

MINISTERIO DE AMBIENTE, ENERGIA Y
TELECOMUNICACIONES

PLAN NACIONAL DE GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Octubre de 2008
San José, Costa Rica

MINISTERIO DE AMBIENTE, ENERGIA Y
TELECOMUNICACIONES

PLAN NACIONAL DE GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Octubre de 2008
San José, Costa Rica



El Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH) fue financiado con recursos no reembolsables del Programa de Alianza Banco Interamericano de Desarrollo (BID) - Países Bajos para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (INWAP, por su siglas en inglés) a través de la cooperación técnica CR-T1010 y recursos propios. Fue elaborado bajo la modalidad de consultoría a través del equipo consultor del PNGIRH compuesto por:

*Jaime Echeverría - Coordinador
Maureen Ballester - Asesora
José Pablo Rivera - Economista
Eladio Zarate - Institucional y Cambio Climático
Enrique Aguilar - Internacional*

El proyecto incluyó la elaboración de un Balance Hídrico a nivel mensual y por cuenca hidrológica, que fue elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), y que tuvo como contraparte técnica al Comité Nacional de Hidrología y Meteorología de Costa Rica.

La contraparte institucional del proyecto fue el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones a través del Jefe del Departamento de Aguas, José Miguel Zeledón C.

San José, Costa Rica, octubre de 2008



CONTENIDO

1	Prólogo.....	8
2	Presentación.....	10
3	Introducción al plan	12
3.1	Lineamientos de política para la elaboración del PNGIRH	14
3.2	Metodología seguida en la elaboración del PNGIRH.....	19
4	Recurso hídrico en el desarrollo social y económico	20
4.1	El agua y el desarrollo global	21
4.2	El agua y el desarrollo nacional	23
4.2.1	Recurso hídrico y metas del país	24
4.2.1.1	Metas y objetivos social	24
4.2.1.2	Metas económicas.....	26
4.2.1.3	Metas ambientales.....	28
4.2.1.4	Metas institucionales.....	29
5	Línea de base: dónde estamos.....	31
5.1	Los recursos hídricos de Costa Rica.....	32
5.1.1	Oferta hídrica.....	32
5.1.2	Usos Actuales.....	35
5.1.3	Calidad del agua.....	36
5.2	Problemas asociados con el recurso hídrico a nivel de cuencas.....	39
5.3	Gestión de los recursos hídricos	42
5.3.1	Legislación.....	42
5.3.2	Institucionalidad: rectoría del sector hídrico.	44
5.3.3	Instrumentos de gestión	48
6	Demanda y Oferta hídrica	49
6.1	Escenarios socioeconómicos	50
6.2	Estimación de los requerimientos de agua para Costa Rica.....	55
6.3	Requerimientos de agua: proyecciones sectoriales.....	57
6.3.1	Sector doméstico.....	58
6.3.2	Sector Agropecuario (riego y pecuario).....	58
6.3.3	Sector Agroindustrial	59
6.3.4	Sector Industrial.....	59
6.3.5	Sector Turismo	60
6.3.6	Sector Comercial.....	61
6.3.7	Sector Generación hidroeléctrica	61
6.3.8	Sector Generación térmica.....	61
6.4	Estimación de la demanda de agua a nivel nacional	62
6.5	Balances hídricos: situación actual	66
6.5.1	Resultados de los balances hídricos	66
6.6	Balances hídricos: proyecciones a corto, mediano y largo plazo.....	66
6.7	Efectos del Cambio Climático (CC) en la disponibilidad de agua	70
6.7.1	Cambio Climático y recursos hídricos: perspectiva del IPCC y proyecciones para Centroamérica.	71
6.7.2	Cambio Climático y los recursos hídricos en Costa Rica.....	71
6.7.3	Efectos del Cambio Climático sobre la lluvia.....	74
6.7.4	Efectos del Cambio Climático sobre las temperaturas.....	76
6.7.5	Posibles consecuencias sobre el Recurso Hídrico de las variaciones futuras de lluvia y temperatura.....	79
6.7.6	El “año más seco” y el Cambio Climático.....	80
7	Requerimientos de inversión.....	81
7.1	Cartera de iniciativas.....	82
7.1.1	Agua potable y saneamiento.....	85
7.1.2	Generación hidroeléctrica.....	97
7.1.3	Riego y drenaje agrícola.....	88
7.1.4	Protección contra inundaciones	88
7.1.5	Gestión de recursos hídricos.....	89
7.1.5.1	Canon de Aprovechamiento	89
7.1.5.2	Canon por Vertidos.....	90
7.1.5.3	Red Nacional de Monitoreo Hidrometeorológico.....	91
7.1.5.4	Adaptación del sector hídrico al Cambio Climático	94

7.2	Análisis de las iniciativas de aprovechamiento de Agua.....	95
7.2.1	Análisis de iniciativas en el sector de Consumo Humano y Saneamiento.....	96
7.2.2	Análisis de iniciativas en sector Hidroeléctrico.....	98
7.2.3	Análisis de iniciativas en sector de Riego	100
7.2.4	Iniciativas en otros sectores	100
8	Elementos habilitadores e implementación del Plan.....	101
8.1	Acciones generales	102
8.1.1	Acciones en materia legal	103
8.1.2	Acciones en materia institucional	103
8.1.3	Acciones en materia de administración financiera	105
8.2	Monitoreo y actualización del PNGIRH.....	105
8.3	Implementación en temas puntuales.....	107
8.3.1	Línea de acción: Fortalecimiento institucional.....	108
8.3.2	Línea de acción: Desarrollo de capacidades.....	110
8.3.3	Línea de acción: Infraestructura en recursos hídricos.....	111
8.3.4	Línea de acción: Protección del recurso hídrico.....	113
8.3.5	Línea de acción: Calidad de las aguas.....	114
8.3.6	Línea de acción: caso de estudio, gestión integrada del agua en la provincia de Guanacaste.....	117
8.3.7	Síntesis de los costos estimados para temas puntuales de la implementación.....	118
9	Anexos.....	120
10	Bibliografía	138

FIGURAS

Figura 1.	PIB per cápita y acceso al agua potable.....	22
Figura 2.	Contribución del agua al crecimiento y escenarios de seguridad del agua.....	23
Figura 3	Costa Rica: cuencas seleccionadas para la elaboración de balances hídricos.....	32
Figura 4.	Costa Rica: recarga media anual (mm) en las cuencas seleccionadas.....	33
Figura 5	Costa Rica: disponibilidad media anual en lámina (mm) en las cuencas seleccionadas.	34
Figura 6.	Costa Rica: volumen estimado de uso total de agua, por sector usuario, en porcentaje.	36
Figura 7.	Costa Rica: volumen estimado de uso de agua para fines consuntivos, por sector usuario, en porcentaje.....	36
Figura 8.	Costa Rica: nivel de prioridad en la atención de problemas asociados con el recurso hídrico.	40
Figura 9.	Comparación gráfica –ilustrativa- de escenarios	55
Figura 10.	Costa Rica: evolución de la demanda de agua por sector (km ³). Período 2008-2030.....	63
Figura 11.	Costa Rica: relación demanda/oferta hídrica anual (en porcentaje) para 16 cuencas hidrológicas.....	67
Figura 12.	Costa Rica: Mapa de disponibilidad hídrica mensual actual (hm ³), para el período de estiaje (mes de marzo)	69
Figura 13.	Costa Rica: Mapa de disponibilidad hídrica mensual actual (hm ³) para el período de caudales máximos (mes de septiembre).....	69
Figura 14.	Centroamérica: Climatología de la línea base (1961-1990) y proyectada al 2020, 2050, 2100 para el escenario A2-ASF.....	72
Figura 15.	Costa Rica: píxeles utilizados por el IMN en los estudios de cambio climático utilizando técnicas de disminución de escala.....	76
Figura 16.	Costa Rica: Inversión proyectada por cuenca (millones de dólares). Período 2008-2030.....	84
Figura 17.	Proyecto de Alcantarillado de la GAM: contexto geográfico.....	87
Figura 18.	Proyección del monto potencial por concepto de canon de Aprovechamiento con base en la demanda esperada. En millones de colones.....	90
Figura 19.	Estaciones meteorológicas activas del IMN (en rojo) e ICE (en azul).....	91
Figura 20.	Estaciones hidrológicas activas del ICE	92
Figura 21.	Costa Rica: aprovechamiento de agua para satisfacer los requerimientos eléctricos del país, escenario base.	99



CUADROS

Cuadro 1.	Costa Rica: Contribución del agua a los Objetivos Nacionales planteados en el PND 2006-2010.....	16
Cuadro 2.	Costa Rica: indicadores de desarrollo económico y acceso al agua para consumo humano.....	23
Cuadro 3.	Costa Rica: relevancia del agua para sectores productivos.....	24
Cuadro 4.	Costa Rica: Metas sociales vinculadas al recurso hídrico.....	25
Cuadro 5.	Costa Rica: Metas económicas vinculadas al recurso hídrico.....	27
Cuadro 6.	Costa Rica: Metas ambientales vinculadas al recurso hídrico.....	29
Cuadro 7.	Costa Rica: Recarga total y porcentaje de extracción utilizado en diversos usos.....	35
Cuadro 8.	Descripción de los problemas en materia de agua para principales cuencas seleccionadas.....	41
Cuadro 9.	Escenarios contemplados para la estimación de los requerimientos futuros de agua.....	51
Cuadro 10.	Macro elementos, descripción y variables claves para los escenarios.....	51
Cuadro 11.	Variables utilizadas para calcular la demanda agregada de agua.....	56
Cuadro 12.	Costa Rica: tasas de crecimiento anual consideradas para el sector Agropecuario.....	58
Cuadro 13.	Costa Rica: tasas de crecimiento anual consideradas para el sector industrial.....	60
Cuadro 14.	Costa Rica: Proyección de la demanda total de agua a nivel nacional (Km ³), por uso, bajo tres escenarios y para tres años: 2010, 2020 y 2030.....	62
Cuadro 15.	Costa Rica: proyección de la demanda anual de agua (Km ³), bajo tres escenarios. 2010, 2020 y 2030.....	64
Cuadro 16.	Costa Rica: proyección de la demanda anual de agua sin considerar hidroelectricidad (Km ³), bajo tres escenarios. 2010, 2020 y 2030.....	64
Cuadro 17.	Demanda esperada de agua (Km ³), al 2020, por cuencas hidrográficas seleccionadas y por sector de actividad. Escenario Base.....	65
Cuadro 18.	Costa Rica: evolución de la disponibilidad hídrica (Km ³) en el período de caudales mínimos (mes de marzo), para las 16 cuencas seleccionadas. Escenario base, actual (2006), 2010, 2020, 2030.....	70
Cuadro 19.	Costa Rica: evolución de la disponibilidad hídrica (Km ³) en el período de caudales máximos (mes de septiembre), para las 16 cuencas seleccionadas. Escenario base, actual (2006), 2010, 2020, 2030.....	71
Cuadro 20.	Costa Rica, Vertiente del Pacífico: aumentos (verde) y disminuciones (azul) estimadas de lluvia (mm) como consecuencia del Cambio Climático.....	77
Cuadro 21.	Costa Rica, zona del Caribe: aumentos (verde) y disminuciones (azul) estimadas de lluvia (mm) como consecuencia del Cambio Climático.....	77
Cuadro 22.	Costa Rica, Vertiente del Pacífico: Incrementos en la temperatura (grados Celsius) como consecuencia del Cambio Climático.....	78
Cuadro 23.	Costa Rica: resumen de iniciativas de inversión por parte del Sector Público (recopiladas al 2008). Período 2008-2030.....	83
Cuadro 24.	Costa Rica: requerimientos de agua para las iniciativas de inversión.....	85
Cuadro 25.	Costa Rica: Iniciativas de Inversión para dotación de agua para consumo humano y saneamiento: Período 2008 – 2025.....	86
Cuadro 26.	Costa Rica: iniciativas de inversión en materia de generación hidroeléctrica. Período 2008-2021.....	87
Cuadro 27.	Costa Rica: iniciativas de inversión en materia de riego y drenaje. Período 2008- 2015.....	88
Cuadro 28.	Costa Rica: iniciativas en materia de protección contra inundaciones.....	89
Cuadro 29.	Monto del canon de aprovechamiento, en colones por m ³ de acuerdo al uso del agua.....	89
Cuadro 30.	Estimación de límites de facturación del Canon por Vertidos.....	91
Cuadro 31.	Inversiones necesarias para el mantenimiento, preservación y modernización de la Red Hidrometeorológica.....	93
Cuadro 32.	Financiamiento del Proyecto.....	94
Cuadro 33.	Costa Rica: Demandas estimadas menos agua aportada por Iniciativas propuestas (en Km ³) en cuencas seleccionadas.....	97
Cuadro 34.	Indicadores institucionales e instrumentales propuestos para el monitoreo del PNGIRH.....	106
Cuadro 35.	Indicadores de contribución de agua en desarrollo del país propuestos para el monitoreo del PNGIRH.....	107
Cuadro 36.	Síntesis de costos estimados para la implementación del PNGIRH.....	119

RECUADROS

Recuadro 1.	Costa Rica: ejes conductores del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.....	14
Recuadro 2.	Costa Rica: Principios Rectores de la Política Hídrica Nacional.....	18
Recuadro 3.	Cronología del proceso legislativo del proyecto de Ley de Recurso Hídrico.....	43
Recuadro 4.	Demanda de agua y Cambio Climático.....	52
Recuadro 5.	Requerimientos y demandas de agua: enfoque económico.....	55
Recuadro 6.	Puntos relevantes en informe de Cambio Climático de IPCC (2008).....	73
Recuadro 7.	Puntos relevantes en informe de Políticas de la Unión Europea (2007).....	73
Recuadro 8.	Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático IPCC/GEF.....	74



Coordinación logística :

Licda. Ana Lorena León Marengo

Fotografías:

GWP Centroamérica

José María Pérez de Ayala

Diseño gráfico:

Karina Barrantes Zúñiga

Impreso:

Imprenta Kemberly







1 PROLOGO

En Costa Rica tenemos muchas razones para tomarnos en serio el tema del agua y para trabajar con vehemencia por su protección. Nuestro país es una joya verde que se engarza entre dos océanos potentes; que se engalana con el burbujeo del río Pacuare; y se decora con el color del río Celeste. Es una joya verde que se pule con los aguaceros que la empapan cada invierno, y se lava con los arroyuelos de sus bosques. Si el agua es capaz de labrar la apariencia de un país como el nuestro, es entendible entonces que la veamos como una fuerza poderosa y omnipresente, que nunca se debilita, y que, cuando falta, sabemos que volverá.

Decía el filósofo chino Lao Tse, que “nada en el mundo es más flexible y renovable que el agua.” Sin embargo, hoy percibimos más falsa que cierta la afirmación que hacían nuestros maestros, de que el agua era un recurso renovable. Decía también Lao Tse, que “cuando el agua ataca a los firmes y a los fuertes, nadie la puede resistir, porque no tienen forma de cambiarla.” No podremos tapar cabezas de agua con un dedo, o construir una represa hidroeléctrica con cartón; pero tampoco podremos traer de nuevo el agua potable que desperdiciamos en la ducha, o tiramos al lavar el carro.

Hasta en la Costa Rica verde, la contaminación puede sofocar a nuestros ríos y arroyos, destruyendo el delicado balance de la vida marina. Hasta en la Costa Rica verde, la falta de planificación en la gestión del recurso hídrico, puede dejar a comunidades enteras sin el agua que necesitan. Hasta en la Costa Rica verde, insuficiencias evidentes en el tratamiento de aguas negras, pueden poner en serio peligro nuestras vías de agua y nuestros ecosistemas. Sin lugar a dudas, este Plan Nacional llega con un atraso de más de una década, pero llegó en esta administración.

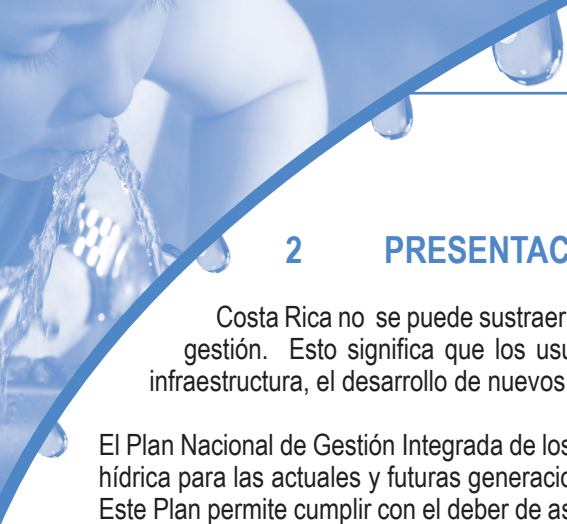
El presente Gobierno se comprometió en campaña a hacer del agua limpia para todos la prioridad ambiental más importante del país, así como el eje de nuestras políticas ambientales. Por esa razón, y por primera vez en nuestra historia, tenemos un Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. El documento que tienen entre sus manos convertirá esa promesa en acciones inaplazables, que la salud y el desarrollo de Costa Rica demandan.

Cambiar el modelo de gestión del agua en nuestro país no es una tarea sencilla. Al contrario, es un desafío social y financiero. La elaboración de este Plan es el primer paso hacia un mejor futuro. Para que las metas de este documento salgan del papel a la realidad, todos los sectores, instituciones y ciudadanos de nuestro país, tendrán que juntar fuerzas: desde el Gobierno Central hasta los Gobiernos Locales, desde la Asamblea Legislativa hasta las asociaciones comunales y de desarrollo.

Nuestros recursos son inmensos; nuestra responsabilidad también lo es. Declaremos al agua no ya recurso inagotable, sino recurso invaluable, imprescindible e inviolable de nuestra nación.

Óscar Arias Sánchez
Presidente de la República
Octubre de 2008





2 PRESENTACION

Costa Rica no se puede sustraer del compromiso de aprovechar el recurso hídrico a su máximo potencial con una adecuada gestión. Esto significa que los usuarios adquieran una mayor eficiencia en el uso del agua, la mejor conservación de la infraestructura, el desarrollo de nuevos proyectos que manejen eficientemente este recurso y su adecuada planificación.

El Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, (PNGIRH), se ha gestado con el fin de garantizar la cantidad y calidad hídrica para las actuales y futuras generaciones, lo cual es una de las grandes preocupaciones de la sociedad en el momento actual. Este Plan permite cumplir con el deber de asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas naturales que proveen y proveerán la cantidad y calidad de agua necesaria para compartirla en forma equitativa procurando su ahorro.

El agua es una responsabilidad compartida de todos los actores sociales y el estado no puede permitir la ingobernabilidad de un recurso tan importante y vital para el desarrollo. Es básico para la gestión integrada del agua y su sostenibilidad, el fortalecimiento de su gobernanza en todos los niveles, lo que implica mayor corresponsabilidad de la sociedad.

Para cumplir con una adecuada Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, es necesario ajustar y controlar la demanda de agua recurriendo al mismo tiempo a criterios educativos, informativos, participativos y tarifarios que impulsen y apliquen las tecnologías que permiten el ahorro, la depuración, regeneración y reutilización del agua con elevada eficiencia. A sí como fomentar un consumo energético de bajo impacto ambiental, potenciando las energías sostenibles.

Con gran preocupación hemos visto a nivel nacional como internacional los crecientes conflictos por la asignación del agua, disminución de la cantidad disponible debido a la contaminación, la pérdida de capacidad de infiltración del suelo, así como el uso sostenible, entre otros factores.

En nuestro país, la situación conflictiva en relación a la gestión del agua, es producto de la falta de claridad de competencias entre las instituciones del Estado, las Municipalidades y el Sector Privado, con roles institucionales poco claros, confusos y hasta contradictorios. Una legislación marco que data de 1942, agrava el problema, al estar basada en paradigmas superados en la actualidad.

Para evitar esos conflictos es necesario orientar las prioridades del gobierno y las prácticas de la sociedad, hacia un enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos, disponiendo de políticas e instituciones que trabajen bajo una perspectiva ecológica, social, económica y de futuro. No será posible armonizar unas demandas sostenibles y la protección del medio ambiente sin una apropiada gestión del agua, tanto en calidad como en cantidad.

Para lograr la disminución de esos conflictos se necesita una estrecha colaboración entre administraciones del agua y medioambientales. Ambas administraciones deben estar implicadas en todos los procesos comunes de adaptación al cambio climático, y eso ha de incluir previsiones en los procesos de planificación hidrológica; de lo contrario pueden generarse amenazas sobre el ámbito de la seguridad hídrica, en un futuro cercano.

Lo anterior nos permite encarar una gestión comprensiva y eficiente del recurso, que considere la interdependencia de sus usos y las necesidades y roles de los diferentes actores sociales, pero tomando previsiones para que las mismas garanticen la sustentabilidad de las generaciones futuras; éste es el objetivo central de la planificación hídrica.

Desde mi cartera hemos estructurado una política de sostenibilidad ambiental, la cual plantea como objetivo, poner en marcha un enfoque integral en la gestión del agua, que busque la protección del recurso y los ecosistemas afines, garantice el aprovechamiento del recurso a todos los sectores productivos, reduzca la contaminación urbana y disminuya los riesgos de salud pública.

Como respuesta a los retos específicos que enfrenta el país, en torno a sus dimensiones económicas, sociales y ambientales hemos sido congruentes con el marco de la política adoptada por el Gobierno de Costa Rica, y contemplada dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 “Jorge Manuel Dengo Obregón”, la Iniciativa Presidencial Paz con la Naturaleza y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, ENCC

Así hemos buscado la continuidad y acrecentado los esfuerzos que por muchos años, ha realizado el Estado en conjunto con la sociedad costarricense. Lo anterior con el fin de hacer operativos los conceptos y propósitos del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, (PNGIRH), dentro de una visión de desarrollo sostenible.



En marzo del 2003 el país inició la primera etapa en este proceso, con la preparación de la Estrategia de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, (EGIRH), liderada por el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (MINAET). En ella acertadamente se establecieron mecanismos de coordinación y colaboración con las instituciones y organizaciones públicas y privadas, involucradas en el uso y aprovechamiento del agua, con el fin de desarrollar un programa de trabajo conjunto, orientado a la formulación del Plan.

El MINAET ha trabajado intensamente en el diseño e implementación de iniciativas institucionales, comunales y financieras, así como en la ejecución de una Estrategia Nacional sobre Cambio Climático, acciones todas, encaminadas al fortalecimiento y sostenibilidad del sector de recursos hídricos. Al mismo tiempo colabora con el proyecto legislativo, que tiene por objeto la promulgación de una nueva Ley del Recurso Hídrico.

Se ha considerado que la única forma de abordar de manera integral e integrada la gestión del agua es buscando un consenso en la opinión de todas las disciplinas, los sectores y ámbitos gubernamentales asociados a los recursos hídricos. Por esta razón el Plan de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, así como el Proyecto de Ley del Recurso Hídrico se han realizado desde la perspectiva de un abordaje interdisciplinario, intersectorial e interinstitucional. También se ha tenido el cuidado de no dejar alguna de estas dimensiones por fuera, para no sesgar la gestión en uno u otro sentido, y no generar una ineficiencia desde el punto de vista social.

Con esta sólida base, el MINAET presenta el Plan Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, (PNGIRH), como una herramienta dinámica, sujeta a revisiones periódicas para su actualización y mejoramiento, por parte de todos los sectores, públicos y privados, vinculados con la gestión del recurso hídrico.

En este Plan se busca: promover el desarrollo de las sociedades a partir de criterios de sostenibilidad y de manera respetuosa con la naturaleza; desarrollar e impulsar una gestión del agua participativa, eficiente y solidaria; establecer compromisos y normas para la mitigación de los efectos negativos causados por el cambio climático y por los fenómenos extremos. Todo esto para lograr fortalecer la permanencia de este preciado recurso a pesar de las predicciones del Cambio Climático. Esas predicciones se han tomado en cuenta en la elaboración del plan, debido a que advierten de una probable modificación hacia la disminución de la disponibilidad de este recurso y de un aumento de las necesidades de agua en todo el planeta.

El Plan incorpora dos aspectos que inciden en su viabilidad y en sus componentes. El primero incorpora los resultados de los esfuerzos de modernización y ajuste del marco legal e institucional para la gestión de los recursos hídricos. El segundo contempla la evolución de varios aspectos entre ellos, las políticas en materia de inversión pública, la participación del sector privado y la generación de recursos mediante los cánones de aprovechamiento de agua y del canon de vertido, o de otros instrumentos similares.

Estos cánones e instrumentos determinan el flujo de recursos disponibles para la operatividad de la gestión integrada de recursos hídricos y la consecución de planes y programas sectoriales, relacionados con el aprovechamiento y conservación del agua.

Junto con el proceso de generación, jerarquización y programación de iniciativa que se desarrolla en el Plan para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, también se promueve la investigación, el desarrollo y la innovación relacionados con este recurso y se acelera la transferencia de sus resultados y beneficios a la sociedad.

Este Plan promueve la gestión estatal efectiva, especialmente haciendo énfasis en la dirección y coordinación que debe ejercer el MINAET como ente rector del Sector Hídrico, en procura de alcanzar las transformaciones institucionales requeridas. Esto garantizará el acceso al agua potable, la participación corresponsable de los ciudadanos en la gestión integrada del agua y su sostenibilidad. De esta forma se manifiesta nuestro serio compromiso en relación con el agua y la visualización del acceso al agua como un potente vector de desarrollo.

Dr. Roberto Dobles Mora
Ministro de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones





INTRODUCCION AL PLAN

Mensajes Claves

- *Es necesaria una visión de Estado para la gestión de los recursos hídricos, a fin de que estos contribuyan a las políticas de reducción de la pobreza, desarrollo económico, bienestar social y respeto al ambiente.*
- *Un plan de gestión integrada de los recursos hídricos es una herramienta que permite alcanzar esa visión, promoviendo la organización del sector, evaluando las diferentes inversiones y permitiendo integrar el trabajo de las diferentes instituciones usuarias del agua.*
- *El agua contribuye al logro de los objetivos nacionales en salud, generación de energía, protección del ambiente, desarrollo económico y en mejora de la calidad de vida de los y las costarricenses.*
- *La gestión de este preciado recurso afronta una serie de desafíos impostergables, entre ellos los efectos del cambio climático sobre el agua.*
- *Es necesario recalcar que este Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH) traza los principios y las acciones a un nivel macro que han de efectuarse para procurar una gestión eficiente y sostenible del agua.*

La necesidad de abordar la problemática hídrica con una visión de Estado, que garantice el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos nacionales como soporte de las políticas nacionales de desarrollo económico, bienestar social y respeto pleno al medio ambiente, han llevado al Gobierno de Costa Rica a iniciar un esfuerzo nacional para la construcción, primero, de la Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Costa Rica, EGIRH, iniciada en marzo del 2004 y concluida a fines del 2005, a partir de la cual se ha construido el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos, que es puesto a la consideración de la sociedad costarricense.

Las bases para la intervención gubernamental en la gestión de los recursos hídricos de Costa Rica derivan de la norma Constitucional que señala que “El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza”, para añadir además que “Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado”²

La adopción plena de las disposiciones constitucionales ha permitido al Estado costarricense adoptar una concepción propia sobre la sostenibilidad del desarrollo y del aprovechamiento de su enorme riqueza hídrica natural.

Dentro de este marco, el Programa de Gobierno 2006-2010 estableció como objetivo general avanzar hacia la construcción de “un país encaminado”³ al desarrollo, sobre una base de equidad social, dinamismo económico, sostenibilidad ambiental, sólida gobernabilidad e institucionalidad democrática, y una imagen internacional respetada en el mundo”.

¹ El equipo consultor desea reconocer el aporte invaluable en la elaboración de este Plan del Ingeniero José Miguel Zeledón, director del Departamento de Aguas del MINAET, así como de la Ingeniera Rita Arce. Se agradece también la colaboración del Ing. José Joaquín Chacón y la lectura efectuada por el Ing. Roberto Villalobos.

² Artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica.

³ Gobierno de Costa Rica, Ministerio de Ambiente y Energía. Estrategia para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. San José, Costa Rica, 2005

3.1 Lineamientos de política para la elaboración del PNGIRH

La elaboración del PNGIRH parte de la premisa que el agua es un factor necesario para el desarrollo humano y posee valor social, ambiental y económico. Sin embargo, no es posible maximizar todos estos valores simultáneamente. Por eso, y según el “principio del uso razonable”, todos los actores deben sacrificar un poco para lograr un compromiso aceptable para todos, donde el agua está presente como recurso natural parcialmente apropiable para los diversos usos, como factor de crecimiento y desarrollo económico de la cuenca, región o país y como insumo para los sistemas de producción.

La EGIRH, concluida en el 2005 y que fue adoptada por el Gobierno en enero del 2006, estableció asimismo, un conjunto de líneas estratégicas para cada uno de los ejes conductores que se muestran en el Recuadro 1 los cuales habrán de orientar las acciones del presente Plan (PNGIRH) hacia el logro de los objetivos de la Política Hídrica Nacional.

Recuadro 1. Costa Rica: ejes conductores del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Eje Conductor	Objetivo
1. Soporte al desarrollo económico, el bienestar social y armonía con el ambiente	Mantener el papel del agua como motor, y no freno, del desarrollo económico de Costa Rica, conforme a las condicionantes que imponga la construcción de una sociedad justa y equitativa, así como el derecho constitucional a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
2. Fortalecimiento institucional y sostenibilidad financiera	Consolidar, con criterios de sostenibilidad financiera, el marco jurídico e institucional para la gestión integrada de los recursos hídricos del país, estableciendo las bases para una coordinación institucional adecuada entre el MINAET y los entes sectoriales encargados de monitorear, investigar, regular y prestar los servicios relacionados con el aprovechamiento de los recursos hídricos, y favoreciendo la mayor participación de los usuarios, del sector privado y de la sociedad en general. Asimismo, fortalecer el sistema de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos y el cambio climático, para asegurar una información oportuna a las instituciones competentes.
3. Modernización del marco instrumental	Consolidar y modernizar, con criterios de eficiencia, transparencia y corresponsabilidad, el marco instrumental para la gestión integrada de los recursos hídricos del país, incorporar y modernizar en el marco instrumental los aspectos de métrica que permitan que los resultados puedan ser medibles, reportables y verificables a partir de la experiencia acumulada en el país y conforme a las buenas prácticas globalmente adoptadas.

Fuente: Adaptado de la Estrategia Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, Costa Rica. 2005

En esta misma orientación estratégica, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2006-2010 “Jorge Manuel Dengo Obregón” y la Ley No. 8131 de Administración Financiera de la República y Presupuestos Públicos, constituyen el marco global orientador de los Planes Operativos Institucionales y los presupuestos públicos, dentro de los siguientes grandes desafíos:



- *“Lograr mejoras sustanciales en la eficiencia y eficacia de la gestión pública haciendo el mejor uso posible de los instrumentos legales y administrativos actuales y con el mínimo indispensable de cambios legales, facilitando los procesos de legitimación y liderazgo de la aplicación de la Estrategia a nivel nacional e internacional.*
- *Realizar las transformaciones sectoriales e institucionales mínimas que aumenten la competitividad y la productividad de la economía nacional, ofreciendo oportunidades sociales para los sectores más vulnerables.*
- *Volver a situar en la agenda política el tema de la reforma del Estado, tanto en sus dimensiones políticas, como institucionales y económicas, con el fin de crear las premisas para acuerdos nacionales en esta materia.”*

El PND define que el gran reto para la Administración 2006-2010, consiste en obtener mejoras tangibles en la gestión pública para la ciudadanía en el plazo más corto posible, al tiempo que se abre una perspectiva de largo plazo para la transformación del Estado costarricense. Dentro de esta transformación está el sector hídrico, particularmente atendiendo al compromiso del más alto nivel político del gobierno (Contratos con la Ciudadanía, planteados en el PND, así como la carbono neutralidad al 2021).

Una de las acciones estratégicas, que son de exclusiva competencia del Poder Ejecutivo, que no requieren de reformas legales y que, por ello, puede realizarse por su propia iniciativa, atendiendo a las prioridades en el Plan Nacional de Desarrollo, consiste justamente en la elaboración del PNGIRH. Este Plan, es una de las metas del Sector Ambiente, Energía y Telecomunicaciones:

“Elaborar y poner en ejecución un Plan Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos compatible con los postulados del desarrollo humano sostenible, dentro del marco de una Ley del Recurso Hídrico integral y moderna”⁴.

De esta manera, se definen dos acciones estratégicas del sector hídrico dentro del PND. En primera instancia, la elaboración misma del PNGIRH, que busca asegurar la gestión integrada del recurso y en segundo lugar, la promulgación de una ley integral de recurso hídrico que actualice la Ley de Aguas del año 1942 y que sea viable técnica, social, ambiental y económicamente.

Aún cuando el PND 2006-2010 corresponde a planteamientos y compromisos que se establecen para un período relativamente corto, sus objetivos responden a una visión de mayor alcance en el tiempo. En este sentido, es importante que las iniciativas que se emprendan (proyectos y acciones) tengan el mayor impacto y que su aporte al mejoramiento de la métrica, desarrollo de capacidades y transferencia tecnológica, sea sustantivo; sobre todo si se tiene en cuenta que los recursos disponibles son limitados y la competencia por estos recursos es muy fuerte, tanto entre sectores como entre cuencas hidrológicas.

Por su carácter vital y estratégico, es importante destacar la forma en que el agua, su uso y aprovechamiento en cantidad y calidad, contribuye al logro de los distintos objetivos que se han establecido en el PND 2006-2010, tal y como se señala en el Cuadro 1. Con ello será posible que los tomadores de decisiones cuenten con los elementos necesarios para que las inversiones en recursos hídricos se traduzcan en beneficios concretos para las personas. Por otra parte, la Iniciativa Paz con la Naturaleza (IPN), generada desde la Presidencia de la República y cuya ejecución recae en el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de las Naciones Unidas que Costa Rica se ha comprometido a cumplir vienen a complementar ese marco.

Todos están encaminados a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones más desfavorecidas y a disminuir el riesgo de los impactos del clima, la variabilidad y el cambio climático.

⁴ Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. “Plan Nacional de Desarrollo Jorge Manuel Dengo Obregón 2006-2010”. San José, Costa Rica, 2007.

Cuadro 1. Costa Rica: Contribución del agua a los Objetivos Nacionales planteados en el PND 2006-2010

OBJETIVOS NACIONALES PND 2006-2010	CONTRIBUCIÓN DEL AGUA
Combatir la corrupción en todo el ámbito de la acción del sector público	■ Transparencia y rendición de cuentas en la gestión de los recursos hídricos. ■ Sistema de concesiones con certidumbre jurídica. ■ Mecanismos transparentes para la solución de conflictos.
La reducción de la pobreza y la desigualdad	■ Acceso universal a los servicios de agua y saneamiento básico. ■ Mejoramiento en la calidad de vida de las personas al tener agua en cantidad y calidad y que les permita mejores índices de salud así como disponibilidad intradomiciliar. ■ Proyectos productivos en el sector rural con el agua como eje. Priorizar la investigación sobre modificación de las fechas de siembra y plantación, variedades de cultivos tolerantes a humedad reducida, reubicación de cultivos, control de la erosión y protección del suelo, con el objetivo de disminuir el riesgo y mejorar la seguridad alimentaria. ■ Atención prioritaria a las poblaciones marginadas y promover sinergias con programas de Pago de Servicios Ambientales.
Mejorar la calidad y ampliar la cobertura del sistema educativo	■ Incidir en la reducción de enfermedades infantiles transmitidas por agua, a fin de disminuir el ausentismo escolar. ■ El agua intradomiciliar permite liberar tiempo en la recolección de agua, lo que posibilita que los niños y jóvenes cuenten con el tiempo para poder insertarse adecuadamente en el sistema educativo, esto con especial interés para las niñas. ■ Fortalecer el sistema educativo a través de programas de concienciación de la población sobre la temática del agua y el cambio climático.
Incrementar el crecimiento de la economía y el empleo	■ Gestión del recurso hídrico que garantice su disponibilidad en cantidad y calidad a través de una asignación óptima para todos los sectores de la economía. ■ Maximizar los beneficios de su aprovechamiento con criterios de eficiencia, atendiendo debidamente a objetivos de equidad y sostenibilidad, así como mejorar la métrica para que los procesos sean medibles, reportables y verificables. ■ La Generación hidroeléctrica, de la cual el país posee un gran potencial, permitirá avanzar hacia la seguridad energética, el uso de recursos renovables que poseen la Nación, la disminución de la importación de hidrocarburos, e incidirá en una disminución de emisión de gases de efecto invernadero. ■ Incentivar actividades de reforestación, ecoturismo y protección de cuencas, fuentes de agua y acuíferos, actividades que concilien el desarrollo económico y social, con la protección de los ecosistemas naturales.
Detener las tasas de crecimiento de la criminalidad, el tráfico de drogas y la drogadicción y revertir la sensación de creciente inseguridad por parte de todos los ciudadanos	■ La dotación de los servicios de agua potable saneamiento contribuye a mejorar el entorno urbano.
Fortalecer las instituciones públicas y ordenar las prioridades del Estado	■ Fortalecimiento del sector de recursos hídricos, especialmente la Dirección Nacional de Recursos Hídricos –DNRH-, acorde con la prioridad otorgada a la gestión del agua. ■ La promulgación de una nueva Ley del Recurso Hídrico propiciará mayor claridad en los roles y responsabilidades de las instituciones ligadas al sector hídrico. ■ Formular normas y reglamentos que integren en su diseño la gestión sostenible del recurso hídrico.
Recuperar y ampliar la infraestructura de transporte del país	■ Infraestructura de almacenamiento permite la disminución de crecidas que afectan anualmente y en forma recurrente la infraestructura vial. ■ Fortalecer las sinergias con instituciones que estén relacionadas con infraestructura hidráulica asociada a la infraestructura de transporte.
Ennoblecir la política exterior y recuperar el papel de Costa Rica en el mundo	■ Liderazgo en el cumplimiento de los compromisos internacionales en torno al agua, el ambiente al ambiente y la Estrategia Nacional de Cambio Climático. ■ En ese sentido, la gestión estratégica de las fuentes de agua para generación hidroeléctrica es fundamental para alcanzar la carbono neutralidad al año 2021, uno de las iniciativas nacionales con mayor proyección internacional.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Plan Nacional de Desarrollo Jorge Manuel Obregón 2006- 2010



El papel de los recursos hídricos en los programas públicos se concreta a través de un conjunto de metas y acciones estratégicas, organizadas en el PND 2006-2010, cuyos planteamientos permiten reconocer el carácter transversal de la gestión del agua. El Gobierno reconoce la necesidad de priorizar esfuerzos para mejorar la gobernabilidad del agua, incluyendo la formulación de políticas, estrategias y planes, leyes y la formación de capacidades institucionales. La visión en la gestión del agua ha sido sectorial y muy limitada, no considerando la interrelación ni los impactos entre sectores. Por otro lado, no es clara ni respetada la rectoría del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), situación que se ha pretendido revertir a través de directrices y decretos ejecutivos, pero que en la práctica no es validada en su totalidad.

Caso concreto de lo anterior es lo que refleja el sector de agua potable y saneamiento en Costa Rica, el cual a través de una compleja estructura institucional genera tanto duplicación de responsabilidades entre varias instituciones, como ausencia de responsables por acciones concretas que se requieren para la planificación y desarrollo del sector. Debido a la presencia de varios entes operadores, se presentan conflictos de responsabilidades en cuanto a la planificación y prestación de los servicios; tal es el caso de la GAM, donde se encuentra ubicada aproximadamente el 50% de la población del país, y donde actúan el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y algunas municipalidades.

El Gobierno también se preocupa por el logro de objetivos muy prácticos, orientados hacia la satisfacción de las necesidades de los usuarios finales. Estos objetivos prácticos incluyen, entre otros, la asignación del agua entre usos y usuarios, la vulnerabilidad del sector productivo al clima, la variabilidad y el cambio climático, la fijación de prioridades para las inversiones y el establecimiento de marcos regulatorios, a fin de hacer el mejor uso posible de los recursos, la construcción y el mantenimiento eficiente de infraestructura, permitiendo el acceso equitativo al agua en aquellos usos que son vitales para el bienestar de las comunidades. Sólo así puede proveerse agua segura y confiable para consumo humano, aportando al crecimiento de la economía y con sostenibilidad ambiental.

La Ley General de la Administración Pública No. 6227, en sus artículos 27, 99 y 100 establece un régimen jurídico para fortalecer la acción directiva del Gobierno, mediante el ejercicio de la rectoría política por parte del Presidente de la República conjuntamente con el Ministro del ramo, quienes podrán ordenar a través de directrices las actividades de las instituciones del sector, estableciendo las metas y tipos de medios para alcanzarlas acorde con las políticas de Gobierno y del Plan Nacional de Desarrollo.

Corresponde al Ministro de Ambiente y Energía la rectoría política y liderazgo de la materia ambiental en las diferentes áreas temáticas establecidas en la Ley Orgánica del Ambiente y, a partir de ésta, en las demás leyes especiales sobre recursos naturales y en las leyes orgánicas de cada Ministerio o Institución Autónoma que regulen materias ambientales. En el capítulo 5.3.2 se analiza el tema de la rectoría sobre el sector hídrico y el recurso en sí.

El decreto ejecutivo No. 30-480-MINAE de junio del 2002, define los principios rectores que rigen la Política Hídrica Nacional, como primer paso en la definición de una política pública de aguas. Posteriormente, la Directriz No. 035-2004 del Sector Ambiente, emitida por el Poder Ejecutivo el 5 de noviembre del 2004, establece que el recurso hídrico constituye un tema prioritario en la agenda política y ambiental, que requiere una orientación basada en el principio de la gestión integrada.

Adicionalmente, como producto de la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y tomando en consideración las acciones mencionadas en el párrafo anterior, se preparó la Política Hídrica Nacional. Este es un marco orientador general para el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico. Los principios planteados en esta Política son los que se indican en el Recuadro 2 que se toman del decreto ejecutivo mencionado.

⁵ Tal y como se señala, estos principios fueron enunciados en el 2002, por lo que una serie de elementos fundamentales no se consideran, especialmente el tema del cambio climático y los cambios tanto en la oferta hídrica como en la demanda. El PNGIRH sí considera estos factores que han sido analizados en los años posteriores a la promulgación de este decreto.

Recuadro 2. Costa Rica: Principios Rectores de la Política Hídrica Nacional⁵

I.	El agua y las fuerzas que se derivan de ésta son bienes estratégicos del país, que contribuyen al desarrollo nacional y a mejorar el nivel de vida de sus habitantes.
II	La gestión del recurso hídrico se orienta a potenciar su contribución al crecimiento económico, con atención especial a la reducción de la pobreza, dentro de un marco de sustentabilidad ambiental.
III.	La gestión del agua y, sobre todo, las reglas de acceso a este recurso, se rigen por principios de equidad, eficiencia y solidaridad social e intergeneracional.
IV.	El agua es un bien de dominio público y, consecuentemente, es inembargable e inalienable.
V.	La función del agua como fuente de vida y supervivencia de todas las especies y ecosistemas, y los servicios ambientales que estos proveen en las cuencas, forman parte de la gestión del recurso hídrico.
VI.	El agua tiene un valor económico y social que debe reconocerse en su gestión.
VII.	La gestión del agua incluye la recuperación del costo de protegerla, distribuirla y administrarla para fomentar conductas de ahorro y protección por parte de los usuarios, y generar los recursos financieros necesarios.
VIII.	El balance hídrico oferta-demanda por cuencas hidrográficas, es un instrumento básico para la asignación del agua en la gestión integrada del recurso.
IX.	Para promover el uso eficiente del agua, se requiere la utilización de las mejores infraestructuras y tecnologías disponibles que sean adecuadas a la realidad del país.
X.	La gestión efectiva del recurso hídrico incluye la participación de todos los involucrados, partiendo de la cuenca hidrográfica como unidad de planificación y gestión, y cuando se requiera, con criterios de integración y descentralización.
XI.	La selección de proyectos de desarrollo, donde el aprovechamiento del recurso hídrico es una opción en la toma de decisiones, se basa en un análisis beneficio-costos de alternativas, que incluye costos y beneficios económicos, sociales y ambientales.
XII.	El ordenamiento territorial funcional es un instrumento indicativo de planificación para vincular los demás recursos naturales y actores sociales a la gestión del recurso hídrico.
XIII.	Los proyectos de desarrollo de gran envergadura que requieran el aprovechamiento intensivo de los recursos hídricos, incluirán el costo social de la provisión de servicios básicos de agua y saneamiento de las pequeñas comunidades aledañas que carezcan de ellos y propuestas concretas sobre cómo el proyecto cubrirá dicho costo.

Fuente: Decreto Ejecutivo 30480-MINAE (2002)



3.2 Metodología seguida en la elaboración del PNGIRH

Para elaborar PNGIRH se consideraron metas de corto, mediano y largo plazo, sus requerimientos financieros e institucionales, y las acciones complementarias requeridas.

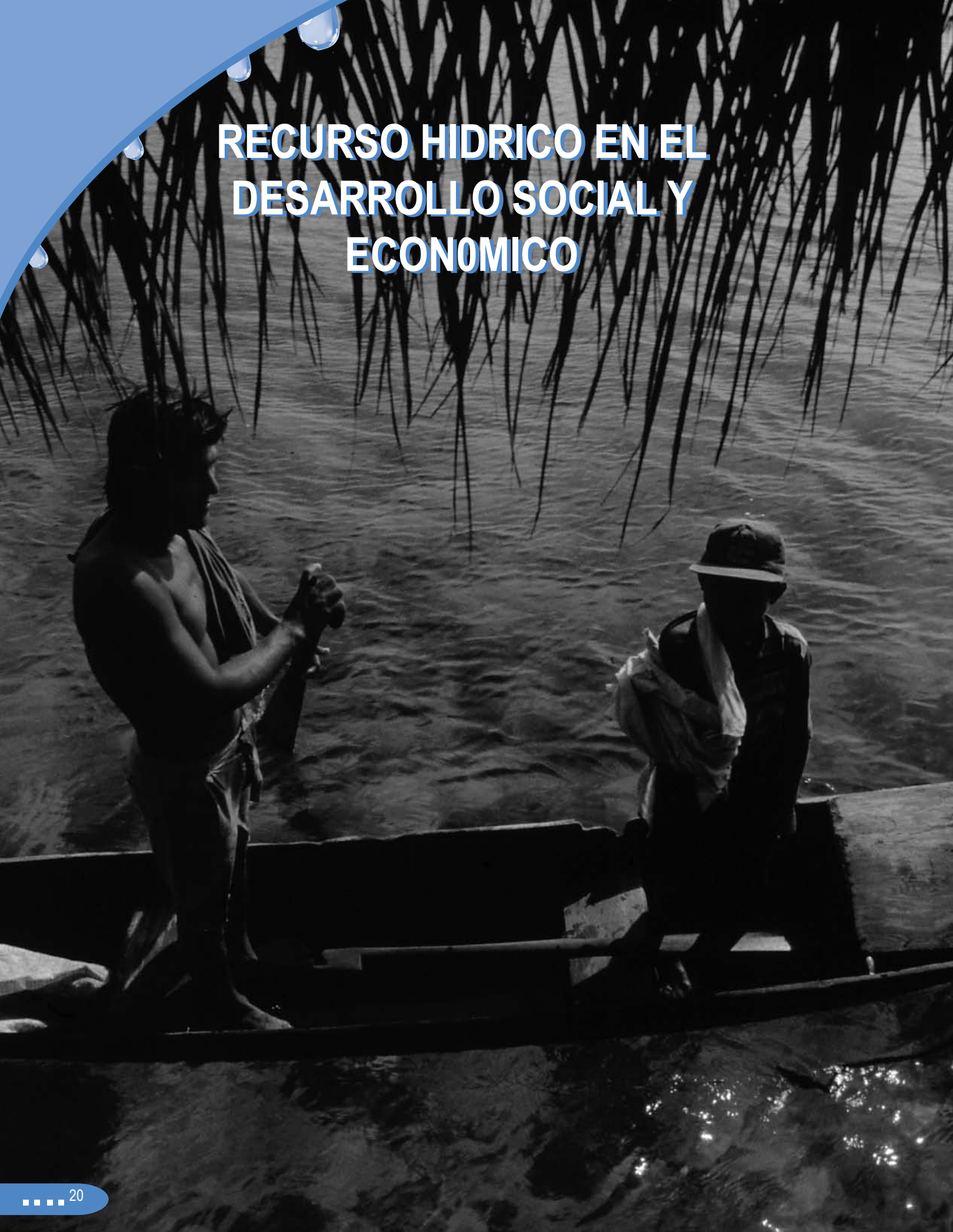
Se establecieron lineamientos para iniciar su implementación, así como los indicadores de impacto para darle seguimiento, evaluar su cumplimiento y hacer los ajustes necesarios.

El PNGIRH parte de donde terminó la EGIRH, en la que se identificaron, cuantificaron y tipificaron los retos que afronta el país en cuanto al uso del agua (considerando al ambiente como un usuario). Además, en la EGIRH se elaboraron cuatro estudios de caso que ilustran como una GIRH ayudaría a resolver muchos de los principales problemas identificados.

En términos más específicos, para la elaboración del plan se siguieron los pasos siguientes:

- Identificar los objetivos del país respecto al desarrollo humano, incluyendo aspectos sociales, sostenibilidad ambiental y crecimiento económico, con base en las iniciativas sectoriales y nacionales;
- Establecer el papel que el agua desempeña en el logro de dichos objetivos;
- Plantear un análisis de base como punto de partida para la estimación de los requerimientos futuros del recurso hídrico, a partir de distintos escenarios socioeconómicos. Estos consideran las potenciales demandas del recurso tanto del sector público como del privado;
- Elaborar balances oferta-demanda de agua mensuales por cuenca hidrológica;
- Integrar la cartera de iniciativas de inversión pública, con los proyectos que tienen programados las principales instituciones del sector hídrico y contrastarla con los requerimientos futuros de agua;
- Evaluar las iniciativas en el marco de los objetivos del país y de los faltantes previstos a nivel de cuenca.
- Plantear elementos habilitadores que permitan la gestión integrada de los recursos hídricos en función de los objetivos del país.
- Además para recabar la información pertinente y las impresiones de los actores involucrados, se realizaron una serie de talleres (6 de capacitación y 5 de priorización de problemas), consulta a expertos y una constante coordinación con el Comité de Hidrología y Meteorología.





RECURSO HIDRICO EN EL DESARROLLO SOCIAL Y ECONOMICO

Mensajes Claves

- El agua juega un papel relevante en el quehacer de la sociedad costarricense, contribuyendo a los objetivos sociales, económicos y ambientales que ésta se ha trazado. Sin embargo, así como el agua es relevante es también un recurso vulnerable.
- La falta de agua menoscaba el desarrollo humano y limita las capacidades y el potencial de las personas; por el contrario, el acceso justo y equitativo al recurso conlleva niveles de desarrollo humano más elevados.
- No obstante, el agua es uno de los factores para el desarrollo, entre varios. Además, no es suficiente una buena disponibilidad de agua; es necesario que existan instituciones que permitan su aprovechamiento y aseguren en cantidad y calidad el preciado recurso.
- En Costa Rica hay sectores económicos importantes para el desarrollo del país que dependen del agua para su existencia.
- Cumplir las metas planteadas en el programa Paz con la Naturaleza, el Plan Nacional de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), propuestos por Naciones Unidas, depende en gran medida del acceso a los recursos hídricos, así como a su debida protección y conservación.

