

DIAGNÓSTICO DEL AGUA EN LAS AMÉRICAS

Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC

Insurgentes Sur No. 670, Piso 9

Colonia Del Valle

Delegación Benito Juárez

Código Postal 03100

México, Distrito Federal

www.foroconsultivo.org.mx

foro@foroconsultivo.org.mx

Tel. (52 55) 5611-8536

Responsables de la edición:

Juan Pedro Laclette y Patricia Zúñiga

Coordinadores:

Blanca Jiménez Cisneros (Academia Mexicana de Ciencias)

Jóse Galizia Tundisi (Academia Brasileña de Ciencias)

Traducción:

Academia Mexicana de Ciencias

Recopilación de la información:

Tania Elena Rodríguez Oropeza

Coordinador de edición:

Marco A. Barragán García

Corrección de estilo:

Elia Irene Lechuga Almaraz

Diseño de portada e interiores:

Víctor Daniel Moreno Alanís y Mariano Alejandro Hernández Salas

Cualquier mención o reproducción del material de esta publicación puede ser realizada siempre y cuando se cite la fuente.

Derechos Reservados

FCCyT, marzo de 2012

ISBN: 978-607-9217-04-4

Impreso en México

DIAGNÓSTICO DEL AGUA EN LAS AMÉRICAS

RED INTERAMERICANA DE ACADEMIAS DE CIENCIAS
FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, AC

COORDINADORES
BLANCA JIMÉNEZ CISNEROS
JOSÉ GALIZIA TUNDISI



Prólogo

Este volumen proporciona, por primera vez, una evaluación de los recursos hídricos en el Continente Americano. Se presenta el diagnóstico de 15 países.

El agua es vital para la vida humana; usamos agua para beber, para producir nuestros alimentos, para sanear nuestro ambiente, como medio de transporte, para generar energía y mil otros fines. Los recursos hídricos son finitos y además se encuentran distribuidos desigualmente en las regiones del mundo.

En América, la región de Atacama en Chile es famosa por una ausencia casi total de lluvias; en el mismo sentido, las comunidades de los áridos desiertos en el suroeste de América del Norte, están comprometidas en una batalla constante para proporcionar suficiente agua para la vida humana. En contraste, otras regiones como la cuenca del Amazonas son igualmente famosas por la abundancia de agua, pero incluso esa abundancia puede verse amenazada con el cambio de los patrones climáticos.

Un hecho sobre el agua destaca sobre todos los demás: los patrones actuales de utilización de agua no son sostenibles en muchas regiones del mundo, incluyendo porciones importantes del continente Americano.

Uno de los grandes retos del siglo XXI será mejorar nuestra gestión y la utilización de agua, para garantizar que este recurso fundamental soporte una población mundial de nueve mil millones o más en 2050. Una contribución sustantiva para la solución de este reto es el uso eficaz de la ciencia, que mejore el uso de nuestros recursos de agua. El uso eficaz de la ciencia significa no sólo crear nuevo conocimiento, sino también traducir ese conocimiento científico hacia público abierto, de tal modo que las nuevas tecnologías y los nuevos conceptos puedan implementarse rápidamente.

Este volumen es el resultado de un proyecto de la Red del Agua de la Interamerican Network of Academies of Science (IANAS, por sus siglas en inglés). Nuestra organización es la red de academias de ciencias del continente americano, creada a partir de la iniciativa y del espíritu que alienta el funcionamiento del Panel Interacadémico (IAP) que agrupa a más de cien academias nacionales de ciencia en todo el mundo.

Son miembros de IANAS todos los países que tienen constituida una academia de ciencias. La misión de IANAS es fomentar la cooperación entre las academias de ciencias y promover su participación como actores relevantes en el desarrollo de los países de la

región. IANAS basa su funcionamiento en la operación de programas. El Programa del Agua completa su primera etapa con la publicación de este volumen: *Diagnóstico del agua en las Américas*. El diagnóstico de cada país resulta del trabajo de redes de científicos en cada una de las academias miembro de IANAS. La coordinación del trabajo estuvo a cargo de José Galizia Tundisi del Brasil y Blanca Jiménez de México, quienes copresiden el programa.

IANAS puede establecer rápidamente conexiones entre los científicos que poseen la mejor información científica actual y aquellas instancias en cada país que la requieren para tomar decisiones. Uno de los objetivos de IANAS es el de proveer la información fundamental que permita una asignación adecuada de los recursos hídricos por parte de las autoridades involucradas. También identificamos oportunidades en el diseño de nuevos procesos que mejoren el uso del agua hasta alcanzar la sustentabilidad en el largo plazo. Finalmente, recomendamos el contacto con las academias nacionales de ciencias en el Continente Americano como interlocutores que aportan asesoría experta a los tomadores de decisiones en el ámbito local y nacional.

Agradecemos a todos los científicos de nuestro Continente Americano que contribuyeron a este volumen, a la red global de las academias de la ciencia (IAP) por su apoyo financiero y al Foro Consultivo Científico y Tecnológico por su apoyo para la edición, impresión y distribución de este libro.

Enhorabuena por este valioso esfuerzo.

Michael Clegg y Juan Pedro Lacleste
Copresidentes de IANAS

Prólogo

■ La disponibilidad de agua en cantidad y calidad es esencial para el desarrollo económico y social de los continentes, los países y las regiones.

El continente americano alberga un grupo de países variados que difieren en sus características geográficas, históricas, económicas, sociales y ecológicas que derivan en una estructura diferente de disponibilidad y manejo del recurso hídrico.

En estos países y regiones, el agua puede ser abundante, escasa o incluso rara. Los usos múltiples de este recurso en la agricultura, la industria o suministro municipal son complejos y demandan un manejo integrado del mismo, el cual es difícil de implementar. Más aún porque las actividades humanas impactan cada día más los cuerpos superficiales y subterráneos de agua, lo que, combinado con la elevada tasa de urbanización que existe en el ámbito mundial, agrava cada día más los problemas de disponibilidad del recurso por contaminación y agotamiento con severos efectos en la salud pública y de los ecosistemas que constituyen un grave problema de seguridad para todo el mundo.

Confiamos en que las contribuciones presentadas en este libro sean representativas de la diversidad en la disponibilidad de agua, problemas de contaminación y estrategias de política pública en el continente. La política del manejo del agua difiere considerablemente en los países: la legislación y la política pública son diversas y se encuentran en diferentes grados de desarrollo. La descripción comparativa del estado de la política del agua así como de su disponibilidad o abundancia en diferentes países será, sin duda, una información útil para avanzar en el intercambio de experiencias en los ámbitos político y técnico.

Los editores confían en que este libro será útil para consolidar el estudio de los recursos hídricos en los diferentes países del Continente Americano y contribuir así al desarrollo de las políticas públicas para su manejo.

Los editores agradecen infinitamente los esfuerzos de todos los autores de esta obra, así como a quienes participaron como coordinadores de los textos de cada país como miembros de la Red del Agua de IANAS. Los doctores Blanca Jiménez Cisneros y José Galizia Tundisi agradecen a la Academia Mexicana de Ciencias, a la Academia de Ciencias de Brasil y al Comité Directivo de IANAS su apoyo para la producción de este texto.

Blanca Jiménez Cisneros y José Galizia Tundisi
Copresidentes del Programa del Agua de IANAS

Foro Consultivo Científico y Tecnológico

La Ley de Ciencia y Tecnología, publicada en junio de 2002, planteó modificaciones importantes a la legislación en esta materia, tales como: la creación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, la identificación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como cabeza del sector de ciencia y tecnología, y la creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT).

El FCCyT está integrado, a su vez, por una Mesa Directiva formada por 20 representantes de la academia y el sector empresarial, 17 de los cuales son titulares de diversas organizaciones mientras que los tres restantes son investigadores electos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

En este sentido, el FCCyT forma parte del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico encargado de regular los apoyos que el Gobierno Federal está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica en general en el país. El FCCyT lleva al Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico la expresión de las comunidades científica, académica, tecnológica y del sector productivo, para la formulación de propuestas en materia de políticas y programas de investigación científica y tecnológica.

De acuerdo con la Ley de Ciencia y Tecnología, el FCCyT tiene tres funciones sustantivas:

Su primera función sustantiva es la de fungir como organismo asesor autónomo y permanente del Poder Ejecutivo –en relación directa con el CONACYT, varias secretarías de Estado y el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico–, pero también atiende al Poder Legislativo.

La segunda función sustantiva es la de ser un órgano de expresión y comunicación de los usuarios del sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Su objetivo es propiciar el diálogo entre los integrantes del Sistema Nacional de Investigación y los legisladores, las autoridades federales y estatales y los empresarios, con el propósito de estrechar lazos de colaboración entre los actores de la triple hélice –academia-gobierno-empresa.

Es de resaltar el trabajo continuo y permanente con legisladores de los estados de la República, particularmente con los miembros de las comisiones que revisan los asuntos de educación y CTI en sus entidades federativas. Esta relativa cercanía posiciona al FCCyT como un actor pertinente para contribuir, junto con otros, al avance de la federalización

y del financiamiento de la CTI. En este sentido, se puede contribuir al trabajo del propio CONACYT, de las secretarías de Economía y de los consejos estatales de Ciencia y Tecnología para conseguir la actualización de las leyes locales, en términos que aumenten su coherencia con la Ley Federal de Ciencia Tecnología e Innovación.

El FCCyT también se ha dado a la búsqueda de mecanismos para la vinculación internacional a través de diversas agencias multilaterales. Todo ello, orientado a una búsqueda permanente de consensos alrededor de acciones y planes que se proponen en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI).

En cuanto a la tercera función sustantiva –comunicación y difusión de la CTI–, el Foro hace uso de distintos medios, desde la comunicación directa por medio de foros, talleres y otro tipo de reuniones de trabajo, hasta el uso de los medios de comunicación masiva y de Internet. Para mencionar sólo un ejemplo, nuestro nuevo portal electrónico ofrece ahora una mayor diversidad de servicios a los usuarios, incluyendo una gran variedad de mecanismos (concentrado de noticias de CTI, *Gaceta Innovación*, *Acertadístico*, cifras sobre la evolución en CTI, información sobre las cámaras legislativas y los estados de la República, *blogs*, entre otros) para posibilitar un análisis más preciso de nuestro desarrollo en el ramo. Una señal inequívoca del avance es el aumento en el número de visitas al portal electrónico del FCCyT en más de un orden de magnitud.

En resumen, el FCCyT es una instancia autónoma e imparcial que se encarga de examinar el desarrollo de la CTI en el país. Sin embargo, tenemos el reto de incrementar la conciencia social en esa materia, partiendo siempre de la premisa del compromiso social de la ciencia, ya que el conocimiento *per se* pierde una parte de su valor si no se logra su utilización y su aplicación para mejorar las condiciones y la sustentabilidad de la vida en el país.

Índice

■ Prólogo.....	v
■ Presentación	16
■ El estado de situación de los recursos hídricos de Argentina : la cuestión del agua	19
1. Introducción	19
2. Contexto	21
3. Sostenibilidad del uso de los recursos hídricos: situación general y perspectivas	21
4. Temas emergentes relacionados con el agua	29
5. Situación de los recursos hídricos en Argentina	39
6. Recursos hídricos interjurisdiccionales (Anexo I)	63
7. Marco jurídico-administrativo del agua en la República Argentina (Anexo II)	65
8. Glosario	67
9. Siglas	70
10. Referencias	71
■ Los recursos hídricos en Bolivia : un punto de vista estratégico sobre la problemática de las aguas transfronterizas.....	75
1. Introducción	75
2. Disponibilidad de agua en Bolivia	78
3. Disponibilidad de aguas superficiales	80
4. Disponibilidad de aguas subterráneas en Bolivia	86
5. Problemática de las aguas superficiales transfronterizas	88
6. Problemática de las aguas subterráneas transfronterizas	92
7. Referencias	95
■ La política hídrica en Brasil	97
1. Introducción	97
2. Los recursos hídricos en Brasil	98
3. Usos del agua	99
4. Usos múltiples del agua y los conflictos que generan	99
5. La calidad del agua en Brasil	100
6. Desarrollo institucional del manejo de recursos hídricos	101
7. Retos para la política del agua en Brasil	103
8. Conclusiones	108
9. Referencias	109

■ Los recursos hídricos en Canadá: un punto de vista estratégico	113
1. Introducción	113
2. Situación general del agua en Canadá	114
3. Gobernanza del agua dentro de Canadá e internacionalmente	116
4. Problemas hídricos regionales estratégicos en Canadá	124
5. Problemas hídricos que se presentan en muchas regiones de Canadá	141
6. Recomendaciones para aliviar los problemas hídricos estratégicos de Canadá	149
7. Reconocimientos	155
8. Sitios web	155
9. Referencias	156
■ El sector del agua en Chile: su estado y sus retos	169
1. Introducción	169
2. Disponibilidad de los recursos hídricos	170
3. Aprovechamientos del agua	177
4. Agua y sociedad	186
5. Conclusiones	191
6. Reconocimientos	191
7. Referencias	192
■ Una visión al estado del recurso hídrico en Colombia	195
1. Introducción	195
2. El territorio colombiano	196
3. Generalidades sobre el recurso hídrico en Colombia	197
4. Balance hídrico	198
5. Embalses y humedales	200
6. Otros recursos (zonas inundables, pantanos, glaciares, páramos)	203
7. Aguas subterráneas	204
8. Las áreas marítimas colombianas	205
9. Usos del agua	206
10. Calidad del agua	207
11. Vulnerabilidad de las cuencas	209
12. Agua potable y saneamiento básico	210
13. Agua y salud humana	212
14. Proyecciones de demanda y oferta para 2015 y 2025	213
15. Agua, energía e impactos ambientales	215
16. Gobernanza del agua	215
17. Política y legislación de las aguas en Colombia	217
18. Amenazas para el agua en Colombia	220
19. Usos potenciales del agua en Colombia y mecanismos de administración	221
20. Conclusiones	223
21. Referencias	223
■ Los recursos hídricos en Costa Rica: un enfoque estratégico	227
1. Introducción	227
2. Antecedentes	228
3. Recursos hídricos nacionales y su uso	229

4. Balance hídrico	231
5. Usos nacionales del agua	231
6. Agua y el ambiente	233
7. Agua potable, sanitaria y salud	234
8. Uso de la tierra: deforestación y degradación del suelo	235
9. Leyes e instituciones relacionados con el agua	237
10. Gestión integrada de los recursos hídricos	240
11. Conclusiones	241
12. Reconocimientos	242
13. Referencias	242

■ Los recursos hídricos en Cuba: una visión 245

1. Introducción	245
2. Uso del agua	246
3. Agua y agricultura	247
4. Agua e industria	248
5. Agua para el uso humano: cantidad, calidad y acceso	249
6. Calidad de las aguas terrestres	250
7. Agua en las áreas urbanas	251
8. Aguas residuales y saneamiento	253
9. Agua y salud humana	255
10. Agua y economía	256
11. Agua para energía e impacto de las empresas	257
12. Inundaciones y sequías	257
13. Legislación	258
14. Conflictos por el agua	259
15. Gobernabilidad del agua	260
16. Escenarios debido a los cambios globales	263
17. Agua, cultura y religión	263
18. Referencias	265

■ Los recursos hídricos de los Estados Unidos y su administración 267

1. Introducción	267
2. La existencia y disponibilidad del agua	268
3. Usos del agua	272
4. Investigación en recursos hídricos en los Estados Unidos	274
5. Los principales asuntos hídricos que enfrentan los Estados Unidos	276
6. Referencias	279

■ Estado del agua en Guatemala 281

1. Introducción	281
2. Disponibilidad y distribución espacial y temporal del recurso hídrico	282
3. Balance hídrico del 2005	284
4. Balance hídrico y escenarios al 2025	286
5. Agua y agricultura	292
6. El agua y la industria	294
7. Agua para abastecimiento humano: cantidad, calidad y acceso	295

8. Contaminación	296
9. Agua en las áreas urbanas	297
10. Agua y saneamiento	298
11. Agua y salud pública	298
12. Agua y economía	299
13. Agua y energía	300
14. Inundaciones y sequías	300
15. Legislación	302
16. Conflictos	304
17. Gobernabilidad	305
18. Escenarios debido a cambios globales	305
19. Agua, cultura y religión	306
20. Referencias	307

■ Los recursos hídricos en México: situación y perspectivas..... 309

1. Introducción	309
2. Datos generales del país	309
3. Antecedentes históricos	310
4. Disponibilidad	310
5. Usos	312
6. Agua y energía	322
7. Calidad del agua	324
8. Fuentes de contaminación	328
9. Reúso	330
10. Efectos en la salud	330
11. Desarrollo económico	332
12. Género y agua	334
13. Pobreza	335
14. Agua y población indígena	338
15. Agua transfronteriza	339
16. Cambio climático	342
17. Eventos extremos	343
18. Administración del agua	347
19. Marco jurídico	351
20. Referencias	354

■ Recursos hídricos en Nicaragua: una visión estratégica 359

1. Introducción	359
2. Los recursos hídricos de Nicaragua	361
3. Usos del agua	362
4. Situación ambiental de los recursos hídricos	374
5. Agua y saneamiento	385
6. Cambio climático	391
7. Agua y salud	394
8. Marco legal	395
9. Referencias	397

■ Recursos hídricos en el Perú: una visión estratégica	405
1. Introducción	405
2. El recurso hídrico	405
3. Usos del agua en el Perú	408
4. Aspectos ambientales y contaminación del agua	411
5. Agua y sociedad	413
6. Eventos extremos: sequías y avenidas en el Perú-Reducción del riesgo de desastres de origen climático	414
7. Marco institucional	414
8. Esfuerzos recientes en investigación en recursos hídricos	416
9. Conclusiones	418
10. Reconocimientos	418
11. Referencias	419
■ Agua potable y saneamiento en la República Dominicana	421
1. Introducción	421
2. Aguas subterráneas de la planicie costera oriental	422
3. Calidad de las aguas subterráneas de la planicie costera	423
4. El conflicto sociedad-gobierno por la protección del agua de los Haitises	424
5. Contaminación orgánica de las aguas superficiales y subterráneas	425
6. El agua y el cólera del 2011 en la República Dominicana	427
7. Las presas y sus conflictos sociales y ambientales	428
8. El problema social y ambiental de la crecida del lago Enriquillo	429
9. El problema de las basuras que contaminan las aguas	432
10. La iglesia, el agua y el medio ambiente	433
11. Contaminación de las aguas por las operaciones mineras	435
■ Manejo de los recursos hídricos en Venezuela: aspectos generales	437
1. Introducción	437
2. El recurso hídrico	438
3. Venezuela en el mundo	438
4. Embalses en Venezuela	439
5. Algunos problemas relacionados con el manejo de los recursos hídricos	440
6. Instrumentos legales y algunas normas regulatorias para el manejo de los recursos hídricos en Venezuela	441
7. Instituciones relacionadas con el manejo y la investigación de los recursos hídricos	442
8. Ejemplos de prácticas relacionadas con el manejo de los recursos hídricos en Venezuela	443
9. Conclusiones	445
10. Reconocimientos	445
11. Referencias	445

Presentación

Desde 1993, el 22 de marzo es el Día Mundial del Agua. Más que conmemorativo, al establecer este día, la Organización de las Naciones Unidas buscó centrar la atención sobre uno de los problemas que ya enfrenta la humanidad: la escasez de agua para consumo humano y para la producción.

