursos naturales, a su conservación y a la economía; y en la medida que afecta a los sentidos, se convierte en un problema estético.

El término "contaminar" puede ser definido como "destruir la pureza de algo" o "ensuciar". Por lo tanto, la contaminación del agua puede ser definida como la alteración de las características de un cuerpo de agua de manera que éste deje de ser adecuado para uno o más usos específicos. Para decirlo de otra manera, la contaminación relaciona los cambios en las características físicas, químicas y biológicas naturales de un agua receptora, causados por la descarga en ella de cualquier material que perjudique su uso provechoso.

Existe una preocupación muy difundida, particularmente en los países en vías de desarrollo, por asegurar la disposición sanitaria de los residuos líquidos de comunidades, grupos habitacionales y descargas individuales.

En el Cuadro 1.1 se presentan los indicadores básicos demográficos, económicos y sanitarios de las necesidades nacionales según las diferentes regiones del mundo. La información se basa en datos entregados por 87 países o territorios, e incluye a la mayoría de naciones en vías de desarrollo. Esta recopilación representa aproximadamente al 83% de la población de los países en vías de desarrollo, sin incluir a China.

A partir de estos indicadores, la necesidad de sistemas seguros de abastecimiento de agua y de mejores instalaciones sanitarias, resulta obvia. La esperanza de vida y la mortalidad infantil alcanzan sus valores menos favorables en el Sudeste Asiático, Africa y el Mediterráneo Oriental. Estas condiciones se deben, al menos parcialmente, a sistemas de abastecimiento de agua contaminados y a métodos insalubres de disposición de residuos líquidos domésticos y de otro tipo. En un 45% de los países que suministraron información, más del 50% de la población

Cuadro 1.1 - Indicadores Básicos Demográficos, Económicos y de Salud para Países en Vías de Desarrollo. (a)

Región/ grupo	No. de países/ territorios que dieron información	Incremento estimado de la población 1980-1990:		No. de Países PMD y MSA	Número de países con		Esperanza de vida debajo de los 50 años	Mortalidad infantil por encima de los 100 por cada 1000 nacidos vivos	Enfermedades transmitidas por el agua en más del 12 de la pobla- ción	50% de la población sin siste- mas seguros de abaste- cimiento de agua	50% o más de la pobla- ción sin saneamien- to adecuado		
		Total (%)	Urbano (%)		Rural (%)	PMD(b)						MSA(c)	
Africa	22	36	73	26	15	17	3	7	17	12	11	16	17
Las Américas	21	25	32	10	0	4	3	5	0	3	6	5	0
Sudeste Asiático	9	21	33	17	4	5	0	0	4	6	1	8	7
Europa	3	26	60	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Mediterráneo Oriental	12	31	44	24	4	5	6	5	4	6	4	5	5
Pacífico Occidental	20	24	27	22	1	1	4	1	0	0	6	5	3
Totales %	87				24	32	16 18	18 21	25 29	29 33	28 32	39 45	41 47
PMD	24						5	12	20	18	10	20	16
MSA	32						8	12	19	20	13	24	25

(a) De la publicación en Offset No. 85 de la OMS, The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade - Review of Baseline Data. Ginebra, 1984.

(b) PMD - Países Menos Desarrollados.

(c) MSA - Países Más Serriamente Afectados.

carece de acceso a sistemas seguros de abastecimiento de agua. De igual manera, en un 47% de los países que proporcionaron información, más del 50% de la población carece de acceso a un saneamiento adecuado.

Si bien muchos países se han fijado metas para proporcionar sistemas seguros de abastecimiento de agua y un mejor saneamiento, la escasez de recursos, así como otras limitaciones, impiden alcanzar dichas metas. El Cuadro 1.2 presenta una lista de las barreras más frecuentes, ordenadas de mayor a menor frecuencia. En los capítulos siguientes se discuten varias de estas limitaciones.