El agua juega un papel relevante en el quehacer de una sociedad, contribuyendo a los objetivos sociales, económicos y ambientales que ésta se ha trazado. A continuación se presentan algunas cifras globales que resaltan la importancia de este recurso estratégico.

4.1 El agua y el desarrollo global

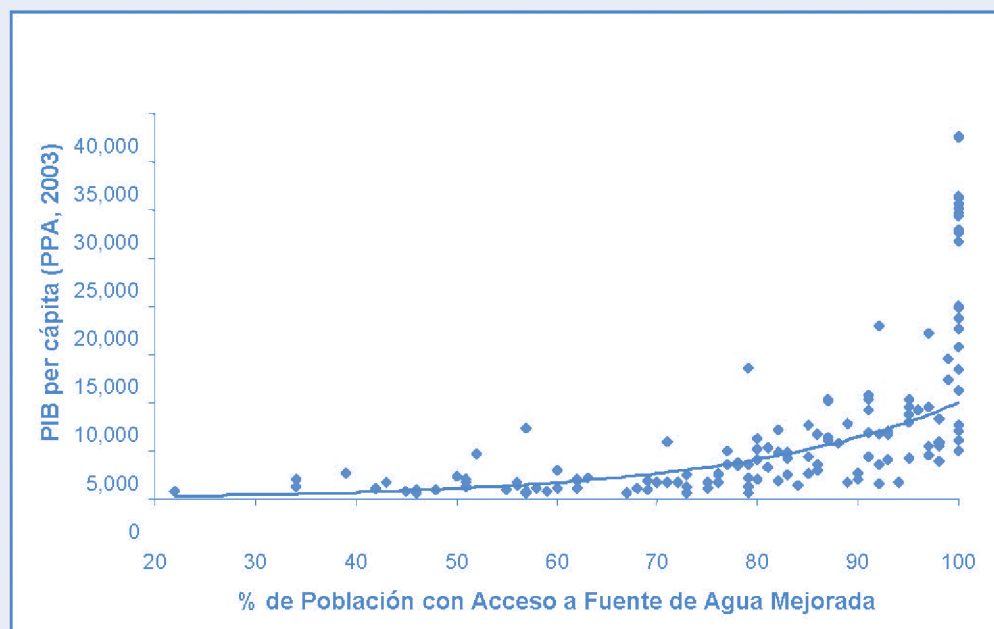
De acuerdo al Informe Mundial de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2006), la falta de agua menoscaba el desarrollo humano y limita las capacidades y el potencial de las personas en todo el planeta⁶. Por el contrario, el acceso seguro al recurso conlleva niveles de desarrollo humano más elevados. Un ejemplo que se cita comúnmente es el relacionado con el agua para cubrir las necesidades domésticas de higiene y promover la salud y el bienestar de las personas.

También es claro que existe una relación positiva entre el acceso al agua potable y la economía de los países (mediante el nivel del PIB per cápita a paridad de poder adquisitivo), como se muestra en la Figura 1, donde se aprecia que los países que poseen ingresos elevados cuentan con tasas de acceso al agua potable cercanas al 100%, mientras que los países más pobres del orbe no son capaces en muchos casos de cubrir siquiera un 50% de su población con agua de buena calidad.

De esta manera, resulta claro que las poblaciones que cuentan con el PIB per cápita más elevado tienen mayor acceso al agua potable. Un país con mayores recursos económicos es capaz de invertir y cubrir las necesidades más básicas de su población (como lo es el acceso al agua potable). Al mismo tiempo, una población con acceso al agua de mejor calidad, es menos propensa a enfermedades de origen hídrico lo que contribuye positivamente en la productividad del país.

⁶ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD (2006): Informe Mundial de Desarrollo Humano 2006. Nueva York: Naciones Unidas.

Figura 1. PIB per cápita y acceso al agua potable



Fuente: elaboración propia con datos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con una muestra de 141 países. 2006.

El Informe del PNUD mencionado también indica que el suministro adecuado de agua potable es tan sólo uno de los aspectos del papel que desempeña el agua en satisfacer las necesidades básicas y contribuir al desarrollo, es así como se manifiesta que el adecuado tratamiento de los residuos humanos reduce las enfermedades y la mortalidad; el riego en la agricultura desarrolla actividades de sustento que son un paso clave para salir de la pobreza a las poblaciones rurales; la industria necesita de recursos hídricos fiables para prosperar y crecer. El agua desempeña también un papel clave en la generación de energía, el transporte y el turismo.

Por otra parte, El IV Foro Mundial del Agua, realizado en el 2006, definió la “seguridad del agua” como la disponibilidad confiable de una cantidad y calidad aceptable de agua para producción, subsistencia y salud, asociada a un nivel aceptable de riesgo a la sociedad derivado de impactos impredecibles relacionados con el agua⁷.

En dicho foro, se planteó que la relación entre el nivel de inversión en infraestructura y la contribución del agua al crecimiento económico sigue una curva tipo “S”, como se muestra en la Figura 2, con un punto (a y b en la figura) después del cual se puede observar un crecimiento más rápido. Antes de este punto, los rendimientos de dicha inversión pueden ser bastante modestos. Países con hidrología más “difícil”⁸ generalmente requieren de mayores inversiones inmediatas en infraestructura, instituciones y capacidad a fin de poder lograr la seguridad del agua. Muchos otros factores también afectan esta dinámica.

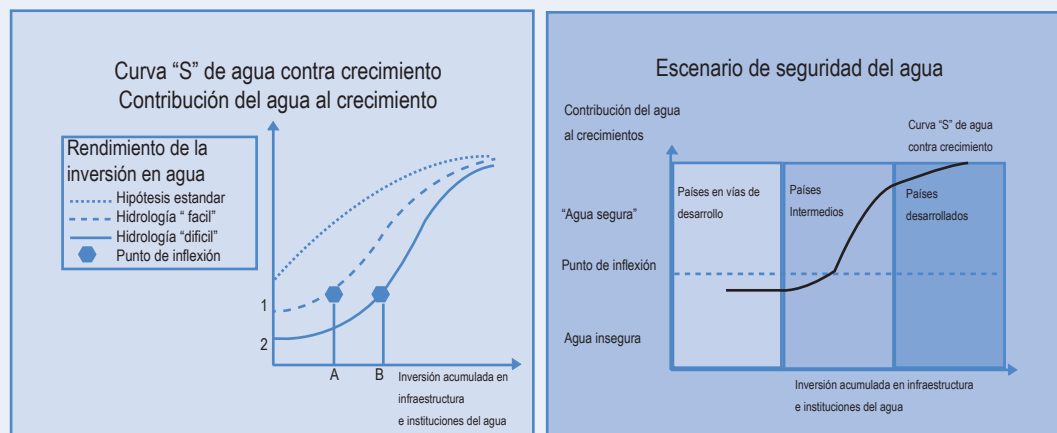
Por ejemplo, tal vez sea necesario un mayor nivel de inversión para reformas institucionales, desplazando la curva “S” hacia la derecha con una mayor resistencia a la reforma. Del lado positivo, mejores tecnologías y políticas de gestión y administración más eficientes pueden disminuir la necesidad de inversión, desplazando la curva “S” hacia la izquierda.

⁷ IV Foro Mundial del Agua. Documento Temático “Agua para el Crecimiento y Desarrollo”. México 2006.

⁸ Por ejemplo con mayor propensión a inundaciones y sequías, con una mayor proporción de sus recursos hídricos en cuencas transfronterizas, con mayor dificultad para el acceso a fuentes subterráneas, etc.



Figura 2. Contribución del agua al crecimiento y escenarios de seguridad del agua



Fuente: IV Foro Mundial del Agua. Documento Temático Agua para el Crecimiento y Desarrollo. México 2006.

Según la fuente antes citada, la curva "S" también puede ilustrar las diferencias en distintos escenarios de seguridad del agua. Los países en vías de desarrollo caerán generalmente a lo largo del segmento horizontal inferior de inseguridad del agua o de vulnerabilidad del agua. Las economías intermedias caen a menudo a lo largo del segmento de pendiente fuerte con el punto de inflexión, mientras que las economías desarrolladas caen generalmente a lo largo del segmento horizontal superior de seguridad del agua. Según esta hipótesis, una adecuada planificación de las inversiones con un balance adecuado de infraestructura y gestión del agua, según las características propias de cada país, puede ser un factor importante que dinamice el desarrollo y ayude al país a moverse horizontalmente de izquierda a derecha y verticalmente hacia una mayor seguridad del agua, en una situación como la que se muestra en la gráfica derecha de la Figura 2.

4.2 El agua y el desarrollo nacional

Siguiendo la misma línea de análisis expuesta para el caso global, Costa Rica puede ser caracterizada como una economía de ingresos medios altos y con un buen nivel de desarrollo humano, donde la cobertura de agua para consumo humano ha sido factor fundamental en el logro de mejorar la salud humana y la calidad de vida. La elevada tasa de cobertura de agua potable ha jugado un papel relevante para posicionar a Costa Rica entre los países con niveles de desarrollo más altos del Continente. Los datos que sustentan esta caracterización se muestran en el Cuadro 2.

De acuerdo con el Treceavo Informe del Estado de la Nación⁹, referido al año 2006, el 98.2% de la población dispuso del servicio de agua para consumo humano a través de 2,235 acueductos; el 94.2% recibió agua intradomiciliar. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el alto porcentaje de acceso al agua oculta un problema de acceso en las zonas rurales, ya que el alto porcentaje de acceso se debe en gran medida a la alta cobertura en las zonas metropolitanas, donde se concentra la mayoría de la población.

Cuadro 2. Costa Rica: indicadores de desarrollo económico y acceso al agua para consumo humano

Valor Posición América Latina (21 países)	PIB per cápita ajustado al poder adquisitivo (PPA)	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Acceso al Agua para Consumo Humano
	US\$10,300	0.841	94%*
	7o	4to	2do

*Estimación del Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas, AYA, 2007

Fuente: elaboración propia con datos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2006, World Outlook del Fondo Monetario Internacional, 2008.

⁹Programa Estado de la Nación (Costa Rica). "Decimotercer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible". San José, Costa Rica. 2007.

Una correcta gestión del agua habrá de impactar positivamente a las poblaciones y también a los sectores productivos. Por el contrario, una inadecuada gestión y uso ineficiente del recurso impactará a las personas y la economía negativamente, imponiendo costos adicionales en prácticamente todas las actividades. Costa Rica así lo reconoce y por ello ha enunciado que “el recurso hídrico y las fuerzas que se derivan de este son bienes estratégicos del país, que contribuyen al desarrollo nacional y a mejorar el nivel de vida de sus habitantes”. Esta promulgación se efectuó mediante el Decreto Ejecutivo No. 30.480-MINAE de junio de 2002 y se reforzó con la Directriz No. 1-2004 Sector Ambiente, emitida el 5 de julio del 2004.

Dada la diversidad de los sectores usuarios del agua en Costa Rica, cada uno debe ser abordado de una manera particular, lo cual se hará con mayor detalle cuando se proyecte el crecimiento en el consumo de agua para cada uno. El Diagnóstico de la EGIRH, señaló que la extracción total de agua para los distintos usos, incluido el consumo humano, equivalen tan solo al 20.2% del volumen total de agua disponible en el país. Las principales actividades productivas ligadas a la utilización del recurso hídrico en Costa Rica son la generación hidroeléctrica, el riego para las actividades agropecuarias, la agroindustria y la industria en general, así como el turismo. En el Cuadro 3 se presentan algunos datos que ilustran la importancia estratégica del agua en la producción de bienes y servicios del país.

Cuadro 3. Costa Rica: relevancia del agua para sectores productivos.

Sector	Importancia del recurso hídrico	Importancia del sector
Generación Hidroeléctrica	Mayor usuario de agua en el país (uso no consuntivo).	Entre el 75% y 80% de la generación eléctrica del país se obtiene por este medio
Uso Agrícola	Para la producción de alimentos, más de 120,000 hectáreas irrigadas. Otros usos: sector pecuario y piscícola	La producción agrícola nacional representa aproximadamente 9% del PIB. De ésta, los principales productos bajo riego son: arroz, melón, caña de azúcar, piña, hortalizas.
Uso Industrial	Las industrias utilizan el agua en sus procesos productivos, especialmente la Agroindustria y la Industria Alimentaria	La industria y la agroindustria representan aproximadamente 22% del PIB. El subsector industrial de mayor crecimiento y con mayor potencial en el corto y mediano plazo es la industria alimentaria.
Uso para Turismo	En todo el país: riego de áreas verdes, campos de golf, consumo humano y recreativo, agua para piscinas e infraestructura hotelera.	De acuerdo a ICT, el turismo representa aproximadamente el 8% del PIB, con una generación de ingresos por concepto de turismo en el año 2006 de US\$2,147.3 millones

Fuente: datos extraídos de la EGIRH. 2005 y con base en cuentas nacionales BCCR 2007.

4.2.1 Recurso hídrico y metas del país

Una buena parte de las metas nacionales tienen una relación indisoluble con el recurso hídrico y para los cuales, la adecuada gestión del agua se presenta como clave para la consecución de estas aspiraciones.

4.2.1.1 Metas y objetivos sociales

En el eje de la política social, el PND manifiesta que el país debería ser capaz de reducir el porcentaje de pobreza en cuatro puntos porcentuales tomando como base el año 2006, lo que implica pasar de un 20% a un 16% para el 2010. Este logro representaría un cambio en la tendencia de los últimos 15 años, durante los cuales el porcentaje de pobreza había fluctuado entre 29% y 18%. La reducción de la pobreza, tanto relativa como absoluta, depende entre otras acciones del crecimiento económico del país, así como de las políticas de distribución del ingreso generado por el crecimiento esperado. Estas últimas se traducen en primera instancia por una mayor inversión estatal en regiones y zonas de menores recursos.



Si bien la meta planteada debería alcanzarse en el año 2010, la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples del año 2007 elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), muestra que esta meta fue casi lograda en dicho año, cuando el porcentaje de pobreza se ubicó en 16.7%. En este sentido, será importante mantener el nivel adecuado de las inversiones en el sector hídrico, para contribuir a la sostenibilidad de estos logros y mejorarlos en el mediano y largo plazo.

El acceso al agua potable determina en buena parte la salud de los habitantes de las regiones, especialmente de aquellas con menores tasas de cobertura. El PND ha trazado como meta el aumento en la cobertura de agua potable en zonas rurales de un 65% a un 71%, lo que significa beneficiar casi a 100,000 personas adicionales. Esta meta se encuentra ligada a los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas.

En el Cuadro 4 se resumen las metas planteadas tanto en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 como en los Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas. Se presenta además, de manera ilustrativa, la relación que cada uno de estos tiene con el agua, o mejor dicho, la forma en que el agua contribuye a lograrlos. Igualmente, como la ausencia de agua o la falta de acceso a esta, impide alcanzarlos.

Cuadro 4. Costa Rica: Metas sociales vinculados al recurso hídrico

	Meta	Iniciativa	Importancia del recurso hídrico en el alcance de la meta
Pobreza	Alcanzar y mantener una tasa de pobreza de -máximo- 16% 2010	PND 2006-2010	El agua es vital para suplir necesidades básicas de la población. Mayor consumo de agua, tanto por el efecto de mayor cobertura como por efecto de un mayor ingreso. Menos recursos dirigidos a programas asistenciales (control de diarreas y enfermedades infecto contagiosas ligadas al agua) los cuales pueden direccionarse a programas de educación, vivienda, salud preventiva.
Salud	Erradicar la pobreza Extrema Reducir a 2 / 1000 Tasa Mortalidad infantil (menos de 5 años)	Objetivos de Desarrollo del Milenio Naciones Unidas Objetivos de Desarrollo del Milenio Naciones Unidas	La manutención y la seguridad alimentaria de los pobres dependen directamente de la cantidad y calidad del agua y los servicios de saneamiento. Se requiere para ello un aumento en la cobertura y la calidad del agua para consumo humano, así como una mayor cobertura en materia de saneamiento. La carencia de saneamiento básico y adecuado suministro de agua reducen la calidad de servicios de salud especialmente en áreas rurales. (objetivo 4) Hasta 1/5 del total de enfermedades en los países en desarrollo puede relacionarse con el agua y otros factores de riesgo (objetivo 5).
Cobertura Agua Potable	71% cobertura de agua potable en zonas rurales (2010) 98,7% de cobertura de agua para consumo humano (2015)	PND 2006-2010 Metas del Milenio Naciones Unidas	El acceso a agua potable intradomiciliar permite una mejor condición de vida, al requerir menos esfuerzo la obtención del recurso hídrico, lo que posibilita que el mismo se dedique a otras labores productivas, domésticas o educativas. El acceso a agua potable tiene relación directa con mejora en los índices de salud. La cobertura de agua potable intradomiciliar permite a su vez mejorar el saneamiento y disposición de excretas.

Fuente: PND 2006-2010, Informe de cumplimiento de las metas del milenio Costa Rica (2005).

Como se desprende del cuadro anterior, muchos de los objetivos del PND y de los Objetivos del Milenio (ODM) dependen directamente del acceso al agua en calidad y cantidad.

Por ejemplo, algunas evaluaciones para el caso costarricense estiman que durante el 2002 se registraron 138,000 casos de diarrea con un costo de 31 millones de dólares en atención médica. La tasa de mortalidad infantil (especialmente la de niños menores de cinco años) se considera un buen indicador de la eficacia en la prestación de servicios elementales, como el acceso al agua potable. En el caso de Costa Rica, el PNUD estima en 3.7 sobre 1000 la mortalidad infantil de menos de 5 años y como parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (ODM) se proyecta reducir este valor a 2 de cada mil.

El PNUD ha relacionado cualitativamente la adecuada gestión del agua con el cumplimiento de otros objetivos, como lo son, por ejemplo, la universalización de la enseñanza primaria y la promoción de la igualdad de género. Sobre el primer punto, se destaca que la carencia de servicios de agua y saneamiento en áreas rurales reduce el interés de profesores calificados en trabajar en poblados pobres.

De la misma manera, los pobladores que carecen de servicios básicos (como el agua) pueden tener una mayor predisposición a la deserción escolar de los niños y jóvenes en edad de estudio. En cuanto a la equidad de género, se plantea que mujeres y niñas invierten su tiempo en recoger agua, reduciendo su oportunidad de educación (PNUD, 2006).

4.2.1.2 Metas económicas

El crecimiento económico se origina en buena parte por la dinámica de sectores productivos que se sirven del agua como insumo o materia prima. Las metas propuestas en materia productiva, por lo tanto, tienen un impacto en la demanda del recurso hídrico.

A una eficiencia constante, sin considerar mejoras tecnológicas en el uso del recurso, el crecimiento esperado en los sectores industrial y agrícola conllevaría un aumento en el consumo real de agua.

En Costa Rica la tasa de crecimiento promedio anual del PIB real ha sido de 4.7% desde el año 2000 y de un 6.4% para los últimos 4 años. Sin embargo, para el 2008 se estima regresar a una tasa de crecimiento entre un 4% a un 5%. Para tener una mayor noción de lo que representa esta cifra, podemos señalar que a este ritmo de crecimiento (5%), tomaría casi 15 años duplicar el tamaño de la economía del país.

Desagregado por sectores, el crecimiento del sector industrial ha llevado la pauta en este ritmo (6.3% como promedio anual de los últimos 10 años y 8.4% como promedio anual de los últimos 4 años).

El PND arroja como meta un aumento cercano al 24% anual para los próximos años en exportaciones ligadas al sector industrial. Igualmente se plantea un crecimiento anual del 15% para las exportaciones del sector de la industria alimentaria, que por naturaleza es un importante usuario de agua. Según el Diagnóstico preparado para la EGIRH10, el sector industrial requiere de agua tanto como insumo directo (por ejemplo, para ser embotellada) como indirectamente para distintas actividades asociadas a los procesos productivos y de servicios (por ejemplo para funcionamiento de calderas y limpieza). El 67% de las fuentes de abasto corresponden a aguas superficiales y el 33% a aguas subterráneas, las cuales pueden ser accedidas mediante concesiones de aprovechamiento otorgadas por el Departamento de Aguas del MINAET y una porción de las industrias se abastece a través de los sistemas de agua potable de los diversos operadores. El volumen de extracción global anual actual es de 0.20 km³, o sea 10 Diagnóstico de la Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de Costa Rica (2005) alrededor de un 1,2 % de la extracción total, o un 3,7% de la demanda de agua consuntiva.

Otro sector que ha mostrado un crecimiento importante en relación con su aporte al crecimiento de la economía en los últimos años ha sido el sector agrícola, especialmente el sector agro exportador. Sólo durante el año 2006, la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), estimó que las exportaciones del sector agrícola crecieron un 16% con respecto al año anterior. Esta realidad se recoge también en el PND, donde se asume que el país habrá de mantener tasas anuales de crecimiento del orden del 15% en exportaciones agrícolas y del 9% en exportaciones derivadas del sector pecuario.

Sin embargo, la demanda de agua del sector agrícola no solo está ligada al sector exportador, en especial dada la crisis de alimentos que vive el planeta y que se hace presente también en nuestro país, gran parte del esfuerzo productivo de este sector será dedicado a productos de consumo interno, como son los granos básicos, especialmente arroz.



Otra meta concerniente a sectores productivos usuarios del agua es el crecimiento anual de 4% en el total de turistas que ingresan al país. Durante el 2006, el Instituto Costarricense de Turismo¹¹ estimó que la cantidad de visitantes fue de 1,725,000, con una inversión promedio aprobada por esta institución en los años 2005 y 2006, de alrededor de US\$150 millones. El turismo continúa demostrando su potencial generador de divisas para el país y su importancia relativa con respecto a las exportaciones generales del país.

Las divisas generadas por la industria turística (US\$1629,3 millones en el 2006) superan las exportaciones de productos tradicionales, tales como café, carne, azúcar y banano siendo solo superado por las divisas generadas por la exportación de microprocesadores electrónicos. No existen estadísticas fácilmente disponibles para estimar razonablemente el uso de agua en este sector (número total de cuartos de hotel, ocupación promedio, uso unitario por cuarto, entre otros) y las estadísticas de los operadores de sistemas de agua potable están demasiado agregadas y no especifican claramente este uso. No obstante, este es un usuario destacable de agua y este recurso hídrico es fundamental para el alcance de las metas en el sector turístico.

Si bien es cierto que desde un punto de vista nacional el uso del agua por el sector turismo es relativamente poco con relación a otros sectores, como el sector agrícola, y que la relación en generación de riqueza con respecto al uso del agua demuestra una mayor eficiencia en el sector turismo, en algunas regiones del país ya se han advertido conflictos de uso derivados de la utilización del recurso para desarrollos turísticos, como es el caso de Guanacaste. Las posiciones de las comunidades va direccionada a resaltar una competencia entre el uso doméstico y el turístico debido en mucho al uso derrochador que se hace en campos de golf, piscinas, riego de jardines contra comunidades sin agua intradomiciliar, o con acueductos obsoletos, o con una prestación del servicio ineficiente o de pocas horas al día.

También hay objetivos nacionales planteados el sector hidroeléctrico juega un papel muy importante, sobre todo si se considera también metas ambientales. La generación hidroeléctrica tiene además la posibilidad de generar un doble dividendo económico y ambiental: se genera la electricidad requerida por la sociedad a un costo menor (generación eléctrica más eficiente) al tiempo que se presenta como una fuente limpia de energía, sobretodo en comparación con fuentes térmicas que emiten gases de efecto invernadero al derivarse de combustibles fósiles.

El Cuadro 5 muestra algunas metas del país en materia de crecimiento económico y la forma en que éstas se asocian con el recurso hídrico.

Cuadro 5. Costa Rica: Metas económicas vinculadas al recurso hídrico

Meta		Iniciativa	Importancia del recurso hídrico en el alcance de la meta
-Crecimiento Industrial	24% anual en exportaciones al 2010	PND 2006-2010	Si el crecimiento esperado del sector es mayor que el incremento en la eficiencia del uso del agua, se tendrá un fuerte incremento en la demanda del recurso en sectores industriales altamente consumidores.
-Crecimiento Agrícola	15% anual en exportaciones agrícolas y 9% anual en exportaciones pecuarias	PND 2006-2010	Productos exportables como el melón y la caña de azúcar utilizan grandes volúmenes de agua para riego, por lo que si no se utilizan nuevas tecnologías, la demanda de agua crecerá en porcentajes significativos.
Generación Hidroeléctrica	2021: al menos el 80% de la electricidad generada en el país	Plan Nacional de Energía 20083-2021	Permite generar electricidad un costo menor que las fuentes alternativas inmediatas (generación térmica). Aproximadamente US\$0.07 contra US\$0.41 por kwh.

¹¹ Instituto Costarricense de Turismo. Plan Nacional de Turismo 2002-2012. Actualización 2007 Versión 6.0. Octubre de 2007

Meta		Iniciativa	Importancia del recurso hídrico en el alcance de la meta
-Crecimiento Turismo	4% anual en total de turistas	EL ICT estima el crecimiento será de un 6.6% como promedio anual hasta el año 2012. De acuerdo con esta meta se esperaría llegar a la cifra de 2.3 millones de turistas internacionales en el año 2012. PND 2006-2010 Plan Nacional de Turismo 2002-2012, actualización al 2007	Zonas de alto potencial turístico presentan ya conflictos por el uso de agua, tanto con comunidades como con actividades del sector agropecuario.

Fuente: PND 2006-2010, Informe de cumplimiento de las metas del milenio Costa Rica (2004), Documentos preliminares de la Iniciativa Paz con la Naturaleza, Plan Nacional de Turismo 2102_2012, actualización al 2007, Plan Nacional de Energía 2003-2021, actualizado al 2008.

Cabe destacar que para todos los sectores productivos, el grado de aumento en el consumo del recurso hídrico en relación al aumento de la producción, está relacionado con la eficiencia en el uso del agua.

4.2.1.3 Metas ambientales

En cuanto a las metas ambientales, el más relevante quizá es la meta propuesta en el PND, y que fue retomada por la Iniciativa Paz con la Naturaleza, de producir en el año 2021 el 100% de la energía con fuentes renovables, incluyendo dentro de éstas la generación hidroeléctrica. La meta implica por supuesto la supresión gradual de la generación térmica que ha ido aumentando en los últimos años. En el 2007 la generación térmica llegó a significar un 8% de la generación eléctrica total, con variaciones mensuales y teniéndose en el mes de abril del 2007 una participación de un 16,4%. Para el 2008, se estima que será un 7,1%, dado que ha sido un año particularmente lluvioso.

En el corto y mediano plazo la adopción de otras fuentes de energía renovable como la biomasa, la eólica o la solar, parecen poco factibles de explotar a gran escala y en el caso de la energía geotérmica (13,8% en el 2007) las principales fuentes no son accesibles, especialmente por encontrarse en Parques Nacionales; ello frente a una demanda energética creciente estimada en un 7% anual. Entonces la meta trazada por el PND, supone que la apuesta del país deberá estar dirigida a potenciar la generación hidroeléctrica, cuya participación en la generación eléctrica total pasó de ser un 85% en el año 2005 a un 75, 3% en el 2007.

Según el Diagnóstico del V Plan Nacional de Energía 2008-2021 ¹² el potencial hidroeléctrico bruto estimado es de 8,072 MW con el potencial disponible para el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de 5,851 MW; dichas cifras excluyen el potencial ubicado en parques nacionales. La potencia hidroeléctrica total instalada en Costa Rica al finalizar 2007 era de 1 500,4 MW (un 6,3% más que en 2006) que en un 74,2% pertenece al ICE, los generadores privados incluidas las cooperativas de electrificación rural tienen el 19,6% de capacidad instalada y finalmente, bajo el esquema BOT, un 6,2% del total.

En este sentido, el Plan Nacional de Expansión del ICE proyecta que para antes de 2020 la generación hidroeléctrica será de 12,000 GWh por año, casi el doble de la generación actual, que se estima en 6,600 GWh. Consecuentemente, la decisión que se impone es impulsar proyectos de generación basados en fuentes autóctonas y renovables, donde el agua es la fuente que mayormente posee el país. Algunos de estos proyectos han sido postergados por varios años, como es caso del proyecto Díquis (antes proyecto Boruca).

El alcance de esta meta, hace necesario considerar un aumento importante en el uso de agua dedicada a esta actividad.

Otra meta, de carácter ambiental, que se ha planteado Costa Rica es ser “carbono neutral” para el año 2021. Para alcanzarla, la generación hidroeléctrica deberá tomar mayor importancia y absorber un alto porcentaje de la nueva demanda. La gestión del agua toma relevancia en el contexto del cambio climático desde el punto de vista de la mitigación y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Desde el punto de vista de la adaptación al cambio climático también es importante, ya que una buena gestión del agua puede reducir la vulnerabilidad del sector. Contar, por ejemplo, con capacidad de almacenamiento permite regular la cantidad de agua que está disponible para las diferentes actividades, y disminuir los efectos esperados del cambio climático (por ejemplo veranos más largos y secos e inviernos con precipitaciones más intensas, con probabilidades de que bajo la afectación del fenómeno El Niño se

¹² Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. Dirección Sectorial de Energía. “Diagnóstico V Plan Nacional de Energía 2008-2021”. San José, Costa Rica, febrero 2008.



presente un inicio de la época seca más temprana). La manera en la que este fenómeno incidirá en la disponibilidad y demanda del agua se puede analizar en varias dimensiones y por su importancia, se ha considerado en una sección específica, que se presenta más adelante en este documento y que está ligada claramente a la Estrategia Nacional de Cambio Climático. El Cuadro 6 muestra el detalle de las metas asociados a las variables meta ambientales.

Cuadro 6. Costa Rica: Metas ambientales vinculadas al recurso hídrico

Meta		Iniciativa	Importancia del recurso hídrico en el alcance de la meta
Emisión de carbono	Neutralidad en la emisión de carbono	Paz con la Naturaleza	Instrumentalización de políticas económicas genera un costo adicional en el sector productivo y su consecuente impacto en la demanda del recurso hídrico.
	Establecimiento de parámetros de emisiones de gases de efecto invernadero en conjunto con los generadores y otros sectores, de modo que el país lidere los esfuerzos en la Región en cuanto a mitigación y adaptación al calentamiento global.	V Plan Nacional de Energía 2008-2021	En esta misma línea, el Estado ha manifestado que el país debe concentrar esfuerzos en la producción de biocombustibles cuyos cultivos demandan agua para riego.
Generación eléctrica	En el 2121, el 100% de la energía será generada a partir de energías renovables	PND Iniciativa Paz con la Naturaleza	El Plan de Expansión del ICE planea duplicar la generación hidroeléctrica al 2020, por lo que la demanda de agua para este uso seguirá una tendencia similar.
	El subsector eléctrico, revisará los planes de manejo de cuencas u otros para minimizar el impacto ambiental para saber si son suficientes o requieren de algún ajuste.	V Plan Nacional de Energía 2008-2021	Se mantienen y se evalúan las acciones de mitigación como manejo de cuencas, producción de metano en lagunas de oxidación anaeróbicas para aguas residuales, reforestaciones u otras, realizadas por FONAFIFO, el ICE, AyA, ESPH y otras empresas eléctricas, ya que no sólo reducen las vulnerabilidad por el cambio climático y su impacto en las fuentes de agua, sino que mejoran la productividad hidroeléctrica.

Fuente: PND 2006-2010, Informe de cumplimiento de las metas del milenio Costa Rica (2004), Documentos preliminares de Paz con la Naturaleza y V Plan Nacional de Energía 2008-2021.

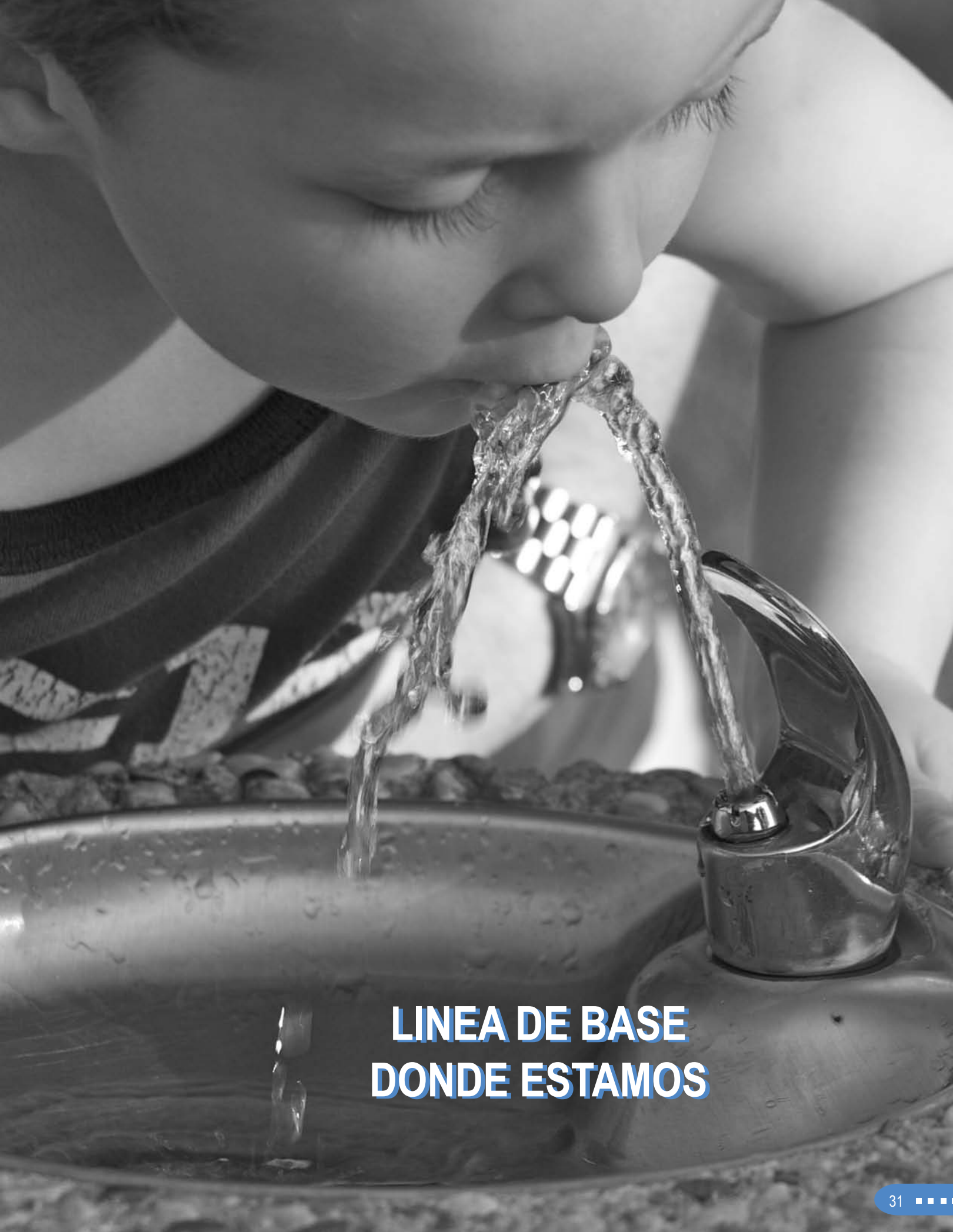
4.2.1.4 Metas institucionales

En la sección 4.1, Agua y el Desarrollo Global, se mencionó la importancia de alcanzar un adecuado balance entre las inversiones en infraestructura y las inversiones en un marco institucional habilitador, que haga posible la adecuada gestión del recurso hídrico.

En el caso de Costa Rica, la Estrategia para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (EGIRH)¹³ tiene como parte de sus ejes rectores el fortalecimiento del marco institucional y jurídico de los recursos hídricos del país, con los instrumentos que permitan alcanzar este anhelo de la sociedad costarricense. En concordancia con esto, se plantean las siguientes metas en el cambio institucional:

- Para el año 2012, todas las instituciones del Estado que disponen de importantes ofertas de datos e información histórica y actual sobre el agua, la han puesto a disposición del usuario en forma libre e irrestricta utilizando medios informáticos.
- Para el año 2009, todas las instituciones del Estado que trabajan en o con temas del agua, ejercen una coordinación técnica y política efectiva que favorece el manejo de los recursos hídricos.
- Para el año 2013, el país cuenta dentro de MINAET con una Dirección Nacional de Recursos Hídricos regionalizada en su totalidad que favorece la gestión de los recursos hídricos en todos sus órdenes.
- Para finales del año 2009, el país ha puesto en ejecución un sistema de concesiones en relación con el manejo del agua, que facilita las acciones al usuario al simplificar y disminuir los tiempos de trámites.
- Para el año 2010, se dispone de un banco de datos sobre fuentes de vertidos que agiliza el control de los mismos y el cobro de los respectivos cánones.
- Para el año 2010, el país ha llenado en el campo los vacíos más importantes en cuanto a las redes de medición de variables hidrológicas y meteorológicas, que fueron identificados durante la elaboración de los balances hídricos oferta-demanda efectuada durante la preparación del PNGIRH.
- Para el año 2020, el país cuenta con por lo menos diez años de información ininterrumpida (series históricas) de las redes de medición que fueron completadas para el año 2010.

¹³ Gobierno de Costa Rica, Ministerio de Ambiente y Energía. Estrategia para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. San José, Costa Rica, 2005.



**LINEA DE BASE
DONDE ESTAMOS**

5 LINEA DE BASE DONDE ESTAMOS

Mensajes Claves

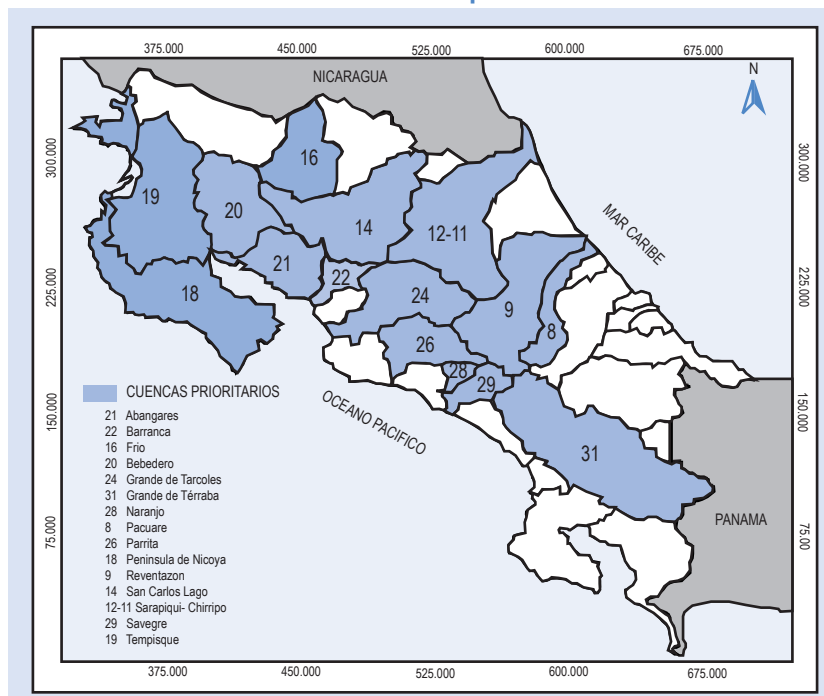
- Costa Rica es un **país privilegiado** en cuanto a la cantidad de agua que dispone. Las aguas superficiales y las subterráneas permiten el abastecimiento para el consumo humano, la generación de hidroelectricidad, el riego agrícola y otros usos.
- **El porcentaje del agua disponible aprovechado en la actualidad es bajo.** El principal usuario del agua es la hidroelectricidad, seguido del uso para irrigación y usos agropecuarios. El uso para consumo humano es relativamente poco. Los **problemas existentes** son en su gran mayoría causados por una **gestión inadecuada** del agua más que por su relativa escasez. Esto se refleja en creciente contaminación de aguas superficiales y subterránea y escasa infraestructura hídrica, aspectos que pueden potenciarse con la influencia del cambio climático.
- La legislación existente es, aunque no muy moderna, abundante. No obstante, no hay claridad acerca de los roles de las diferentes instituciones involucradas.

5.1 Los recursos hídricos de Costa Rica

5.1.1 Oferta hídrica

A nivel nacional, el país dispone de poco más de 110 Km³ anuales de volumen de agua. De ese volumen total, 73 Km³ corresponden a la escorrentía superficial, mientras que 37 Km³ (33.75%) corresponden al volumen anual de recarga natural a los acuíferos del país. La distribución espacial de la escorrentía superficial, determinada a su vez por el régimen pluvial, presenta algunas variaciones que distinguen a las distintas regiones, desde las cuencas de la vertiente Atlántica con los mayores volúmenes de escurrimiento por unidad de superficie, hasta las cuencas relativamente “secas” del Pacífico Norte. Temporalmente, los escurrimientos se concentran en las temporadas lluviosas de cada región y cuenca, generalmente entre los meses de mayo a octubre en la vertiente del Pacífico y de mayo a febrero en la vertiente del Atlántico, aunque en esta última llueve casi todo el año. Como parte integral de este Plan, se trabajó en la elaboración de balances hídricos por cuencas hidrográficas realizados para 16 cuencas durante el último semestre del 2007 y el primero del 2008. Las cuencas analizadas para fines de este balance fueron seleccionadas por el Comité Nacional de Hidrología y Meteorología¹⁴ con un criterio primario de información disponible sobretudo en materia hidrometeorológica, además de consideraciones socioeconómicas. Se espera no obstante que estos balances sean la base para poder elaborar en un futuro próximo un balance para todas las cuencas del país, herramienta fundamental para la planificación hídrica nacional. Las cuencas seleccionadas se presentan a continuación, con su ubicación geográfica (Figura 3).

Figura 3. Costa Rica: cuencas seleccionadas para la elaboración de balances hídricos



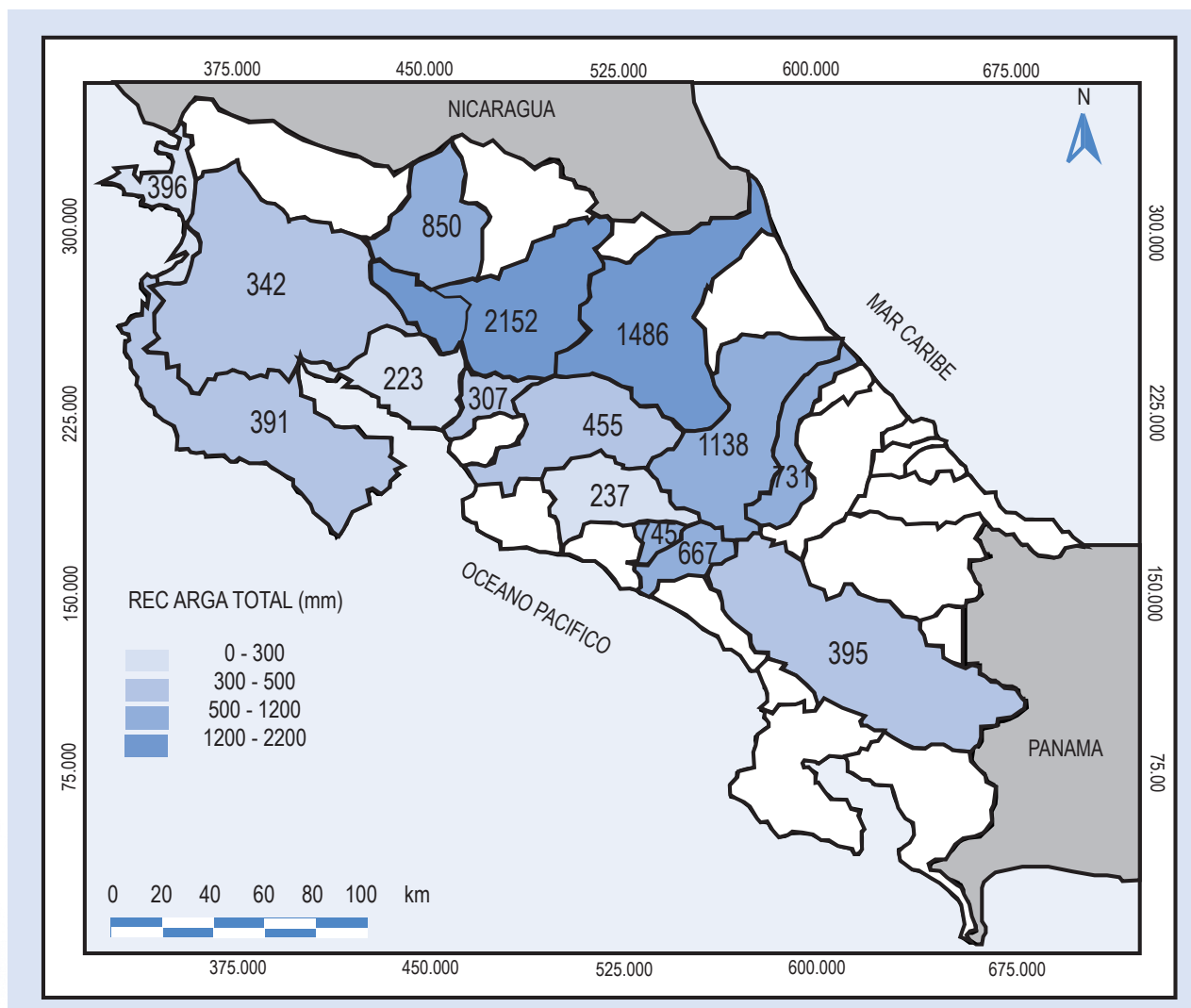
Fuente: Elaboración de Balances Hídricos, Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) 2008 para MINAET.

¹⁴ El Comité Nacional de Hidrología y Meteorología es un comité interinstitucional de carácter técnico compuesto por representantes del ICE, A y A, SENARA, IMN y el Departamento de aguas del MINAET



Es importante apuntar que estas cuencas aportan cerca del 53% de la escorrentía superficial del país y en materia de la recarga natural de los acuíferos subyacentes, las cuencas seleccionadas representan casi el 60% de la recarga natural total. Justamente, la Figura 4 ilustra la recarga media anual en las cuencas consideradas.

Figura 4. Costa Rica: recarga media anual (mm) en las cuencas seleccionadas

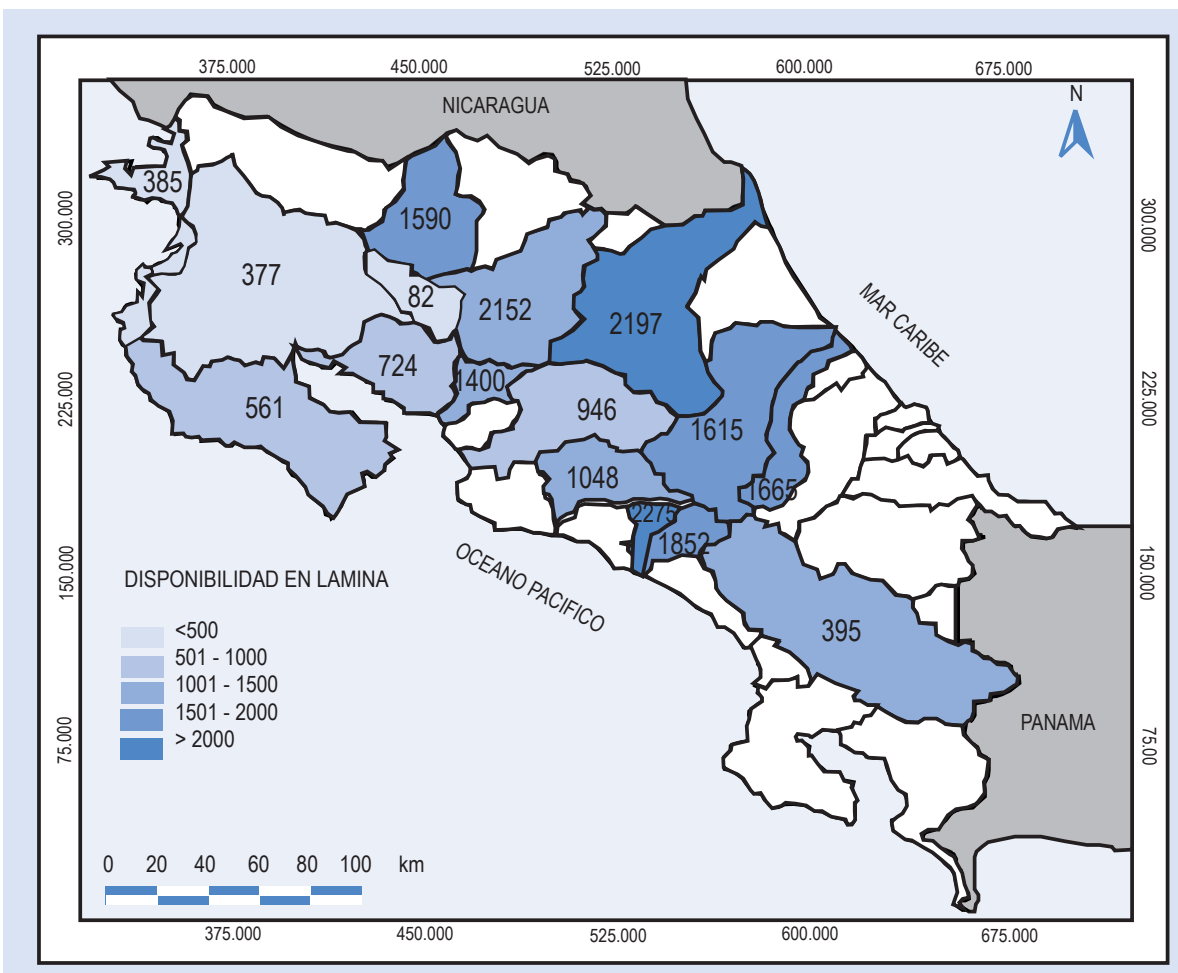


Fuente: Elaboración de Balances Hídricos, Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) 2008 para MINAET.

La Figura 5 muestra la disponibilidad media anual en lámina expresada en litros por metro cuadrado o milímetros. Se observa que las cuencas de mayor disponibilidad se encuentran en la vertiente del Caribe, siendo la cuenca del río Sarapiquí-Chirripó (2207 mm) la de mayor disponibilidad. En la vertiente del Pacífico las de mayor disponibilidad son Savegre (1849 mm) y Barranca (1489 mm); las de menor disponibilidad son la cuenca propia del Lago Arenal con 78 mm y una parte de la Península de Nicoya, con 156 mm y que corresponde a la zona costera, actualmente con la mayor demanda de agua por parte del sector turístico.

Es importante señalar que tres de estas cuencas (Grande de Tárcoles, Bebedero y Tempisque) reciben actualmente mediante trasvases, volúmenes de agua provenientes de otras cuencas, para satisfacer las demandas existentes por agua, ya sea para uso doméstico, industrial o para riego agrícola o piscícola.

Figura 5. Costa Rica: disponibilidad media anual en lámina (mm) en las cuencas seleccionadas



Fuente: Elaboración de Balances Hídricos, Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) 2008 para MINAET.

Con respecto a las aguas subterráneas, dicho estudio señala con base en información del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) que en Costa Rica existen 58 acuíferos, de los cuales de acuerdo con su geología y localización, 34 son costeros, 9 volcánicos continentales y 15 sedimentarios continentales.

En las 16 cuencas estudiadas para efectos del Balance Hídrico, están presentes 49 de los 58 acuíferos (84%), de los cuales 27 son costeros, 13 sedimentarios y 9 volcánicos. En la Figura 4 se muestra la recarga media de estos acuíferos, siendo la cuenca con mayor recarga media anual la de San Carlos 2 (2152 mm) y la de menor recarga media anual la de Abangares (223 mm) con el agravante de que esta última es de las cuencas que registra una mayor extracción para fines agrícolas, domésticos y turísticos.

