



32

Coediciones
Anexo 2

Cuenta Integrada de Recursos Hídricos

Bases teóricas, conceptuales y metodológicas

Guatemala, diciembre de 2009





32
Coediciones
Anexo 2

Cuenta Integrada de Recursos Hídricos.

Bases teóricas, conceptuales y metodológicas

Guatemala, diciembre 2009

iarna

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

Autoridades institucionales

Banco de Guatemala

Presidenta

María Antonieta del Cid Navas de Bonilla

Vicepresidente

Julio Roberto Suárez Guerra

Gerente general

Manuel Augusto Alonzo Araujo

Gerente económico

Oscar Roberto Monterroso Sazo

Director de estadísticas económicas

Otto López

Universidad Rafael Landívar

Rector

Rolando Alvarado, S.J.

Vicerrectora académica

Lucrecia Méndez de Penedo

Vicerrector de investigación y proyección

Carlos Cabarrús, S.J.

Vicerrector de integración universitaria

Eduardo Valdés, S.J.

Vicerrector administrativo

Ariel Rivera

Secretaria general

Fabiola de Lorenzana

Director IARNA

Juventino Gálvez

Créditos de la publicación

Coordinación general: Juventino Gálvez

Analista general del SCAEI: Juan Pablo Castañeda Sánchez

Analistas específicos del SCAEI

Agua: José Miguel Barrios, Jaime Luis Carrera y Patricia Hernández

Bosques: Edwin García y Pedro Pineda

Energía y emisiones: Renato Vargas

Gastos y transacciones: Ana Paola Franco, José Fidel García, Amanda Miranda y Fernando Rivera

Recursos hidrobiológicos: Mario Roberto Jolón, María Mercedes López-Selva y Jaime Luis Carrera

Residuos: María José Rabanales y Lourdes Ramírez

Subsuelo: Jose Hugo Valle y Renato Vargas

Tierra y ecosistemas: Juan Carlos Rosito y Raúl Maas

Especialistas (IARNA)

Bienes y servicios naturales: Juventino Gálvez

Bienes forestales: César Sandoval

Estadística: Pedro Pineda y Héctor Tuy

Economía ambiental: Ottoniel Monterroso

Sistemas de información: Gerónimo Pérez, Alejandro Gándara, Diego Incer y Claudia Gordillo

Edición (IARNA/URL)

Juventino Gálvez

Cecilia Cleaves

Impresión

Serviprensa, S.A.

3^a. avenida 14-62, zona 1

PBX: 2245 - 8888

gerenciaventas@serviprensa.com

BANGUAT y URL, IARNA (Banco de Guatemala y Universidad Rafael Landívar e Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar). (2009). *Cuenta Integrada de Recursos Hídricos. Bases teóricas, conceptuales y metodológicas*. Guatemala: Autor.

Serie coediciones 32, Anexos

ISBN: 978-9929-554-59-7

Páginas: x; 79

Descriptores: cuentas ambientales, cuentas verdes, estadística ambiental, Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada, recursos hídricos, agua.

Publicado por: Este documento ha sido publicado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (IARNA/URL) y el Banco de Guatemala (BANGUAT) en el contexto del Convenio Marco de Cooperación URL-BANGUAT suscrito entre ambas instituciones en enero de 2007. Dicho convenio gira en torno a la iniciativa denominada "Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas de Guatemala" (Cuenta con Ambiente), la cual involucra al BANGUAT como socio, brindando la información e infraestructura necesaria para desarrollar el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada de Guatemala (SCAEI). El propósito del presente trabajo es documentar el proceso de elaboración de la Cuenta Integrada de Recursos Hídricos (CIRH) en Guatemala.

Copyright © 2009, IARNA/URL

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

Disponible en: Universidad Rafael Landívar
Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA)
Campus central, Vista Hermosa III, zona 16
Edificio Q, oficina 101
Guatemala, Guatemala
Tels.: (502) 2426-2559 ó 2426-2626, extensión 2657. Fax: extensión 2649
E mail: iarna@url.edu.gt
<http://www.url.edu.gt/iarna> - <http://www.infoiarna.org.gt>

Diagramación interiores: Elizabeth González

Corrección textos: Jaime Bran

Publicación gracias al apoyo de:



Embajada del Reino
de los Países Bajos



iarna
Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

Tras la verdad para la armonía



Impreso en papel 100% reciclado. Material biodegradable y recicitable.

Contenido

Presentación	ix
Resumen	1
Summary	2
1. Introducción	5
2. Marco de referencia	9
2.1 Agua y economía	9
2.2 La estadística de agua	11
2.3 Antecedentes sobre los sistemas de cuentas nacionales y ambientales	14
2.3.1 Estructura del SCAEI de Guatemala	17
2.3.2 Proceso de implementación	19
2.4 La contabilidad del agua	20
2.4.1 Avances	20
2.4.2 Alcances: algunas experiencias a nivel nacional	21
2.4.3 Limitaciones metodológicas de las cuentas de agua	22
3. Objetivos y definición de la CIRH	25
3.1 Objetivos	25
3.1.1 Objetivo general	25
3.1.2 Objetivos específicos	25
3.2 Definición	25
4. Descripción del marco de compilación de la CIRH	29
4.1 Estructura	29
4.1.1 Cuenta de activos de recursos hídricos	31
4.1.2 Cuenta de flujos de agua	33

4.1.3 Cuenta de gastos y transacciones	35
4.1.4 Cuenta de agregados económicos e indicadores complementarios	36
4.1.5 Otros componentes de las cuentas de agua	36
4.2 Clasificaciones	36
4.3 Indicadores principales	38
5. Aspectos generales sobre la información utilizada	43
5.1 Principales fuentes de información	43
5.1.1 Cuentas nacionales y ambientales	43
5.1.2 Sobre recursos hídricos y otros aspectos vinculados	43
5.2 Discrepancias entre fuentes	44
5.2.1 Capital hídrico a nivel nacional	44
5.2.2 Usos del agua	45
5.3 Cálculos especiales	46
5.3.1 Utilización de agua en actividades agrícolas	46
5.3.1.1 Agricultura de secano	47
5.3.1.2 Agricultura de riego	54
5.3.2 Producción pecuaria y productos hidrobiológicos	55
5.3.2.1 Producción pecuaria	55
5.3.3 Utilización de agua por parte de los hogares	56
6. Proceso de implementación de la CIRH	59
7. Consideraciones finales	63
Referencias bibliográficas	67
Anexos	75

Índice de cuadros

Cuadro 1	Principales características de las distintas etapas de la economía del agua	10
Cuadro 2	Cuadro de activos de agua de la CIRH	31
Cuadro 3	Cuadro de oferta de agua	35
Cuadro 4	Cuadro de utilización de agua	35
Cuadro 5	Nomenclatura de actividades económicas de Guatemala (NAEG) a dos niveles de desagregación	37

Cuadro 6	Clasificaciones relevantes para la CIRH	38
Cuadro 7	Valor agregado, utilización de agua, y productividad e intensidad en el uso del agua para algunas actividades económicas. Año 2003	40
Cuadro 8	Principales fuentes de información utilizadas para la implementación de cada cuenta	44
Cuadro 9	Oferta hídrica por vertiente en la República de Guatemala según dos fuentes (millones de m ³)	45
Cuadro 10	Utilización de agua por distintas actividades económicas y de consumo, de acuerdo con distintas fuentes (millones de m ³)	45
Cuadro 11	Superficie regada según los principales cultivos (hectáreas y porcentajes)	54
Cuadro 12	Principales parámetros utilizados para el cálculo utilización de agua en agricultura de riego	54
Cuadro 13	Coeficientes utilizados para la estimación de la utilización de agua en la producción pecuaria	55

Índice de figuras

Figura 1	Esquema simplificado de las relaciones entre el ambiente y la economía	17
Figura 2	Estructura del marco contable del SCAEI	18
Figura 3	Proceso de implementación del SCAEI en Guatemala	19
Figura 4	Componentes del SCAEI y de la Cuenta Integrada de Recursos Hídricos de Guatemala	30
Figura 5	Representación esquemática de la cuenta de activos físicos de agua	32
Figura 6	Principales flujos de agua entre el ambiente natural y la economía	34
Figura 7	Utilización de agua para uso doméstico en relación con la superficie de la cuenca hidrográfica (m ³ /ha). Año 2003	39
Figura 8	Flujos de agua en la zona radicular de los cultivos	47
Figura 9	Comportamiento típico del coeficiente de cultivo a lo largo del período de crecimiento de un cultivo anual	49
Figura 10	Ubicación de las estaciones meteorológicas y polígonos derivados	50
Figura 11	Intersección entre polígonos de Thiessen y límites municipales	51

Figura 12	Representación esquemática del proceso de estimación de la utilización de agua por cultivos agrícolas en condiciones de secano	53
Figura 13	Coeficientes de utilización diaria per cápita, según región administrativa y área urbana o rural	56
Figura 14	Esquema de implementación de la CIRH	59

Índice de recuadros

Recuadro 1	Antecedentes del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN)	14
Recuadro 2	Antecedentes del SCAEI	16
Recuadro 3	Cuenta de activos de acuerdo al Manual de Contabilidad del Agua	32

El presente documento integra la serie de publicaciones que resumen los hallazgos del proceso de conceptualización, diseño y desarrollo del “Sistema de contabilidad ambiental y económica integrada” (SCAEI) de Guatemala. El proceso inició en el año 2006 bajo un acuerdo de trabajo interinstitucional entre el Banco de Guatemala (BANGUAT) y la Universidad Rafael Landívar (URL) a través del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). El Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Ministerio de Ambiente y Recursos naturales (MARN), han participado activamente proveyendo información oficial.

El proceso también ha sido conocido y respaldado por la Sección de Cuentas Ambientales y Económicas de la División de Estadística de Naciones Unidas y se ha presentado en varios países del hemisferio como un caso de estudio, tanto por el proceso metodológico implementado y los hallazgos obtenidos como por el arreglo institucional utilizado para su impulso.

Como se explica con profundidad y propiedad en los documentos de esta serie, el SCAEI es un marco analítico sistémico que permite revelar el aporte de los bienes y servicios naturales a la economía nacional y el nivel de impacto de los procesos económicos en el estado de los componentes ambientales. En el primer caso, el análisis permite conocer el estado de situación de los bienes y servicios naturales en un año o en un periodo de varios años; en el segundo, identifica modalidades, patrones de uso, intensidades, eficiencia y actores en el uso de éstos. El marco analítico permite además, revisar el papel de las instituciones en estas relaciones, y lo hace estudiando el nivel de inversión pública y privada relacionado con la protección, el mejoramiento y el uso sostenible de los bienes y servicios naturales. A partir de estos elementos, el SCAEI apoya la formulación de conclusiones acerca de la sostenibilidad del desarrollo y, finalmente, provee las bases para el diseño y mejoramiento de políticas de desarrollo sustentadas en límites naturales socialmente deseables.

Para IARNA-URL esta publicación no sólo es motivo de satisfacción, sino de mayor compromiso con nuestra misión de aportar nuestras capacidades académicas en la conceptualización, diseño y puesta en marcha de iniciativas que permitan replantear el modelo de desarrollo nacional a fin de revertir los ritmos de agotamiento, deterioro y contaminación actuales. Se ha documentado ampliamente que bajo esta realidad ambiental se incrementa el riesgo a eventos desastrosos, derivados éstos, de la correlación entre eventos naturales extremos y ciertas condiciones socioeconómicas (como la pobreza derivada de la desigualdad y la exclusión) y físicas (como la deforestación sostenida y el deterioro del ciclo del agua) que generan vulnerabilidad.

Nuestra mayor aspiración es que los hallazgos presentados sean analizados por funcionarios públicos, organizaciones sociales, gremios empresariales, académicos, analistas de medios de comunicación y gestores del desarrollo en general para promover acciones a favor de esquemas de desarrollo que conservan, restauran y utilizan racional y equitativamente los bienes y servicios naturales.

*MSc. Juventino Gálvez
Director
Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
Universidad Rafael Landívar*

Resumen

El planeta encara hoy grandes desafíos en torno a la demanda creciente de agua y a la calidad de los recursos hídricos. En el panorama global cada vez se reconoce de manera más generalizada que el planeta se enfrenta a una crisis mundial de dichos recursos (PNUD, 2006). Las consideraciones acerca de las causas de la crisis apuntan a que ésta no es más que el resultado de una gestión ineficiente del recurso, caracterizada por un uso inadecuado, la falta de planificación y priorización de políticas alrededor del agua, una débil institucionalidad y gobernabilidad en torno al recurso y una ineficiente protección, recuperación y reutilización del mismo (UNESCO, WWAP, 2003; 2008).

Tradicionalmente, las respuestas a la problemática relacionada al agua se han dirigido a incrementar la oferta del recurso (UNESCO,

WWAP, 2008). La Cuenta Integrada de Recursos Hídricos (CIRH) aporta información oportuna para gestionar sosteniblemente la demanda del recurso, describiendo de manera detallada las interrelaciones entre el agua y la economía guatemalteca. Para ello, incorpora al debate relacionado al tema, conceptos como los de productividad e intensidad en el uso del agua.

El propósito del siguiente trabajo es documentar el proceso de elaboración de la CIRH. En el mismo se abordan tanto aspectos teóricos y conceptuales como estrictamente técnicos, y se presentan potenciales alternativas para superar las limitaciones y obstáculos que este tipo de procesos puedan encontrar. Además, se busca aportar información que sea útil y oportuna para iniciativas similares que pretendan emprenderse en otros países.

Water Resources Integrated Account. Results and analysis

The Environmental and Economic Integrated Accounting System (SCAEI) is an international analysis framework promoted by the United Nations System to analyze relationships between the environment and the economy. In more specific terms, the analysis reveals with precision and certainty the inputs from natural goods and services to the national economy and how the economic processes impact the environmental components. For the first case, the analysis allows to understand the state in which natural goods and services are; the second case identifies ways and patterns in which natural resources are being used, intensity of the use, efficiency in use and stakeholders. The analytical framework allows assessing the role of institutions within the relationships by studying the level of public and private investments for the protection, improvement and sustainable use of natural resources. SCAEI allows us to conclude from these elements on development sustainability and provides the foundations to design and improve development policies based in sociably desired natural limits.

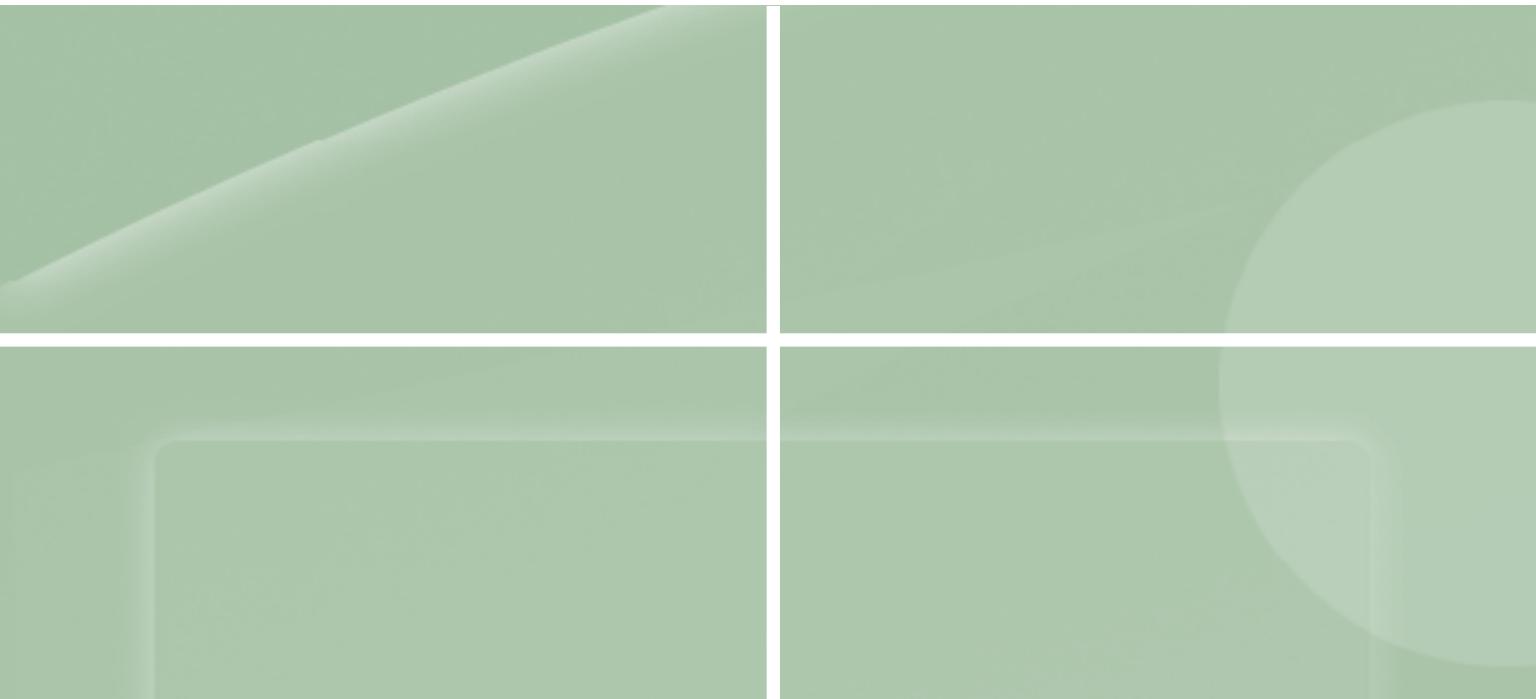
The Water Resources Integrated Account (CIRH) was developed under such analytic

framework and the results we have reached are consistent with the analysis levels and scopes explained. In the building process of the CIRH and for the analysis' most general level, we divided the economy in 130 production and use activities and established the relationships between them and water.

The results of the CIRH presented in this document are centered in the analysis of the availability of national water goods and their flows in one direction, in other words, in the levels, intensities and efficiencies of the use of water in the studied economic activities. It is evident that the flows have caused different levels of depletion, pollution and damage to water; however, the CIRH still doesn't allow precision regarding the importance and composition of pollution discharges in the country's water bodies.

The dependence between the economy and the Guatemalan society over water resources and the need to design management policies that guarantee equal and rational use on the long term are evident. For this challenge, it is essential to have a concept, a design and management tools targeted to socio-economic stakeholders and specific territories, clearly identified through the findings of this study.

I. Introducción



I. Introducción

Actualmente existen grandes desafíos en torno a la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos. En el panorama global cada vez son más los que afirman que el planeta se enfrenta a una crisis mundial de estos recursos (PNUD, 2006). Los contextos nacionales y regionales sugieren que la crisis no es más que el resultado de una gestión ineficiente, caracterizada por un uso inadecuado, la falta de planificación y priorización de políticas vinculadas, una débil institucionalidad y gobernabilidad en torno al recurso y una ineficiente protección, recuperación y reutilización del mismo (UNESCO, WWAP, 2003; 2008).

De acuerdo con UNESCO, WWAP (2003), diariamente se vierten alrededor de 2,000 millones de toneladas de desperdicios humanos en cursos fluviales sin ningún tipo de tratamiento. En Asia, por ejemplo, todos los grandes ríos que atraviesan ciudades están gravemente contaminados. Por otra parte, cerca de 1,100 millones de habitantes de países en desarrollo carecen de acceso adecuado a servicios de agua potable y alrededor de 2,600 millones no disponen de servicios básicos de saneamiento, lo cual afecta particularmente a las poblaciones más pobres (PNUD, 2006). En medio de esta crisis, los ecosistemas de agua dulce se encuentran gravemente amenazados; de hecho, se estima que las poblaciones de especies vinculadas a estos ecosistemas, exceptuando las aves, disminuyeron en un 50% entre 1970 y 2003 (WWF *et al.*, 2006).

En el caso de Guatemala, la información hidrológica generada en las últimas décadas sugiere que el país dispone de suficiente agua para cubrir las demandas a nivel nacional. De acuerdo con los balances hídricos más recientes, la disponibilidad promedio anual de agua supera los 90,000 millones de metros cúbicos, en tanto que las demandas consuntivas del recurso (riego, industria y hogares) no sobrepasan el 10% de la misma (URL, IARNA e IIA, 2006; SEGEPLAN y BID, 2006). No obstante, se estima que al menos tres millones de guatemaltecos no cuentan con el servicio de agua potable y seis millones carecen del servicio de saneamiento (SEGEPLAN y BID, 2006). Estos datos evidencian que, a pesar de la relativa abundancia de agua, el país no ha sido capaz de gestionarla adecuadamente a modo de satisfacer las necesidades básicas de la población.

Las características propias del recurso presentan un desafío importante para su gestión, ya que la disponibilidad del mismo en Guatemala es heterogénea e irregular espacial y temporalmente (URL, IARNA e IIA, 2004). Por otro lado, la capacidad instalada para almacenar el recurso apenas alcanza el 1.5% del agua teóricamente disponible (SEGEPLAN y BID, 2006). Adicionalmente, la descarga de aguas residuales domésticas sobre los cuerpos de agua del país ha provocado problemas de sedimentación y contaminación biológica; por ejemplo, los ríos Villalobos y Las Vacas reciben el 60% y 40% de las aguas negras generadas en el área metropolitana, respectivamente (CI-USA, 2000). De acuerdo con

SEGEPLAN y BID (2006), el sector público gasta anualmente alrededor de US\$ 50 millones en concepto de enfermedades gastrointestinales vinculadas al agua.

Tradicionalmente, las respuestas a la problemática relacionada al agua se han dirigido a incrementar la oferta del recurso (UNESCO, WWAP, 2008). Las soluciones se han enfocado en aspectos tales como la ampliación de redes de distribución de agua potable o la implementación de proyectos de sistemas de riego. En este contexto, la Cuenta Integrada de Recursos Hídricos (CIRH) aporta información oportuna para gestionar sosteniblemente la demanda del recurso, incorporando al debate sobre la problemática relacionada al tema, conceptos como los de productividad e intensidad en el uso del agua. A este respecto, PNUD (2006) afirma que las políticas orientadas a ordenar la demanda del recurso pueden resultar más efectivas para hacer un uso sostenible del mismo.

El propósito del presente trabajo es documentar el proceso de elaboración de la

CIRH. Para ello, en la sección 2 se incluyen los antecedentes teóricos y conceptuales de las relaciones entre el agua y la economía, así como los antecedentes de las estadísticas y la contabilidad vinculada al recurso. Luego de definir la cuenta y sus objetivos (sección 3), se aborda en la sección 4 el marco de compilación específico de la CIRH. La sección 5 da cuenta de las principales fuentes de información utilizadas en la elaboración de la cuenta y describe aquellos cálculos que, por sus características particulares, ameritan una explicación. La sección 6 describe el proceso de implementación y resalta algunas lecciones aprendidas durante el mismo. El documento finaliza esbozando algunas consideraciones finales sobre el proceso y desafíos futuros de la CIRH (sección 7).