Este año el tema del agua se asocia a otro de no menor importancia el de la seguridad alimentaria, sobre todo cuando en 2011 se alcanzó la cifra de siete mil millones de seres humanos habitando en este planeta y es que como mencionara Irina Bokova, Directora General de la UNESCO: "Es imposible lograr un desarrollo humano sostenible sin agua de buena calidad, a la que todos tengan acceso".

Si bien se han hecho esfuerzos por mejorar los servicios relacionados con el agua (en los que participan autoridades, especialistas e instituciones de educación superior), en ocasiones se realizan de manera aislada y sin un conocimiento real de la situación en cada país, ciudad o municipio.

Diagnóstico del agua en las Américas, coordinado por Blanca Jiménez Cisneros y José Galizia Tundisi, y editado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) y la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS por sus siglas en inglés), es un acercamiento a la problemática y a los retos que enfrentan 15 países de América para el manejo sustentable del agua.

En este libro, especialistas de Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Estados Unidos, Guatemala, México, Nicaragua, Perú, República Dominicana y Venezuela analizan la diversidad de problemas relacionados con el agua y las soluciones que se han propuesto.

Tanto IANAS como el FCCyT pretenden que este libro contribuya al conocimiento de de los recursos hídricos en los quince países que se incluyen, además de una oportunidad para intercambiar puntos de vista y de impulsar una colaboración más estrecha entre los especialistas y las autoridades correspondientes en cada país.

Los problemas que se enfrentan en materia hídrica no difieren mucho de país a país, aunque cada uno ha trabajado de manera diferente para mejorar la explotación de sus recursos hídricos. Asimismo, como parte del panorama sobre los recursos hídricos de

cada nación representada en este texto, empezamos a conocer las políticas y leyes que se han impulsado en cada una de ellas para acceder, proveer y proteger el agua. Otro tema importante que se plantea es el de las aguas transfronterizas, que representan, en algunos casos, conflictos entre países.

La relación entre el Foro Consultivo y IANAS se ha desarrollado a través de la Academia Mexicana de Ciencias. Dicha relación ha permitido emprender juntos proyectos de trabajo productivos, cuyos beneficiarios incluyen a los académicos y la sociedad misma, que esperamos se apropie del conocimiento que difundimos, a través de Internet y de las publicaciones impresas.

Con la publicación de este libro, el Foro Consultivo Científico y Tecnológico cumple con una de sus funciones principales y contribuye al mejor conocimiento de uno de los temas que deberán estar en primer lugar en la agenda mundial de los próximos años.

Juan Pedro Laclette

Coordinador General del FCCyT



Monumento Natural Semuc Champey, municipio de Lanquín, Guatemala
Fotografía de Jose Barrena Barrena

Estado del agua en Guatemala

Manuel Basterrechea

Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales

1. Introducción

La Academia de Ciencias de Guatemala, interesada en contribuir al conocimiento sobre el estado de los recursos hídricos del país, ha elaborado el presente informe que describe la situación actual de la gestión del agua y los retos a mediano y largo plazo. El informe ha sido elaborado en base al diagnóstico de los recursos hídricos del 2007, preparado por la Secretaría General de Planificación con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo.

El contenido del informe fue diseñado por el Comité de las Academias de Ciencias de las Américas (IARNAS, por sus siglas en inglés). Uno de los propósitos de IARNAS es elaborar un documento sobre la situación de los recursos hídricos en cada uno de los países de América, coordinado por los miembros nacionales de las Academias de Ciencias y con la participación de actores clave.

La metodología empleada para elaborar el informe consistió: primero, la elaboración del borrador del informe; segundo, discusión del borrador con personas y entidades relacionadas con el tema, en un taller; tercero, incorporación de los comentarios de los participantes del taller al informe; cuarto, envío del informe al Comité Directivo del IARNAS para su revisión y comentarios; quinto, edición final y publicación del informe.

Se agradece el apoyo financiero del Fondo para Actividades Científicas y Tecnológicas (FACYT), que es una línea del FONACYT, orientado al financiamiento de actividades

que fortalezcan el desarrollo científico y tecnológico nacional, a la formación y capacitación del recurso humano en el campo científico y tecnológico, la estimulación de la creatividad y la difusión y la transferencia de tecnología. Adicionalmente, se agradece la participación de los miembros de la Comisión Técnica Intersectorial de Medio Ambiente (CIMA), del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINACYT) y de la Academia de Ciencias de Guatemala.

2. Disponibilidad y distribución espacial y temporal del recurso hídrico

En este epígrafe se detalla el volumen de agua disponible en el país y per cápita, esto último a manera de compararlo con el índice de intensidad de uso del agua o riesgo hídrico. Además, se describen las mayores fuentes superficiales y reservas subterráneas de agua. También se indican los niveles de explotación de dichas fuentes, tanto de sus cuencas como de ciertas áreas sujetas a sobreexplotación.

Debido a su posición geográfica, Guatemala se encuentra en el tránsito de los vientos húmedos que se originan en el Mar Caribe y Océano Pacífico, y por su cercanía con las

fuentes de humedad, la precipitación en el país es muy intensa en las laderas de las montañas expuestas al tránsito de tales vientos. En la [Figura 1](#) se muestra la ubicación geográfica de Guatemala. Como consecuencia y de acuerdo a los balances anuales de agua (volúmenes medios anuales), el país cuenta con una cantidad significativa de agua que supera en forma abundante la demanda del recurso. La disponibilidad promedio anual de agua superficial y subterránea se calcula en 97,120 millones m³.

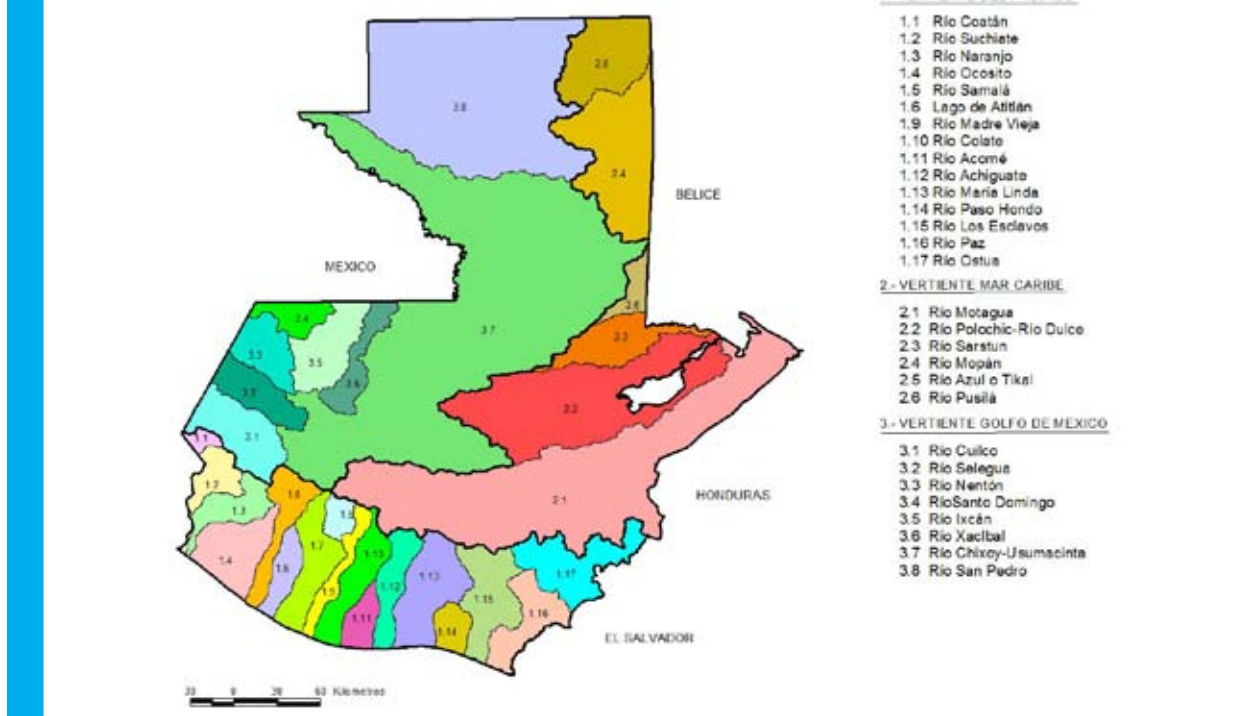
Las fuentes superficiales de agua en el país están distribuidas en las tres regiones hidrográficas ([Figura 2](#)) expresadas en 38 cuencas fluviales y 194 cuerpos de agua continentales.¹ Las aguas subterráneas en el país se han dividido en cuatro regiones hidrogeológicas: (a) las llanuras aluviales cuaternarias de la Costa Sur, que se considera son las formaciones con mayor potencial de estas aguas; (b) el altiplano volcánico de rocas terciarias y cuaternarias, con depresiones tectónicas rellenas con depósitos piroclásticos, que forman el altiplano, con un potencial de ocurrencia de dichas aguas a profundidades relativamente grandes; (c) la cadena montañosa de tierras altas cristalinas, de rocas ígneas graníticas y metamórficas, que es la

¹ PREPAC (2005): Inventario de cuerpos de agua continentales de Guatemala, con énfasis en la pesca y acuicultura. 878 pp.

Figura 1. Ubicación geográfica de la República de Guatemala



Figura 2. Mapa de cuencas hidrográficas de Guatemala



formación con menor ocurrencia del país, y (d) la región sedimentaria del Norte de rocas calizas del cretácico karsificadas, donde el agua subterránea ocurre en conductos kársticos, y que a pesar de su importancia, su dinámica ha sido poco estudiada.² La disponibilidad anual de agua subterránea renovable se estima en 33,699 millones m³, los cuales están contemplados dentro de la disponibilidad total de 97 120 millones m³ (Figura 3).

A pesar de la disponibilidad anual de agua superficial y subterránea, evidencias físicas tales como ríos secos en la costa sur y lagos en proceso de desaparición en el sur-oriente, además del incremento de las demandas de la población

por un mejor servicio de agua potable, especialmente en el área metropolitana, y los crecientes conflictos por el uso del agua en varios puntos del país, indican que existen zonas y períodos con importantes déficit, que aún no pueden ser identificados con acierto porque el sistema nacional de información aún no produce la información hidrológica necesaria, consistente en balances mensuales, sino únicamente ha generado balances promedios anuales en 1975 (INDE), 1992 (UNESCO-INSIVUMEH) y 1994 (PLAMAR).

Efectivamente, el hecho que el régimen hidrológico depende exclusivamente de la lluvia y el almacenamiento subterráneo, además de que la lluvia se presenta en promedio durante seis meses, hace que la diferencia entre el flujo de los ríos durante el período de lluvias y el del período seco, sea muy significativa. En los Cuadros 1 y 2 se muestra la disponibilidad de agua (l/hab./día) anual a nivel nacional y por vertiente; así como para el mes más seco.

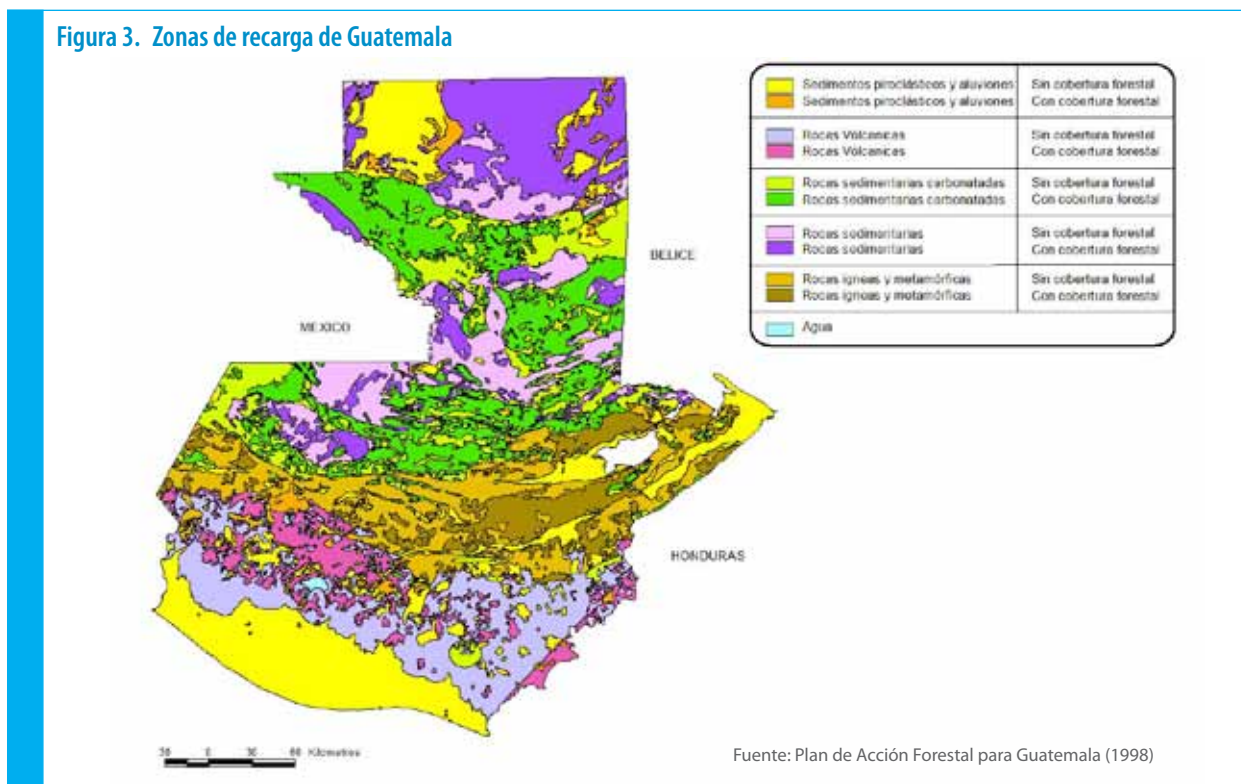
² Definidas por Carlos Muñoz Palacios (1992): Plan Maestro de Riego y Drenaje.

Cuadro 1. Disponibilidad hídrica anual (nacional y por vertiente)

Vertientes	Área (km ²)	% área	Q Medio (m ³ /s)	Q (litros/s/km ²)	Población (2002)	% Hab.	Hab./km ²	litros/habitante/día
Pacífico	23,990	22.0	728.47	31	5,897,817	52.5	245.8	10,897
Caribe	34,259	31.5	1,180.53	34	3,450,840	30.7	100.7	30,030
Golfo de México	50,640	46.5	1,297.63	26	1,888,539	16.8	37.3	60,225
Totales	108,889	100.0	3,206.63	29	11,237,196	100.0	103.2	25,116

Fuente: SEGEPLAN (2007)

Figura 3. Zonas de recarga de Guatemala



Los rendimientos anual y en el mes de estiaje en cada una de las vertientes son proporcionales, debido a que en cada una hay zonas húmedas y zonas secas. Sin embargo, la vertiente del Golfo de México, por tener menor densidad poblacional y mayor caudal, tiene más disponibilidad por habitante. Al comparar la disponibilidad anual por habitante, se tiene que la del Golfo de México es seis veces mayor que la del Pacífico y dos veces mayor que la del Mar Caribe; en el mes más seco, la relación es de cuatro y dos veces, respectivamente. Además, un país con una disponibilidad mayor a 1,000 m³/hab./año (2,740 l/hab./día) se considera que no hay riesgo hídrico, lo cual ocurre en todos los casos.