Tomando en cuenta el volumen total de recarga establecido en las 16 cuencas hidrológicas para el año 2000 (22, 2 km³) y el volumen total extraído y utilizado en los diferentes usos, considerando nacientes y pozos, éste último representa el 1.50% del volumen total de recarga como se muestra en el Cuadro 7. No hay que olvidar, sin embargo que los volúmenes considerados no representan el consumo real ya que existen actividades no cuantificadas como las extracciones ilegales.

**Cuadro 7. Costa Rica: Recarga total y porcentaje de extracción utilizado en diversos usos**

Cuenca Hidrológica	Recarga total en km ³	Extracción(1)/Recarga total, en %
Abangares	0.30	0,50
Barranca	0.15	1,90
Frío	1.43	0,01
Grande de Tárcos	0.98	16,58
Grande de Térraba	1.88	0,14
Naranjo	0.24	0,25
Pacuare	0.67	1,14
Parrita	0.30	1,57
Nicoya a	0.38	3,26
Nicoya b	1.26	0,56
Reventazón	0.32	1,63
San Carlos Lago	0.72	0,11
San Carlos 2	1.82	1,44
Sarapiquí-Chirripó	5.60	0,14
Savegre	0.40	0,05
Tempisque	1.85	2,31
Bebedero		

1. Considerando manantiales y pozos oficialmente registrados

Fuente: Balance Hídrico IMTA, 2008

5.1.2 Usos Actuales

El crecimiento poblacional y de la actividad económica del país han determinado patrones de uso del agua con características espaciales y temporales específicas, en cantidad y calidad. De acuerdo con las estimaciones que se han efectuado para este Plan y cuyo detalle se presenta en la sección 6.4, las extracciones anuales totales para los distintos sectores de uso se estimaron para el año 2006 en 24.5 km³. Las extracciones de agua para generación hidroeléctrica representaban el 80.0% del total, seguido por la agricultura con un 16%. El uso para consumo humano, turismo, industria y agroindustria representaban menos del 4% de la extracción total mientras que el uso de agua para generación térmica y usos comerciales es prácticamente nulo. Estos datos se ilustran en la Figura 6.

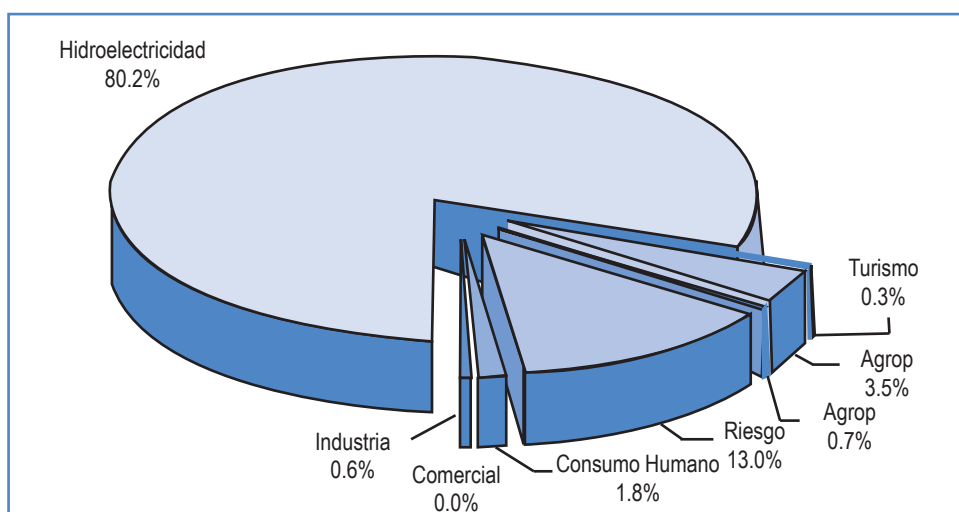
A pesar de ser la generación hidroeléctrica el principal usuario del agua, la misma no representa un uso consuntivo¹⁵, siendo el riego agrícola el mayor usuario de los usos consuntivos con un 66% de las extracciones consuntivas, equivalente a cerca de 3.2 km³, seguido por el uso agropecuario (18%) y el uso de agua para consumo humano (9%). El uso de agua para fines consuntivos se muestra en la Figura 7.

Se estimó asimismo que cerca del 88% de las extracciones para satisfacer las demandas de los usos consuntivos, esto es, todos los usos con excepción de la generación de electricidad, provienen de fuentes de aguas subterráneas, lo cual destaca la importancia estratégica que plantea la explotación sustentable de los acuíferos del país.

Las extracciones de agua se concentran mayoritariamente en la Gran Área Metropolitana, por las necesidades de agua para consumo humano y de las industrias que se ubican en esa zona. El resto de los usos presentan también particularidades por lo que respecta a su concentración geográfica.

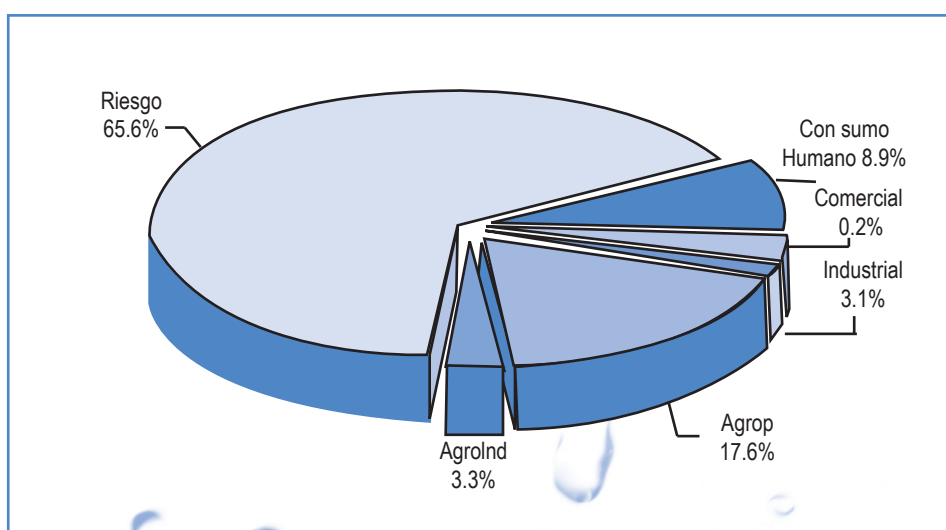
¹⁵ Aunque el uso de agua para generación hidroeléctrica no corresponde a un uso consuntivo, si se puede apreciar como un uso competitivo en el sentido que el agua destinada a la generación hidroeléctrica puede limitar el uso del recurso para otros fines en un determinado espacio como es el caso del agua para riego o actividades turísticas en ríos y lagos.

Figura 6. Costa Rica: volumen estimado de uso total de agua, por sector usuario, en porcentaje



Fuente Estimaciones propias, con base en datos del Departamento de Aguas, MINAET. 2006.

Figura 7. Costa Rica: volumen estimado de uso de agua para fines consuntivos, por sector usuario, en porcentaje



Fuente Estimaciones propias, con base en datos del Departamento de Aguas, MINAET. 2006.

5.1.3 Calidad del agua

Aunque la lucha contra la contaminación de los cuerpos receptores, superficiales y subterráneos de agua está situada es un punto importante de la agenda nacional, lo complejo de esta problemática y sobre todo, la poca aplicación de medidas efectivas que detengan el acelerado proceso de deterioro de los cuerpos de agua (canon de vertidos, por ejemplo) y de inversiones públicas y privadas para mejorar las redes de alcantarillado, las conexiones y la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. hace que una gran parte de las aguas superficiales estén contaminadas, y que las subterráneas estén en riesgo.

El aumento poblacional y su consecuente crecimiento agrícola, pecuario, urbanístico e industrial han provocado un incremento en la frecuencia y cantidad de desechos que se descargan en los ríos. En general, los cuerpos de agua del país están afectados en su calidad por aportes puntuales y no puntuales de materiales que van desde sedimentos, aguas negras, desechos industriales, agropecuarios y hasta agroquímicos.



Estudios realizados por Reynolds y Fraile del Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Universidad Nacional (2002)¹⁶, han determinado que el aumento constante en las concentraciones de nitratos, que en muchos sitios ya alcanzan o superan las concentraciones máximas recomendadas por las instituciones de salud, sugiere que otros contaminantes, aún no evaluados de manera sistemática, y tanto o más perjudiciales para la salud humana que los nitratos, probablemente están en camino o se encuentran ya en las aguas.

A las fuentes de contaminación señaladas se unen los desechos sólidos. En Costa Rica no hay diferenciación en la disposición de desechos domésticos e industriales. Por este motivo muchos ríos, quebradas y aguas subterráneas se ven afectadas por los lixiviados y escorrentía de los botaderos a cielo abierto. La creciente contaminación del agua superficial ha incrementado la explotación del recurso hídrico subterráneo, el cual es muy vulnerable a ciertos tipos de contaminación. La información disponible indica que en Costa Rica más del 70% de las aguas negras sin tratamiento llegan a nuestros ríos (Segura et al. 2004).

La alta densidad de población, la relativa superficialidad de los mantos acuíferos, el tipo de materiales geológicos y las actividades que se llevan a cabo, hacen que los sistemas de aguas subterráneas sean probablemente los más vulnerables en el país. El conocimiento actual sobre las zonas de recarga y la hidrogeología de los acuíferos resulta insuficiente. Probablemente, uno de los factores más importantes de presión sobre las aguas subterráneas proviene del incremento constante de la demanda, así como de los problemas de control y fiscalización de las tasas de extracción.

Ante las condiciones de Cambio Climático, el manejo de las cuencas dentro de un marco de sostenibilidad presenta un aspecto crítico. Dentro de las políticas de mitigación, es recomendable que exista un marco de control de la deforestación en las cuencas, este control puede lograrse mediante un apoyo directo a aquellas instituciones involucradas en la protección del bosque, un manejo sostenible del uso de la tierra en estas cuencas y el establecimiento de políticas de ordenamiento, todos estos aspectos son claves para afrontar los efectos del cambio climático.

La contaminación real y potencial asociada a las infiltraciones de aguas residuales sin tratar, así como al uso de distintos agroquímicos, ponen de manifiesto la vulnerabilidad a la que están expuestos los acuíferos del país que abastecen a las ciudades más importantes. La solución a esta problemática impondrá uno de los retos financieros más importantes que enfrentará Costa Rica, a efecto de abatir la contaminación de las aguas superficiales y para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas.

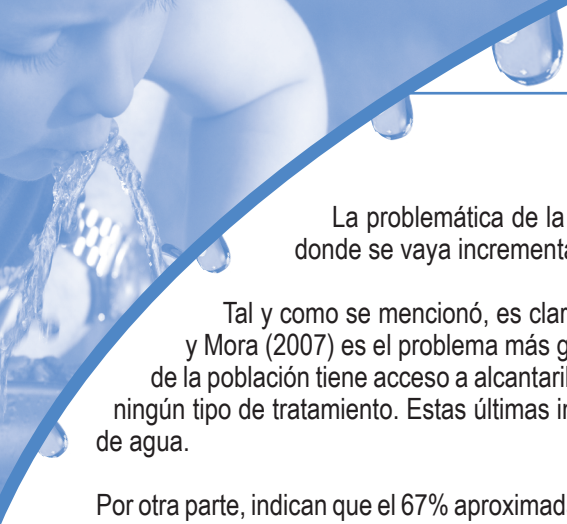
A este respecto en el año 2003, el país puso en marcha mediante decreto ejecutivo el cobro de un canon por vertidos, como política para disminuir la contaminación de fuentes puntuales, el cual tuvo todo tipo de oposición por los sectores productivos, especialmente de parte de algunos sectores agropecuarios quienes recurrieron incluso a la Sala Constitucional con el fin de detener su aplicación.

Posteriormente el pronunciamiento de esta instancia judicial si bien posibilitó el uso de este instrumentó económico, también manifestó algunos criterios especialmente en términos del manejo de los fondos generados y de la obligatoriedad de implementar el canon en todo el territorio y no solamente en una cuenca en particular como se había planteado inicialmente. Por ello, hubo necesidad de derogar el decreto y en abril del 2008 se emitió uno nuevo que empieza a regir a partir del octubre del presente año. Sin embargo, aún hay algunos aspectos que requieren ser mejorados antes de la puesta en marcha de este importante instrumento, como es el afinamiento del sistema de información con los puntos de vertidos, identificar la carga presuntiva, normalizar los permisos, entre otros aspectos. Se espera que en el 2009 se normalice el cobro de manera sistemática a nivel nacional.

Esta problemática compleja y creciente referida a la calidad del agua se manifiesta en todo el territorio nacional, aunque resalta con mayor intensidad en la cuenca del río Grande de Tárcos, cuya densidad de uso lleva asociada problemas de contaminación con impactos que se perciben desde la cuenca media hasta su desembocadura. La situación que priva en esta cuenca es un ejemplo de la situación que enfrentarán otras cuencas del país de mantenerse la situación actual. La cuenca del río Tempisque presenta también problemas importantes de contaminación por coliformes y por concentración de iones minerales.

Al detallar en la cuenca del río Grande de Tárcos, se puede observar que esta concentra el 51% de la población del país y el 85% del total de las industrias. Debido a ello, presenta un problema de contaminación muy severa en sus ríos principales y en algunos afluentes del río Virilla, tales como los ríos María Aguilar, Torres y Tiribí. Pese a que la disponibilidad de agua superficial es estimada en 2 km³/año, que equivale a un capital hídrico de 1,021 m³/hab/año resulta prácticamente no utilizable en su totalidad, como se demuestra en los volúmenes concesionados ya que el 94% del volumen concesionado para consumo humano al año 2000 proviene de agua subterránea (manantiales y pozos).

¹⁶ Reynolds, J. y Fraile, J. 2002. Manejo Integrado de Aguas Subterráneas, un reto para el futuro. Editorial UNED. Heredia, Costa Rica.



La problemática de la cuenca del río Tárcoles es un ejemplo de lo que puede ir ocurriendo en otras cuencas en donde se vaya incrementando la población y la actividad industrial, si no se toman medidas correctivas.

Tal y como se mencionó, es claro que la disposición de excretas y las aguas residuales residenciales como apuntan Araya y Mora (2007) es el problema más grave que enfrenta esta cuenca. Estos autores indican que por un lado únicamente un 3.5% de la población tiene acceso a alcantarillado con tratamiento, mientras que un 24% aproximadamente tienen alcantarillado, pero sin ningún tipo de tratamiento. Estas últimas ingresan a sistemas de alcantarillado sanitario pero se vierten sin tratamiento a los cuerpos de agua.

Por otra parte, indican que el 67% aproximadamente utiliza tanque séptico, que bien manejado podría representar una solución adecuada para la disposición de excretas, no obstante, en la práctica ocurre que únicamente las aguas provenientes de los servicios sanitarios están conectadas a estos tanques; las demás aguas residuales (de la ducha, la cocina, lavamanos, etc.) están conectadas en la gran mayoría de las unidades domiciliarias, al alcantarillado pluvial, por lo que terminan en los ríos y otros cuerpos de agua sin tratamiento alguno.

En cuanto a las aguas subterráneas ya se manifiestan algunos signos preocupantes. Si se analiza una serie de eventos de contaminación ocurridos desde el año 2001, que incluye contaminación de acuíferos por hidrocarburos, microorganismos patógenos y productos químicos, se pone de manifiesto la vulnerabilidad de las fuentes de agua, ya que estos eventos han afectado fuentes importantes de agua potable, como es el caso de contaminación por agroquímicos e hidrocarburos en Moín y Alajuela (2007), hidrocarburos en Barreal de Heredia (2003), y fecal en las tomas de AyA en El Alto de Guadalupe y Puente de Mulas (2001).

Estos eventos han mostrado la escasez de adecuados mecanismos de monitoreo y control y a la vez, han dejado claro la fragilidad de estas fuentes y de su capacidad como fuentes de abasto a la población.

El Balance Hídrico realizado como parte de este plan (IMTA, 2008) también ha hecho un análisis de la contaminación de las aguas subterráneas en Costa Rica., que revela que existen zonas con altos contenidos de hierro y magnesio como son la cuencas de los ríos Sixaola, Guácimo y Matina, entre otras (Arias et al., 2006). Además, hay zonas costeras con aguas duras que, aunque no sobrepasan los valores permisibles, se caracterizan por ser incrustantes. Entre estas zonas se pueden citar Nicoya, Nandayure, Santa Cruz, Ciudad Neilly, Limón y Puntarenas Centro. En algunos acueductos de la Meseta Central existen aguas con poca dureza o blandas, con características corrosivas, (MINSa, 2003).

Otro problema en las aguas subterráneas es el riesgo que presentan varios acuíferos, incluyendo algunos tan importantes como el Barba y Colima Superior, de sobrepasar en los próximos años el valor máximo permisible de 50 mg/L de nitratos (Losilla et al., 2001).

De estos acuíferos depende el abastecimiento de aproximadamente 20% de la población nacional y será la fuente de agua potable de Heredia y el Área Metropolitana de San José para los próximos 15 años, (Losilla et al., 2001). El ritmo actual de aumento de las concentraciones de nitratos en las aguas del acuífero Colima, indica que esta fuente se podría perder en un lapso no mayor de 15 años, (MINSa, 96, 2003). Este es quizás el problema más grave en el tema del agua potable-saneamiento y gestión ambiental, porque involucra el suministro actual y futuro de un millón de personas aproximadamente.

Quizás resalta que esta situación no se presenta solo en áreas urbanas, pues otros acueductos como los de Paraíso, San Isidro de Atenas y Bolsón-Ortega en Santa Cruz presentan el mismo problema a pesar de ser comunidades de menor tamaño e incluso de carácter rural (MINSa, 2003).

La contaminación por nitratos es causada por la degradación y posterior infiltración de la materia fecal de los efluentes de tanques sépticos y por el uso de fertilizantes nitrogenados. Los nitratos pueden producir entre otras complicaciones, metahemoglobinemia (pérdida de capacidad de los glóbulos rojos para transportar oxígeno) en niños lactantes menores a 6 meses.

Por otra parte existe un incipiente proceso de intrusión salina en el acuífero de Brasilito, en Santa Cruz, posiblemente inducido por la explotación de pozos cercanos al mar.

Asimismo, gran parte del agua de los pozos muestreados en la zona costera de Guanacaste mostraron contaminación fecal (Calderón et al., 2002). Un análisis adicional sobre las posibles fuentes de contaminación de las aguas subterráneas, hecho por Vargas (2006), señala que prácticamente todos los acuíferos costeros tienen riesgo de intrusión salina, mientras que los localizados en los centros urbanos tienen riesgo de contaminación por desechos urbanos e industriales. Los localizados en zonas agrícolas están expuestos a desechos agrícolas.



5.2 Problemas asociados con el recurso hídrico a nivel de cuencas

Una serie de conflictos asociados a la disponibilidad y gestión del recurso hídrico han sido identificados en la elaboración de este Plan. Si bien, como se ha mencionado, se elaboraron balances hídricos para 16 de las 34 cuencas del país, se ha considerado oportuno en el marco de este Plan Nacional identificar las principales amenazas y vulnerabilidades de cada una de las cuencas hidrológicas de Costa Rica. Cabe recordar que en la EGIRH (2005) se acotaron los principales problemas a nivel agregado país. A propósito, algunas consideraciones nacionales resultan transversales a la mayoría de cuencas, especialmente en lo concerniente al uso eficiente del recurso hídrico para todos los sectores.

Si bien el uso racional del agua debe ser extensivo a todos los usuarios, cuando se manifiestan casos de escasez de agua (ya sea por región o por época) la mejor opción para mejorar la eficiencia con la que se utiliza el recurso, se encuentra claramente en el sector agrícola. Este sector ofrece el mejor potencial para disminuir la intensidad de uso de agua. El uso agrícola representa el mayor porcentaje de las extracciones de agua a nivel nacional y al mismo tiempo más del 83% del riego se aplica por gravedad, lo que supone entonces un importante margen para hacer más eficiente el uso del recurso. Es claro sin embargo, que los programas de apoyo al uso eficiente del agua en la agricultura deben visualizarse dentro de un contexto más global, que considere políticas agrícolas sostenibles en su conjunto.

A pesar que la demanda para usos domésticos e industriales representa una porción relativamente baja de la demanda total, no es conveniente soslayar las bajas eficiencias con las que se utiliza el recurso hídrico y que, localmente, resultan en situaciones de conflicto y escasez aparente, aunado a los problemas de contaminación que estos usos conllevan.

El sector turismo es la actividad que más divisas genera a la economía nacional, que presenta una tasa de crecimiento sostenida y, bajo parámetros de sostenibilidad social y ambiental, se considera una actividad deseable para el desarrollo del país. En relación con estos grandes beneficios económicos, la demanda de agua de este sector es relativamente baja. Sin embargo, el abasto a nuevos desarrollos turísticos, sobre todo en el litoral del Pacífico, enfrenta situaciones de conflicto con las comunidades aledañas por una percepción de escasez y por tanto, de competencia por el agua.

En Costa Rica, los problemas relacionados con los recursos hídricos son graves, en gran medida debido a que el agua ha sido considerado como un recurso gratuito e inagotable en cuanto a calidad y cantidad. Los patrones de desarrollo económico (concentración de actividades agrícolas, agroindustriales, industriales y turísticas) han hecho crecer la demanda de recursos hídricos. A su vez, el incremento en la demanda de agua en general y en particular en la de servicios públicos (agua, luz, recolección de desechos, vialidad, etc.) ha impuesto una enorme presión sobre las empresas y entidades a cargo de administrar el recurso, otorgar concesiones, controlar vertidos y suministrar agua para uso doméstico.

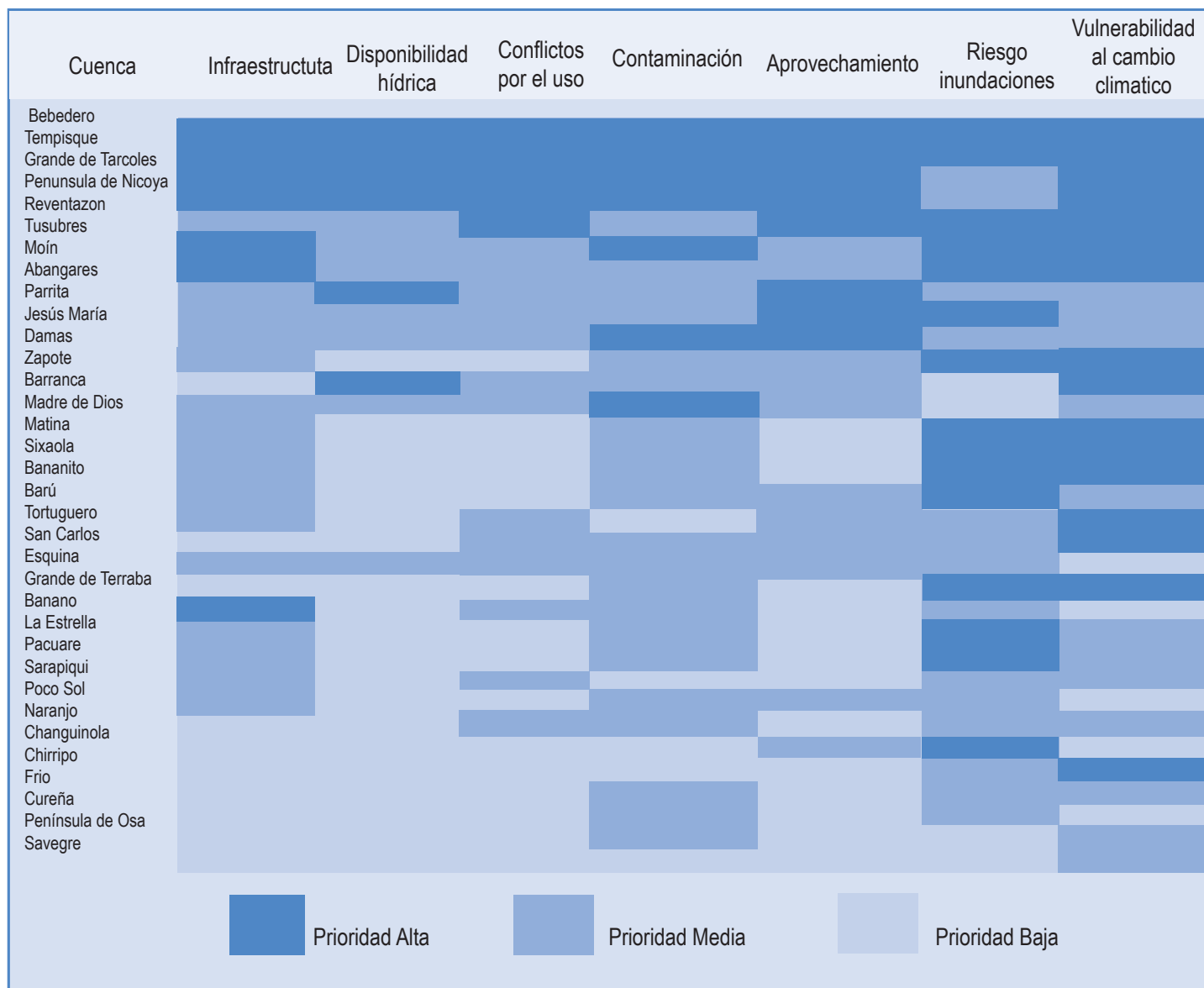
Por estas razones y como resultado de la Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco sobre Cambio Climático del año 2000, el MINAET ha dado prioridad a la investigación de la vulnerabilidad de este sector, pues está en serio peligro debido a factores antropogénicos (deforestación, erosión de suelos) y a fenómenos naturales (sismos, huracanes, etc) y porque los diferentes sistemas humanos están muy asociados al mismo. Por lo tanto, la salud de la población, el crecimiento económico, la agricultura y por ende la seguridad alimentaria, entre otros, dependen y están integrados de una u otra forma al análisis que se haga de este sector. Por estas razones Costa Rica fue incluida en un proyecto a nivel Centroamericano junto a México y Cuba para la puesta en marcha de un marco de políticas de adaptación propuesto por el programa de ayuda a las comunicaciones nacionales de PNUD/GEF. Dicho proyecto le permitió al país realizar una investigación piloto cuyo objetivo fue fortalecer la capacidad de adaptación del sistema recursos hídricos para reducir su vulnerabilidad a los impactos del cambio climático en la región noroccidental del Gran Área Metropolitana (IMN 2007).

En el estudio se empleó el enfoque de “Gestión del Riesgo” para abordar los estudios. Siguiendo la guía del Marco de Políticas de Adaptación, se adaptó una metodología basada en un índice de vulnerabilidad a partir de indicadores sociales y económicos, y de un índice de amenaza a partir de indicadores de clima. La combinación de ambos determina el Índice de riesgo en la zona.

Como producto de este proyecto se pudo constatar que el crecimiento urbano ha generado conflictos entre usos de suelo, acompañado por la ocupación de zonas inadecuadas para la urbanización y un claro incremento de las externalidades negativas del crecimiento urbano. Las prácticas equivocadas generan grandes concentraciones de agua de lluvia en tiempos cortos en las alcantarillas, así como un incremento repentino y desmesurado del caudal de los ríos y quebradas, provocando inundaciones aguas abajo, identificándose las siguientes tendencias:

- Dispersion de proyectos de vivienda desvinculados de planificación y políticas globales de urbanismo y planes reguladores a nivel municipal.
- Construcción de viviendas en zonas no aptas para el uso residencial, generando situaciones de amenaza, vulnerabilidad, alto riesgo social y conflictos funcionales urbanos.
- Fuerte impacto y deterioro ambiental en muchos casos irreversibles, principalmente sobre el recurso hídrico.

Figura 8. Costa Rica: nivel de prioridad en la atención de problemas asociados con el recurso hídrico



Fuente: Elaboración propia

Como complemento del ejercicio anterior, el equipo consultor se dio a la tarea de analizar las problemáticas más significativas en las cuencas que han sido señaladas como las más vulnerables de acuerdo al análisis efectuado. La descripción de estos problemas se muestra en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Descripción de los problemas en materia de agua para principales cuencas seleccionadas.**

Abangares	Esta cuenca se ubica en una zona de baja disponibilidad hídrica. Además, se prevé una disminución en las lluvias debido al cambio climático. Esto obligaría a desarrollar obras de regulación para el manejo del agua en épocas secas normales y en casos de sequía.
Bebedero	Esta cuenca está en la zona donde se tiene la menor precipitación del país y donde se estima que las disminuciones de la lluvia, debido al cambio climático, serán importantes. No obstante, recibe un caudal importante por trasvase de la vertiente Atlántica para fines agrícolas y de piscicultura a través de la represa del Arenal, lo que mitiga el faltante actual y futuro. Falta un adecuado ordenamiento institucional para utilizar de manera más eficiente las aguas provenientes del trasvase. La carencia de obras de regulación expone la parte media y baja de esta cuenca a inundaciones recurrentes.
Grande de Tárcoles	Es la cuenca más poblada y en la que se encuentra localizada la mayor parte de la actividad económica del país. Carece de infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales de la población e industria por lo que la calidad del agua se ve disminuida. En esta cuenca se da todo tipo de usos del agua por lo que se presentan conflictos previsiblemente se podrán agudizar con el paso de los años y hay poca coordinación entre instituciones, operadores y municipios para la gestión del agua. Al ser la cuenca más poblada del país presenta alta vulnerabilidad al cambio climático.
Grande de Térraba	No dispone de infraestructura de regulación aunque dispone de una de las mayores disponibilidades de agua. Se prevén importantes aumentos de lluvia que se darán a raíz del cambio climático. Una adecuada infraestructura permitiría aprovechar su gran potencial hidroeléctrico para que el país disminuya su dependencia del petróleo. La parte baja de esta cuenca sufre de inundaciones generalizadas recurrentemente, sobre todo en años de presencia del Fenómeno de La Niña.
Abangares	En esta cuenca se carece de infraestructura de regulación, lo que ayuda a que recurrentemente se presenten inundaciones en su parte baja. Los conflictos de uso son importantes, sin embargo un adecuado ordenamiento en el manejo del agua, mejoraría notablemente la situación.
Península de Nicoya	Esta cuenca incluye casi toda la parte costera de la provincia de Guanacaste. Presenta una ausencia total de infraestructura de regulación, por lo cual algunas áreas sufren de inundaciones y sequías recurrentes. Se prevén disminuciones drásticas de lluvia a futuro debido al cambio climático. Es una zona del país que presenta importantes conflictos de usos del agua. Igualmente requiere mejorar el ordenamiento institucional para lograr mejor manejo del recurso.
Reventazón	Existe disponibilidad hídrica y tiene infraestructura para la generación hidroeléctrica. De hecho, algunas partes de la Cuenca han sido designadas como de uso exclusivo para generación hidroeléctrica lo que puede dejar a otros usos sin disponibilidad del recurso. Descargas periódicas de las obras de regulación que existen en la cuenca pueden causar contaminación ocasional. Localidades de la cuenca media en donde se presentan inundaciones recurrentes, al igual que en las partes bajas de la cuenca, como lo es el centro de Cartago.
Tempisque	Presenta una fuerte estacionalidad en la distribución de la lluvia que combinada con una alta demanda de agua para la producción agrícola y turística resulta en una baja disponibilidad. La infraestructura de regulación es prácticamente inexistente. Esta situación repercute en inundaciones severas recurrentes y en déficit durante la época seca. Las disminuciones de la lluvia debido al cambio climático serán de las mayores a nivel del país, lo que acentuará la necesidad de regulación. Es la zona del país que presenta los mayores conflictos de usos del agua. Igualmente requiere mejorar el ordenamiento institucional fuertemente para lograr mejor manejo del recurso.

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior son ejemplos ilustrativos de los problemas asociados con la gestión de los recursos hídricos en algunas de las cuencas del país. Nótese como en la mayoría de los casos, los problemas de falta de infraestructura y contaminación surgen como los que requieren una atención prioritaria. También se destacan posibles conflictos de usos del agua, algunos de los cuales han venido a más en los últimos años y que revelan la necesidad de un esfuerzo institucional para garantizar un adecuado reparto del agua disponible entre los sectores de consumo y producción en todas las cuencas, especialmente en aquellas con una menor disponibilidad hídrica.

5.3 Gestión de los recursos hídricos

Por varias décadas, el país desarrolló la infraestructura necesaria para sostener su crecimiento y con ello satisfacer sus demandas relacionadas con el agua, incluidos los servicios de agua potable y la generación de energía eléctrica. Del mismo modo, las políticas de desarrollo favorecieron el nacimiento de actividades agrícolas apoyadas con infraestructura de riego, especialmente en Guanacaste y el Valle Central.

Actualmente y pese a su abundancia hídrica, el país enfrenta una problemática asociada principalmente al crecimiento de la población y los procesos de urbanización, a la expansión de la actividad económica, a su concentración en algunas áreas y al deterioro del recurso por contaminación. Durante la elaboración de la EGIRH, se analizó la situación particular que presentan las cuencas de los ríos Tempisque, Tárcoles, Banano- Bananito y Savegre. Estos análisis destacan las diferencias en el aprovechamiento del recurso hídrico y tipifican los problemas críticos particulares que, en un marco de relativa abundancia, enfrenta el desarrollo y la gestión de recursos hídricos en las distintas regiones de Costa Rica:

- **Relativa escasez y conflictos entre usos del agua** en la región costera del Pacífico Norte. La baja eficiencia en la asignación y uso del agua es en esta región, a la vez, un aspecto particularmente crítico y una oportunidad, por el margen de maniobra que ofrece cualquier incremento de eficiencia, sobre todo en la agricultura.
- **Creciente contaminación de los recursos superficiales y subterráneos** en la zona central, particularmente en la cuenca del río Tárcoles. Esto produce un alto impacto en la vulnerabilidad de los acuíferos que alimentan a los centros de población, los cuales carecen de sistemas de alcantarillado adecuados.
- **Inundaciones** en la región costera del Caribe. Además de las pérdidas físicas, económicas y en ocasiones de vidas humanas, las inundaciones inhiben el desarrollo económico y social de la región.
- **Desarrollo de áreas protegidas en relación con el recurso hídrico.** En diversas zonas del país, como la cuenca del río Savegre, se plantean beneficios y algunas limitaciones, pero sobre todo un nuevo paradigma en la concepción del desarrollo sustentable. El manejo de las áreas protegidas por parte del SINAC, debe incluir el manejo del recurso hídrico, con la concepción de que muchas de estas áreas representan los espacios donde se genera el recurso, en calidad y cantidad.

Los problemas anteriores son causados por una combinación de factores naturales, técnicos, normativos y legales, así como por la ausencia de mecanismos de gestión adecuados, incluido un déficit de infraestructura, especialmente de almacenamiento y tratamiento. Además, hay una serie de factores institucionales y de trámite administrativo que no contribuyen a que el recurso sea un factor de desarrollo, sino más bien un factor limitante. Si bien los arreglos institucionales para la gestión del recurso hídrico y las leyes que la soportan fueron adecuados en su momento, el análisis efectuado en el diagnóstico que acompañó la elaboración de la EGIRH puso en evidencia que dadas las características de la problemática actual del agua en el país, es urgente la modernización de su marco instrumental.

5.3.1 Legislación

En el sistema jurídico costarricense no existe un único cuerpo normativo sistemático y coherente que regule de manera global la protección, extracción, uso, gestión y administración eficiente de los recursos hídricos. Adicionalmente, la legislación existente se centra, preponderantemente, en las aguas superficiales obviando a las subterráneas.

Se puede constatar en esta materia una dispersión normativa y un conjunto fragmentado, caótico y ambiguo de normas sectoriales que regulan aspectos puntuales quedando serias lagunas y contradicciones, todo lo cual también dificulta, seriamente, la gestión por parte de los entes públicos encargados de la materia.

La Constitución de la República contempla diversas normas que definen el dominio de las aguas de la Nación, la protección y control de las mismas, la administración y posibilidad del otorgamiento de concesiones para su aprovechamiento.



La Ley de Aguas vigente, que data del año 1942, le ha servido al país en el manejo del agua, a pesar del cambio que ha tenido éste, en términos del crecimiento de la población y de la diversificación e incremento de las actividades económicas así como cambios en las condiciones sociales y ambientales, tal y como se ha señalado anteriormente.

El proyecto de ley de Recurso Hídrico, que se discute en diferentes instancias desde el 2002, está llamado a constituirse en el instrumento marco que modernice la ley de Aguas.

La discusión de esta iniciativa en instancias legislativas arranca desde el 2001 y hasta la fecha el proyecto no ha podido ser aprobado. Tal y como se presenta en el Recuadro 3, el proyecto ha conocido varias fases en su discusión legislativa.

Recuadro 3. Cronología del proceso legislativo del proyecto de Ley de Recurso Hídrico

Fecha	Estado del Proyecto de Ley de Recurso Hídrico 2001
2001	Ingresan a la corriente legislativa tres proyectos de ley, uno presentado por el MINAE en 27 de noviembre (expediente No.14585), otro por el diputado Ovidio Pacheco a solicitud de la Defensoría de los Habitantes (expediente No.14594), y otro por el diputado José Merino (expediente No.14598). Aunque los tres contenían elementos de gestión integrada no incorporaban instrumentos técnicos, económicos y jurídicos para corregir los problemas relacionados con el recurso y garantizar su aprovechamiento sostenible.
Febrero 2002	Se le asigna a la Comisión de Ambiente el estudio y dictamen de los tres expedientes.
Abril 2002	Se inicia un proceso de análisis y discusión de las 3 iniciativas de ley, con apoyo de GWP, a fin de lograr un único texto, que incluya los principios de GIRH. Se conforma el Grupo Técnico de Aguas, como instancia donde concurren sector público, privado, académico y no gubernamental.
Mayo 2002	GWP contrata a una consultora para sistematizar en un texto único los tres existentes
Agosto 2002	El Ministro del MINAE acoge la propuesta presentada por el Grupo Técnico de Aguas, y que agrupa los 3 proyectos de ley en una única iniciativa, utilizando como base el expediente No.14585.
Septiembre 2002	El Ministro de MINAE presenta a la Comisión Especial de Ambiente, el texto consensuado con el Grupo Técnico de Aguas.
Noviembre 2002	Se archivan los expedientes No.14594 y No.14598 Expediente No.14594: Dictamen unánime negativo de la Comisión de Ambiente.
Febrero 2003 – Noviembre 2004	Expediente No.14598: Dictamen unánime negativo de la Comisión de Ambiente. Se aprueban Textos sustitutivos al expediente #14585. El primero el 11 noviembre y luego el segundo el 26 noviembre Se inicia un proceso de consulta del Texto Sustituto, realizando talleres en las diferentes regiones del país, así como en el GAM; talleres y foros sectoriales y jornadas de trabajo técnico. Todos estos eventos los realizaron los diputados de la Comisión con apoyo del Grupo Técnico de Aguas e instancias como GWP, UICN, UCR, FANCA y CEDARENA. Se aprueba un nuevo Texto Sustitutivo (Noviembre 2004). Dictamen Afirmativo de Mayoría del expediente #14585 por parte de la Comisión Permanente Especial de Ambiente (14 abril)
Abril, 2005 Junio 2005	Ingreso en el Orden del día del Plenario Legislativo (26 junio) El Presidente de la Asamblea Legislativa pone en conocimiento del Plenario la moción para que corra el primer día de mociones vía artículo 137. La moción se aprueba y las mociones de enmienda son remitidas a la Comisión dictaminadora (9 agosto). La Comisión Permanente Especial de Ambiente, rinde el primer Informe de mociones 137 (25 agosto)
Agosto 2005	

Fecha	Estado del Proyecto de Ley de Recurso Hídrico 2001
Junio 2006	Bajo nueva legislatura, el Plenario aprueba moción de ampliación del plazo cuatrienal. El plenario legislativo remite el proyecto a la Comisión Dictaminadora, con 167 mociones, para el Segundo día de mociones vía artículo 137. La Comisión de Ambiente conoce y desecha todas las mociones por acuerdo unánime de los integrantes. El informe del segundo día de mociones 137 se rinde ante el Plenario.
Julio 2006	Se solicita por la presidenta de la Comisión, al Ministro de la Presidencia, se envíe el proyecto en la primera convocatoria de sesiones extraordinarias. Esto no se dio, por lo que no se conoció el proyecto en comisión.
Agosto 2007	No es si no hasta este período de sesiones extraordinarias, que se convoca el proyecto. Ingreso al orden del día de la Comisión de Ambiente, por remisión del Plenario vía artículo 137, en tercer día 325 mociones, todas ellas del Partido Movimiento Libertario. Todas las mociones fueron desechadas en la Comisión. Al día de hoy son 20 Tomos para el trámite de esta iniciativa de ley.
Octubre 2008 (estado actual)	El proyecto de ley ocupa el lugar No. 91, del orden del día del Plenario Legislativo, con un escenario poco satisfactorio para su avance. No cuenta con mociones vía artículo 137 presentadas en la Secretaria del Directorio. Esta sería la última posibilidad de presentar mociones para modificación del texto.

Fuente: Elaboración propia

Paralelo a este proceso legislativo, se ha constituido una comisión intersectorial coordinadas por el MINAET y compuesta por el sector privado y público, así como el sector académico y organizaciones no gubernamentales. Esta comisión, reunida desde finales del 2005 elabora una propuesta que se presenta en noviembre de 2006 ante el Ministro rector del MINAET, quién posteriormente la somete a revisión de expertos internacionales del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) del Gobierno Español y del PNUMA-programa Marino Costeros. Se reciben también aportes de la Comisión Internacional de Jurídicos de la UICN, donde destacan opiniones de expertos de Chile, Ecuador, Argentina, Costa Rica, Sudáfrica, Francia y Alemania. Igualmente se trabajó el texto con expertos en Cambio Climático del Comité Nacional de Recursos Hidráulicos y expertos del Colegio de Geólogos. En su momento también se consultó con el Dr. Luis García experto en recurso hídrico quién fungía hasta ese momento como asesor senior del Banco Interamericano de Desarrollo en el tema hídrico.

En abril de 2008 retorna la versión de texto mejorado a la comisión intersectorial, que trabaja en su discusión y aportes a la versión final que sometería el Poder Ejecutivo a la Asamblea Legislativa.

5.3.2 Institucionalidad: rectoría del sector hídrico

La rectoría del sector de los recursos hídricos corresponde al Ministro de Ambiente y Energía, de conformidad con la Ley de Aguas No. 276, la Ley Orgánica del Ministerio de Ambiente No. 7152, la Ley General de la Administración Pública No. 6227 y el Transitorio V de la Ley No. 7593 que crea la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. Esta rectoría la ejerce conjuntamente con el Presidente de la República.

De conformidad con la normativa jurídica del país, la rectoría de un sector corresponde exclusivamente al Poder Ejecutivo. Un paso importante en este sentido se dio con la Ley No. 7593 del 9 de agosto de 1996, la cual mediante **Transitorio V** dispone:



“Se traslada el Departamento de Aguas del Servicio Nacional de Electricidad, incluyendo su personal, activos y funciones, al Ministerio del Ambiente y Energía. Este traslado se hará efectivo dentro del plazo máximo de un año después de entrar en vigencia esta ley, con el propósito de facilitar los ajustes presupuestarios y de otra naturaleza que sean pertinentes.

En virtud de lo dispuesto en el párrafo anterior, en cualquiera de los artículos de la Ley No. 276 del 27 de agosto de 1942 y sus reformas, donde se mencione el Servicio Nacional de Electricidad en relación con las aguas nacionales, deberá leerse Ministerio del Ambiente y Energía. Asimismo, en esa ley deberá leerse siempre Ministerio del Ambiente y Energía cuando se menciona el Servicio Nacional de Electricidad.”

Para octubre de 1997, cuando se hace efectivo el traslado del Departamento de Aguas al MINAE (ahora MINAET), **dicho Ministerio asume las competencias y responsabilidades que esa Ley contiene para la gestión del agua en el país.** A partir de este momento, le corresponde al MINAET la rectoría para la gestión integrada del agua y su gobernabilidad a nivel nacional.

Por su parte la Ley de Aguas No. 276, establece en su artículo 17 que le corresponde al MINAET disponer y resolver sobre el dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno o vigilancia sobre las aguas de dominio público, observando el orden de preferencia estipulado en el artículo 27 de dicha ley. Sin embargo la Ley es omisa en los mecanismos legales fundamentales para ejecutar la gestión de manera eficaz. En ese sentido, el artículo 70 de la misma ley consigna que la Nación tiene la propiedad de las aguas que se determinan en su artículo 1º. En consecuencia, la Nación, por interposición del MINAET, es la única que puede otorgar y regular el aprovechamiento de los bienes indicados, de acuerdo con las disposiciones de esta Ley.

En su artículo 176 se indica que el MINAET ejercerá el dominio y control de las aguas públicas para otorgar o denegar concesiones a quienes lo soliciten¹⁷.

Para ejercer sus competencias de disponer y gobernar el aprovechamiento, utilizar, vigilar y ejercer en nombre del Estado el dominio de las aguas de la República, el Departamento de Aguas, el cual depende del MINAET, se sustenta en el Artículo 177 de esta Ley.

De conformidad con el Dictamen C-243-95, el MINAET tiene como finalidad, representar y ejercer en nombre del Estado el dominio del recurso hídrico del país, con el fin de velar por su preservación y utilización. Además, cuenta con la asignación legal expresa de potestades de fiscalización que admiten incluso la extinción de la concesión conferida, manteniendo con ello la competencia necesaria para conferir concesiones.

En el artículo 1 de la Ley Orgánica del Ministerio No. 7152 del 21 de junio de 1990, se dispone que el Ministerio asume en ese campo todas las responsabilidades que esa ley le asigne y además que el Ministro es el rector del Sector Recursos Naturales, Energía y Minas.

Sobre los alcances de las competencias del MINAET, es importante tener presente las siguientes consideraciones de la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia en su voto 2005-5790, que se transcribe en forma parcial:

*“(…) A partir de la reforma del artículo 50 constitucional, se estableció en forma terminante la obligación del Estado de garantizar, defender y tutelar este derecho, con lo cual el Estado se constituye en el garante en la protección y tutela del medio ambiente y los recursos naturales. Debe considerarse que **la normativa establece al MINAET como el órgano rector del sector de los recursos naturales, energía y minas (artículo 2 de la Ley orgánica de este ministerio, número 7152). Esta función de rectoría en la materia ambiental, a criterio de este Tribunal, comprende no solo el establecimiento de regulaciones adecuadas para el aprovechamiento del recurso forestal y los recursos naturales, según dispone también el artículo 56 de la Ley Orgánica del ambiente, sino que le confiere la importante función de ejercer rectoría en la materia ambiental, consiste en mantener el papel preponderante en esta materia. (…)** El control y fiscalización de la materia y actividad ambiental se constituye en una función esencial interesada en el párrafo tercero: El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho”; lo cual resulta concordante con el principio constitucional establecido en el párrafo segundo del artículo 9 de la Constitución Política, que expresamente prohíbe a los Poderes del Estado la delegación del ejercicio de funciones que le son propias, máxime cuando se constituyen en esenciales. De esta manera, tratándose de la protección ambiental, las funciones de rectoría, control y fiscalización de la materia ambiental, corresponden al Estado, a cargo de las diversas dependencias administrativas (…).” Sala Constitucional V. 2005-5790 (…)* El artículo 69 constitucional dispone el “uso racional de los recursos naturales, que queda claro que la protección al ambiente debe encaminarse a la utilización adecuada e inteligente de sus elementos y sus relaciones naturales, socioculturales, tecnológicos y de orden político (desarrollo sostenible) para con ello salvaguardar el patrimonio al que tienen derecho las generaciones presentes y futuras (…)

¹⁷ Para el desarrollo de fuerzas hidráulicas o hidroeléctricas, conforme a la ley número 258 de 18 de agosto de 1941



En resumen, de conformidad con la Ley No. 7152, el MINAET posee la competencia rectora en cuanto a la conservación del recurso agua. Estas disposiciones, a su vez, se ven reforzadas en cuanto al recurso hídrico por lo regulado en los artículos 50, 51, 52, 81, 82, 83 y 84 de la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 del 4 de octubre de 1995, que indudablemente asignan la rectoría en esta materia al MINAET, a través de los órganos allí creados (Consejo Nacional Ambiental, Secretaría Ejecutiva del Consejo y Secretaría Técnica Nacional Ambiental).

El Ministro, en calidad de máximo jerarca del MINAET tiene, entre otras funciones, “dictar, mediante decreto ejecutivo, normas y regulaciones, con carácter obligatorio relativas al uso racional y a la protección de los recursos naturales, la energía y las minas”; así como “promover y administrar la legislación sobre exploración, explotación, distribución, protección, manejo y procesamiento de los recursos naturales relacionados con el área de su competencia, y velar por su cumplimiento”, para esto debe estar vigilante de que los enunciados de los artículos 50, 51 y 52 de la Ley Orgánica del Ambiente, sean cumplidos en aras de la sostenibilidad del recurso hídrico.

Aunado a lo anterior y en el desarrollo histórico del agua como bien de dominio público, el Código de Minería Ley No. 6797 de 4 de octubre de 1982, establece primeramente el dominio público del agua en el país y reserva para el Estado las aguas subterráneas y superficiales (artículo 4°), las cuales sólo podrán ser explotadas por particulares de acuerdo con la Ley. De esta forma se produce una nacionalización de todas las aguas del país, pasando a ser de dominio público.

Posteriormente la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 del 13 de octubre de 1995, establece también en el numeral 50 el dominio público del agua, reforzando la declaratoria de demanialidad antes indicada, preceptuando que el agua es de dominio público y que su conservación y uso sostenible son de interés social. Este instrumento legislativo supone una afectación expresa de las aguas continentales o sea las aguas superficiales y subterráneas al no distinguirlas al dominio público del Estado y las califica de interés social, con lo que se dejó expedito el camino para eventuales expropiaciones o limitaciones por razón de interés social según el artículo 45 de la Constitución Política.

El Dictamen C-243 – 1995 de la Procuraduría General de la República establece que:

“(…) el Ministerio del Ambiente y Energía, tiene como finalidad en este campo, representar y ejercer en nombre del Estado el dominio público del recurso hídrico del país con el fin de velar por la preservación del mismo y la utilización de forma jerarquizada según la importancia de las necesidades (...).”

La Procuraduría General de la República ha indicado igualmente que “es necesaria autorización para el aprovechamiento de las aguas públicas, especialmente dedicadas a empresas de interés público o privado. Esa autorización la concederá el Ministerio de Ambiente y Energía en la forma que se prescribe en la presente ley, institución a la cual corresponde disponer y resolver sobre el dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno o vigilancia sobre las aguas de dominio público...”

En el mismo orden, además de tener la competencia sobre el recurso hídrico, el MINAET tiene la rectoría del sector de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, de conformidad con el **Reglamento Orgánico del Poder Ejecutivo, N° 34582-MP**, publicado el 8 de julio de 2008, y que en su artículo 24 inciso e) de la integración de los distintos sectores establece:

“El Sector Ambiente, Energía y Telecomunicaciones estará conformado por las siguientes instituciones centralizadas y descentralizadas: Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Refinería Costarricense de Petróleo S. A. (RECOPE), Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA), Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL), Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA) en materia ambiental, Consejo Nacional de Transporte Público, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) salvo en materia de salud, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riesgo y Avenamiento (SENARA) en lo que concierne a aguas subterráneas, Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A., Junta Administrativa de Servicio Públicos de Cartago (JASEC), Instituto Costarricense de Turismo (ICT), Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y los programas afines a este sector del MAG y del Ministerio de Salud, y los programas nacionales del Ministerio de Gobernación y Policía y del Ministerio de Comercio Exterior (COMEX)”.