Desde la certeza del aporte que las cuentas ambientales pueden dar a la consecución de un desarrollo más sostenible, el presente documento pretende, además, aportar información que sea útil y oportuna para iniciativas similares que deseen emprenderse en otros países.

2. Marco de referencia

2. Marco de referencia

2.1 Agua y economía

Debido a la alta dependencia que, tanto los seres vivos como la mayoría de procesos económicos tienen hacia el agua, el análisis de la dimensión económica de los recursos hídricos es un tema de vital importancia para cualquier territorio. El economista británico Alfred Marshall exponía ya en 1879 que “el agua para beber en un país, el agua que le da energía y sus rutas acuáticas ejercen tan grande influencia en su destino, que puede decirse que el agua es un importante elemento de la riqueza nacional¹”. En décadas recientes, la importancia económica del agua se vio resaltada en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA) celebrada en 1992 en Dublín, en la cual se concluyó que “el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico”².

A principios del siglo XXI se estimaba que el 70% del agua para propósitos humanos se utilizaba en la agricultura (Cai, McKinney & Rosegrant, 2004). Según Rosegrant & Ringler (1999), el riego agrícola sostenía el 40% de la producción alimentaria del mundo para mediados de los noventa.

1 Alfred Marshall, en la conferencia titulada “El agua como elemento de la riqueza nacional” en la Universidad de Bristol en 1879 (Tomado de Aguilera, F., 2006).

2 Principio No. 4 de la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible.

China e India son buenos ejemplos de la importancia estratégica del recurso en cuanto a seguridad alimentaria, ya que el 73% y 57% de la producción nacional de cereales, respectivamente, depende de la agricultura de regadío (Cai & Rosegrant, 2005).

Por otra parte, de acuerdo con la *International Energy Agency* (IEA, 2009), el 16% de la energía eléctrica producida en el mundo se genera a través de potencial hidráulico. En Noruega, Brasil y Colombia, la hidroelectricidad participa con más del 83% de la producción eléctrica nacional; y en Islandia, Canadá, Venezuela, Austria, Nueva Zelanda y Suiza, con más del 50% (SER, 2009). Si se consideran las presiones alimentarias actuales³ y la tendencia que existe en varios países a ampliar la capacidad instalada para la generación hidroeléctrica⁴, se hace evidente el papel económico clave que juega y jugará el agua en las siguientes décadas.

3 De acuerdo con Rosegrant & Ringler (1999), el 80% de la provisión adicional de alimentos necesaria para alimentar a la población mundial en 2020 dependerá de la agricultura de riego. Los recursos hídricos serán una limitante importante a la expansión de la agricultura de regadío en el Asia meridional, el Cercano Oriente y África del Norte, regiones que en 2030 estarían utilizando el 41% la primera, y el 58% las dos últimas, de sus recursos renovables de agua dulce para dicho fin (FAO, 2002).

4 De acuerdo con la EIA (2009) la producción mundial de hidroelectricidad aumentaría de 2,997 billones de Kw en 2006 a 4,773 billones de Kw en 2030, con un crecimiento anual de 2.9%. En los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la actividad crecería, en conjunto, en un 2.5% anual, en tanto que en los países no miembros, en un 3.9% por ciento anual.

Varios autores afirman que, a lo largo de la historia, pueden identificarse distintas etapas en cuanto a las relaciones existentes entre los recursos hídricos y la economía, o concepciones diferentes de la “economía del agua”. A partir de las propuestas de Margat (1987) y Aguilera (2001), el Cuadro 1 distingue cuatro etapas. La primera se caracteriza por una utilización poco intensiva del recurso, de la cual se derivan impactos poco

considerables y de amplitud local. En esta fase las sociedades poseen una limitada capacidad de transportar y almacenar el bien, el cual es considerado como de acceso libre y gratuito. Adicionalmente, tanto el ciclo hidrológico como los equilibrios naturales no son modificados significativamente. En esta etapa se encuentran sociedades que se relacionan de manera “tradicional” con los recursos naturales en general.

Cuadro I

Principales características de las distintas etapas de la economía del agua

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Edad acuática (Margat, 1987)	Edad hidráulica (Margat, 1987) Fase expansionista (Aguilera, 2001)	Fase de transición (Aguilera, 2001)	Edad hidroecológica (Margat, 1987) Fase madura (Aguilera, 2001)
Limitada capacidad de transportar y almacenar el recurso.	Capacidad de “manipular” el recurso. Construcción de embalses y trasvases. Énfasis en garantizar el suministro.	Énfasis en la gestión de la demanda. Suministro garantizado. Atención a las prácticas agrícolas.	Énfasis en la gestión integrada de cuencas; no hay gestión del agua sin gestión del territorio.
Predominan el uso doméstico y el biológico.	Prioridades agua: Riego (80%-90%) y uso urbano (10%), abastecimiento y saneamiento.	Las prioridades son cuestionadas. La economía cambia.	¿Qué usos son compatibles con las cuencas?
El ciclo hidrológico y los equilibrios naturales no son modificados significativamente.	Se evidencian algunos desequilibrios importantes, pero existe escasa atención hacia los problemas ambientales.	Aumenta la percepción social de los problemas ambientales.	Destacado papel de los valores ambientales.
El agua es considerada como un bien libre y gratuito. Es una necesidad básica.	El agua es un factor de producción.	El agua es un factor de producción y un activo social.	El agua es un activo ecosocial.
No hay conflictos sociales por el agua.	Escaso conflicto social y escasa participación y debate público.	Aumentan los conflictos sociales y aumenta la participación y el debate público.	Importantes conflictos sociales. Papel clave de la participación y del debate público.
Usos poco intensivos del agua.	Escasa preocupación por la eficiencia técnica en el uso y la distribución del agua. No hay incentivos.	Aumenta la preocupación por la eficiencia en el uso y la distribución. Discusión sobre incentivos. Se aplican en algunos casos.	Conservación, ahorro y usos ambientales son fundamentales. Generalización de incentivos y campañas.
Capturas y retornos de amplitud local. No hay interés en estadísticas.	Ausencia de estadísticas de usos y consumos.	Se insiste en la necesidad de trabajos fiables, pero sigue sin haber estadísticas ni series.	Se supone que debería haber estadísticas y series fiables.

Fuente: Adaptado de Aguilera (2001) y Margat (1987).

Una segunda etapa aparece con las sociedades industriales. En esta fase, las técnicas de ordenación y explotación del recurso se desarrollan rápidamente, y alcanzan una amplitud regional y continental. Los usos intensivos del agua proliferan y las demandas del recurso como factor de producción, industrial y energético, sobrepasan las demandas de agua como “bien de consumo”. Las demandas del recurso, tanto en términos de captura como de receptor de aguas residuales y desechos, ya no son desdeñables: se evidencian desequilibrios importantes, tales como la sobreexplotación de las aguas subterráneas y la contaminación de las fuentes superficiales. En esta relación, el medio natural se ve como un “productor” de la “materia prima agua” y el agua se convierte en un bien económico. Los costos de protección y regeneración pocas veces son considerados o internalizados y “la concepción cultural del agua como ‘bien natural’ y su evaluación como ‘bien económico’ pueden ser antagonistas” (Margat, 1987). Con el fin de resolver las tensiones entre la demanda y la oferta del recurso, la lógica de la sociedad industrial promueve la ampliación de la capacidad de regulación y de las redes de transporte y distribución.

La escasez del recurso en términos cuantitativos y/o cualitativos motiva una nueva relación entre la sociedad y los recursos hídricos. En esta etapa, las sociedades toman conciencia tanto de los problemas ambientales como de los conflictos sociales relacionados con la utilización de los recursos hídricos y los retornos de aguas residuales. Aparece la preocupación por la eficiencia en el uso del agua y se percibe la necesidad de la participación ciudadana y el debate público en la gestión del recurso. Las sociedades se interesan por regular las demandas de agua y por

diseñar políticas que incentiven una mayor eficiencia. Se hace evidente la necesidad de contar con investigación y estadísticas fiables que favorezcan una gestión eficiente de los recursos hídricos, aunque no siempre se elaboren sistemáticamente.

En una cuarta etapa de la relación entre el agua y la economía se busca un retorno a la estabilización y a los equilibrios ecológicos, para lo cual se toma como unidad de análisis y de planificación la cuenca hidrográfica. Se enfatiza en la necesidad de regular la demanda del recurso. En efecto, esta etapa se caracteriza por actividades tales como el reciclaje del recurso, el tratamiento generalizado de las aguas residuales y vertidas al medio natural, la reutilización de las aguas tratadas, una mayor eficiencia en las redes de distribución y transporte (especialmente en actividades domésticas y agrícolas), y la producción de agua dulce con base en la desalinización de aguas salobres y marinas. Se reconocen como de igual importancia las distintas dimensiones del agua (económica, social, cultural, religiosa, etc.) y se cuenta sistemáticamente con estadísticas e información sobre los recursos hídricos, como base de la gestión integrada de cuencas y del territorio.

2.2 La estadística de agua

A nivel mundial, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972) fue el acontecimiento que animó, tanto a nivel internacional como nacional, el desarrollo de estadísticas ambientales como un nuevo campo de la estadística oficial (UN, 2009). La primera iniciativa concreta a nivel internacional, dirigida al desarrollo de un sistema de estadísticas ambientales, surgió de la Conferencia de Estadísticos Europeos en la Comisión Económica para Europa en

1973; en ésta se reconoció la necesidad de desarrollar sugerencias y guías generales para la elaboración de estadísticas en materia ambiental (UN, 1984).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), realizada en Río de Janeiro en 1992, reafirma internacionalmente los vínculos existentes entre cuestiones ambientales y aspectos socioeconómicos de pobreza y desarrollo. En esta instancia se plantea la necesidad de integrar aspectos relacionados al medio ambiente en las políticas y planes de desarrollo y se recomienda, a través de la Agenda 21⁵, la elaboración e implementación de sistemas de indicadores que integren información económica y ambiental (UN, 2009). El informe Brundtland en 1987 y la preocupación por el “desarrollo sostenible” en éste expuesto, manifiesta la necesidad de considerar aspectos ambientales en las cuentas nacionales (UN, 1991).

Las estadísticas ambientales son multidisciplinarias e integradoras por naturaleza, provienen de fuentes diversas y son generadas a través de distintos métodos (UN, 1984; 2009). En el caso de las estadísticas del agua, incluyen y describen actividades humanas y eventos naturales que afectan los recursos hídricos, sus impactos, la respuesta social ante estos impactos, así como aspectos relacionados tanto a la calidad como a la disponibilidad (UN, 2009). En este contexto, existen organismos de distintas naturalezas a nivel internacional que elaboran y/o compilan estadísticas rela-

cionadas a aspectos específicos del agua. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), por ejemplo, posee un sistema de información sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural a nivel mundial (Aquastat), la Organización Mundial de la Salud (OMS) recopila indicadores relacionados con agua potable y saneamiento y presenta datos a través de su sistema de información llamado WHOSIS, y la Oficina de Estadísticas de la Comunidad Europea (EUROSTAT) compila al menos cinco indicadores sobre agua por país y por habitante para los países miembros.

En las últimas décadas, la problemática del agua ha originado un creciente interés por reunir información y datos acerca de la gestión, usos y presiones sobre el recurso a nivel internacional. El *Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security* publica desde 1998 informes bianuales sobre los recursos hídricos del mundo. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), elaboró en 2003 y 2006 el primer y segundo informes sobre el desarrollo de los recursos hídricos a nivel mundial y pretende darle seguimiento trianualmente. El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), por otro lado, dedicó el Informe de Desarrollo Humano 2006 al tema de agua y desarrollo. El interés de distintas entidades e investigadores en el tema hídrico ha motivado la generación de diversos indicadores para medir la sostenibilidad en la gestión de agua (UN, 2007). Actualmente, la División de Estadísticas de las Naciones Unidas desarrolla una guía de recomendaciones internacionales para estadísticas de agua, con el propósito de proveer un listado concertado de variables, conceptos, definiciones y clasificaciones (UN, 2009).

⁵ La Agenda 21 surge de la CNUMAD y es un programa de acciones concretas orientadas a la consecución del desarrollo sostenible. Está integrado por cuatro secciones principales que abordan los siguientes temas: 1) Dimensiones sociales y económicas; 2) Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo; 3) Fortalecimiento del papel de los grupos principales; y 4) Medios de ejecución.

En el ámbito nacional, el principal responsable gubernamental de la investigación y generación de estadísticas hidrológicas es el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). No obstante, limitaciones presupuestarias han ocasionado que, desde los años ochenta, la generación de información haya sido irregular y el mantenimiento y operación de las estaciones hidrometeorológicas inconstantes (URL, IARNA e IIA, 2005). Además, Guatemala cuenta con 26 oficinas del sector público que generan estadísticas relacionadas al medio ambiente y los recursos naturales, de las cuales al menos cinco producen datos vinculados a los recursos hídricos con cierta periodicidad (URL, IARNA e INE, 2008).

De acuerdo con URL, IARNA e INE (2008), los principales productores de información sobre aguas superficiales y subterráneas son el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán (AMSA); en tanto que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el IGN y AMSA generan estadísticas sobre la calidad ambiental del

recurso. Otros instrumentos que aportan información estadística acerca de usos específicos del agua son las encuestas de condiciones de vida (ENCOVI) y los censos agropecuarios, ambos desarrollados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Instancias importantes de recopilación y acopio de datos estadísticos son el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (URL), a través del Sistema de Información Estratégica Socio-Ambiental (SIESAM).

El IARNA-URL e INE (2008) identifican como principales limitaciones de las oficinas generadoras de estadísticas ambientales en Guatemala: i) el insuficiente financiamiento, ii) el uso de tecnología inadecuada y desactualizada, y iii) la falta de un sistema estructurado y organizado entre las distintas instancias. Algunas de las deficiencias de las estadísticas generadas en el tema hídrico son: la insuficiente cobertura de ciertas estadísticas (algunas se generan únicamente para la cuenca del lago de Amatitlán), la periodicidad anual de varios de los datos y la escasa publicación y divulgación de la información (URL, IARNA e INE, 2008).

2.3 Antecedentes sobre los sistemas de cuentas nacionales y ambientales

El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) es el principal instrumento de medición del crecimiento económico en la mayor parte de países del mundo. Dicho sistema tiene como propósito registrar y describir, de forma sistemática, los fenómenos esenciales que constituyen la vida eco-

nómica de un país, es decir: producción, ingreso, consumo, acumulación, riqueza y relaciones con el exterior (Recuadro 1). Hasta hace algunos años, el año base del SCN de Guatemala era 1958 y se sustentaba en el marco metodológico del SCN 1953 (SCN53). A partir de 1997 se inició un proceso de cambio que derivó, en 2006, en la consolidación del nuevo marco de compilación basado en el Sistema de Cuentas Nacionales 1993 (SCN93), cuyo año base era 2001.

Recuadro I

Antecedentes del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN)

Los orígenes de la contabilidad macroeconómica pueden rastrearse a partir de los primeros ejercicios desarrollados en el siglo XVIII por los fisiócratas, en particular con los trabajos de Quesnay sobre los flujos del ingreso nacional. A partir de entonces, y luego de varias décadas de avances teóricos y metodológicos, surge el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) a inicios del siglo XX. La formalización del SCN se remonta al menos a 1928, año en que la Liga de las Naciones realizó una conferencia internacional sobre estadísticas económicas con el fin de promover la comparabilidad internacional y la adopción de métodos uniformes de presentación. Si bien el Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América empezó a reportar estadísticas sobre la producción nacional desde 1934, fue la Segunda Guerra Mundial la que supuso la necesidad de contar con un sistema de contabilidad para responder a la necesidad de estimar los niveles de producción militar y los efectos sectoriales de movilizar recursos para la guerra.

La experiencia acumulada posterior a la posguerra permitió la publicación del primer informe sobre el Ingreso Nacional en 1947, el cual fue preparado por el Subcomité de Estadísticas del Ingreso Nacional del Comité de Expertos Estadísticos de la Liga de las Naciones y trabajado a partir de un memorándum elaborado por Richard Stone (Premio Nobel de Economía de 1984). Tras un proceso permanente de revisión y validación, se publicaron tres manuales del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) en 1953, 1968 y 1993 (SCN53, SCN68, SCN93).

El Manual del Sistema de Cuentas Nacionales de 1993 (SCN93) se elaboró con el respaldo de la Comisión Estadística de las Naciones Unidas (CENU) y contó con la participación de la Organización de Naciones Unidas (ONU), el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial (BM), la Oficina de Estadística de la Comunidad Europea (EUROSTAT) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). El propósito de dicho manual fue definir las bases teóricas, conceptuales y metodológicas para la contabilidad macroeconómica. Desde su publicación no ha sido modificado en su estructura central, y sólo ha estado sujeto a revisiones periódicas que se publican a través de memoranda específica suministrada por la CENU.

Fuente: Elaboración propia con base en UN, 1993.

El marco contable⁶ del SCN93 es flexible, dado que reconoce la necesidad de crear “cuentas satélite”⁷ para presentar conceptos adicionales o diferentes a los de su marco central, ampliando la capacidad analítica del sistema, sin sobrecargarlo o desorganizarlo. Esto se debe a que en ciertos tipos de análisis, el objetivo básico no es utilizar conceptos económicos alternativos, sino simplemente centrar la atención en determinado campo o aspecto de la vida económica y social en el contexto del SCN.

Por razones operativas, las cuentas satélite se clasifican comúnmente en dos categorías. Por un lado, **las cuentas satélite internas** reorganizan las transacciones existentes en el SCN para resaltar aquellas que sean pertinentes para cierto sector; y por el otro, **las cuentas satélite externas** extienden el alcance del sistema incluyendo inventarios, flujos y transacciones que no son contabilizadas en el SCN.

La cuenta satélite ambiental, también denominada Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAEI), reporta los mayores avances metodológicos en la primera década del siglo XXI (Recuadro 2). Dicho sistema tiene la particularidad de poseer características operativas tanto internas como externas. Su propósito principal es examinar las relaciones entre la economía y el ambiente para

poder evaluar tres aspectos que definen dicha relación. Un primer aspecto de análisis permite precisar el aporte de los bienes y servicios naturales a la economía nacional y conocer su estado de situación.

En un segundo nivel de análisis se logra conocer el grado en que los procesos económicos impactan en los componentes ambientales, identificando modalidades, patrones de uso, intensidades, eficiencias y actores en el uso de éstos. Finalmente, en un tercer nivel de análisis, el SCAEI permite revisar el papel de las instituciones en estas relaciones y lo hace estudiando las características y los niveles de la inversión pública y privada relacionada con la protección, el mejoramiento y el uso sostenible de los bienes y servicios naturales. A partir de estos elementos, se puede arribar a conclusiones acerca de la sostenibilidad del desarrollo y proveer las bases para el diseño y mejoramiento de políticas afines, sustentadas en límites naturales socialmente deseables.

El punto de partida para el SCAEI es el reconocimiento de la relación intrínseca entre el ambiente y la economía (Figura 1).⁸ En esta relación, el ambiente provee bienes en la forma de insumos para la producción (suelo, nutrientes, madera, entre otros) y servicios en la forma de condiciones que afectan el desarrollo de procesos productivos (regulación del clima, control de erosión, refugio, entre otros). En la economía se producen y consumen bienes y servicios, proceso que genera residuos que en su mayor parte son depositados en el ambiente y, en pocos casos, son reutilizados (reciclaje). De estas relaciones se derivan las cuentas y subcuentas que componen el marco contable del sistema.

⁶ Un marco contable consta de un conjunto coherente, sistemático e integrado de cuentas macroeconómicas, balances y cuadros basados en un conjunto de conceptos, definiciones, clasificaciones y reglas contables aceptados internacionalmente.

⁷ Según Ortúzar (2001), las cuentas o sistemas satélite “subrayan la necesidad de ampliar la capacidad analítica de la contabilidad nacional a determinadas áreas de interés social” y permiten: i) proporcionar información adicional sobre determinados aspectos, ii) utilizar conceptos complementarios y/o alternativos (incluida la utilización de clasificaciones) cuando se necesita introducir dimensiones adicionales en el marco conceptual de las cuentas nacionales, iii) ampliar la cobertura de los costos y beneficios de las actividades humanas, iv) ampliar el análisis de los datos mediante indicadores y agregados pertinentes, y v) vincular las fuentes y el análisis de datos físicos con el sistema contable monetario.

⁸ En el contexto del SCAEI, el subsistema natural es tratado como sinónimo de ambiente natural, medio ambiente o ambiente. El término recurso natural también es tratado de forma análoga con el de bien natural.

Recuadro 2

Antecedentes del SCAEI

La necesidad de una contabilidad ambiental o verde surge casi simultáneamente con la de hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible, el cual ha incluido al ambiente, entre otros aspectos, dentro de las discusiones sobre el tema. Las dificultades para formalizar un sistema de contabilidad ambiental han estado íntimamente ligadas a los diversos enfoques que se han utilizado para conceptualizar el desarrollo sostenible. De ello se derivan varias formas de medición, algunas de las cuales involucran indicadores físicos, otras incluyen aspectos monetarios y la mayor parte presentan registros tanto monetarios como físicos, como en el caso del SCAEI.

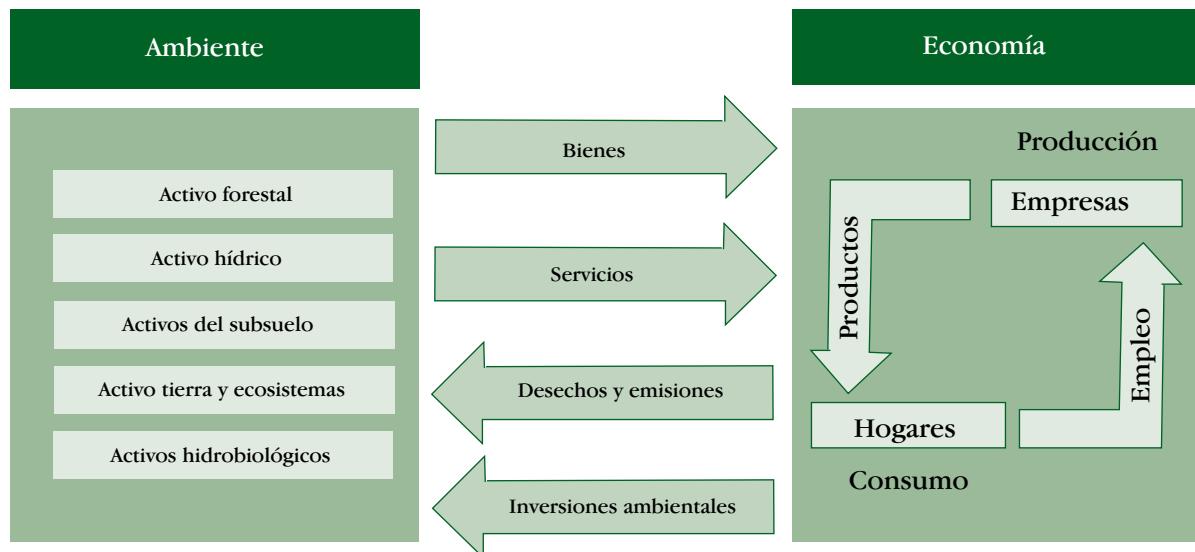
En este contexto, a principios de los años ochenta, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) tomó la iniciativa de explorar de qué forma podían modificarse las cuentas nacionales, de manera que éstas consideraran los cambios medioambientales. Luego de una serie de seminarios con expertos, se concluyó que era factible “corregir” las cuentas nacionales, aunque no hubo consenso respecto a la manera en que habían de transformarse. No obstante, partiendo de los análisis y resultados de las reuniones anteriores, varias instituciones decidieron trabajar de forma conjunta, y prepararon un SCN reformado que fue desarrollado cuatro años más tarde. El SCN93 contenía un nuevo dispositivo de “cuentas satélite para el medio ambiente”, denominado Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico Integrada (El Serafy, 2002).