Por otra parte, la distribución espacial de la lluvia es muy irregular y la disponibilidad natural del agua no coincide exactamente con las demandas. En las regiones localiza-

das en las partes altas de las cuencas y que reciben menor precipitación, la ocurrencia de agua como flujo superficial es menor y es ahí en donde precisamente se asienta la mayor cantidad de población del país, como es el caso del área metropolitana de Guatemala, 10 de las 22 cabeceras departamentales más pobladas del país y más de 130 de las 335 cabeceras municipales.

3. Balance hídrico del 2005

En el Cuadro 3 se muestra que el país tiene una oferta o disponibilidad bruta de agua de 97,120 millones m³, distribuida de la siguiente forma: 23.7% en la vertiente del Océano Pacífico; 42.1% en la del Golfo de México; y el 34.2% restante, en la del Mar Caribe. Del agua ofertada, es deman-

Cuadro 2. Disponibilidad hídrica en el mes de estiaje (nacional y por vertiente)

Vertientes	Área (km ²)	% área	Q Medio (m ³ /s)	Q (l/s/km ²)	Población (2002)	% Hab.	Hab./km ²	l/hab./día
Pacífico	23,990	22.0	291.39	12	5,897,817	52.5	245.8	4,218
Caribe	34,259	31.5	354.16	10	3,450,840	30.7	100.7	8,580
Golfo de México	50,640	46.5	402.27	8	1,888,539	16.8	37.3	18,531
Totales	108,889	100.0	1,047.81	10	11,237,196	100.0	103.2	8,372

Fuente: SEGEPLAN (2007)

Cuadro 3. Balance hídrico del 2005 (nacional y por vertiente)

Concepto	Oferta y uso de agua anual en Guatemala					Situación para el mes más seco			
	Indicadores	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país
	caudal (m ³ /seg)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)
I. Capital hídrico	3,079.65	22,973.03	40,922.06	33,224.75	97,119.84	755.28	1,042.67	846.55	2,644.50
Vertiente del Pacífico	728.47								
Golfo de México	1,297.63								
Mar Caribe	1,053.55								
II. Total demandas consuntiva o no		5,346.23	1,783.46	2,466.37	9,596.06	698.19	159.59	277.00	1,134.78
III. Total demandas de uso consuntivo		3,758.73	278.83	1,105.07	5,142.63	565.90	34.21	163.56	763.66
<i>a. Agua potable y saneamiento</i>	<i>Hogares país</i>	485.22	132.50	216.90	834.62	40.43	11.04	18.08	69.55
Hogares con servicio domiciliario	1,458,480	426.96	112.82	191.71	731.48	35.58	9.40	15.98	60.96
Hogares con servicio comunitario	182,537	31.11	5.24	13.02	49.37	2.59	0.44	1.09	4.11
Hogares con otro tipo de servicio (pozo)	337,241	22.44	10.90	7.37	40.71	1.87	0.91	0.61	3.39
Hogares sin servicio (acceso precario)	222,350	4.70	3.54	4.81	13.06	0.39	0.30	0.40	1.09
	2,200,608								
<i>b. Uso agropecuario</i>		2977.06	130.41	849.62	3957.09	500.76	21.84	142.27	664.86
Riego (312,000 ha en todo el país)		2743.62	123.03	801.53	3668.18	457.27	20.51	133.59	611.36
Ganadería y otros usos agropecuarios (2.0 millones UA)		27.44	1.23	8.02	36.69	2.29	0.10	0.67	3.06
Agroindustrial (lavado de caña y otros)		206.00	6.15	40.08	252.23	41.20	1.23	8.02	50.45
<i>c. Industria y otras actividades de transformación</i>		291.28	13.84	37.51	342.63	24.27	1.15	3.13	28.55
Industria manufacturera (80 m ³ / US\$ 1,000 en VA)		285.28	11.84	35.51	332.63	23.77	0.99	2.96	27.72
Industria de la construcción		6.00	2.00	2.00	10.00	0.50	0.17	0.17	0.83
<i>d. Minería</i>		0.00	0.60	0.30	0.90	0.00	0.05	0.03	0.08
Minas de Oro - Marlin	822 m ³ /día	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00	0.03	0.00	0.03
Otros minas y otros productos mineros (estimación)		0.00	0.30	0.30	0.60	0.00	0.03	0.03	0.05
<i>e. Otras actividades económicas</i>		5.18	1.48	0.74	7.40	0.43	0.12	0.06	0.62
Hoteles y restaurantes (27,038 plazas cama/día, 50%)		3.45	0.99	0.49	4.93	0.29	0.08	0.04	0.41
Comercios y otros		1.73	0.49	0.25	2.47	0.14	0.04	0.02	0.21
IV. Total demanda no consuntiva		1,587.50	1,504.63	1,361.30	4,453.43	132.29	125.39	113.44	371.12
Energía hidráulica	141.21	1,587.33	1,504.63	1,361.30	4,453.26	132.28	125.39	113.44	371.11
- Vertiente del Pacífico	50.33								
- Golfo de México	47.71								
- Mar Caribe	43.17								
Energía térmica (excepto ingenios cogeneradores)	3910 mill kv/h	0.17	0.00	0.00	0.17	0.01	0.00	0.00	0.01
V. Aguas retorno de riego (infiltración)		1,097.45	49.21	320.61	1,467.27	182.91	8.20	53.44	244.55
VII. Generación aguas contaminadas		1,060.93	137.63	340.90	1,539.46	129.57	13.31	40.43	183.31
Origen doméstico		388.17	106.00	173.52	667.69	32.35	8.83	14.46	55.64
Origen agropecuario		493.85	22.15	144.28	660.27	82.31	3.69	24.05	110.05
Origen industrial		174.77	8.30	22.51	205.58	14.56	0.69	1.88	17.13
Origen de otras actividades económicas		4.14	1.18	0.59	5.92	0.35	0.10	0.05	0.49
Saldo (superávit o déficit)		21,372.68	40,830.07	32,781.18	94,983.94	501.86	1,029.98	776.86	2,308.70

Fuente: SEGEPLAN (2007)

dada el 23.3%, 4.4% y 7.4%, respectivamente en cada una de las vertientes, implicando un uso del 9.9% a nivel nacional. Ello demuestra que en el Golfo de México, vertiente que más dispone de agua, es donde hay menor demanda; opuesto a lo que ocurre en la vertiente del Océano Pacífico (menor disponibilidad, mayor demanda).

El primer usuario del agua debiera ser el caudal ecológico (10% del caudal medio anual); sin embargo, actualmente no se aplica en el país, por lo que no fue considerado en el balance.

En el país se utiliza, 9,596 millones m³ de agua, el 53.6% en usos consuntivos y el restante 46.4% en no consuntivos. De forma más desglosada, podría decirse que de ese total, la hidroelectricidad utiliza un 46.4%; para consumo humano 8.7%; en riego 38.2%. Al tomar en cuenta solamente los usos consuntivos, el agua para consumo humano utiliza el 16.2%, el riego el 76.9% y la industria el 6.7%; los otros usuarios consumen el 0.2% restante.

De toda el agua empleada en el país, se generan 1,540 millones m³ de aguas residuales; en general, vertidas sin tratamiento a corrientes de agua superficial o cuerpos de agua (sólo el 5% son tratadas), por lo que automáticamente limitan o dificultan usos ulteriores. Adicionalmente, el 40% del agua utilizada en el riego retorna a los ríos al infiltrarse.

Dado el capital hídrico del país y el total de demandas consuntivas, se tiene un superávit original de 87,524 millones m³; a ello se le suman los volúmenes de uso no consuntivo, los de aguas contaminadas y de retorno, dando un saldo anual de 94,984 millones m³. Lo cual, por falta de tratamiento de las aguas residuales e incapacidad de las fuentes de diluir por completo la contaminación, se convierten en agua disponible de baja calidad. El balance anterior indica que hay una relación entre saldo y disponibilidad de 0.98.

Según se muestra en el Cuadro 3, en el mes de estiaje del 2005 a nivel nacional se tiene un superávit de 2,309 millones m³; reduciendo así la relación saldo-capital a 0.87. Haciendo el análisis, como en el caso anterior (balance anual), se tiene que hay una demanda total de 42.9% de la disponible. En la vertiente del Océano Pacífico, como se dijo anteriormente, es donde se concentra la mayor demanda de agua que actualmente hace la sociedad y la economía del país; además, hace uso del 92.4% de la disponible en dicha región, mientras que en la del Golfo de México únicamente un 15.3% y en la del Mar Caribe 32.7%.

Los datos demuestran que del capital hídrico de la vertiente del Pacífico, el 74.9% se utiliza en forma consuntiva, y el sector productor de energía un 17.2%, lo cual implicaría un saldo del 7.9%. Sin embargo, al agregar el agua de uso no consuntivo, aguas contaminadas y de retorno del riego, la disponibilidad de agua de baja calidad aumenta y se obtiene un superávit del 66.4% de la disponible al inicio del mes.

4. Balance hídrico y escenarios al 2025

A lo largo de este apartado se describe la proyección de la demanda de los distintos usos del agua al 2025, así como el balance hídrico. Para cada uno de los usos sectoriales del agua se procedió a realizar una estimación de la demanda al año 2025 de acuerdo a tasas de crecimiento; para ello se proyectaron tres posibles escenarios: optimista, pesimista y tendencial. En el Cuadro 4 se muestran las condiciones que definen cada escenario, mientras que el crecimiento de la demanda para los usos en cada escenario, se expone en el Cuadro 5.

Tomando en cuenta que no se produce la información suficiente para la elaboración de balances mensuales debido a la discontinuidad de las estaciones hidrométricas y meteorológicas en el tiempo y ubicación física, lo cual obliga a

Cuadro 4. Condiciones que definen los distintos escenarios

Condiciones/Escenarios	Optimista	Pesimista	Tendencial
Crecimiento económico (PIB)	> 5.4 %	< 3%	3.6%
Crecimiento del turismo	>8%	< 5%	5%
Incremento de la demanda de AP	>25%	< 15%	15%
Incremento de la demanda de riego	Se duplica	Poco	Se incrementa
Incremento de la tecnificación del riego por aspersión y goteo	Sí	No	No significativa

Fuente: SEGEPLAN (2007)

Cuadro 5. Tasas de crecimiento anual de las demandas de agua por usos para cada escenario

Condiciones/Escenarios	Optimista	Pesimista	Tendencial
Agua potable	4.7%	4.3%	4.5%
Riego	4.1%	2.6%	3.2%
Industria	4.8%	2.3%	2.4%
Energía	4.5%	1.7%	2.5%
Aguas contaminadas	1.9%	3.1%	2.6%
Reducción de aguas de retorno por eficiencia en el riego	25.0%	0%	0%
Fuente: SEGEPLAN (2007)			

reinstalar y dar continuidad a la operación de las pocas estaciones ("estratégicas") que sí se tienen pero que pertenecen a distintas entidades, es recomendable unificar la información en una sola institución como el INSIVUMEH o INDE.

A continuación se hace una descripción de las demandas de agua para el año 2025 del escenario tendencial, y en el Cuadro 6 se muestran los cálculos realizados para determinar el balance hídrico. Para la demanda de uso doméstico se utilizó la información disponible en el Instituto Nacional de Estadística sobre proyecciones de población 2000-2020; siguiendo la tendencia del 2020 se hizo la proyección al año 2025. Para la proyección de los datos de cobertura de servicio, el informe sobre el cumplimiento de las metas del milenio (metas 10 y 11, SEGEPLAN, 2005) se prolongó al año 2025. Se asumieron las mismas dotaciones y datos de eficiencia consignadas en dicho informe para la estimación de la demanda actual (2005).

En el caso del agua para riego se consideró que para los próximos 20 años, siguiendo la tendencia de los últimos 20 años pasados, el país podrá duplicar la superficie bajo riego, mejorando la proporción en sistemas de menor consumo como es el caso de riego por aspersión y por goteo.

Para el caso de la industria se hizo una expansión asumiendo una tasa de crecimiento de esta actividad económica de 2.5% anual, cifra que puede parecer conservadora ante la expectativa que podría generar la vigencia de los nuevos tratados comerciales y de inversiones que ha firmado el país, pero que también toma en cuenta que los nuevos esquemas de inversión en las industrias se harán con tecnologías de mayor ahorro de insumos, entre ellos el agua. Igual tasa de crecimiento anual se estimó para calcular la demanda de agua de las otras ramas de actividad económica; ésta podría quedar corta para el caso de hotelería y turismo si el país logra posicionar y ampliar sus fortalezas y atributos en materia de desarrollo del turismo receptivo.

- **Consumo humano:** para el año 2025 se estima que Guatemala tendrá un total de 19.96 millones habitantes, o sea 7.26 millones más que en 2005, equivalentes a 4.0 millones hogares. En la vertiente del Pacífico habrá 9.4 millones personas, 4.5 millones en la vertiente del Golfo de México y 6.1 millones en el Mar Caribe. La tasa de cobertura de agua entubada se ha estimado en 86.5% a nivel nacional, con un 90% para las áreas urbanas y 84.2% para las áreas rurales. En esas circunstancias se ha estimado que la demanda de agua para uso doméstico será de 2,010 millones m³, distribuida en 57.7% para la vertiente del Pacífico, 14.8% para la vertiente del Golfo de México y 27.4% para la vertiente del Mar Caribe.
- **Riego:** en el caso de riego, la demanda de agua para el 2025 se ha estimado en 7,410 millones m³; siempre la mayor demanda se concentrará en la vertiente del Pacífico, que es donde se encuentran los mejores suelos agrícolas del país, aunque dada las potencialidades de riego en el departamento de Petén, muchas nuevas zonas de riego en suelos con algunas limitaciones estarán estableciéndose en ese departamento del país.
- **Industria:** como ya se ha indicado, la proyección del consumo industrial se hizo bajo la hipótesis de una tasa de crecimiento anual de 2.5%; en consecuencia, la demanda de agua para este sector se ha estimado en 555 millones m³; por el fenómeno de la localización, la mayor parte de esta demanda también será concentrada en la vertiente del Pacífico, aunque se esperaría que varios complejos industriales de alta demanda de agua se muevan del departamento de Guatemala hacia lugares de menores restricciones de este recurso, tal como está sucediendo en la planicie costera del Pacífico, cercana al Puerto Quetzal en Escuintla y en la región de Teculután en Zacapa.
- **Minería:** se ha asumido que la minería tendrá un comportamiento similar al de la industria; en virtud de que en Guatemala se ha gestado oposición pública al desarrollo de esta actividad económica, cualquier in-

Cuadro 6. Balance hídrico – tendencia normal (estimación al año 2025, nacional y por vertiente)

Concepto	Oferta y uso de agua anual en Guatemala					Situación para el mes más seco				
	Indicadores	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país	
	caudal (m ³ /seg)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	
I. Capital hídrico	3,079.65	22,973.03	40,922.06	33,224.75	97,119.84	755.28	1,042.67	846.55	2,644.50	
Vertiente del Pacífico	728.47									
Golfo de México	1,297.63									
Mar Caribe	1,053.55									
II. Total demandas consuntiva o no		10,123.51	3,048.95	4,623.60	17,796.06	1,340.15	276.00	537.63	2,154.13	
III. Total demandas de uso consuntivo		7,522.19	583.44	2,392.95	10,498.58	1,123.38	70.54	351.74	1,546.01	
<i>a. Agua potable y saneamiento</i>	<i>Hogares país</i>	<i>1,160.57</i>	<i>297.81</i>	<i>551.65</i>	<i>2,010.03</i>	<i>96.71</i>	<i>24.82</i>	<i>45.97</i>	<i>167.50</i>	
	Hogares con servicio domiciliario	3,286,387	1,114.59	269.37	517.04	1,901.00	92.88	22.45	43.09	158.42
	Hogares con servicio comunitario	212,727	30.73	11.12	17.09	58.94	2.56	0.93	1.42	4.91
	Hogares con otro tipo de servicio (pozo)	329,165	11.19	13.33	13.33	37.85	0.93	1.11	1.11	3.15
	Hogares sin servicio (acceso precario)	215,811	4.07	3.99	4.19	12.25	0.34	0.33	0.35	1.02
		4,044,091								
<i>b. Uso agropecuario</i>		<i>5,879.67</i>	<i>260.82</i>	<i>1,779.41</i>	<i>7919.89</i>	<i>986.62</i>	<i>43.67</i>	<i>300.57</i>	<i>1,330.87</i>	
	Riego (312 000 ha en todo el país)	5,487.25	246.06	1,603.07	7336.37	914.54	41.01	267.18	1,222.73	
	Ganadería y otros usos agropecuarios (2.0 millones UA)	54.87	2.46	16.03	73.36	4.57	0.21	1.34	6.11	
	Agroindustrial (lavado de caña y otros)	337.55	12.30	160.31	510.16	67.51	2.46	32.06	102.03	
<i>c. Industria y otras actividades de transformación</i>		<i>473.46</i>	<i>21.40</i>	<i>60.19</i>	<i>555.05</i>	<i>39.46</i>	<i>1.78</i>	<i>5.02</i>	<i>46.26</i>	
	Industria manufacturera (80 m ³ /US\$ 1,000 en VA)	467.46	19.40	58.19	545.05	38.96	1.62	4.85	45.42	
	Industria de la construcción	6.00	2.00	2.00	10.00	0.50	0.17	0.17	0.84	
<i>d. Minería</i>		<i>0.00</i>	<i>0.98</i>	<i>0.49</i>	<i>1.47</i>	<i>0.00</i>	<i>0.10</i>	<i>0.10</i>	<i>1.51</i>	
	Minas de Oro - Marlin	822 m ³ /día	0.00	0.49	0.49	0.00	0.03	0.03	0.00	
	Otros minas y otros productos mineros (estimación)	0.00	0.49	0.49	0.98	0.00	0.08	0.08	0.16	
<i>e. Otras actividades económicas</i>		<i>8.49</i>	<i>2.43</i>	<i>1.22</i>	<i>12.13</i>	<i>0.59</i>	<i>0.17</i>	<i>0.08</i>	<i>0.84</i>	
	Hoteles y restaurantes (27,038 plazas cama/día, 50%)	5.66	1.62	0.81	8.09	0.47	0.13	0.07	0.67	
	Comercios y otros	2.83	0.81	0.41	4.04	0.12	0.03	0.02	0.17	
IV. Total demanda no consuntiva		2,601.31	2,465.51	2,230.65	7,297.47	216.77	205.46	185.89	608.12	
	Energía hidráulica	141.21	2,601.02	2,465.51	2,230.65	7,297.18	216.75	205.46	185.89	608.10
	- Vertiente del Pacífico	50.33								
	- Golfo de México	47.71								
	- Mar Caribe	43.17								
	Energía térmica (excepto ingenios cogeneradores)	3910 mill kv/h	0.29	0.00	0	0.29	0.01	0.00	0.00	0.01
V. Aguas retorno de riego (infiltración)		2,194.90	98.42	641.23	2,934.55	365.82	16.40	106.87	244.55	
VII. Generación aguas contaminadas		1,744.49	217.56	594.87	2,556.92	219.45	21.45	71.21	312.12	
	Origen doméstico	649.92	166.77	308.92	1,125.61	54.16	13.90	25.74	93.80	
	Origen agropecuario	888.93	39.86	259.70	1,188.49	148.16	6.64	43.28	198.08	
	Origen industrial	198.85	8.99	25.28	233.12	16.57	0.75	2.11	19.43	
	Origen de otras actividades económicas	6.79	1.94	0.97	9.70	0.57	0.16	0.08	0.81	
Saldo (superávit o déficit)		19,390.23	40,654.60	32,067.90	92,112.73	217.17	1,009.98	672.89	1,655.16	

Fuente: SEGEPLAN (2007)

versión en este campo estará supeditada a garantizar el uso de buenas prácticas ambientales y quizá a mejorar las tasas de regalías que actualmente prevalecen. Se ha estimado una demanda anual de 1.5 millones m³.