Por su parte, la Ley General de la Administración Pública No. 6227, en sus artículos 27, 99 y 100, establece el régimen jurídico para fortalecer la acción directiva del Poder Ejecutivo, mediante el ejercicio de la rectoría política por parte del Presidente de la República conjuntamente con el Ministro del ramo, en nuestro caso del Ministerio de Ambiente y Energía, quienes podrán ordenar a través de directrices las actividades de las instituciones del sector, estableciendo las metas y tipos de medios para alcanzarlas acorde con las políticas de gobierno y del Plan Nacional de Desarrollo, en claro ejercicio de su integración en el ejercicio de la política de Estado.

Aunque formalmente la rectoría del recurso hídrico la ejerce el ministro del MINAET, existen varios factores que han dificultado el ejercicio total de la misma. Se tiene, por un lado, el hecho que el MINAET no ha contado con los elementos necesarios para hacerla efectiva, algunos de ellos ligados a la falta de recursos humanos y financieros, a su debilidad institucional, a la poca claridad en los diferentes niveles técnico-institucionales de esta potestad e incluso, al enfoque netamente ambiental de la institución. Esto, aunado al carácter transversal del aprovechamiento del recurso hídrico y su conectividad con aspectos asociados a la salud pública, deriva en responsabilidades que asumen distintas instituciones del Estado y que llegan a interpretarse con carácter de rectoría.

Por tanto, gran parte de la problemática institucional para la gestión de los recursos hídricos del país, subyace en la confusión conceptual sobre su naturaleza, que es distinta a la gestión de los servicios públicos asociados al agua, como la generación de energía hidroeléctrica, el desarrollo de proyectos de riego o la provisión de los servicios públicos de agua potable. La rectoría ha sido vista como sinónimo de la tutela sobre el agua como bien demanial y de la administración del recurso, pero no del gerenciamiento de las instituciones que participan en la gestión de este recurso.

Se requiere de una labor de revisión y articulación de las funciones de las instituciones existentes y de los mandatos legales que las respaldan, a efecto de sistematizar las competencias institucionales para el cumplimiento de dichas funciones. El mecanismo para esto sería la aprobación de una nueva ley de aguas que defina claramente las competencias institucionales y derogue explícitamente toda la legislación actual que se contraponga. Estas nuevas leyes establecerían los objetivos y funciones que deberían guiar la labor de los diferentes entes que participan en la gestión del agua, separando las responsabilidades y atribuciones según sea su rol como rectores, planificadores subsectores, reguladores y operadores.

Es también importante señalar que dentro de la institucionalidad del sector hídrico se han venido haciendo reformas para adecuarse a las nuevas condiciones político-administrativas.

En ese sentido, por ejemplo, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) aprobó su Plan Estratégico Institucional 2007-2015, en noviembre de 2007 en donde se reorienta la acción institucional a fin de que responda a las necesidades de la sociedad y cumpla con las expectativas del desarrollo sostenible que el Gobierno de la República promueve en el subsector de agua potable y saneamiento. Se constituye a la vez, en un instrumento de enlace y articulación de la acción Institucional con el Plan Nacional de Desarrollo y otros sectores como salud, turismo, social y ambiente.

Lo anterior tiene su base fundamental en que la demanda por prestación de servicios de agua potable se ha incrementado exponencialmente en los últimos cinco años, debido al crecimiento del sector turismo y al desarrollo urbanístico que ha experimentado el país, especialmente en la provincia de Guanacaste, trayendo consigo una brecha entre la demanda y la eficiencia en la prestación de estos servicios.

Cabe señalar que en los últimos años, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) ha enfrentado una reducción en su ámbito de acción debido a razones presupuestarias, pérdida de recursos humanos e incluso por la razón de la disminución relativa en la participación del sector agropecuario en la economía nacional. No obstante, recientemente esta institución ha gestionado un crédito con el Banco Centroamericano de Integración Económica para el financiamiento de varios proyectos en una iniciativa que se ha denominado "Programa para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico" (PROGIRH), y que fue dictaminado afirmativamente en la Comisión de Asuntos Hacendarios de la Asamblea Legislativa. El programa incluye dentro de sus objetivos acciones de fortalecimiento institucional de su labor como prestador de servicios en el subsector de riego y avenamiento así como programas de investigación de aguas subterráneas.

Otros problemas que caracterizan a la institucionalidad en materia de recursos hídricos se asocian a la centralización de la función pública y a la carencia o debilidad de mecanismos de participación ciudadana.

5.3.3 Instrumentos de gestión

A pesar de los vacíos existentes en algunas áreas, el país cuenta con una experiencia importante en la gestión de recursos hídricos, cuyo marco instrumental, conforme a la legislación vigente, presenta un potencial significativo para posibilitar que dicha gestión sea eficiente, efectiva, equitativa y sostenible. Igualmente, la aplicación de estos instrumentos enfrenta también una serie de problemas que es necesario resolver para impulsar su modernización y su aplicación.

Destaca, por ejemplo, el conocimiento de los recursos hídricos del país, producto del esfuerzo de instituciones como el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) algunas universidades públicas, entre otras. De esta forma, el ICE y el IMN cuentan con una base de información hidrológica y meteorológica con registros que superan los 50 años en varias de las estaciones hidrometeorológicas del país. Sin embargo, la información disponible sobre la ocurrencia, disponibilidad y calidad del agua, superficial y subterránea, así como la correspondiente a los patrones de uso, consumo y generación de cargas contaminantes, presenta limitaciones importantes.

La problemática no se restringe, sin embargo, a la generación de la información, únicamente, a la cobertura de las redes de medición o a la construcción de bases de datos sobre los usos del agua. En efecto gran parte del problema se refiere a la organización, procesamiento, difusión y acceso a la información, inclusive aquella que se encuentra ya disponible.

En otra área, es claro que Costa Rica cuenta con una experiencia importante en materia de aprovechamiento del recurso, a través de un esquema de concesiones consolidado jurídicamente, que data de la década de los años cuarenta y que permite contar con un registro con 65 años de información. El 50% de lo recaudado por concepto del canon de aprovechamiento se destina a la gestión del agua, incluyendo el monitoreo de la cantidad y calidad a nivel nacional por parte del Departamento de Aguas del MINAET mientras el restante 50% se invierte en la cuenca que genera los ingresos para la protección del agua a través de la conservación, mantenimiento y recuperación de ecosistemas, así como el financiamiento de Pago de Servicios Ambientales.

En el tema del diseño y puesta en marcha del canon de aprovechamiento, se presenta una situación muy positiva y un verdadero avance del país en esta materia. Este instrumento sienta la base para inducir políticas de uso eficiente del agua así como la búsqueda de la sostenibilidad del recurso, a través del pago de servicios ambientales. Esta visión se plasma en un Decreto Ejecutivo de enero del 2006, a través del cual se ajustó el monto del canon que hasta esa fecha se cobraba a los usuarios del agua por el uso de un bien de dominio público; además, definió claramente las bases del cobro de este canon y la aplicación de los recursos, los cuales se empezaron a cobrar a partir de julio del 2006, con ajustes incrementales hasta el año 2013. Se reconoce, sin embargo, que el procedimiento para el otorgamiento de las concesiones es complicado y administrativamente lento y confuso para los usuarios, tanto en su aplicación técnica como legal, aunado a que las competencias institucionales a este respecto son poco claras.

En otros campos de la gestión del agua los avances son limitados. Aún cuando hay esfuerzos aislados, se ha hecho poco en materia de reciclaje y reuso del agua, en aumento de las eficiencias de uso y asignación del recurso, en la evaluación sistemática del riesgo ante crecidas extraordinarias, en campañas de comunicación en los medios, en resolución de conflictos e instrumentos de cambio social, incluidos los subsidios dirigidos.

Igualmente, el manejo de los excesos de agua, el saneamiento y el manejo de la oferta son campos poco explotados, donde el tema de la infraestructura no encuentra una respuesta política adecuada.

Los mayores retos que enfrenta Costa Rica se refieren entonces no tanto a la carencia de instrumentos de gestión, sino a su correcta aplicación en la práctica y a la construcción de los consensos necesarios sobre sus beneficios. La dispersión institucional es uno de los orígenes de las fallas en la aplicación del marco instrumental vigente, pero no la única. En efecto, el reto más importante se asocia a la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales para modernizar y adecuar la gestión del recurso hídrico, con recursos financieros suficientes y bajo la concepción de una autoridad única del agua, que administre y opere unitariamente el marco instrumental para la gestión del recurso hídrico, en cantidad y calidad.



DEMANDA Y OFERTA HIDRICA

Mensajes Claves

- *La demanda futura de agua depende de una serie de factores económicos y sociales difíciles de predecir. Un enfoque de escenarios permite hacer **diferentes supuestos** y calcular valores para diferentes caminos, o sendas del desarrollo.*
- *La demanda de agua se asimila, para facilitar su estimación, a **los requerimientos futuros de agua** que dependen del **nivel de actividad** (por ejemplo, la producción, o cantidad de habitantes) y de **la intensidad** (por ejemplo, la cantidad de agua requerida por hectárea para un cultivo, o por persona). Ambas variables pueden cambiar en el tiempo.*
- *Los **requerimientos futuros** de agua van ligados a aspectos como el crecimiento y composición de la economía, aspectos ambientales (como por ejemplo las metas en cuanto a generación de energía por medio de fuentes renovables) y los avances tecnológicos. Los cálculos nacionales dan una idea de la disponibilidad de agua, pero es necesario llevarlos al nivel de cuenca hidrológica.*
- *El balance hídrico mensual por cuenca hidrográfica, cuyos resultados muestran que la cantidad de agua disponible u **oferta hídrica**, es en términos generales suficiente para cubrir los **requerimientos futuros**.*
- *El **cambio climático** puede afectar estas relaciones entre oferta y requerimientos de agua. Los modelos existentes, que se presentan en este Plan, muestran variaciones el regimenes de precipitaciones y temperaturas, lo que incide en la cantidad y distribución del agua.*

6.1 Escenarios socioeconómicos

El uso, aprovechamiento, y manejo de los recursos hídricos como un medio para el desarrollo económico y social, está determinado por la evolución de una serie de factores endógenos y exógenos asociados a las condiciones internas del país así como al contexto de globalización en que éste ocurre. De ahí la necesidad de contar con un marco de referencia establecido por un conjunto de escenarios posibles, según evolucionen estos factores en el corto, mediano y largo plazo.

Para la construcción de escenarios se consideró primero un escenario de referencia o escenario base, asumiendo que se mantendrán en éste, las tendencias actuales en el desarrollo nacional, de acuerdo a los lineamientos de política y efectos externos prevalecientes. En este escenario se incluyeron los efectos que sobre los recursos hídricos tendrán el cumplimiento de las metas de desarrollo que tendrán que alcanzarse y que están señaladas en el PND; los efectos previsibles de los procesos de apertura comercial, como lo es el impacto productivo del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, Centroamérica y República Dominicana, los compromisos del país para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio establecidos por Naciones Unidas, entre otros.

Para tener una idea de los límites superior e inferior dentro de los cuales se podría comportar la demanda hídrica bajo los supuestos efectuados, se consideraron dos escenarios adicionales, llamados de “convergencia sostenible” y de “inmovilismo”, respectivamente.

El objetivo primario de estos escenarios (cuya descripción se detalla en el Cuadro 9) es brindar una guía de posibles sendas de desarrollo que el país pueda vislumbrar en los próximos años, con el especial cuidado de analizar los efectos en los años 2010, 2020 y 2030, a fin de poder reflejar en este análisis el comportamiento de corto, mediano y largo plazo. Cada uno de ellos refleja vías de desarrollo distintas y parten de supuestos diversos acerca de como evolucionarán las principales variables económicas, así como otros factores políticos, sociales y culturales y su impacto sobre el agua.



Cuadro 9. Escenarios contemplados para la estimación de los requerimientos futuros de agua

Escenario	Descripción
A. Base	El país sigue una senda de desarrollo acorde a las tendencias actuales. Esto implica que las variables claves se comportan de la manera esperada, suponiendo que los lineamientos políticos actuales y las estructuras económicas y sociales se refuerzan. Debe notarse que este escenario no describe necesariamente un crecimiento lineal de las variables sino más bien los cambios esperados a partir de la posición actual del país.
B. Convergencia Sostenible	Se fundamenta en la convergencia de los indicadores de países en vías de desarrollo a indicadores propios de países más avanzados. Kemp-Benedict et al (1998), plantean que esta convergencia se define como una ruta de convergencia de las variables en cuestión, especialmente de los valores de intensidad en el uso del agua. Este escenario también describe un reforzamiento de las políticas ambientales del país, especialmente en cuanto a la generación de energía por la vía de la hidroelectricidad y la expansión de cultivos de base para generar biocombustibles.
C. Inmovilismo	Por debajo de las expectativas, el país se estanca tanto en su economía como en la evolución de las políticas públicas tendientes al desarrollo sostenible equilibrado.

Fuente: Elaboración propia

Los escenarios se construyen a partir de elementos que describen el estado de la sociedad en general, denominados macro elementos. Cada uno de estos macro elementos está compuesto a su vez por tres variables claves. La intensidad en el cambio de cada macro elemento estará determinada por una ponderación equilibrada de los cambios en cada variable clave. Los cinco elementos mayores, así como las variables claves asociadas se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Macro elementos, descripción y variables claves para los escenarios

Macro Elementos		Descripción	Variables Claves		
1	Transición demográfica avanzada	Cercanía del escenario con una senda de crecimiento demográfico estable (baja)	Crecimiento Natural	Migración externa	Migración externa
2	Economía	Crecimiento económico	Crecimiento Económico	Apertura Comercial	Deuda pública
3	Estructura social	Sociedad tiende a disminuir pobreza	Terciarización de la Economía	Equidad en la distribución del ingreso	Reducción de la Pobreza
4	Conciencia Ambiental	Sintetiza el comportamiento político y cultural en torno al medioambiente	Actualización de los valores de uso (ej: canon de aprovechamiento)	Coherencia de políticas públicas con objetivos de desarrollo sostenible	Incorporación valores ambientales en educación formal
5	Transformación tecnológica	Describe la profundidad del cambio tecnológico	Eficiencia en riego	Eficiencia energética	Eficiencia industrial

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos macro-elementos conocerá cambios diferentes según el escenario considerado. Por ejemplo, mientras que en el escenario de convergencia los valores de uso de los recursos naturales (como el canon de aprovechamiento en el caso del agua) se actualizan a valores reales, en términos de una adecuada valorización económica del recurso, en el escenario de base el valor de uso se actualiza únicamente a razón del cambio en el nivel de precios mientras que en el escenario de inmovilismo se supone que dicho valor no varía.

Otro ejemplo que se puede tomar es el caso del crecimiento económico. Mientras que en el escenario base el crecimiento mantiene su tendencia actual de tasas sostenidas por encima del 5% anual, en los escenarios de convergencia y de inmovilismo se considera una tasa inferior: en el primer caso por acción de políticas “costosas” desde el punto de vista del crecimiento económico (como pueden ser las políticas ambientales en un corto y mediano plazo) mientras que en el segundo caso obedece más bien a una desaceleración de la economía nacional por causas internas como deficientes políticas económicas y comerciales o causas externas como salida de capital productivo.

En síntesis, los valores que se suponen según cada escenario (y que se detallan más adelante) responden a las diversas intensidades en los cambios de las variables claves de cada macro-elemento. El mecanismo de transmisión (el cómo se pasa de estos cambios a la variación en la demanda de agua) consiste entonces en cómo varían tanto los niveles de actividad como de intensidad en el uso del recurso hídrico según el escenario planteado. Una explicación detallada sobre los niveles de actividad y los de intensidad en el uso del agua se muestra en el Cuadro 11.

Se debe tener presente que otros múltiples factores externos también inciden en la determinación de la demanda futura de agua como por ejemplo, la acentuación del cambio climático, el aumento en el precio de los combustibles o una recesión económica global. Sobre el tema de cambio climático se presenta el Recuadro 4 que muestra algunas consideraciones de la relación entre este fenómeno global y la demanda de agua

Recuadro 4. Demanda de agua y Cambio Climático

Las variaciones meteorológicas producidas por el cambio climático en el transcurso de los próximos años afectarán la disponibilidad y la demanda del recurso, especialmente en aquellas zonas donde se prevé un cambio en el régimen de precipitaciones y temperatura.

Desde la perspectiva de la demanda del recurso hídrico, varias son las aristas que deben considerarse. En primer lugar, y tal como se plantea en la sección 6.7 de este Plan, es altamente probable que algunas zonas del país se vean afectadas mediante disminuciones o aumentos en el volumen de agua de lluvias. En el caso de disminución de las precipitaciones y aumento de temperaturas, zonas como Guanacaste requerirán mayores extracciones de agua para algunos usos, como es el caso del riego. El sector doméstico por su parte, también podría incrementar su consumo ante un escenario de cambio climático, por efecto de una intensificación de hábitos tales como el bañarse, tomar agua, riegos domiciliarios, aunque debe tenerse claro que este sector es un consumidor menor con respecto a otros sectores usuarios del recurso hídrico y aún más marginal con respecto al uso total del agua.

Otra posibilidad es que como consecuencia de eventos ligados al cambio climático (en un largo plazo, la elevación de las aguas en zonas costeras por ejemplo) se den procesos migratorios en diversas regiones del país. Evidentemente esta situación variará completamente el panorama de la demanda de agua estimada para una región en particular, tanto en la demanda para uso doméstico como en las demandas para usos productivos. Esta situación se vislumbra en un horizonte de tiempo más lejano.

En el corto plazo, la mayor afectación en la demanda del recurso hídrico se dará como resultado de las políticas públicas que asuma el país referidas a la mitigación y adaptación a los efectos previsibles del cambio climático. De esta manera, algunas de estas políticas tenderán a disminuir la demanda de agua mientras que otras posiblemente generen un aumento en la demanda del recurso.

Por ejemplo, desde la perspectiva ambiental el objetivo del país es ser Carbono Neutral al año 2021, alcanzarlo tendrá claramente tanto beneficios como costos de inversión en los primeros momentos. Al respecto, estudios desarrollados en la Unión Europea para medir el impacto económico de las medidas implementadas para luchar contra el cambio climático, estiman que el PIB de los países disminuirá anualmente entre un 0.25 y 0.5 puntos porcentuales ante la implementación de nuevos impuestos a la emisión de carbono, al tiempo que el empleo también se vería afectado.*



De esta manera, una posibilidad es que en primer término la adopción de políticas de desarrollo sostenible genere una disminución en el crecimiento de la producción nacional. Esto generará a su vez, a eficiencia dada, una disminución en los requerimientos de agua para usos productivos. Otra posibilidad es que ante la constatación (o inclusive la creencia) de que la disponibilidad del agua disminuya, el Estado incremente severamente el precio del bien -el canon de aprovechamiento- y con ello, inducir a una reducción en el consumo de agua por parte de los diversos usuarios. Esta reducción tenderá a ser sostenible en el tiempo, en el tanto los usuarios de agua previsiblemente efectúen inversiones en procura de mejorar eficiencia en el uso del recurso.

Otra forma de acción política que impactará la demanda del recurso hídrico es aquella que tiene que ver con el replanteamiento del abastecimiento energético del país y como parte de la Iniciativa Presidencial Paz con la Naturaleza y Carbono Neutral planteadas en esta Administración. La disminución esperada en la dependencia energética de combustibles fósiles se puede ver como una respuesta a la escalada de precios del petróleo, pero también como una alternativa ambientalmente deseable para detener el crecimiento en la emisión de gases de efecto invernadero, que son los mayores impulsores antropogénicos del Cambio Climático. Al respecto, la posibilidad de que el Estado invierta en la producción de biocombustibles podría significar un aumento en la cantidad de tierras irrigadas en algunas regiones del país y con ello, un aumento en la demanda de agua para esta actividad, que como hemos constatado representa el mayor uso consuntivo del recurso hídrico.

Por todo esto, no resulta claro cuales efectos tenderán a prevalecer y por ende es difícil estimar la acción del cambio climático en la demanda futura de agua. No obstante, debe considerarse imperativo el continuar con análisis más detallados que puedan proyectar estas variaciones netas en el consumo futuro de agua..

Fuente: Elaboración propia

Estas son variables exógenas que si bien no se ha intentado modelar directamente, pueden reflejar un comportamiento específico en las variables claves que se han considerado. Por ejemplo, el tratamiento del Cambio Climático se verá reflejado en parte en la acción política asociada e inducirá variaciones en el consumo de agua; por su importancia, este aspecto se trata en un acápite aparte más adelante. Otro ejemplo lo constituye el tema de la escalada en los precios del petróleo. Al respecto, el país aspira a reducir su dependencia energética de combustibles fósiles, lo que implica la acentuación de esfuerzos en la búsqueda y generación de energías alternativas como los biocombustibles.

Como se muestra más adelante, se han adoptado algunos valores e indicadores que definen el rumbo que podría tomar el país en diferentes horizontes de tiempo. Todos ellos afectarán la demanda del recurso hídrico y las inversiones que podrían canalizarse al sector. Al momento de considerar la evolución de la demanda futura de agua y de las inversiones prioritarias, será la consecución de metas nacionales relacionadas con el uso, aprovechamiento y manejo del recurso, así como la orientación política correspondiente, complementadas con las tendencias esperadas en la senda de desarrollo del país, las que habrán de determinar los valores proyectados de los balances hídricos (oferta – demanda) y por ende, los retos que habrá de enfrentar la sociedad costarricense.

A. Escenario Base¹⁸

Las variables claves se comportan de la manera esperada, suponiendo que las políticas actuales y las estructuras económicas y sociales se mantienen. Debe notarse que este escenario no describe necesariamente un crecimiento lineal de las variables sino más bien los cambios esperados a partir de la posición actual del país.

En el caso de los cinco elementos mayores, se supone un comportamiento demográfico (1) que refleja un crecimiento natural de la población típica de un país desarrollado (como es la tendencia actual; bajas tasas de mortalidad y bajas tasas de natalidad) y una migración internacional controlada. Desde el punto de vista económico (2), se considera la acentuación del proceso de apertura comercial, que entre otras cosas genera fuertes y sostenidas tasas de crecimiento de la economía (más de un 5,5% anual¹⁹) e ingresos fiscales que permiten al menos no acrecentar la deuda pública. La economía continúa su terciarización (3) mientras que la tasa de pobreza cede. Por el lado de la conciencia ambiental (4), no se dan grandes progresos, sobre todo porque los valores de uso no

¹⁸ Tanto para este como para los otros escenarios, los números entre paréntesis hacen alusión a los macroelementos, en el orden expuesto en el cuadro 12.

¹⁹ Una tasa de crecimiento anual del PIB real de 5,5% para los próximos 25 años puede parecer inverosímil. En anteriores análisis donde se han elaborado escenarios se han considerado tasas de crecimiento menores (Echeverría y Rojas, 2003, Escenarios de demanda de Agua para Centroamérica). Sin embargo, a partir de los resultados del modelo de equilibrio general elaborado por Sánchez (2007) para CEPAL, se obtiene que este ritmo de crecimiento es factible para Costa Rica. Este es el resultado del escenario base contemplado en el modelo; esta base no considera una profundización de la apertura comercial. Al considerar este elemento (concretamente un aumento en las exportaciones a raíz de la ratificación del DR-CAFTA), la tasa de crecimiento de la economía es aún mayor. Para mayor detalle, ver Sánchez M. (2007), Liberalización comercial en el marco del DR-CAFTA, efectos en el crecimiento, la pobreza y la desigualdad en Costa Rica, Serie Estudios y perspectivas Regionales, sede subregional de la CEPAL, México. Una última acotación que puede formularse es que un crecimiento promedio de 5,5% anual permite a una economía duplicar su producto interno bruto en 14 años.

se actualizan a su valor económico real y las políticas de desarrollo sostenible anunciadas encuentran ciertas dificultades de aplicación. Finalmente, se da cierta transformación tecnológica (5), que disminuye la intensidad en el uso del recurso hídrico de los sectores productivos.

A priori, es de esperar que la demanda global de agua bajo este escenario conozca dos efectos contrapuestos: un primer efecto de aumento en el consumo asociado a los mayores requerimientos productivos y un segundo efecto que contempla un uso más eficiente producto de un nivel adecuado de transformación tecnológica. El resultado final en la variación de la demanda (incremento o disminución) dependerá entonces de la magnitud de los cambios esperados en ambas variables.

B. Convergencia Sostenible

Este escenario como límite superior se fundamenta en la convergencia de los indicadores de países en vías de desarrollo a indicadores propios de países más avanzados. (Kemp- Benedict et al (1998, 2002)).

De manera general, los supuestos detrás de esta representación muestran una sociedad con comportamientos típicos de sociedades de primer mundo. De esta manera, el elemento de comportamiento poblacional (1) muestra tasas de crecimiento demográfico muy bajas (llegando a 0,5% al 2030). La economía continúa dinámica (2); sin embargo pese a que los componentes de apertura comercial y liberalización de recursos públicos (vía disminución de la deuda pública) mejoran, la tasa de crecimiento del PIB real se supone menor que en el escenario anterior. Este supuesto descansa en la efectividad de las medidas ambientales tomadas (4) (valores de uso y políticas de desarrollo sostenible) que generan un costo económico adicional a la sociedad. Pese a esta relativa caída del ritmo de crecimiento económico (comparado con el escenario anterior), la pobreza cede (podemos suponer que llega a valores entre 10% y 15% a 2030) y la desigualdad del ingreso al menos no se acentúa y la economía es cada vez más una economía de servicios (3). Por último, se conoce un proceso de mejoras tecnológicas importantes (5), que permite un escenario más eficiente del recurso hídrico. Supone también este escenario la generación de energía limpia, especialmente la hidroelectricidad y la expansión de los biocombustibles.

C. Inmovilismo

Como límite inferior se consideró una senda de desarrollo inestable, dónde a factores demográficos que aceleran el crecimiento poblacional previsto (1) se agregan bajas tasas de crecimiento económico (2) (producto -entre otros- de cierta autarquía en la producción y consumo además de un Estado poco participativo en cuanto a inversiones públicas debido a que los recursos públicos se utilizan mayoritariamente para saldar deuda anterior), una regresión relativa a un estado productivo agrícola o primario (3), un empeoramiento de la tasa de pobreza actual (3), un fracaso en la implementación de políticas ambientales y educativas (4). Como consecuencia del deterioro económico, las transformaciones tecnológicas (5) son lentas.

Este escenario, improbable en la conjunción de todas las eventualidades descritas (sólo factible de realizarse bajo una perspectiva de caos de la sociedad) muestra valores seguramente poco probables para el país. Su utilidad no obstante radica justamente en que permite vislumbrar un escenario como límite inferior extremo cuyo acaecimiento generaría un importante viraje en las trayectorias actuales de desarrollo y una variación en las proyecciones más conservadoras del uso del recurso.

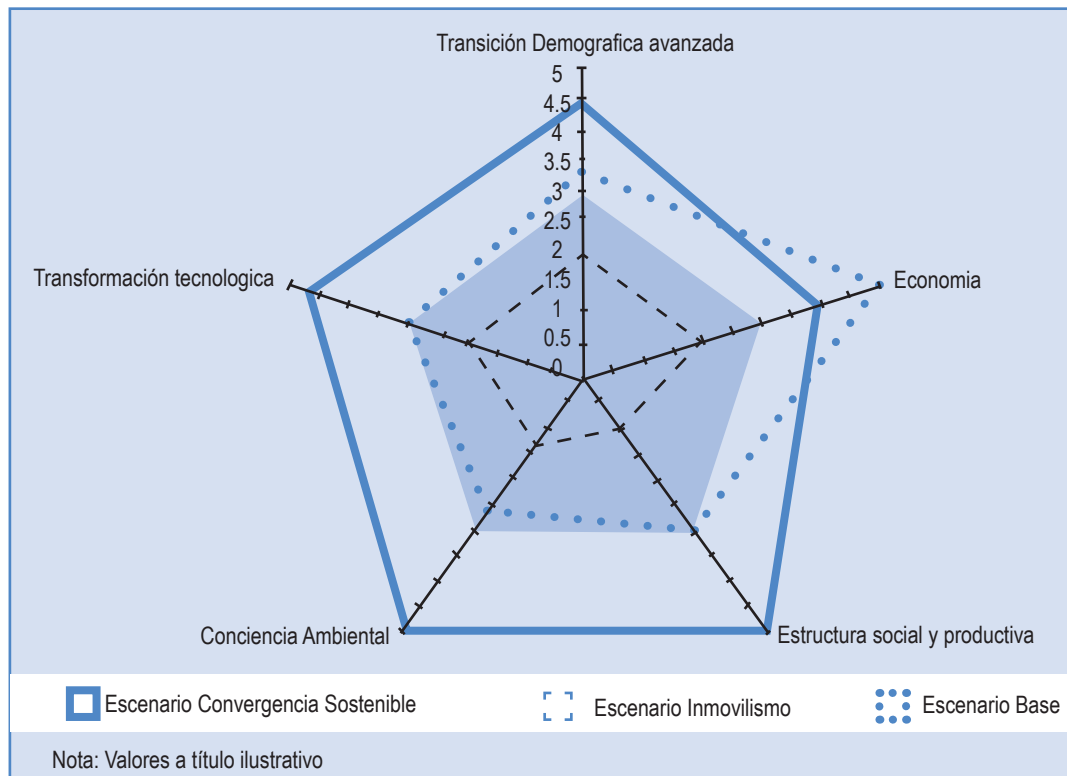
Comparación de los escenarios

Mediante esquemas gráficos de las trayectorias de desarrollo que representan estos escenarios es posible efectuar una comparación de los diversos supuestos subyacentes (variables claves) en cada escenario. La Figura 9 muestra la posición relativa de cada macroelemento de un escenario con respecto al mismo macroelemento en los restantes escenarios.

A manera de síntesis, se puede afirmar que las variaciones en la forma de los gráficos expuestos, reflejan en primera instancia la magnitud de los cambios y el equilibrio del crecimiento de cada elemento mayor. Así, resulta evidente constatar que la intensidad del cambio es mayor en el escenario de convergencia y mucho menor en el escenario de inmovilismo. Pero también se desprende del análisis gráfico que el escenario de base plantea un crecimiento desequilibrado, donde, se pondera especialmente el crecimiento económico.



Figura 9. Comparación gráfica -ilustrativa- de escenarios



Fuente: Elaboración propia

6.2 Estimación de los requerimientos de agua para Costa Rica

El crecimiento poblacional y la actividad económica del país han determinado patrones de uso con características espaciales y temporales específicas, en cantidad y calidad. Son varios los factores que determinan los requerimientos y la demanda de agua por parte de los diversos usuarios del recurso. Desde un punto de vista económico, muchos factores pueden determinar la demanda de agua. El Recuadro 5 muestra el tratamiento de la demanda del recurso hídrico desde este punto de vista.

Recuadro 5. Requerimientos y demandas de agua: enfoque económico

La demanda de agua, desde un punto de vista económico, estará determinada por una serie de elementos mayores.

Quizá los más evidentes lo sean su precio y el ingreso con el que cuentan los diversos sectores para hacer uso del recurso.

Con respecto al precio, este se puede aproximar como el valor que el Estado cobra por concepto de aprovechamiento del recurso. Otros elementos, no tarifarios, juegan sin embargo en la consideración del precio para el usuario, cómo puede ser el costo de oportunidad de acceder a una fuente de agua y los costos de transacción que conlleva la tramitología y procesos de concesión y aprovechamiento.

Sobre la tarifa, debemos señalar que el agua, al tratarse de un bien esencial puede considerarse inelástica (con respecto al precio) en su demanda en los primeros tramos de consumo (al menos en el sector doméstico). Esta apreciación ha sido reiterada por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos en sus últimas resoluciones tarifarias²⁰.

²⁰ Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, ARESEP. Resolución RRG-3363-2004, en torno a la solicitud de reajuste tarifario del AyA. Noviembre 2004, Página 11.

Esta acotación da pie para pensar que en usuarios menores, o de la misma forma en usuarios (productivos) que cuenten con estructuras tecnológicas rígidas, un aumento en el precio del agua no tendrá mucha incidencia en su consumo. No obstante, a medida que el agua haya satisfecho las necesidades básicas o que exista la posibilidad de ejecutar cambios tecnológicos que procuren una mayor eficiencia en el consumo, un aumento en el precio del bien a través por ejemplo de un canon de aprovechamiento sí podría incidir en una menor demanda del recurso.

Por el lado del ingreso, visto desde un enfoque nacional podríamos aproximar este ingreso al valor agregado de la producción interna, es decir al PIB. De esta manera, la demanda de agua también estará influenciada por el nivel económico en general: los requerimientos de agua aumentan a medida que la economía crece por cuanto las necesidades productivas y de consumo se incrementan. Sin embargo, también es factible pensar que el consumo de agua gana en eficiencia a medida que una sociedad cuenta con más recursos que pueden ser liberados y empleados en mejoras tecnológicas.

Las variables convencionales de precio e ingreso en la determinación de la demanda de agua se complementan con una serie de otros factores: una manera de comprender estos determinantes es agruparlos en elementos mayores. Algunos de ellos son: el comportamiento poblacional, las variaciones en la estructura productiva y social, factores culturales que modifiquen el comportamiento de los agentes económicos y avances tecnológicos. Las acciones del Estado, generalmente medidas por las políticas gubernamentales también influyen en la demanda de agua (impulso a sectores de actividad productiva, imposición de valores de uso por el recurso hídrico, políticas de conservación de tierras, etc.)

Fuente: Elaboración propia

En el caso presente son varios los factores que se consideraron para determinar los requerimientos y la demanda de agua por parte de los diversos usuarios del recurso. De acuerdo a la metodología utilizada, se proyectó la demanda de agua como:

$$\text{Demanda de Agua} = \text{Nivel de Actividad} * \text{Intensidad en el Uso}$$

De esta manera, a cada sector usuario del agua se le asoció un nivel de actividad, al igual que la intensidad en el uso que podrá ser asimilada como la eficiencia en el uso del agua.

A modo de ejemplo, para el caso del sector doméstico se calculó la población total de la región considerada (nivel de actividad) y se estimó un consumo diario promedio. El detalle de estas variables por sectores se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Variables utilizadas para calcular la demanda agregada de agua

Sector	Variables para calcular la demanda de agua	
Doméstico	Nivel de Actividad	Población total
	Intensidad	Consumo per cápita (litros/persona/día)
Industrial	Nivel de Actividad	PIB Industrial – Valor agregado
	Intensidad	Extracción (m3) por US\$1000 de valor agregado
Agrícola – Riego	Nivel de Actividad	Área productiva bajo irrigación (Hectáreas)
	Intensidad	Volumen concesionado / Área bajo irrigación
Agropecuario	Nivel de Actividad	Indicador de producción (100 en año base)
	Intensidad	Volumen concesionado (ajustado por estimado de uso real)
Agroindustrial	Nivel de Actividad	Indicador de producción (100 en año base)
	Intensidad	Volumen concesionado (ajustado por estimado de uso real)
Comercio	Nivel de Actividad	PIB Comercial – Valor agregado
	Intensidad	Extracción (m3) por US\$1000 de valor agregado
	Nivel de Actividad	“Días turista” (Número de turistas por estancia en la región considerada)
Turismo	Intensidad	Consumo per cápita (litros/persona/día)
Energía	Nivel de Actividad	Energía eléctrica producida (GWh)
Hidroeléctrica	Intensidad	Relación M3 / GWh
Energía Térmica	Nivel de Actividad	Energía eléctrica producida (MWh)
	Intensidad	Relación M3 / MWh

Fuente: Elaboración propia



Utilizando como base la información oficial de las concesiones otorgadas por el Departamento de Aguas del MINAET en 2006 se obtuvo un aproximado de la extracción anual de agua para cada cuenca y para cada sector de usuarios.

Es necesario aclarar que difícilmente se podría considerar que la relación entre consumo real y volumen concesionado sea de 1:1 (consumo real = volumen concesionado). Esta relación podría aceptarse si los factores que subestiman la relación se equilibran con aquellos que la sobreestiman. Entre los elementos que implican un mayor consumo real que el total de agua concesionada cabe destacar la existencia de pozos ilegales y la sobreexplotación de los volúmenes concesionados. Por el contrario, cuando los usuarios cuentan con una concesión mayor al volumen de agua que realmente extraen, se podría sobreestimar el consumo real a partir de los datos de concesiones.

Conociendo esta situación, se utilizó esta información como base para la estimación de las demandas de agua actuales, sobretudo en el caso de algunos sectores cuyos niveles de actividad o de intensidad eran difícilmente calculables. Estos datos (el volumen de agua concesionado por el Departamento de Aguas, que incluye, los volúmenes utilizados por los entes autónomos tales como AyA y el ICE) fueron igualmente utilizados para estimar los usos actuales de agua (al año 2000 y 2006) y tener una base para contraponer la oferta disponible con esta demanda actual.

También se utiliza información sectorial que permite establecer patrones de comportamiento futuro de los niveles de actividad. Cabe destacar en esta fase del análisis, que tanto los valores de base como los indicadores que permiten proyectar estas variables en el futuro se obtienen mayormente de los datos institucionales vigentes (específicamente el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, así como Planes de Desarrollo Sectoriales) aunque también se utilizan otras fuentes que proveen directamente proyecciones (INEC, CEPAL y estudios anteriores de demanda de agua).

Así, la mayoría de los valores que se presentan se sustentan en diversas proyecciones más que en metas país. El crecimiento económico (así como crecimientos sectoriales – agro, eléctrico, industria) se sustenta en los resultados de un modelo de equilibrio general elaborado por la CEPAL²¹ y las proyecciones de población por el INEC. Otras proyecciones se basan en las tendencias actuales, proyectadas a futuro (generación eléctrica, sector turismo) y retomadas institucionalmente en Planes de Desarrollo Sectoriales. Sin embargo, también se hace referencia a los indicadores y las metas que el país se ha trazado, tal es el caso del Plan Nacional de Desarrollo, los Planes Sectoriales, la Iniciativa de Paz con la Naturaleza y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Para la estimación de los valores de intensidad en el uso del agua, se utilizan algunos trabajos previos de demandas futuras de agua, como los propios estudios del Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI) (1998, 2002)²² y la estimación de demanda de agua para Centroamérica por Echeverría y Rojas (2002).

A partir de la información oficial sobre las concesiones otorgadas al año 2006 se obtuvo un aproximado de la extracción anual de agua para cada una de las 16 cuencas del país escogidas como prioritarias por el Comité Nacional de Hidrología y Meteorología de Costa Rica y para cada sector de usuarios.

La información sectorial disponible permitió establecer patrones de comportamiento futuro de los niveles de actividad. Con base en las consideraciones implícitas en la construcción de los escenarios socioeconómicos antes descritos, se ha proyectado la evolución de las demandas de agua para cada sector de uso.

6.3 Requerimientos de agua: proyecciones sectoriales

A continuación se explica en detalle la elaboración de las proyecciones para cada sector y los principales supuestos subyacentes. Tal explicación se aplica fundamentalmente para el escenario base. Las estimaciones, sin embargo, se efectuaron también para otros dos escenarios (Convergencia e Inmovilismo), que operan mediante variantes del escenario base, tanto en los niveles de actividad como de intensidad. Los valores que aquí se presentan reflejan el comportamiento nacional; el tratamiento particular a cada cuenca conlleva adaptaciones de estos valores.

²¹ Sánchez M., 2007, Liberalización comercial en el marco del DR-CAFTA, efectos en el crecimiento, la pobreza y la desigualdad en Costa Rica, Serie Estudios y perspectivas Regionales, sede subregional de la CEPAL, México.

²² Raskin, P.; G. Gallopin; P. Gutman; A. Hammond; and R. Swart. 1998. Bending the Curve: Toward Global Sustainability. A report of the Global Scenario Group. Stockholm Environment Institute. Stockholm y Kemp- Benedict E., Heaps C., Raskin P. 2002. Global Scenario Group Futures: Technical Notes. PoleStar Series Report no. 9. Stockholm Environment Institute, Boston.

6.3.1 Sector doméstico

El nivel de actividad (total de población de la Cuenca) fue estimado directamente. La variación en el nivel de actividad propuesto se toma de la hipótesis recomendada de crecimiento poblacional por parte del INEC. A esta tasa de crecimiento de base, se le agrega un factor positivo para el crecimiento de la población en las cuencas donde se prevé un mayor crecimiento para los próximos diez años y un factor negativo en las cuencas donde se prevé un menor crecimiento poblacional (a partir de estimaciones del Centro Centroamericano de Población-Universidad de Costa Rica ²³). Se considera también, a partir de datos extraídos del Censo Poblacional (INEC, 2000) la distribución poblacional por tipo de zonas (urbanas y rurales). Esta se mantiene constante a lo largo del periodo considerado.

A cada zona, se le asigna una tasa de cobertura de agua potable (idéntica para cada cuenca, 90% en urbano y 65% en rural), siguiendo los datos de cobertura señalados en el PND 2006-2010 (punto 4.1.3.2). La tasa de cobertura en urbano no varía mientras que en rural varía a un ritmo de 0,5 puntos porcentuales anualmente, hasta alcanzar 77% en 2030.

El nivel de intensidad se estima a partir de las dotaciones iniciales estimadas y en el Manual de Dotaciones del Departamento de Aguas del MINAET. El factor de pérdidas en la distribución del agua se basa en estimaciones efectuadas por la ARESEP en el año 2004 para cada región del país. La dotación por habitante (medida en litros por día) se asume decreciente hasta alcanzar un valor de uso eficiente de 250 litros por persona por día. Las pérdidas se consideran decrecientes hasta un valor de 40% en el 2030. Las Cuencas que presentan ya dotaciones o pérdidas por debajo del nivel meta considerado, no sufren variaciones en su intensidad ni en el factor de pérdida.

Escenario de convergencia sostenible: la tasa de crecimiento poblacional se estima a partir del escenario de fecundidad baja del INEC; la intensidad por su parte (tanto en el uso per cápita como en el factor de pérdidas) mejora hasta alcanzar un valor de 200 litros por persona por día por ganancias en la eficiencia del consumo y las pérdidas en la operación del sistema disminuyen hasta llegar al 30%. Se supone una tendencia al urbanismo a un ritmo constante hasta llegar a una tasa de urbanismo del 50% en zonas altamente rurales (entre 50%-70%) al 2030 mientras que en zonas altamente urbanizadas (+50% de urbanismo) la tasa de variación se asume nula. La tasa de cobertura en el sector urbano llega a 95% mientras que en el rural varía a un ritmo cercano al punto porcentual anualmente, hasta alcanzar 90% en el 2030.

Escenario inmovilismo: la tasa de crecimiento poblacional se estima superior a la esperada (hipótesis de fecundidad alta del INEC); la intensidad por su parte se restringe a 200 litros por persona por día debido a la imposibilidad de los operadores de cumplir con los requerimientos de la población. Por su parte el factor de pérdidas se mantiene igual que en la actualidad. Las tasas de cobertura no varían, al igual que la distribución urbana y rural.

6.3.2 Sector Agropecuario (riego y pecuario)

De acuerdo a estimaciones realizadas, a partir de los datos de concesiones del Departamento de Aguas y de SENARA el total de área irrigada en el país es de 101,500 hectáreas. Este dato, desagregado por Cuencas representa el nivel de actividad del sector riego. Para considerar el sector Agropecuario en su totalidad, se debe contemplar también el uso y demanda futura de agua para usos pecuarios. Para este sub-sector, habremos de considerar un índice de actividad de base 100 (2006). La tasa de crecimiento del sector (Cuadro 12) justamente se basa en las estimaciones extraídas del modelo de Equilibrio General al que se ha hecho referencia (CEPAL, 2007).

Cuadro 12. Costa Rica: tasas de crecimiento anual consideradas para el sector Agropecuario

	2006-2009	2010-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030
Riego	3,8%	3,6%	3,6%	3,4%	3%
Pecuario	3,0%	2,3%	2,3%	1,8%	1,8%

Fuente: Adaptado de Sánchez M., 2007. (CEPAL)

²³ Datos tomados del diario La Nación, 4 de septiembre de 2007 "Población del país crece a un ritmo menor"



Para el sector de riego, la intensidad se estimó en un litro de agua por segundo (promedio nacional). Para el caso del sector agropecuario la intensidad se calculó como la relación actual entre nivel de actividad y volumen concesionado para cada cuenca. La variación de la intensidad se considera idéntica para todas las cuencas y se basa en el escenario optimista expuesto en Echeverría y Rojas (2003). De acuerdo a este estudio, al 2030 la intensidad en el uso del recurso disminuye en 25% (con respecto al año 2003), tasa que habremos de suponer constante a lo largo del periodo considerado.

Escenario de convergencia sostenible: la tasa de crecimiento del sector se presenta menor que para el escenario base (menos un 25%) por efecto de una mayor tercerización de la economía; por su parte se obtienen mayores ganancias en eficiencia llegando a 35% al 2030, lo cual se obtiene también a partir del estudio citado de demanda de agua para Centroamérica.

En este escenario, también se considera la extensión de cultivos para generación de biocombustibles. Sobre este particular, cabe señalar que existe una Comisión Nacional de Biocombustibles que debe diseñar una planificación del crecimiento de este nuevo sector económico. El avance actual de la Comisión no permite identificar con detalle el crecimiento de los cultivos por cuenca. Ante la ausencia de esta información, se ha agregado un factor positivo (1.5) al crecimiento del número de hectáreas irrigadas en las cuencas en que, por sus características, se supone puedan albergar cultivos para biocombustibles como la caña de azúcar, la palma o el sorgo. A futuro, esta información deberá afinarse en la medida que el Programa Nacional de Biocombustibles estime más en detalle las cuencas

Escenario inmovilismo: la tasa de crecimiento sufre dos efectos: por un lado el sector primario alcanza un valor relativo mayor, pero el decrecimiento de la economía genera un efecto de contracción. En cuanto a la intensidad, la eficiencia ciertamente se incrementa pero de manera marginal (menos 10% al año 2030).

6.3.3 Sector Agroindustrial

Un sector importante a tomar en cuenta es el agroindustrial, en donde se consideran la actividad de procesamiento industrial del sector Azucarero (Ingenios) y Café (beneficios) de especial importancia en cuencas como Tempisque-Bebedero y Grande de Tárcoles.

Las tasas de variación en este sector dependerán también del tipo de actividad predominante en la cuenca²⁴. Al igual que en el caso del sector agropecuario, se genera un índice de base para el nivel de actividad, solo con el fin de proyectar la variación en el consumo de agua. Nuevamente la intensidad estará dada con base en el volumen actual concesionado. Las variaciones en los niveles de actividad reflejan una tasa intermedia entre el crecimiento industrial (asociado a la industria alimentaria) y el crecimiento del sector agrícola.

Escenario de convergencia sostenible: la actividad es levemente menor mientras que las ganancias en eficiencia siguen el comportamiento de la intensidad en el sector agrícola para este mismo escenario. Escenario inmovilismo: se da una contracción en el nivel de actividad compensada sin embargo por ganancias muy moderadas en la intensidad del recurso.

6.3.4 Sector Industrial

El nivel de actividad del sector se aproxima como el PIB corriente industrial del año 2006 (Cuentas Nacionales, Banco Central). Para desagregar el PIB industrial por cuencas (información que no existe de manera directa) deberemos considerar algún indicador de valor regional. Tomando como base el volumen total concesionado para uso industrial (0.26 km³/año), se obtiene que cada metro cúbico de agua concesionada al año genera US\$22,2 de valor agregado en el sector. A partir de este factor, se calcula el PIB industrial por cuenca.

Las proyecciones (variaciones en el nivel de actividad) se estiman también a partir de los resultados del estudio de CEPAL; esto se logra tomando como base la tendencia de los últimos 15 años en el crecimiento del sector industrial (6,1%) más un ajuste por efecto de la expansión en el sector producto de un shock productivo favorable especialmente en sectores como la industria alimentaria.

El Cuadro 13 presenta la tasa de crecimiento anual asumida para la actividad industrial.

²⁴ A modo de ejemplo, mientras que en el caso del azúcar, se habrá de considerar un crecimiento en el nivel de actividad, asociado a la reciente aprobación del TLC con Estados Unidos, el café reflejará un decrecimiento en su actividad: estimaciones del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) señalan que la producción ha disminuido en los últimos 10 años de 3,4 millones de fanegas anuales a 2,4 millones.

Cuadro 13. Costa Rica: tasas de crecimiento anual consideradas para el sector Industrial

	2006-2009	2010-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030
Tasa de crecimiento	6,1%	7,1%	8,3%	8 %	7%

Fuente: Adaptado de Sánchez M., 2007. (CEPAL)

La intensidad de base se calcula partiendo de los escenarios planteados por Echeverría y Rojas; la intensidad del uso se supone de 33M3 por \$US1000 de valor agregado, estimado a partir del estudio de demanda de agua para Centroamérica (2002).

Finalmente, la variación se supone convergente a un valor de eficiencia expuesto en Kemp-Benedict (2000) y retomado por Echeverría y Rojas (2002). Cuando una cuenca presente una intensidad relativamente baja en el año base, las posibilidades de ganancias en eficiencia son menores.

Las variaciones en los niveles de actividad se basan igualmente en estudios anteriores y considera una mejora de un 50% en el uso del agua al final del periodo proyectado. De acuerdo a consultas con especialistas del sector, una mejora en la eficiencia de esta magnitud es un valor totalmente alcanzable²⁵, sobretodo considerando un plazo mayor a los veinte años.

Escenario de convergencia sostenible: la tasa de crecimiento se considera ligeramente inferior (por efecto de desaceleración de la economía como resultado de políticas de desarrollo sostenible). La intensidad por su parte presenta una evolución favorable en cuanto a mayores ganancias en eficiencia. La combinación de ambos comportamientos genera para algunas cuencas un crecimiento muy bajo en la demanda del recurso para este uso en comparación con el año base.

Escenario inmovilismo: la tasa de crecimiento del PIB industrial se mantiene elevada, como en el escenario base pero las ganancias en eficiencia son bajas (20% acumulado al 2030)

A nivel nacional, pero también desagregado por cuencas, este uso (institucionalmente registrado) es marginal con respecto al uso total del recurso. Para estimar la demanda de agua para el sector comercial, se estimó una tasa de crecimiento del sector siguiendo el crecimiento esperado de la economía. Las intensidades se basan en el uso (concesiones) actuales; dada la naturaleza de la actividad comercial (pocas actividades consumidores intensivos del agua) todas las cuencas presentan la misma variabilidad tanto en el nivel de actividad como en el nivel de intensidad.

De igual manera, muchas cuencas no registran actividad comercial (asociada al consumo de agua, tal y como se clasifica en el departamento de concesiones), por tanto resulta difícil estimar un valor de actividad futura. No debe olvidarse, sin embargo, que el comercio no intensivo en el uso del recurso recibe agua para consumo humano.

6.3.5 Sector Turismo

Se tomó como base para estimar el total de turistas por región el informe de Plan Nacional de Turismo, ICT 2007. A partir de este informe, el nivel de actividad se define como el número de turistas que visitan una región por el total de días promedio de estancia. Las tasas de crecimiento esperado son las expuestas tanto en ese Plan como en el PND (4% anual) aunque se consideran tasas de crecimiento más elevadas en los primeros años, siguiendo la tendencia de los últimos años (el número de turistas creció en 11% el año en curso). La estancia promedio para la región se toma a partir del mismo Plan de Turismo.