El Manual del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada de 2003 (SCN03) se elaboró con el respaldo de la Comisión Estadística de las Naciones Unidas (CENU) y contó con la participación de varias instituciones internacionales –la Organización de Naciones Unidas (ONU), el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial (BM), la Oficina de Estadística de la Comunidad Europea (EUROSTAT) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)–. El propósito de dicho manual es definir las bases teóricas, conceptuales y metodológicas para la contabilidad ambiental.

El SCAEI comparte parte de su estructura, definiciones y clasificaciones con el SCN y, de esta manera, provee un marco conceptual y metodológico común para el desarrollo y análisis de la información económica y ambiental. En este sentido, este sistema aporta indicadores y estadísticas descriptivas que permiten monitorear la interacción entre la economía y el medio ambiente y hacer un análisis consistente de la contribución del medio ambiente a la economía, y evaluar el impacto de ésta sobre el medio ambiente (CEPAL, 2005). Al igual que el SCN, el SCAEI ha estado sujeto a un proceso de revisión y validación permanente, que cierra una importante etapa en el año 2003 con la publicación del manual *System of Environmental and Economic Accounting 2003* (SEEA03). La elaboración de dicho manual fue respaldada por la CENU y estuvo basada en el trabajo desarrollado desde 1998 por el Grupo de Londres (GL). El GL fue creado en 1993 para permitir el intercambio de experiencias en el desarrollo e implementación de cuentas ambientales y, desde entonces, ha funcionado como un ente externo asesor de la División de Estadísticas de Naciones Unidas (DENU) para la preparación de los respectivos manuales. En años recientes, el GL enfoca sus energías en la preparación de una nueva publicación del manual donde se incorporarán los progresos desde 2003.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1
Esquema simplificado de las relaciones entre el ambiente y la economía



Fuente: Elaboración propia con base en UN *et al.*, 2003.

2.3.1 Estructura del SCAEI de Guatemala

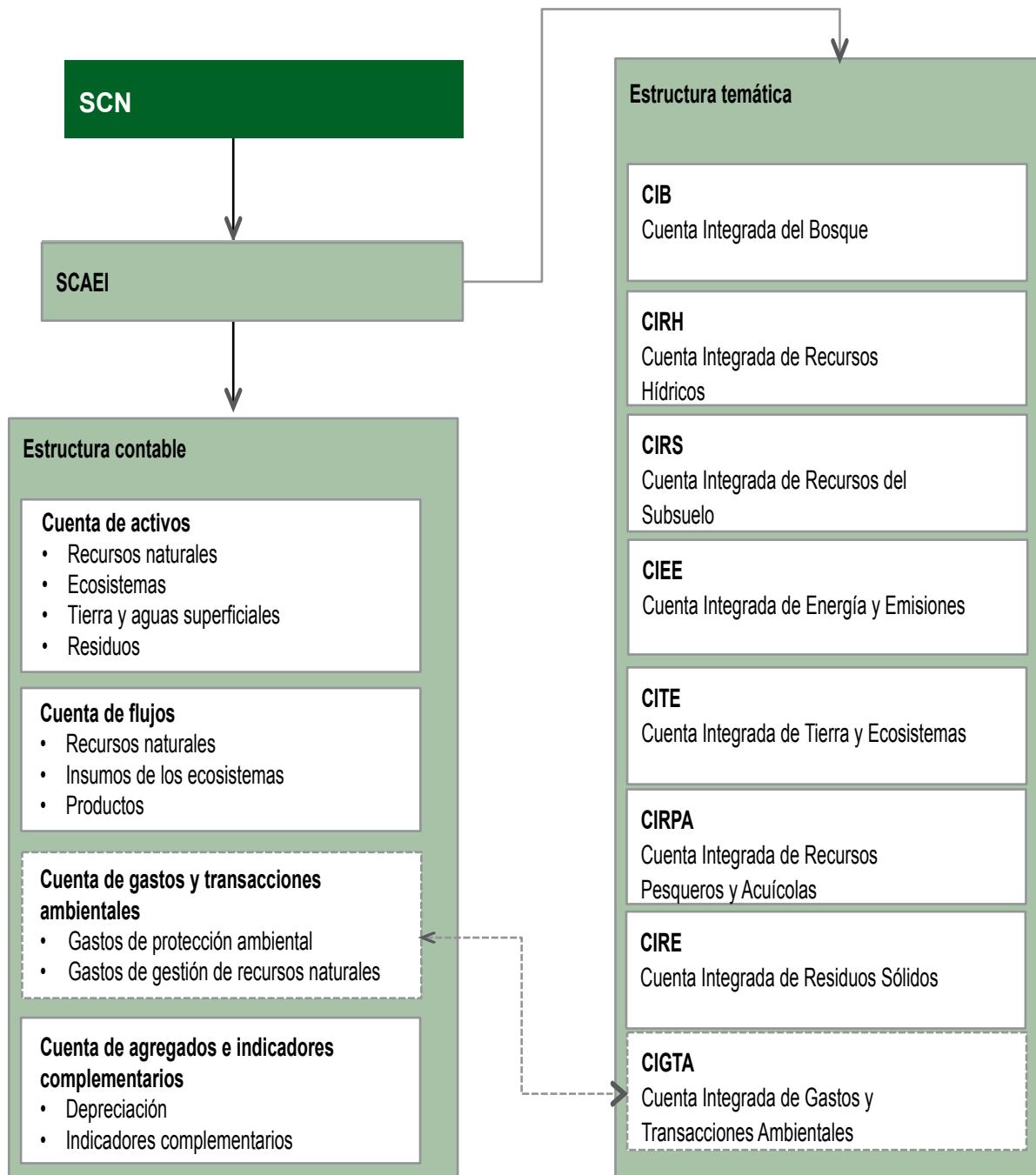
Para Guatemala, el marco contable del SCAEI se define como una plataforma de análisis que proporciona información, a nivel nacional, sobre las existencias (*stocks*) y los flujos asociados al subsistema natural, brindando una descripción detallada de las interrelaciones entre éste y el subsistema económico.⁹ Dicha plataforma se construye a partir de la armonización de tres elementos: el marco central del SCN y las dos estructuras que definen el marco

central del SCAEI, es decir: una estructura contable y una estructura temática.

Como se aprecia en la Figura 2, los distintos temas que aborda el SCAEI son: bosque, recursos hídricos, suelo, energía y emisiones, tierra y ecosistemas, recursos pesqueros y acuícolas, residuos sólidos, y gastos y transacciones ambientales. Cada uno recibe la denominación de “cuenta integrada” para reflejar el énfasis hacia la armonización y consolidación de la información en un marco común. Dichos temas se desarrollan por separado y tienen sus propias clasificaciones, pero se constituyen en una sola estructura contable, lo cual se logra a través de cuatro categorías de cuentas comunes: activos, flujos, gastos y transacciones, y agregados e indicadores complementarios.

⁹ El SCAEI adopta un enfoque de sistemas, en el cual los subsistemas natural y económico, al igual que el social y el institucional son parte de un sistema socioecológico. Para una descripción de dicho enfoque véase: URL, IARNA, 2009. Para una descripción detallada de los aspectos conceptuales del SCAEI véase: URL, IARNA, 2007. Para algunos antecedentes sobre la relación entre cuentas ambientales y el desarrollo sostenible, véase Castañeda, 2006.

Figura 2
Estructura del marco contable del SCAEI



Fuente: Elaboración propia con base en URL, IARNA, 2007.

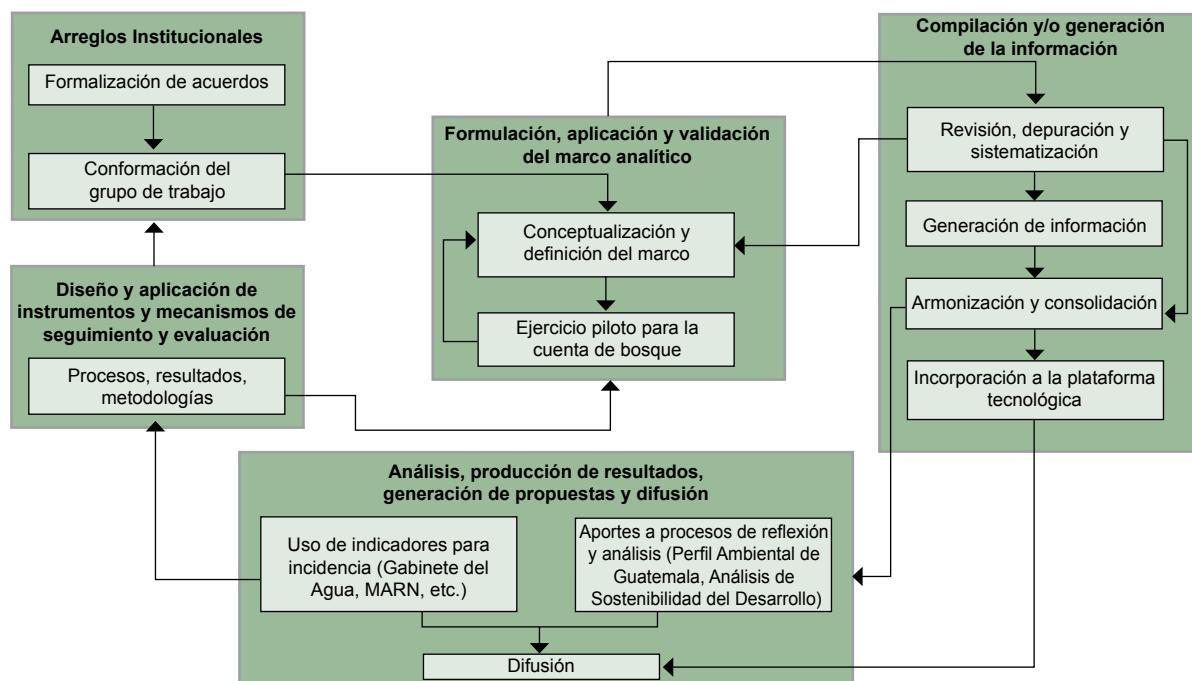
2.3.2 Proceso de implementación

En Guatemala, el SCAEI se construye utilizando como referencia el documento denominado “Elementos Esenciales para la Compilación del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada de Guatemala” (BANGUAT y URL, IARNA, 2007), en el cual se establecen los lineamientos generales para entender y poner en práctica el sistema, basado principalmente en tres instrumentos. El primero es el Manual del SCAEI, edición 2003, elaborado por Naciones Unidas y otros organismos internacionales (UN, EC, IMF, OECD & WB, 2003). En él se propone la utilización de una cuenta satélite que amplía la capacidad analítica del SCN, incorporándole información ambiental a través de una estructura, definiciones y clasificaciones comunes. El segundo instrumento es el documento de aspectos metodológicos del SCN de Guatemala, elaborado por el Banco de Guatemala, en donde

se describe el marco para la estimación de los principales indicadores del desempeño de la economía nacional (BANGUAT, 2007). Finalmente, el tercer instrumento es el Manual de la Comunidad Europea para el desarrollo de la contabilidad física de materiales, el cual enfatiza la medición de los flujos físicos de la economía (European Communities, 2001).

Dicho sistema se desarrolló y consolidó en un proceso que consistió en cinco etapas que se presentan en la Figura 3: (i) Formalización de acuerdos entre instituciones que generan, utilizan y oficializan información; (ii) Formulación, aplicación y validación del marco analítico para el SCAEI y para las cuentas específicas; (iii) Compilación y/o generación de la información necesaria para la etapa anterior; (iv) Análisis de la información, producción de resultados y generación de propuestas; y (v) Diseño y aplicación de instrumentos y mecanismos de seguimiento y evaluación.

Figura 3
Proceso de implementación del SCAEI en Guatemala



Fuente: Elaboración propia.

2.4 La contabilidad del agua

2.4.1 Avances

A la cuenta de agua en Guatemala se le ha denominado *Cuenta Integrada de Recursos Hídricos (CIRH)*. Según Lange (2006), la contabilidad del agua ha sido uno de los componentes del SCAEI más ampliamente implementados a nivel mundial. Soulard (2003) afirma que uno de los principales propósitos que conducen a la elaboración de cuentas nacionales de agua es que éstas proveen a los gobiernos de una herramienta necesaria y útil en la consecución de economías sostenibles. Algunos de los países que elaboran o han elaborado cuentas de agua son: Australia, Francia, Nueva Zelanda, Canadá, Sudáfrica, Holanda, India, Botsuana, Israel, Alemania, Dinamarca, Suecia y España (UN, 2007; Vardon, 2008). En América Latina y el Caribe, México y Colombia compilan sistemáticamente este tipo de cuentas desde hace varios años, y recientemente se ha iniciado su elaboración en Panamá y República Dominicana (CEPAL, 2009).

En cada país, las cuentas de agua se han elaborado con enfoques levemente diferentes y no siempre han abarcado todos los componentes (PUC, TAU & ECONAT, 1999). Si bien el grado de avance es distinto en cada país, las experiencias nacionales han permitido establecer y consensuar conceptos, definiciones, clasificaciones y cuadros estándares para aquellos componentes con los que se cuenta con mayor número de experiencias (UN, 2007). De hecho, en el 2005 se contaba con una versión preliminar del manual de las cuentas de agua (UN, 2005), en tanto que a principios del 2007 se publicó la versión final del mismo (UN, 2007).

Entre otros, las cuentas de agua favorecen: i) un mejor entendimiento de los vínculos entre los distintos sectores económicos y el medio natural en general, y con los recursos hídricos en particular (UN, 2007; UN *et al.*, 2003); ii) una mejor comprensión de las consecuencias del crecimiento económico sobre los recursos hídricos del país (Vardon, Lenzen, Peevor & Creaser, 2006); iii) un conocimiento más exacto de la contribución de los distintos sectores a los problemas relacionados con el recurso (Vardon, Lenzen, Peevor & Creaser, 2006); y iv) una mejor apreciación de las implicaciones de las políticas sectoriales (ambientales, económicas y sociales) con respecto a los recursos hídricos, en términos económicos y ambientales (UN *et al.*, 2003; Castañeda, 2006). Además, de acuerdo a UN (2007), las cuentas de agua son una herramienta útil y única para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos¹⁰ (GIRH).

Según Vardon (2008), las lecciones aprendidas que sobresalen a través de las distintas experiencias nacionales en cuanto a la construcción y aplicación de las cuentas de agua son: i) las cuentas de agua fortalecen y amplían el conocimiento e información estadístico-científica acerca del estado y tendencias de las interrelaciones entre agua y economía; ii) en el proceso de elaboración e implementación, la cooperación es fundamental (entre oficinas generadoras de estadísticas, con departamentos relacionados a recursos hídricos, agricultura y planificación económica; proveedores de agua; comunidad científica; y productores y usuarios del agua); iii) el pro-

¹⁰ La GIRH concibe el agua como una parte integral del ecosistema, un recurso natural y un bien económico y social, cuya utilización está determinada por su cantidad y calidad; la contabilidad del agua contribuye de manera única a su consecución, ya que es la única metodología que integra las cuentas económicas con cuentas de oferta y utilización del recurso en un marco que permite hacer análisis cuantitativos (UN, 2007).

ceso debe hacerse por fases, iniciando con los asuntos más importantes o factibles para el país; y iv) las experiencias piloto suelen ser de inmensa ayuda.

2.4.2 Alcances: algunas experiencias a nivel nacional

El *Informe sobre Desarrollo Humano 2006* (PNUD, 2006) sostiene que los gobiernos deberían promover la reforma de las cuentas nacionales con el objetivo de que éstas reflejen las pérdidas económicas relacionadas con el agotamiento y deterioro de los recursos hídricos. Castañeda (2006), por otro lado, concluye que las cuentas ambientales representan una herramienta importante para evaluar la sostenibilidad de los actuales esquemas de desarrollo y gestión de los recursos naturales. En este contexto, las cuentas de agua se constituyen como un medio ideal para evaluar el desempeño de los distintos sectores económicos en el uso y protección del agua, pues proporcionan una mejor comprensión de los vínculos entre el agua y la economía. En este sentido, el fin último de la CIRH, como cuenta de agua, es aportar hacia la sostenibilidad de las políticas sectoriales relacionadas con el recurso.

Los datos de la cuenta de agua de Australia, por ejemplo, han sido utilizados en diversos análisis económicos (Vardon, Lenzen, Peevor & Creaser, 2006). Appels, Douglas & Dwyer (2004) estimaron el impacto del incremento del precio del agua para riego en la cuenca sur del río Murray-Darling. Uno de los hallazgos fue que la demanda de agua era relativamente inelástica en el corto plazo. Sin embargo, los agricultores podrían responder al incremento del precio del agua cambiando el tipo de cultivos bajo riego en el largo plazo. Otro hallazgo interesante fue que la inversión para el acceso a tecnologías más eficientes era

poco probable. De acuerdo con Vardon *et al.* (2006), otros han utilizado la información generada en la cuenta de agua de Australia para investigar el impacto de algunas restricciones en el acceso al agua. Según los autores, reducir el uso del agua en 10% en la cuenca antes citada, resultaría en la pérdida de 400 a 900 empleos y la merma de US\$88 millones del PIB de Australia.

La experiencia de Botsuana es un buen ejemplo de cómo las cuentas de agua permiten identificar el estado e intensidades de las principales fuentes de presión sobre los recursos hídricos de un país. En términos generales, esta cuenta muestra tendencias positivas para el periodo 1993-1998: la utilización per cápita de agua disminuyó, en tanto que la producción de riqueza por metro cúbico de agua empleado aumentó (UN, 2007). Sin embargo, para el periodo 2001-2003 se determinó que la extracción de agua en las principales fuentes superficiales superó la cosecha sostenible de las mismas (Arntzen & Sethogile, 2007). Para el año 2003, el volumen de agua utilizado por las actividades mineras se había duplicado en relación con la demanda del sector para 1992 y representaba el 50% de la utilización nacional de agua en 2000 (Hambira, 2007). Este mismo autor concluye que el análisis de los datos registrados en la cuenta de agua de Botsuana evidencia la necesidad de reorientar las políticas, instituciones y prácticas relacionadas al recurso, a fin de alcanzar una gestión sostenible.

Las cuentas de agua presentan gran potencial para incidir significativamente en la gestión integrada de los recursos hídricos cuando se elaboran a nivel de cuenca (UN, 2007). Lange, Mungatana & Hassan (2007) presentan resultados interesantes de la cuenta de agua elabora-

rada para la cuenca del río Orange, compartida por cuatro naciones en el sur de África. Si bien en dos países el agua se utiliza principalmente para agricultura (Sudáfrica y Namibia), los restantes dos la destinan casi exclusivamente para uso doméstico y manufacturero (Botsuana y Lesoto). Estas particularidades tienen implicaciones en la productividad promedio en el uso de agua de la cuenca a nivel de país, resaltando la diferencia que existe en la producción de riqueza entre las actividades agrícolas y las manufactureras. Si bien la cuenta del río Orange se encuentra en una fase preliminar aún, la experiencia evidencia ya el aporte significativo de esta herramienta a la gestión de aguas transfronterizas, a manera de consensuar una agenda conjunta sobre el uso y sostenibilidad del recurso (Lange, Mungatana & Hassan, 2007).

2.4.3 Limitaciones metodológicas de las cuentas de agua

La mayoría de experiencias de cuentas de agua han sido a nivel nacional, para hacerlas compatibles con las cuentas nacionales. Sin embargo, tanto las condiciones climáticas, hidrológicas y físicas que afectan la disponibilidad de agua, como las fuerzas que generan demandas

y presiones sobre el recurso (población, uso de la tierra, actividades económicas) varían temporal y espacialmente a lo largo de los países. Frente a estas condiciones, las cuentas de agua a nivel nacional suelen ocultar cuestiones importantes a la hora de planificar el uso y aprovechamiento del recurso.

Para superar el inconveniente espacial, países como Australia, Holanda, Suecia y Marruecos, elaboran cuentas de recursos hídricos a nivel regional, y existen experiencias de cuentas de agua a nivel de cuencas, como la cuenta del río Orange (Lange, Mungatana & Hassan, 2007). Estas cuentas, sin embargo, precisan de una gran cantidad de información a escala local (pocas veces disponible en países en vías de desarrollo) y datos referenciados geográficamente de, por ejemplo, flujos de agua y descargas de contaminantes (UN, 2007). En cuanto al aspecto temporal, UN (2007), recomienda la reducción del periodo contable como alternativa para identificar y gestionar con mayor propiedad las presiones sobre el recurso a lo largo del año. Este ajuste permite diseñar medidas oportunas para proteger los recursos hídricos. Algunos países elaboran cuentas de agua con un periodo contable de cuatro meses.

3. Objetivos y definición de la CIRH

3. Objetivos y definición de la CIRH

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo general

Describir las interrelaciones entre el agua y la economía en Guatemala.

3.1.2 Objetivos específicos

- a) Registrar contablemente el inventario de recursos hídricos del país;
- b) Registrar contablemente los flujos de agua entre el ambiente y la economía, y entre los distintos agentes económicos;
- c) Contabilizar los gastos vinculados a la protección de los recursos hídricos por parte de los distintos agentes económicos;
- d) Proveer de un conjunto de indicadores para monitorear el desempeño económico-ambiental de la gestión del agua tanto a nivel sectorial como macroeconómico.