Las instalaciones para el control de la contaminación y el suministro de un saneamiento adecuado, constituyen una parte integral de la infraestructura que debe ser instalada a medida que un país avanza en su desarrollo y crecimiento económico. El suministro de servicios de disposición de residuos al alcance de amplios sectores de la población (urbanos y rurales, de altos y bajos ingresos), implica la aplicación de una variedad de tecnologías que deben adecuarse a las circunstancias específicas.

Como se indicó líneas arriba, el Banco Mundial evalúa el impacto que tendrá cada uno de sus proyectos sobre el medio ambiente. Esto constituye una parte integral de las etapas de desarrollo y planificación de cada proyecto. El Banco incentiva a todos los países a considerar los aspectos ambientales en todos sus proyectos de desarrollo, sea que estén financiados por el Banco o por otra fuente. Las medidas preventivas deben ser parte integral del proyecto total. La prevención resulta una solución mucho menos costosa y más eficaz que la corrección.

Sin embargo, existen situaciones en las que deben suministrarse instalaciones de control de la contaminación para corregir situaciones ambientales negativas ya existentes, es decir, para detener y, de ser posible, revertir situaciones indeseables que quizás pudieron haberse evitado, pero que sin embargo, se les permitió difundir.

No se pretende que este documento sirva como un manual de diseño o un libro de texto. Su propósito es más bien reunir en un volumen la información básica necesaria para que un país en vías de desarrollo, una agencia de asistencia o cualquier otra entidad realice una evaluación de sus problemas de control de la contaminación del agua y avance en la elaboración de un programa para la planificación, financiamiento, construcción, dotación de personal, operación y mantenimiento de proyectos, destinados a resolver o corregir estos problemas.

La bibliografía al final de cada capítulo incluye una lista de referencias en las cuales se puede encontrar un análisis más completo de cada uno de los tópicos y problemas discutidos en este documento. El Anexo H contiene un glosario de términos utilizados comúnmente en el control de la contaminación del agua.

Cuadro 1.2 - Cuadro de Frecuencias de Limitaciones para el Suministro de Sistemas Seguros de Abastecimiento de Agua e Instalaciones adecuadas de saneamiento para Países en Vías de Desarrollo.<sup>a/</sup>

Limitaciones	No. de países que presentan limitación			Indice de frecuencia (b)
	Muy severa	Severa	Moderada	
Insuficiencia de personal capacitado (profesional)	16	40	27	155
Restricciones en el financiamiento	21	31	30	155
Insuficiencia de personal capacitado (subprofesional)	16	38	29	153
Operación y mantenimiento (c)	16	36	23	143
Logística (c)	11	35	23	126
Inadecuada estructura de recuperación de costos	11	34	22	123
Inadecuada estructura institucional	6	30	35	113
Insuficientes actividades de educación sanitaria	7	24	43	112
Servicio intermitente de abastecimiento de agua	10	19	32	100
Falta de criterios de planificación y diseño	6	17	41	93
Falta de participación de las comunidades	6	15	44	92
Inadecuada o desactualizada estructura legal	10	14	34	92
Tecnología inadecuada	5	18	33	84
Insuficiente conocimiento de los recursos hídricos	1	20	39	82
Inadecuados recursos hídricos	5	11	40	77
Carencia de una política gubernamental definida para el sector	4	10	44	76
Restricciones a la importación	5	12	21	60

(a) De la Publicación en Offset No. 85 de la OMS, The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade - Review of Baseline Data, Ginebra, 1984.

(b) Índice de frecuencia - (No. de muy severas x 3) + (No. de severas x 2) + (No. de moderadas x 1).

(c) "Logística" tiene un índice mayor que "Operación y mantenimiento" en el grupo de Países Menos Desarrollados.

A continuación se brinda un resumen de las materias tocadas en los siguientes capítulos de estas guías.

### Resúmenes de los Capítulos

#### **Capítulo 2 Fuentes y Efectos de la Contaminación**

Discute las fuentes y las características de los residuos líquidos: fuentes municipales, reboses de alcantarillas combinadas, infiltración y escurrimientos superficiales, fuentes industriales, residuos peligrosos, fuentes no puntuales y escurrimientos provenientes de rellenos sanitarios. También discute los efectos que tienen sobre las corrientes de agua los residuos altamente degradables y los efluentes industriales.