- **Turismo y otros servicios:** se hace una proyección conservadora para estos sectores al asumir tasas de crecimiento en la demanda de agua similar al comportamiento del sector industrial, lo que implica que para el año 2025 se tendrá una demanda de 12.1 millones m³.
- **Energía:** en el país hay una tendencia a favorecer la inversión en complejos hidroeléctricos, desde la óptica del sector público sin embargo, buena parte de la sociedad civil ha formado frentes populares en contra del establecimiento de este tipo de inversiones. En ese juego de intereses y de grupos de presión emerge la necesidad de cubrir el incremento en la demanda de energía para la sociedad y economía del país, cuya demanda anual se estima que crece en 7% (110 MW). Para el cálculo de la demanda de agua de este sector se ha considerado que para el año 2025 la energía hidráulica cubrirá una tasa acumulada anual de 2.5% del incremento anual de la necesidad de energía para el país. En ese sentido este uso no consuntivo de agua se ha estimado en 7,297 millones m³.
- **Balance:** el balance hídrico proyectado al año 2025, parte de una oferta o capital hídrico, asumiendo que no hay cambios significativos en la distribución espacial del agua en el país. En ese sentido la oferta o disponibilidad bruta de agua es equivalente a 97,119.8 millones m³, distribuidos en 23.7% en la vertiente del Pacífico, 42.2% en la vertiente del Golfo de México y 34.28% en la vertiente del Mar Caribe.

La demanda para todos los usos consuntivos y no consuntivos en el 2025 en el Escenario Tendencial se ha estimado en 17,796 millones m³, de los cuales el uso consuntivo alcanza 10,499 millones m³ y la demanda de uso no consuntivo se estima en 7,298 millones m³. La hidroelectricidad utilizará el 41.0% del total de los usos estimados del agua en el país, para consumo humano se destinará el 11.3%, en riego el 44.5%; los restantes usos consumirán el 3.2%. De acuerdo a los datos del consumo consuntivo, el consumo humano utilizará el 19.1%, el riego el 75.5% y la industria el 5.3%; los otros usos consumirán el 0.1% restante. El consumo de los anteriores volúmenes de agua generará un total de 2,557 millones m³ de aguas contaminadas en el país, con las secuelas que esta situación representa y un volumen de aguas de retorno del riego de 2,935 millones m³.

Al relacionar la disponibilidad anual neta de agua en el país de 97,120 millones m³ del país con la suma de demandas

consuntivas, indicadas con anterioridad, se reflejaría un superávit de 92,113 millones m³. El caudal ecológico, como el primer usuario natural del agua, se esperaría que para el 2025 sea un 10% del caudal medio para cada vertiente, de manera que al restarse de la oferta bruta o capital hídrico se tendrá una disponibilidad neta de 87,408 millones m³ de agua para los distintos usuarios, y el superávit será de 82,401 millones m³.

En el escenario pesimista ([Cuadro 7](#)) el superávit para el 2025 sin considerar el caudal ecológico será de 92,932 millones m³ y para el escenario optimista ([Cuadro 8](#)) el superávit será de 90,348 millones m³. En la época de estiaje, la situación será conflictiva para la vertiente del Pacífico para cualquiera de los escenarios, ya que para el año 2025 el mes más seco del año podría encontrarse en la situación siguiente: la oferta o capital hídrico será de 755 millones m³ y si descontamos el caudal ecológico será de 566 millones m³, el uso consuntivo alcanzará 1,056 millones m³, es decir, un déficit de agua de 301 o 490 millones m³ (sin y con caudal ecológico). El uso de agua para generación eléctrica requerirá de 217 millones m³; se generarán 379 millones m³ de aguas contaminadas, lo que significaría que en algunos puntos de las cuencas el agua que corra en los ríos será casi como aguas negras.

La vertiente del Mar Caribe también mostrará en el 2025 una situación moderadamente difícil, ya que en el mes más seco del año se utilizarán en forma consuntiva 320 millones m³, que representan el 56% del agua disponible (573.47 millones m³, descontando el caudal ecológico); si se añade el requerimiento no consuntivo de agua para generación eléctrica se estaría consumiendo el 88.2% del agua disponible en esa vertiente. La vertiente del Golfo de México mostrará en el 2025 una situación manejable, ya que las demandas de los distintos usos representarán alrededor del 25% de la oferta hídrica.

Debido a la no uniformidad de la distribución temporal y espacial del agua, su mala calidad, así como la falta de gobernabilidad, se concluye que hay riesgo hídrico, siendo el Lago de Amatitlán un ejemplo.

Se debe motivar el estudio hidrológico que incluya el caudal ecológico con una ponderación adecuada a cada ecosistema; pero lo más importante es crear unidades de planificación, a nivel de cuencas o microcuencas, por lo que deben institucionalizarse las mismas.

No se han dado iniciativas para coleccionar agua de lluvia ni tratar las aguas residuales. En general, no hay trabajo

Cuadro 7. Balance hídrico – tendencia pesimista (estimación al año 2025)

Concepto	Oferta y uso de agua anual en Guatemala					Situación para el mes más seco			
	Indicadores	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país
	caudal (m ³ /seg)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)
I. Capital hídrico	3,079.65	22,973.03	40,922.06	33,224.75	97,119.84	755.28	1,042.67	846.55	2,644.50
Vertiente del Pacífico	728.47								
Golfo de México	1,297.63								
Mar Caribe	1,053.55								
II. Total demandas consuntiva o no		9,149.32	2,655.34	4,107.38	15,912.03	1,340.15	241.01	479.39	2,154.13
III. Total demandas de uso consuntivo		6,926.77	548.86	2,201.56	9,677.18	1,123.38	65.47	320.57	1,546.01
<i>a. Agua potable y saneamiento</i>	<i>Hogares país</i>	1,139.04	290.01	539.68	1,968.72	94.92	24.17	44.97	164.06
	Hogares con servicio domiciliario	3,286,387	1,089.90	258.26	501.65	90.82	21.52	41.80	154.15
	Hogares con servicio comunitario	212,727	29.95	10.45	16.36	2.50	0.87	1.36	4.73
	Hogares con otro tipo de servicio (pozo)	329,165	14.06	16.39	16.48	1.17	1.37	1.37	3.91
	Hogares sin servicio (acceso precario)	215,811	5.13	4.91	5.19	0.43	0.41	0.43	1.27
		4,044,091							
<i>b. Uso agropecuario</i>		5,317.51	234.73	1,601.47	7,153.71	893.12	39.30	270.52	1,202.95
	Riego (312,000 ha en todo el país)	4,938.52	221.45	1,442.76	6,602.73	823.09	36.91	240.46	1,100.46
	Ganadería y otros usos agropecuarios (2.0 millones UA)	49.39	2.21	14.43	66.03	4.12	0.18	1.20	5.50
	Agroindustrial (lavado de caña y otros)	329.6	11.07	144.28	484.95	65.92	2.21	28.86	96.99
<i>c. Industria y otras actividades de transformación</i>		462.45	20.94	58.82	542.21	38.54	1.75	4.90	45.19
	Industria manufacturera (80 m ³ / US\$ 1,000 en VA)	456.45	18.94	56.82	532.21	38.04	1.58	4.74	44.35
	Industria de la construcción	6.00	2.00	2.00	10.00	0.50	0.17	0.17	0.84
<i>d. Minería</i>		0.00	0.96	0.48	1.44	0.00	0.10	0.10	1.51
	Minas de Oro - Marlin	822 m ³ /día	0.00	0.48	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00
	Otros minas y otros productos mineros (estimación)		0.00	0.48	0.96	0.00	0.08	0.08	0.16
<i>e. Otras actividades económicas</i>		7.77	2.22	1.11	11.10	0.54	0.15	0.08	0.77
	Hoteles y restaurantes (27,038 plazas cama/día, 50%)	5.18	1.48	0.74	7.40	0.43	0.12	0.06	0.61
	Comercios y otros	2.59	0.74	0.37	3.70	0.11	0.03	0.02	0.16
IV. Total demanda no consuntiva		2,222.55	2,106.48	1,905.82	6,234.85	185.20	175.54	158.82	519.56
	Energía hidráulica	141.21	2,222.26	2,106.48	1,905.82	185.19	175.54	158.82	519.55
	Energía térmica (excepto ingenios cogeneradores)	3910 mill kv/h	0.29	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
V. Aguas retorno de riego (infiltración)		1,975.41	88.58	577.1	5,641.09	329.23	14.76	96.18	244.55
VII. Generación aguas contaminadas		1,920.53	259.77	667.93	2,848.23	230.42	24.80	76.22	331.44
	Origen doméstico	820.10	208.81	388.57	1,417.48	68.34	17.40	32.38	118.12
	Origen agropecuario	844.49	37.87	246.71	1,129.07	140.75	6.31	41.12	188.18
	Origen industrial	249.72	11.31	31.76	292.79	20.81	0.94	2.65	24.40
	Origen de otras actividades económicas	6.22	1.78	0.89	8.89	0.52	0.15	0.07	0.74
Saldo (superávit o déficit)		19,942.20	40,721.55	32,268.22	95,931.98	217.17	1,016.77	698.38	1,655.16

Fuente: SEGEPLAN (2007)

Cuadro 8. Balance hídrico – tendencia optimista (estimación al año 2025)

Concepto	Oferta y uso de agua anual en Guatemala					Situación para el mes más seco			
	Indicadores	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país	V. Pacífico	V. Golfo de México	V. Mar Caribe	Total país
	caudal (m ³ /seg)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)	volumen (mill m ³)
I. Capital hídrico	3,079.65	22,973.03	40,922.06	33,224.75	97,119.84	755.28	1,042.67	846.55	2,644.50
Vertiente del Pacífico	728.47								
Golfo de México	1,297.63								
Mar Caribe	1,053.55								
II. Total demandas consuntiva o no		12,864.89	4,271.82	6,070.37	23,207.08	1,670.93	382.19	688.60	2,741.72
III. Total demandas de uso consuntivo		9,055.01	660.71	2,803.25	12,518.97	1,353.45	81.26	416.34	1,851.05
<i>a. Agua potable y saneamiento</i>	<i>Hogares país</i>	1,200.30	306.58	569.44	2,076.32	100.03	25.55	47.45	173.03
Hogares con servicio domiciliario	3,286,387	1,158.92	280.17	537.67	1,976.76	96.58	23.35	44.81	164.73
Hogares con servicio comunitario	212,727	31.95	11.57	17.77	61.29	2.66	0.96	1.48	5.11
Hogares con otro tipo de servicio (pozo)	329,165	7.02	11.47	10.74	29.23	0.59	0.96	0.90	2.44
Hogares sin servicio (acceso precario)	215,811	2.41	3.37	3.26	9.04	0.20	0.28	0.27	0.75
	4,044,091								
<i>b. Uso agropecuario</i>		7,083.15	312.98	2,135.29	9,531.42	1,189.46	52.41	360.69	1,602.55
Riego (312,000 ha en todo el país)		6,584.70	295.27	1,923.68	8,803.65	1,097.45	49.21	320.61	1,467.28
Ganadería y otros usos agropecuarios (2.0 millones UA)		65.85	2.95	19.24	88.04	5.49	0.25	1.60	7.34
Agroindustrial (lavado de caña y otros)		432.60	14.76	192.37	639.73	86.52	2.95	38.47	127.94
<i>c. Industria y otras actividades de transformación</i>		747.73	32.78	94.34	874.85	62.31	2.73	7.86	72.90
Industria manufacturera (80 m ³ / US\$ 1,000 en VA)		741.73	30.78	92.34	864.85	61.81	2.56	7.69	72.06
Industria de la construcción		6.00	2.00	2.00	10.00	0.50	0.17	0.17	0.84
<i>d. Minería</i>		0.00	1.56	0.78	2.34	0.00	0.10	0.10	1.51
Minas de Oro - Marlin	822 m ³ /día	0.00	0.78	0.00	0.78	0.00	0.03	0.03	0.00
Otros minas y otros productos mineros (estimación)		0.00	0.78	0.78	1.56	0.00	0.08	0.08	0.16
<i>e. Otras actividades económicas</i>		23.83	6.81	3.40	34.04	1.65	0.47	0.24	2.36
Hoteles y restaurantes (27,038 plazas cama/día, 50%)		15.89	4.54	2.27	22.70	1.32	0.38	0.19	1.89
Comercios y otros		7.94	2.27	1.13	11.34	0.33	0.09	0.05	0.47
IV. Total demanda no consuntiva		3,809.88	3,611.11	3,267.12	10,688.11	317.48	300.93	272.26	890.67
Energía hidráulica	141.21	3,809.59	3,611.11	3,267.12	10,687.82	317.47	300.93	272.26	890.66
Energía térmica (excepto ingenios cogeneradores)	3910 mill kv/h	0.29	0.00	0.00	0.29	0.01	0.00	0.00	0.01
V. Aguas retorno de riego (infiltración)		2,633.88	118.11	769.47	3,521.46	438.98	19.68	128.25	586.91
VII. Generación aguas contaminadas		1,550.79	174.43	500.84	2,226.06	198.37	17.64	61.94	277.94
Origen doméstico		480.12	122.63	227.78	830.53	40.01	10.22	18.98	69.21
Origen agropecuario		829.67	37.20	242.38	1,109.25	138.28	6.20	40.40	184.88
Origen industrial		224.32	9.83	28.30	262.45	18.69	0.82	2.36	21.87
Origen de otras actividades económicas		16.68	4.77	2.38	23.83	1.39	0.40	0.20	1.99
Saldo (superávit o déficit)		18,102.69	40,553.89	31,691.81	90,348.39	39.18	998.73	620.39	1,658.30

Fuente: SEGEPLAN (2007)

Cuadro 9. Área regable con base en clases agrológicas (I a IV) y déficit de lluvia (km²)

Clase de déficit	V. Océano Pacífico	V. Mar Caribe	V. Golfo de México	Total País
I	911	201	0	1,112
II	6,074	627	343	7,044
III	1,608	979	7,896	10,483
IV	624	3,478	3,482	7,584
Total	9,217	5,285	11,721	26,223

Fuente: Ponencia de PLAMAR en simposio sobre riego, Chile, 2001 (SEGEPLAN, 2007)

de sensibilización para disminuir el riesgo hídrico en los lugares donde se produce la contaminación. Hay desconocimiento en general, y tampoco se invierte en educación ambiental, por lo que debe darse la socialización para que las personas se hagan cargo de sus propios proyectos.

Debido a los cambios climáticos no se puede predecir la disponibilidad del agua, pero los usos y aumento de los mismos sí se va a mantener.