3.2 Definición

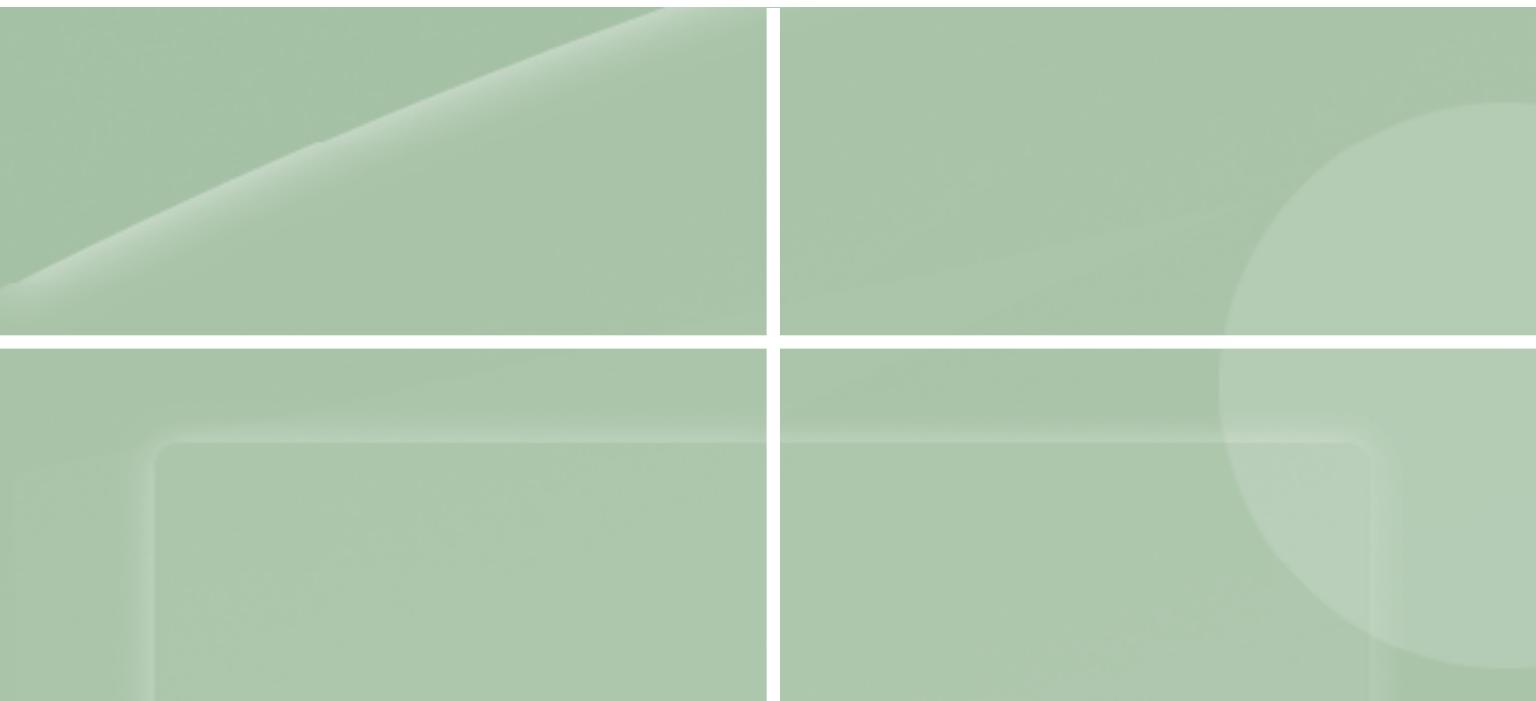
La Cuenta Integrada de Recursos Hídricos (CIRH) **es un marco analítico que describe detalladamente las interrelaciones entre el agua y la economía**. Para tal fin,

la CIRH ordena, sistematiza e integra información hidrológica, vinculándola a información económica.

La CIRH complementa la capacidad analítica del SCN incorporando información hidrológica a los cuadros del mismo, respetando su estructura y compartiendo definiciones y clasificaciones comunes (UN, 2007). De esta manera, la CIRH no sobrecarga ni distorsiona el sistema central (Ortúzar, 2001). De hecho, la utilización del marco contable del SCN para describir las relaciones entre el agua y la economía presenta varias ventajas. En primer lugar, garantiza mayor consistencia entre las estadísticas ambientales y económicas y facilita el análisis de las interrelaciones agua-economía (UN, 2007). En segundo lugar, la estructura de cuentas favorece el cálculo de un número de indicadores claramente definidos, consistentes y vinculados entre sí, que se derivan del mismo sistema estadístico (UN, 2007).

Adicionalmente, la CIRH provee de un sistema en el que es posible incorporar valoraciones monetarias de los costos ambientales, a la vez que supera algunas limitaciones de las estadísticas ambientales tradicionales, ya que amplía el campo de análisis de los temas vinculados al agua y favorece la conexión con otras estadísticas, particularmente económicas y sociales.

4. Descripción del marco de compilación de la CIRH



4. Descripción del marco de compilación de la CIRH

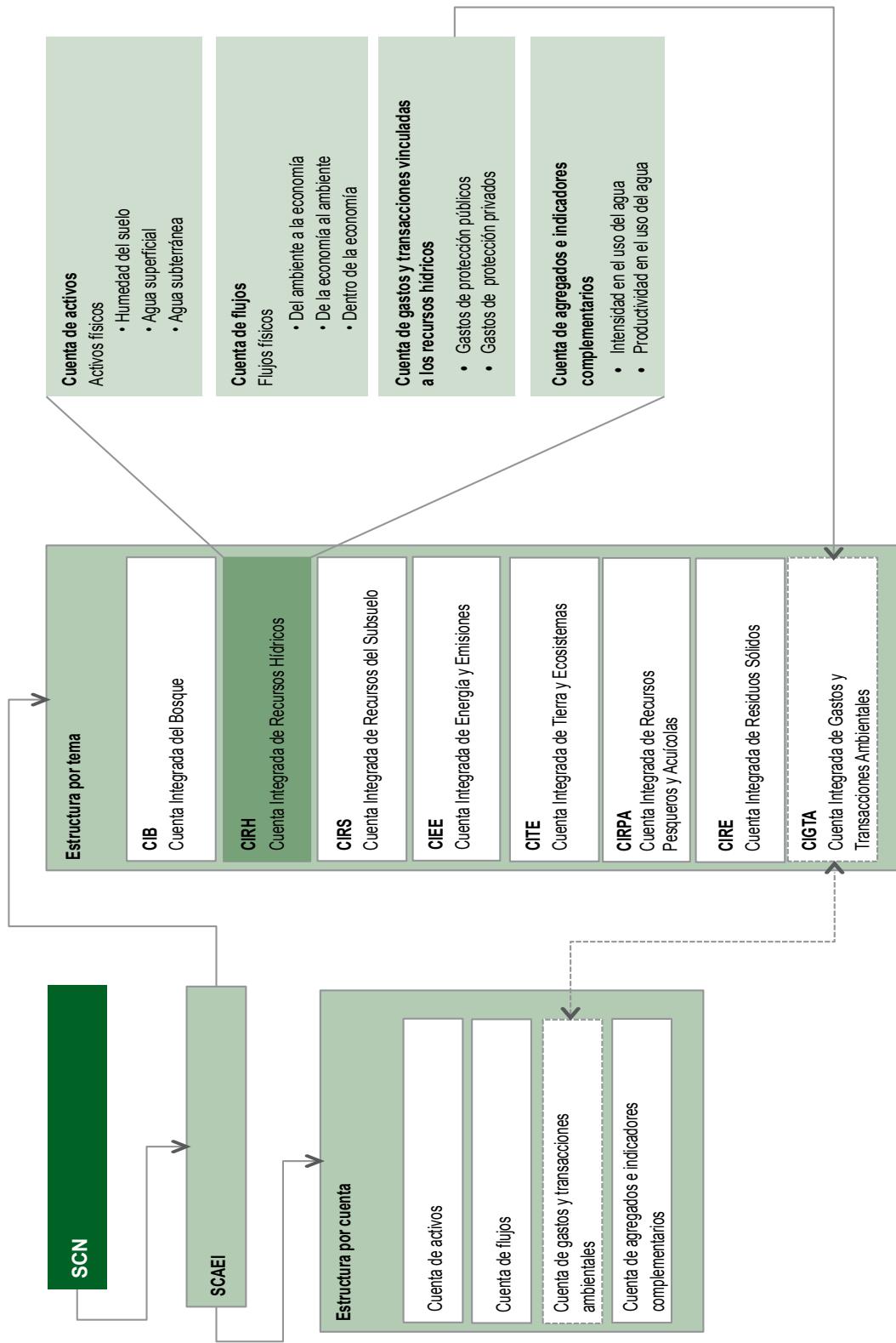
4.1 Estructura

En esta sección se describen los distintos componentes que forman la Cuenta Integrada de Recursos Hídricos (CIRH), con sus características particulares para el caso de Guatemala. Estos componentes se denominan cuentas, de manera análoga a los componentes que forman el SCN. La sección también presenta brevemente otros componentes que no se incluyeron en la CIRH y que podrían ser objeto de una siguiente fase del proceso. En términos generales, la CIRH está conformada por las cuentas que se muestran en la Figura 4, las cuales son: cuenta de activos, cuenta de flujos, cuenta de gastos y transacciones am-

bientales, y cuenta de agregados e indicadores complementarios.

La Figura 4 muestra que el SCAEI posee, a la vez, una estructura de cuentas (izquierda de la figura) y una estructura temática (centro de la figura). Los distintos temas que aborda el SCAEI son: bosque, recursos hídricos, subsuelo, energía y emisiones, tierra y ecosistemas, recursos pesqueros y acuícolas, residuos, y gastos y transacciones ambientales. Dichos temas se desarrollan por separado y tienen su propia nomenclatura. Los aspectos desarrollados para la CIRH se presentan en el lado derecho de la Figura 4. Aunque en el proceso de cálculo los temas del SCAEI se abordan de forma independiente, todos ellos se integran en una sola estructura de cuentas.

Figura 4
Componentes del SCAEI y de la Cuenta Integrada de Recursos Hídricos de Guatemala



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Cuenta de activos de recursos hídricos

El objeto de la cuenta de activos de la CIRH es registrar la disponibilidad promedio anual del recurso y la riqueza de cuerpos de agua. Para esto se sistematizó información previamente generada por otros estudios y se ordenó de la manera presentada en el Cuadro 2. La información se ordenó por cuenca y vertiente, lo que permite localizar en qué territorios se dispone de más recurso en un año. La cuenta de activos presenta también la abundancia de cuerpos de agua (como superficie de espejo de agua) en cada una de las cuencas.

El manual del SCAEI-agua (UN, 2007), por su parte, distingue tres tipos de activos de recursos hídricos: i) la humedad del suelo, que se refiere al agua almacenada en el suelo luego de la lluvia; ii) el agua superficial (en el caso de Guatemala: ríos, sistemas lacustres y embalses); y iii) el agua subterránea. En principio, la cuenta de activos debería compilar el volumen disponible en estas tres fuentes al inicio (inventario de apertura) y al final (inventario de cierre) de un periodo contable (Recuadro 3). En el caso de la primera fase de la CIRH, no se consideró como prioridad llegar a este nivel de detalle, debido a la limitada disponibilidad de datos y a que el énfasis estuvo en desarrollar la cuenta de flujos.

Cuadro 2
Cuadro de activos de agua de la CIRH

Vertiente/Cuenca	Disponibilidad promedio anual Millones de m ³	Sistemas lacustres y embalses (Superficie de espejo de agua en ha)			
		Lagos	Lagunas	Lagunetas	Embalses
Vertiente del Pacífico					
xxxxx	-	-	-	-	-
xxxxx	-	-	-	-	-
xxxxx	-	-	-	-	-
Subtotal	-	-	-	-	-
Vertiente del Atlántico					
xxxxx	-	-	-	-	-
xxxxx	-	-	-	-	-
xxxxx	-	-	-	-	-
Subtotal	-	-	-	-	-
Vertiente del Golfo de México					
xxxxx	-	-	-	-	-
xxxxx	-	-	-	-	-
xxxxx	-	-	-	-	-
Subtotal	-	-	-	-	-
Total nacional	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

La cuenta de activos podría compilarse también en unidades monetarias. No obstante, la valoración de los recursos hídricos a escala nacional presenta importantes desafíos conceptuales y metodológicos. En el ámbito internacional,

la magnitud del esfuerzo que se necesita para hacer valoraciones serias ha motivado que, en todas las experiencias nacionales, las cuentas de activos del agua hayan sido compiladas en términos físicos únicamente (UN, 2007).

Recuadro 3

Cuenta de activos de acuerdo al Manual de Contabilidad del Agua

La Figura 5 representa de manera esquemática la cuenta de activos naturales de agua. En principio, esta cuenta describe la existencia, en volumen, de recursos hídricos al inicio y final del periodo, así como todos los cambios que ocurren durante ese mismo periodo. Como se puede apreciar en la Figura 5, los cambios en el inventario se deben al incremento o reducción del mismo como resultado de actividades humanas o procesos naturales. Estos cambios son llamados flujos de agua y se describen detalladamente en la cuenta de flujos. En este sentido, la cuenta de activos de agua puede ser considerada como una expresión contable del ciclo hidrológico (UN, 2007): el inventario de apertura representa la oferta hídrica de agua en un momento dado y éste se incrementa gracias tanto a procesos naturales (precipitación principalmente), como a actividades humanas (aguas residuales). Al mismo tiempo, el inventario inicial se ve reducido por efecto de procesos naturales como la evapotranspiración y actividades humanas de consumo y utilización de agua para procesos productivos.

Figura 5

Representación esquemática de la cuenta de activos físicos de agua



De acuerdo con UN (2007), los activos de agua se clasifican en tres grupos principales, para los cuales se describen el volumen inicial, los cambios y el volumen final:

EA.13 Activos de agua

EA.131 Agua superficial

EA. 1311 Embalses

EA. 1312 Lagos

EA. 1313 Ríos y arroyos

EA. 1314 Glaciares, nieve y hielo

EA.132 Agua subterránea

EA.133 Humedad del suelo

Fuente: Elaboración propia con base en UN, 2007.

4.1.2 Cuenta de flujos de agua¹¹

La cuenta de flujos registra el movimiento de agua del ambiente a la economía y viceversa, y entre agentes del mismo sistema económico. En otras palabras, describe la captación y utilización de agua por parte de los distintos agentes económicos (a partir del ambiente o de otros sectores económicos), así como el aporte de agua desde la economía hacia el ambiente en forma de aguas residuales. Los objetivos de esta cuenta son: i) proveer información acerca del uso del agua en los distintos procesos productivos y económicos, y ii) describir detalladamente las presiones que la economía ejerce sobre los recursos hídricos en términos de captura de agua desde el sistema natural y emisiones de aguas residuales al ambiente. La cuenta de flujos físicos es, de

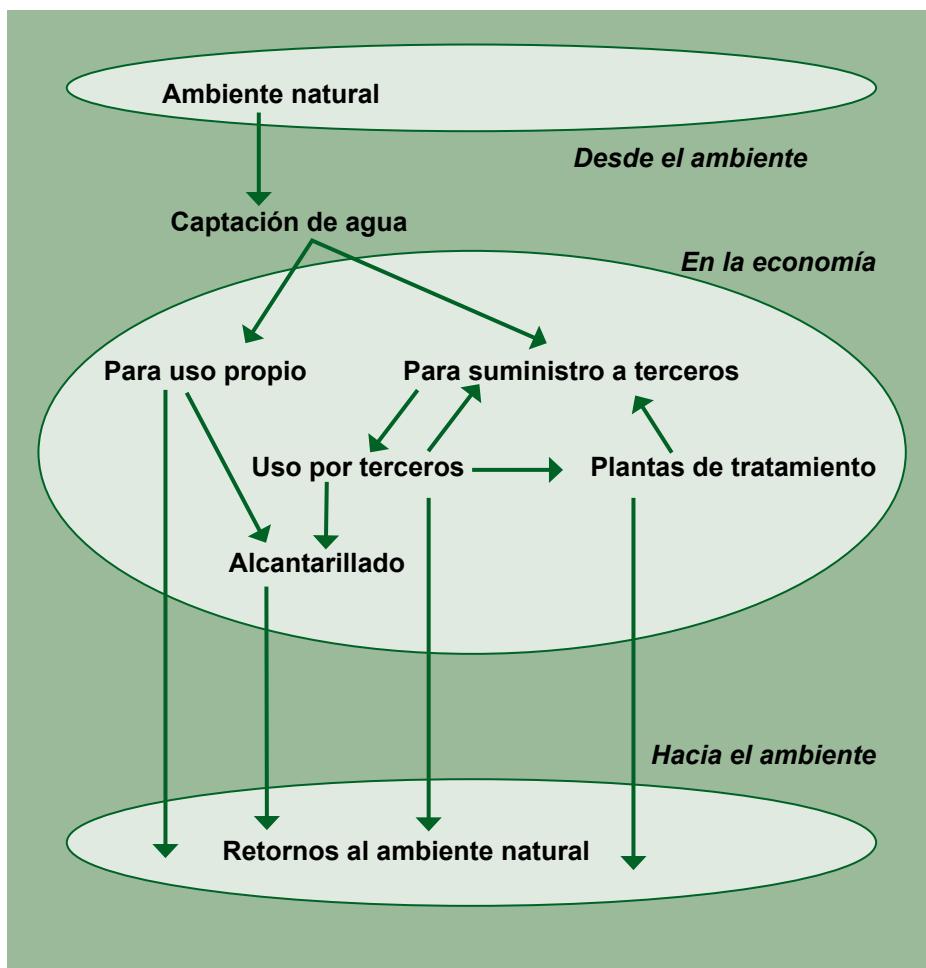
acuerdo a Soulard (2003), un punto de partida ideal para la elaboración e implementación de una cuenta de agua.

La Figura 6 presenta las principales interrelaciones que existen entre los recursos hídricos y el sector económico. El sistema económico capta agua desde el ambiente natural, específicamente de tres fuentes principales: superficiales, subterráneas y aprovechando la humedad del suelo producto de la lluvia, como en el caso de los cultivos agrícolas. La economía representa el “sistema de usuarios” de los recursos hídricos (UN, 2007). Las distintas actividades productivas captan el agua directamente o bien, la reciben de otra unidad económica. Además, la economía construye infraestructura para captar, tratar, distribuir y, finalmente, retornar el agua al ambiente.

¹¹ Según Castañeda (2006), las cuentas de flujos en Guatemala presentaban mayor aplicabilidad en el momento en que se inició la elaboración de las cuentas ambientales, entre ellas la CIRH. El marco central del SCN93 que implementó el BANGUAT por entonces, contiene matrices llamadas Cuadros de Oferta y Utilización (COU) que proporcionan un análisis detallado de los flujos de bienes y servicios en la economía (BANGUAT, 2007). Estos cuadros describen cómo la oferta de bienes y servicios que se origina en las industrias domésticas o a través de las importaciones se distribuye entre el uso intermedio y el consumo final, incluyendo las exportaciones (UN, 2007). Estos cuadros son la base de las estimaciones hechas en la cuenta de flujos de la CIRH.

Figura 6

Principales flujos de agua entre el ambiente natural y la economía



Fuente: UN et al., 2003

La cuenta de flujos de agua registra tres tipos de flujos. El primero es el que va del ambiente a la economía. Las actividades económicas y los hogares captan agua, ya sea para utilizarla directamente en sus procesos, o bien para distribuirla a otros agentes. El segundo tipo es el que ocurre entre agentes económicos dentro de la misma economía. En éste participan esencialmente las empresas municipales y privadas que distribuyen agua. El tercero se refiere a aquel que va de la eco-

nomía al ambiente, es decir las descargas de aguas residuales por parte de actividades económicas y de consumo. En el caso de la CIRH, la cuenta de flujos no registró las salidas de agua hacia al ambiente (aguas residuales), debido principalmente a la falta de información y datos que permitieran hacer estimaciones confiables en esta fase. A partir de allí, el cuadro de oferta y utilización propuesto por UN (2007) fue adaptado al formato presentado en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3**Cuadro de oferta de agua**

Actividades económicas	Agua suministrada directamente por el sistema natural	Agua captada para distribución	Total
Suministro de electricidad, gas y agua		-	-
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler		-	-
Sistema natural	-		-
Total oferta	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4**Cuadro de utilización de agua**

Actividades económicas y de consumo	Agua captada para uso propio	Agua recibida de otra unidad económica	Total
Actividad a	-	-	-
Actividad b	-	-	-
:	-	-	-
:	-	-	-
Actividad n	-	-	-
Total utilización	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los cuadros del SCN, en Guatemala existen únicamente dos actividades que captan agua para distribuirla (aparecen identificadas en el Cuadro 3). El agua captada para distribución corresponde básicamente a la distribuida por las empresas municipales. El agua suministrada por lo que se ha denominado “sistema natural” en el cuadro de la oferta no queda registrada en el SCN, y corresponde al agua que en el cuadro de utilización es identificada como “captada para uso propio”. Es, en otras palabras, agua que las distintas actividades extraen de las distintas fuentes, y que utilizan en los diferentes procesos productivos, como por ejemplo el agua de riego. El total de agua para uso propio equivale al total de agua que es suministrada directamente por el sistema natural (del cuadrante de la oferta). Paralelamente, el agua que es recibida de otra unidad económica por las distintas actividades

equivale, en total, al agua que es captada para ser distribuida. A diferencia de la oferta, la mayoría de las actividades emplea agua en mayor o menor medida.

4.1.3 Cuenta de gastos y transacciones

La cuenta de gastos y transacciones registra el conjunto de erogaciones realizadas para prevenir, mitigar y restaurar los daños a los recursos hídricos, así como los gastos para su gestión sostenible. Estos datos se presentan en la Cuenta Integrada de Gastos y Transacciones (CIGTA), la cual integra todas las transacciones que pueden ser vinculadas a la protección, conservación, mantenimiento y restauración de los bienes y servicios ambientales. Su objetivo es ordenar y hacer explícitos aquellos gastos provenientes de fuentes públicas y privadas destinados al desarrollo, protección y conservación del medio ambiente.

4.1.4 Cuenta de agregados económicos e indicadores complementarios

La cuenta de agregados económicos presenta indicadores de sostenibilidad, ajustando agregados macroeconómicos como el Producto Interno Bruto (PIB), el Producto Interno Neto (PIN) o el ahorro nacional, conforme a consideraciones ambientales, en este caso, relacionadas al agua. Los objetivos de esta cuenta son, por un lado, evidenciar el aporte del agua a la economía del país y reflejar los impactos de la economía sobre los recursos hídricos nacionales. Tres clases de ajustes se consideran importantes: los referentes al agotamiento del agua, los referentes a gastos defensivos supuestos y los referentes a la degradación del recurso. Además, propone indicadores complementarios para el análisis de la gestión de los recursos hídricos, tales como los de productividad e intensidad en el uso del recurso.