Se estimó una intensidad del orden de 350 litros por turistas por día, siguiendo el Manual de Dotaciones del MINAET, a la cual se le adiciona un factor dependiendo de la región a la que se haga referencia y al tipo de turismo que se practica. Así, a regiones con grandes complejos turísticos que incluyen piscinas y riego (para canchas de golf entre otros) se le adiciona un factor del 50% en la intensidad. Cabe destacar que aún con valores de intensidad muy elevados, en algunas cuencas las estimaciones de consumo de agua para uso

²⁵ De acuerdo a conversación con Luisa Díaz, Asesora en Competitividad de la Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR), enero 2008.



6.3.6 Sector Comercial

turístico se encuentran por debajo de los volúmenes concesionados.

Escenario de convergencia sostenible: la tasa de crecimiento se estima igual a la esperada en la mayoría de los casos y la diferencia con el escenario base consiste en ganancias muy importantes en intensidad.

Escenario inmovilismo: En este escenario la intensidad se mantiene constante a lo largo del periodo pero la actividad tiende a desacelerarse como consecuencia de una pérdida de competitividad del sector asociado entre otros factores posibles, a una imagen negativa país.

6.3.7 Sector Generación hidroeléctrica

Para estimar la demanda de agua del sector de generación hidroeléctrica (el mayor usuario del agua), se estimó el crecimiento de la demanda a partir de la intensidad actual eléctrica (kwh por habitante por año), suponiendo que se pasa de 1,963 kwh por habitante en el año 2006 a año 4250 kwh en el 2030 que sigue la tendencia de crecimiento en la demanda establecida por el ICE en su Plan de Expansión. Este aumento, además del lógico (pero lento) crecimiento poblacional determina una demanda creciente de electricidad que ha de ser suplida por diferentes fuentes.

Para el año 2006, un 76% de la generación total se produjo a partir de generación hidroeléctrica. El escenario base considera el llegar al 2030 con un 80% de la generación total producida por esta fuente, siguiendo además el Plan de Expansión Energética del ICE (2003), lo que implica la puesta en marcha de los proyectos hidroeléctricos considerados en este Plan. Como punto de partida de la demanda actual de cada cuenca, se toman los proyectos tanto del ICE como de los demás entes públicos (CNFL, JASEC, ESPH) y los cogeneradores privados. El nivel de intensidad se estimó como un valor promedio de agua requerida (hectómetros cúbicos) por GWh en la actualidad. Este valor se estimó en 3.03.

Escenario de convergencia sostenible: la meta de energías renovables (Iniciativa de Paz con la Naturaleza) se traduce en un aumento en la generación hidroeléctrica hasta llegar a representar un 90% de la generación total. Debe notarse en este caso, que solamente algunas cuencas podrán reflejar este aumento y son aquellas donde se concentra el potencial hidroeléctrico. Aunado a esto, la demanda eléctrica nacional crece y se traduce en un aumento en la intensidad de 6,000 Kwh por habitante por año, valor de convergencia con los países desarrollados (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE).

Escenario inmovilismo: se considera en este caso la no ejecución de proyectos hidroeléctricos planteados lo que obliga al país a generar electricidad de otras fuentes, entre ellas la térmica. Por otro lado, la intensidad (electricidad/habitante) se mantiene constante a lo largo del periodo (1,963 Kwh/habitante). Por tanto, el crecimiento en el total de GWh se desacelera y con ello el uso de agua crece de manera lenta.

6.3.8 Sector Generación térmica

Se asume un cumplimiento del plan de expansión del ICE (puesta en marcha de la Térmica de Abangares); la progresión de esta generación se asume en función de los requerimientos estimados de electricidad del país, expuestos para el caso de la generación hidroeléctrica. Los valores de intensidad están definidos en la EGRH siguiendo a Echeverría y Rojas, siendo el valor de base 44,400m³ por GWh (intensidad no varía para el transcurso de los periodos considerados). Pocas son las cuencas que registran uso de agua asociado a este tipo de generación.

Escenario de convergencia sostenible: bajo este escenario la generación térmica disminuye progresivamente hasta desaparecer en el 2030. Al respecto, cabe destacar que en la iniciativa Paz con la Naturaleza y como parte del programa de neutralidad en la emisión de carbono el país se ha trazado como meta la generación limpia del 100% de su electricidad al año 2021, lo que supone la supresión de la energía térmica.

Escenario inmovilismo: dada la no ejecución de proyectos hidroeléctricos importantes, parte del faltante energético se cubre con energía térmica: el nivel de actividad aumenta.

6.4 Estimación de la demanda de agua a nivel nacional

A partir de las consideraciones que han permitido establecer cada escenario, los niveles de actividad e intensidad de cada sector variarán en menor o mayor medida, y en una dirección u otra. Estas variaciones se establecen a partir de los patrones actuales tanto de actividad como de intensidad. Lo que finalmente cada escenario aporta a la estimación y proyección de la demanda de agua para cada sector de usuarios es justamente una tendencia en el comportamiento de las dos variables que componen esta demanda, según se ha definido con antelación.

Hecho los cálculos correspondientes, se obtienen los requerimientos de agua anuales que como se ha explicado, se asimilan a la demanda de agua esperada. El Cuadro 14 muestra los resultados para los ocho usos principales, excluyendo los resultados para el sector comercial cuyo uso resulta marginal tanto a nivel nacional como a escala regional. El cuadro permite visualizar la evolución temporal de la demanda por sector, pero también permite comparar cómo varía esta evolución según el escenario considerado.

Cuadro 14. Costa Rica: Proyección de la demanda total de agua a nivel nacional (Km³), por uso, bajo tres escenarios y para tres años: 2010, 2020 y 2030

Sector Doméstico				Sector Turismo		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Base	0.47	0.56	0.64	0.02	0.04	0.06
Convergencia	0.46	0.53	0.58	0.02	0.03	0.05
Inmovilismo	0.46	0.52	0.56	0.02	0.05	0.10
Sector Riego				Sector Pecuario		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Base	3.55	4.48	5.35	0.92	1.01	1.07
Convergencia	3.78	5.66	7.81	0.89	0.92	0.90
Inmovilismo	3.59	4.73	6.01	0.95	1.09	1.04
Sector Industrial				Sector Agroindustrial		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Base	0.18	0.29	0.43	0.18	0.23	0.29
Convergencia	0.18	0.24	0.24	0.17	0.18	0.19
Inmovilismo	0.19	0.32	0.44	0.17	0.24	0.32
Sector Generación Hidroeléctrica				Sector Generación Térmica		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Base	25.29	41.19	58.97	0.03	0.11	0.18
Convergencia	29.37	59.97	98.87	0.01	0.00	0.00
Inmovilismo	20.72	22.70	23.83	0.04	0.10	0.12

Fuente: Estimaciones propias

El sector doméstico, bajo el escenario de base crece de manera más significativa que para los dos restantes escenarios. Esto se debe a una mayor cobertura en el servicio, especialmente en las zonas rurales y a una adecuada dotación por hogar. Este mismo patrón se supone en el escenario de convergencia, con la diferencia de un uso más eficiente del recurso sobretodo en su distribución (disminución del factor de pérdidas) y en un uso más racional por parte de los hogares, quizá impulsado por incrementos en la tarifa del agua. Bajo el escenario de inmovilismo, ni la cobertura ni la eficiencia tienen grandes avances, lo que genera una situación de estancamiento en los requerimientos de agua para este sector.

En el caso de los sectores agropecuarios e industriales, las posibilidades de mejora constante en la eficiencia determinan un crecimiento menor de los requerimientos de agua bajo el escenario de convergencia, con excepción del caso del riego. Esto último obedece al incremento el área irrigable por efecto de una expansión de cultivos para la producción de biocombustibles. Bajo cualquier escenario, el riego continuará siendo, en términos de cantidades demandadas, el principal uso consuntivo, de ahí la importancia de trabajar en la modernización de este sector, tanto en sus prácticas de uso de agua como de sus vertimientos difusos.

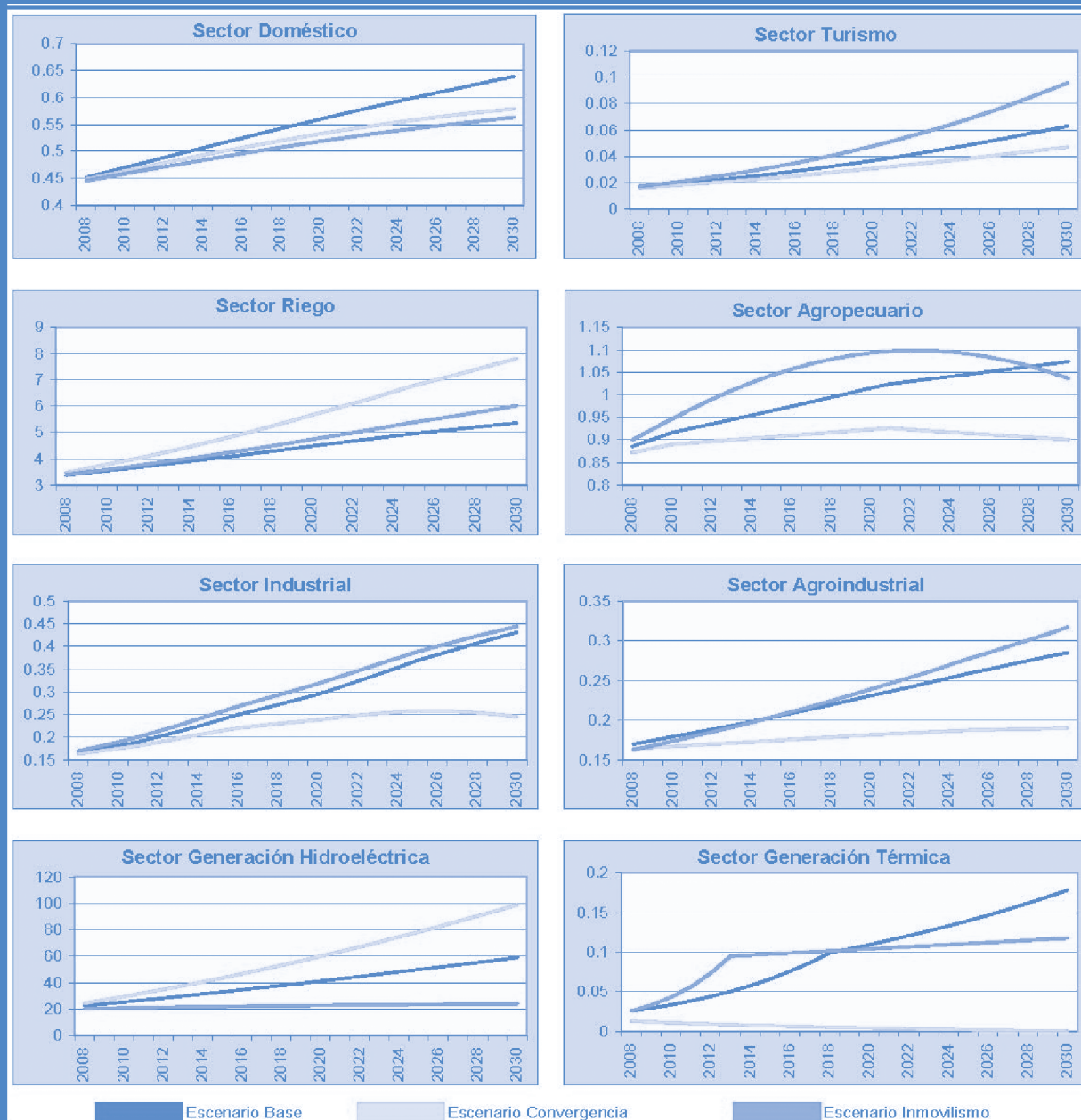
Como se aprecia, el usuario mayor en todos los casos como era esperado, y con un amplio margen de diferencia sobre el resto de los usos continuará siendo la generación hidroeléctrica. Al 2030, para el escenario base, en el cual el país mantiene su status quo en cuanto a consumo eléctrico por persona, el total de agua requerida por este sector será cercano a los 60km³ anuales. Estos requerimientos



crecen de manera significativa bajo el escenario de convergencia sostenible (99 km^3) y por el contrario, se mantiene cercano a los valores actuales bajo el escenario de inmovilismo. A todas luces, y por las implicaciones sociales, económicas y ambientales que ello conlleva, este último escenario es tan indeseable como improbable pero ilustra la dramática diferencia en cuanto al uso de agua necesaria con respecto a los otros dos escenarios.

El uso turístico, resulta poco preponderante en el agregado nacional, aunque en las regiones de mayor potencial turístico su demanda puede ser relativamente importante. La Figura 10 ilustra la evolución de las demandas de agua para cada sector. Se constata que la evolución ni es lineal ni tiene las mismas características de crecimiento por cuanto, como se ha explicado, responden a particularidades de cada uno de los usos considerados, tanto en los cambios en su intensidad como en su nivel de actividad.

Figura 10. Costa Rica: evolución de la demanda de agua por sector (km^3). Período 2008-2030



Fuente: Estimaciones propias

Bajo los tres escenarios considerados, aún al suponer una mejoría en el uso del recurso (mayor eficiencia), la economía crece a tales ritmos que los requerimientos de agua, en su agregado, continuarán creciendo. El Cuadro 15 muestra la proyección nacional de la demanda total del recurso incluyendo la generación hidroeléctrica mientras que en el Cuadro 16 se muestra dicha proyección sin considerar este importante uso. Ambos cuadros muestran también el crecimiento a lo largo del tiempo de las demandas en relación al año base.

Cuadro 15. Costa Rica: proyección de la demanda anual de agua (Km³), bajo tres escenarios. 2010, 2020 y 2030

	2010	2020	2030
Escenario Base			
Demanda de agua	30.6	47.9	67.0
Crecimiento con respecto al año base (2006)	24.9%	95.3%	173.2%
Escenario Convergencia			
Demanda de agua	34.9	67.5	108.7
Crecimiento con respecto al año base (2006)	42.2%	175.3%	342.8%
Escenario Inmovilismo			
Demanda de agua	26.2	29.8	32.4
Crecimiento con respecto al año base (2006)	6.6%	21.3%	32.2%

Fuente: Estimaciones propias

Cuadro 16. Costa Rica: proyección de la demanda anual de agua sin considerar hidroelectricidad (Km³), bajo tres escenarios. 2010, 2020 y 2030

	2010	2020	2030
Escenario Base			
Demanda de agua	5.4	6.7	8.1
Crecimiento con respecto al año base (2006)	10.7%	39.4%	66.6%
Escenario Convergencia			
Demanda de agua	5.5	7.6	9.8
Crecimiento con respecto al año base (2006)	14.1%	56.7%	102.4%
Escenario Inmovilismo			
Demanda de agua	5.4	7.1	8.6
Crecimiento con respecto al año base (2006)	12.4%	46.2%	78.0%

Fuente: Estimaciones propias

De acuerdo a las proyecciones expuestas, se obtiene que bajo el escenario base, al año 2030, la demanda total de agua representará alrededor del 60% de la disponibilidad hídrica anual, pero esto es considerando todos los usos, incluido la generación hidroeléctrica que es un uso mayormente no consuntivo²⁶. Este valor alcanza casi el 100% bajo el escenario de convergencia sostenible, lo que se debe al incremento en el uso de agua siempre para la actividad hidroeléctrica.

La relación entre demanda proyectada y disponibilidad hídrica cae significativamente al considerar solamente los usos consuntivos, cuyos estimados se muestran en el Cuadro 16. Como se aprecia, la demanda de agua al 2030 se ubicaría entre 8.1km³ y 9.8km³ según los escenarios, lo que representa entre un 7% a un 9% de la disponibilidad hídrica

²⁶ Para contar con idea sobre la proporción de uso no consuntivo dentro de la actividad hidroeléctrica, se puede acotar que para sus proyecciones de disponibilidad hídrica que serán presentadas en la sección posterior, el IMTA estimó la tasa de retorno del agua para tal sector en 0.95, siguiendo parámetros internacionalmente reconocidos.



Esto evidencia que los requerimientos de todos los sectores productivos, aún cuando recen de manera significativa en términos absolutos (nótese que el crecimiento al 2030 con respecto a los usos actuales va desde un 66% a un 102%), no crecen de manera tan drástica como para llegar a valores elevados en relación a la disponibilidad hídrica nacional.

No obstante, y puesto que tanto la disponibilidad como los requerimientos de agua no se encuentran distribuidos de manera uniforme en el territorio, es necesario analizar caso por caso cada cuenca con el fin de determinar si el resultado agregado nacional se cumple en todos los casos o si por el contrario, existen cuencas para las cuales el incremento en las actividades económicas y poblacionales sobrepasará la disponibilidad existente.

Por tal motivo, el mismo ejercicio fue realizado para 16 de las 34 cuencas y para los tres escenarios socioeconómicos. La selección de estas cuencas obedeció a un criterio de oportunidad de la información, esencialmente en cuanto a la posibilidad de contar con datos hidrográficos que permitieran el cálculo de balances hídricos²⁷. El Cuadro 17, muestra, a manera de ilustración las proyecciones al año 2020 obtenidas para el escenario base en las 16 cuencas que se han considerado.

Cuadro 17. Demanda esperada de agua (Km³), al 2020, por cuencas hidrográficas seleccionadas y por sector de actividad, Escenario Base

Cuenca	Doméstico	Riego	Agropecuario	Agroindustrial	Industrial	Turismo	Generación Hidroeléctrica	Térmica	Comercial	Total
Abangares	0.011	0.823	0.005	0.057	0.005	0.001	0.114	0.020	0.001	1.034
Barranca	0.004	0.036	0.004	0.001	0.002	0.003	0.290	0.020	0.001	0.360
Frío	0.005	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.014
Grande de Tárcoles	0.281	0.696	0.004	0.044	0.208	0.009	3.618	0.020	0.014	4.893
Grande de Térraba	0.019	0.364	0.001	0.030	0.000	0.001	7.667	0.000	0.000	8.081
Naranjo	0.001	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000	1.945	0.000	0.000	2.045
Pacuare	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.824	0.000	0.000	0.829
Parrita	0.012	0.100	0.002	0.007	0.001	0.001	0.341	0.000	0.000	0.465
Pen.Nicoya	0.009	0.173	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.189
Reventazón	0.060	0.146	0.013	0.000	0.016	0.001	11.092	0.000	0.002	11.329
San Carlos	0.016	0.130	0.023	0.022	0.033	0.007	5.364	0.000	0.001	5.596
Sarapiquí	0.008	0.038	0.613	0.032	0.002	0.001	3.086	0.000	0.000	3.780
Chirripó	0.005	0.009	0.076	0.001	0.003	0.000	0.669	0.000	0.000	0.763
Savegre	0.001	0.000	0.001	0.010	0.000	0.001	1.262	0.000	0.000	1.274
Tempisque-Bebadero	0.018	1.577	0.273	0.030	0.002	0.008	4.448	0.000	0.000	6.356

Fuente: Estimaciones propias

La estimación y proyección de la demanda no permite por sí sola establecer potenciales faltantes en zonas del país; para ello se hace necesario la estimación del potencial hídrico de las cuencas consideradas y para las cuales, como parte de este Plan, se contó con la participación del Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) que elaboró balances hídricos detallados para estas 16 cuencas que contraponen las entradas y salidas de agua, o sea la oferta versus la demanda.

De esta forma, las proyecciones efectuadas del lado de la demanda del recurso hídrico fueron incorporadas en los balances hídricos efectuados, y que incorporan el componente de oferta hídrica, y cuyos principales hallazgos se sintetizan en la siguiente sección.

²⁷ Las cuencas de los ríos Tempisque y Bebedero fueron estimadas como una sola unidad hidrográfica, a partir de un mismo tratamiento por parte del IMTA para la estimación de las entradas de agua con la finalidad de facilitar el análisis de balance hídrico

6.5 Balances hídricos: situación actual

Tal y como ha sido mencionado, se efectuaron los cálculos para obtener el balance hídrico oferta-demanda y la disponibilidad de agua anual y mensual en 16 cuencas que contaban con información suficiente o al menos aceptable para desarrollar dicho balance y que fueron definidas por el Comité Nacional de Hidrología y Meteorología de Costa Rica. La metodología utilizada en los balances hídricos es la propuesta por la UNESCO (2006)²⁸ y para estimar la disponibilidad de agua se utilizó la metodología presentada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT), instancia a la cual está adscrito el IMTA (2002)²⁹.

Las diversas proyecciones que se han realizado bajo distintos escenarios, revelan que la disponibilidad del recurso debería dar abasto para los requerimientos de los diversos usuarios en el mediano y largo plazos. Como se deduce de las proyecciones de demanda a nivel del país, las demandas de agua para usos consuntivos apenas llegan a representar, para cualquier escenario, menos del 10% de la disponibilidad total de los recursos hídricos³⁰.

Sin embargo, debido a que el análisis se realizó a nivel de cuencas, el estimado anterior no refleja problemas asociados a la concentración espacial de la población, a la actividad económica, a la temporalidad en la disponibilidad del agua y la degradación de su calidad. Esta última es consecuencia principalmente de los vertidos que se realizan a los cauces sin tratamiento previo o que se infiltran indiscriminadamente al subsuelo y tiene un impacto directo sobre la disponibilidad efectiva de agua. La diversidad hidrológica y climática así como también los diferentes perfiles socioeconómicos en cada cuenca del territorio, hace necesario un tratamiento individual de estos balances hídricos, lo que permitirá la adopción de las medidas correspondientes tanto en la aplicación de políticas públicas, como en la orientación de las inversiones requeridas para adaptarse a las situaciones futuras del recurso hídrico.

En este análisis específico para cada cuenca, se deben destacar por ejemplo, los conflictos que por el uso de las aguas se manifiestan actualmente en la provincia de Guanacaste y que se venían gestando tímidamente desde hace varios años en esta región. Incluso, en la EGIRH (2005) se señaló que la cuenca del río Tempisque presentaba problemas en términos de competencias por el uso del recurso, lo que podría desatar conflictos entre usuarios si no se tomaban medidas correctivas, en especial, si no se invertía fuertemente en obras impostergables de infraestructura hídrica tales como derivaciones, conducciones hidráulicas, embalses, plantas de tratamiento y mejoras en canales, entre otras. Desgraciadamente, estas inversiones se debieron haber realizado hace varios años atrás y dado que no fue así, los conflictos ya han empezado a surgir, como es el caso de Sardinal, por mencionar un ejemplo. Destaca también la problemática compleja en cuanto a contaminación que enfrenta la cuenca del río Grande de Tárcoles, cuyo impacto se deja sentir desde la cuenca media hasta la zona costera vecina a su desembocadura, donde las comunidades ven impedido su desarrollo por la creciente contaminación que genera el drenaje principal de esta cuenca.

Por otro lado, las crecidas dejan ver sus efectos devastadores en distintas cuencas del país, incluyendo las cuencas urbanas, como resultado de su mayor urbanización y consecuente saturación de los suelos y aumento de escorrentía. El desarrollo urbano confronta las presiones de nuevas demandas de agua, las que deben armonizarse con las prácticas de conservación y protección que derivan de las políticas ambientales adoptadas por el país.

6.5.1 Resultados de los balances hídricos

En la Figura 11 se muestran los valores de la relación Demanda/Oferencia anual (D/O) de aguas superficiales para las 16 cuencas consideradas en el balance expresado en términos porcentuales. La relación D/O es un promedio anual entre la utilización del recurso hídrico obtenida del registro de concesiones y la disponibilidad hídrica. La D/O se ajusta por un estimado del volumen de agua empleado por las instituciones públicas que no necesitan concesión. Cuando se aproxima al 100%, el indicador señala una relación muy cercana entre la demanda actual de agua en esa cuenca y la oferta hídrica.

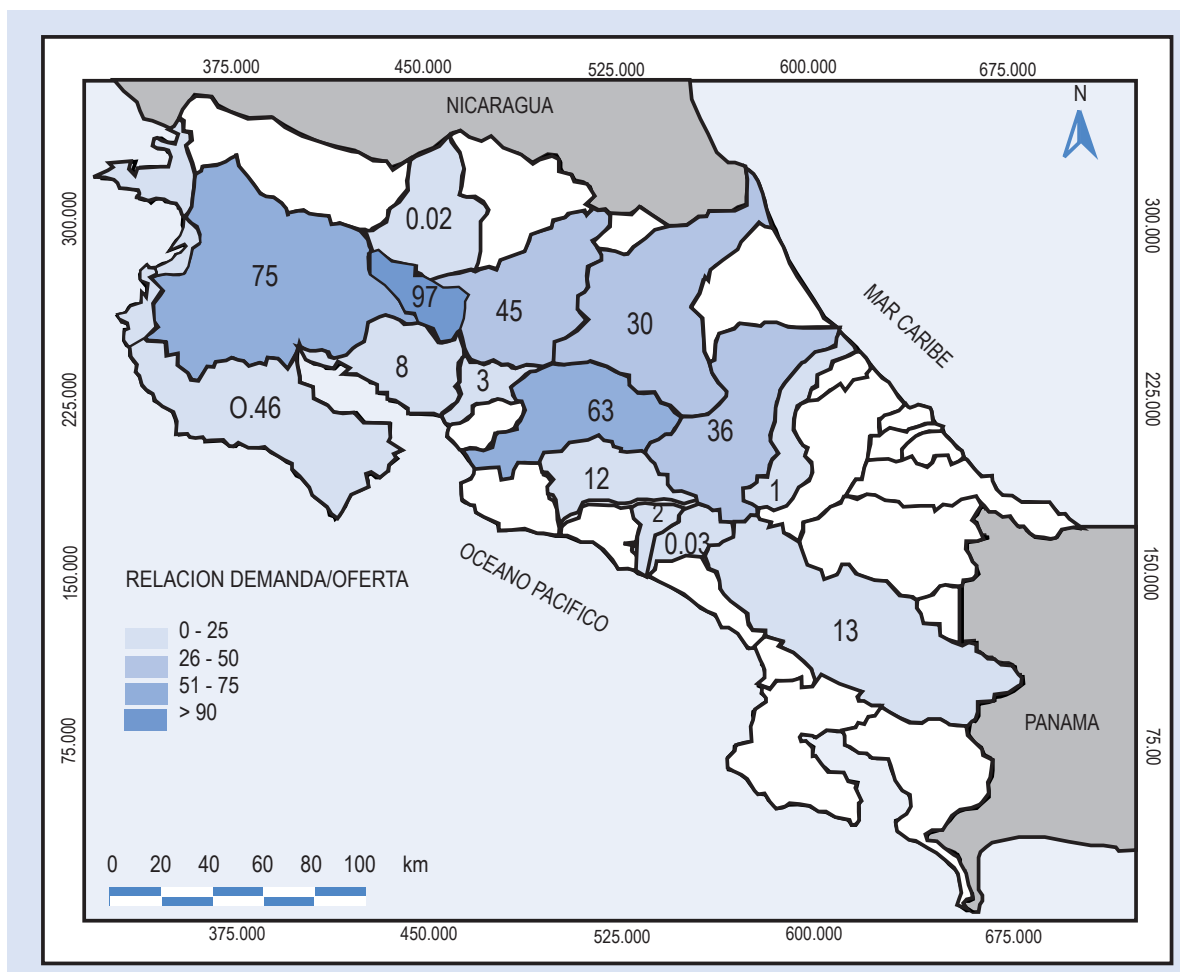
²⁸ UNESCO (Organización de las Naciones Unidas, para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2006. Evaluación de los recursos hídricos. Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas. Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Documento Técnico No.4.

²⁹ SEMARNAT (Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales), 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-011- CNA-2000. Conservación del Recurso Agua. Que Establece las Especificaciones y el Método para Determinar la Disponibilidad Media anual de las Aguas Nacionales. Diario Oficial, México.

³⁰ No obstante, al año 2030, el uso total de agua, incluyendo el recurso hídrico empleado para generación hidroeléctrica alcanzaría 60% de la disponibilidad en el escenario base y hasta un 98% de la disponibilidad en el escenario de convergencia.



Figura 11. Costa Rica: relación demanda/oferta hídrica anual (en porcentaje) para 16 cuencas hidrológicas



Fuente: Elaboración de Balances Hídricos (2008), Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) para MINAET.

Hay tres cuencas en donde la relación Demanda/Oferta, considerando valores anuales, se ubican entre 50% y 100%, lo que indica que se presentan meses en donde la demanda de agua supera a la oferta en forma importante, como es el caso de la cuenca propia del Lago Arenal (San Carlos-Lago) cuya relación es cercana al 100%, dado que el escurrimiento natural no es suficiente para satisfacer la transferencia de agua hacia el complejo hidroeléctrico Arenal-Corobici-Sandillal, el mayor del país, y a su vez al distrito de riego Arenal Tempisque.

La segunda cuenca es la Tempisque-Bebedero, con una relación del 75%, la cual presenta meses críticos en el período seco, debido a que las demandas de agua son superiores a los volúmenes de escurrimiento que genera la cuenca propia, sumado a los que recibe por los canales derivados de la presa Sandillal, que son aguas provenientes precisamente de la cuenca del Lago Arenal. Estas demandas son principalmente para satisfacer las necesidades del riego y agua para la acuicultura.

La tercera cuenca donde la demanda se acerca a la oferta, es la Grande de Tárcoles, que también presenta meses de déficit en el período seco. Esta cuenca presenta una relación anual demanda-oferta del 63%; en ella, se presenta una situación interesante, ya que un gran volumen de agua es utilizado para la generación hidroeléctrica, pero retorna en su mayoría al sistema. Es la cuenca que tiene la mayor demanda de agua para consumo humano, pero solamente el 6% de los volúmenes para dicho uso proviene de fuentes superficiales, dado que la calidad del agua no es la adecuada para satisfacer este uso, lo que conlleva una gran presión sobre los acuíferos que alimentan esta cuenca y obligan a un trasvase de aguas desde otra cuenca, la cual le aporta al sistema un estimado de 2 m³ por segundo de acuerdo al balance hídrico de la cuenca.

Por otro lado, se tienen cuencas como Savegre, Frío, Barranca y Pacuare, donde la demanda anual no representa ni el 5% de la oferta potencial. Son cuencas poco pobladas, con desarrollo económico de bajo a moderado y poca infraestructura hidráulica. Para algunas de ellas, especialmente aquellas que se encuentran geográficamente próximas de cuencas con importantes requerimientos de agua (Barranca y Grande de Tárcos o Pacuare y Reventazón, por ejemplo) es factible pensar en futuros proyectos que permitan aprovechar el exceso de oferta natural para suplir demandas crecientes en otras zonas del país.

Los balances hídricos estimados para las 16 cuencas analizadas, permiten conocer algunos aspectos interesantes respecto al comportamiento hidráulico de las mismas. En ese sentido, es posible concluir que, a escala anual, las 16 cuencas tienen disponibilidad de agua superficial, medido en términos de escurrimiento. Sin embargo, no hay que olvidar que la época de lluvia origina escurrimientos altos que ocultan períodos de escasez o déficit de agua en algunos meses del año, lo cual ocurre en 10 de las 16 cuencas, que presentan un balance hídrico negativo en por lo menos tres meses del año.

Las cuencas que presentan resultados críticos en algunos meses del año, son precisamente aquellas en las que la relación D/O tiende a ser superior al 50% y que se acaban de analizar, a saber la cuenca propia del Lago Arenal, Tempisque-Bebedero y Grande de Tárcos.

En el caso concreto de la cuenca propia del Lago Arenal, el volumen de escurrimiento natural de 0.46 Km³/año no es suficiente para el volumen que se le extrae al embalse de 1.4 Km³/año. Aún si todo el volumen de lluvia que cae en la superficie de la cuenca, 1.3 Km³ / año llegara directamente al lago, se presentan tres meses en donde el volumen es menor a 0.05 Km³ y al embalse se le extraen 0.10 Km³ en promedio de febrero a abril.

En la cuenca Tempisque-Bebedero se presentan las precipitaciones anuales más bajas del país, 1,743 mm, con una época seca muy marcada de diciembre a abril, en la cual se tienen precipitaciones medias mensuales menores a los 50 mm. Por lo tanto, esos meses resultan críticos al demandar los usuarios, volúmenes superiores a los que genera la cuenca propia.

La cuenca Grande de Tárcos concentra el 51% de la población total de todo el país y el 85% de las industrias de todo el país. Como ya se mencionó, actualmente presenta un problema crítico de contaminación muy severa en sus ríos principales y en algunos afluentes del río Virilla. En consecuencia, la disponibilidad de agua superficial estimada en 2.0 Km³/año, resulta inutilizable por calidad, como se demuestra en los volúmenes concesionados. El 94% del volumen concesionado para consumo humano al año 2000 se abastecía de agua subterránea, el 75% provenía de manantiales y el 16% de pozos.

Es importante apuntar que la cuenca San Carlos muestra una tendencia hacia el estado crítico. En esta cuenca la demanda supera en forma importante a la oferta en por lo menos dos meses en la época seca, debido principalmente a las extracciones de agua para la generación de energía que, a pesar de ser un uso catalogado como no consuntivo, sí modifica el régimen de escurrimiento y puede ocasionar problemas a ecosistemas acuáticos si el faltante en algunos períodos o en algunas tramos de los cauces es muy marcado.

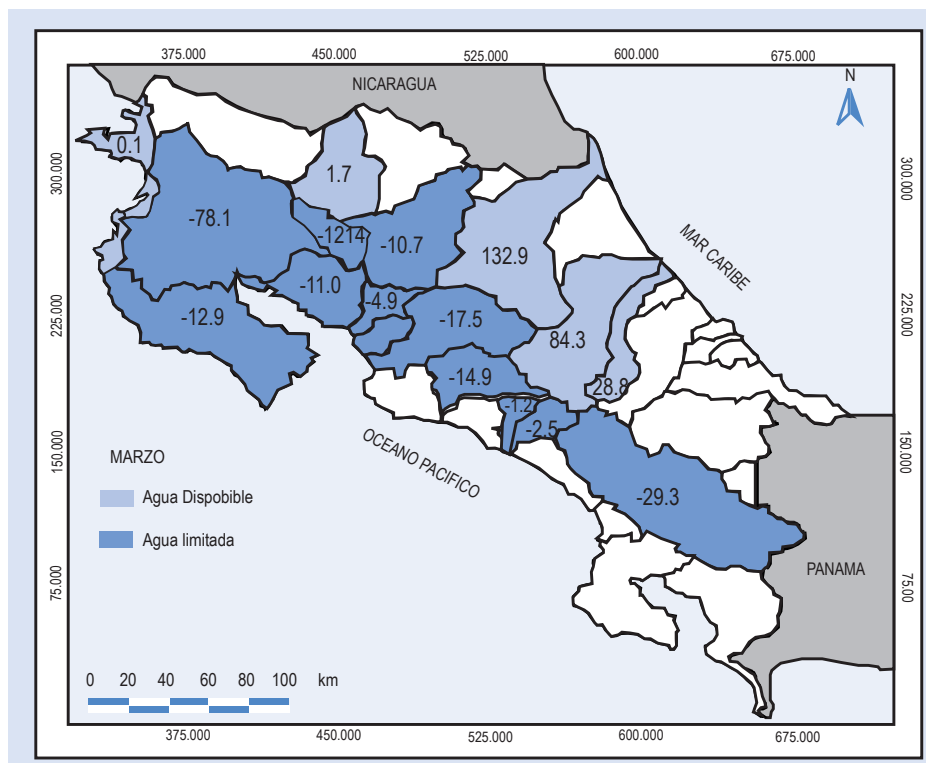
Las cuencas que presentan mayor disponibilidad de agua en lámina son las de los ríos Sarapiquí-Chirripó (2,197 mm), Pacuare (1663 mm) y Reventazón (1615 mm) en la Vertiente del Caribe y las cuencas del Naranjo (2,279 mm) y Savegre (1,852 mm) en la Vertiente del Pacífico. Por otro lado, las cuencas con menor disponibilidad de agua son las cuencas San Carlos Lago (82 mm), Península de Nicoya Norte (185 mm) y Tempisque-Bebedero (377 mm).

Con el fin de ilustrar los resultados obtenidos para el balance hídrico por cuenca, se presentan la Figura 12 y la Figura 13 que muestran los mapas de disponibilidad para los meses de marzo (mes seco) y septiembre (mes lluvioso). En amarillo se identifican las cuencas con una relación negativa de oferta vs demanda del recurso, donde eventualmente se pueden presentar situaciones de estrés hídrico. Por su parte, en celeste se identifican aquellas cuencas con balances hídricos positivos.

Los mapas nos muestran que para el período de estiaje, tomando como referencia el mes de marzo, la mayoría de las cuencas estudiadas presentan escasez hídrica. Sin embargo, y a pesar de ser este uno de los meses donde la época seca de la vertiente del Pacífico está más acentuada, las cuencas de los ríos pertenecientes a la vertiente del Atlántico se muestran con una disponibilidad positiva.



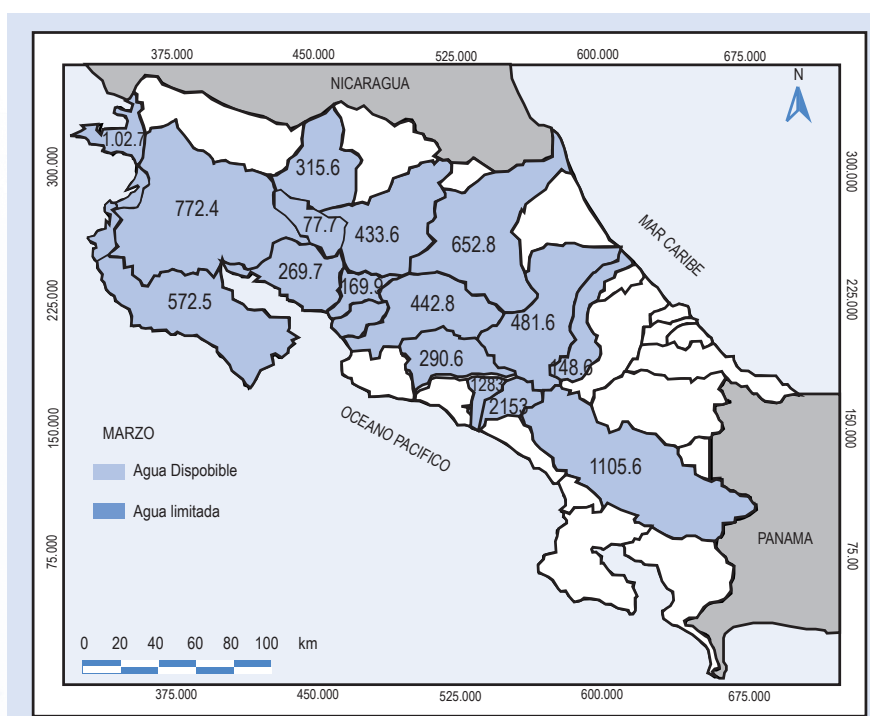
Figura 12. Costa Rica: Mapa de disponibilidad hídrica mensual actual (hm^3), para el período de estiaje (mes de marzo)



Fuente: Elaboración de Balances Hídricos (2008), Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) para MINAET.

Por el contrario, en la Figura 13 puede observarse que en período de lluvia, tomando de referencia el mes de setiembre, todas las cuencas estudiadas presentan disponibilidad positiva, a pesar de que las demandas en varias de ellas pueden ser altas.

Figura 13. Costa Rica: Mapa de disponibilidad hídrica mensual actual (hm^3) para el período de caudales máximos (mes de septiembre)



Fuente: Elaboración de Balances Hídricos (2008), Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) para MINAET.

6.6 Balances hídricos: proyecciones a corto, mediano y largo plazo

Para cada uno de los tres escenarios de desarrollo económico que fueron planteados en la sección 6.1 y con las proyecciones efectuadas de la demanda de agua para cada uno de los usos considerados a corto plazo (año 2010), mediano plazo (año 2020) y largo plazo (año 2030), se repitieron los cálculos del balance oferta-demanda de agua anual y mensual a nivel global de país y para cada una de las 16 cuencas prioritarias consideradas, con los resultados que a continuación se indican.

Por el lado de la disponibilidad de agua, el IMTA y el Instituto Meteorológico Nacional han elaborado proyecciones con base en diferentes niveles de precipitación, estimando de esta forma un posible efecto del cambio climático. Como se verá en la sección 6.7, la afectación del cambio climático sin embargo no es la misma para todas las cuencas e inclusive, se estima que para algunas cuencas, especialmente aquellas ubicadas en la región sur del país, el nivel de precipitación se incrementará en los años venideros. Del lado de la demanda, los escenarios ya se han explicado anteriormente y corresponden a las diferentes sendas de desarrollo esperables según los parámetros establecidos con antelación.

En esta sección se muestran los resultados del balance hídrico a partir del nivel de precipitación de base y el escenario socioeconómico de base. De acuerdo a este balance, tal y como se comentó en la sección 6.4, a una escala nacional, el uso total del recurso hídrico (usos consuntivos y no consuntivos) al 2030 representaría en el escenario base un 60% de la oferta hídrica mientras que los usos consuntivos apenas representarían un 7% de esta oferta.

A una escala más detallada las proyecciones muestran para la mayoría de las cuencas analizadas, una situación de disminución de la disponibilidad hídrica a través del tiempo (lógica en tanto la mayoría de los usos registran volúmenes de demanda de agua crecientes y la oferta tiende a mantenerse constante. No obstante, para un mismo escenario socioeconómico, esta disminución no altera el resultado general (positivo o negativo) de los balances más que en algunas cuencas y para algunos meses en particular.

Esto es realmente importante de resaltar, pues a pesar de tener una excelente disponibilidad hídrica y que puede cubrir todos los requerimientos de la población y de las actividades económicas, para ese momento y a fin de que no haya conflictos por el uso el recurso, el país debe de haber invertido los recursos necesarios, públicos y privados, para poder hacer un uso eficiente del agua, referido especialmente a obras de infraestructura, uso de instrumentos económicos que disminuyan la contaminación de fuentes superficiales y subterráneas así como la protección decidida de áreas de recarga y acuíferos, entre otras.

La magnitud del resultado que se obtiene de confrontar la oferta hídrica con la demanda por el recurso determina ciertamente la suficiencia relativa mensual en la disponibilidad (en el caso de las disponibilidades positivas) o la magnitud de la escasez temporal (en el caso de las disponibilidades negativas). En todo caso, la suficiencia o escasez dependen del valor absoluto del diferencial de oferta y demanda. Con el fin de valorar estas magnitudes, se presentan el Cuadro 18 (para el mes seco) y el Cuadro 19 (para el mes lluvioso) los valores por cuencas correspondientes a esos meses.

Cuadro 18. Costa Rica: evolución de la disponibilidad hídrica (Km³) en el período de caudales mínimos (mes de marzo), para las 16 cuencas seleccionadas. Escenario base, actual (2006), 2010, 2020, 2030

	Abangares	Barranca	Frio	Grande de Tárcoles	Grande de Térraba	Naranjo	Pacuare	Parrita	Península de Nicoya (a)	Península de Nicoya (b)	Reventazón	San Carlos Lago	San Carlos 2	Sarapiquí - Chirripo	Savegre Tempisque	Bebedero
Actual	-0.011	-0.005	0.002	-0.018	-0.029	-0.001	0.029	-0.015	0.000	-0.013	0.084	-0.121	-0.011	0.133	-0.003	-0.078
Base 2010	-0.019	-0.005	0.002	-0.020	-0.034	-0.001	0.029	-0.028	0.000	-0.013	0.073	-0.121	-0.017	0.132	-0.003	-0.089
Base 2020	-0.024	-0.006	0.002	-0.023	-0.038	-0.001	0.029	-0.032	0.001	-0.013	0.068	-0.121	-0.023	0.121	-0.003	-0.200
Base 2030	-0.031	-0.006	0.002	-0.023	-0.043	-0.001	0.029	-0.034	0.001	-0.013	0.065	-0.121	-0.030	0.116	-0.005	-0.288

Fuente: Elaboración de Balances Hídricos (2008), Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) para MINAET.



Cuadro 19. Costa Rica: evolución de la disponibilidad hídrica (Km³) en el período de caudales máximos (mes de septiembre), para las 16 cuencas seleccionadas. Escenario base, actual (2006), 2010, 2020, 2030

	Abangares	Barranca	Frio	Grande de Tárcos	Grande de Térraba	Naranjo	Pacuare	Parrita	Península de Nicoya (a)	Península de Nicoya (b)	Reventazón	San Carlos Lago	San Carlos 2	Sarapiquí-Chirripo	Savegre Tempisque	Bebedero
Actual	0.270	0.170	0.316	0.443	1.106	0.128	0.149	0.291	0.103	0.573	0.482	0.078	0.434	0.653	0.215	0.772
Base 2010	0.263	0.170	0.316	0.446	1.104	0.128	0.149	0.278	0.103	0.573	0.475	0.078	0.429	0.653	0.215	0.759
Base 2020	0.258	0.169	0.316	0.446	1.102	0.128	0.149	0.275	0.103	0.573	0.471	0.078	0.424	0.642	0.215	0.723
Base 2030	0.251	0.169	0.316	0.447	1.100	0.128	0.149	0.274	0.104	0.573	0.468	0.078	0.420	0.638	0.213	0.696

Fuente: Elaboración de Balances Hídricos (2008), Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA) para MINAET

A modo de ejemplo, el estudio del IMTA señala que en el escenario base los meses de junio, julio y agosto registran para los años 2010, 2020 y 2030 de manera general variaciones mínimas en los balances hídricos de todas las cuencas y muestran que evidencia una disponibilidad positiva en todos los casos. Si se consideran los meses secos la situación es la misma (poca variabilidad en la disponibilidad final), con la diferencia de que durante estos meses muchas cuencas muestran ya déficit mensuales.

En algunas cuencas donde hay poca población y escasa actividad económica, la disponibilidad parece invariable tanto en la época seca como lluviosa, justamente porque los crecimientos en el uso del recurso hídrico no son tan importantes, aún en un periodo extenso de veinte años. Este es el caso de cuencas como Pacuare, Río Frio o Barranca. Esto por supuesto depende de que no existan eventos fuera de la lógica de proyección que se ha desarrollado en este Plan.

6.7 Efectos del Cambio Climático (CC) en la disponibilidad de agua

6.7.1 Cambio Climático y recursos hídricos: perspectiva del IPCC³¹ y proyecciones para Centroamérica

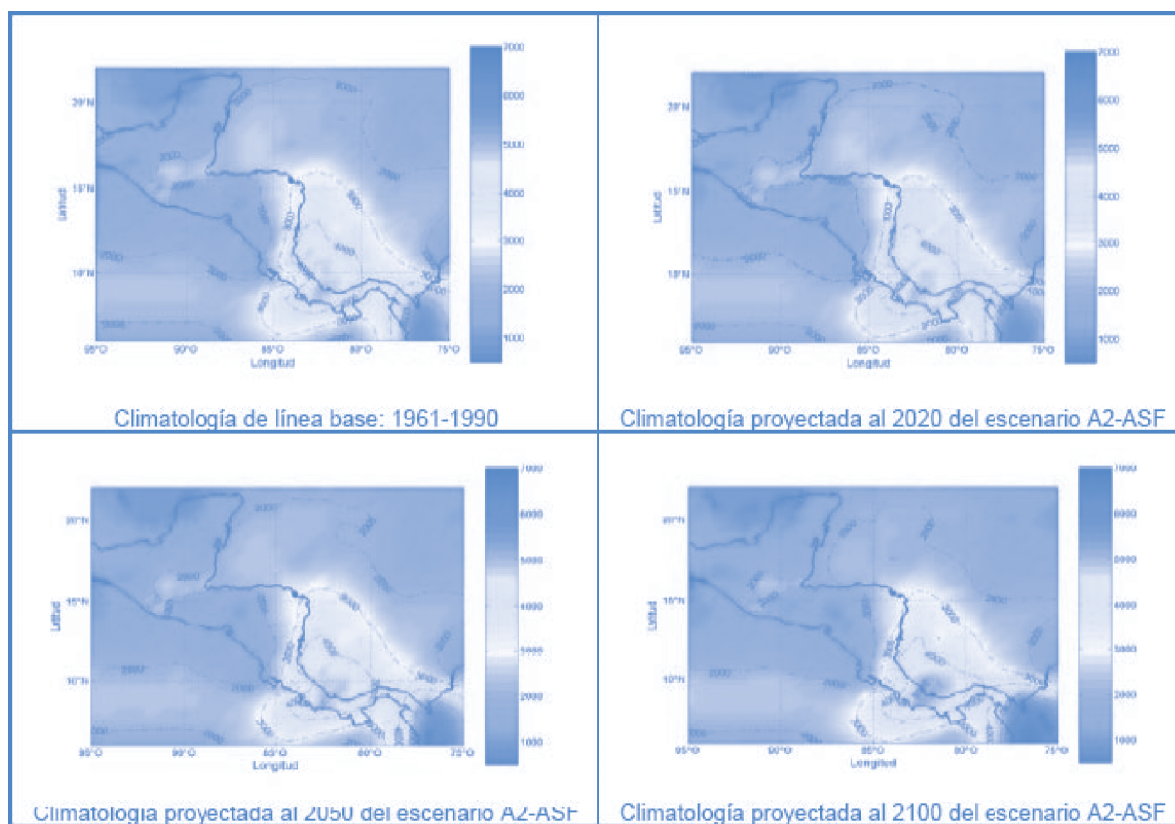
El cuarto informe del IPCC (2007) define el cambio climático como: cualquier cambio climático producido durante el transcurso del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana. Esta definición amplía la presentada en la convención Marco de las Naciones Unidas sobre CC, lo que de entrada permite abordar el fenómeno en toda su extensión. Se reconoce en todo caso y gracias a la evidencia científica que la acción antropogénica es el principal causante de la magnitud del CC.

De los múltiples estudios efectuados en el marco de los informes del IPCC, se desprende que a nivel del cambio en el ciclo hidrológico, algunas regiones muestran un aumento significativo de las precipitaciones en los últimos cien años (América del Norte y América del Sur por ejemplo) mientras otras zonas registran para el mismo periodo una mayor sequedad. El informe señala que las precipitaciones varían espacial y temporalmente por lo que no se han establecido tendencias de peso a largo plazo para otras regiones extensas. Este sería el caso para Centroamérica. El Istmo Centroamericano muestra comportamientos menos homogéneos tanto en espacio como en tiempo. Pese a ello, en los últimos 35 años la tendencia más generalizada en la región ha sido la disminución en las lluvias y con esta, sequías más intensas y largas en áreas más extensas a partir de 1970 (IPCC, 2007).

³¹ Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas.

Con el fin de determinar la acción del cambio climático sobre el régimen futuro de precipitaciones, el informe de IPCC-2007 proyectó, bajo diversos escenarios, la evolución de la climatología para Centroamérica. La Figura 14 ilustra esta evolución al 2100 bajo un escenario tipo "A2" ³².

Figura 14. Centroamérica: Climatología de la línea base (1961-1990) y proyectada al 2020, 2050, 2100 para el escenario A2-ASF



Fuente: IPCC, 2007

Las proyecciones por supuesto no sólo incluyen el impacto en el régimen pluvial pero también las variaciones esperadas en términos de las temperaturas. A partir de estos cambios esperados, se concluye como afectan estos también al sector hídrico.