5. Agua y agricultura

Estudios del Plan Maestro de Riego y Drenaje del MAGA (1992) identificaron que se podrían regar 26,000 km² (2.6 millones hectáreas), de suelos agrícolas del país

(clases agrológicas I a IV), los cuales muestran déficit de lluvia (clases de déficit de lluvia I a IV), según se expresa en el Cuadro 9. El mayor potencial se localiza en la vertiente del Golfo de México (44.7%), precisamente donde existe la mayor disponibilidad de agua del país, pero donde hay menor presión poblacional y la actividad agropecuaria es de carácter extensiva y menos desarrollada respecto a la practicada en las otras vertientes. Le sigue en importancia la vertiente del Océano Pacífico, 35.1%, luego la del Mar Caribe con 20.1%. Sin embargo, el mismo Plan Maestro de Riego y Drenaje indica que del total de área de suelo agrícola con déficit de lluvia, efectivamente son aptas para riego alrededor de 12,960 km² de terreno, es decir, 1.296,000 hectáreas, equivalentes al 49.84% del total de área identificada. En 1992, el área del país estimada bajo riego era de 130,000 hectáreas (10% del área apta para riego); actualmente se considera cubre 311,557 hectáreas, es decir, cerca del 24% del área total apta para riego (según censo agropecuario del 2003).

La mayor parte del área regada es llevada a cabo por la iniciativa privada y no como producto de políticas gubernamentales, salvo el caso de los pequeños agricultores. El cultivo de caña de azúcar ha alcanzado una superficie sembrada de 269,400 hectáreas en el ciclo 2004-2005, estimándose que el 80% del mismo se riega en época seca. El mayor tipo de riego aplicado en el país es por aspersión (54.2%), luego un 30.2% por inundación, 6.1% por goteo y 9.6% por otros sistemas. La mayor fuente de agua empleada para regar es de río (57.6%), luego 16.7% aprovecha un lago, laguna o charca, el 0.3% un río o lago, laguna o charca. El 74.6% del riego utiliza aguas superficiales y el 25.4% aguas subterráneas; de no haber cambios en la gestión, el porcentaje de uso de agua subterránea irá incrementándose en el futuro por escasez de fuentes superficiales. Alrededor del 80% de la superficie bajo riego del país se encuentra en la vertiente del Pacífico, el 16% en la del Mar Caribe y el 4% en la del Golfo de México.

Para hacer un estimado de la demanda de agua para riego en el país se consideró que el agua se utiliza casi exclusiva-

Cuadro 10. Guatemala: estimación superficie regada según principales cultivos

Cultivos	Hectáreas	%
Banano	22,400	7.18
Caña de azúcar	168,490	54.00
Flores y follajes	2,800	0.90
Limón	3,500	1.12
Mango	3,500	1.12
Bayas	350	0.11
Palma africana	30,800	9.87
Papaya	980	0.31
Piña	2,100	0.67
Plátano	8,400	2.69
Pasto	14,000	4.49
Otros permanentes	2,170	0.70
Melón	5,530	1.77
Tomate	2,800	0.90
Cebolla	1,320	0.42
Otras hortalizas y cultivos anuales	42,900	13.75
Totales	312,040	100.00

Fuente: Datos estimados conforme censo agropecuario 2002-2003 (SEGEPLAN, 2007)

Cuadro 11. Datos utilizados para estimar demanda de agua para riego (miles hectáreas)

Eficiencia y cultivo equivalente	Total superficie	Aspersión	Goteo	Inundación	Otro	Demanda m ³ /ha	Riegos/año
Eficiencia		0.7	0.9	0.5	0.6		
Cultivo equivalente							
Caña de azúcar	181.6	110.0	2.1	56.0	13.5	500	12
Palma africana	43.0	20.7	2.0	17.3	3.0	340	27
Banano-plátano	30.8	14.0		14.0	2.8	500	27
Melón	9.8	3.0	0.4	5.0	1.4	525	25
Hortalizas y otros anuales	46.4	21.3	14.6	1.9	8.6	280	24
Totales	311.5	169.0	19.0	94.2	29.3		

Nota: Por aproximaciones los datos totales de los cuadros anteriores no siempre coinciden (SEGEPLAN, 2007).

Fuente: Estimación con base a datos censo agropecuario 2002-2003 y criterios de riego de especialistas sobre demandas de agua generalmente aceptadas en Guatemala

mente en el período seco, o sea seis meses por año. Posteriormente, se hizo un estimado de cultivos irrigados según vertiente, ya que el dato preciso no lo reporta el censo agropecuario; los datos de cultivos se redujeron a los rubros más representativos, para los que se estimó una frecuencia de riego específica y un aporte total de agua conforme la experiencia de riego en esos cultivos, habiendo consultado a expertos locales con muchos años de experiencia en el tema. La superficie de cultivos se estimó con los datos censales del 2002-2003, según se indica en el Cuadro 10, y los índices utilizados para calcular la demanda de agua se consignan en el Cuadro 11. El área de caña regada ocupa el 54% del total, la palma africana le sigue con un 10% y el banano con el 7%.

Con base en los datos mostrados en los Cuadros 10 y 11 y a la distribución de superficie de riego por sistema y por vertiente, se ha podido establecer la demanda de agua para riego en el país, según se expresa en el Cuadro 12. La demanda de agua para riego en todo el país se estima en 3,668.18 millones m³. Los dos sistemas que más demandan agua son los de inundación y aspersión (84.7) y se corrobora que en la vertiente del Océano Pacífico se concentra la mayor demanda de agua (71.8%), siendo menor en la ver-

tiente del Mar Caribe (21.0%) y bastante menos en la vertiente del Golfo de México (7.2%); esta última es la que mayor disponibilidad de agua tiene. Asimismo, se indica que si bien continúa siendo importante el riego por inundación (39.1%), esto ha sido superado por el riego por aspersión, el cual demanda el 45.6% del agua con ese destino; además puede considerarse satisfactorio que el país tenga sistemas de riego por goteo porque ello aumenta la eficiencia en el uso del agua.

Los grandes productores llevan registros de cuánta agua consumen; otros solamente la usan debido a la poca importancia que le dan, ya que no les representa un costo. Para los que les representa un costo, por bombeo, sí les preocupa y es por ello que prefieren el riego por goteo. Además, no está sistematizado el acceso a la información.

Junto al agua de riego se ha estimado el consumo de agua para otros fines agropecuarios (beneficio de café, agua para ganado, aves, cambio del agua en las 1,500 hectáreas de estanques que producen camarón, y otros), cuya demanda de agua es bastante menor a la de riego, aunque el consumo unitario de estas actividades pueden ser bastante alto y contaminante.

Cuadro 12. Demanda de agua para riego (millones m³) según sistema y vertiente

Vertiente	Total	%	Aspersión	Goteo	Inundación	Otro sistema
Pacífico	2,743.62	71.8	1,450.31	44.50	1,052.41	196.41
Golfo de México	123.03	7.2	59.63	0.62	39.89	22.89
Mar Caribe	801.53	21.0	230.62	21.12	402.68	147.12
Total:	3,668.18	100.0	1,740.56	66.24	1,494.98	366.42
% del total	100.0		45.6	1.7	39.1	9.6

Fuente: Datos censales e índices de consultores especializados en el tema riego (SEGEPLAN, 2007)

6. El agua y la industria

La industria primaria es consumidora de significativa cantidad de agua. Lamentablemente el estado no lleva registros de consumo de agua en las industrias de Guatemala ni estos datos son proveídos al público por la industria, por lo que no se puede estimar su eficiencia. En este capítulo se estimarán los volúmenes de agua demandados por la industria, incluyendo a la minería y al turismo.

La actividad industrial se concentra en el Área Metropolitana de Guatemala (AMG), presiona la demanda del servicio prestado mediante agua entubada, abasteciéndose en la mayoría de casos de agua subterránea. Para estimar el consumo de agua de este sector se ha seguido el criterio del informe de la Estrategia Integrada de Recursos Hídricos en Costa Rica (2005), donde para hacer proyecciones de consumo de agua para este sector se establece un parámetro de 80 m³ por cada US 1,000 dólares de valor agregado. Para Guatemala el dato de 80 m³ se ajustó con un incremento de 25%. La industria guatemalteca produjo en el año 2004 el equivalente en US 3,565.9 millones dólares de valor agregado a precios corrientes. La estructura de la producción industrial indica que el 66.8% proviene de procesos orientados al consumo directo; la producción para el consumo intermedio representa el 27.5%, en tanto que la producción para bienes de capital es de 5.7%.

Bajo esa modalidad, el consumo de agua en la industria se estima en 332.6 millones m³, el cual se concentra en el AMG, en donde se ubica alrededor del 80% del valor agregado industrial del país. Además del AMG, hay pequeños enclaves industriales en los departamentos y municipios de Escuintla, Teculután y Quetzaltenango. Como ya se mencionó, la industria tiene actualmente resuelto el abastecimiento de agua a través de su acceso directo y libre a pozos y manantiales. Sin embargo, la sobreexplotación de algunos acuíferos ya representa un costo alto e inversiones cuantiosas (energía eléctrica y perforaciones más profundas), y a mediano plazo se estima no son sostenibles porque se considera abatirán el rendimiento de las aguas subterráneas.

Asimismo, la industria de la construcción es una actividad que no puede desarrollarse sin agua. Estimaciones de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), de la USAC, indican que para construir una vivienda de 60 m² se requieren alrededor de 10 m³ de agua.³ Con base a ese indicador se ha podido estimar, *grosso modo*, el requerimiento de agua en esa rama de la actividad económica.

La actividad minera está cobrando nuevamente auge en Guatemala con la apertura de la mina de oro Marlín en San Marcos, el posible reinicio de operaciones de extracción de níquel en Izabal, y por el otorgamiento de otras licencias de reconocimiento y exploración de parte del Ministerio de Energía y Minas.⁴ La industria minera tiene un doble efecto en la disponibilidad de agua, por un lado se refiere al agua que se extrae junto con los minerales y por otro el agua que se utiliza en el procesamiento de los minerales. Dependiendo de la hidrogeología de la zona, el volumen de agua que se extrae puede ser muy importante. El impacto regional puede no ser importante, pero el impacto local puede ser significativo.

En el caso del Proyecto Marlín que extrae oro y plata en el altiplano de San Marcos, el estudio de impacto ambiental indica que se requerirá para el proceso de 1.5 millones m³ de agua por año, de los cuales 1.2 millones provendrán de los embalses de colas y 0.3 millones proveniente de aguas subterráneas. Los requerimientos totales diarios serán 4,110 m³, de los cuales 822 m³ provendrán del pozo, y del reciclado de la fosa de colas, 3,288 m³. La empresa ha entrado en operaciones y espera explotar 2.1 millones de onzas oro y 28.4 millones onzas de plata, contenidas en 13.2 millones toneladas de material.⁵ En el balance nacional se consigna un consumo anual de agua de 0.3 millones m³ para el proyecto minero en San Marcos, y hasta dos veces para los proyectos mineros que se desarrollan en otros lugares del país.

Los servicios al turismo también requieren buena cantidad de agua. Guatemala le está apuntando al turismo

3 Elías, Carlos Alberto, *et al.* Determinación del agua no contabilizada y análisis tarifario del sistema de agua de Planes de Bárceñas, en revista Agua, Saneamiento & Ambiente, ERIS, Facultad de Ingeniería, USAC -,2005.

4 Para explotar níquel se requiere de 500 m³ de agua por tonelada de producto, se esperaría una producción de 14,000 a 24,000 toneladas por año el entrar en operación la planta. Comunicación del Departamento de Control Minero, Dirección de Minería, Ministerio de Energía y Minas.

5 Informe de Evaluación del Proyecto Marlín de explotación de oro y plata en San Miguel Ixtahuacán y Sipacapa, San Marcos. Comisión especial de la USAC, Guatemala, marzo de 2005.

receptivo como un elemento importante para su desarrollo económico (es uno de los tres ejes de la Agenda de Competitividad 2005-2015), esperando mantener por encima de un millón la afluencia de turistas por año; dos de los cuatro sitios más visitados del país están asociados a cuerpos de agua (Atitlán y Río Dulce) y el Estado ha creado autoridades de cuenca, aunque en parte por su poco presupuesto los resultados no son visibles. En el año 2004, el país contaba con un total de 27,038 plazas cama por día, las que según reporte del Instituto Guatemalteco de Turismo tiene una tasa de ocupación del 48.9%. Basado en esos datos y con una media de consumo de 500 litros cama por día y con tasa de ocupación del 50% se llegó a estimar la demanda de este sector, al que se le ha agregado una similar cantidad para el uso de restaurantes en general, de manera que esta rama de la actividad económica demanda 4.93 millones m³ de agua por año. Con base a los datos de este sector se ha estimado también el consumo de agua del resto de actividades del sector comercial y de servicios.

En conclusión, hace falta más información sobre la contaminación que producen las industrias y agroindustrias, ya que la que existe está sectorizada.

7. Agua para abastecimiento humano: cantidad, calidad y acceso

La provisión de agua por tubería ha mejorado significativamente en Guatemala, como lo demuestran los datos de los últimos tres censos de población y habitación. La cobertura de agua pasó de un 52.3% en 1981 a 68.4% en 1994 para alcanzar en el año 2002 el 74.6% de los hogares del país (agua domiciliar, para varios hogares o chorro público). Se mantienen diferencias significativas de cobertura entre las

áreas urbanas y rurales. Para 2002 la cobertura urbana alcanzó el 89.4% de los hogares censados, y la rural se ubicó en 59.6% (Cuadro 13). En Guatemala los hogares urbanos representan el 50.2% del total nacional e integran el 46.1% de la población del país, mientras que los hogares rurales constituyen el 49.8% del total nacional conformados por el 53.9% de la población.

A pesar de la mejora en la tasa de cobertura expresada en términos relativos, de manera absoluta todavía hay un número significativo de hogares guatemaltecos que se abastecen de agua por medio de acarreo (de pozos someros, de ríos o lagos u otras formas precarias). Según datos del censo de población 2002 esto significa un total de 116,395 hogares urbanos y 443,196 hogares rurales para hacer un total aproximado superior a los 3 millones personas, lo cual muestra cierta inequidad entre ambos ámbitos y dentro de lo urbano, entre los distintos estratos sociales.

Al igual que muchos países, Guatemala se ha comprometido a cumplir las Metas del Milenio entre las cuales se encuentra las de reducir a la mitad el porcentaje de habitantes que en el año 2000 no tenían acceso a una fuente segura de agua y que no contaba con el servicio de saneamiento básico.

Evidencia empírica señala que aun cuando la cobertura del servicio de agua ha mejorado notablemente, la calidad del servicio no necesariamente es buena, pues del total de servicios existentes sólo el 15% sirve agua previamente tratada para fines domésticos y la prestación de los mismos no es continua ni se caracteriza porque el agua se sirva con presión adecuada. Adicionalmente, las tarifas por los servicios en general no cubren ni siquiera los gastos de operación y mantenimiento, lo que ha dado como resultado el deterioro de la infraestructura existente, el subsidio para

Cuadro 13. Hogares según tipo de servicio de agua y sectores urbanos y rurales (2002)

Tipo de servicio de agua	Total país	%	Urbanos	%	Rurales	%
Total	2,200,608	100.0	1,104,994	100.0	1,095,614	100.0
Chorro de uso exclusive	1,458,480	66.3	880,704	79.7	577,776	52.7
Chorro para varios hogares	93,729	4.3	75,587	6.8	18,142	1.7
Chorro público (fuera del local)	88,808	4.0	32,308	2.9	56,500	5.2
Pozo	337,241	15.3	56,375	5.1	280,866	25.6
Camión o tonel	49,000	2.2	25,886	2.3	23,114	2.1
Río, lago o manantial	106,360	4.8	8,848	0.8	97,512	8.9
Otro tipo	66,990	3.0	25,286	2.3	41,704	3.8

Fuente: Censo de Población y Habitación 2002

Cuadro 14. Criterios para estimar la demanda actual de agua para uso doméstico en Guatemala

Tipo de abastecimiento	Urbano (litros/persona/día)	Rural (litros/persona/día)	Demanda anual (millones m ³)
Tubería servicio domiciliar	200	100	732.65
Tubería servicio varios hogares	100	75	28.93
Tubería servicio comunal (fuera casa)	100	75	20.55
Pozo	50	50	39.77
Camión o tonel	25	25	2.73
Río, lago o manantial	25	25	6.35
Otro tipo	25	25	3.82
Totales			834.80

Fuente: Datos censales del año 2002 (SEGEPLAN, 2007)

las áreas urbanas y la ampliación del servicio por medio de sistemas alternos —camiones cisternas, por ejemplo—, también de dudosa calidad y de costo notablemente superior a los de un sistema tradicional en perjuicio de las necesidades de la población rural y de las áreas marginales de las ciudades.

La demanda para toda la población del país de acuerdo a las dotaciones indicadas en el Cuadro 14 es de 834.8 millones m³ (solo en ciudad de Guatemala, la Empresa Municipal de Agua, EMPAGUA, produce alrededor de 120 millones m³ de agua potable por año). Como la población está ubicada mayoritariamente en la vertiente del Pacífico, en ella la demanda es de 485.28 millones m³ (58.1%), en la vertiente del Golfo de México la demanda es de 132.46 millones m³ (15.9%), en tanto que en la vertiente del Mar Caribe es de 217.07 millones m³ (26.0%).

Como se evidenciará más adelante con los otros usos, el sector Agua Potable es donde hay más problemas y satisfacerla constituye un gran reto debido a la dispersión de la población rural y, en no pocos casos, a dificultades técnicas puntuales para su abastecimiento. Los datos de cobertura indican que debe atenderse en forma prioritaria el área rural y el área metropolitana y mejorar la calidad de los servicios existentes. Es evidente la necesidad de modernizar el subsector de agua potable y aguas residuales.