4.1.5 Otros componentes de las cuentas de agua

Las cuentas de agua pueden incluir también otros componentes que están relacionados más estrechamente con los procesos de contaminación. Estos componentes son las cuentas de emisiones y las cuentas de calidad. A nivel internacional, existe ya un consenso sobre la presentación y estructura de las primeras, en tanto que se cuenta con pocas experiencias de las segundas (Castañeda, 2006). Las cuentas de emisiones proveen información sobre la cantidad de algunos contaminantes específicos que los hogares, las industrias y el gobierno descargan en los recursos hídricos a través de aguas residuales, como resultado de los procesos de con-

sumo y producción. Estas cuentas describen, en términos de contaminantes, los flujos de agua que van desde la economía al ambiente ya sea directa o indirectamente (a través de una planta de tratamiento).

Las cuentas de calidad, por otra parte, están vinculadas a las cuentas de activos y describen la existencia de recursos hídricos de agua de cierta calidad al inicio y final de un periodo contable. Ya que generalmente es difícil establecer las causas específicas que afectan la calidad del recurso, estas cuentas contabilizan únicamente los cambios totales de calidad sin tomar en cuenta sus causas (UN, 2007). Entre los países que actualmente elaboran cuentas de calidad se encuentran: Canadá, Estados Unidos, Australia, Sudáfrica y Francia, cada uno con metodologías y especificaciones particulares (Statistics South Africa, 2005; UN, 2007).

4.2 Clasificaciones

En general, el SCAEI es compatible con el marco del SCN, gracias a que comparte con éste estructura, clasificaciones y definiciones. En el caso de Guatemala, la implementación del SCN implicó la adaptación de los sistemas de clasificaciones internacionales, con el fin de que éstos permitieran describir con mayor exactitud la economía del país. Con el objetivo de armonizar con el SCN Guatemala, la CIRH los utiliza también. En este contexto, los principales sistemas de clasificaciones a tomar en cuenta son la Nomenclatura de Actividades Económicas de Guatemala (NAEG) (Cuadro 5) y la Nomenclatura de Productos de Guatemala (NPG). Ambos sistemas fueron desarrollados por el Banco de Guatemala.

Cuadro 5

Nomenclatura de actividades económicas de Guatemala (NAEG) a dos niveles de desagregación

Código	Actividades económicas	Código	Actividades económicas
Actividades de mercado			
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	F	Construcción
1	Cultivos tradicionales	39	Construcción
2	Cultivos no tradicionales	G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos
3	Cría de ganado vacuno	40	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos
4	Cría de otros animales, elaboración de productos animales no considerados previamente	H	Hoteles y restaurantes
5	Cultivo de productos agrícolas en combinación con la cría de animales y actividades de servicios agrícolas	41	Hoteles y restaurantes
6	Caza, silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexos	I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
B	Pesca	42	Transporte y almacenamiento
7	Pesca, explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas, actividades de servicios relacionadas con la pesca	43	Correo y telecomunicaciones
C	Explotación de minas y canteras	J	Intermediación financiera
8	Extracción de petróleo y gas natural	44	Intermediación financiera
9	Extracción de piedra, arena y arcilla	K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler
10	Extracción de otras minas y canteras	45	Alquiler de vivienda
D	Industrias manufactureras	46	Otras actividades inmobiliarias, excepto alquiler de vivienda
11	Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos	47	Alquiler de maquinaria y equipo sin operarios y de efectos personales y enseres domésticos
12	Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado	48	Actividades empresariales
13	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	L	Enseñanza
14	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	50	Enseñanza
15	Elaboración de productos de molinería	M	Servicios sociales y de salud
16	Elaboración de alimentos preparados para animales	51	Actividades relacionadas con la salud humana
17	Elaboración de productos de panadería	52	Actividades veterinarias
18	Elaboración de azúcar	53	Actividades de servicios sociales con alojamiento y sin alojamiento
19	Elaboración de macarrones, fideos y productos farináceos similares	N	Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales
20	Elaboración de otros productos alimenticios	54	Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares
21	Elaboración de bebidas alcohólicas	55	Actividades de asociaciones
22	Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales	56	Actividades de esparcimiento, actividades culturales y deportivas
23	Elaboración de productos de tabaco	57	Otras actividades de servicio
24	Elaboración de productos textiles, fabricación de prendas de vestir; adobo y teñido de pieles	Actividades para uso final propio	
25	Curtido de adobo y cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano y artículos de talabartería y guarnicionería	39	Construcción
26	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de madera	45	Alquiler de vivienda
27	Fabricación de papel y productos de papel; actividades de edición e impresión y de reproducción	58	Hogares privados con servicio doméstico
28	Fabricación de coque, productos de refinación de petróleo y combustible nuclear	Otras actividades de no mercado	
29	Fabricación de sustancias y productos químicos	48	Actividades empresariales
30	Fabricación de productos de caucho y plástico	49	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
31	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	50	Enseñanza
32	Fabricación de metales comunes	51	Actividades relacionadas con la salud humana
33	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	53	Actividades de servicios sociales con alojamiento y sin alojamiento
34	Fabricación de maquinaria y equipo no considerados previamente	54	Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares
35	Fabricación de muebles	55	Actividades de asociaciones
36	Otras industrias manufactureras no considerados previamente y reciclamiento	56	Actividades de esparcimiento, actividades culturales y deportivas
E	Suministro de electricidad, gas y agua	59	Organizaciones y órganos extraterritoriales
37	Suministro de electricidad, gas, vapor de agua y agua caliente		
38	Captación, depuración y distribución de agua		

Fuente: Elaboración propia con base en BANGUAT, 2007.

La NAEG tiene varios niveles de desagregación que permiten trabajar los datos económicos con distinto grado de detalle. El primer nivel de desagregación contiene 17 grandes grupos de industrias o actividades económicas; el segundo 59 y el tercero 143 (el Cuadro 5 presenta los primeros). El nivel de desagregación está dado por la disponibilidad de información y se utiliza un esquema de cantidad de dígitos para denotarlos.

La NPG ordena los productos relevantes para Guatemala de manera que se pueda identificar qué actividades productivas los elaboran y en qué cuantía, además de conocer qué agentes económicos los utilizan, ya sea para consumo intermedio o final. Esta

clasificación también utiliza un sistema de cantidad de dígitos para denotar niveles de agregación.

La tercera clasificación importante en el marco de la CIRH es la que se presentó anteriormente con respecto a los activos naturales de recursos hídricos. Como se expuso en su momento, la cuenta de activos naturales distingue entre tres grupos de activos de los recursos hídricos: i) humedad del suelo (agua almacenada en el suelo producto de la lluvia); ii) agua superficial (que incluye ríos, lagos, lagunas y embalses); y iii) agua subterránea. El Cuadro 6 sintetiza las principales características de las clasificaciones relevantes para la CIRH.

Cuadro 6

Clasificaciones relevantes para la CIRH

Siglas	Nombre	Derivada de:	Descripción
NAEG	Nomenclatura de Actividades Económicas de Guatemala	CIIU*	Clasificación de las actividades productivas que tienen relevancia para Guatemala.
NPG	Nomenclatura de Productos de Guatemala	CCP	Clasificación de los productos que son transados en el país, captados por el SCN.
ARH	Activos de Recursos Hídricos	SCAEI	Clasificación de los activos naturales de recursos hídricos.

* La CIIU es la Clasificación Internacional Industrial Uniforme de todas las actividades económicas, en tanto que la CCP es la Clasificación Central de Productos, ambas de uso internacional.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Indicadores principales

El indicador principal de la cuenta de activos es la disponibilidad promedio anual de agua, expresada en m^3 . Este indicador puede cotejarse con variables demográficas o territoriales, de manera que se pueda derivar la disponibilidad promedio anual por habitante (m^3/hab) o por cuenca (m^3/ha), por ejemplo. Estos indicadores son de gran ayuda para una eficiente planificación del recurso a nivel territorial.

Los indicadores que se derivan de la cuenta de flujos son básicamente los relacionados

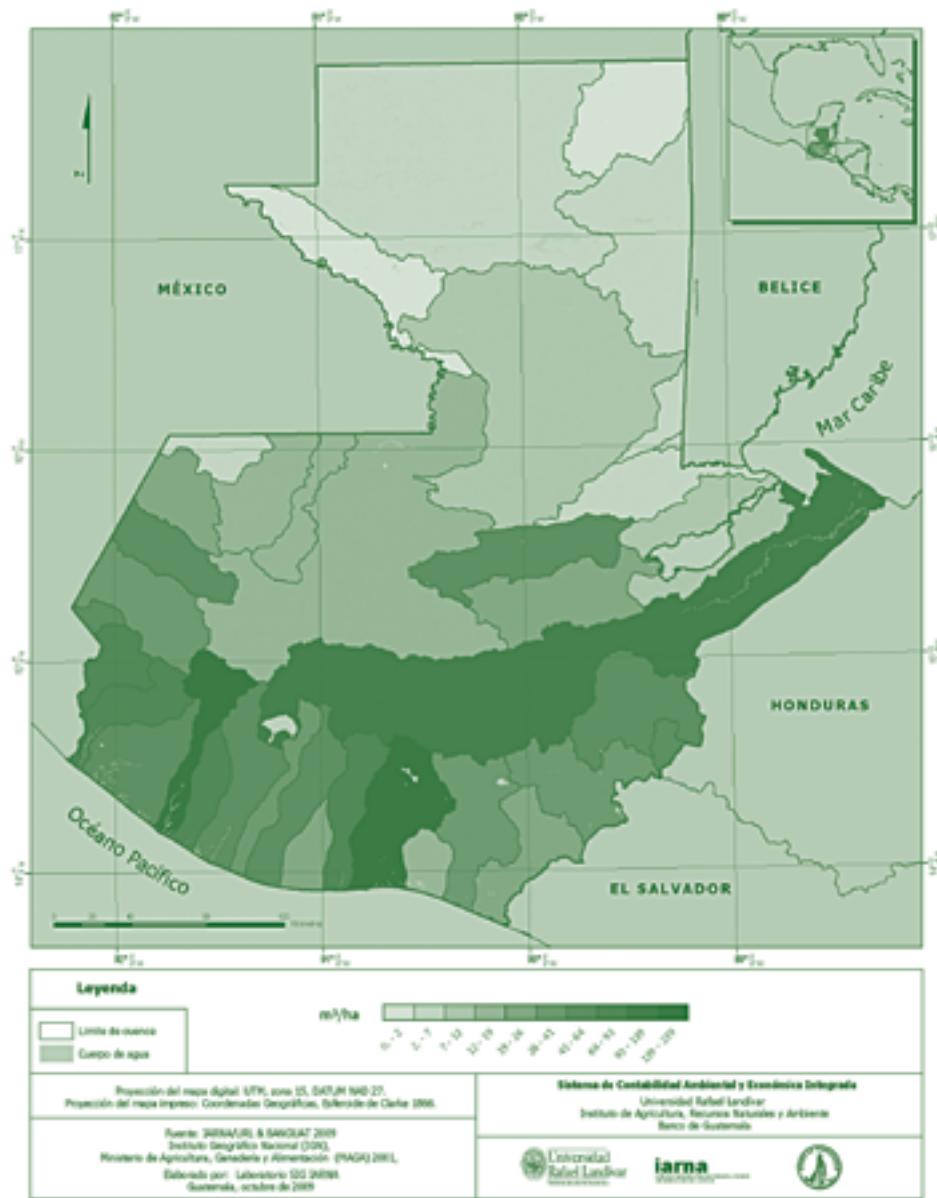
a la utilización, el consumo y los retornos de agua, a nivel nacional y por actividades económicas y de consumo. En este punto es importante diferenciar cada uno de los conceptos. La *utilización de agua* es todo uso que se hace del recurso; el *retorno de agua* es el volumen de agua que, luego de entrar al proceso de producción o de consumo, es vertida de nuevo al ambiente; el *consumo de agua* es la diferencia entre la utilización y el retorno del bien hídrico. Los indicadores derivados de la cuenta de flujos permiten identificar aquellas actividades que generan mayor presión sobre los recursos hídricos.

Al igual que los indicadores de la cuenta de flujos, es factible compararlos con variables poblacionales y territoriales, y obtener, por ejemplo, la utilización nacional de agua per cápita. Muchos países, como por ejemplo Dinamarca, Australia y Sudáfrica, generan es-

tos indicadores a partir de las cuentas (UN, 2007).

La Figura 7 muestra el volumen y el empleo de agua por parte de los hogares en las distintas cuencas del país.

Figura 7
Utilización de agua para uso doméstico en relación con la superficie de la cuenca hidrográfica (m³/ha). Año 2003



Fuente: Elaboración propia.

Indicadores muy interesantes son aquellos que combinan información económica con los resultados físicos de las cuentas. Los principales indicadores que surgen de la cuenta de agregados e indicadores complementarios son los de intensidad y productividad en el uso de agua (nacional o por sector). Estos proveen información sobre la eficiencia en la utilización del recurso. La **intensidad en el uso del agua** expresa cuánta agua se necesita para generar cierta cantidad de valor agregado. Este indicador se define como el cociente entre el volumen de agua utilizada y el valor agregado generado:

$$\text{Intensidad en el uso del agua} = \frac{\text{Volumen de agua utilizado}}{\text{Valor agregado}}$$

El indicador denominado **productividad en el uso del agua** es similar a los indicadores de productividad utilizados en los análisis económicos. Este expresa cuánto valor agregado es producido por unidad de agua utilizada. Se define como:

$$\text{Productividad en el uso del agua} = \frac{\text{Volumen de agua utilizado}}{\text{Valor agregado}}$$

El Cuadro 7 presenta la utilización de agua, el valor agregado generado y la intensidad y productividad en el uso del recurso para algunas actividades económicas definidas por la NAEG. Como se muestra, ésta puede ser información interesante a incluir en el debate de la gestión de los recursos hídricos del país.

Cuadro 7

Valor agregado, utilización de agua, y productividad e intensidad en el uso del agua para algunas actividades económicas. Año 2003

Actividad económica	Valor agregado (Q. corrientes)	Utilización de agua (m ³)	Productividad en el uso del agua (Q./m ³)	Intensidad en el uso del agua (m ³ /1,000 Q.)
Actividades agropecuarias	20,787,652,538.71	15,708,145,205.13	1.32	755.65
Explotación de minas y canteras	1,831,436,491.51	5,894,492.60	310.70	3.22
Industrias manufactureras	34,138,250,137.57	8,739,949,567.17	3.91	256.02
Generación, captación y distribución de energía eléctrica	3,717,382,593.57	3,546,690,219.14	1.05	954.07
Construcción	8,439,108,675.76	88,146,748.98	95.74	10.45
Comercio al por mayor y al por menor	25,597,496,118.16	42,386,997.27	603.90	1.66
Servicios	48,586,604,871.14	40,841,921.32	1,189.63	0.84

Fuente: Elaboración propia con base en datos de BANGUAT, INSIVUMEH, INE y SEGEPLAN.

5. Aspectos generales sobre la información utilizada



5. Aspectos generales sobre la información utilizada

5.1 Principales fuentes de información

5.1.1 Cuentas nacionales y ambientales

El marco conceptual y metodológico, tanto del SCN como del SCAEI, ha sido ampliamente desarrollado por las Naciones Unidas. Para el efecto, se utilizaron los manuales que estas instituciones han publicado sobre ambos sistemas (UN *et al.*, 2003; NU, BM, FMI, CCE & OCDE, 1993). Asimismo, se utilizó la adaptación del SCN hecha por el Banco de Guatemala para el país (BANGUAT, 2006a). Además de las fuentes citadas anteriormente, en el 2005 se contaba con una versión preliminar del manual de las cuentas de agua (UN, 2005), en tanto que a principios del 2007 se publicó la versión final del mismo (UN, 2007). Ambos sirvieron de base para la implementación de la CIRH.

5.1.2 Sobre recursos hídricos y otros aspectos vinculados

Una de las principales actividades para la compilación de la CIRH fue la búsqueda de información oportuna que permitiera establecer volúmenes de los cuerpos de agua superficiales y agua subterránea, así como información que proporcionara datos para estimar los flujos del ambiente a la economía y de la economía al ambiente. Como ya se explicó en una sección anterior, la información disponible no permitió determinar el volumen de agua con que se cuenta por cuerpo de agua y por río, por lo que se compiló la disponibilidad de agua promedio anual por cuenca. Además, se registró la riqueza de cuerpos de agua (ha).

Por otro lado, los flujos de agua de la economía hacia al ambiente (aguas residuales) tampoco pudieron determinarse en esta fase de la CIRH. Las principales fuentes de información utilizadas en la implementación de esta cuenta se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8**Principales fuentes de información utilizadas para la implementación de cada cuenta**

Cuenta	Información	Fuente	Institución/autor
Activos	Aqua superficial:		
	- Disponibilidad promedio por cuenca	Perfil Ambiental de Guatemala 2006	URL, IARNA e IIA
	- Localización de cuerpos de agua, superficie y longitud de los cuerpos de agua	Atlas hidrológico de Guatemala	INSIVUMEH
		Sistemas lacustres de Guatemala: recursos que mueren	Castañeda, C.
	- Rendimiento	Estaciones hidrometeorológicas	INSIVUMEH, INDE
		Estudios específicos de ríos	Varias
Flujos	Aqua subterránea:		
	Disponibilidad promedio por cuenca	Perfil Ambiental de Guatemala 2006	URL, IARNA e IIA
Flujos	Flujos naturales:		
	- Información climática e hidrológica	Estaciones hidrometeorológicas	INSIVUMEH, INDE
	- Información sobre recursos naturales	Estudios y reportes específicos	Varias
	Flujos ambiente-economía:		
	- Agua, hogares y población	Censo de población y habitación 2002, Encuesta de condiciones de vida (ENCOVI) 2002	INE
	- Agua y agricultura	Censo Nacional Agropecuario 2004, Mapa de uso de la tierra 2003, Base cartográfica del MAGA, Literatura sobre cultivos, Cuadros de oferta y utilización 2001- 2006	INE, MAGA, BANGUAT, SEGEPLAN, y otras (nacionales e internacionales)
Flujos	- Agua e industria	Cuadros de oferta y utilización 2001-2006	BANGUAT
		Literatura sobre uso de agua en procesos industriales y manufacturas	Diversas (nacionales e internacionales)

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Discrepancias entre fuentes

5.2.1 Capital hídrico a nivel nacional

En el país existen varias estimaciones de caudales medios anuales a nivel nacional. La primera aproximación fue desarrollada por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) en el marco del Plan Maestro de Electrificación en 1972. En 1992 el INSIVUMEH desarrolló el Balance Hídrico Superficial de la República de Guatemala para la UNESCO. Anteriormente, otro ejercicio similar había sido desarrollado por el Plan Maestro de Riego y Drenaje (PLAMAR) en la década de los 80. Los dos últimos presentan resultados similares; ambos calculan la evapotranspiración potencial (y no la real) y los resultados obtenidos para el escurrimiento superficial son menores a los obtenidos en las

estimaciones realizadas por el INDE (SEGEPLAN y BID, 2006).

En los últimos años han surgido dos iniciativas importantes que han estimado, a su vez, un balance hídrico nacional para Guatemala. Las dos primeras entregas del Perfil Ambiental de Guatemala (URL, IARNA e IIA 2004; 2006) incluyen un balance hídrico anual del país. Uno de los aportes principales de esta iniciativa es que, basándose en datos del INSIVUMEH, se elaboran caudales medios mensuales para las distintas cuencas del país. El Diagnóstico de la Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala elaborado por SEGEPLAN (SEGEPLAN y BID, 2006), presenta un balance hídrico basado en los caudales medios anuales estimados por el INDE. Debido a lo explicado anteriormente, la oferta

hídrica total de esta última iniciativa es mayor a la calculada y presentada en ambas ediciones del Perfil Ambiental de Guatemala. El Cuadro 9 hace una comparación de los datos presentados en ambos casos en cuanto a la oferta hídrica en el país.

Cuadro 9 Oferta hídrica por vertiente en la República de Guatemala según dos fuentes (millones de m³)

Fuente	Oferta hídrica: disponibilidad anual (millones de m ³)			
	Vertiente del Pacífico	Vertiente del Caribe	Vertiente del Golfo de México	Total
SEGEPLAN y BID, 2006	22,973.03	33,224.75	40,922.06	97,119.84
Perfil Ambiental de Guatemala 2006 (URL, IARNA e IIA, 2006)	23,808.84	23,612.45	45,967.20	93,388.49

Fuente: Elaboración propia.

En principio, la cuenta de activos de la CIRH debería presentar un inventario de agua que equivaldría a la oferta hídrica al inicio del

periodo contable. No obstante, como se explicó anteriormente, no fue posible estimar volúmenes para los sistemas lacustres y los ríos. El cambio en el inventario inicial sí fue parcialmente calculado, ya que se efectuaron estimaciones de utilización para los distintos usos del agua; sin embargo, no se estimó el volumen de las aguas residuales que retornan al ambiente y que, por lo tanto, suman al inventario final. Las estimaciones hechas para los distintos usos del agua se comparan con otras aproximaciones en la siguiente sección.

5.2.2 Usos del agua

En esta sección se comparan las estimaciones hechas en el marco de la CIRH con aquellas presentadas en el Perfil Ambiental de Guatemala 2006 y en el Diagnóstico de la Estrategia para GIRH de SEGEPLAN y BID (2006). La cuenta de flujos físicos de la CIRH estimó la utilización de agua por parte de las principales actividades económicas del país. El Cuadro 10 presenta las distintas aproximaciones.

Cuadro 10 Utilización de agua por distintas actividades económicas y de consumo, de acuerdo con distintas fuentes (millones de m³)

Usos	SEGEPLAN y BID (2006)	Fuente	
		Perfil Ambiental de Guatemala 2006 (URL, IARNA e IIA, 2006) (para año 2005)	Cuenta Integrada de Recursos Hídricos (CIRH) (para año 2003)
Uso doméstico	834	326	393
Uso agrícola			
Riego	3,957	1,886	3,775
Agricultura de secano			11,901
Uso industrial	343	929	8,601
Uso minero	0.9		5
Uso hidroeléctrico	4,453	4,511	3,546

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 10 muestra que, si bien existen similitudes entre algunos datos, también hay discrepancias significativas entre otros. En el caso del uso doméstico, la aproximación hecha por SEGEPLAN y BID (2006) es dos veces mayor que las presentadas en la CIRH y en el Perfil Ambiental de Guatemala 2006, el cual basa sus cálculos en los porcentajes municipales de cobertura de servicio de agua potable del Sistema de Agua Potable y Saneamiento (SAS). Tanto la CIRH como SEGEPLAN y BID utilizan los datos del Censo de Población y Habitación 2002 y, por lo tanto, incluyen el acceso a agua para fines domésticos que no provengan exclusivamente de tubería. No obstante, SEGEPLAN y BID aplican un coeficiente de utilización de agua per cápita que discrimina únicamente entre tipo de acceso a agua y área (urbana y rural). Las estimaciones presentadas en la CIRH, en cambio, incorporan también el criterio de región administrativa del país. En este sentido, se establecieron coeficientes de consumo por región administrativa que distinguen entre tipo de acceso a agua y área. Los cálculos y sus supuestos se presentan más adelante.