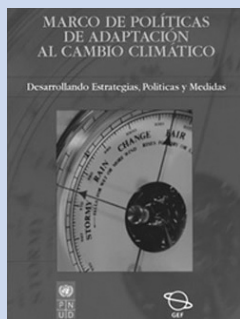
A modo de ejemplo, se señala, *aumentaría el número de personas habitando áreas con estrés hídrico, como el valle de Motagua, el Pacífico de Costa Rica y la península de Azuero en Panamá y también se reduciría la capacidad de generación hidroeléctrica, que es una fuente de energía muy importante para la región. Específicamente América Central podría experimentar una reducción de entre 10 y 20% de la escurrimiento.*

A nivel global, una serie de estudios recientes señalan las previsible consecuencias del Cambio Climático en el sector hídrico. Ejemplos de estos estudios y de sus principales aportaciones se muestran en los recuadros 6, 7 y 8. Estos informes se constituyen en los principales referentes para generar de políticas de adaptación y mitigación.

³² Las proyecciones de cambio climático se elaboraron con base en distintos escenarios que consideran las posibles condiciones del desarrollo global para los próximos 100 años y son, en un sentido más amplio, escenarios del estado y crecimiento de la población y la economía (Tol, 1998). Los escenarios "A" describen un mundo futuro con alto crecimiento económico, mientras que en los "B" ese crecimiento es más moderado



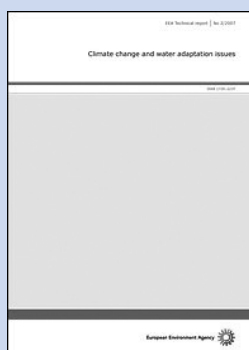
Recuadro 6. Puntos relevantes en informe de Cambio Climático de IPCC (2008)



- Los cambios del clima afectan al ciclo hidrológico: mayor variabilidad espacial y temporal en la precipitación, según muestran los modelos climatológicos para Centroamérica.
- Mayores temperaturas del agua y mayor frecuencia de inundaciones y sequías afectarán la calidad del agua y exacerbarán muchas formas de contaminación del agua (sedimentos, nutrientes, carbono orgánico disuelto)
- Cambios en la cantidad y la calidad del agua debidos al cambio climático afectarán la disponibilidad, estabilidad, acceso y utilización de la comida. Esto aumentará la vulnerabilidad de las familias más pobres, y reducirá la seguridad alimentaria.
- El aumento en la variabilidad e intensidad de la precipitación provocará mayor frecuencia de inundaciones y sequías.
- Con un alto nivel de confianza se estima que al nivel global los impactos negativos del cambio climático sobre los recursos hídricos son mayores que los positivos.
- El cambio climático afectará la operación de la infraestructura existente para el aprovechamiento de los recursos hídricos (represas para la generación hidroeléctrica, sistemas de riego y drenaje).
- Prácticas actuales de manejo no son suficientemente robustas para lidiar con los impactos del cambio climático.
- Claramente, la mitigación puede reducir la magnitud de los impactos asociados sobre los recursos hídricos.
- El manejo de los recursos hídricos impacta en muchas otras áreas de política (energía, salud, seguridad alimentaria, y conservación de la naturaleza).
- El cambio climático plantea un reto al supuesto tradicional de que la hidrología pasada brinda una buena guía para condiciones futuras.
- Opciones de adaptación para garantizar la disponibilidad de agua durante condiciones de sequía requieren estrategias que incluyan tanto la demanda como la oferta

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change. (2008). *Climate Change and Water. IPCC Technical Paper VI*. WMO. UNEP.

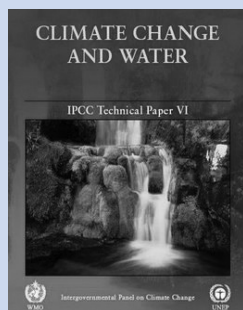
Recuadro 7. Puntos relevantes en informe de Políticas de la Unión Europea (2007)



- La Unión Europea se está preparando para promover medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el sector de recursos hídricos. Reconocen que el reto principal es disminuir la vulnerabilidad de las personas y la sociedad a los cambios esperados en los patrones hidrometeorológicos. Una segunda prioridad es la de restaurar los ecosistemas que proveen servicios ambientales hídricos. Una tercera es disminuir la brecha entre oferta y demanda implementando acciones para reducir la demanda.
- Para atender estas prioridades existen una serie de estrategias, incluyendo la socialización de las pérdidas, la prevención de los efectos, la investigación y la educación.
- Esto es importante debido a que el agua es un sector núcleo que produce una cascada de efectos a través de la economía. Los sectores que más impacto enfrentan son el agrícola (mayor demanda para irrigación), energía (menor potencial de generación hidroeléctrica), impactos en la salud (por menor calidad del agua), la recreación (turismo relacionado con el agua), la pesca y la navegación.
- La adaptación debe estar incorporada con otros temas de las agendas de país, como por ejemplo, políticas nacionales para los sectores energía, agrícola y turismo. Algo muy importante que se reconoce es que la adaptación se facilita si coincide con otros objetivos, es decir, las llamadas soluciones “ganar-ganar”, y estrategias de “no arrepentimiento”.

Fuente: *Climate change and water adaptation issues*. (2007) EEA Technical Report.

Recuadro 8. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático IPCC/GEF



- La vulnerabilidad es mayor en países pobres ya que no solo no tienen los recursos para adaptarse al cambio climático, sino que también son más dependientes del sector primario (agricultura, agua, zonas costeras).
- PNUD GEF plantean un Marco de Políticas de Adaptación para apoyar los procesos de adaptación para proteger y, en la medida que sea posible, mejorar el bienestar humano ante el cambio climático, incluyendo la variabilidad. Este marco se espera permita además iniciar las discusiones acerca de, entre otras cosas:

- *-Mejorar los niveles de adaptación y disminuir riesgo a las poblaciones.
Reevaluar planes actuales para aumentar la solidez de los diseños de infraestructura e inversiones a largo plazo.
-Aumentar la sensibilidad y preparación de la sociedad ante el tema de cambio climático.
-Aumento del entendimiento de los factores asociados a la adaptabilidad*

El MPA está desarrollado alrededor de 4 principios:

1. Se incluye la adaptación a la variabilidad climática y a los eventos extremos a corto plazo como base para reducir la vulnerabilidad al cambio climático a largo plazo.
2. Las políticas y las medidas de adaptación se evalúan en un contexto de desarrollo.
3. La adaptación ocurre a distintos niveles en la sociedad, los cuales incluyen el nivel local.
4. Tanto la estrategia como el proceso mediante el cual se implementa la adaptación son igualmente importantes.

El MPA consta de 5 componentes:

1. Asegurar que cualquier proyecto de adaptación esté integrado al proceso nacional de planificación y políticas de desarrollo.
2. Evaluación de la vulnerabilidad actual (cual es la vulnerabilidad ante riesgos climáticos)
3. Evaluación de los riesgos climáticos futuros.
4. Formulación de una estrategia de adaptación.
5. La continuidad en el proceso de adaptación.

Fuente: IPCC/GEF. 2007. Marco de Políticas de Adaptación (MPA) al Cambio Climático.

Estos informes permiten trazar las principales directrices internacionales y nacionales para adaptarse o mitigar los inminentes cambios por efecto del clima. Sin embargo, los procesos de adaptación, así como los de mitigación, deben ser contextualizados a las realidades regionales en el tanto las afectaciones varían de acuerdo a la vulnerabilidad socioeconómico y ambiental de los países.

En ese sentido, las siguientes secciones, buscan detallar la relación entre cambio climático y la disponibilidad hídrica en Costa Rica, a nivel de regiones.

6.7.2 Cambio Climático y los recursos hídricos en Costa Rica

En cualquier acción de planificación del recurso hídrico, debe incluirse lo referente al impacto del cambio climático, pues esta es una variable que afecta de forma importante la demanda por el recurso y especialmente la oferta hídrica.



Desde la perspectiva de la demanda del recurso hídrico, varias son las aristas que deben considerarse. En primer lugar, en las zonas que se vean afectadas mediante una disminución en el volumen de lluvias, algunos sectores podrían requerir una mayor extracción de agua, como en el caso del riego. Otra posibilidad es que algunos acuíferos se vean afectados por la intrusión salina ante la elevación del nivel de mar. Otras consideraciones del cambio climático sobre la demanda de agua han sido analizadas en la sección 6.1.³³

A continuación se busca detallar las principales consecuencias en el mediano y largo plazo del cambio climático sobre la oferta hídrica.

En primera instancia, tal y como se analiza en esta sección, resulta claro que las variaciones meteorológicas producidas por el cambio climático en el transcurso de los próximos años afectarán la disponibilidad del recurso, especialmente en aquellas zonas donde se prevé un drástico cambio en el nivel de precipitación y temperatura.

En los primeros estudios realizados por Costa Rica para la Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Cambio Climático (2000), por medio de escenarios de modelos climáticos describieron los posibles cambios futuros que se presentarían en los parámetros climatológicos más importantes, la temperatura del aire y la precipitación.

Los resultados generados se incorporaron a modelos sectoriales (agrícolas, recursos hídricos, sistemas forestales), con la finalidad de valorar los posibles impactos del cambio climático y así determinar la vulnerabilidad de cada sector. Se utilizaron tres escenarios de incremento de la concentración de gases de efecto invernadero, estos escenarios se conocen como IS-92a, IS-92c, e IS-92d en la nomenclatura del IPCC, los cuales, en forma general, se consideran como optimista, pesimista y moderado, respectivamente. Según los estudios realizados para el sector hídrico, las sequías pueden prolongarse en algunas regiones y las lluvias intensificarse en otras. El grado de vulnerabilidad de los recursos hídricos ante un cambio climático se refleja en las cuencas hidrográficas, razón por la cual, el estudio de vulnerabilidad de los recursos hídricos se enfocó en analizar la respuesta de cuencas hidrográficas críticas para el desarrollo económico y social de Costa Rica.

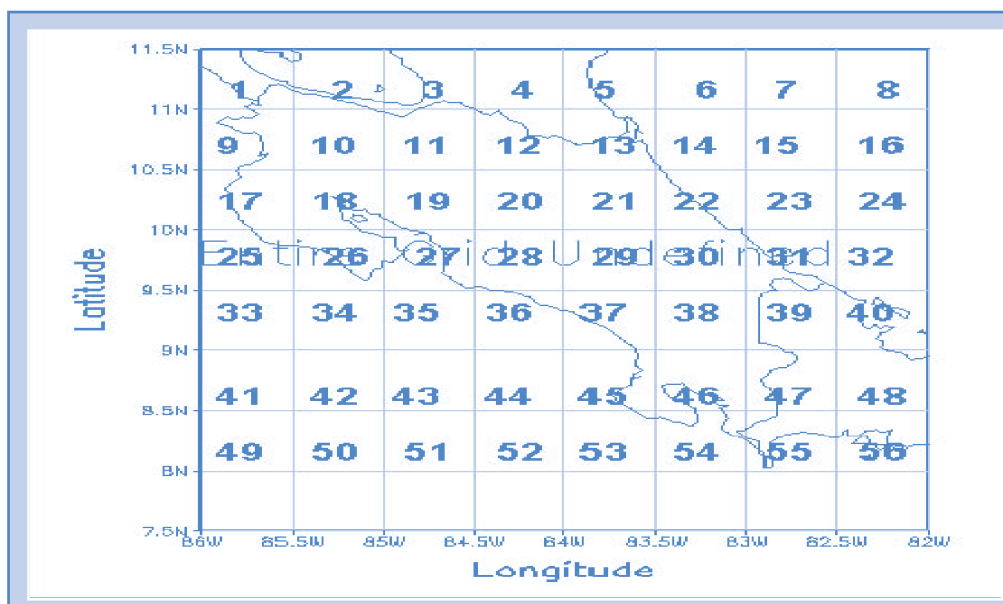
En las regiones que se espera un aumento en el nivel de las temperaturas así como una disminución en las precipitaciones, la oferta hídrica tenderá a disminuir, acentuando periodos de sequía y disminuyendo la disponibilidad en la mayor parte del año. Por consiguiente, estas regiones serán más vulnerables al incremento en la demanda del recurso, a la acentuación de conflictos por el uso del agua y en general, a los problemas que derivan de una escasez relativa creciente.

Por el contrario, en aquellas regiones en donde los aumentos de precipitación lleguen a ser significativos, la amenaza que se cierne es la de los desastres de origen hidrometeorológico, como por ejemplo aquellas ligadas a crecidas de tipo repentino e inundaciones generalizadas, a lo cual se suman comúnmente eventos de deslizamientos. Pero también, un aumento en la oferta hídrica puede ofrecer importantes oportunidades al desarrollo, como puede ser la disminución de la factura petrolera en virtud de aumentos de generación hidroeléctrica que se pueden dar, si el país quiere utilizar más los recursos renovables autóctonos, en este caso el agua, versus las importaciones de petróleo.

Para analizar lo anterior, se presentan aquí los estudios que el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica ha venido elaborando en torno al tema del cambio climático, como parte del Proyecto para la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático cuyos resultados aún están pendientes de publicar, pero que se presentan dentro de este Plan por la relevancia que tiene el tema de cambio climático sobre la adecuada gestión del agua. Un elemento novedoso en este estudio es la aplicación de técnicas de disminución de escala (downscaling) mediante el uso del modelo climático denominado PRECIS, con el que se genera la serie climática para el periodo 2011 al 2100. Para los fines del PNGIRH solo se están utilizando los datos del periodo 2011-2029. En estudios anteriores los resultados habían provenido de la aplicación de modelos de circulación general en escala regional en donde los píxeles cubrían áreas en el orden de 500x500 km, lo cual resultaba muy grueso para definir las particularidades del clima de zonas que estaban por debajo de esa resolución. En los nuevos estudios los píxeles están en el orden de 50x50 km, lo que permite dividir el país y mares adyacentes en 56 píxeles como lo muestra la Figura 15

33 En cuanto al impacto del cambio climático en la demanda del recurso hídrico, el Recuadro 4 de la sección 6.1 analizó cualitativamente cuáles serían estos efectos previsibles. A modo de repaso, el recuadro explica porqué los efectos del cambio climático en la demanda hídrica pueden ser contradictorios (algunos efectos impulsan un mayor consumo de agua mientras más bien otros reducen la utilización del recurso) haciendo que el efecto neto sea ambiguo y como el principal efecto sobre la demanda se da de manera indirecta, especialmente en el corto y mediano plazo, por las acciones políticas asociadas al combate del cambio climático.

Figura 15. Costa Rica: píxeles utilizados por el IMN en los estudios de cambio climático utilizando técnicas de disminución de escala



Fuente: IMN, 2008

El escenario de emisiones utilizado en estos estudios es el A2 del “Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones” proporcionado por el Panel Intergubernamental de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En términos generales los escenarios incluyen aspectos sobre comportamientos futuros de población (fertilidad-mortalidad), crecimiento económico (producto interno bruto), energía (fósil-no fósil) y uso de la tierra (tierras forestales, arables y cubiertas con vegetación). El escenario A2 utilizado por el IMN considera un crecimiento económico regional centroamericano menos rápido que el mundial, alto crecimiento demográfico, ingresos per cápita bajos, altas emisiones de gases de efecto invernadero, productividad agrícola para alimentar poblaciones crecientes y adaptación tecnológica dependiente de los recursos y la cultura.

6.7.3 Efectos del Cambio Climático sobre la lluvia

El Cuadro 20 muestra los resultados que el IMN obtuvo en la vertiente del Pacífico para las proyecciones futuras de la lluvia expresadas en milímetros. En este cuadro el número del píxel se corresponde con el de la Figura 15³⁴. La columna “clima” contiene los valores climáticos de lluvia de la línea base 1961-1990. Valores negativos corresponden con lugares donde la lluvia disminuye con respecto al valor de su línea base y viceversa. Para facilidad de interpretación se colorean con azul las disminuciones de la lluvia y con verde los aumentos.

³⁴ Se hace la aclaración que el modelaje parece subestimar algunos valores de la línea base, por ejemplo aquellos en el píxel 2. Este píxel tiene gran parte de su área dentro del Lago de Nicaragua, zona en donde hay muy poca información y podría ser una razón para dicha subestimación; los valores entonces deben ser tomados con precaución en esa área.



Cuadro 20. Costa Rica, Vertiente del Pacífico:
aumentos y disminuciones estimadas de lluvia (mm)
como consecuencia del Cambio Climático

Píxel	2011	2014	2017	2020	2023	2026	2029	Línea Base:Promedio 1961-1990
1	-198	-199	-95,4	-106	-188	-54,6	-66,3	761,99
2	-398	-570	-41,9	-370	-386	-408	-476	368,89
3	-66,9	-76,8	-91,8	-41,7	-83,1	-121	-137	2226,7
9	-126	-112	-84	-84,6	-141	-51,6	-73,5	3751,6
10	-105	-161	-158	-128	-133	-120	-166	1099,2
17	-110	-135	-124	-76,5	-122	-87,3	-120	1128,1
18	-102	-232	-246	-191	-135	-207	-258	2797,7
19	-61,8	-101	-109	-49,8	-59,7	-101	-110	1579,1
26	-16,2	-33,9	-57,9	48,6	-29,4	-27,6	-47,1	1252,7
27	-26,1	-39,9	-36,3	26,7	-4,5	-26,1	10,5	1705,3
36	122	109	49,5	273	172	125	131	2377,9
37	129	126	23,1	243	166	75,9	127	1663,9
45	91,8	12	72,9	171	90	165	132	2215,2
46	99	113	79,5	167	143	120	133	1358,3
54	92,4	47,4	121	188	101	248	204	2443,7
55	98,4	119	65,7	274	201	110	185	1971,8

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Meteorológico Nacional y comunicación personal con los Licenciados Luis Fernando Alvarado y José Retana.

En términos generales la distribución de la lluvia en la vertiente del Pacífico entre los años 2011 y 2029, se puede agrupar según tres zonas. En el Pacífico Sur es en donde habrá aumentos en la precipitación con relación al valor climático de la línea base (píxeles 36 a 55). Estos aumentos varían de acuerdo a la zona, pero en general las cuencas que recibirán los aumentos son: Savegre, Barú, Térraba, Península de Osa, Esquinas y Changuinola.

El Pacífico Central es la zona donde los valores de disminución se apartan menos de aquellos de la línea base (píxeles 19 a 27)., por lo que aunque se estima que puede haber una disminución en la precipitación, esta sería moderada. El Pacífico Norte define una tercera zona en donde las lluvias, por efecto del cambio climático, van a estar muy por debajo del valor climático (píxeles 1 a 18). La zona más afectada son los píxeles 1 y 2, que corresponden al cantón de La Cruz, en especial en su parte fronteriza.

En la región del Caribe, la lluvia tiende a aumentar en general desde el área montañosa hacia la costa como se desprende del Cuadro 21.

Cuadro 21. Costa Rica, zona del Caribe:
aumentos y disminuciones
estimadas de lluvia (mm) como consecuencia del Cambio Climático

Píxel	2011	2014	2017	2020	2023	2026	2029	Línea Base:Promedio 1961-1990
12	35,7	1,5	-13,5	91,5	-16,5	-49,2	-73,5	1926
13	181	144	184	373	82,5	194	38,1	2008
20	-70,8	-96,6	-52,5	-16,2	-52,5	-109	-81	3055
21	39,6	-19,8	114	60,6	16,8	104	-9,3	3353
22	269	172	472	436	239	697	303	3458
29	-37,8	-67,8	-70,5	-12,9	-17,7	-111	-75,6	3123
30	-62,4	-117	58,8	-22,8	37,5	-4,2	-58,2	4480
31	60,3	-27,9	143	159	77,4	347	81,9	2256
38	-4,5	10,2	-46,2	108	73,5	-60,9	20,7	2854
39	11,7	-33,3	14,1	42,6	25,2	-42,3	-15,9	6339
40	38,4	-125	23,4	90,9	-65,7	110	-69,6	1729

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Meteorológico Nacional y comunicación personal con los Licenciados Luis Fernando Alvarado y José Retana.

Se puede observar como un desplazamiento en el sentido de los píxeles 21 y 22 en un mismo año va generando un aumento de lluvia. De igual forma se comportan los píxeles 29, 30 y 31 y 38, 39 y 40. Al analizar los datos de lluvia en su comportamiento al transcurrir los años, desde el 2011 al 2029, se nota que predominan las disminuciones de la lluvia sobre los aumentos, lo cual significa que la región Caribe como un todo, tendería a tener una disminución en sus precipitaciones con el paso de las décadas.

Es importante apuntar que el IMN encontró que estadísticamente tienen mayor grado de confiabilidad los valores de lluvia generados para la vertiente del Pacífico que aquellos para la vertiente del Caribe, sobre todo los del Caribe Sur, debido posiblemente a una menor disponibilidad de información sobre lluvia.

6.7.4 Efectos del Cambio Climático sobre las temperaturas

En cuanto a la temperatura, el Cuadro 22 presenta los resultados para los píxeles que cubren mayoritariamente la vertiente del Pacífico, en forma similar a los de lluvia. Esta vertiente será la más afectada en términos de aumentos en la temperatura promedio actual. Los cambios de la temperatura expresados en grados Celsius son destacados con tonos entre amarillo pálido y rojo, dependiendo de la intensidad de los cambios. Por ejemplo, en el píxel 18 (que corresponde a Abangares), para el año 2029, la temperatura media anual se incrementará en 1.66 °C, alcanzando así una temperatura cercana a los 29 °C.

Cuadro 22. Costa Rica, Vertiente del Pacífico: Incrementos en la temperatura (grados Celsius) como consecuencia del Cambio Climático

Píxel	2011	2014	2017	2020	2023	2026	2029	Línea Base:Promedio 1961-1990
1	1,27	0,48	0,51	0,53	0,55	0,59	0,62	26,1
2	1,05	1,10	1,17	1,17	1,13	1,37	1,58	26,2
3	0,79	1,12	1,05	0,97	1,05	1,09	1,47	25,8
9	0,47	0,52	0,55	0,58	0,60	0,64	0,67	26,6
10	0,90	1,51	1,96	1,74	1,86	1,59	2,18	24,7
11	1,25	1,07	1,15	1,09	0,91	1,23	1,72	26,1
17	0,49	0,53	0,56	0,59	0,61	0,65	0,68	27
18	1,20	1,01	1,34	1,07	1,71	1,55	1,66	27,3
19	0,82	1,11	1,50	1,12	1,58	1,54	1,83	25
26	0,85	0,54	0,58	0,61	0,63	0,67	0,70	27
27	0,89	0,68	0,74	0,72	0,82	0,86	0,89	26,7
36	0,91	0,58	0,63	0,66	0,68	0,74	0,77	21,1
37	0,82	0,59	0,62	0,66	0,69	0,74	0,77	23,2
45	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,74	0,77	25,5
46	0,78	0,69	0,82	0,78	0,89	0,96	0,96	25,8
54	0,62	0,61	0,65	0,69	0,71	0,76	0,80	25,5
55	0,68	0,64	0,69	0,74	0,77	0,84	0,89	26,8
entre 0.5 y 1 °C			entre 1 y 1.5 °C			Mayor a 1.5 °C		

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Meteorológico Nacional y comunicación personal con los Licenciados Luis Fernando Alvarado y José Retana.

Los valores muestran que la temperatura irá aumentando conforme avancen los años y sobresale el hecho de que los aumentos son mayores en las zonas donde las lluvias disminuyen más, por ejemplo en Guanacaste, en especial la cuenca del río Tempisque, y en la zona fronteriza del cantón de La Cruz, debido a la menor cobertura nubosa y al propio calentamiento global. A partir del año 2023, toda esta región tendrá temperaturas superiores a 1.50 grados Celsius, llegando en el píxel 10, que corresponde a la parte media de la cuenca del río Tempisque, a tener un incremento de hasta 2.18 grados Celsius por sobre la línea base. Con respecto al Pacífico Central y Sur, se estima en toda el área un incremento menor a un grado Celsius entre los años 2011 y 2029.



6.7.5 Posibles consecuencias sobre el Recurso Hídrico de las variaciones futuras de lluvia y temperatura

Desde el punto de vista del manejo integrado de los recursos hídricos, la expectativa de cambio en los patrones de lluvia y temperatura debido a los efectos del cambio climático, imponen una serie de condicionamientos a futuro hacia los cuales el país debe direccionarse a fin de que el impacto sobre la disponibilidad del recurso hídrico sea menor, así como sobre los efectos adversos que se tengan en otras áreas, por ejemplo en lo referente a inundaciones, impacto sobre zonas costeras, o sobre obras de infraestructura (puentes, embalses, plantas de generación, canales, etc.), conceptualizados sin considerar el cambio en el clima.

Es claro entender, después del análisis anterior, que la condición a futuro debido a las mayores disminuciones de lluvia y aumentos de temperatura en Guanacaste comparados con los cambios en el resto del país, obliga a que las políticas para el manejo del agua tengan que tomarse a la máxima brevedad y ser muy claras en esta provincia, lo que incluye, entre otros aspectos, ordenar los requerimientos de todos los tipos de demandas del recurso y definir las prioridades en su distribución.

De forma prioritaria deberán readecuarse las dotaciones para las actividades de riego agrícola y acuicultura que se realizan en Guanacaste, y que utilizan grandes cantidades de agua, buscando un uso más eficiente por unidad de superficie y por unidad de volumen, e incluso cambios tecnológicos en términos de variedades, prácticas de cultivo, reuso de aguas, entre otras.

La población en expansión, la industria de producción que se va desarrollando en la zona, son otros agentes de presión sobre el agua, y el crecimiento del desarrollo del turismo y de las actividades inmobiliarias para segmentos de población de altos ingresos juegan un papel como agentes de presión sobre el agua. Estas actividades son actualmente grandes demandantes del recurso y si a esto se le agrega los cambios en las condiciones de temperatura y precipitación debido al Cambio Climático, que llevará consigo la necesidad de mayores cantidades de agua para riego de jardines, canchas de golf y usos personales, la demanda de agua se incrementará significativamente. Por ello, se requiere desde ya un ordenamiento y la aplicación de reglamentación que regule de forma precisa los usos de este bien, que se vuelve, conforme pasa el tiempo, cada vez más escaso.

Por otro lado, las políticas para evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas de la zona, deben ponerse en ejecución lo antes posible para que no disminuya la oferta hídrica utilizable y agrave los problemas de disponibilidad.

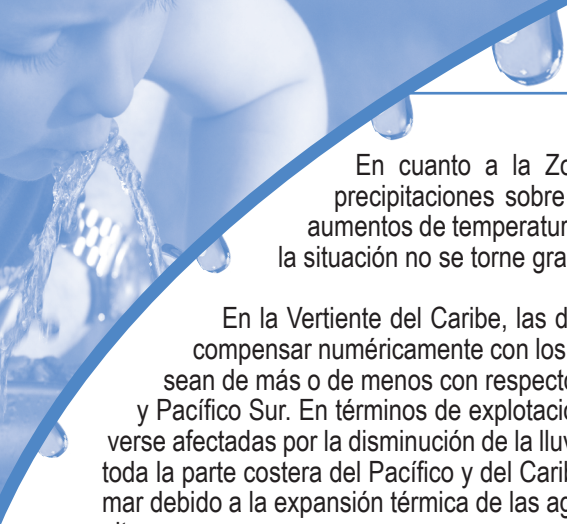
Es importante resaltar que de acuerdo con el análisis expuesto en la sección 5.2, Bebedero, Tempisque y Península de Nicoya son tres de las cinco cuencas del país con mayores problemas por carencia de infraestructura de prevención y regulación de caudales, lo que ocasiona problemas de aprovechamiento y riesgo de inundaciones; son a su vez las de menor disponibilidad hídrica y consecuentemente las que presentan actualmente o potencialmente mayores conflictos por el uso del agua.

A la luz de los análisis previos sobre los impactos del cambio climático sobre el área de estas cuencas, la definición de acciones estratégicas revisten prioridad máxima. Es importante anotar que la cuenca del río Abangares, aunque no muestra el mismo nivel crítico que las anteriores, se encuentra también en nivel de fragilidad, lo que hace ver que la mayoría de las cuencas del Pacífico Norte son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático.

En el Valle Central y Pacífico Central encontramos otro grupo de cuencas que van desde un nivel crítico, como es el caso de la cuenca del río Grande de Térrabes por acción del alto grado de contaminación, a niveles de prioridad media, como son el caso de las cuencas de los ríos Tusubres, Parrita y Jesús María. Aún cuando las variaciones en la lluvia y en la temperatura debido al cambio climático son menores en esa zona comparadas con las de Guanacaste, es una región que requiere mucha atención, debido al crecimiento poblacional, actividad productiva y la explosión de infraestructura turística a lo largo de la costa del Pacífico Central.

En las cuencas del Pacífico Sur la perspectiva que se aplique variaría la definición de estrategias. Cuencas como las de los ríos Grande de Térraba, Pacuare, Naranjo y Savegre, dispondrán de más lluvia por el efecto del cambio climático, lo que beneficiaría por ejemplo los proyectos de generación hidroeléctrica, ya que es una zona que cuenta con sitios de alto potencial para esta actividad. Pero por otra parte, el aumento de la escorrentía aumentará las crecidas repentinas y las inundaciones generalizadas, sobre todo en un escenario de eventos hidrometeorológicos extremos aún más severos (por ejemplo huracanes) como se prevén en los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)³⁵. Ello significa que por ejemplo los embalses de represas hidroeléctricas, podrán cumplir funciones de regulación y por tanto, apoyar medidas para la prevención de desastres hidrometeorológicos, que como se ha mencionado, serán de mayor impacto en estas áreas. En ese sentido, proyectos hidroeléctricos como Diquís, pueden considerarse de una gran necesidad, tanto para satisfacer la demanda eléctrica del país, como para apoyar las acciones de regulación de caudales y prevención de inundaciones.

³⁵ IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I for the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)- Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA



En cuanto a la Zona Norte del país, ésta merece atención dado las disminuciones estimadas de las precipitaciones sobre las cuencas de los ríos Zapote, Frío y Poco Sol, por efecto del cambio climático. Los aumentos de temperatura son también importantes en esas cuencas por lo que deberán tomarse medidas para que la situación no se torne grave en pocas décadas.

En la Vertiente del Caribe, las disminuciones de las lluvias en las laderas orientales del sistema montañoso se tienden a compensar numéricamente con los aumentos en las partes bajas de dicha vertiente. Los valores en los cambios en las lluvias, sean de más o de menos con respecto a la línea base, son en general menores que aquellos encontrados para el Pacífico Norte y Pacífico Sur. En términos de explotación hidroeléctrica, cuencas como la del Reventazón, Sarapiquí, Pacuare y Sixaola, podrían verse afectadas por la disminución de la lluvia en las partes altas y medias de las mismas. Un aspecto importante a tomar en cuenta en toda la parte costera del Pacífico y del Caribe costarricense, incluyendo islas que tengan ríos importantes, es el aumento del nivel del mar debido a la expansión térmica de las aguas de los océanos con los aumentos de sus temperaturas y los deshielos en las latitudes altas.

Un estudio elaborado por George Maul³⁶ indica con base en datos históricos medidos en Costa Rica que el nivel del mar en el Pacífico ha venido subiendo a razón de 2 a 3 milímetros por año. Este aumento tiende a tornarse crítico en las zonas de desembocadura de las cuencas en donde las lluvias aumentan con los años, como serían las del Pacífico Sur, por lo que la planificación de la infraestructura en esas áreas deberá tomar ese aspecto en cuenta.

Con base en estos resultados podría esperarse en primera instancia un costo económico adicional para la sociedad, inducido por la utilización de opciones tecnológicas más caras y mayores costos de operación. Los mantos acuíferos tendrían serias implicaciones para el abastecimiento en cantidad y calidad del agua potable, debido tanto a salinización e infiltración de aguas contaminadas, como a sobreexplotación del recurso en los flujos base.

Hay un alto grado de confianza en que ni la adaptación ni la mitigación por sí solas pueden evitar todos los impactos del cambio climático. La adaptación es necesaria, tanto a corto como a largo plazo, para hacer frente a los impactos que ocasionaría el calentamiento, incluso para los escenarios de estabilización más modestos examinados. Hay obstáculos, límites y costos cuyo conocimiento es incompleto. La adaptación y la mitigación pueden complementarse entre sí y, conjuntamente, pueden reducir considerablemente los riesgos del Cambio Climático.

6.7.6 El “año más seco” y el Cambio Climático

Diferentes estudios llevados a cabo con datos históricos de lluvia (IMN³⁷, IMTA³⁸) muestran que el “año más seco” que se ha registrado a nivel de país en el periodo que cubre del año 1960 a la fecha, fue el año 1986-1987, periodo que coincide con un evento de El Niño. Más aún, con excepción del año 2001, en que se produjo una sequía no imputable a un evento de El Niño, todos los demás años que muestran sequías importantes, estuvieron afectados por dicho evento.

Las cuencas que presentan las disminuciones más importantes de la lluvia media anual en el “año más seco”, son: Península de Nicoya, Tempisque-Bebedero y Abangares, alcanzando valores de disminuciones de las lluvias que oscilan entre 37% y 57%. Cuencas como Barranca y Naranjo en el Pacífico Central exhiben disminuciones alrededor del 20%, mientras que en el Pacífico Sur se muestran disminuciones entre 10 y 20% en las cuencas de Savegre y Grande de Térraba.

Este análisis del año más seco resulta de mayor relevancia ante las perspectivas del comportamiento de las precipitaciones en los años futuros. Queda claro que los años con eventos de El Niño, fenómeno que afecta al país aproximadamente cada tres a cuatro años, éstos descargan su máxima severidad de sequía en territorios cubiertos por las cuencas de Península de Nicoya, Tempisque-Bebedero y Abangares. Estas mismas cuencas son las que van a experimentar las mayores disminuciones de lluvia y los mayores aumentos de temperatura debido al cambio climático. Pero además, el análisis mostrado por el IMTA, deja ver que estas tres cuencas son también las que registran hoy día mayor vulnerabilidad por carencia de infraestructura de prevención y regulación, menor disponibilidad hídrica, conflictos por el uso del agua, presencia considerable de contaminación, problemas de aprovechamiento y riesgo de inundaciones. Esto refuerza lo que ya se ha mencionado en el sentido que esta zona del país es donde debe actuarse con mayor prontitud, en aras de lograr un apropiado manejo integrado del agua. En el caso del Pacífico Sur, en donde el “año más seco” registra los menores impactos en términos de disminuciones de las lluvias y las proyecciones del cambio climático registran aumento de éstas a futuro, dicha zona ofrece una importante oportunidad para los desarrollos hidroeléctricos y captaciones para agua potable entre otros.

³⁶ Maul, G., editor, 1993. Climatic Change in the Intra-Americas Sea: Implications of Future Climate on the Ecosystems and Socio-Economic Structure in the Marine and Coastal Regions; John Wiley & Sons, Publisher

³⁷ Villalobos R. y Retana J. A. 2005. Caracterización pluviométrica de la fase cálida de ENOS en Costa Rica con base en probabilidades de ocurrencia en tres escenarios: Seco, normal y lluvioso. Publicación de estudios. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica (http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Nino_prob_lluvia_escenarios.pdf)

³⁸ Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas y Propuesta de Modernización de las Redes de Medición en Costa Rica, IMTA, 2008

REQUERIMIENTOS DE INVERSION



7 REQUERIMIENTOS DE INVERSION

Mensajes Claves

- Usualmente las inversiones en recursos hídricos (represas, acueductos, canales y derivaciones para riego) han sido planteadas y evaluadas con un enfoque sectorial. En este Plan se compiló una cartera que incluye las iniciativas de los principales usuarios del agua en Costa Rica, por sector y cuenca hidrográfica.
- La mayor cantidad de iniciativas van dirigidas a abastecer el consumo humano, pero la mayor inversión se da para obras en proyectos para generación hidroeléctrica.
- Desde el punto de vista geográfico la cuenca en la que la inversión es mayor es la del Grande de Térraba, resultado de una serie de proyectos hidroeléctricos de gran magnitud.
- La comparación de iniciativas con los requerimientos en consumo humano, riego e hidroelectricidad permite redirigir esfuerzos institucionales para atender cuencas y sectores que podrían no ser cubiertos en el corto, mediano y largo plazo.

7.1 Cartera de iniciativas³⁹

El presente Plan, en su intencionalidad de procurar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos del país, compiló una lista con las iniciativas en esta materia, que las principales instituciones del sector público han previsto en su horizonte de planificación. Esta lista considera la mayoría de los proyectos relacionados con los servicios de agua para consumo humano, generación de hidroelectricidad y agua para riego agrícola. Este se convierte en un primer intento en el país de poder recoger en un solo documento los proyectos planeados por las instituciones encargadas de la gestión sectorial, a saber: ICE, AYA, ESPH, JASEC, SENARA y CNFL.

Estos proyectos son agrupados por sector (consumo humano, saneamiento, generación de hidroelectricidad, y riego agrícola) y por cuenca, y para cada uno se incluye el consumo esperado de agua, así como su costo, fuente de financiamiento y población beneficiada.

Se busca con este compendio, tener claro las inversiones que se realizan, que significan estas en términos de demanda de agua, de incremento de oferta, ya sea por mejoras en regulación o conducción, o por mejoras en la calidad del recurso.

Para poder contar con esta cartera, en primera instancia se solicitó a las instituciones mencionadas un listado de los proyectos que tienen en los diferentes estados de planificación, desde concepto o idea, hasta factibilidad o construcción. En todos los casos se solicitó incluir la cantidad de agua requerida, en volumen anual, así como el cauce o la fuente de agua a utilizar. Claramente, hay otros usuarios de los recursos hídricos que no están contemplados en esta aproximación y no son considerados en este caso, debido a ser este un primer esfuerzo, pero deberán ser incluidos en etapas posteriores de mejoramiento de este instrumento.

La convocatoria lanzada por el MINAET para contar con la colaboración de las instituciones públicas involucradas en la gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos de Costa Rica tuvo una respuesta relativamente favorable, cuyos beneficios, además de la información de utilidad para la integración del PNGIRH, se reflejará en el perfeccionamiento de un mecanismo permanente de colaboración y coordinación. Esta misma convocatoria debería ser extendida a otras instituciones públicas, así como organizaciones privadas y en general a todas las organizaciones involucradas en el manejo del agua, a efecto de enriquecer el contenido y alcances de la Cartera de Iniciativas del PNGIRH.

Es necesario apuntar la necesidad de establecer mecanismos institucionales que permitan la generación de iniciativas que den respuesta a los requerimientos de inversión señalados para el mediano y largo plazos, sobre todo si se tiene en cuenta que los proyectos de mediana o gran envergadura requieren de la realización previa de estudios y diseños, así como de la gestión para acceder a las distintas fuentes de financiamiento.

³⁹ La información que aparece en esta sección se elaboró a partir de los datos y proyecciones emitidas por las instituciones involucradas.



En términos temporales, las iniciativas se pueden agrupar en corto, mediano y largo plazo:

- 1 En cuanto al corto plazo, se consideran proyectos y acciones que se encuentran en proceso de construcción avanzado y muy cerca de entrar en vigencia. Para fines del PNGIRH el corto plazo se ha establecido como el período 2006-2010, coincidente con la Administración actual. Consecuentemente, la Cartera de Iniciativas registrará los proyectos y acciones ya previstas en el PND 2006-2010, las registradas en el Programa de Inversión Pública y las que incorporen las instituciones públicas y privadas como parte de la convocatoria lanzada por el Departamento de Aguas del MINAET. De acuerdo al recuento efectuado, un 55% de las iniciativas se ubican en este plazo. De esta manera, cómo en muchos otros sectores del quehacer de nuestra sociedad, los proyectos se concentran entonces en un corto periodo de planificación.
- 2 En el mediano plazo, se incluyen los proyectos y acciones que podrían ser implantados entre el 2011 y el 2015. Es posible que en este caso, los proyectos y acciones tengan un menor grado de definición, pero la evaluación primera de su prioridad ayudaría a impulsar los trabajos necesarios para concretarla en términos más precisos. Cerca de un 35% de las iniciativas se sitúan en este plazo.
- 3 Entre tanto, en el largo plazo se ubican los proyectos y acciones cuya ejecución se contemplaría entre el 2016 y el 2021. Su grado de definición será menor, pero su importancia radica en la posible continuidad que otorgarían a la visión de país y a la instrumentación de políticas públicas de largo alcance. Solamente un 10% de las iniciativas proyectadas se ubican en este periodo, lo que de entrada denota un vacío de previsión en cuanto a proyectos más lejanos en el tiempo, que finalmente afectarán a las generaciones futuras y a la sostenibilidad de las inversiones actuales.

Con todos los proyectos provistos por las instituciones, se construyó la “Cartera de iniciativas agregada” para todos los sectores y todas las cuencas. En total se listaron 202 iniciativas para una inversión total de US \$5,956 millones (Cuadro 23). Nótese como el sector hidroelectricidad domina la cartera, representando más de un 90% de la inversión total. Consumo humano y saneamiento, conjuntamente representan alrededor de US\$400 millones.

Desde el punto de vista del consumo de agua, el patrón es el mismo que en inversión: más del 90% de los requerimientos de agua a futuro, serán para satisfacer la generación de hidroelectricidad. Hay que reconocer, sin embargo, que este uso es no consuntivo en gran medida, es decir hace un uso temporal del agua para luego retornarla al sistema, por lo que el recurso puede volver a ser utilizado. Con respecto a las iniciativas de agua para riego estas representan un total de 1.6 kilómetros cúbicos mientras que las iniciativas para consumo humano y saneamiento (que incluyen los usos domésticos y turísticos) representan un total de 0.24 kilómetros cúbicos.

Cuadro 23. Costa Rica: resumen de iniciativas de inversión por parte del Sector Público (recopiladas al 2008). Período 2008-2030

Sector	Institución	Inversión total (millones de dólares)	Participación Porcentual	Total de Iniciativas	Requerimientos de agua (Km3)
Consumo Humano	AYA	189.0		124	0.22
	ESPH	0.5		1	0.002
	JASEC	20.9		4	0.02
		210.4	3.53%	129	0.24
Drenaje Hidroelectricidad	SENARA	5.0	0.08	15	0.24
	CNFL	496.5		6	3.06
	ESPH	150.5		6	2.76
	ICE	4711.9		19	26.66
	JASEC	37.7		4	0.33
		5396.6	90.50%	35	32.81
Riego Saneamiento Inundaciones	SENARA	81.9	1.37%	14	1.66
	AYA	201.2	3.37%	4	0.003
	SENARA	61.78	1.04%	5	NA
Total		5956.83	100%	202	34.72

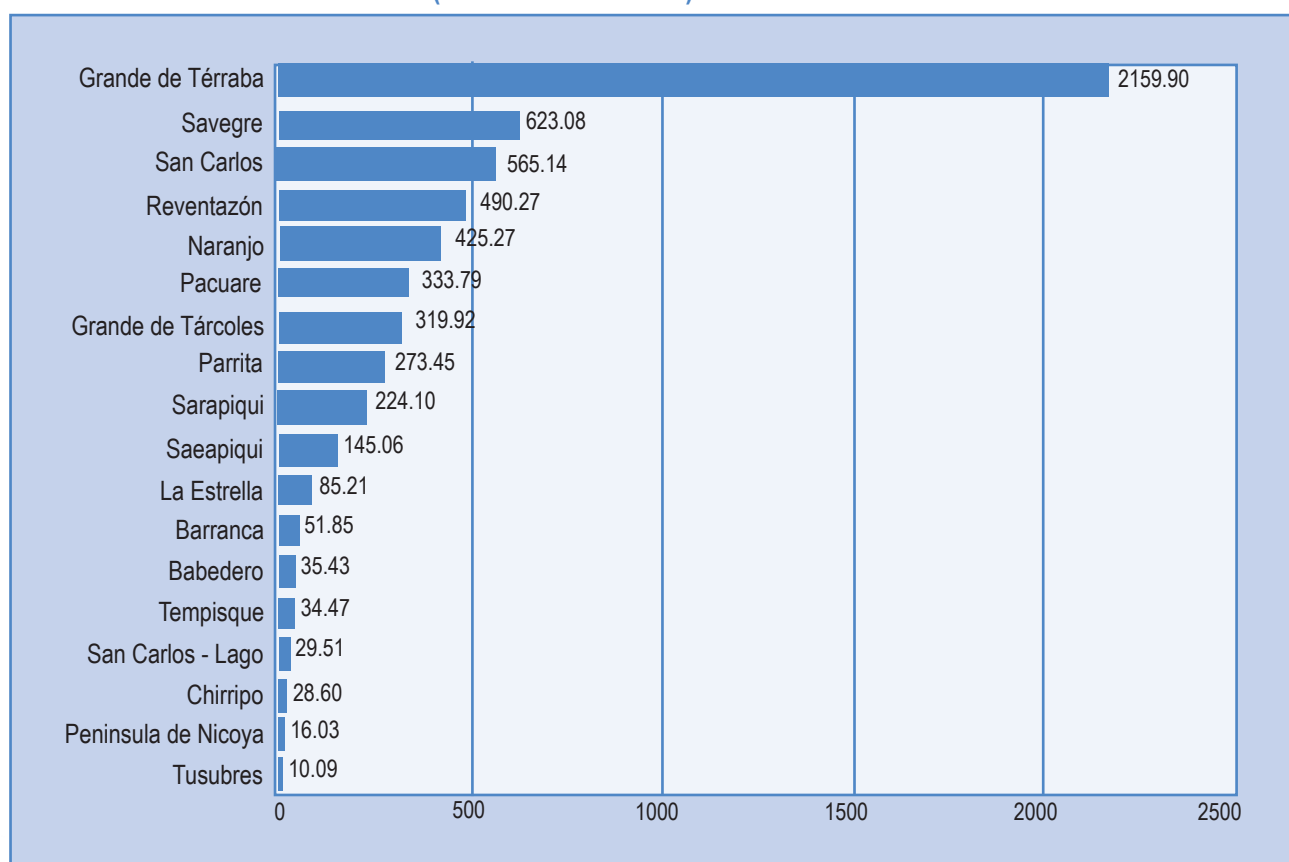
Fuente: Elaboración propia con base en Iniciativas institucionales

Desde el punto de vista de las cuencas hidrográficas, este ejercicio permite conocer en cuales cuencas hay una mayor cantidad de iniciativas de inversión, así como el agua requerida y la inversión planeada.

Esto ayuda a planificar y ordenar las inversiones de la cuenca, y permite establecer prioridades para las cuencas que queden mayormente descubiertas. Por ejemplo, desde el punto de vista del consumo humano se observa que la cuenca del Río Tárcoles es prioritaria, pues en ella se concentra cerca del 40% del agua requerida por las iniciativas planteadas para el sector. En energía, son claramente las cuencas del Reventazón y la del Grande de Térraba las prioritarias en términos de agua. Esto revela también la gran importancia de invertir en la conservación y protección de dichas cuencas.

Desde el punto de vista de la inversión hay algunas cuencas prioritarias que refuerzan el argumento anterior en cuanto a su protección. La Figura 16 muestra que el grueso de la inversión en recursos hídricos se concentra en pocas cuencas. La cuenca del Río Grande de Térraba resalta debido a que representa el 37% de toda la inversión programada por las instituciones mencionadas. Otras como Savegre, San Carlos, Reventazón, Naranjo y Pacuare tienen niveles de inversión altos. En este sentido es necesario considerar que el sector hidroeléctrico es el que tiene más peso, y por eso las cuencas con este potencial, como Térraba y Savegre aparecen en primer lugar.

Figura 16. Costa Rica: Inversión proyectada por cuenca (millones de dólares). Período 2008-2030



Nota: incluye solo cuencas con una inversión agregada de más de US\$10 millones. Fuente: Elaboración propia con base en Iniciativas institucionales

Otras cuencas, como Península de Nicoya que cuentan con una importante inversión en agua potable, se registran con una baja inversión en el contexto total, debido a que la magnitud de estos proyectos no se compara con la de los proyectos hidroeléctricos, que rondan los cientos de millones de dólares. Complementando este análisis, el cuadro 24 permite visualizar los requerimientos de agua (en km³) por sector y en cada cuenca.



Cuadro 24. Costa Rica: requerimientos de agua para las iniciativas de inversión, por cuenca y sector (kilómetros cúbicos por año). Período 2008-2030

Cuenca	Doméstico	Hidroelectricidad	Riego	Saneamiento	Total general
Abangares	0.0012	0.15	0.0072	---	0.1584
Banano	0.0001	---	---	---	0.0001
Barranca	0.0169	0.2687	0.0058	---	0.2914
Barú	0.0007	---	---	---	0.0007
Bebedero	0.0318	---	0.3843	---	0.4161
Chirripó	0.0002	0.15	---	---	0.1502
Esquinas	0.0011	---	---	---	0.0011
Frío	0.0019	---	---	---	0.0019
Grande de Tárcoles	0.0903	1.5837	---	0.0015	1.6755
Grande de Térraba	0.0292	8.8738	---	---	8.903
Jesús María	0.0016	---	---	---	0.0016
La Estrella	0.0001	0.7727	---	---	0.7728
Madre de Dios	---	---	---	---	0
Matina	---	---	---	---	0
Moín	---	---	---	---	0
Naranjo	---	2.7188	---	---	2.7188
Pacuare	0.0001	1.3347	---	---	1.3348
Parrita	0.0013	0.3104	---	---	0.3116
Península de Nicoya	0.0093	---	0.0035	---	0.0129
Península de Osa	0.0037	---	---	---	0.0037
Pocosol	0.0002	---	---	---	0.0002
Reventazón	0.0198	8.9801	0.0107	---	9.0106
San Carlos	0.0003	2.7974	0.0102	---	2.8079
San Carlos – Lago	---	---	0.6701	---	0.6701
Sarapiquí	0.0022	2.8068	---	---	2.809
Savegre	0.0002	2.0694	---	---	2.0695
Sixaola	0.0009	---	---	0.0009	0.0018
Tempisque	0.0104	---	0.5536	---	0.564
Tortuguero	0.0024	---	---	---	0.0024
Tusubres	0.0107	---	---	---	0.0107
Zapote	0.0005	---	---	---	0.0005
Total general	0.2371	32.817	1.6454	0.0024	34.701

Fuente: Elaboración propia con base en iniciativas institucionales

7.1.1 Agua potable y saneamiento

Como es de esperar una buena parte de las iniciativas en este sector corresponden a las originadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado para la construcción de nuevos sistemas de abastecimiento de agua potable para el consumo humano, iniciativas cuyo financiamiento es mixto entre fondos públicos y empréstitos internacionales. En total, la construcción de nuevos sistemas de abastecimiento representa un 85% del total de iniciativas de esta institución. El restante 15% son iniciativas orientadas a la ampliación y/o mejoramiento de los sistemas urbanos de agua potable ya existentes.

El Cuadro 25 resume las principales características de las iniciativas en materia de agua potable y saneamiento en cuanto a monto total de inversión, fuente de la misma y número de personas beneficiadas. En términos de montos de inversión destaca el Área Metropolitana de San José, con más del 68% de las inversiones totales. También destaca el hecho de que sin considerar las inversiones en alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de la Gran Área Metropolitana, más del 97% de las inversiones se destinan a los sistemas de agua potable y solamente el resto (3%) a la ampliación de coberturas en materia de alcantarillado.