#### **Capítulo 3 Control de la Contaminación**

Discute la aplicación de las normas de calidad del agua (tanto para efluentes como para aguas receptoras) y su papel en la protección de los usos del agua. También discute los métodos adecuados para controlar los caudales de aguas residuales identificados en el Capítulo 2. Además trata de la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento, enfatizando su importancia.

#### **Capítulo 4 Consideraciones Legales**

Discute: (a) los conceptos legales que se aplican a los derechos de aguas; (b) interacciones entre los diferentes niveles del gobierno en el país; (c) componentes y problemas básicos que deben considerarse para formular una legislación eficaz; (d) tratados o acuerdos internacionales relacionados con la contaminación y los recursos hídricos; y (e) política del Banco Mundial respecto a los proyectos en aguas internacionales.

#### **Capítulo 5 Organización Institucional**

Discute las relaciones operativas entre las organizaciones nacionales, estatales/provinciales, regionales/cuencas fluviales y locales. Suministra una guía de control de las responsabilidades y funciones que se sugiere considerar al crear o reorganizar entidades en cada uno de estos niveles. Brinda ejemplos de los niveles de personal requeridos para la operación y el mantenimiento de diferentes tipos y tamaños de plantas de tratamiento.

**Capítulo 6 Consideraciones Económicas**

Dentro de un contexto económico, discute por qué se produce la contaminación, sugiere mecanismos que pueden ayudar a incentivar una reducción de la contaminación, y suministra una guía para la aplicación del análisis de costo/beneficio en la determinación de métodos eficaces en función de los costos, para reducir la contaminación del agua.

**Capítulo 7 Financiamiento de Proyectos de Control de la Contaminación del Agua**

Discute (a) el desarrollo de la información sobre costos; (b) las fuentes y los métodos de financiamiento; y (c) la preparación de los planes de financiamiento, con sugerencia de formatos. También discute la posibilidad de la privatización, así como los sistemas de recaudación de ingresos y los requerimientos de ingresos para la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento.

**Capítulo 8 Estimación de los Costos de Construcción y Operación**

Presenta información que puede ser utilizada para la estimación de los costos de construcción, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento. Los anexos respectivos presentan gráficos y cuadros para una planta "promedio", considerando diferentes niveles de tratamiento y varios tamaños de sistemas.

**Capítulo 9 Fuentes de Ayuda**

Presenta las principales agencias de asistencia externa que brindan asesoría y/o asistencia técnica y financiera para proyectos de control de la contaminación del agua y saneamiento. Se las agrupa en (a) bancos y fondos de desarrollo; (b) agencias de desarrollo bilaterales y multilaterales; (c) organizaciones de las Naciones Unidas; (d) organizaciones de voluntarios; (e) centros internacionales de referencia e investigación; y (f) organizaciones no gubernamentales. Incluye funciones, tipos de asistencia, condiciones de financiamiento y otros detalles de cada agencia.

**Capítulo 10 Asistencia del Banco Mundial a Proyectos**

Incluye (a) tipos de asistencia financiera disponibles; (b) procedimientos y requerimientos para su solicitud; (c) ciclo de un proyecto; (d) supervisión y control; y (e) seguimiento del proyecto después de su conclusión.

**Bibliografía**

Andrews, William A., Ed. A Guide to the Study of Environmental Pollution. Edgewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall, 1972.

Barnes, D., et al. Water and Wastewater Engineering Systems. London: Pitman Books, Ltd., 1981.

World Health Organization. The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade-Review of Baseline Data. Geneva: WHO Offset Publication No. 85, 1984.

Water Pollution Control Federation, et al. Glossary - Water and Wastewater Control Engineering. Washington: 3. Ed., 1981.

World Environment Center. The Growth of Environment in the World Bank. New York (1982).