En cuanto a los cálculos hechos para estimar el consumo agrícola en concepto de riego, las metodologías empleadas por la CIRH y SEGEPLAN y BID son similares, con resultados parecidos. Éstas se basan en los datos presentados por el Censo Agropecuario 2003, en combinación con otros datos de cultivos bajo riego, así como con los tipos y eficiencias de los distintos sistemas de riego. El Perfil Ambiental de Guatemala 2006, por su parte, utiliza información generada por la Unidad de Operaciones Rurales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y la complementa con datos del Plan de acción para la modernización y fomento de la agricultura bajo riego e información sobre demandas de riego de los sectores cañero y bananero. Uno de los

grandes aportes de la CIRH a este respecto es que también estima la utilización de agua de la agricultura bajo condiciones de secano, es decir, que estima el volumen de lluvia aprovechada por la agricultura nacional.

En cuanto a la estimación de la utilización de agua por parte de la industria, las metodologías son significativamente diferentes. El Perfil Ambiental de Guatemala 2006 utiliza coeficientes de utilización que se basan en el número de empleados por industria; SEGEPLAN y BID hacen sus proyecciones tomando como criterio el valor agregado generado por las mismas. Las estimaciones presentadas en la CIRH no siguieron una sola metodología, sino que se basaron en una revisión amplia de literatura que permitió decidir qué criterios emplear para el cálculo de utilización de cada industria en particular. Además de los criterios citados anteriormente, también se usaron coeficientes de utilización de agua por unidad producida de algunos productos en particular.

5.3 Cálculos especiales

5.3.1 Utilización de agua en actividades agrícolas

La utilización de agua para cultivos agrícolas puede darse esencialmente de dos formas. En primer lugar, éstos aprovechan la humedad del suelo producto de la precipitación natural, en lo que se ha denominado agricultura de secano o en condiciones de secano. En segundo lugar, se les puede proveer de agua de manera artificial, que se conoce como riego agrícola. En este contexto, y con el propósito de estimar la utilización agrícola de agua, se distinguió entre agricultura de riego y agricultura de secano. Para cada una de éstas, los cálculos se basaron en diferentes supuestos que se describen en las siguientes secciones, y que permiten

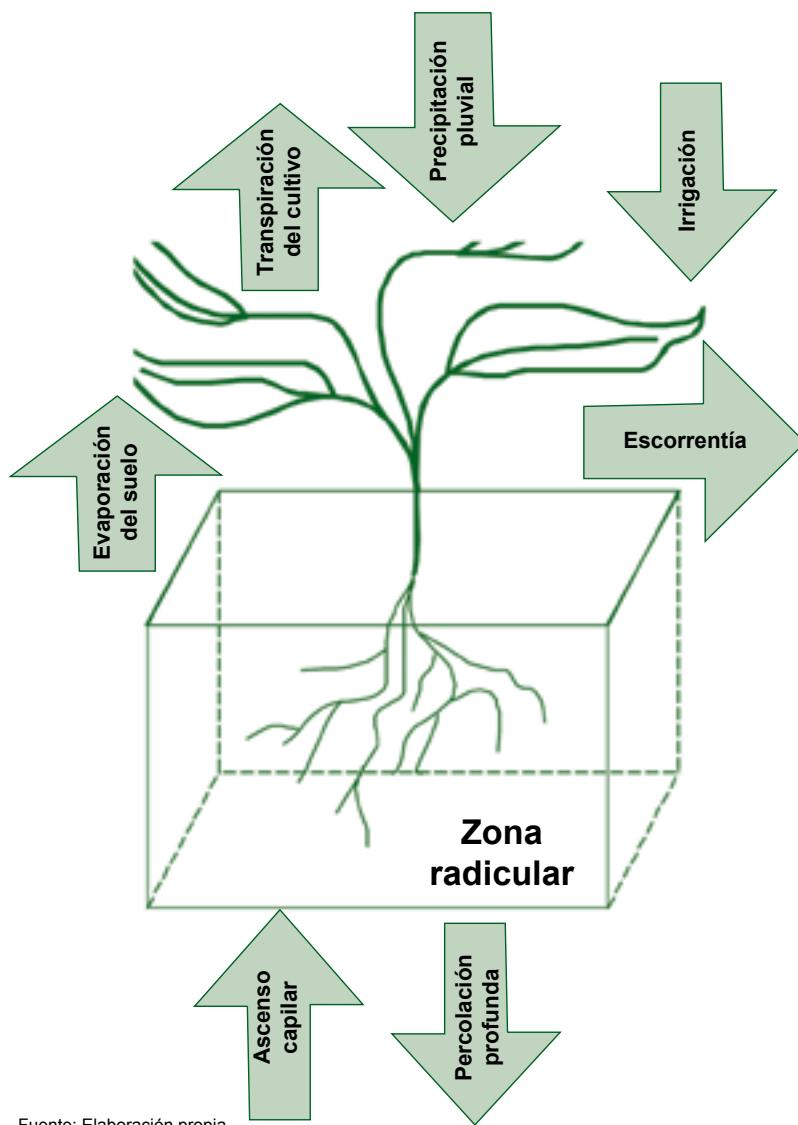
tieron obtener las estimaciones de utilización de agua para los principales cultivos de importancia económica a nivel nacional.

5.3.1.1 Agricultura de secano

En el caso de la agricultura de secano, en la que se asume que los cultivos no reciben agua de manera artificial, el procedimiento seguido para la estimación del volumen de agua utili-

zada se basó en el cálculo de la evapotranspiración acumulada durante el período de crecimiento de los cultivos. Este proceso se concibe como un flujo de agua que, luego de estar almacenada en el suelo, es utilizada por la economía. La estimación de agua transpirada (o utilizada) por los cultivos durante su ciclo de crecimiento requiere del planteamiento de un modelo que describa los flujos de agua en la zona radicular, el cual se ilustra en la Figura 8.

Figura 8
Flujos de agua en la zona radicular de los cultivos



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 8 muestra que el agua almacenada en la zona radicular puede provenir básicamente de tres procesos: precipitación pluvial, ascenso de agua desde capas del suelo por debajo de la zona radicular como resultado del movimiento capilar de agua y, en forma artificial, a través del riego. Los procesos a través de los cuales la zona radicular pierde agua son: evaporación del suelo, transpiración de las plantas, percolación hacia capas más profundas del suelo y escorrentía superficial y sub-superficial. En el ejercicio de simulación acá descrito se pone atención particular a la evaporación y a la transpiración por parte de los cultivos agrícolas, a cuya acción combinada se llama evapotranspiración, y en donde se considera a la precipitación pluvial como única fuente de agua. La evapotranspiración es uno de los procesos que definen el balance hídrico en la zona radicular de las plantas, y cuya ocurrencia es esencial para el crecimiento de los cultivos.

La base del cálculo de evapotranspiración de los cultivos agrícolas es la siguiente fórmula:

$$ET_c = K_c ET_o$$

en donde ET_c es la evapotranspiración del cultivo, ET_o es la evapotranspiración de referencia y K_c es un coeficiente de cultivo.

La evapotranspiración de referencia es un parámetro climático que expresa el poder evaporativo de la atmósfera y sus métodos de estimación consideran el efecto de varias condiciones atmosféricas en ella (Chapagain & Hoekstra, 2004). Existen diferentes fórmulas para calcular la evapotranspiración de referencia. En este estudio se utilizó, en la medida que lo permitía la disponibilidad de datos climáticos, la ecuación de FAO Penman-Monteith (FAO, 2006). Para estaciones meteorológicas en las

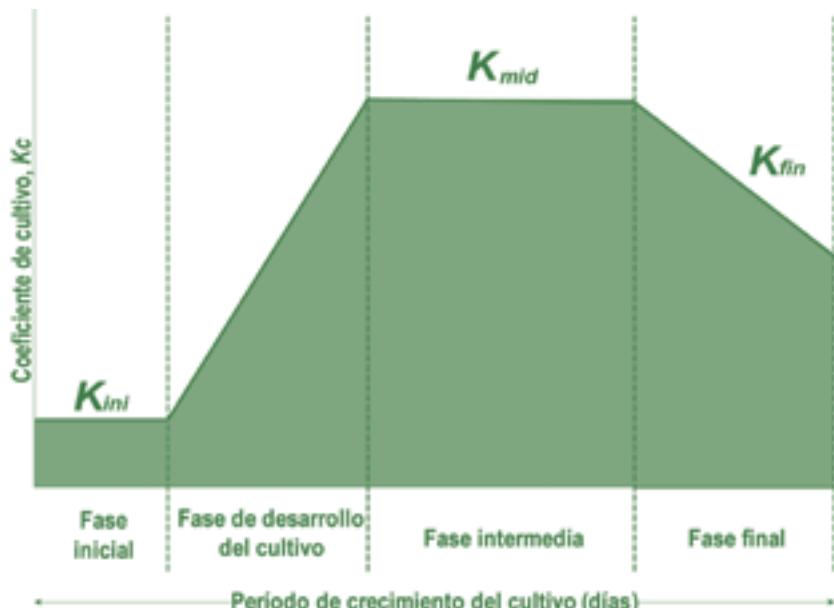
que no se disponía de mediciones suficientes para utilizar la ecuación anterior, se utilizó la ecuación de Hargreaves. Como se muestra en la fórmula presentada anteriormente, a fin de considerar las características particulares de cada cultivo en lo que a evapotranspiración concierne, la evapotranspiración de referencia calculada debe modificarse con base en la utilización de los llamados coeficientes de cultivo (K_c). El coeficiente de cultivo es una cifra que, al ser multiplicada por la evapotranspiración de referencia, resulta en una estimación de la evapotranspiración de un cultivo en una etapa fenológica determinada.

Debido a que las relaciones entre agua, suelo y planta varían a lo largo del ciclo fenológico, se asignan coeficientes de cultivo diferentes de acuerdo con la etapa de crecimiento de los mismos. El comportamiento típico de este coeficiente para un cultivo anual se ilustra en la Figura 9. Como se puede observar, en la etapa inicial del crecimiento, el coeficiente de cultivo (K_{ini}) es bajo. Luego de esta fase, ocurre una etapa de acelerado crecimiento vegetativo en la cual las demandas de agua son crecientes. Esto se expresa a través del aumento continuo en el valor del coeficiente de cultivo hasta llegar a una fase intermedia en la cual se alcanza la madurez de la planta y los requerimientos hídricos permanecen estables (K_{mid}). Posteriormente, el cultivo entra en la fase final de su ciclo de vida, durante la cual se observa una reducción de la evapotranspiración (el coeficiente de cultivo disminuye). En el Anexo 2 se muestran los coeficientes de cultivo y la duración de las fases de crecimiento para algunos cultivos anuales considerados en este estudio¹².

¹² Para una descripción detallada de los cálculos de balance de agua en el suelo ver Raes, 2002.

Figura 9

Comportamiento típico del coeficiente de cultivo a lo largo del período de crecimiento de un cultivo anual



Fuente: Chapagain & Hoekstra, 2004.

El cálculo de evapotranspiración de referencia fue realizado con base en datos de parámetros climáticos obtenidos de estaciones meteorológicas ubicadas en diferentes puntos del país. En virtud de que el cálculo de ET_C practicado para cada una de las estaciones meteorológicas había de combinarse con datos de producción agrícola levantados a nivel municipal, se hizo necesario aplicar una técnica de interpolación. Para tal efecto se trazaron polígonos que definen el espacio de influencia de los datos provenientes de una estación meteorológica dada. El trazo de polígonos siguió el criterio de los po-

lígonos de Thiessen, a partir del cual todos los puntos del país quedan asociados a la estación meteorológica más cercana. La Figura 10 muestra la distribución geográfica de las estaciones meteorológicas de la red del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y el resultado final del trazo de polígonos de Thiessen. Asimismo, queda en evidencia que la distribución de las estaciones meteorológicas es heterogénea a lo largo del territorio nacional e insuficiente para reflejar adecuadamente la diversidad climática del país.

Figura 10
Ubicación de las estaciones meteorológicas y polígonos derivados



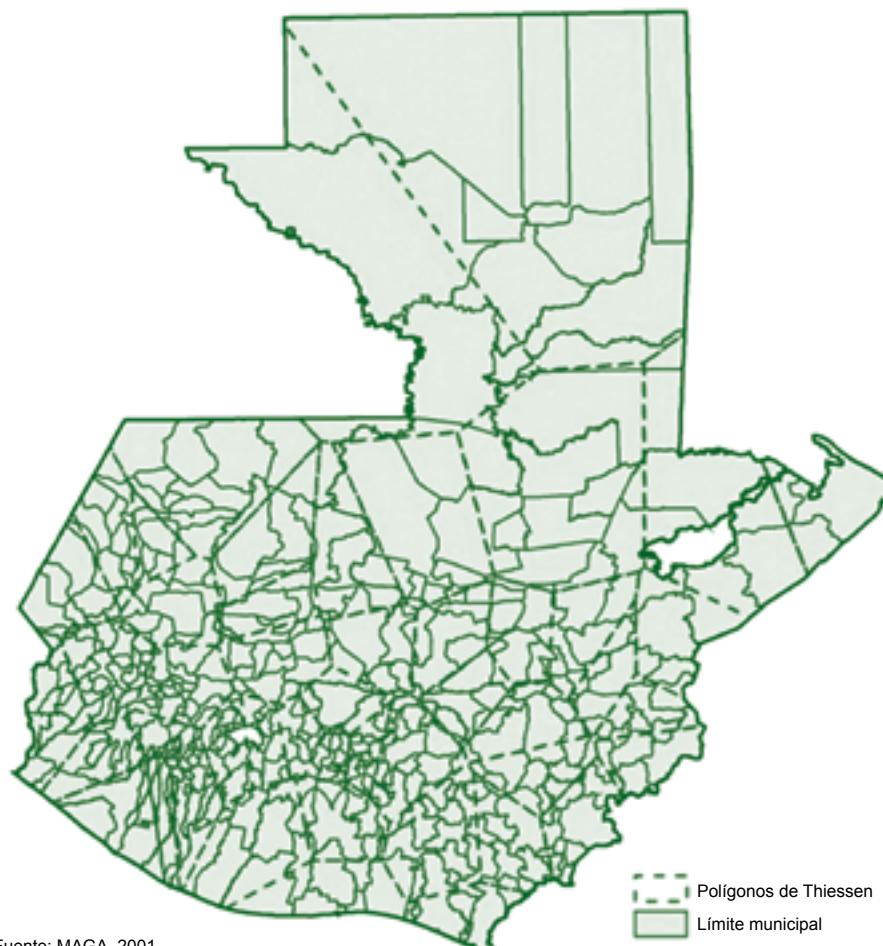
Fuente: MAGA, 2001.

Una vez obtenido el mapa de polígonos de Thiessen, se estableció la intersección de cada polígono con los municipios del país. A partir de allí, se determinó la estación meteorológica que habría de utilizarse para procesar la información agrícola de cada municipio. La Figura 11 presenta los límites municipales del país y muestra las intersecciones correspondientes con los polígonos de Thiessen, evidenciando que la mayor parte de municipios tiene traslape con más de un polígono. En estos casos se calculó la superficie municipal que correspondía a cada uno de los polígonos de Thiessen con los que ocurría el traslape y se asumió que

la superficie cultivada por municipio se distribuía homogéneamente.

El procedimiento descrito anteriormente permitió establecer, para cada cultivo por municipio, la superficie cultivada que había de asociarse a cada estimación de ET_C , es decir, a los datos de cada una de las estaciones meteorológicas. El paso siguiente para la estimación de la utilización de agua por los cultivos consistió en la multiplicación de tal superficie cultivada por el valor de evapotranspiración de cada cultivo durante todo su ciclo de crecimiento.

Figura 11
Intersección entre polígonos de Thiessen y límites municipales



Fuente: MAGA, 2001.

En síntesis, la agricultura de secano se basa en la utilización de agua que, como resultado de flujos naturales y propios del ciclo hidrológico, se almacena en el suelo y se encuentra disponible para el aprovechamiento de las plantas. Esta transferencia de agua almacenada en el suelo a plantas de interés económico es concebida, en el marco de la contabilidad de agua, como un flujo de agua del sistema natural a la economía. La Figura 12 resume de manera esquemática los pasos efectuados para la determinación del volumen utilizado por los cultivos en condiciones de secano. La estimación de este volumen a una escala nacional requirió la adopción de varios supuestos, siendo los más importantes:

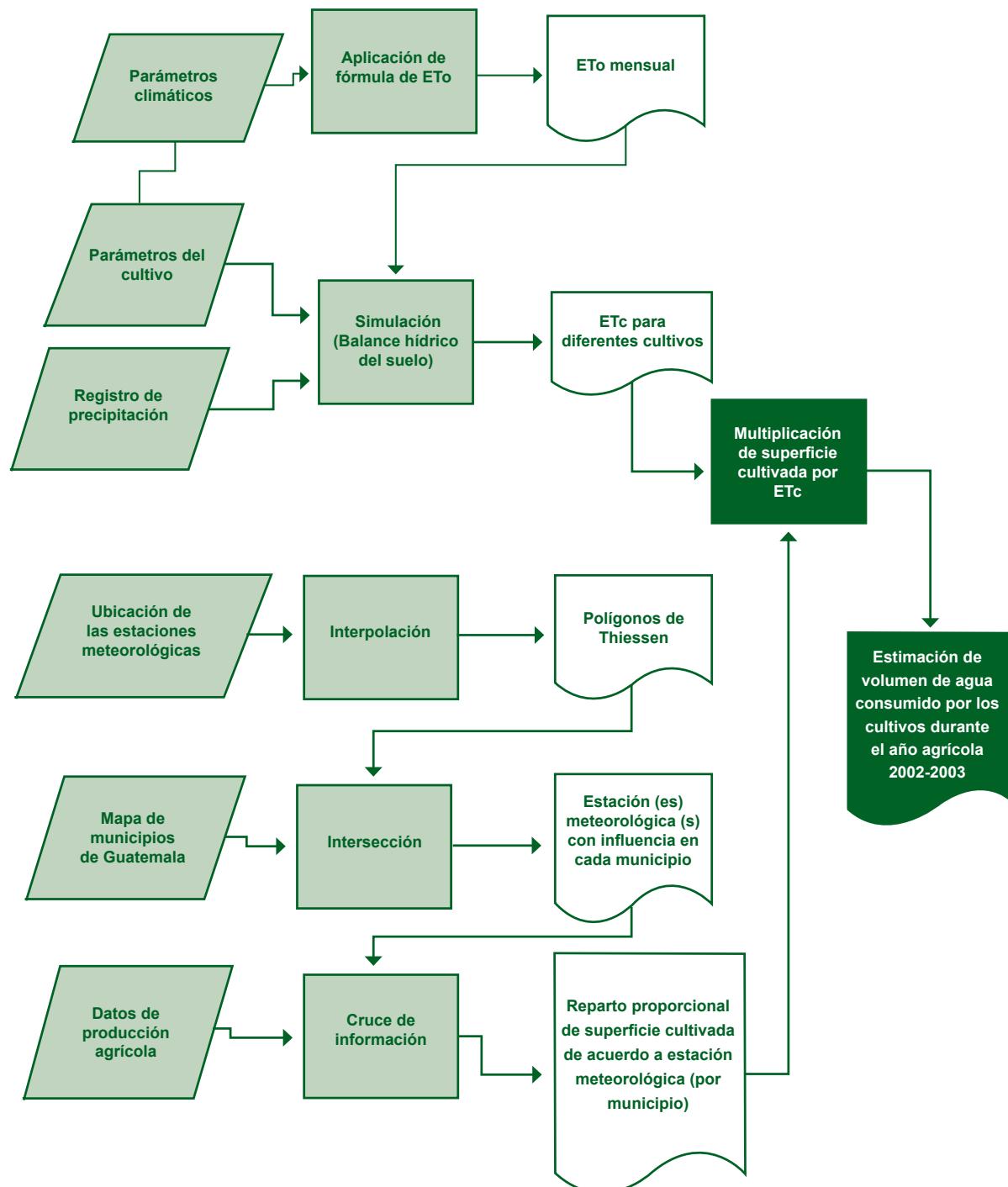
- La capacidad de almacenamiento de agua en el suelo y la presión de succión que ha de ser ejercida por las raíces de las plantas para aprovecharla, están determinadas en gran medida por las características del suelo. Con el fin de simplificar el análisis, se asumieron condiciones de suelos de textura media.
- El Censo Agropecuario 2003 –CENAGRO– (INE, 2004) presenta la in-

formación y datos de producción agrícola a nivel municipal. Ya que la intersección de capas geográficas de municipios y de áreas de incidencia de estaciones meteorológicas (polígonos de Thiessen) resultó en que muchos municipios correspondían a más de una estación meteorológica, se asumió que el área cultivada de cada uno de los cultivos se distribuye homogéneamente en la superficie del municipio.

- Si bien es un patrón general que el inicio de la siembra de varios cultivos ocurra durante el mes de mayo –alrededor del inicio de la época lluviosa–, existen diferencias regionales. Para fines de la simulación realizada, se asumió que el inicio del periodo de crecimiento de los cultivos fue el 15 de mayo.
- Las diferencias en cuanto a requerimientos de agua entre distintas variedades de una misma especie vegetal cultivadas en el país no se consideraron en el análisis. Se utilizaron parámetros de cultivo estándar de acuerdo a cada especie.

Figura 12

Representación esquemática del proceso de estimación de la utilización de agua por cultivos agrícolas en condiciones de secano



Fuente: Elaboración propia.

5.3.1.2 Agricultura de riego

La agricultura bajo riego es una actividad importante en cuanto a su demanda de agua en el país. El Censo Agropecuario (CENAGRO), provee información de área cultivada bajo riego por finca censal, indicando el método de riego utilizado y la fuente de extracción de agua. No se indican, sin embargo, los cultivos bajo irrigación ni

se reportan datos relacionados a la cantidad de agua de riego aplicada. A fin de estimar el riego aplicado durante el período registrado en el CENAGRO, se combinaron los datos reportados en dicha fuente con otros parámetros relacionados con los cultivos bajo riego, así como al volumen aplicado por unidad de superficie. Estos criterios fueron tomados de SEGEPLAN y BID (2006) y se presentan en los cuadros 11 y 12.

Cuadro 11

Superficie regada según los principales cultivos (hectáreas y porcentajes)

Código NAEG	Cultivos	Superficie cultivada (ha)	Porcentaje del total regado
1.2	Banano	22,400	7.18
2.4	Caña de azúcar	168,490	54.00
2.2	Flores y follajes	2,800	0.90
2.4	Limón	3,500	1.12
2.3	Mango	3,500	1.12
2.3	Berries	350	0.11
2.4	Palma africana	30,800	9.87
2.3	Papaya	980	0.31
2.3	Piña	2,100	0.67
2.3	Plátano	8,400	2.69
2.4	Pasto	14,000	4.49
2.4	Otros permanentes	2,170	0.70
2.3	Melón	5,530	1.77
2.2	Tomate	2,800	0.90
2.2	Cebolla	1,320	0.42
2.2	Otras hortalizas y cultivos anuales	42,900	13.75
Total		312,040	100.00

Fuente: SEGEPLAN y BID, 2006.