En relación a la gestión general del agua, el subsector agua potable y saneamiento se vincula primero como usuario, es decir, como titular de derechos de aprovechamiento del agua (agua que entra al sistema de distribución); luego a las mejores prácticas de uso del agua y al control de las aguas residuales de los sistemas (agua que sale del sistema). La administración en sí de los servicios es objeto de otros regímenes legales y no compete a la autoridad del

agua resolverlos. Lo que le compete es asegurar sus derechos de abasto y vigilar se cumplan las obligaciones de conservación de parte de prestadores y operadores.

8. Contaminación

La contaminación del agua en las distintas cuencas del país se debe a fuentes puntuales (aguas residuales domésticas, industriales y agroindustriales) y no puntuales (erosión del suelo con agroquímicos durante los eventos de precipitación escorrentía). En el Cuadro 3 se muestra que los usos actuales generan 1,540 millones m³ de aguas residuales a nivel nacional, que al ser vertidas en corrientes de agua superficial o cuerpos de agua, automáticamente limitan o dificultan usos ulteriores de todo el recurso natural receptor. Solamente que por falta de tratamiento de las aguas residuales, ya que sólo el 5% son tratadas y aun por el efecto de dilución, automáticamente todas las aguas que reciben dichas descargas resultan contaminadas.

El volumen de agua contaminada que se descarga a las cuencas proviene en un 40% de los municipios, otro 40% de las actividades agropecuarias, un 13% de las industrias y el restante 7% de las agroindustrias. Sin embargo, la carga de contaminación (toneladas de DBO o DQO al año) no guarda las mismas proporciones, como se muestra en uno de los estudios de caso, donde las agroindustrias ubicadas en dos cuencas de la vertiente del Pacífico contribuyen con mayor carga que la generada por la población. Aun cuando no se cuenta con información ni controles sistemáticos, un estudio de caso realizado como parte de la estrategia para la gestión integrada de los recursos hídricos indica que la carga de contaminación por demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y por demanda química de oxígeno

(DQO) generada por la agroindustria e industria es mayor a la generada por las comunidades expresada en población equivalente.⁶

Actualmente, la contaminación limita usos productivos aguas abajo y su control es factor decisivo para las políticas de reducción de la pobreza, especialmente para la reducción de índices de mortandad infantil y materna, y no contribuye a mejorar las condiciones de competitividad del país.

Con la implantación del Reglamento de Descargas y Reuso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos, aprobado en mayo del 2006, se espera un proceso gradual de descontaminación a ser completada en 18 años. El mayor reto lo constituye, ahora, el establecimiento del sistema de vigilancia y la coordinación institucional necesaria para aplicarlo y vigilar el cumplimiento operativo de estas disposiciones.

9. Agua en las áreas urbanas

Como se indicó en la Sección 6, el 89.4% de la población de las áreas urbanas del país tienen cobertura del servicio de abastecimiento de agua; la población urbana representa el 46.1% del total. Sin embargo, aún alrededor de 625,000 personas no tienen todavía acceso a la misma a través de conexión domiciliar (116,395 hogares).

En relación a la calidad del servicio, evidencia empírica señala que aun cuando la cobertura del servicio de agua ha mejorado notablemente, la calidad del mismo no necesariamente es buena, pues del total de servicios existentes sólo el 15% sirve agua previamente tratada para fines domésticos y la prestación de los mismos no es continua ni se caracteriza porque el agua se sirva con presión adecuada (la mayor proporción de este porcentaje es el área urbana). A nivel urbano, la cobertura apropiada alcanza 76.7% de los hogares, en tanto que a nivel rural es sólo del 16.8%.

6 Población equivalente: la manera de relacionar la carga de contaminación generada por la agroindustria e industria con la carga de contaminación generada por las Municipalidades, es mediante un factor denominado población equivalente. La manera de hacerlo es dividiendo la carga de contaminación generada por la agroindustria e industria, calculada al multiplicar la descarga de agua por la concentración de DBO y DQO, entre la carga de contaminación generada por una persona, calculada al multiplicar 200 l/d por 250 mm DBO/l (0.01825 toneladas/año).

Los porcentajes de pérdidas en los sistemas de servicio de agua en las áreas urbanas llegan hasta el 50%, mientras que en las áreas rurales la eficiencia de distribución del agua por tubería es del 90% (10% de pérdidas) y 80% en otras formas de abastecimiento.

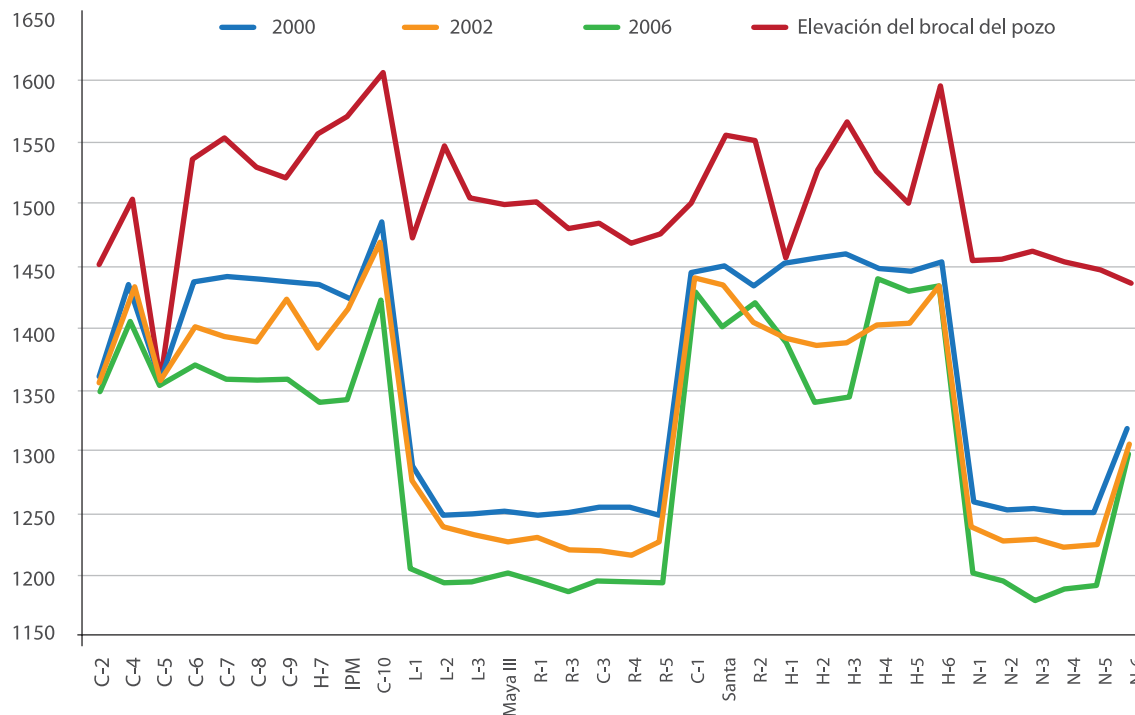
En relación a los precios del agua en el área urbana y rural, las tarifas por los servicios en general no cubren ni siquiera los gastos de operación y mantenimiento, lo que ha dado como resultado el deterioro de la infraestructura existente, el subsidio para las áreas urbanas y la ampliación del servicio por medio de sistemas alternos —camiones cisternas, por ejemplo—, también de dudosa calidad y de costo notablemente superior a los de un sistema tradicional, en perjuicio de las necesidades de la población rural y de las áreas marginales de las ciudades. Las tarifas por el consumo de agua no son muy efectivas, salvo el cobro en ciertos sectores por la empresa municipal de agua de la ciudad de Guatemala (EMPAGUA), Agua Mariscal y otras empresas municipales de agua como Quetzaltenango y Santa Elena y San Benito.

La tarifa promedio mensual para el servicio de abastecimiento de agua potable a nivel nacional es de Q. 4.5, cuando se requiere que fuese Q. 30, por lo que las Municipalidades tienen que subsidiarlo; Villa Nueva subsidia mensualmente el abastecimiento de agua en Q. 1 millón (US\$ 1 = Q. 7.5). El precio promedio del metro cúbico que cobra EMPAGUA es de Q. 1.80, cuando su costo de producción es de Q. 3.50. Los sistemas de riego no pagan cuota por el uso del agua que motive su uso eficiente, aunque por la escasez en algunas zonas han cambiado hacia un método de menores pérdidas.

El abastecimiento de agua para la AMG y otras áreas urbanas presenta, entre otras cosas, dos grandes retos: la sobreexplotación de los acuíferos, con los consecuentes incrementos en los costos de bombeo y el acceso a nuevas fuentes que se encuentran fuera de su jurisdicción, lo cual en muchas ocasiones genera conflictos. En el primer caso, la solución al problema depende fundamentalmente de ordenar el aprovechamiento actual de los acuíferos, a través de distintos instrumentos de gestión, cuya aplicación resulte del consenso entre las partes. En el segundo caso, sería necesario considerar mecanismos de asignación y compensación.

Un estudio de caso realizado como parte de la Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos fue la sobreexplotación de los acuíferos del Área Metropolitana de Guatemala. En la [Figura 4](#) se muestra los cambios entre

Figura 4. Descensos en los niveles de agua subterránea en el área metropolitana de Guatemala



Fuente: EMPAGUA, 2006 (Como referencia Proyecto Emergencia I)

Cuadro 15. Hogares según tipo de servicio sanitario, según año censal

Tipo de servicio	Censo 1981	%	Censo 1994	%	Censo 2002	%
Total	1,151,872	100.0	1,591,823	100.0	2,200,608	100.0
Inodoro	246,646	21.4	469,206	29.5	921,515	41.9
Excusado lavable	39,550	3.4	91,154	5.7	110,434	5.0
Letrina o pozo ciego	368,086	32.0	823,913	51.8	849,542	38.6
No tiene	497,590	43.2	207,550	13.0	319,117	14.5

Fuente: Censos de población y Habitación 2002, INE

el 2002 y el 2006 en el nivel del agua subterránea en los pozos del Programa Emergencia I de EMPAGUA, los cuales evidencian la tendencia a profundizar el nivel freático.

10. Agua y saneamiento

En materia de saneamiento también se han notado mejoras en las tasas de cobertura. El Cuadro 15 indica que se ha mejorado de una cobertura con disposición apropiada (inodoro y excusado lavable) de 24.8% de hogares en 1981 a una de 46.9% en el 2002; pero aún es muy baja para garantizar una adecuada calidad de vida para la población, pues casi 6 millones personas no tienen acceso a este servicio básico. A nivel urbano, la cobertura apropiada

alcanza 76.7% de los hogares, en tanto que a nivel rural es sólo del 16.8%. Las aguas de desecho son tratadas en muy pocos sitios (sólo el 5% a nivel nacional), de manera que los alcantarillados fluyen hacia ríos y cuerpos de agua superficial propiciando la contaminación de los demás recursos hídricos.

11. Agua y salud pública

El informe del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) del año 2004 muestra que fueron atendidos a nivel nacional 779,152 personas con problemas gastrointestinales, especialmente con enfermedades diarreicas, y en el informe estadístico del Instituto Guatemalteco de

Cuadro 16. Departamentos en orden de mayor proporción entre el total de casos de enfermedades gastrointestinales reportadas con respecto al total de la población

Departamento	%
1. Izabal	33
2. San Marcos	21
3. Alta Verapaz	21
4. Retalhuleu	19
5. Jutiapa	15
6. Chiquimula	15
7. Huehuetenango	15
8. Quetzaltenango	14
9. Sololá	12
10. Zacapa	12
Nivel Nacional	12

Fuente: MSPAS 2004, citado por SEGEPLAN, 2007

Seguridad Social (IGSS) para el mismo año se indica que el total de atenciones superó las 650,000 consultas. En otras palabras, se atendieron más de 1.400,000 eventos, lo que significa que afectó al 12% del total de la población nacional. El costo promedio por consulta, más análisis, diagnósticos y medicina por persona reportado por el IGSS en dicho año respecto a los tratamientos asociados con enfermedades diarreicas es de Q. 287.68 por evento. El sector público anualmente gasta una cantidad superior a los Q. 400.000,000 (alrededor de US 50 millones dólares) por causa de enfermedades gastrointestinales transmitidas por el agua.

Al realizar una correlación con los indicadores desarrollados por la OMS respecto al impacto de las inversiones en agua potable y saneamiento en la salud, resulta que por cada US dólar invertido en éstos, se logra una reducción al menos del 10% en las enfermedades diarreicas. Se puede concluir que por cada US dólar que se invierta en estos rubros se lograría una reducción de US 5 de los presupuestos del MSPAS e IGSS y con ello liberar al menos US 5 millones dólares de sus presupuestos.

En el Cuadro 16 se muestran los departamentos ordenados de mayor a menor proporción de morbilidad reportada para las enfermedades gastrointestinales asociadas al agua.

El II Informe de Avance del Cumplimiento de las Metas del Milenio de Guatemala (2006) literalmente expresa: "Lograr que las familias cuenten ininterrumpidamente con agua potable y servicios de saneamiento adecuados, con-

stituye una meta fundamental. En efecto, la familia que goce de estas condiciones tendrán mejor salud,...mejor educación... y contribuye en particular a mejorar la situación de las mujeres... favorece un mejor cuidado del medio ambiente...". "De manera invariable, carecer de estos servicios básicos está altamente asociado con altos niveles de pobreza y pobreza extrema", y asegura este II Informe que si hubiera un incremento del 10% en la proporción de hogares urbanos con servicios adecuados de agua potable, la probabilidad de que existe desnutrición infantil global disminuiría en 8.2%; y si el porcentaje de familiares que no pueden acceder a servicios adecuados se redujera de 13.68% a 3.68%, la mortalidad materna disminuiría de 153 a 116.33 por cada 100,000 niños nacidos vivos (p. 219).

12. Agua y economía

Aun cuando no se ha cuantificado los valores de participación de los recursos naturales en la economía nacional, entre ellos el agua, fácil es suponer que más de la mitad del producto interno bruto de la nación proviene del uso y aprovechamiento de los recursos naturales que le son propios, pues la sociedad guatemalteca depende económicamente de la explotación de sus recursos naturales.

El Producto Interno Bruto (PIB) del país es de Q. 225,000 millones y el 71% del mismo depende de cuatro grandes ramas de la economía, a saber: a) sector agropecuario, b) industria, c) comercio y d) transporte, almacenaje y comunicaciones. El sector agropecuario (23% del PIB) depende totalmente del agua. La producción agrícola es cíclica, se siembra al inicio de las lluvias y se cosecha al final de las mismas. Realizar actividades agropecuarias fuera de temporada significa agregar de manera "artificial" agua al suelo. Se estima que el país riega un poco más de 310,000 hectáreas, esto ha demandado inversiones, cuyo valor financiero es tomado en cuenta, mas no siempre la contribución directa del agua al incremento en los rendimientos de los cultivos agrícolas, como variable importante para cuidar sosteniblemente el capital hídrico nacional.

Resalta también la importancia del agua en la economía nacional al considerar que las principales exportaciones del país están relacionadas con el aprovechamiento de su riqueza natural, incluida el agua, dado que los productos más relevantes son bienes primarios y de extracción, tales como café, banano, azúcar, cardamomo, chicle y petróleo, se convierten en agua virtual y en su conjunto representan un ingreso de divisas para el país cercano a los US 1,000 millones dólares.

Buena parte del sector industrial y agroindustrial también demandan, consumen y disponen al ambiente cantidades importantes de agua; esto incluye una variada producción artesanal. La industria de la construcción es inviable sin agua. Persiste un buen margen de producción eléctrica con base en energía hidráulica; actualmente se genera alrededor de 500 MW, que equivalen al 35% de la producción total de energía, teniendo el país un potencial de 4,000 MW y que con el alza del precio del petróleo lo hace más factible.

Luego, la gran importancia que para el país tiene el turismo receptivo, que busca no sólo el entorno cultural sino también el entorno natural, donde resalta el agua como elemento central de belleza escénica e indispensable para la puesta en valor de este servicio; este sector también se convierte en un serio demandante de agua, en cantidad y calidad. Por otra parte, la política minera gubernamental favorece estas explotaciones, las cuales representan un incremento sustancial, local y focal en la demanda, consumo y disposición de agua aún sin valorar, con el agregado que algunas de estas explotaciones se sitúan en las cabeceras de las cuencas en donde existe naturalmente menos disponibilidad de agua y desde donde se pueden contaminar las fuentes superficiales y subterráneas.

La importancia del recurso agua a nivel económico, cobra mayor relevancia si se considera que solamente el sector agropecuario ocupa cerca del 50% de la PEA (se refiere a la PEA total y no la que labora en las áreas bajo riego); la actividad agroindustrial y la artesanía contribuyen con el 8% de la PEA, si a ello se añade otros sectores económicos importantes como turismo, hidroelectricidad y minería, se puede aseverar que alrededor del 70% de la PEA de Guatemala depende directamente del uso y aprovechamiento de sus recursos hídricos.