Cuadro 25. Costa Rica: Iniciativas de Inversión para dotación de agua para consumo humano y saneamiento: Período 2008 – 2025

Sector	Institución	Financiamiento	Inversión (millones de dólares)	Cantidad de Iniciativas	Número de personas beneficiadas
Consumo Humano	AYA	AYA	15.9	3	66,156
		BCIE	83.6	21	3,813,472
		FODESAF	21.9	62	107,955
		KFW	9.7	36	38,308
		Por definir	50.0	1	112,260
		Privados	8.0	1	8,500
Total AyA			189.0	124	4,146,651
	ESPH	ESPH	0.5	1	7,600
	JASEC	BCIE	20.9	4	347,607
Total Consumo Humano			210.4	129	4,501,858
Saneamiento	AYA	AYA	4.0	1	20,000
		BCIE	4.8	1	7,527
			218	2*	2,461,539
Total AyA		JBIC	226.8	4	2,489,066
Total Saneamiento			226.8	4	2,489,066

*Nota: El proyecto de alcantarillado de la GAM fue considerado como dos iniciativas, en función de las 2 fases en las que se compone el proyecto (2015 y 2025). Fuente: Elaboración propia con base en *Iniciativas institucionales*

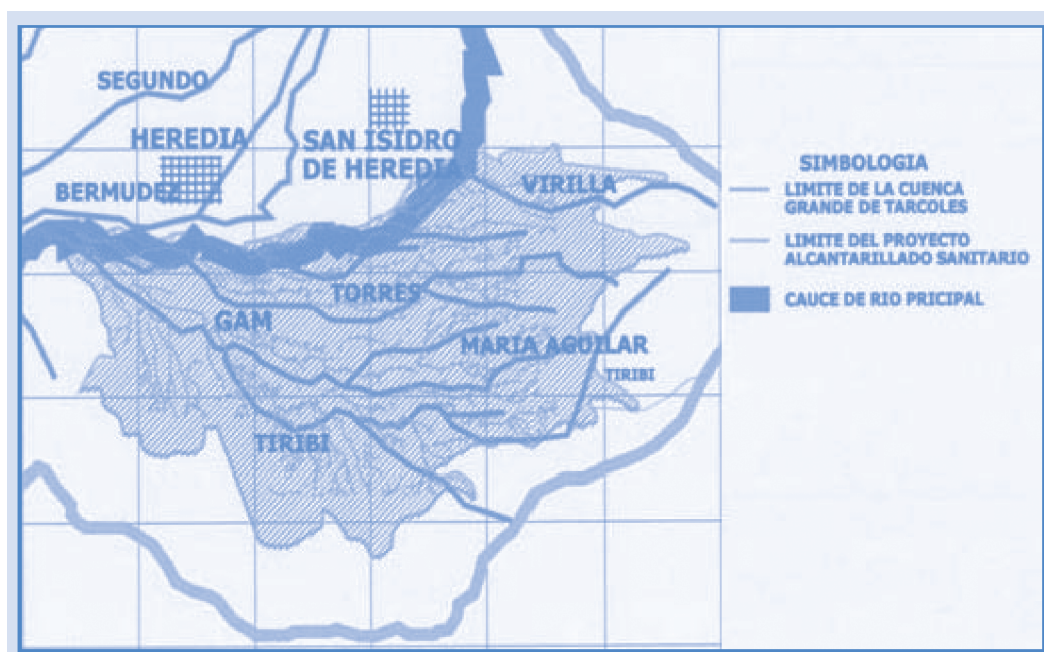
Como se aprecia, las iniciativas de inversión para proyectos para consumo humano representan una inversión total de US\$210.4 millones de dólares. Cabe destacar que la cartera de iniciativas remitida por el AyA contempla los proyectos que han de ser desarrollados también por las ASADAS. En futuros planes de gestión hídrica, habrá que aclarar entre mejoras de acueductos y nuevos proyectos sobre todo para estimar las nuevas entradas de agua al sistema.

Por su parte, las iniciativas de saneamiento, aún en una cantidad pequeña de proyectos (4) concentran una inversión total de US\$218 millones de dólares, especialmente por efecto del proyecto de alcantarillado de la Gran Área Metropolitana, financiado con fondos japoneses a través de un contrato de préstamo suscrito entre el Gobierno de Costa Rica y el Banco Japonés de Cooperación Internacional (JBIC por sus siglas en inglés), suscrito en marzo de 2006 y denominado “Proyecto de Mejoramiento del Ambiente del Área Metropolitana de San José”.

Este proyecto por si solo representa el 52% del monto total de inversión estimado por el AyA y se llevará a cabo en dos fases (2015 y 2025) y se estima que beneficiará a cerca de 2,500,000 personas. Tal y como se comentó en la sección 5.1.3, muchos de los problemas asociados al recurso hídrico en la actualidad están relacionados con la mala gestión de las aguas residuales, sean estas domésticas o industriales. Sobre las aguas residuales residenciales concretamente, solamente un 3.5% de la población tiene acceso a alcantarillado con tratamiento, mientras que un 24% aproximadamente tienen alcantarillado, pero sin ningún tipo de tratamiento. De esta manera, el proyecto de alcantarillado sanitario de la GAM busca elevar los niveles de cobertura de saneamiento en la zona que concentra más del 50% de la población nacional. La Figura 17 muestra el contexto geográfico de esta importante iniciativa.



Figura 17. Proyecto de Alcantarillado de la GAM: contexto geográfico



Fuente: AyA

7.1.2 Generación hidroeléctrica

Las iniciativas para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos corresponden principalmente a los proyectos contemplados por el ICE; estos proyectos representan el 54% del número de iniciativas, el 81% de la generación eléctrica planeada y el 87% de los requerimientos de inversión para este sector. De esta manera, del total de inversión proyectada en la cartera de iniciativas, para todos los sectores, las iniciativas del ICE representan cerca del 70% de este gran total. Las iniciativas de este sector se muestran en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Costa Rica: iniciativas de inversión en materia de generación hidroeléctrica. Período 2008-2021

Institución	Número de Iniciativas	Generación Eléctrica (GWh)	Inversión en millones de dólares
CNFL	6	3064	496.48
ESPH	6	2761.6	150.51
ICE	19	26658.7	4711.89
JASEC	4	332	37.66
TOTAL	35	32816.4	5396.54

Fuente: Elaboración propia con base en Iniciativas institucionales

Como se mencionó, las iniciativas de este sector se ubican en un horizonte de planeación de largo plazo (hasta el año 2021), donde el inicio de ejecución estará determinado por el avance en la definición y concretización que guardan los estudios correspondientes.

Una discusión más detallada sobre las iniciativas en materia de hidroelectricidad se presenta en la sección 7.2.2, donde se analiza la suficiencia de estas iniciativas para generar la electricidad que el país requerirá bajo los distintos escenarios planteados, así como la necesidad de complementar las iniciativas públicas con proyectos privados y mixtos con el fin de optimizar la utilización del recurso hídrico en la generación eléctrica.

7.1.3 Riego y drenaje agrícola

Las iniciativas que se han registrado dentro de este sector de uso provienen únicamente del SENARA y se restringen a su ámbito directo de competencia. El Cuadro 27 muestra las características de estos proyectos según sector, número de hectáreas beneficiadas e inversión.

Cuadro 27. Costa Rica: iniciativas de inversión en materia de riego y drenaje. Período 2008- 2015.

Sector	Cartera de Proyectos	Hectáreas	Inversión en millones de dólares
Drenaje	PRO GIRH1 (ampliación área drenada)	10,000	3
	PRO GIRH (rehabilitación y mejoramiento de drenajes)	11,000	2
Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	11,156	22.3
	Presa-Embalse DRAT (Río Piedras)	24,590	20.8
	Presa-Embalse La Cueva (Río Tempisque)	7,000	33.9
	Otros trasvases	...	1.8
	Pequeñas Áreas de Riego	1,000	3
	TOTAL	64,746	86.8

1. PRO GIRH: Proyecto de Gestión Integrada del Recurso Hídrico, SENARA

Fuente: Elaboración propia con base en iniciativas institucionales

Dado que la actividad agrícola se asocia eminentemente al actuar del sector privado, con el apoyo subsidiario del Gobierno a través del SENARA, la cartera de iniciativas puede enriquecerse en la medida en que se incorporen iniciativas que provengan de la participación privada. Además, al analizar exclusivamente las iniciativas de SENARA, los proyectos de riego quedan concentrados en pocas cuencas, especialmente en la zona del Distrito de Riego Arenal-Tempisque (DRAT). Esto limita el análisis por cuencas para comparar requerimientos futuros con inversiones proyectadas.

Considerando entonces únicamente las iniciativas de SENARA, destacan los proyectos de la cartera PRO-GIRH en riego con una inversión estimada de 22 millones de dólares y un área irrigada de 11,156 hectáreas en varias zonas del país, los proyectos de PRO-GIRH en Drenaje con una inversión de 5 millones de dólares y las presas-embalses de Río Piedras y Río Tempisque con una inversión total de 54.7 millones de dólares. Sobre estas últimas, sin embargo, preocupa el hecho que SENARA no haya encontrado aún el financiamiento para estas obras, siendo que estas representan el 63% de la inversión estimada por la institución.

En las iniciativas de riego, a futuro habrá que tomar en cuenta el riego para producción de biocombustibles, considerando el interés por parte del Gobierno en estimular esta producción, para lo cual existe una comisión gubernamental que analiza los alcances de esta actividad, así como los cultivos y zonas del país más adecuadas para este propósito.

7.1.4 Protección contra inundaciones

Las iniciativas registradas sobre este tema provienen todas del SENARA y se asocian principalmente a la protección de áreas productivas (Cuadro 28).

**Cuadro 28. Costa Rica: iniciativas en materia de protección contra inundaciones**

Nombre	Iniciativa		Beneficios Inversión total
	Población (personas)	Superficie (área en Ha.)	Millones de dólares
Rehabilitación de la red de canales de drenaje en el Eje Palmar Sur - Río Claro	ND	5,765	1.23
Control de Inundaciones en el Río Clavo	ND	1,000	0.07
Control de Inundaciones en el río Colorado	ND	14,000	0.24
Prevención de Inundaciones en Río Coto – Colorado	43,730	35,700	60.12
Control de inundaciones en el Canal de la Vaca	ND	1,300	0.11
TOTAL	43,730	22,065	62

Fuente: Iniciativas de SENARA

Es importante destacar que las iniciativas registradas no reflejan la magnitud de la problemática que enfrenta el país en materia de control de inundaciones, tanto en las zonas urbanas de la vertiente del Pacífico, como en las zonas inundables de la vertiente del Atlántico, que incluye centros de población y grandes extensiones con un potencial agrícola importante.

Debe notarse que por la naturaleza de este tipo de iniciativas, es posible que otras entidades públicas tengan proyectos tendientes al control de inundaciones, como lo son la Comisión Nacional de Emergencias y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

7.1.5 Gestión de recursos hídricos

Distintas instituciones, además del Departamento de Aguas del MINAET, contribuyeron con iniciativas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos del país y específicamente al mantenimiento y operación de las redes hidrométricas y climatológicas, así como a la modernización de los sistemas para organizar, almacenar y procesar la información correspondiente. Las iniciativas del SENARA se abocan principalmente al estudio de diversos acuíferos, mientras que las del ICE, CNFL, ESPH y JASEC tienen su ámbito de acción en las cuencas altas de los aprovechamientos hidroeléctricos a su cargo.

Las iniciativas del Departamento de Aguas, responden a algunas de las acciones inmediatas señaladas en la EGIRH para el fortalecimiento institucional y la sostenibilidad financiera, dentro del MINAET, en materia de recursos hídricos. Resaltan la implementación de dos cánones, uno por el aprovechamiento de los recursos hídricos y otro por el uso de los recursos hídricos como destino de los vertidos de aguas residuales de la población y la industria.

7.1.5.1 Canon de Aprovechamiento

La instrumentalización de este canon pasa por la diferenciación del monto a pagar según los sectores usuarios de agua como se detalla en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Monto del canon de aprovechamiento, en colones por m³ de acuerdo al uso del agua

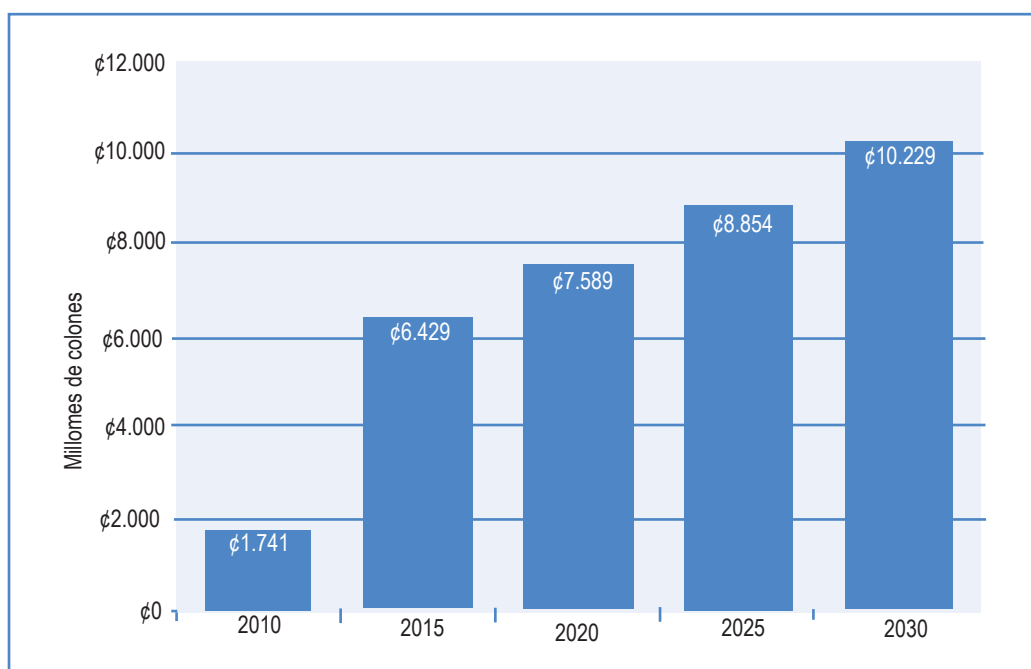
Uso	Canon (Colones/m ³)	
	Agua Superficial	Agua Subterránea
Consumo Humano	1,46	1,63
Industrial	2,64	3,25
Comercial	2,64	3,25
Agroindustrial	1,90	2,47
Turismo	2,64	3,25
Agropecuaria	1,29	1,40
Acuicultura	0,12	0,16
Fuerza Hidráulica	0,12	---

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 32.868-MINAE

Lo recaudado por concepto de este canon debe permitirle al Estado asegurar financieramente las iniciativas de gestión administrativa del recurso, así como el financiamiento de políticas públicas tendientes a garantizar la cantidad y calidad de agua disponible, además de apoyar iniciativas para un uso más eficiente del recurso.

De acuerdo a información suministrada por el departamento de aguas del MINAET el monto total facturado por concepto de canon durante el año 2007, ascendió a 628 millones de colones. A partir de esta información y tomando como referencia las proyecciones en el crecimiento del uso del agua para los diferentes sectores se realizaron proyecciones de crecimiento del monto a facturar en los años venideros. Estas proyecciones, que se muestran en la Figura 18, consideran el aumento progresivo en la tasa efectiva anual del canon siendo que, como parte de las negociaciones previas a su implementación y siguiendo el principio de progresividad en el cobro, el MINAET definió un cobro gradual que partía desde un 10% del monto del canon durante el primer año de aplicación (2006) hasta el 100% del mismo a los siete años de entrada en vigencia del instrumento.

Figura 18. Proyección del monto potencial por concepto de canon de aprovechamiento con base en la demanda esperada. En millones de colones



Fuente: Estimaciones propias.

7.1.5.2 Canon por Vertidos

Otro instrumento económico que ha sido planteado para la gestión del recurso hídrico es el Canon por Vertidos, el cual busca la aplicación del principio “quien contamina paga” y con esto la internalización de los costos asociados al vertido de residuos en ríos, lagos y otros cuerpos de agua.

La administración de este canon estará a cargo del propio departamento de aguas del MINAET. Este canon sin embargo ha sufrido considerables retraso en su implementación. El instrumento, originalmente decretado en junio del 2003, ha afrontado la oposición reiterada de algunos usuarios del agua; se espera que finalmente la nueva versión del canon que se materializa en el decreto ejecutivo No. 34431 de marzo del 2008 entre en vigor. Según estimaciones efectuadas, que se presentan en el Cuadro 30, solamente durante el primer año de su entrada en vigencia, el canon por vertidos debe generar entre 551 y 818 millones de colones.

Conforme transcurran los años, es esperable que el monto recaudado tienda a aumentar. La importancia de iniciar el cobro del canon radica justamente en registrar el monto que finalmente será recaudado y compararlo con el monto potencial; esta comparación permitirá tomar acciones de ajuste.

**Cuadro 30. Estimación de límites de facturación del Canon por Vertidos**

Estimación total (Año 1) -en millones de colones-			
	Aporte Ordinario (domiciliares)	Aporte Actividades Productivas	Monto total
Caso 1. Todos los entes registrados cumplen los límites de vertido.	230.5	320.9	551.4
Caso 2. Todos los entes registrados NO cumplen los límites de vertido.	230.5	588.3	818.7

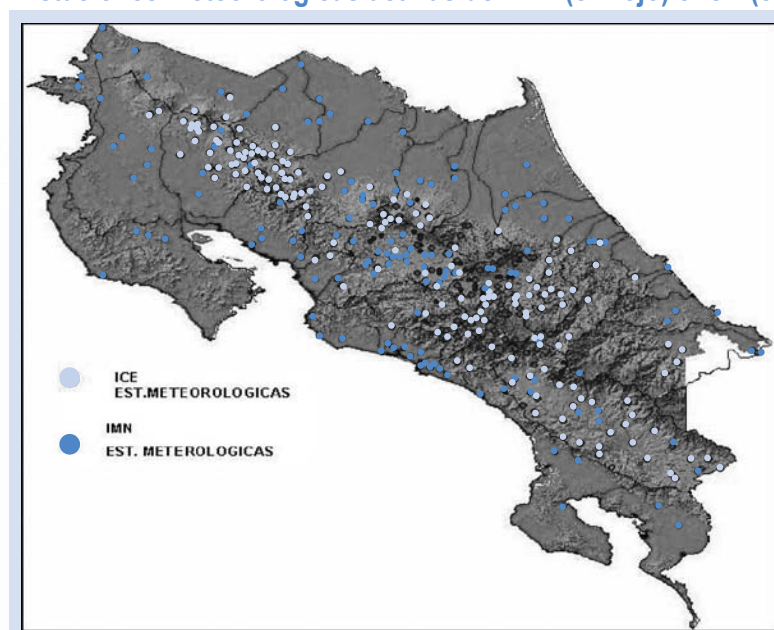
Fuente: Estimaciones del Ing. Marco V. Chinchilla, DIGECA-MINAET

7.1.5.3 Red Nacional de Monitoreo Hidrometeorológico

La Política Hídrica Nacional señala que “es función del Estado asegurar la colección y disseminación de la información básica climática, meteorológica, cartográfica e hidrológica necesaria para el manejo del recurso agua. Ello debe complementarse y coordinarse con las mediciones que realizan los usuarios del agua y otras instituciones públicas y privadas, con la finalidad de disminuir a un nivel razonable la incertidumbre en el conocimiento del recurso”.

Para dar respuesta a este mandato, el Plan recoge propuestas atinentes al monitoreo hidrometeorológico que se basan sobre todo en el documento “Observación sistemática, investigación y desarrollo de capacidades para el cambio climático en Costa Rica”⁴⁰, el cual puede ser consultado a través del Instituto Meteorológico Nacional. Dicho documento recoge lo que debe entenderse por redes de monitoreo climático e hidrometeorológico, se interna en los instrumentos científicos que deben tomarse en cuenta al diseñar redes hidrometeorológicas, propone una nueva red para la detección del cambio climático, propone también el reforzamiento de la actual red hidrometeorológica y finalmente enfoca aspectos presupuestarios e institucionales para el manejo de la red con enfoque nacional.

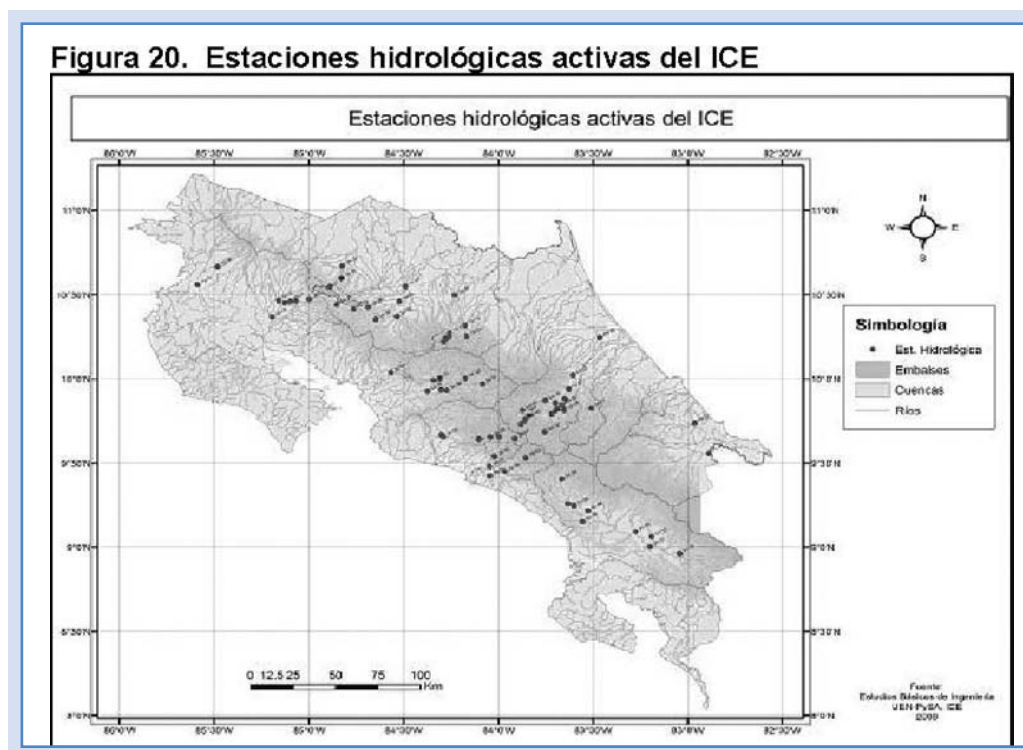
Los mapas de la Figura 19 y la Figura 20 muestran la distribución geográfica que evidencian actualmente las estaciones meteorológicas del IMN y las estaciones hidrológicas del ICE, respectivamente.

Figura 19. Estaciones meteorológicas activas del IMN (en rojo) e ICE (en azul)

Fuente: IMN

⁴⁰ Zárate, E. (2008). “Observación sistemática, investigación y desarrollo de capacidades para el cambio climático en Costa Rica”, IMN /MINAE/ PNUD.

Figura 20. Estaciones hidrológicas activas del ICE



Fuente: ICE

Las razones para la mala distribución de las estaciones obedecen a aspectos históricos de los propósitos para lo cual se establecieron las estaciones y también a criterios de oportunidad. Las estaciones están apuñadas alrededor de desarrollos hidroeléctricos o alrededor de carreteras y poblados principales, por ejemplo.

Para tratar este tema con mayor propiedad, el Plan se enfoca además en la gestión de los datos e información hidrometeorológica, concepto que va más allá de un buen monitoreo de campo. El concepto de gestión alude, además del monitoreo propiamente dicho, al menos a otros tres aspectos de máxima importancia: al de comunicaciones, requerido para transmitir en forma rápida y segura los datos de campo a centros de acopio; al de proceso, requerido para transformar el dato "de campo" en dato utilizable; y el de almacenaje e intercambio, requerido para garantizarle al usuario una fuente segura y de rápido acceso a los datos e información. El reforzamiento de la actual red hidrometeorológica debe enfocarse en este continuo, desde el monitoreo en campo hasta el usuario o cliente.

Lo que es notorio es que las zonas bajas y planas del país y las zonas montañosas de Talamanca, son las que muestran la mayor deficiencia de observaciones meteorológicas e hidrológicas.

Las estaciones meteorológicas del ICE se concentran preferiblemente en cuencas de interés para la generación hidroeléctrica; las del IMN cubren algo del sector montañoso y unas pocas partes bajas del país, pero no en forma suficiente para la generación de balances hídricos mensuales de oferta-demanda a la escala requerida en el manejo de los aprovechamientos de agua. En el caso de los caudales, son contadas las partes bajas y planas del país que están provistas de mediciones. En Guanacaste esto resulta grave debido a la fuerte presión actual y futura sobre los recursos hídricos. En aspectos de monitoreo sistemático de calidad del agua, no existe una oferta de datos a disposición del usuario, ya que lo poco que existe está en poder de instituciones que no practican el acceso abierto a los datos ya que esa no es parte de su misión.

El IMN tiene actualmente una red de 55 estaciones automáticas que carecen de repuestos para el mantenimiento preventivo, básicamente sensores y registradores de datos (data loggers), lo que requiere de una inyección rápida de fondos para recuperarla antes que las estaciones colapsen del todo. Para la reposición de 4 sensores por estación, 30 registradores de datos y la adquisición de radios para conectar en tiempo real varias de esas estaciones se requerirían fondos en el orden de US\$ 250.000.



Sumado a esto, el ICE, el IMN y el Dpto. de Aguas conjuntamente y según sus responsabilidades, deben instalar y operar unas 72 estaciones para reforzamiento hidrometeorológico en zonas donde actualmente hay pocos datos. La inversión sería del orden de US\$ 520.000⁴¹.

Además, considerando las amenazas actuales y futuras del cambio climático sobre el país, se propone la instalación de 12 estaciones principales para el monitoreo específico del cambio climático, a ser instaladas en forma inmediata en las seis diferentes zonas climáticas del país con un costo aproximado de US\$ 150.000. Posteriormente, y de forma escalonada en un plazo de 5 años, se instalarían 25 estaciones secundarias para el monitoreo del cambio climático con un costo total de US\$ 198.000. Estas estaciones serían administradas por el Instituto Meteorológico Nacional.

como ríos, lagos, lagunas y acuíferos subterráneos. Se cuenta con algunas mediciones llevadas a cabo por instituciones prestatarias de servicios o a través de proyectos ejecutados por instituciones de investigación y enseñanza superior, pero no se cuenta con ediciones sistemáticas y de largo plazo, de una longitud de treinta o más años, que es lo que se pide para un adecuado tratamiento estadístico de los datos con fines de obtener conclusiones aceptables sobre el comportamiento de variables hídricas. En todo caso, una de las dificultades que enfrenta el usuario de este tipo de información hoy día, es que las instituciones que la producen lo hacen para sus intereses de trabajo y resulta difícil tener acceso a la misma.

Para paliar esta situación, el Plan propone formas de monitoreo automatizado de la calidad del agua que reducen a un mínimo la participación humana, como una forma de rebajar planillas, minimizar errores y contar con datos durante las 24 horas del día, durante todo el año. Se propone instalar 40 estaciones en un plazo de 4 años y con un costo total de US\$ 336.000 para medir las siguientes variables en algunos ríos del país: turbidez del agua, conductividad, acidez (PH), oxígeno disuelto y temperatura del agua. El Departamento de Aguas del MINAET debería estar a cargo de esta tarea.

Sumado a todo lo anterior se debe invertir una cuantía aproximada de US\$ 36.000, para la interconexión (comunicaciones) de la red; incluye repetidoras, paneles solares, transceptores y radios base para enlazar grupos de estaciones y comunicar a centros de acopio.

La síntesis de la inversión necesaria para la propuesta integral de redes hidrometeorológicas se presenta en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Inversiones necesarias para el mantenimiento, preservación y modernización de la Red Hidrometeorológica

Rubro	Monto (en dólares)
Mantenimiento de 55 estaciones del IMN	US\$ 250.000
Reforzamiento Hidrometeorológico (72 estaciones)	US\$ 520.000
Monitoreo de Cambio Climático (12 estaciones): Fase Primera	US\$150.000
Monitoreo de Cambio Climático (25 estaciones): Fase Segunda (5 años plazo)	US\$198.000
Estaciones de calidad del agua (40 estaciones, 4 años plazo)	US\$ 336.000
Interconexión de la Red	US\$36.000
TOTAL	US\$1.490.000

Fuente: Zarate, E. 2008. *Observación sistemática, investigación y desarrollo de capacidades para el cambio climático en Costa Rica*

Parte de este monto estimado, será cubierto por la iniciativa de adaptación del sector hídrico al cambio climático que se muestra a continuación.

⁴¹ Las cifras que aquí se presentan han sido tomadas del documento citado: *Observación sistemática, investigación y desarrollo de capacidades para el cambio climático en Costa Rica*

7.1.5.4 Adaptación del sector hídrico al Cambio Climático

A partir del 2008, y por espacio de dos años, en el marco de la iniciativa gubernamental de Paz con la Naturaleza, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) llevará a cabo el programa de “Mejoramiento de capacidades nacionales para la Evaluación de la vulnerabilidad y adaptación del sistema hídrico al Cambio Climático en Costa Rica”, como mecanismo para disminuir el riesgo al cambio climático y aumentar el índice de desarrollo humano.

El proyecto logrará desarrollar capacidades institucionales y desarrollo de políticas públicas para que la población de Costa Rica cuente con el conocimiento de la vulnerabilidad actual y futura del sistema hídrico ante el cambio climático, incluyendo los riesgos asociados con la variabilidad climática y los eventos extremos; se pretende que las personas reduzcan el riesgo de un estancamiento en el desarrollo humano o bien una reversión del mismo y por el contrario, que se pueda aumentar el índice de desarrollo humano en las poblaciones o áreas geográficas más vulnerables y con índices más bajos.

El proyecto, cuyo monto final asciende a US\$ 1,025.000 (Cuadro 32) es parte de la inversión total en iniciativas de gestión relacionadas con el sector hídrico.

Cuadro 32. Financiamiento del Proyecto

Fondos del PNUD	US\$ 900.000.00
Gobierno de Costa Rica	US\$ 125.000 (en especie)
Costo total del proyecto	US\$ 1,025.000.00

Fuente: IMN

Específicamente, la iniciativa cuenta con tres objetivos específicos. El primero de ellos consiste en la mejora las capacidades nacionales en el logro de las metas de desarrollo del milenio y en el Desarrollo Humano en las siguientes áreas: reducción de la pobreza extrema y el hambre, a través de los medios de producción y la agricultura; a su vez garantiza la sostenibilidad del medio ambiente, pues reduce la posibilidad de pérdidas humanas, ambientales y materiales por medio de una mejor adaptación al cambio climático.

El segundo objetivo pretende incrementar las capacidades nacionales para la elaboración, el desarrollo y la implementación de estrategias, particularmente fortalece la capacidad para implementar la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (2005) y el Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (2008) que incluye la necesidad de contar con balances hídricos individuales por cuenca, aspecto incluido en los objetivos del proyecto en lo que se refiere a la incorporación de medidas de adaptación dentro de la estrategia de cambio climático.

Finalmente, el tercer objetivo busca incidir sobre la capacidad de respuesta a oportunidades de desarrollo y negocios fortaleciendo las oportunidades de desarrollo de las regiones del país con un índice de desarrollo más bajo y a su vez, con la implementación de medidas de adaptación que buscan obtener beneficios económicos para las diferentes regiones, entre otras cosas mediante la disposición de información confiable sobre la oferta y demanda de recurso hídrico para diferentes usos.

Costa Rica participó en un proyecto piloto en conjunto con los países de la región centroamericana, México y Cuba; para elaborar y aplicar un Marco de Política de Adaptación del sector hídrico. Ahora es de suma importancia, realizar el estudio de vulnerabilidad y adaptación en el sistema hídrico para todo el país, abarcando las áreas con los índices de desarrollo humano más bajos, que en primera instancia serían las zonas más vulnerables, de manera que se tenga información de base disponible para la toma de decisiones de política nacional.

Con este proyecto se espera contar con un mejor conocimiento a nivel nacional de la vulnerabilidad actual y futura del sistema hídrico al cambio climático así como la capacidad de adaptación del mismo con políticas, medidas y estrategias institucionales de intervención integrada con la participación de todo el sector hídrico, incluidas en una estrategia de adaptación, comprensivas y aplicables a diferentes regiones vulnerables.



7.2 Análisis de las iniciativas de aprovechamiento de Agua

En sus fases posteriores, la Cartera de Iniciativas estará integrada por programas, proyectos y acciones de carácter estructural (infraestructura hidráulica para los diversos sectores de uso) y no estructural (planes, programas de gestión por cuenca, constitución de organizaciones de usuarios, normas de distintos tipos, incentivos económicos y otros).

Estas iniciativas se encontrarán en distintos niveles de definición (idea, estudio, gran visión, prefactibilidad, factibilidad, proyecto ejecutivo, obra en proceso), por lo cual la calidad y confiabilidad de la información sobre dichas iniciativas será variable. Idealmente, el PNGIRH contribuirá a dar seguimiento a la evolución de cada iniciativa para determinar la posible fecha de ejecución y puesta en marcha en el marco de las prioridades establecidas.

A partir de un cierto nivel (prefactibilidad en el caso de proyectos de inversión o propuesta en el caso de iniciativas no estructurales) y como requisito para ser incorporada a la Cartera de Iniciativas, cada una de estas iniciativas tendrá que incluir una evaluación específica de su impacto en términos de los costos asociados a su ejecución y de los beneficios que genera o, en su caso, con una evaluación costo-efectividad respecto de otras posibles alternativas para resolver un problema determinado o para impulsar ciertos cambios.

Algunas iniciativas se evalúan y programan en el marco de los sistemas de planeación y programación específicos del sector al que pertenecen (por ejemplo, los proyectos hidroeléctricos que forman parte del Plan de Expansión que elabora el ICE o los proyectos que forman parte de los programas que administra AyA). Su inclusión dentro de la Cartera de Iniciativas no sustituye los criterios de evaluación y programación que han adoptado las instituciones en el marco de sus atribuciones y objetivos sectoriales o regionales. Aquí, el propósito de la Cartera de Iniciativas es contar con una base de datos que contenga los proyectos y acciones asociadas al aprovechamiento del agua para los distintos usos, así como aquellos proyectos y acciones que inciden en la gestión de los recursos hídricos del país. Lo anterior con el doble propósito: (i) mantener una visión integral sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos en las distintas cuencas hidrológicas para detectar posibles conflictos o la posibilidad de darle valor agregado al beneficiar a otros sectores usuarios, y (ii) proporcionar elementos adicionales para la toma de decisiones en materia de asignación de la inversión y el gasto público, en el marco de las grandes prioridades nacionales.

La Cartera de Iniciativas, se constituirá en una fuente de información a la que podrán acudir todos aquellos interesados en conocer la forma en que se pretende aprovechar los recursos hídricos del país y las acciones que se están tomando para su gestión integral, en cantidad y calidad.

Establecer la prioridad de cada una de las iniciativas de la Cartera es una tarea a la que concurren elementos normativos, así como los criterios que provienen del proceso de formulación del PNGIRH. En el primer caso, la jerarquización de iniciativas obedece a las prioridades específicas del sector de origen o de ciertas “reglas” que deben obedecer las iniciativas que dependen de financiamiento gubernamental o de instituciones de crédito. En el segundo caso, la jerarquización obedece a una valoración propia sobre la urgencia por atender determinada problemática o sobre el impacto que tendría la ejecución de determinada iniciativa respecto de determinados indicadores.

Independientemente de la prioridad implícita bajo la visión de los distintos sectores de usos, la jerarquización de iniciativas asociada al PNGIRH se desprende de los resultados de los balances hídricos (oferta-demanda) que hayan resultado de considerar distintos escenarios, tanto a nivel nacional como para cada una de las 16 cuencas seleccionadas. Anteriormente, en la sección 5.2 se han establecido las prioridades en términos de la importancia asignada a los problemas que enfrenta cada una de las 16 cuencas prioritarias del país.

Como se analiza en esta sección, algunas iniciativas no responden a una satisfacción regional de necesidades, como por ejemplo lo son las iniciativas en generación hidroeléctrica cuyo fin último es el abastecimiento eléctrico nacional. En el caso de las iniciativas para consumo humano, resulta evidente que los proyectos planteados si están dirigidos en su mayoría a la atención de las necesidades regionales en dónde se ubican estas iniciativas. Igual sucede en el caso de Saneamiento, Riego y los demás sectores usuarios del agua.

A continuación, partiendo de la Cartera de iniciativas compilada se analizan las propuestas institucionales para la atención de los diversas necesidades en los sectores contemplados.

Se ha propuesto una comparación entre los requerimientos de agua a futuro (tal y como se han estimado en la sección 6.4 (Estimación de la demanda de agua) con las iniciativas en cuanto al caudal requerido por estas. Este valor (caudal requerido) es considerado para el análisis como la cantidad de agua que cada iniciativa aporta a los requerimientos de los diferentes beneficiario con lo cual la cantidad de agua que cada proyecto utilizará es considerada precisamente su aporte en solventar las necesidades de su sector.

Con base en esta información, se elabora un análisis acerca de las necesidades de inversión y las prioridades a nivel de país. Esto permitirá contar por primera vez en el país con una visión general de las inversiones y el desarrollo en el sector de los recursos hídricos. De forma general, la fórmula se plantea como:

$$\text{Faltante (s, c, e)} = \text{Cantidad de agua utilizada por proyectos (s,c)} - \text{Requerimientos (s, c, e)}$$

Donde “s” es el sector, “c” la cuenca hidrológica y “e” el escenario. Con excepción de las inversiones asociadas a los proyectos hidroeléctricos que se ubican en el contexto del plan de expansión del sector eléctrico hasta el año 2021, en los demás casos las iniciativas se ubican en el horizonte 2008-2015 y, en un mayor porcentaje, corresponden a proyectos de infraestructura o acciones de gestión cuyo inicio de ejecución se ubica en el año 2008 (28% del total de las iniciativas).

Como se indicó al inicio de esta sección, las iniciativas de la cartera fueron agrupadas por sector y cuenca hidrográfica. Si bien resultaría óptimo el poder realizar una comparación para todos los usos, esto no es posible en el tanto la cartera de iniciativas se concentra en 4 grandes sectores y no incluye, entre otros, iniciativas tendientes al aprovechamiento de agua para fines agropecuarios, agroindustrial e industrial. Así, se ha tomado como sector piloto para esta comparación el sector de consumo humano, de forma que se pueda aproximar en cuales cuencas y bajo que escenarios las iniciativas presentadas resultan insuficientes para atender la demanda esperada del recurso.

7.2.1 Análisis de iniciativas en el sector de Consumo Humano y Saneamiento

Una vez que se construyó la “cartera de iniciativas”, se estimó la cantidad de agua que cada una de estas “introduciría” al sistema. Luego este valor es comparado con los requerimientos de agua, calculados en los escenarios de consumo, también para cada sector y para cada cuenca.

El Cuadro 33 presenta un ejemplo para el sector de consumo humano (dónde se incluye el sector doméstico y el sector turismo), en las 16 cuencas hidrográficas consideradas en el análisis de balances hídricos, bajo el escenario base. La diferencia entre el agua requerida por los usuarios ⁴² y el agua provista por las iniciativas indica el nivel de satisfacción de las demandas de los usuarios. Si esta diferencia es menor a cero, se tiene que los nuevos proyectos no cubrirían las necesidades futuras de la población.

De esta manera, los valores negativos representan aquellas cuencas en las que para ese momento las necesidades de la población no serán cubiertas por las iniciativas planteadas. A modo de ejemplo, las iniciativas planteadas a la fecha muestran un déficit para Barranca, que al 2010 no habrá sido solventado. En cambio, en Chirripó las necesidades están siendo cubiertas con superávit de agua hasta un momento entre los años 2020 y 2025.

Esta información es útil para la programación y planificación general de los recursos hídricos y brinda una indicación acerca donde podría haber déficit en cuanto a la satisfacción de los requerimientos de agua. Se aclara que no se trata de predecir dónde habrá escasez de agua futura para consumo humano sino más bien de permitir la orientación de recursos a iniciativas que puedan satisfacer necesidades que se prevén podrían no ser cubiertas en algunos años. No es suficiente, claro está, para el diseño de proyectos específicos, que deberán ser estudiados de manera detallada. Además debe considerarse que existe la opción de realizar trasvases entre cuencas, lo cual en alguna medida atenuaría el efecto de localismo de la oferta de iniciativas sobre la demanda de esa cuenca.

⁴² Estos son los incrementos en los requerimientos futuros sobre la demanda actual.



Cuadro 33. Costa Rica: Demandas estimadas menos agua aportada por iniciativas propuestas (en Km³) en cuencas seleccionadas

CUENCA	2010	2015	2020	2025	2030
Abangares	0.0010	0.0008	0.0004	0.0001	-0.0004
Barranca	-0.0008	0.0041	0.0029	0.0017	0.0003
Chirrido	0.0021	0.0013	0.0006	-0.0001	-0.0008
Frio	-0.0001	-0.0030	-0.0064	-0.0104	-0.0149
Grande de Tárcos	0.0672	0.0655	0.0482	0.0330	0.0197
Grande de Terraba	0.0206	0.0288	0.0286	0.0282	0.0279
Naranjo	-0.0001	-0.0003	-0.0004	-0.0006	-0.0008
Pacuare	-0.0006	-0.0015	-0.0025	-0.0036	-0.0048
Parrita	-0.0004	-0.0027	-0.0054	-0.0086	-0.0122
Pen.Nicoya	0.0006	0.0025	0.0016	-0.0003	-0.0023
Reventazon	0.0098	0.0026	-0.0075	-0.0177	-0.0277
San Carlos	-0.0014	-0.0036	-0.0059	-0.0082	-0.0105
Sarapiquí	0.0012	-0.0001	-0.0016	-0.0031	-0.0046
Savegre	0.0000	-0.0003	-0.0006	-0.0010	-0.0014
Tempisque-Bebadero	-0.0023	0.0046	0.0320	0.0272	0.0219
Resto	0.0012	0.0056	0.0058	-0.0001	-0.0054

(De 0 a -0.005km³)

(De -0.005km³ a -0.010km³)

(Menos de -0.010km³)

Fuente: Elaboración propia con base en proyecciones de demanda de agua e iniciativas institucionales

Estas apreciaciones no invalidan sin embargo el análisis efectuado, justamente porque se trata de un análisis pionero que contrapone dos dimensiones de la gestión del recurso hídrico.

De esta manera, varias conclusiones se extraen del análisis comparativo. Cómo se desprende también del Cuadro 33, para la mayoría de las cuencas analizadas y siempre bajo el escenario de base, las iniciativas en materia de consumo humano tienden a solventar los requerimientos poblacionales en el corto y mediano plazo (hasta el 2015).

Finalmente, se tiene que aquellas regiones que en la actualidad gozan de buen acceso al servicio lo seguirán manteniendo como lo es la cuenca del Grande de Tárcos. En esa misma dirección, aquellas que actualmente cuentan con problemas en el acceso al agua para consumo humano, tienden a mantener esa misma situación en el futuro. Es el caso de las cuencas de la zona norte, como Río Frio y San Carlos y de cuencas del pacífico central como Naranjo y Parrita. Hacia el 2020 la situación tiende a agravarse en estas y otras cuencas (Reventazón) lo que sin duda señala la dirección en la que deben canalizarse los esfuerzos institucionales, especialmente de parte del principal operador, el AyA. Una acotación válida es que las mejoras en los acueductos existentes, especialmente mediante el incremento en la eficiencia operacional podrían solventar la demanda futura en algunas cuencas, sin necesidad de recurrir a la utilización de nuevas fuentes.

Los requerimientos agregados para consumo humano, considerando todos los otros usos, son bajos en la totalidad del uso nacional. Claro está, este el sector más relevante para el desarrollo social del país por lo que la situación que se proyecta en las cuencas más críticas. Debe notarse que en la actualidad, especialmente en San Carlos se muestran faltantes de agua para consumo humano y hay pocas iniciativas para solventarlos en el futuro.

En este punto, es importante señalar que en la mayoría de los casos el faltante constatado de iniciativas, especialmente en el mediano y largo plazo no obedece a la condición hidrológica de la cuenca. De hecho, tal y cómo se presentó en el balance hídrico, las cuencas de la zona norte cuentan con un importante potencial hídrico. Otras cuencas sin embargo, sí pueden ver afectada su disponibilidad local por su régimen hídrico, altamente estacional. Este caso es ejemplificado por la cuenca de la Península de Nicoya, en donde incrementar la capacidad de almacenamiento de agua es una medida necesaria para poder suplir agua a sectores crecientes de la economía (turismo,



población) durante todo el año. En este sentido se han planteado en la cartera de iniciativas los proyectos del Embalse de La Cueva y el trasvase del Canal Oeste. Ambos proyectos son considerados por este Plan como claves y urgentes en el contexto de la gestión integrada del recurso hídrico. Además, desde el punto de vista del cambio climático ofrecerán una capacidad de adaptación adicional.

En cuanto a las iniciativas en materia de saneamiento, tal y como se describió en la sección anterior, se prevé una fuerte inversión mayormente centralizada en el área metropolitana del país. Esto favorecerá, de acuerdo al propio AyA a más de la mitad de la población nacional que se concentra en la Gran Área Metropolitana (GAM) pero evidencia un faltante de iniciativas en otras zonas del país. Esto es razonable, ya que es donde se concentra el problema de falta de tratamiento de las aguas residuales. Por eso, de las cuatro iniciativas previstas, dos pertenecen al proyecto de alcantarillado de la GAM (fases 1 y 2) y el exiguo número restante exhibe esa deficiencia en la atención de las necesidades de alcantarillado del resto del país. Es urgente que las oficinas regionales del AyA intensifiquen sus esfuerzos para brindar soluciones a este tema, no solo mediante plantas de tratamiento sino mediante un análisis integral y la consideración de diferentes opciones.

Como se ha comentado, resta por analizar la existencia de planes y proyectos del sector privado, especialmente en áreas como el sector turismo, y los sectores de comercio y servicios que generalmente se abastecen a partir de las mismas plantas de agua potable diseñadas para el uso doméstico o por medio de pozos propios.

7.2.2 Análisis de iniciativas en sector Hidroeléctrico

Como se ha comentado, este tema es diferente a todos los demás, porque la electricidad se puede generar en cualquier parte del territorio (siempre que existan las condiciones naturales y tecnológicas para hacerlo) y esa generación no tiene una connotación regional, es decir no busca necesariamente atender necesidades locales. Tal situación conlleva tanto ventajas como desventajas. Por un lado es posible aprovechar los recursos hídricos del país donde quiera que estén para suplir de energía a la población y a la economía. Pero por otro, las comunidades locales donde se desarrollan los proyectos reciben una proporción mayor de los costos asociados a los proyectos (como por ejemplo limitaciones al uso de la tierra, expropiaciones, aumento en el flujo vehicular y otras molestias asociadas a la construcción y la operación de los proyectos).

En esta misma dirección, se debe tomar en cuenta que si bien la utilización del recurso hídrico no representa un uso consuntivo, en ocasiones sí representa un uso rival. Esto implica que en algunos tramos de la cuenca, siguiendo características particulares de cada proyecto, algunos otros usuarios del recurso pueden ver comprometida la disponibilidad hídrica. Este es el caso de algunos ríos en donde se desarrollan actividades turísticas tales como el “rafting”. Pese a este costo potencial, los objetivos sociales, económicos y ambientales que se han hecho mención a lo largo de este Plan van todos en la dirección de promover la utilización racional del recurso hídrico para generar electricidad de manera amigable con el ambiente y con los menores costos económicos a mediano y largo plazo. Claramente esta opción es preferible desde muchos puntos de vista a la generación por medio de combustibles fósiles, más aún a la luz de los precios del petróleo volátiles y de su contribución al Cambio Climático.

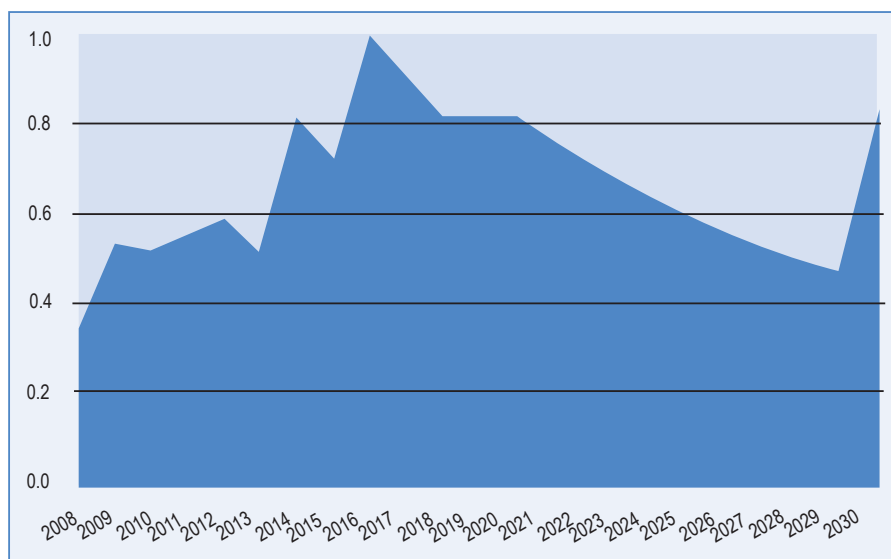
De tal forma, los esfuerzos institucionales tanto de los agentes rectores del recurso hídrico así como las empresas ejecutoras de las iniciativas de generación hidroeléctrica deben estar dirigidos al aprovechamiento eficiente del recurso para este fin. Eventualmente surgirán costos externos de estos aprovechamientos, sobretudo en la afectación de otros usuarios locales. Estos costos deben ser internalizados por los ejecutores de los proyectos.

Para analizar hasta que punto las iniciativas propuestas por el ICE, la CNFL y otras empresas públicas (JASEC, ESPH) atienden los requerimientos eléctricos del país bajo los diversos escenarios planteados desde la sección 6.1, se procedió a analizar el uso previsto de agua en la cartera de iniciativas con los requerimientos de agua estimados para alcanzar los valores energéticos deseados. Con el fin de ilustrar esta comparación, se construyó un indicador comprendido entre 0 y 1, donde 1 representa justamente que el país está realizando la generación hidroeléctrica requerida para cumplir con los objetivos planteados en el escenario base por medio del aprovechamiento de los recursos hídricos para la generación. Por el contrario, valores cercanos a cero equivalen a un aprovechamiento bajo del recurso hídrico, lo que redundaría en la imposibilidad de cumplir las metas estimadas de generación eléctrica nacional.

En la Figura 21, el área azul muestra el uso del agua prevista por las iniciativas que cumple con los requerimientos estimados de agua (a partir del crecimiento estimado de la demanda eléctrica), que a su vez muestran el cumplimiento de las metas energéticas del país. Como se aprecia, emerge un diferencial, entre el área en azul y el valor unitario máximo, que muestra que las iniciativas consideradas en la cartera de este Plan, no son suficientes para cumplir al mismo tiempo los objetivos sociales, económicos y ambientales que se han trazado, con base en los parámetros considerados en las secciones 4.2 y 0.



Figura 21. Costa Rica: aprovechamiento de agua para satisfacer los requerimientos eléctricos del país, escenario base



Fuente: Elaboración propia con base en proyecciones de demanda de agua para generación hidroeléctrica y la Cartera de iniciativas

Tomando como referencia el escenario base, se observa que solamente hacia el año 2017 los requerimientos eléctricos son cubiertos en su totalidad por las iniciativas consideradas. Antes de esa fecha y después de la misma el aprovechamiento es inferior a uno, lo que denota la insuficiencia anteriormente señalada.

Ante tal condición, varias alternativas son deseables. La primera de ellas es la construcción de proyectos de mediana y baja escala (siendo que los de gran escala son los propuestos por el ICE) por parte de otros generadores públicos y privados.