Cuadro 12

Principales parámetros utilizados para el cálculo de utilización de agua en agricultura de riego

Método de riego	Aspersión	Gravedad	Goteo	Otro
Eficiencia	0.7	0.9	0.5	0.6
Demandas de agua por tipo de cultivo				
Tipo de cultivo	Demandas (m ³ /ha)		Eventos de riego	
Caña de azúcar	500		12	
Palma africana	340		27	
Banano-plátano	500		27	
Melón	525		25	
Hortalizas y otros anuales	280		24	

Fuente: SEGEPLAN y BID, 2006.

5.3.2 Producción pecuaria y productos hidrobiológicos

5.3.2.1 Producción pecuaria

La producción pecuaria comprende la crianza de diferentes tipos de animales de importancia económica. La utilización de agua asociada a esta actividad está relacionada esencialmente con la demanda animal de bebida y con otras actividades vinculadas a las prácticas de la producción pecuaria, tales como la limpieza de instalaciones y otros servicios. La distribución geográfica de la producción animal guarda relación con la aptitud de las tierras para tal actividad, así como con la disponibilidad de recursos que, como el agua, son imprescindibles para el desarrollo de los animales. El CENAGRO muestra que los departamentos de Petén,

Escuintla, Izabal, Jutiapa y Retalhuleu son los más importantes en cuanto a actividades pecuarias se refiere.

Los datos de tamaño de hato ganadero, en combinación con información acerca de la utilización de agua por tipo de ganado y edad, son los parámetros necesarios para estimar la utilización de agua que corresponde a la producción pecuaria. Los datos relacionados con los hatos ganaderos fueron tomados del CENAGRO. La demanda diaria de agua para bebida de un animal, por otro lado, depende de su raza, sistema de producción, clima y otros factores. Para los fines de los cálculos hechos en la presente estimación, se adaptaron coeficientes reportados por Chapagain & Hoekstra (2004). Éstos se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13
Coeficientes utilizados para la estimación de la utilización de agua en la producción pecuaria

Tipo de ganado	Grupo de edad	Requerimiento de agua (l/animal/día)	Observaciones
Vacuno (para carne)	Ternero	7.5	
	Novillo	25	
	Adulto	Bebida: 31 Servicios: 5	
Porcino		33	
Aves de corral		0.24	
Caballar, asnal		40	
Otros animales		10	Ovejas, cabras, caballos, asnos, mulas y burdéjanos

Fuente: Elaboración propia con base en Chapagain & Hoekstra, 2004.

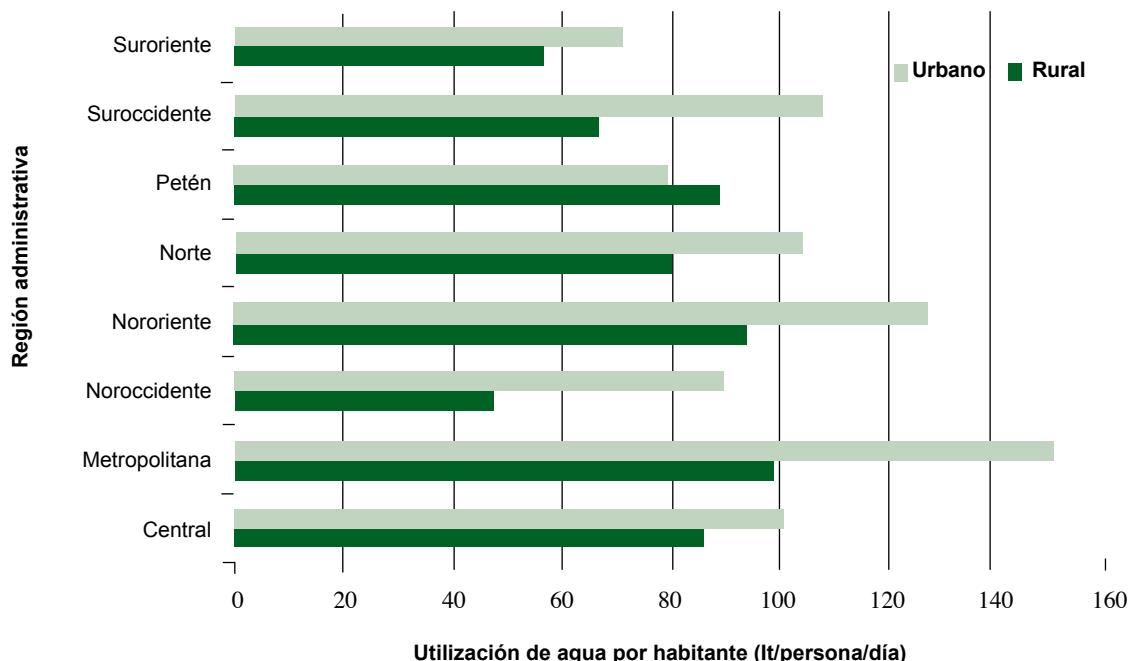
5.3.3 Utilización de agua por parte de los hogares

La estimación del volumen anual de agua con fines domésticos se basó en el establecimiento de coeficientes de utilización diaria *per cápita* que fueron multiplicados por los correspondientes datos censales de población. Las fuentes principales de información fueron la Encuesta de Condiciones de Vida del año 2000 –ENCOVI 2000– (INE, 2001) y el Censo de Población y Habitación del año 2002 (INE, 2003), cuyos datos fue posible enlazar a fin de estimar la utilización de agua por parte de los hogares guatemaltecos, gracias a que la segunda brinda información sobre la fuente de agua para cada vivienda del país, así como la región administrativa y la categoría de ur-

bano o rural. Para el establecimiento de estos coeficientes de utilización se partió de la premisa de que la utilización diaria *per cápita* varía de acuerdo al área (rural o urbana), la región administrativa del país y las facilidades de acceso al agua.

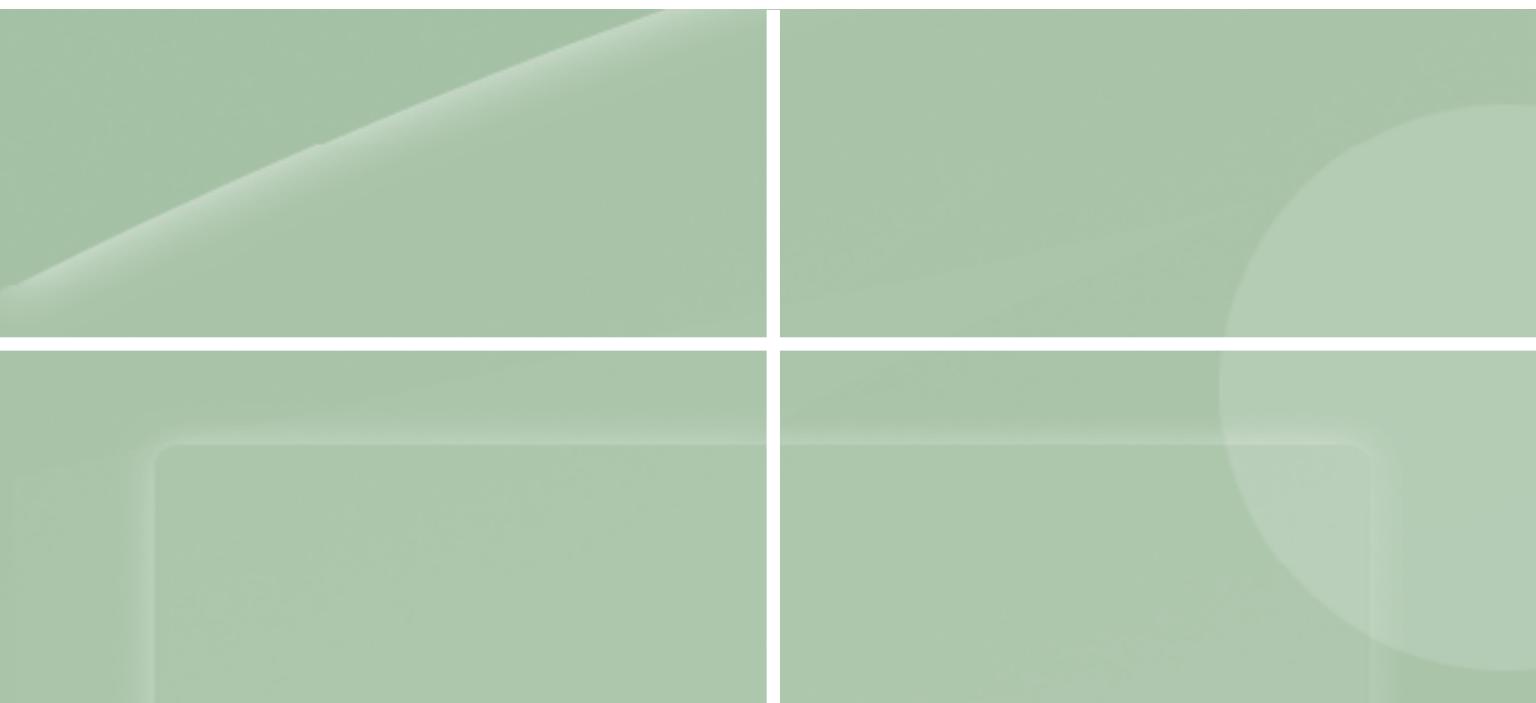
La Figura 13 muestra los valores promedio de utilización diaria *per cápita* estimados para las regiones administrativas, distinguiendo entre área rural y urbana. Los datos evidencian la existencia de patrones distintos de utilización de acuerdo con cada una de las categorías mostradas. Es notorio, por ejemplo, que en general existe una mayor utilización de agua en el ámbito urbano que en el rural. Los valores más altos ocurren en las áreas urbanas de las regiones metropolitana y nororiente.

Figura 13
Coeficientes de utilización diaria per cápita, según región administrativa y área urbana o rural



Fuente: Elaboración propia.

6. Proceso de implementación de la CIRH

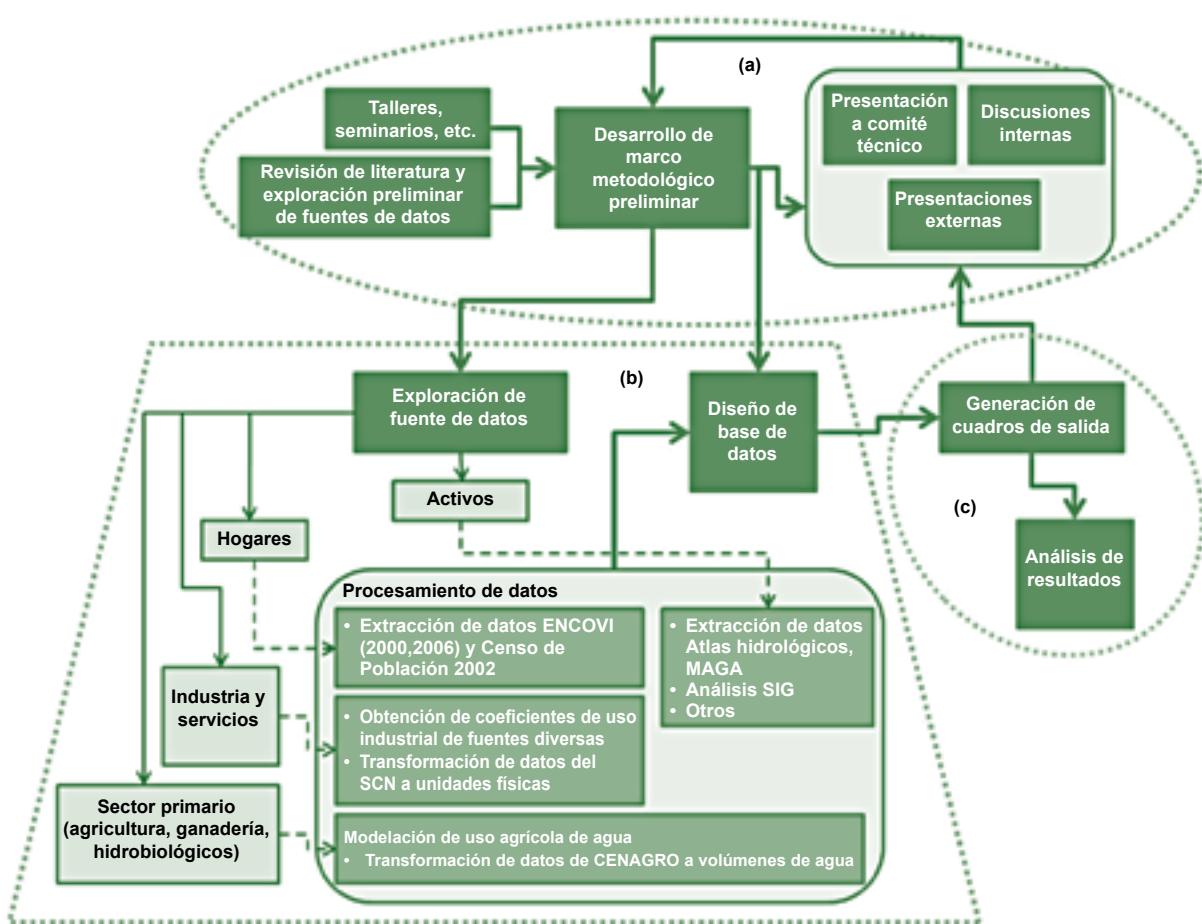


6. Proceso de implementación de la CIRH

La formulación e implementación de la CIRH ha sido consistente con las etapas del proceso de desarrollo y consolidación del SCAEI en Guatemala, presentadas anteriormente (Figura 3). En el caso específico de la CIRH, pueden identificarse tres etapas básicas que se presen-

tan en la Figura 14: (a) Formulación, aplicación y validación del marco analítico y metodológico; (b) Compilación y/o generación de la información necesaria para la etapa anterior; y (c) Análisis de la información, producción de resultados y generación de propuestas.

Figura 14
Esquema de implementación de la CIRH



Debido a que el tema de las cuentas ambientales y de la contabilidad nacional en general era desconocido aún para el mismo equipo que habría de implementar el proyecto, en un principio se organizó e impartió una serie de talleres y seminarios con la participación de expertos nacionales e internacionales. Estas actividades, complementadas por una revisión de literatura y estudio de los marcos conceptuales del SCAEI y la contabilidad del agua, permitieron desarrollar un marco metodológico preliminar y específico para la implementación de la CIRH.

El marco analítico fue constantemente sometido a tres instancias de discusión. De hecho, el proceso de discusión y retroalimentación que se dio para cada uno de los pasos que se efectuaron fue un componente importante en la implementación de CIRH. En este sentido, se organizó y contó con un comité técnico conformado por expertos relacionados al tema de agua y de contabilidad nacional y ambiental. Esta instancia proporcionó insumos para el ajuste de los métodos utilizados en las estimaciones y cálculos realizados, así como en el desarrollo del marco metodológico en ge-

neral. Si bien no todas las recomendaciones pudieron ser incorporadas debido a diversas razones (poca disponibilidad de datos, contradicciones y dificultades metodológicas, etc.), sí se consideraron, y se esperaría que las tareas pendientes puedan ser incluidas en próximas fases de la CIRH. La Figura 14 muestra que este fue un proceso circular, el cual permitió retroalimentar y ajustar los productos intermedios de la CIRH.

La exploración de fuentes de datos para la construcción de las cuentas de activos y de flujos fue seguida del procesamiento de los mismos. Posteriormente, se diseñó una base de datos que dio origen a los cuadros de salida de la CIRH. Si bien los resultados de la cuenta se sintetizan en cuadros, éstos requirieron de una revisión exhaustiva de fuentes primarias y secundarias de información. A pesar de que en esta primera fase de la CIRH únicamente se logró hacer estimaciones relativas al uso del recurso, los resultados obtenidos presentan un gran potencial de análisis para el diseño de instrumentos y políticas que permitan una gestión más sostenible de los recursos hídricos nacionales.

7. Consideraciones finales

7. Consideraciones finales

La disponibilidad de información confiable es uno de los mayores retos que afronta la gestión integrada de los recursos hídricos. La CIRH propone un marco analítico que ordena estadísticas relativas a los recursos hídricos en términos físicos, de manera que éstas puedan vincularse a otro tipo de datos, en particular a los que proporciona el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN).

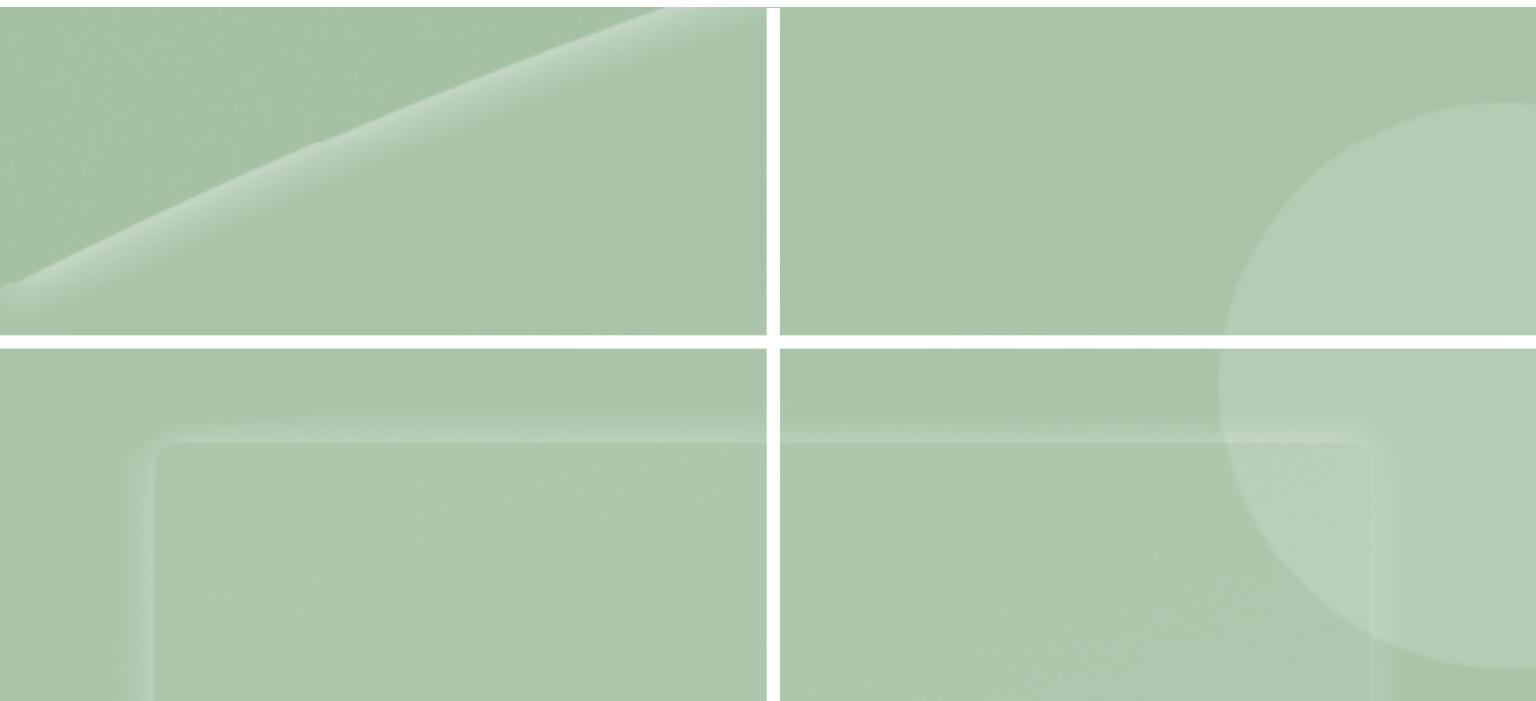
En principio, la implementación de la CIRH hizo uso de la información ya existente y generada principalmente por las diferentes entidades oficiales. No obstante, buena parte de la información que sirvió como base para las estimaciones provino de otras fuentes. La compilación de la CIRH permitió además, evaluar la confiabilidad de los datos, mejorar parte de éstos e identificar los principales vacíos de información relacionados al recurso que tienen que ver con:

- Requerimientos de agua en los procesos industriales llevados a cabo en el país;
- Participación de las fuentes superficiales y subterráneas en la oferta de agua por actividad económica;
- Cantidad y calidad de los retornos de agua; y
- Conexión a drenajes, agua tratada por actividad económica y reutilización del recurso.

La carencia de información es un desafío importante para la planificación del recurso. Por un lado, es importante conocer la oferta hídrica a lo largo del año, y por otro, es fundamental identificar las demandas del recurso, no sólo como factor de producción y bien de consumo, sino también en cuanto a depósito de aguas residuales. Con todo y las limitaciones de información encontradas, la CIRH presenta una descripción detallada de la utilización del recurso a nivel nacional. En este sentido, permite identificar y valorar las principales presiones en términos de volumen demandado y deducir intensidades y eficiencias en el uso del agua derivadas de las actividades económicas estudiadas. Este debiera ser el punto de partida para el diseño y aplicación de instrumentos sectoriales que permitan un manejo más racional del recurso a nivel nacional.

Adicionalmente, la aplicación de la metodología a nivel de cuenca promete tener un gran potencial en cuanto a favorecer de manera efectiva la planificación del recurso en territorios específicos. En este contexto, debiera considerarse seriamente la implementación de este tipo de cuentas en cuencas que, por sus características específicas (tanto hidrológicas, como climáticas y socioeconómicas), ameriten de forma apremiante una planificación del recurso, a manera de garantizar la satisfacción de las demandas ecológicas, sociales y económicas, y hacer sostenible la gestión.