■ 13. Agua y energía

El país tiene alto potencial para generar energía hidroeléctrica (4,000 MW; actualmente se genera alrededor de 500 MW, que equivalen al 35% de la producción total de energía). En la vertiente del Pacífico los ríos permiten el manejo del diferencial de altura, en tanto que en las vertientes del Golfo de México y el Mar Caribe los ríos son de recorridos largos y caudalosos. Con base a los registros de la hidroeléctrica del Chixoy, el único embalse de regulación anual, se ha procedido a estimar la demanda de agua del complejo hidroeléctrico nacional, que aunque no es directamente consuntiva, si afecta o restringe los

usos aguas abajo. En ese sentido se ha estimado que la demanda actual de agua para este sector es de 4,453 millones m³. Como se indicó, actualmente, el 35% del total de la energía del país es abastecida por hidroeléctricas, pero con el incremento en el precio del petróleo, el Estado, a través del Instituto Nacional de Electrificación, ha reactivado el interés por este tipo de energías, teniendo en cartera varios proyectos grandes, medianos y pequeños para que inversionistas privados participen en su construcción y operación.

Al igual que las actividades mineras, la construcción de hidroeléctricas ha sido cuestionada por organizaciones no gubernamentales ambientalistas y grupos comunitarios. Los cuestionamientos son variados, desde impactos al ambiente hasta requerimientos de energía y de obras de interés comunitario. En el país, sólo una hidroeléctrica en operación (Chixoy) tiene un embalse de regulación anual. Esta hidroeléctrica, construida al inicio de los años 80 ocasionó reasentamientos de familias que aún hoy en día están requiriendo indemnización y compensación. Posterior a Chixoy, la mayoría de proyectos hidroeléctricos que se han construido tiene obras de regulación diarias y embalses pequeños. Sin embargo, en uno de estos proyectos, por falta de previsión en la construcción de un embalse de regulación aguas debajo de la descarga de la casa de máquinas, provocó protestas de regantes. Por lo que debe desarrollarse un proceso durante la formulación de proyectos hidroeléctricos, por medio del cual las comunidades participen, a manera de minimizar conflictos.

■ 14. Inundaciones y sequías

Guatemala, como el resto de los países del istmo centroamericano, es afectada frecuentemente por eventos de origen hidrometeorológico capaces de ocasionar desastres de gran magnitud, manifiestos especialmente en exceso y escasez de agua que pueden alterar la vida y dañar la infraestructura y bienes en forma muy severa. Por lo tanto, es indispensable conocer cómo estos fenómenos afectan y evaluar para conocer su importancia en términos de su efecto sobre el desarrollo.

De acuerdo a las tendencias actuales del clima, se puede esperar que la ocurrencia de desastres sea más frecuente e intensa. En este entorno, y ante la falta de implementación de las políticas de ordenamiento territorial, la población que crece a un ritmo acelerado se asienta cada vez en mayor número en sitios con alto riesgo.

La dinámica de los eventos hidrometeorológicos que producen desastres es poco estudiada y conocida en el país y, por lo tanto, las medidas de su gestión no necesariamente son las más adecuadas. Por otro lado, la construcción de obras de infraestructura no ha sido sistemáticamente diseñada incorporando medidas relativas a cómo lidiar en casos de eventos extremos y por ello generalmente son severamente dañadas cuando éstos ocurren. Así mismo, no existe un sistema nacional de obras de protección para prevenir inundaciones o proteger a personas y bienes, y las habidas no se diseñan considerando la variable de fenómeno extremo y a veces inclusive se convierten en un peligro para las personas y obras situadas aguas abajo en sitios originalmente sin riesgo.

El Huracán Mitch afectó la región a finales de octubre y principios de noviembre de 1998, provocó la muerte de 268 personas en el país, 54,705 personas fueron evacuadas y alrededor de 105,000 fueron damnificados; el número de sistemas de agua dañados fue de 237; los daños totales en el país fueron de US 948.79 millones dólares. Tormenta Stan de octubre del 2005 causó que 669 personas fallecieran en el país, 12,445 viviendas dañadas y 5,515 destruidas; sólo en el departamento de San Marcos se dañaron 331 sistemas de abastecimiento de agua; pérdidas y daños valorados en alrededor de US 1,000 millones dólares. La [Figura 5](#) muestra la ocurrencia de inundaciones según su probabilidad de ocurrencia, dividida en categorías.

En relación a las sequías, en el país se ha generado información sobre las áreas más amenazadas, identificadas como extremadamente altas a muy bajas. En la [Figura 6](#) se muestran las áreas del país con una extremadamente alta amenaza de sequía hasta aquéllas con probabilidad muy baja.

A pesar que se ha avanzado en la organización local, aún se debe trabajar mucho en el desarrollo de la planificación y preparación para enfrentar desastres. Los temas en los que se debe hacer énfasis son el conocimiento de los fenómenos, desarrollo de sistemas de alerta temprana, organización local e incorporar los elementos de desastre al diseño de obras de infraestructura.

La garantía a la vida, a la integridad física de las personas y a la seguridad de sus bienes también compete hacerla efectiva al Estado para lo cual ha organizado el sistema de la Coordinación Nacional para la Reducción de Desastres, para coordinar las acciones públicas y privadas de gestión de riesgos y tiene, entre sus responsabilidades, definir de forma singular y particular para todos y cada uno de los municipios del país, las áreas de riesgo.

Figura 5. Mapa de amenaza por inundación

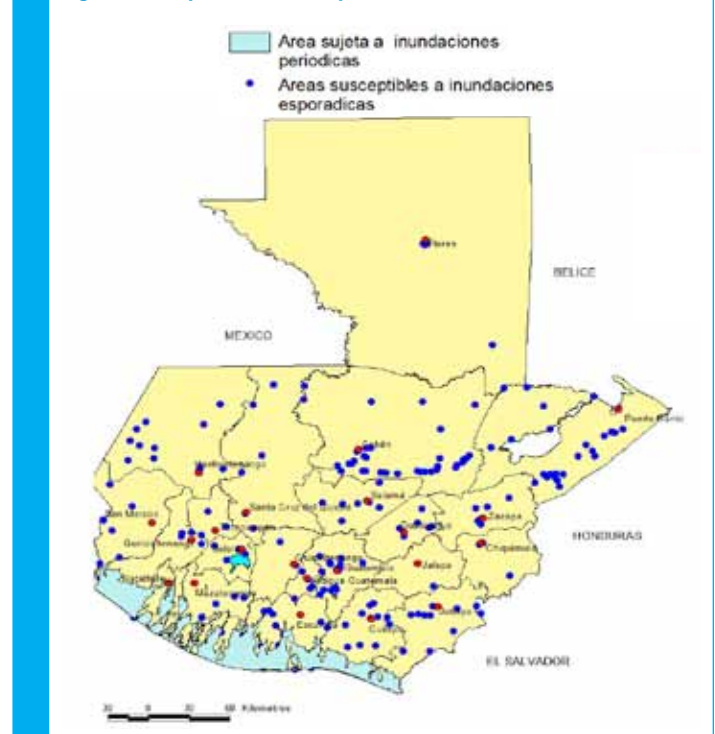
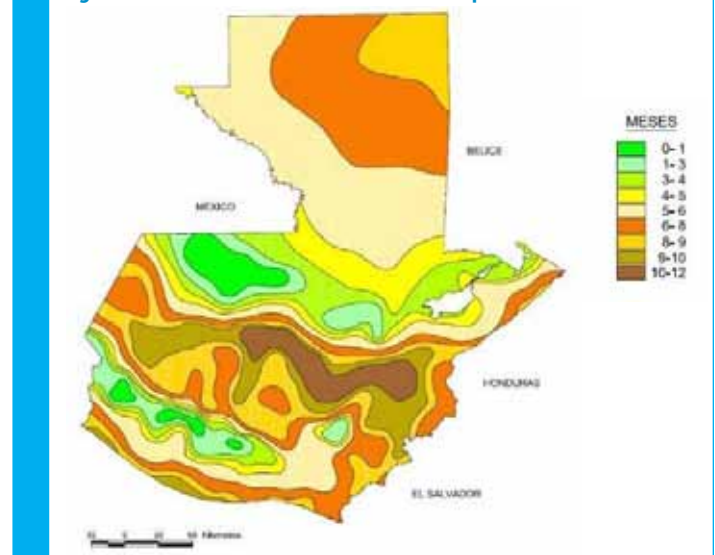


Figura 6. Grado de amenaza debido a la sequía



La política de desarrollo social y población contempla seis objetivos y 31 acciones para reducir los riesgos a desastres, que incluye el fortalecimiento de la administración pública y de las organizaciones sociales, planificar integralmente el ordenamiento territorial, fortalecer el manejo integral de los recursos naturales, fortalecer la capacidad de respuesta de la población vulnerable, mejorar la información acerca de las amenazas y promover una cultura de reducción del riesgo a desastres.

Finalmente, es importante resaltar la respuesta institucional del Estado en el tema de gestión del riesgo, ante los efectos de eventos hidrometeorológicos extraordinarios. Si bien leyes y políticas de gobierno favorecen la adopción de un sistema nacional de gestión del riesgo, en la práctica este sistema no ha sido integrado. La Coordinadora Nacional de Reducción de Desastres (CONRED), cuya naturaleza es eminentemente de Coordinación con atribuciones para declarar zonas de riesgo, es la encargada de aglutinar estos esfuerzos en todas sus etapas: prevención, atención, gestión y reconstrucción. En la realidad, su campo de acción se ha reducido únicamente a participar en los procesos de emergencia una vez han ocurrido los desastres, y como no tiene facultades para ejecutar, sus programas dependen de las demás entidades de gobierno y de la sociedad. Su capacidad de influencia es muy limitada, sus recursos financieros escasos o coyunturales, como la asignación post Stan, y por lo tanto no le ha sido posible desarrollar el conjunto de estudios para determinar a nivel local riesgos y amenazas y para recomendar las respectivas medidas de prevención, gestión y mitigación de desastres.

■ 15. Legislación

A lo largo de la historia jurídica del país, la respuesta del Estado frente al tema jurídico y legal del agua ha evolucionado en respuesta a las necesidades específicas del país (leyes e instituciones sectoriales), pero ahora las realidades del país han cambiado, por lo que la legislación vigente resulta inadecuada. Es decir, ha regulado ciertos aspectos relativos a la propiedad, las servidumbres, el uso, aprovechamiento y protección de las aguas, sin incorporar al sistema jurídico nacional una ley especial, como lo dispone la Constitución (1985). La técnica legislativa ha sido la de incluir disposiciones en diversos textos legales. Entre las de jerarquía ordinaria más relevantes están las leyes descritas en el Cuadro 17.

La propiedad de las aguas en la legislación guatemalteca transita del sistema legal mixto, el cual reconoce propiedad pública y privada, hacia el sistema de propiedad pública de todas las aguas, según lo dispone el Artículo 127 de la Constitución (1985). Este sistema ha sido adoptado desde mediados del Siglo XX por la mayoría de países occidentales, Inglaterra, Francia, Alemania, España, Italia, Sudáfrica, Chile, Argentina, Costa Rica, México, y casi la totalidad de estados de los Estados Unidos de América, entre otros. Históricamente, las constituciones fueron incorporando al dominio público diversas categorías de agua.

Paralelo al debate respecto a la propiedad de las aguas, surge el debate sobre los derechos adquiridos conforme la legislación civil y agraria, y cómo se deben regularizar los provenientes del derecho indígena, a todo lo cual el Estado no ha dado respuesta, así como al compromiso contenido en el Acuerdo para el Reasentamiento de las Comunidades Desarraigadas por el Conflicto Armado, de regularizar derechos de agua de esta población.

Los derechos de uso para fines de pesca, energía, minería e hidrocarburos son considerados por las leyes sectoriales como accesorios a un derecho principal —la minería, la pesca—, y el procedimiento para otorgarlos forma parte del derecho principal y, en todo caso, no se dan sin la existencia y coordinación entre unas y otras entidades públicas.

Otro tema legal relevante es la inoperancia de las servidumbres administrativas del agua contempladas en la legislación civil a favor de aprovechamientos domésticos y de riego, las cuales implican una gestión oficiosa del Estado, conforme la ley, totalmente abandonada, como antes se mencionó, a favor de un “mercado” de derechos de agua y servidumbres de paso sin observar regulación alguna y con no pocas prácticas eminentemente especulativas e inseguras. Sin un sistema efectivo de servidumbres será imposible transportar agua de lugares con superávit hacia aquéllos con déficit, y la demanda podrá ser satisfecha a costos por arriba del mercado si es que se pueden explotar aguas subterráneas, de lo contrario la oferta se irá restringiendo.

Por constituir el agua un elemento natural, móvil, con un comportamiento espacial y temporal, vulnerable ante fenómenos climáticos extremos, el ejercicio de los derechos de propiedad o de los derechos de aprovechamiento adquiridos y la previsión de satisfacer requerimientos futuros, se vincula más a la gestión integral de los usos respecto a una misma a fuente de agua, que al ejercicio en sí de un derecho de propiedad.

Por ello, adoptar medidas para regularizar derechos de agua conlleva paralelamente levantar censos de uso y organizar catastros e inventarios del agua. Como un balance contable, entrada y salida de agua en tiempos ordinarios y en situaciones extraordinarias. Tema complejo que requiere decisiones proporcionales a la magnitud de los beneficios que se esperan, si se quiere continúe el agua aportando a la economía y a mejorar las condiciones de calidad de vida, así como a reducir las causas de los conflictos de agua.

La normativa civil de 1933 expresa el tema del aforo de caudales; el régimen de aguas y regadíos de la Ley de Transformación Agraria (1962) aborda el tema del censo de las aguas para fines agrarios; la anterior Ley del Organismo Ejecutivo (1945), en su reforma de 1970, facultaba al MAGA el inventariar los recursos hídricos vinculados con actividades agrícolas. Ninguna de estas instituciones cuenta hoy con actividad o programa alguno ni heredó a la administración pública sistema de gestión alguno. Es decir, aún no se ha implementado un programa sistemático nacional, regional o local de aforo de caudales de fuentes y censo de aprovechamientos y problemas, y ninguna actividad gubernamental vincula los derechos de propiedad o de aprovechamiento de aguas públicas y los aprovechamientos privados del agua con la real disponibilidad del recurso, y como resultado la administración pública no cuenta con herramientas para una gestión apropiada del agua. Lo indicado anteriormente, ciertamente pone en riesgo las inversiones, inhibe la transacción de derechos de aprovechamiento y ocasiona conflictos entre usos competitivos del agua.

El régimen penal introduce una serie de figuras delictivas para proteger la integridad del patrimonio hídrico, así como para proteger servicios y obras de interés público; e igualmente, el régimen civil, procesos para proteger usos existentes de obras nuevas o peligrosas.

Finalmente, es importante indicar que el estado de Guatemala aprueba y ratifica un conjunto de convenios relativos al Derecho del Mar, entre éstos los que regulan las normas de rumbo y gobierno en aguas navegables, así como las responsabilidades ambientales de las instalaciones portuarias; y otros relacionados con temas ambientales, entre los cuales resalta el Convenio de Cartagena relativo al Desarrollo del Mar Caribe, el cual, entre otros, obliga a los estados a disponer normas y acciones para prevenir la contaminación de las aguas por fuente terrestre.

Finalmente, es importante resaltar que el Estado se preocupa de manera muy especial por introducir normas para administrar las minas, el petróleo, el bosque (1870) y las áreas protegidas, considerando estos dos últimos regímenes clave para regular las funciones del ciclo hidrológico, y las políticas derivadas de éstos efectivamente incluyen programas para organizar el pago por servicios ambientales, pero hasta la fecha no ha sido capaz de ordenar legalmente la administración de las aguas en detrimento tanto del interés público como del ejercicio de los derechos individuales.

El tema central de la legislación del agua es contar con un sistema capaz de garantizar y balancear, por un lado, el acceso y el aprovechamiento del agua para fines sociales y productivos, y por el otro, disponer medidas a favor de la protección del recurso y, con ello, lograr abasto seguro e indefinido del mayor número de demandas.

El régimen legal de las aguas se caracteriza por estar compuesto por un conjunto de normas contenidas en un buen número de leyes, que a diferentes niveles jerárquicos, abordan algunos temas de la gestión del agua, y por un conjunto de prácticas y costumbres que la sociedad guatemalteca ha ido construyendo. El régimen legal se fundamenta en valores y principios del Siglo XIX, y el institucional avanza de la centralización a la descentralización y participación ciudadana, junto con las políticas nacionales en esa materia, sin constituir realmente un sistema de gestión del agua.

El país no cuenta con ley de aguas ni con una autoridad en la materia, como sí sucede con el manejo de otros recursos naturales tales como el bosque, las áreas protegidas, las minas y los hidrocarburos, y la aplicación de la normativa relacionada existente es muy pobre. Por ejemplo, se cuenta con un régimen general para asignar derechos y definir prioridades, que no se aplica; en el registro de derechos de aprovechamiento existente no se encuentran inscritos ni

Cuadro 17. Legislación relacionada con el agua

Tema	Leyes
Propiedad y servidumbres	Constitución; Ley de expropiación, Ley de reservas territoriales del Estado, Código civil de 1963, y Código penal.
Uso común	Código civil de 1963.
Aprovechamiento	Constitución; Código civil de 1933*; Código municipal; Código de salud; Ley de transformación agraria; Ley de minería; Ley de hidrocarburos; Ley de pesca; Ley general de energía, y Ley orgánica del INGUAT.
Conservación	Constitución; Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente; Ley forestal, y Ley de áreas protegidas.

Fuente: MSPAS 2004, citado por SEGEPLAN, 2007

* Conforme el Artículo 124 transitorio del Código Civil de 1963, se dispone que mientras se promulga la nueva Ley de Agua de Dominio Público, quedan en vigor los capítulos II, III, IV y V del Título II y los capítulos II y III del Título VI del Código Civil, Decreto Legislativo 1932, de 1933.

un 10% de los mismos, lo cual significa un alto grado de inseguridad en su ejercicio; y normas previstas en leyes de 1962 relativas al censo de usuarios y el catastro de aguas, hasta la fecha no han sido aplicadas.

La administración del recurso se expresa también en una diversidad de unidades administrativas o como parte de programas y proyectos específicos. Unas atribuciones están asignadas a los Ministerios de Estado y otras, a entes descentralizados y autónomos, cuya actividad principal es otra (agricultura, minería, servicios públicos, recursos naturales). Otras leyes organizan instituciones para el manejo de cuencas, con énfasis en la conservación de los recursos naturales, pero ninguna de estas unidades está legalmente facultada para ejercer las atribuciones básicas de la gestión integrada del agua (dirección, administración, regulación, otorgamiento de derechos, conservación).

Se han identificado al conjunto de actores relacionados con la gestión del agua, los cuales no cuentan con un espacio de diálogo estructurado para comunicar sus intereses, expectativas y preocupaciones debido a que sus objetivos son de distinta naturaleza. Este hecho, que no es ajeno en otros lugares del mundo, hace que la gestión del agua sea un sistema sumamente complejo y fragmentado, en donde los roles necesitan ser claramente definidos y diferenciados y la intervención del Estado debidamente delimitada.

Más de 50 propuestas para modernizar el régimen legal e institucional del agua han sido presentadas durante los últimos 20 años pero ninguna ha logrado impactos institucionales significativos. Por lo tanto, para aprovechar las oportunidades y abordar los retos planteados por el agua es necesario transitar de la administración sectorial hacia la integral, a un nivel de administración caracterizado inicial y principalmente por mecanismos de coordinación de planificación y presupuesto que permitan potenciar los esfuerzos actuales, para luego avanzar en la implementación de acciones propias de la gestión integrada del agua.

■ 16. Conflictos

La administración actual del recurso hídrico refleja crisis institucional tanto dentro del sector gubernamental, dispersión de acciones, vacíos, permanente creación de instancias temporales, descoordinación programática y presupuestaria, así como por hechos concretos en contra o a favor de medidas gubernamentales relacionadas con

los usos del agua (Hidroeléctrica Río Hondo, Mina Marlín, Riego en Ocosito, y varios conflictos por acceso a fuentes de agua para abastecimiento humano en todo el país, entre otros). La realidad de la participación de los distintos actores en la gestión del recurso hídrico es variada, tanto desde la perspectiva legal como funcional; la institucionalidad ha pasado desde cuando el estado lo hacía todo, a la que hacía menos, y ahora se están revalorizando algunas de las funciones que fueron debilitadas.

En todo el continente, los conflictos mineros frecuentemente han tenido como epicentro una fuente de agua. La minería en Guatemala es un tema de conflicto social que cada vez va tomando más auge. Según García, ex viceministro de Energía y Minas de Guatemala, en el 2005 ya se tenían entre exploradas y explotadas casi 400 minas, actividad que viene funcionando desde el año 1630.

A pesar de que los resultados de los estudios ambientales aseguren que la explotación de minas ocasionan un mínimo impacto al ambiente y socioeconómico, la realidad es que algunas comunidades se oponen por la contaminación (uso de químicos, como el ácido sulfúrico y cianuro que se emplean para separar los minerales, cuya presencia en el agua no es posible de tratar aún en los embalses de cola) y por el consumo de agua en zonas de escasez (puesto que el agua que debería de regresar se evapora debido a las altas temperaturas a las que se encuentra después del proceso). De los tipos de explotación que existen, la de cielo abierto es la que podría generar mayores impactos potenciales al ambiente y es la más común en el país. La iglesia católica se opone a estas actividades, ya que trata de defender a las comunidades que han sido afectadas o corren el riesgo de estarlo.

En los alrededores del Lago de Izabal se realizaron operaciones mineras en el pasado (años 70). Actualmente esta actividad se ha reactivado y la Asociación Estoreña para el Desarrollo Integral (AEPDI) teme por el contrato 2009-2012 de extracción de níquel y oro, que además permite a la compañía usar cierta cantidad de agua del lago, hechos que han desatado conflictos desde su conocimiento y presentados recientemente en el Foro Social de Las Américas. Debido a la escasez del recurso hídrico en algunos lugares del país, comunidades han acordado no vender nacimientos de agua a otras comunidades, medida interna no respetada por algunas de las autoridades, creando conflicto por su manejo. El abastecimiento de agua potable de algunos de los principales centros urbanos motiva conflictos de uso con el riego en las regiones del altiplano (caso del

acueducto Xayá Pixcayá), y en las áreas costeras entre los grandes y pequeños usuarios del riego que utilizan una misma fuente.

El estudio de caso de la cuenca del Río Naranjo en la vertiente del Pacífico del país reportó un hallazgo relevante pues permitió determinar que en la parte alta de la cuenca ya se entró a una fase de estrés hídrico, ya que hay una disponibilidad menor de 1,000 m³/persona/año, y ya ha provocado como consecuencia conflictos en el acceso al recurso entre comunidades y entre particulares. Además, en la cuenca del río Naranjo se presentan problemas de contaminación, ya que la mayor parte de la población se encuentra en la parte alta, y por lo tanto la calidad del agua se deteriora desde su nacimiento, y luego en la parte media y baja se agregan descargas agroindustriales. En la parte baja, las inundaciones que ocurren todos los años a finales de la época de lluvias afectan la seguridad y los bienes de las personas ubicadas en las planicies.

Según la FAO, casi el 50% de nuestras aguas superficiales tributan hacia México, con quien se tiene tratados límites de recursos hídricos y comisiones de límites y aguas, mas no de aprovechamiento de aguas compartidas. Por lo que las cancillerías de ambos países se comprometieron a establecer un acuerdo internacional de aguas para el 2009, a raíz de un problema fronterizo entre San Marcos y Unión Juárez en el 2007.

■ 17. Gobernabilidad

Evidencia empírica señala posiciones encontradas y firmes de grupos de interés importantes en relación a quién es el propietario de las aguas, cómo se asignan los derechos de aprovechamiento y quién y cómo asume las externalidades, posiciones que no siempre son coherentes con las normas constitucionales y legales vigentes.

De igual forma, la institucionalidad pública se ve afectada por la visión sectorial de los usos únicos, la ausencia de coordinación a nivel central y por posiciones municipales y sociales contrarias a las decisiones del gobierno en cuanto al destino del uso de las aguas, tal el caso de las hidroeléctricas con participación privada.

Por lo tanto, para avanzar hacia la gobernabilidad eficaz del agua, la propuesta de política recomienda construir pactos sociales mediante los cuales se distribuyan los

beneficios y costos de su aprovechamiento que luego puedan traducirse en herramientas de política pública y en nuevos arreglos legales e institucionales, así como rescatar prácticas sociales exitosas de diversas características.

Varias de las políticas públicas vigentes consideran el agua con enfoque sectorial o de conservación del bosque y del ambiente. En el primer caso se refieren a ciertos usos y en el segundo a la recarga de agua. La Política Ambiental se refiere a un conjunto de medidas de protección de la calidad del agua, asociadas con el inventario de las aguas y otras acciones a favor de la GIRH. Entre otros, los compromisos de los Acuerdos de Paz definen la necesidad de regularizar los derechos de aprovechamiento del agua de las poblaciones desarraigadas. La Política Forestal expresamente comprende acciones para la recarga de mantos acuíferos y protección de cabeceras de cuenca, y la de áreas protegidas, el pago por servicios ambientales. La Política de Desarrollo Social y Población se refiere a los sistemas de gestión de riesgo por amenazas hídricas, y la de desarrollo rural considera importante introducir o mejorar los servicios de agua y saneamiento, y propone la figura del pago por servicios ambientales por regulación del ciclo hidrológico.

Si bien estas políticas se refieren de manera secundaria a algunos de los temas de la gestión integral del agua, no expresan medida estratégica alguna para asegurar la participación del agua en el cumplimiento de sus objetivos y metas temáticos, sectoriales o territoriales, y carecen de mecanismos de coordinación entre sí. Estas políticas sencillamente asumen que habrá agua para satisfacer las necesidades por ellas planteadas.

Por lo tanto, la propuesta de Política Pública pretende construir puentes para armonizar las acciones temáticas y sectoriales planteadas y darle identidad propia al agua dentro del proceso del desarrollo nacional, a través de la institucionalización de mecanismos de coordinación de la gestión integrada del agua, dentro del marco de la Política y la Estrategia.

■ 18. Escenarios debidos a cambios globales

El calentamiento global y el incremento de la temperatura de los océanos generan las condiciones necesarias para que el fenómeno de El Niño sea más frecuente y,

como consecuencia, se produce en el país una alteración del patrón normal de lluvias, acompañado por una disminución de la lluvia capaz de producir importantes sequías, especialmente después de haber desaparecido.

Conforme información disponible, la tendencia actual del clima es hacia el calentamiento, lo cual tiene efectos directos sobre el comportamiento de los eventos hídricos capaces de causar desastres. Debido a una mayor temperatura, las condiciones térmicas del agua de mar, necesarias para el desarrollo de ciclones tropicales, se alcanza con mayor frecuencia, por lo que se estima que el número, magnitud e intensidad de los ciclones tropicales será mayor, como de hecho se ha experimentado durante los últimos años, con una elevada actividad ciclónica, siendo la temporada del 2005 la más activa de que se tiene información.

■ 19. Agua, cultura y religión

La cultura maya, a lo largo de los siglos, ha defendido la naturaleza desde el punto de vista sagrado. La relación que tienen con el medio en que viven es armónica y le atribuyen vida a todo, incluyendo al agua. En su cosmovisión, la esfera del centro (Ukux) es el corazón del cielo, de la tierra, donde se concentra y genera la energía vital, y el elemento agua, dirigida al sur (de los cuatro puntos cardinales), representa al cuerpo emocional. Uno de los cuatro seres elementales que interactúan en las ceremonias (deidades y fuerzas, Kaculjas) son las ondinas o energías del agua (Cips Kaculjas). Dentro de los 20 nawales (glifos que componen el Chol Q'ij, calendario sagrado, base de su espiritualidad y guía para el desarrollo de la vida), se encuentra Imox, representado por el lagarto, que es principio del origen del agua; es el lado izquierdo, la capacidad de romper con las estructuras rígidas y los patrones establecidos. El lagarto, como símbolo dentro del universo maya, sostiene el mundo en su espalda y de él depende que la lluvia llegue a tiempo.

La concepción del mundo para los mayas, consiste en el mantenimiento del equilibrio total, lo que implica una permanente preocupación por el entorno, las circunstancias y la naturaleza de cada ente del todo. El agua, considerada espíritu divino, es respetada como uno de los elementos formantes del hombre, por lo tanto merecedor también de benevolencia e identificación. Donde antes de nacer se dialoga con los ríos y lagos; con frecuencia, se conoce el canto del riachuelo, el murmullo de arroyo, el silencio de los pozos, la bravura de la lluvia torrencial.

Víctor Chaicoj (sacerdote maya) cuenta que cada año los ancianos se organizan para ir a pedir la lluvia en los cerros, van de noche y llevan regalos, comida y bebidas. Es el mejor lugar para dialogar con el espíritu del cerro, del aire, del fuego y del agua, para que posibiliten la lluvia, con el fin de pedir por la vida de todos los seres que dependen del agua.

La religión maya es politeísta: sus dioses son los elementos (como el del agua), fenómenos atmosféricos y los cuerpos celestes; además es dualista, parten del principio de que el bien y el mal son igualmente divinos, se mantienen en constante lucha (lo que afecta el destino de la humanidad) y son inseparables.

Los dioses benévolos producen, por ejemplo, la lluvia (cuyo dios es Chaac, el de mayor ascendencia popular al ser, por extensión, dios de la fertilidad y de la agricultura), mientras que a los malévolos, se les atribuye el hambre y la miseria causadas por los huracanes y sequías (Ixchel, diosa de las inundaciones y otros desastres).

En el Popol Vuh (libro sagrado de los mayas) se dice que al principio de los tiempos solo existía silencio y quietud, de donde sólo emergían el cielo y el agua (considerado el origen de la vida). Un día, los dioses creadores, Gukumatz y Huracán, hicieron aparecer la Tierra y la revistieron de ríos, selvas y praderas, que llenaron con multitud de animales. Luego crearon criaturas poco inteligentes, sin sentimientos, que los ignoraban; éstos, molestos, los ahogaron bajo diluvios de agua. También, dentro de su concepción del mundo, creen que, antes de existir el mundo, había otros, todos destruidos por el diluvio.

Según su religión, después de la muerte el alma emprende un camino a Xibalbá (mundo subterráneo o inframundo), donde debe atravesar un río ayudado de un perro, el xoloitzcuintle, lo cual se puede entender como representaciones del viaje espectral.

Los mayas tienen un calendario para festejos y ceremonias. Entre ellas se practica al Ch'a Chaak, encabezada por el H-men (especie de chamán) para invocar a los chaques (ayudantes del dios de la lluvia) cuando la temporada de lluvias se retrasa.

Entre las purificaciones a las que se someten los oficiantes y participantes de las ceremonias están los baños de vapor de agua (también usados por los jugadores de pelota, ya que influía en su capacidad física; para limpiar enfermedades y dolores musculares; muy usado donde hay esca-

sez de agua; así como por mujeres embarazadas cercanas al momento del parto), lo que les permite alcanzar el estado corporal y anímico conveniente para afrontar los actos del ritual.

El agua es sagrada en la religión maya, porque el cuerpo del ser humano, al igual que en el de los animales y plantas, se tiene un mayor porcentaje de agua que materia, si es contaminada, es una muerte lenta. El agua es elemental para elaborar bebidas utilizadas en las ceremonias, como el balché, bebida alcohólica fermentada, hecha con la corteza del árbol balché, agua y miel; el sakab, de maíz y miel (otras variantes son el pozole, atole y pinole).

Históricamente, los pueblos indígenas han sido objeto de despojo de todo tipo, incluyendo de su patrimonio cultural y natural. Ven el mundo occidental como una amenaza,

dado las sobreexplotaciones que hacen de los recursos y el mal desarrollo que se está llevando a cabo. Persistentemente tienen un clima de corrupción, impunidad y falta de una verdadera democracia, tanto al nivel nacional como mundial. Los mayas consideran que si la filantropía internacional se diera, los productores de nuestros alimentos tendrían más vida, estabilidad y desarrollo, tomando en cuenta la importancia del agua.

Generalmente las comunidades se benefician de manera directa de los recursos hídricos; sin embargo, no existe ninguna política oficial o central que regule este uso. Lo que existe es el manejo de estos recursos, entre otros, por los indígenas de manera milenaria, de acuerdo con códigos propios. La legislación vigente, así como la mayoría de la población ladina, no reconoce sus prácticas de protección, uso y administración del agua como normas legales.

20. Referencias

1. Aqua Vitae (2008): "Agua desde la cosmovisión maya". www.aquavitae.com
2. Centro de Acción para el Desarrollo y el Derecho (2006): "Exigimos el cierre de la mina Marlin en San Marcos, Guatemala". Comunicados de organizaciones sobre minería.
3. Chaicoj, V. (2008): "El ser humano en la cosmovisión maya". Comunidad de comunidades nuestra señora de Guadalupe.
4. CONRED (2001): "Mapa de amenaza por inundación para la República de Guatemala". www.atlas.snet.gob.sv
5. Cultura solar (2007): "Cosmovisión maya". www.culturasolar.org
6. De la Garza, M. y Nájera C., M. (2002): Religión maya. Madrid, Editorial Trotta.
7. MAGA, UPIE, Laboratorio de SIG (2001): "Mapa de cuencas hidrográficas de la República de Guatemala".
8. Oilwatch Mesoamérica (2008): "La cosmovisión maya, como nueva estrategia para la conquista Q'eqchi'". www.deguate.com
9. Melgar, E. (2001): "El mar entre los mayas prehispánicos: cualidad de las aguas y su simbolismo". Derroteros de la Mar del Sur. Año 9, No. 9. www.derroteros.perucultural.org.pe
10. Nabsas, N. (2005): "Conocer a los mayas". www.nocturnabsas.com.ar
11. Piñeyro, N. (2005): "Agua y semiótica". Revista PO-LIS 11.
12. Rivera D., M. (1991): "La religión maya en un solo lugar". Universidad Complutense de Madrid. Revista Española de Antropología Americana, No. 21, pp. 53-76. Editorial Universidad Complutense, Madrid.
13. San Cristóbal Verapaz (2005): "Cultura e historia del municipio de San Cristóbal Verapaz y la gente pokomchi". www.sancrisav.net
14. Sandoval, M. A. (2001): "Las aguas de Totonicapán". Estudio de Caso. Manejo integrado de los recursos hídricos. CATAAC.
15. SEGEPLAN (2007): "Diagnóstico y Estrategia para la gestión integrada de los recursos hídricos de Guatemala". Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia con apoyo del Banco Internacional de Desarrollo.
16. Sendero, P. (2008): "La religión maya".
17. Servicio de Información Municipal (2008): "Cultura del municipio Santo Tomás Chichicastenango, Quiché". www.inforpressca.com/municipal