Referencias bibliográficas



Referencias bibliográficas

1. Aguilera Klink, F. (1995). Economie, eau et environnement: quelques facteurs d'interdépendance. *Cahiers options méditerranéennes* (9), 9-20.
2. Aguilera Klink, F. (2001). Economía del agua: Algunas cuestiones ignoradas mucho antes del nuevo milenio. En Ribot L., Baldeón J., y Villares R. (Eds.). *Dos milenios en la historia de España*. Madrid, España: Nuevo Milenio.
3. Aguilera Klink, F. (2006). Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana* 14 (5).
4. Alfieri, A. (sf). *Integrated environmental and economic accounting for water resource*. [Presentación de power point].
5. Appels, Douglas & Dwyer. (2004). *Responsiveness of demand for irrigation water: a focus on the southern Murray-Darling basin* (Productivity Commission Staff Working Paper).
6. Arntzen, J. & Setlhogile, T. (2007). Mainstreaming wastewater through water accounting: The example of Botswana. *Physics and Chemistry of the Earth* 32, 1221-1230.
7. BANGUAT (Banco de Guatemala). (2007). *Sistema de Cuentas Nacionales 1993* –SCN 93– Año base 2001. (*Aspectos metodológicos*.) Tomo I. Guatemala: Autor.
8. Cai, X. & Rosegrant, M. (2005). Water management and food production in China and India: A comparative assessment. *Water Policy* 7, 643–663.
9. Cai, X., McKinney, D. & Rosegrant, M. (2004). Sustainability analysis for irrigation water management in the Aral Sea region. *Agricultural Systems* (76), 1043-1066.
10. Castañeda, J. P. (2006). Cuentas verdes: estado y perspectivas. En: URL, IARNA e IIA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente e Instituto de Incidencia Ambiental). *Análisis de coyuntura ambiental* (Documento técnico del Perfil Ambiental de Guatemala). Guatemala: Autor.
11. CBD (Convention on Biological Diversity). (2005). *Inland water biodiversity. Introduction*. Montréal: Convention on Biological Diversity, Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
12. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2005). *Cuentas ambientales: conceptos, metodologías y avances en los países de América Latina y el Caribe* (Serie Manuales 58). Santiago de Chile: Autor, División de Estadística y Proyecciones Económicas y Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia.

13. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2007). *Las cuentas nacionales: lineamientos conceptuales, metodológicos y prácticos* (Serie Manuales 58). Santiago de Chile: Autor, División de Estadística y Proyecciones Económicas y Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia.
14. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2009). *Estado de la situación de las estadísticas ambientales en América Latina y el Caribe al 2008: avances* (Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos 67). Santiago de Chile: Autor, División de Estadística y Proyecciones Económicas.
15. Chapagain, A. & Hoekstra, A. (2004). *Water footprints of nations. Volume 1: main report.* (Research repor series no. 16). The Netherlands: Institute for Water Education, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
16. CI-USA (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América). (2000). *Evaluación de recursos de agua de Guatemala.* Guatemala: Autor.
17. EIA (Energy Information Administration). (2009). *International Energy Outlook 2009.* Washington: Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy.
18. El Serafy, S. (2002). La contabilidad verde y la sostenibilidad. En: Información Comercial Española, ICE: *Revista de Economía* 800,15-30. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Secretaría de Estado de Turismo y Comercio.
19. European Communities. (2001). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
20. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Informe resumido.* Roma: Autor.
21. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.* Roma: Autor.
22. Hambira, W. (2007). Natural resources accounting: A tool for water resources management in Botswana. *Physics and Chemistry of the Earth* 32, 1,310-1,314.
23. Hecht, J. (2007). National Environmental Accounting: A Practical Introduction. *International Review of Environmental and Resource Economics* 1, 03-66.
24. IEA (International Energy Agency). (2009). *Key world energy statistics.* Paris: Autor.
25. INE (Instituto Nacional de Estadística). (2003). *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002.* Guatemala: Autor.
26. INE (Instituto Nacional de Estadística). (2004). *IV Censo Agropecuario 2003.* Guatemala: Autor.

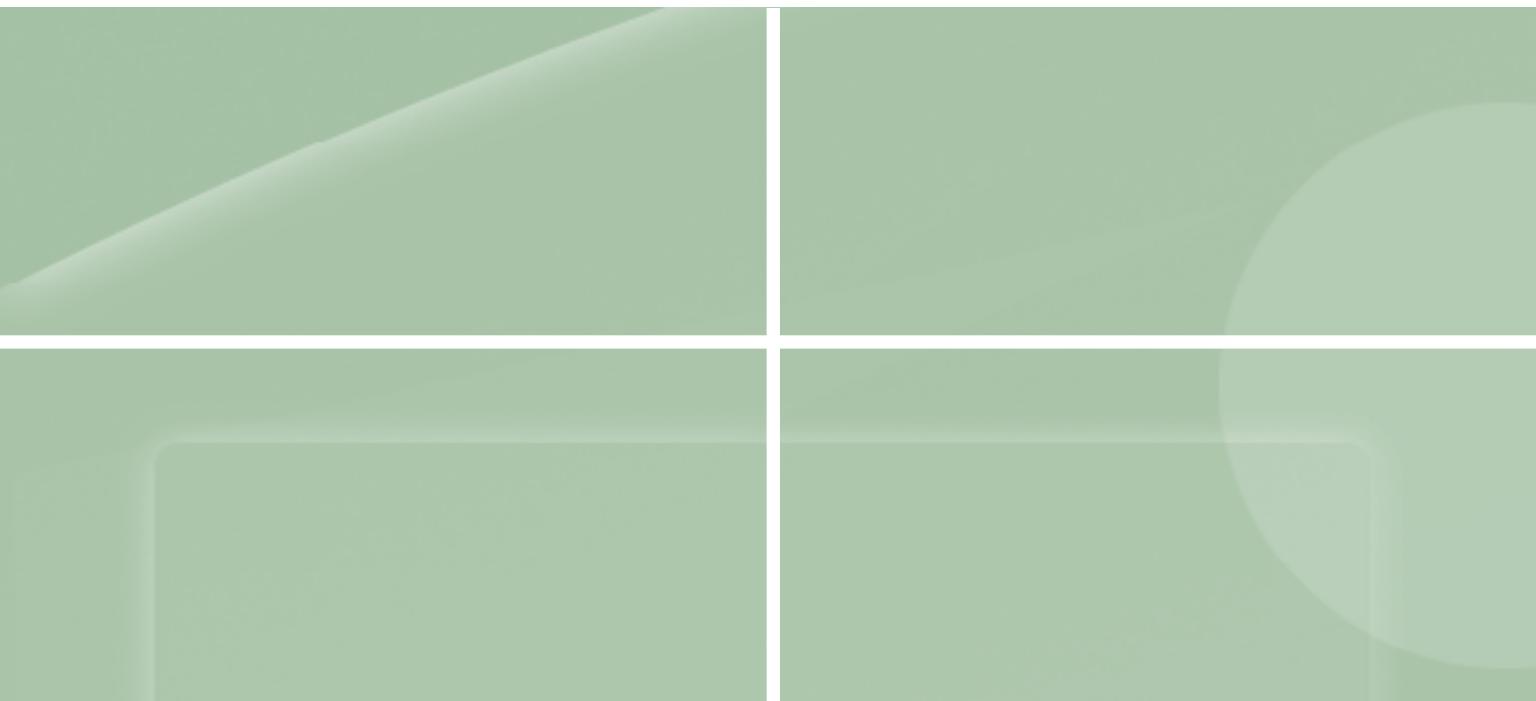
27. INE y URL, IARNA (Instituto Nacional de Estadística y Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente). (2008). *Caracterización de productores de información estadística ambiental de Guatemala*. Manuscrito no publicado.
28. Isa, F., Ortúzar, M. & Quiroga, R. (2005). *Cuentas ambientales: conceptos, metodologías y avances en los países de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), División de Estadística y Proyecciones Económicas, Estudios Estadísticos y Prospectivos.
29. Lange, G.M. (2006). Environment accounting: Introducing the SEEA-2003. *Ecological Economics* 61, 589-591.
30. Lange, G.M., Mungatana, E. & Hassan, R. (2007). Water accounting on the Orange River Bassin: An economic perspective on managing a transboundary resource. *Ecological Economics* 61, 660-670.
31. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2001). *Atlas temático de la República de Guatemala*. Guatemala: MAGA, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo.
32. Margat, J. (1987). Les trois stades de l'économie de l'eau. En: J. Rodda & Matalas, N. (Eds). *Rome Symposium on Water for the Future: Hydrology in Perspective*. International Association of Hydrological Sciences (IAHS), Publication 164, 47-51. Oxfordshire: Institute of Hydrology, Wallingford.
33. Morán, E. (2007). El agua: un recurso que se escapa. *Revista Diálogo 54*. Guatemala: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).
34. NCSA & CSO (National Conservation Strategy Agency & Central Statistics Office). (2001). *Botswana natural resource accounts: Water accounts. Phase I*. Botswana: Government of Botswana.
35. NU, BM, FMI, CCE & OCDE (Naciones Unidas, Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional, Comisión de las Comunidades Europeas y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (1993). *Sistema de Cuentas Nacionales 1993*. Bruselas/Luxemburgo, Nueva York, París, Washington D.C.: Autor.
36. Olsen, T. (2003, noviembre). *The Danish NAMEA Water Accounts - with examples of its use*. Trabajo presentado durante la reunión del Grupo de Londres, Roma, Italia.
37. Ortúzar, M. (2001). El concepto de cuentas satélite y la generación de normas y orientaciones por los organismos internacionales. *Taller Internacional de Cuentas Nacionales de Salud y Género*. Santiago de Chile: OPS, OMS y FONASA (Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud y Fondo Nacional de Salud).
38. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2006). *Informe de Desarrollo Humano 2006. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Nueva York: Autor.
39. PUC, TAU y ECONAT (Pontificia Universidad Católica de Chile, TAU Consultoría)

- ra Ambiental y ECONAT Consultores). (1999). *Cuentas ambientales del recurso agua en Chile* (Documento de trabajo 11). Santiago de Chile: Autor.
40. Raes, D. (2002). *Budget, a soil water and salt balance model. Reference manual*. Institute for Land and Water Management, Faculty of Agricultural and Applied Sciences K.U.Leuven.
41. Rosegrant, M. & Ringler, C. (1999). *Impact on food security and rural development of reallocating water from agriculture* (EPTD Discussion paper 47). Washington: Environment and Production Technology Division, International Food Policy Research Institute.
42. Saleth & Dinar. (2004). *The institutional economics of water. A cross country analysis of institutions and performance*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, World Bank.
43. Schenau, S. & Ten Ham, M. (2005, agosto). *Water accounts and the waterframework directive*. Trabajo presentado en: Preliminary Meeting of the UN Committee on Environmental-Economic Accounting, New York, United States of America.
44. SEGEPLAN y BID (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia y Banco Interamericano de Desarrollo). (2006). *Estrategia para la gestión integrada de los recursos hídricos de Guatemala-Diagnóstico*. Guatemala: Autor.
45. SER (Syndicat des Énergies renouvelables). (2009). *L'hydroélectricité: les chiffres en france et dans le monde. Fiche d'information*. Paris: Autor.
46. Soulard, F. (2003). *Water accounting at Statistics Canada: The inland fresh water assets account*. Rome: London Group of Environmental Accounting.
47. Statistics South Africa. (2005). *Natural resource accounts. Water quality accounts for South Africa, 2000* (Discussion document).
48. UN (United Nations Organization). (1984). *A framework for the development of environmental statistics* (Statistical papers, Series M 78). New York: Department of International Economic and Social Affairs.
49. UN (United Nations Organization). (1991). *Concepts and methods of environmental statistics. Statistics of the natural environment. A technical report*. New York: United Nations Organization, Department of International, Economic and Social Affairs.
50. UN (United Nations Organization). (2002). *Central Product Clasification (CPC) Version 1.1*. Statistical papers, Series 77, ver. 1.1. New York: Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division.
51. UN (United Nations Organization). (2005). *Integrated Environmental and Economic Accounting for Water Resources. Draft*. New York: United Nations Statistics Division in cooperation of the London Group on Water Accounting.
52. UN (United Nations Organization). (2007). *System of Environmental-Economic Accounting for Water*. New York: United Nations Statistics Division.

53. UN(United Nations Organization). (2009). *Environment Statistics* [Brochure]. New York: United Nations Organization, United Nations Statistical Commission.
54. UN, EC, IMF, OECD & WB (United Nations, European Commission, Organization for Economic Cooperation and Development & World Bank). (2003). *Handbook of National Accounting on Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*. New York.
55. UNESCO, WWAP (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). (2003). *Agua para todos, agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. París: Autor.
56. UNESCO, WWAP (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). (2008). *El agua, una responsabilidad compartida. 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Zaragoza: Autor.
57. URL, IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente). (2007). *Elementos esenciales para la compilación del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada de Guatemala*. Guatemala: Autor.
58. URL, IARNA e IIA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente e Instituto de Incidencia Ambiental). (2004). *Perfil ambiental de Guatemala. Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática*. Guatemala: Autor.
59. URL, IARNA e IIA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente e Instituto de Incidencia Ambiental). (2005). *Situación del recurso hídrico en Guatemala*. (Documento técnico del Perfil Ambiental de Guatemala). Guatemala: Autor.
60. Vandille, G. (2002). *The name air for belgium (1994-1998). The name water for Belgium (1998)*. Belgium: Belgian Federal Planning Bureau.
61. URL, IARNA e IIA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente e Instituto de Incidencia Ambiental). (2006). *Perfil Ambiental de Guatemala 2006*. Guatemala: Autor.
62. INE (Instituto Nacional de Estadística). (2001). *Encuesta sobre Condiciones de Vida 2000*. Guatemala: Autor.
63. Vardon, M. (2008, agosto). *Introduction to the System of Environmental-Economic Accounting for Water*. [Presentación de Power Point]. Ponencia presentada en la Training Session on the System of Environmental-Economic Accounting for Water (SEEAW) for the Arab Gulf Countries, Beirut, Lebanon.
64. Vardon, M. & Peevor, S. (2004). *Water accounting in Australia: use and policy relevance*. Copenhagen.

65. Vardon, M., Lenzen, M., Peevor, S. & Creaser, M. (2006). Water accounting in Australia. *Ecological Economics* 61, 650-659.
66. WWF *et al.* (2006). *Informe Planeta Vivo 2006*. Cali: World Wildlife Fund International, Sociedad Zoológica de Londres y Red de la Huella Global.

Anexos



Anexo I Términos y definiciones

A

Actividad principal

La actividad principal de una unidad de producción es aquella cuyo valor agregado excede al de cualquier otra actividad llevada a cabo en la misma unidad (el producto de la actividad principal debe consistir de bienes o servicios que puedan transferirse a otras unidades, aunque puedan ser utilizados para consumo propio o formación de capital).

Activo

Los activos, tal como se definen en el SCN, son entidades que han de ser propiedad de alguna unidad o unidades y de los cuales sus titulares obtienen beneficios económicos por su posesión o uso durante un período de tiempo.

Activo de recursos hídricos

Pueden ser de tres tipos: humedad del suelo, agua contenida en cuerpos superficiales y agua que se encuentra en cuerpos subterráneos. Estos activos pueden ser de agua dulce o salobre dentro del territorio nacional, y proveen beneficios de uso directo o futuro (opción) a través de la provisión de materia prima. Pueden ser sujeto de agotamiento y deterioro como consecuencia del uso humano (principalmente) o eventos naturales.

Activos del medio ambiente

Activos naturales no producidos que cumplen la función de proveedores, no de recursos naturales necesarios para la producción, sino de servicios ambientales, como la absorción de desechos, funciones ecológicas (hábitat naturales, control de inundaciones y regulación del clima) y otros servicios no económicos, como la conservación de la salud y de valores estéticos.

Afluentes

Agua captada por un ente generador.

Agricultura de secano

Se refiere a la actividad agrícola en la cual no se aplica agua de riego para el crecimiento de los cultivos.

Agua del suelo (humedad del suelo)

Agua contenida en la fase insaturada del suelo que puede ser utilizada por las plantas.

Agua subterránea

Agua contenida en la fase saturada del suelo.

Agua superficial

Comprende toda el agua que fluye o es almacenada en la superficie de la tierra. Incluye cuerpos naturales (como ríos y lagos) y cuerpos artificiales de agua (como embalses, reservorios).

Aguas residuales

Las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.

Aguas residuales de tipo especial

Aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

Aguas residuales de tipo ordinario

Aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otras similares; así como la mezcla de las mismas que se conduzcan a través de alcantarillado.

Alcantarillado pluvial

Conjunto de tuberías, canalizaciones y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.

Alcantarillado público

Conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un ente receptor.

C

Caudal

El volumen de agua por unidad de tiempo.

Ciclo hidrológico

Sucesión de etapas a través de las cuales el agua pasa de la atmósfera a la tierra y regresa a la atmósfera: evaporación de agua desde la tierra, el mar o cuerpos de agua continentales, condensación para for-

mar nubes, precipitación, acumulación de agua en el suelo o en cuerpos de agua y re-evaporación.

Consumo de agua

Parte del agua utilizada que no es distribuida a otras unidades económicas y que no regresa al ambiente porque ha sido incorporada a los productos, consumida por los hogares o el ganado o se ha perdido por evapotranspiración.

Consumo final

Bienes y servicios utilizados por hogares o por la comunidad para satisfacer sus necesidades individuales o colectivas.

Consumo intermedio

Consiste en el valor de los bienes y servicios consumidos como insumos por un proceso productivo, excluyendo activos fijos cuyo consumo se registra como consumo de capital fijo.

Cuadro de oferta y utilización (COU)

Cuadro que proporciona un análisis detallado de la corriente de bienes y servicios, integrando las cuentas de producción y generación del ingreso de las industrias y los equilibrios de oferta y utilización por producto (NPG).

Cuenca hidrográfica

Zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial. Es decir, la superficie total de tierras que desaguan en cierto punto de un curso de agua o río. Constituye una unidad hidrológica descrita como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales.

Cuerpo receptor

Embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales

D

Demanda bioquímica de oxígeno

La medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un periodo de cinco días y a una temperatura de veinte grados Celsius.

Demanda química de oxígeno

La medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable de aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

E

Efluente de aguas residuales

Aguas residuales descargadas por un ente generador.

Entes generadores

Persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor.

Escorrentía superficial

Flujo de agua sobre y a lo largo de una superficie inclinada.

Eutrofización/Eutroficación

Proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora.

Evapotranspiración

Pérdida de agua por evaporación y por transpiración de las plantas.

Extracción

Utilización de agua que cumple con las dos características siguientes: i) es una derivación de agua desde una fuente superficial o subterránea, ii) es un uso consuntivo del recurso o bien, existe un cambio significativo en la calidad del agua retornada que limita su utilización directa por otras actividades económicas

F

Fertiliriego

Práctica agrícola que permite el reuso de un efluente de aguas residuales, que no requiere tratamiento, a fin de aprovechar los nutrientes que posee para destinarlos a la recuperación y mejoramiento de suelos, así como en fertilización de cultivos que no se consuman crudos o precocidos.

Flujos de agua

Para facilitar la descripción de la interacción entre ambiente y economía, el SCAEI considera la distinción entre tres tipos de flujos: de la economía al ambiente, dentro de la economía, y del ambiente a la economía.

H

Humedad del suelo (agua del suelo)

Agua contenida en la fase insaturada del suelo que puede ser utilizada por las plantas.

Humedal

Sistema acuático natural o artificial, de agua dulce o salada, de carácter temporal o permanente, generalmente en remanso y de poca profundidad.

L

Lodos

Sólidos con un contenido variable de humedad, provenientes del tratamiento de aguas residuales.

R

Recarga hídrica

Proceso natural a través del cual el agua se infiltra en el suelo y alcanza el manto acuífero.

Riego por aspersión

Método de riego en el cual el agua es conducida bajo el impulso de una fuente externa de presión.

Riego por goteo

Método de riego bajo presión en el cual el agua es aplicada a cada una de las plantas por separado.

Riego por inundación

Método de riego que consiste en anegar la superficie cultivada.

S

SCN93

Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). El SCN93 es la revisión del sistema de cuentas nacionales que fue publicada en 1993. Este sistema registra y describe, en forma sistemática, los fenómenos esenciales que constituyen la vida económica de un país: producción, ingreso, consumo, acumulación, riqueza y relaciones con el exterior. Asimismo, ofrece una representación comprensible y simplificada, pero completa, de este conjunto de fenómenos y de sus interrelaciones.

Sectores institucionales

Las unidades institucionales se agrupan, de acuerdo a su naturaleza, en uno de los siguientes sectores institucionales: sociedades no financieras, sociedades financieras, gobierno general, hogares e instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares.

U

Unidades institucionales

Son las unidades económicas capaces, por derecho propio, de ser propietarias de activos, contraer pasivos, realizar actividades económicas y de toda la gama de transacciones con otras entidades.

Utilización

Todo uso, consuntivo o no, que se haga de los recursos hídricos.

Anexo 2**Coefficientes de cultivo y duración de fases de crecimiento para algunos cultivos anuales**

Cultivo	Coeficientes de cultivo		Duración de fases del cultivo			
	kmed	kfinal	Inicial	Desarrollo	Intermedia	Final
Ajo	1	0.7	20	35	110	45
Ajonjolí	1.1	0.25	20	30	40	20
Algodón	1.5	0.6	30	50	60	55
Arroz	1.2	0.6	30	30	60	30
Avena	1.15	0.25	15	25	50	30
Berenjena	1.05	0.9	30	40	40	20
Berries	1.05	0.5	35	45	40	15
Brócoli	1.05	0.95	25	35	25	15
Camote	1.15	0.65	15	30	50	30
Cebolla	1.05	0.75	20	35	110	45
Otros cereales	1.15	0.2	15	20	35	20
Chiles	1.05	0.95	35	45	40	15
Espinaca	1	0.95	20	30	40	10
Frijol	1.15	0.35	15	25	35	20
Haba	1.1	0.65	60	90	120	95
Jengibre	1	0.7	15	25	70	40
Lechuga	1	0.95	25	35	30	10
Maíz	1.2	0.5	20	35	40	30
Melón	1.05	0.75	25	35	40	30
Mostaza	0.9	0.85	10	15	20	10
Okra	1.2	0.35	20	45	20	10
Papa	1.15	0.75	25	30	45	30
Pepino	1	0.75	25	35	50	20
Güicoy	0.95	0.75	20	30	30	20
Repollo	1.05	0.95	40	60	50	15
Raíces y tubérculos	1.1	0.95	25	30	25	10
Sandía	1.05	0.75	30	45	65	20
Soya	1.15	0.5	20	30	60	25
Tabaco	1.15	0.8	20	30	30	30
Tomate	1.15	0.8	30	40	40	25
Trigo	1.15	0.3	15	25	50	30
Otras legumbres	1.05	0.95	35	45	40	15

Fuente: Chapagain & Hoekstra, 2004.



iarna
Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

Campus Central, Vista Hermosa III, zona 16
Edificio Q, oficina 101 • 01016 Guatemala, C.A. • Apartado postal 39-C
Teléfonos: (502) 2426-2559 ó 2426-2626 ext. 2657, Fax: ext. 2649
iarna@url.edu.gt
<http://www.url.edu.gt/iarna> - <http://www.infoiarna.org.gt>
Suscríbase a la Red iarna: red_iarna@url.edu.gt



7a. AV. 22-01, zona 1, Guatemala, C.A.
Teléfonos: PBX (502) 2429 6000 • 2485 6000 Fax: 2253 4035
<http://www.banguat.gob.gt>



GOBIERNO DE ÁLVARO COLOM
GUATEMALA