Actualmente la generación de hidroelectricidad por parte de estos últimos se estima en un 15% de la generación hidroeléctrica total y en un 11% de la generación total de electricidad en el país.

Aún cuando eventualmente algunos proyectos pequeños pueden tener un costo unitario muy alto pueden haber justificaciones, que vayan más allá de lo estrictamente económico y que tienen que ver con la factibilidad tecnológica, natural e inclusive de orden política.

Otra alternativa posible en el marco de este Plan es la necesidad de adelantar la entrada de los proyectos hidroeléctricos que están en el plan de energía, para cumplir con las metas planteadas por el Estado y alcanzar un aumento en la dotación eléctrica (kwh/persona/año) planteado por los escenarios, especialmente a partir de los años 2017- 2018. El problema sin embargo sobre este punto, de acuerdo a la experiencia pasada, es que contrario a poder adelantar la entrada en funcionamiento de los proyectos hidroeléctricos es probable que los proyectos más bien sufran atrasos en su ejecución.

Tal situación reforzaría la necesidad de complementar la generación hidroeléctrica con plantas de pequeña y mediana escala, de generadores municipales, públicos y privados.

En el largo plazo, un elemento a considerar en la generación de hidroelectricidad lo constituye la variante climatológica, especialmente lo concerniente al cambio climático pues como se ha expuesto en la sección 6.7.3 en algunas zonas del país el nivel de precipitaciones variará de acuerdo a los modelajes utilizados. De acuerdo a lo proyectado, zonas como la Cuenca Grande de Térraba y la de Savegre, verán incrementado su potencial hidroeléctrico. Otras cuencas especialmente al norte del país verán disminuido su régimen pluvial, lo que a la postre puede incidir en una menor capacidad de generación hidroeléctrica futura. Sobre este último punto, cuencas como la del Reventazón, Sarapiquí, Pacuare y Sixaola, hoy importantes zonas de producción hidroeléctrica podrían verse afectadas por la disminución de la lluvia en la parte montañosa.

Las proyecciones en materia de variación en el régimen pluvial en el país como consecuencia del Cambio Climático apenas comienzan a presentarse y seguramente serán objetos de modelizaciones futuras, buscando una mayor capacidad predictiva. No obstante, la recomendación general en este sentido es que los proyectos futuros deben considerar, en una visión de largo plazo, estos posibles impactos que harán variar la rentabilidad económica de los proyectos así como el rendimiento en términos de producción eléctrica.

Finalmente, cabe destacar que bajo un escenario de Convergencia, en el cual se extreman las metas ambientales y se supone un mayor incremento en la electrificación del país, las iniciativas presentadas quedan cortas en términos de los nuevos posibles requerimientos. Es posible sin embargo, que al plazo previsto por este Plan (2030), y suponiendo la puesta en marcha de las plantas hidroeléctricas previstas tanto por el ICE como por el resto de actores generadores (públicos, privados y mixtos), el potencial hidroeléctrico se acerque a su máximo. En ese caso, otras alternativas de generación eléctrica, algunas de las cuales pueden tener afectaciones directas o indirectas sobre los recursos hídricos han de ser valoradas, tales como la energía eólica, la solar y la generación eléctrica por medido del oleaje marítimo.

7.2.3 Análisis de iniciativas en sector de Riego

La cartera de iniciativas ha recopilado los proyectos que en materia de riego el SENARA ha previsto realizar durante los próximos diez años.

La primera acotación necesaria en este punto, es que por el ámbito de acción de esta institución, la gran mayoría de proyectos de riego dirigidos por esta entidad se concentran en el Distrito de Riego Arenal Tempisque que en términos de cuencas está compuesto por las cuencas del Tempisque y de San Carlos. De hecho, los proyectos de SENARA fuera del DRAT, sean estos de riego, drenaje o protección de inundaciones son acompañamiento a proyectos del sector privado.

Justamente, se constata que en el país no existe una compilación de iniciativas en materia de riego privado, que por la naturaleza privada de la actividad agrícola representan la gran mayoría del riego efectuado en Costa Rica.

No debe olvidarse que el uso de agua en riego representa el mayor uso consuntivo del recurso. Tal y como se visualiza en las proyecciones de requerimientos de agua, bajo todos los escenarios, el crecimiento en el uso de agua para estos fines es importante, especialmente en un escenario donde se considere la producción de biocombustibles. Esta producción merece un análisis particular, en el tanto su intensificación, tal y como está previsto que ocurra, generará más presión en el uso del recurso hídrico, eventualmente conflictos focalizados por usos alternativos y contaminación del recurso por fuentes difusas.

Ante este panorama, el PNGIRH considera que si bien la producción de biocombustibles seguramente recaerá en el sector privado, es necesario que las autoridades hídricas lleven un control detallado de las iniciativas de riego en este campo, especialmente para fines de monitoreo y de poder adaptar políticas públicas tendientes a resolver los eventuales impactos sobre el recurso hídrico. Por ejemplo, tal y como se apreciará en el capítulo siguiente sobre los elementos habilitadores de este Plan, el Canon por Vertidos ha excluido al sector de riego del pago de este instrumento económico; sin embargo, a medida que el riego continúe como la primera actividad consuntiva de agua en el país es deseable en un futuro la implementación de instrumentos económicos para reparar el impacto ambiental e internalizar la contaminación difusa que se genera.

Por otra parte, justamente es en el área del DRAT los efectos del cambio climático se espera sean más severos en términos de la disminución de las precipitaciones. Igual que en el caso del sector hidroeléctrico, esto debe tomarse en cuenta procurando el diseño de proyectos más eficientes e incrementado las inversiones en regulación del agua disponible para estos fines.

7.2.4 Iniciativas en otros sectores

La cartera de iniciativas, por el ámbito de acción de las instituciones públicas predominantes en la ejecución de proyectos vinculados al recurso hídrico se centra en el consumo humano, la generación hidroeléctrica y el riego, así como otras actividades de regulación y gestión del recurso hídrico. A futuro, otros sectores deberán ser analizados, especialmente en cuanto a iniciativas del sector privado en sectores como el industrial, el agropecuario y acuícola.

Se requiere sin embargo, institucionalizar esta cartera de iniciativas que se presenta por primera vez en este Plan de forma que los usuarios privados del recurso se vean incentivados a revelar sus proyectos futuros principalmente en materia de aprovechamiento hídrico y poder compilar una cartera más extensa incluyendo sectores que por el momento, pese a su relevancia en el uso del agua, no cuentan con una sistematización de estas iniciativas. En este sentido, el rol de las cámaras empresariales debe ser crucial para articular este esfuerzo futuro.

Aún así, este Plan, gracias a las proyecciones en los requerimientos de agua para estas actividades productivas, tanto a nivel nacional como a nivel de las cuencas estudiadas debe permitir canalizar recursos públicos y privados en la atención de las necesidades hídricas de estos sectores.

ELEMENTOS HABILITADORES E IMPLEMENTACION DEL PLAN



Mensajes Claves

- Las **inversiones** directas en acciones y proyectos de aprovechamiento hídrico requieren de una serie de **elementos medulares** que la harán funcionar de manera efectiva y eficiente para lograr los objetivos y metas propuestos.
- Estos elementos se traducen en acciones generales en **materia legal, financiera e institucional** de asignación de las inversiones públicas, de facilitación de las inversiones privadas, así como las acciones de socialización y de promoción de una mayor participación de la sociedad civil y sector privado.
- Estos son los **elementos habilitadores**, que hacen posible la **implementación** del Plan. Este capítulo sintetiza las **conclusiones y recomendaciones** del PNGIRH.
- A lo largo de este Plan, se han venido describiendo y analizando la situación, presente y futura de los recursos hídricos en Costa Rica. Los análisis, tanto a nivel nacional como de las cuencas seleccionadas han permitido profundizar el conocimiento sobre las necesidades futuras de agua (demanda por el recurso), la posible variabilidad de la oferta hídrica efectiva (por acción del Cambio Climático o de la calidad de las aguas disponibles) y las iniciativas existentes, planteadas por las instituciones vinculadas al sector hídrico.
- A modo de **conclusiones del PNGIRH**, se muestran los siguientes cuadros que, por tema, señalan las acciones a seguir para asegurar un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico, que permita responder a los requerimientos económicos y sociales en el corto, mediano y largo plazo.

Como se ha señalado a lo largo de este Plan, la oferta nacional del recurso hídrico debe permitir abastecer los crecimientos sectoriales de los distintos usuarios del agua. Sin embargo, del análisis por cuenca que se desarrollara en la sección 6.5 se concluyó que para algunas regiones del país y en algunas épocas del año, la disponibilidad hídrica en relación a las demandas de agua tiende a disminuir.

Ya sea en situaciones de escasez relativa (que derivan en conflictos por el uso y potenciales desabastecimientos) o bien en situaciones de abundancia relativa, lo cierto es que para hacer efectiva la utilización del agua es necesario establecer una serie de medidas que permitan poner en práctica la gestión integrada del recurso.

Parte de estas medidas corresponden a las iniciativas puntuales de las instituciones del sector hídrico, compiladas en la sección 7.1. Pero otras acciones se concentran en la gestión propiamente del recurso y se traducen en los denominados elementos habilitadores.

De manera agregada, estos elementos se traducen en acciones generales en materia legal, financiera e institucional y de asignación de las inversiones públicas y de facilitación de las inversiones privadas, así como las acciones de socialización y de promoción de una mayor participación de la sociedad civil y sector privado

8.1 Acciones generales

De los diversos foros realizados se infiere que la sociedad costarricense ha construido un consenso sobre la prioridad de reformar el marco legal para la gestión del recurso hídrico, con objeto de ordenar la actuación del Estado, eliminar la dispersión de responsabilidades y promover la participación formal de la sociedad civil. Ello incluye fundamentalmente las tres dimensiones de acciones necesarias.



8.1.1 Acciones en materia legal

De los análisis efectuados se desprende la necesidad de establecer al menos tres acciones concretas en esta materia:

- Esfuerzos legislativos para la mejora y pronta aprobación en torno al Proyecto de Ley de Recurso Hídrico.
- Con relación a otra normativa legal, se impone la revisión de lo referente al sector de agua potable y saneamiento, dado que la legislación que lo regula no incluye una visión holística de todos los actores que participan en el sector (AyA, ASADAS, Empresas municipales, ARESEP, usuarios) y sus roles, misiones y funciones en la operación, regulación y fiscalización de los servicios. Además, la normativa vigente en materia de agua potable está desactualizada y no acorde con las condiciones del país, especialmente la Ley General de Agua Potable No. 1634 del año 1953 y la ley constitutiva del ICAA es del año 1961.
- Por otra parte, debido a un recurso de amparo interpuesto y del fallo de la Sala Constitucional No. 2000-10466, notificado al MINAET en marzo de 2001 y conforme jurisprudencia de la Procuraduría General de la República, se ha interpretado que dicho Ministerio no cuenta con la potestad jurídica para atender concesiones de aprovechamiento de aguas para el desarrollo de sus fuerzas hidráulicas, dado que al derogarse la Ley No. 258 del antiguo Servicio Nacional de Electricidad, que se transformara en lo que hoy es la ARESEP, no quedó establecido a quien le corresponde extender y renovar esas concesiones. En este particular, se manejan criterios divergentes entre el MINAET y los regulados, pero lo cierto es que actualmente no se resuelven ni renueva concesiones de este tipo, debiendo salir del Sistema Nacional Interconectado (SIN) aquellas empresas cuyas concesiones caducan. Esas empresas tienen que cancelar el contrato de compra – venta de energía con el ICE, cuya participación es del 15 % del total de la energía del SIN. El problema que este vacío legal generó fue la salida de alrededor de 36 megavatios del sistema, lo que se debe reponer con generación basada en hidrocarburos con la consecuente pérdida económica para el país y el ambiente. Además, si esto no se resuelve, saldrán del sistema un total de 180 megavatios. La reforma legal para resolver este inconveniente está incluida en el proyecto de Ley de Aguas 14585, pero si el mismo no avanza deben buscarse soluciones alternativas.

El Plan propone la aprobación de las reformas legales mencionadas anteriormente, pues son necesarias y vendrían a solucionar parte de los problemas en la gobernabilidad de los recursos hídricos; la falta de esta normativa no detendrá el curso progresista ya iniciado en este tema, pero ciertamente haría más difícil el camino.

8.1.2 Acciones en materia institucional

Como medio para abordar parte de esta problemática, se han diseñado en este Plan algunos instrumentos institucionales de gestión que permitirán solucionar algunas de las debilidades y mejorar la gobernabilidad del sector y del recurso agua. Estos son:

- **SINARH:** Establecimiento de un órgano de coordinación superior, denominado Sistema Nacional para la Gestión Integrada de los Recurso Hídricos, **SINARH**, liderado por el MINAET para actuar como espacio de deliberación, concertación y coordinación, entre el Poder Ejecutivo, las instituciones descentralizadas del Estado y los diferentes sectores sociales vinculados al recurso hídrico para garantizar un efectivo manejo del agua en todo el país. El establecimiento del **SINARH** no impone obligaciones financieras a las instituciones que lo componen, ya que es un órgano de coordinación, básicamente. Por lo tanto, su establecimiento depende de que exista la voluntad política para hacerlo y que posteriormente se traduzca en un decreto ejecutivo que formalice su creación.
- **DNRH:** Establecimiento de una Dirección Nacional de Recursos Hídricos, **DNRH**, como órgano técnico de gestión institucional del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), desconcentrado en grado máximo, con personalidad jurídica instrumental para administrar su patrimonio e independencia funcional en el desempeño de sus atribuciones. En lo regional, la **DNRH** se organiza por Unidades Hidrológicas que aglutinan cuencas individuales que comparten características similares. A cada Unidad Hidrológica se le asigna una Dirección Regional de Recursos Hídricos, las cuales contarán con Organismos de Cuenca para beneficiar la participación comunitaria.



El objetivo del establecimiento de dicha Dirección es que el Ministro rector del recurso agua y del Sector Hídrico, y por extensión el país, dispongan de un instrumento institucional moderno, ágil y flexible, para orientar y ejecutar lo dictado en la Política Hídrica Nacional, en un marco de equidad, eficiencia y solidaridad social e intergeneracional. Los requerimientos financieros para la sostenibilidad de la Dirección provienen, en un alto porcentaje, de los recaudos que se materialicen en virtud de los cobros de los cánones de aprovechamiento y de vertidos. Las proyecciones financieras de estos recaudos entre los años 2007 y 2013, muestran que la Dirección se puede establecer perfectamente en forma escalonada en el tiempo, utilizando el 50% de los recaudos totales en el año 2008 y porcentajes que decrecen al pasar de los años.

En la estructura de la Dirección Nacional de Recursos Hídricos se proponen varias acciones importantes para lograr una desconcentración efectiva. En primer lugar, se fortalecerá la gestión regional para el manejo del agua con la creación de cinco Unidades Hidrológicas que aglutinan grupos de cuencas por región. Para cada Unidad Hidrológica se establecerán Direcciones Regionales, para las cuales se establecerán Organismos de Cuenca. Esta organización regional permitirá una mayor y mejor participación de la ciudadanía en la temática del agua.

- **SINIGIRH:** Establecimiento de un Sistema Nacional de Información para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, **SINIGIRH**, el cual es un instrumento básico de la Política Nacional Hídrica. Permite el acopio, intercambio rápido y la preservación de datos e información relativa a los recursos hídricos, dando acceso oportuno y expedito a los mismos a organismos públicos y privados y al público en general, con el apoyo de tecnologías telemáticas modernas. Las instituciones participantes en el Sistema son todas aquellas que poseen información sobre el agua. El Sistema está organizado según cuatro componentes: el Banco Nacional de Información sobre el Agua (BaNIA); el Registro de Aprovechamiento de Aguas y Cauces (RAAC); la Automatización Documental (AD) y el Subsistema de Información Geográfica (SIG).

El establecimiento del Sistema inicia en el año 2009 con una etapa preparatoria que busca un acuerdo de las instituciones que forman parte del Sistema y la voluntad política para compartir la información que de por sí es pública. La etapa preparatoria no conlleva erogaciones presupuestarias ya que son actividades de coordinación básicamente. Se propone que el SINIGIRH se desarrolle en su totalidad entre los años 2009 y 2012, a partir de un decreto ejecutivo que debe aprobarse a inicios del año 2009; el actual Sistema Informático del Registro de Concesiones del Departamento de Aguas constituye la primera piedra de este Sistema. Su financiamiento proviene de los recaudos por concepto de canon de vertidos, cuyo cobro inicia en el año 2009 y se va incrementando hasta el año 2013.

- **Sistema de Concesiones y Registro:** Mejoras en el Sistema Nacional de Concesiones de Aguas y su Registro el cual tiene sesenta y cinco años de existencia, pero a pesar de ello, los procesos para la resolución de las concesiones adolecen de algunas debilidades técnicas y legales que hay que erradicar. La plataforma tecnológica con que se cuenta para el registro de las concesiones requiere actualizaciones y mejoras, aunque ha mejorado considerablemente en los últimos años. Los fondos requeridos para este fin están contemplados en el desarrollo del SINIGIRH. Con vistas a las soluciones en este sistema, este Plan propone varias alternativas contenidas en el documento sobre “El Sistema Nacional de Concesiones de Agua y su Registro”, algunas de las cuales ya están en proceso de ejecución.

La mejoría en el Sistema de Concesiones depende básicamente de acciones para readecuar los esquemas legales y técnicos que rigen las concesiones. Algunas de estas acciones están ya en camino y se espera que entren en vigencia entre principios y fines de 2009.

Otras acciones habilitadoras en el campo institucional son la aprobación de:

- Decreto para la reexploración y Perforación de aguas subterráneas.
- Decreto para reglamentar la Ley de Aguas del año 1942.
- Decreto de Buenas Prácticas en la utilización del agua
- Reglamento del Canon de Aprovechamiento de agua
- Decreto de concesiones de servicio público a privados versus reglamento de ASADAS.

Para avanzar significativamente en el tema institucional para el manejo integrado del agua, el Plan propone cuatro acciones concretas: la creación del Sistema Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (**SINARH**); del Sistema Nacional de Información para la Gestión de los Recursos Hídricos (**SINIGIRH**); de la Dirección Nacional de Recursos Hídricos (**DNRH**) y la mejoría del Sistema Nacional de Concesiones de Agua. Se han elaborado informes específicos con los detalles de las propuestas institucionales.



8.1.3 Acciones en materia de administración financiera

En cuanto al financiamiento para la gestión integrada de los recursos hídricos hay acciones que debe tomar el país, a la mayor brevedad.

- Continuar el acercamiento con los sectores sujetos de pago de los cánones. Paralelamente, deben continuarse los esfuerzos por mejorar la figura del canon, considerando nuevos elementos.
- Integrar progresivamente al canon por vertidos la figura de la contaminación difusa, a manera de internalizar las externalidades que generan todas las actividades productivas. Igualmente, ampliar las mediciones del canon a vertidos a metales pesados.
- Homologar los lineamientos, plazos y periodos de cobro en ambos cánones.
- Desarrollar, y fortalecer la capacidad del Departamento de Aguas relacionada con el manejo de la Ley de Administración Financiera del Sector Público. El manejo de presupuestos, ordinario y extraordinario, puede llegar a tener en el corto plazo un impacto muy importante sobre la gestión. Generar recursos es difícil y complicado, por lo que es crucial que cuando estos existan, sea posible utilizarlos de una forma ágil. Esto no ocurre en la actualidad.
- Coordinar con FONAFIFO y SINAC, y establecer criterios para la asignación de los recursos generados por el canon de aprovechamiento con el fin de garantizar que el efecto sobre los recursos hídricos y su gestión sea favorable.
- Incrementar la comunicación entre el MINAET y Ministerio de Hacienda para coordinar la política fiscal y la ambiental. Estudiar la viabilidad de establecer mecanismos de dispensa fiscal por inversiones ambientales.
- Aclarar el alcance de la participación del sector privado en la provisión de servicios de agua (figura de sociedades de usuarios, asadas...) y su impacto sobre las finanzas de los cánones.

En materia administrativa y financiera este Plan recomienda la homologación de los lineamientos, plazos y periodos en el cobro de los cánones lo que debe permitir economías de escala, tanto para la administración como para los usuarios, en la recaudación y facturación así como la agilización de los trámites a seguir por parte de los usuarios. Otras acciones conjuntas como la aplicación de incentivos deben ser también consideradas.

Los recursos derivados de estos dos instrumentos significan una gran oportunidad para la gestión efectiva del recurso hídrico, oportunidad que sin embargo debe ser acompañada por una adecuada planificación anticipada de los usos e inversiones que vayan a ser realizados con el fin de minimizar las pérdidas por efecto de burocracia, controles internos y demás aspectos inherentes al manejo de los fondos públicos.

8.2 Monitoreo y actualización del PNGIRH

Además de los procesos de consulta que se instituyan para retroalimentar los planteamientos iniciales del PNGIRH, su actualización estará apoyada en un Sistema de Monitoreo que operará dentro del Departamento de Aguas del MINAET, con el apoyo de las distintas instituciones involucradas en la gestión del recurso hídrico, así como en el establecimiento de mecanismos que permitan acceder a la información que generan o lleguen a generar organizaciones del sector privado, de la academia, de la comunidad científica y otras organizaciones no gubernamentales.

La construcción del Sistema de Monitoreo del PNGIRH se inicia con la definición de una línea de base, definida esta como un conjunto de indicadores que permitirán medir en forma sistemática los resultados alcanzados con la ejecución de las iniciativas (estructurales y no estructurales) previstas dentro del PNGIRH, pero sobre todo, su impacto en el logro de los objetivos planteados.

Inicialmente, los indicadores del Sistema de Monitoreo derivan del diagnóstico (línea de base) y los escenarios que forman parte integrante del PNGIRH, agrupados conforme a los tres ejes conductores de la Estrategia para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, EGIRH, a saber: (i) Eje de soporte al desarrollo económico, el bienestar social y la armonía con el ambiente, (ii) Eje de fortalecimiento institucional y sostenibilidad financiera, y (iii) Eje de modernización del marco instrumental. En la sección 6.1 se han planteado diversos supuestos sobre la senda de desarrollo que podría seguir el país en los próximos años. El objetivo central del Sistema de Monitoreo

es el de evaluar la correlación entre el “dónde queremos llegar” y el “cómo vamos a llegar” para, en su caso, establecer los cambios de dirección en los planteamientos del PNGIRH. Un planteamiento realista sobre el Sistema de Monitoreo depende de una serie de factores, entre otros

- **Disponibilidad de información.** Las distintas instituciones relacionadas con el aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos, conforme a la normativa vigente, han construido distintas series históricas y bases de datos que le permiten evaluar su desempeño e informar a otras dependencias globalizadoras y de control administrativo. Consecuentemente, un primer criterio para la construcción del Sistema de Monitoreo es el de emplear al máximo la información y los sistemas informáticos ya desarrollados para el diseño de distintos indicadores. Se reconoce así que la información disponible impone ciertas limitaciones iniciales al diseño de indicadores: no hay más información que la que está disponible.
- **Indicadores existentes.** El diseño de indicadores para ser incluidos en el Sistema de Monitoreo del PNGIRH deben, hasta donde sea posible, utilizar los indicadores ya construidos por instituciones como el ICE, AyA, SENARA y otras dentro de los sectores público y privado, en la medida que sean confiables y adecuados para los objetivos que se persiguen con el monitoreo y evaluación del PNGIRH.
- **Simplicidad en el diseño.** Bajo este criterio, se trata de efectuar el monitoreo con apoyo en pocos indicadores, fáciles de entender tanto para los responsables del monitoreo y evaluación del PNGIRH, como de los usuarios del recurso hídrico y demás instituciones o personas interesadas.
- **Evaluación nacional y regional.** Aunque esta primera versión del PNGIRH no establece una visión específica para el ámbito regional, es necesario prever que en el futuro será necesario examinar la consistencia entre el “dónde queremos llegar” y el “cómo vamos a llegar” en cada una de las 34 cuencas que integran el país. En este sentido, el Sistema de Monitoreo debe contemplar la definición de indicadores que reflejen las especificidades de cada una de las cuencas hidrográficas.
- **Información orientadora.** Cada indicador que se incorpore al Sistema de Monitoreo tendrá un título que explique el tipo de medición propuesta

En una primera etapa, el Sistema de Monitoreo del PNGIRH estará constituido por los indicadores que se muestran en el Cuadro 34 y el Cuadro 35, dónde se muestran su relación con los ejes directores de la EGRH.

Además de los indicadores numéricos que se presentan en la tabla anterior, el Sistema de Monitoreo incorporará una serie de indicadores subjetivos con objeto de medir percepciones subjetivas de los distintos actores sobre los hechos o las dimensiones observables (por ejemplo, percepción de la transparencia con la que informa la autoridad, percepción de la calidad del agua para su uso, satisfacción con la capacidad de intervenir sobre las decisiones adoptadas en una cuenca determinada). En este último caso, el Sistema de Monitoreo contemplará la realización de talleres de evaluación y monitoreo.

Cuadro 34. Indicadores institucionales e instrumentales propuestos para el monitoreo del PNGIRH.

Eje Rector	Indicador	Unidad	Observaciones
Fortalecimiento institucional y sostenibilidad financiera	Dirección Nacional de Recursos Hídricos.	SI/NO	Se mide si el proceso político institucional es consistente con la Política Hídrica Nacional.
	Ley del Recurso Hídrico.	SI/NO	
Modernización del marco instrumental	Relación ingreso potencial/ ingreso real de cánones.	%	Se mide si los avances alcanzados permiten hacer realidad el concepto de sostenibilidad financiera para la gestión del recurso hídrico.
	Tiempo de respuesta a solicitudes de concesión.	Días	Se mide la eficiencia y efectividad de los sistemas y procedimientos para la gestión del recurso hídrico
	Porcentaje de caudal de vertidos que cuenta con autorización emitida por el Departamento de Aguas.	%	
	Variación porcentual del volumen de aguas concesionado.	(+/- %)	Se mide la efectividad de los instrumentos para hacer un uso más eficiente del agua.

Fuente: Elaboración propia



Cuadro 35. Indicadores de contribución de agua en desarrollo del país propuestos para el monitoreo del PNGIRH

Eje Rector	Indicador	Unidad	Observaciones
Soporte al desarrollo económico, el bienestar social y la armonía con el ambiente	Porcentaje de habitantes con servicio de agua potable en comunidades con menos de 5,000 habitantes.	%	Costa Rica tiene coberturas de agua potable de las más altas en Latinoamérica, pero esta situación global esconde desigualdades sociales. Por ello es importante medir los avances en las poblaciones más desfavorecidas y con ello, reflejar correctamente el sentido de las Metas del Milenio.
	Porcentaje de habitantes conectados a redes de alcantarillado en comunidades con más de 5,000 habitantes	%	Estos dos indicadores medirán los avances en materia de control de la contaminación, conservación de los ríos y acuíferos y consistencia con los principios de uso múltiple del agua.
	Porcentaje de caudales de aguas residuales que reciben tratamiento en comunidades con más de 5,000 habitantes	%	Se estará midiendo el impacto de los sistemas de riego en la producción agrícola nacional.
	Participación de la agricultura de riego en el Valor Total de la Producción Agrícola Nacional.	%	
	Participación de la agricultura de riego en el Valor Total de las Exportaciones Agrícolas.	%	Se estará midiendo el impacto de los sistemas de riego en la generación de divisas dentro del sector agropecuario.
	Participación de la generación hidroeléctrica respecto de la generación eléctrica total.	%	Se estará midiendo en qué medida se cumple la aspiración de reducir la dependencia del petróleo y la meta establecida de alcanzar el 100% de generación con recursos renovables. Se mide en términos generales el costo de oportunidad derivado de la asignación del agua.
	Productividad del agua en agricultura (PIB agricultura/m3 concesionados a la agricultura)	US\$/m3	
	Productividad del agua en industria (PIB primario/m3 concesionados a industria)	US\$/m3	
	Productividad del agua en electricidad (PIB electricidad/m3 concesionados a electricidad)	US\$/m3	

Fuente: Elaboración propia

8.3 Implementación en temas puntuales

Tal y como se señaló desde el inicio de este Plan, el objetivo fundamental del PNGIRH es trazar las grandes líneas conductoras de la gestión del recurso hídrico en Costa Rica.

Estas líneas se han desarrollado a lo largo de las secciones anteriores, conforme a las condiciones presentes y futuras del recurso, su utilización y las variables ambientales, económicas y sociales.

Paralelo a estas directrices de carácter macro, una serie de elementos puntuales han surgido a lo largo del proceso de construcción del Plan. Corresponden estos con temas relevantes en la gestión del recurso hídrico en general y que se son fundamentales para alcanzar los objetivos del PNGIRH. Estos temas se han dividido en cinco ejes de implementación: fortalecimiento institucional, desarrollo de capacidades, infraestructura en recursos hídricos, protección real del recurso hídrico y calidad de aguas y saneamiento.

A continuación se presentan una serie de acciones inmediatas, agrupadas por temas, para cada uno de estos cinco ejes. Cada tema desarrolla el objetivo general que para ese tema en particular busca el PNGIRH, las acciones inmediatas que se deberán tomar para alcanzar este objetivo, la responsabilidad del ente rector (MINAET) y de los actores coresponsables de su ejecución.

Por último, se identifica un tema adicional que plantea las acciones inmediatas para la Provincia de Guanacaste, que como se ha descrito a lo largo del Plan se presenta como una región del país con desafíos importantes a nivel de la disponibilidad, infraestructura, conflictos de uso y gestión en general.

En todos los casos el rol del MINAET, como entidad rectora del sector hídrico consta de tres pasos. En primera instancia, promueve acciones conjuntas con las instituciones del sector hídrico y actores públicos y privados (empresas y comunidades) para encontrar soluciones que integren una visión plural de las problemáticas. Estos actores se muestran en los cuadros temáticos. En segundo lugar, conduce los procesos que establezcan para el tratamiento de los temas hídricos relevantes; esta conducción va desde los procesos de consulta con los diversos actores hasta la identificación y contratación de estudios. En tercer lugar, tiene la responsabilidad de traducir los procesos de consulta y estudio en lineamientos que pueden tomar diferentes formas, desde directrices hasta reglamentos vía decretos ejecutivos y cuando corresponda inclusive, plantear posibles proyectos de ley.

8.3.1 Línea de acción: Fortalecimiento institucional

Tema		8.3.1.1. Rectoría
Objetivo		Posicionar al MINAET como ente rector del sector hídrico mediante el lanzamiento y divulgación del PNGIRH.
Acciones inmediatas		A. Lanzamiento y divulgación del documento Política Hídrica Nacional y la Gestión del Agua como Recurso y como Servicio B. Formalizar por la vía del Decreto la conformación del sector hídrico C. Lanzamiento del mas alto nivel del Plan Nacional para Gestión Integrada del Recurso Hídrico (PNGIRH) y realizar un proceso de divulgación y promoción a nivel nacional. D. Dar seguimiento y Monitoreo a la implementación de las iniciativas obra o proyectos integrados en el PNGIRH
Costo estimado		US\$40,000 (cuarenta mil dólares)
Fuentes de financiamiento		Cánones y cooperación internacional.
Actores		Directos: CNE, AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.

Fuente: Elaboración propia

Tema		8.3.1.2. Planificación de cánones
Objetivo		Permitir la utilización eficiente de los recursos generados por el canon de aprovechamiento y el canon por vertidos



Acciones inmediatas	A. Homologar los periodos, plazos y procedimientos de los cánones. B. Fortalecer la gestión financiera del Departamento de Aguas. C. Evaluar mediante indicadores medibles la recaudación efectiva de los cánones versus la recaudación potencial. D. Dar seguimiento y actualizar las proyecciones de ingresos por concepto de los cánones E. Asegurar la modernización de los instrumentos económicos, lo que incluye la puesta en marcha de incentivos y la ampliación a nuevos sectores (ej: canon por vertidos a fuentes difusas). F. Elaborar presupuestos con base en las proyecciones de ingresos que permitan financiar los temas prioritarios propuestos por el PNGIRH. G. Implementar un esquema de divulgación de los resultados de los cánones al público en general y especialmente a los sujetos de cobro.
Costo estimado	US\$40,000 (cuarenta mil dólares)
Fuentes de financiamiento	Cooperación internacional.
Actores	Directos: CNE, AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.

Tema	8.3.1.3. Concesiones
Objetivo	Modernizar y fortalecer la gestión de los derechos de aprovechamiento de agua a través de la disponibilidad de la información y mecanismos oportunos para su trámite y resolución, que permita un control efectivo de la utilización del recurso hídrico.
Acciones inmediatas	A. Depurar la información del Registro Nacional de Concesiones de aprovechamiento de agua a fin de garantizar la seguridad de la toma de decisiones. B. Desarrollar el expediente digital e integrar en el sistema de información interno como herramienta para la resolución oportuna y segura de las concesiones. C. Actualizar y fortalecer el portal electrónico del Departamento de Aguas amigable y de acceso ágil para los diferentes trámites relativos a las concesiones. D. Desarrollar la interconexión con las instituciones, organizaciones y empresas, públicas y privadas, involucradas en la prestación de los servicios, para incorporarlas al proceso de expediente digital, así mismo facilitar las resoluciones de inscripción y concesión de aguas. E. Integrar y simplificar los tramites en los procesos de concesión con las instituciones involucradas. F. Implementar Buenas Practicas para el uso eficiente del agua, a través del incentivo de reconocimiento establecido del Canon por aprovechamiento de agua. G. Desarrollar y facilitar una proceso de legalización de tomas de aguas superficiales y subterráneas bajo principios de seguridad jurídica y regulación de requisitos que permita la contabilización real del aprovechamiento de agua en Costa Rica. H. Desarrollar en una cuenca piloto mecanismos innovadores de la gestión de los derechos de agua en el marco de la Ley de Aguas No. 276. I. Promulgar la normativa en materia de regulación de la Desalinización y aprovechamiento de agua para los diferentes usos, todo conforme la viabilidad ambiental respectiva. J. Fortalecer al Departamento de Agua con los recursos humanos y logísticos necesarios.
Costo estimado	US\$350,000 (trescientos cincuenta mil dólares).
Fuentes de financiamiento	Cánones, cooperación internacional
Actores	Directos: ICE, AyA; SENARA, ESPH; JASEC, Municipalidades; ASADAS, ICAFE, INCOPECA, Registro de la Propiedad Complementarios: ARESEP; CGR; MS; MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, Cámaras empresariales.

8.3.2 Línea de acción: Desarrollo de capacidades

8.3.1.1. Rectoría	
Objetivo	Asegurar la existencia, disponibilidad y actualización permanente de la información necesaria para la gestión de los recursos hídricos
Acciones inmediatas	A. Ejecutar los proyectos de la red hidrometeorológica establecidas en el capítulo 7. B. Implementar el Sistema Nacional de Información para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (SINIGIRH). C. Integrar en un programa nacional, el monitoreo de calidad de cuerpos de agua que actualmente desarrollan por separado instituciones académicas (UCR, UNA) y las entidades gestoras del recurso hídrico.
Costo estimado	D. Promover un proyecto de revisión de la nomenclatura existente de los cuerpos de agua. US\$ 1,490,000 (un millón cuatrocientos noventa mil dólares)
Fuentes de financiamiento	Cooperación internacional
Actores	Directos: Comité Nacional de Hidrología y Meteorología. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.

Fuente: Elaboración propia

8.3.2.3. Inundaciones	
Objetivo	Atender preventivamente el riesgo a las inundaciones de las comunidades y obras Civiles
Acciones inmediatas	A. Realizar un inventario detallado de los diques en la zona caribe y determinar acerca de su funcionamiento efectivo. B. Gestionar en los permisos de descarga de agua producto del drenaje agrícola y urbano la presentación de estudio de simulación del comportamiento de la fuente receptora del caudal a descargar. C. Valorar el uso de reservorios reguladores temporales de caudal en cuencas con problemas de inundaciones. D. Inventario georeferenciado de fuentes y captaciones de agua para poblaciones en riesgo de contaminación por inundación, con el fin de evaluar y definir su situación.
Costo estimado	US\$130,000
Fuentes de financiamiento	Cooperación internacional
Actores	Directos: CNE, AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.

Fuente: Elaboración propia



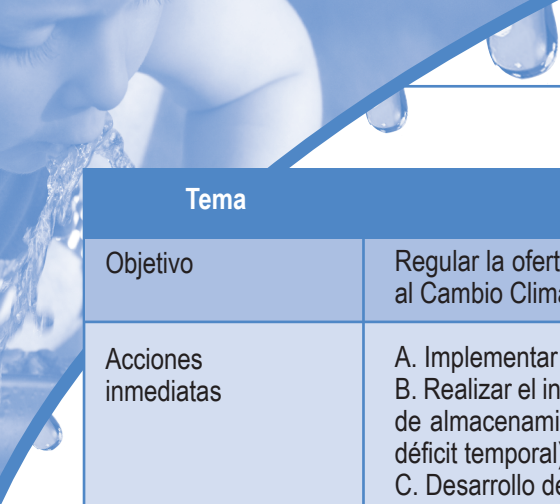
Tema		8.3.2.2. Cambio Climático
Objetivo	Desarrollar capacidades en la gestión del recurso hídrico para adaptar al país y reducir la vulnerabilidad al Cambio Climático.	
Acciones inmediatas	A. Acoger las recomendaciones planteadas por el Proyecto de Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba: Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica al cambio climático. Incluyendo, a. Ampliación del Parque Nacional Braulio Carrillo b. Mejoramiento de la infraestructura incluyendo suministro de agua potable, saneamiento y pluviales (ver Sección de Infraestructura) c. Programa de Información Pública sobre el tema (ver Sección de Información) d. Promover aprovechamiento de otras fuentes de agua (lluvia, reutilización). e. Fortalecimiento de la coordinación de la investigación. f. Fortalecimiento del programa de PSA. B. Desarrollar un Programa Nacional de Ahorro de Agua, el cual sea implementado por las instituciones operadoras de servicios públicos de abastecimiento de agua y alcantarillados, riego, energía. C. Desarrollar e implementar normas técnicas sobre accesorio y equipos de uso eficiente del agua, así como plantear incentivos fiscales que promuevan su instalación en los grandes, mediados y pequeños proyectos inmobiliarios particularmente en la zona costera del país. D. Con base en los estimados de variación climatológica, estimar la incidencia sobre la generación hidroeléctrica e incorporar este análisis en los planes de expansión del sector energético. E. Implementar programa de monitoreo de la explotación de las aguas subterráneas en la zona costera del país, con especial control a la salinización. F. Establecer normativa en materia de Caudal Mínimo Remanente (caudal ambiental). G. Evaluar la capacidad de almacenamiento de agua en todos los sectores y niveles (embalses, tanques, etc...) y proponer legislación al respecto.	
Costo estimado	US\$2,000,000	
Fuentes de financiamiento	Cooperación internacional, Proyecto PNUD -sección 7.1.5.4-(US\$900.000) Presupuesto nacional (US\$125,000)	
Actores	Directos: AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.	

Fuente: Elaboración propia

8.3.3 Línea de acción: Infraestructura en recursos hídricos

Tema		8.3.3.1. Trasvases
Objetivo	Aumentar la oferta hídrica en regiones con alto estrés hídrico sin menoscabo ambiental ni de las necesidades hídricas propias de la zona de origen.	
Acciones inmediatas	A. Estudio de fuentes potenciales de trasvases que permitan aumentar la oferta hídrica en regiones con alto stress hídrico	
Costo estimado	US\$ 30,000	
Fuentes de financiamiento	Cánones y Cooperación internacional	
Actores	Directos: AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.	

Fuente: Elaboración propia



Tema 8.3.3.2. Almacenamiento	
Objetivo	Regular la oferta hídrica para permitir su disponibilidad durante todo el año y atender la vulnerabilidad al Cambio Climático.
Acciones inmediatas	A. Implementar el Plan de Abastecimiento de Agua para Guanacaste. B. Realizar el inventario de la infraestructura y levantamiento georeferenciado de la capacidad nacional de almacenamiento de agua destinada al consumo humano (volumen y capacidad de repuesta ante déficit temporal). C. Desarrollo del Plan Maestro de Recurso Hídrico para abastecimiento de agua de la GAM. D. Reglamentar vía Decreto Ejecutivo el artículo 38 de la Ley de Planificación Urbana. E. Promover el uso del agua de lluvia por medio de programas de capacitación, campañas de divulgación y desarrollando programas pilotos.
Costo estimado	\$US 900,000
Fuentes de financiamiento	Cooperación internacional
Actores	Directos: AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.

Fuente: Elaboración propia

Tema 8.3.3.3. Cobertura del Servicio	
Objetivo	Atender oportunamente la demanda de agua para Consumo Humano
Acciones inmediatas	A. Reglamentar vía Decreto Ejecutivo el artículo 38 de la Ley de Planificación Urbana con el fin de permitir entre otros, la inversión mixta en infraestructura tendiente a asegurar la prestación del servicio de agua para Consumo Humano. Esta modalidad debe ser regulada y supervisada conjuntamente por la Dirección del Recurso Hídrico y el AyA. B. Fortalecer y modernizar la gestión de servicio de las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunes (ASADAC), por medio de la emisión de una nueva normativa de reglamentación. C. Establecer dentro de esta normativa las figuras jurídicas en las cuales recaiga la delegación facultativa del AyA (artículo 2, inciso g, Ley 2726) con el objetivo de asegurar la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado. D. Promover el mejoramiento de las redes de conducción y distribución de agua para las poblaciones.
Costo estimado	US\$10,000
Fuentes de financiamiento	Presupuesto nacional, Cánones
Actores	Directos: AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.

Fuente: Elaboración propia



8.3.4 Línea de acción: Protección del recurso hídrico

Tema		8.3.4.1. Protección real del Recurso Hídrico
Objetivo		Garantizar el recurso hídrico a través de mecanismos técnicos innovadores de la protección real y bajo principios de vulnerabilidad a la actividad humana y Cambio Climático.
Acciones inmediatas		A. Realizar un inventario de todas las aguas superficiales, acuíferos, áreas de recarga y nacientes del país, con la colaboración de las instituciones del sector hídrico. B. Revisar y normar las zonas de Reserva de Agua en los acuíferos que por su importancia para el abastecimiento de agua para las poblaciones así lo ameriten, por ejemplo Colima Superior e Inferior, Moín, Barranca, etc. C. Procurar una reserva anticipada de caudales en las fuentes de abasto que se identifiquen a futuro y de esta forma, asegurar un suministro de agua confiable. D. Desarrollo y puesta en marcha de programas para la protección de las fuentes. E. Inversión en la protección de las zonas de importancia para el régimen hídrico garantizando la inversión del 25 % en pago de servicios ambiental dispuesto en el Decreto del Canon de Aprovechamiento de aguas, y desarrollando proyectos de gestión. F. Revisar y evaluar la eficiencia y eficacia de los mecanismos legales actuales de protección del agua, y proponer la protección bajo el principio de las reglas de la ciencia y la técnica. G. Promover el otorgamiento de los créditos preferenciales que establece el artículo 113 de la Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 de 4 de octubre de 1995 y los incentivos a los que se refiere el artículo 100 de la Ley de Biodiversidad, N° 7788 de 30 de abril de 1998, a sectores públicos y privados, que adopten buenas prácticas ambientales y tecnologías limpias, así como esquemas voluntarios que propicien el uso eficiente del recurso hídrico y la calidad ambiental de los cuerpos de agua de conformidad con la normativa vigente. H. Desarrollo de normativa en materia de política en saneamiento de aguas residuales el cual deberá atenderse mediante el uso de un sistema tratamiento. Cuando exista comprobada imposibilidad material, se permitirá en categoría de excepción, el uso de tanque séptico siempre que se demuestre que las condiciones hidrogeológicas del suelo, subsuelo y la vulnerabilidad de acuíferos y cuerpos de agua superficial así lo permitan, de tal forma que no se ponga en riesgo la calidad de las aguas. I. Hacer que los entes operadores responsables del servicio de saneamiento procedan a elaborar los planes para la eliminación progresiva de los tanques sépticos en los centros de alta densidad y consecuente interconexión al sistema de alcantarillado sanitario. J. Promover y facilitar la reutilización de las aguas en actividades paisajísticas, recreativas, agrícolas, recarga de acuíferos por infiltración o inyección artificial, uso industrial, generación hidroeléctrica y abastecimiento poblacional no potable
Costo estimado		US\$1,500,000 (un millón y medio de dólares)
Fuentes de financiamiento		Cooperación internacional
Actores		Directos: ICE, AyA; SENARA, ESPH; JASEC, Municipalidades; ASADAS, ICAFE, INCOPECA Complementarios: FONAFIFO, ARESEP; CGR; MS; MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA.

Fuente: Elaboración propia

Tema

8.3.4.2. Manejo Estratégico de las Aguas Subterráneas

Objetivo	Garantizar la oferta de recursos hídricos subterráneos para contribuir a la sustentabilidad y crecimiento.
Acciones inmediatas	A. Promover la aprobación en la Asamblea Legislativa y ejecutar el Proyecto PROGIRH del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento. B. Elaborar e implementar un Programa Nacional de Monitoreo de la Extracción de Aguas Subterráneas. C. Evaluar, actualizar y normar por Decreto Ejecutivo, en el marco de la GIRH, las zonas de reserva de agua de los acuíferos destinados al uso poblacional. D. Establecer y actualizar el inventario, caracterización y mapeo de acuíferos así como su formalización. E. Actualizar la normativa en materia de Reglamentación de la Perforación de Pozos para la Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas. F. Evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos costeros. G. Estudiar y desarrollar propuestas de posibles zonas de reserva de acuíferos para uso poblacional.
Costo estimado	US\$500,000
Fuentes de financiamiento	PROGIRH
Actores	Directos: MEIC; AyA, SENARA, IMN, ICE; Sector privado de riego. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MINSA.

Fuente: Elaboración propia

8.3.5 Línea de acción: Calidad de las aguas

Tema

8.3.5.1. Alcantarillado Sanitario

Objetivo	Incrementar la cobertura de los servicios de alcantarillado sanitario
Acciones inmediatas	A. Aprovechamiento aguas residuales: Promover la investigación de la reutilización de las aguas residuales. Promover el desarrollo técnico y autosuficiencia financiera de los operadores del país. Tratar las aguas residuales generadas y fomentar su reuso e intercambio. Fortalecer el desarrollo técnico y la autosuficiencia financiera de los organismos operadores del país, a través del incremento en su eficiencia global y la prestación de mejores servicios sanitarios. Crear conciencia entre la población sobre la necesidad del pago y uso responsable y eficiente del tratamiento de aguas residuales. B. Incentivar el intercambio de agua de primer uso por agua residual tratada. Crear conciencia entre la población sobre la necesidad del pago y uso responsable y eficiente del agua. Informar oportuna y eficazmente a la población sobre la escasez del agua, los costos de proveerla, su uso responsable y su valor económico, sanitario, social y ambiental. Impulsar el desarrollo institucional Difundir la información a todos los interesados



	C. Manejo de lodos sépticos Conformar una base de datos de las empresas recolectoras de lodos sépticos. Promover un registro de proveedores de las empresas recolectoras de lodos sépticos. Contar con un sistema nacional de información de los recolectores de lodos para recopilar y organizar toda la información relevante para la gestión de recursos hídricos, así como para facilitar los análisis y estudios requeridos. D. Normativa Avanzar hacia un sistema en dónde el visado correspondiente a obras no deberá ser otorgado cuando estas no cuenten más que con tanque séptico como sistema de evacuación de las aguas residuales. Promover la normativa necesaria para el uso y aprovechamiento de las aguas residuales, aguas pluviales, lodos sépticos y aprovechamiento energético. Consolidar un sistema integral de medición de las diferentes componentes del ciclo hidrológico.
Costo estimado	US\$100,000
Fuentes de financiamiento	Cooperación internacional
Actores	Directos: MEIC; SENARA; Cámaras Empresariales, usuarios industriales y sus organizaciones. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MINSA, MICIT.

Fuente: Elaboración propia

Tema	8.3.5.2. Infiltración de aguas en acuíferos
Objetivo	Promover la sostenibilidad del régimen hídrico en los acuíferos
Acciones inmediatas	A. Estudiar la viabilidad técnica, ambiental, y económica de la recarga de acuífero utilizando las técnicas de infiltración artificial e inyección de agua. B. Reglamentar vía Decreto Ejecutivo la regulación en materia de infiltración artificial e inyección de agua en acuíferos. C. Incentivar el Pago de Servicios Ambientales en zonas de régimen hídrico prioritarias. D. Normar vía Decreto las variables técnicas y ambientales mínimas en materia protección del recurso hídrico que deben incorporarse en los Planes Reguladores.
Costo estimado	US\$35,000
Fuentes de financiamiento	Cánones, cooperación internacional
Actores	Directos: AyA, SENARA, IMN, ICE, FONAFIFO; Sector Privado. Complementarios: MIDEPLAN; MINISTERIO DE HACIENDA; MEIC; MEIC, MINSA.

Fuente: Elaboración propia

Tema 8.3.5.3. Contaminación difusa de sectores productivos	
Objetivo	Disminuir los vertidos difusos provenientes de las actividades productivas
Acciones inmediatas	A. Canon de vertidos Estudiar nuevos instrumentos económicos para internalizar la contaminación difusa. Eventualmente la internalización de esta contaminación difusa se puede hacer a través de insumos como fertilizantes químicos. Incorporar con un pago mínimo al sector agrícola de riego, de forma que se reconozca -simbólicamente en un inicio- que el sector también contamina. B. Promover la producción más limpia en el sector agrícola. Promover la investigación aplicada y la transferencia tecnológica. Fortalecer la autosuficiencia técnica y financiera de los organismos para la producción más limpia Explorar mecanismos de reconocimiento por inversiones en producción más limpia en los Cánones. Crear incentivos en las cuencas hidrológicas donde se demuestre la disminución de la contaminación
Costo estimado	US\$25,000
Fuentes de financiamiento	Cánones, Cooperación internacional
Actores	Directos: MEIC; AyA, Cámara de Agricultura y Agroindustria, Cámaras Agropecuarias Complementarios: MAG; MEIC; MINSA, ICE.

Fuente: Elaboración propia

Tema 8.3.5.4. Contaminación puntual de sectores productivos	
Objetivo	Disminuir los vertidos puntuales provenientes de las actividades productivas
Acciones inmediatas	A. Canon de vertidos Divulgar entre la población y los sectores económicos el instrumento del Canon por Vertidos, haciendo énfasis sobre los procedimientos y los plazos de pago, así como los beneficios del mismo. Promover el estudio de contaminantes procedentes de actividades de industria y comercio como: Biocidas, fitosanitarios, sólidos en suspensión, eutrofizantes (NO₃ y PO₄) y consumidores de O₂ (DBO₅ o DQO). B. Desechos peligrosos Estudiar la caracterización de las fuentes de contaminación ocasionadas por la industria y comercio de las aguas con contaminantes químicos Investigar la presencia de contaminantes en las cuencas hidrológicas Aplicar las sanciones correspondientes por contaminación con sustancias procedentes de actividades de industria y comercio a concentraciones superiores a las normas de calidad ambiental vigentes Incorporar progresivamente al Canon por Vertidos metales pesados y otras sustancias peligrosas.



	C. Promover la producción más limpia Promover la investigación aplicada y la transferencia tecnológica. Promover el desarrollo y difusión de tecnologías más efectivas y eficientes para uso de la producción más limpia. Consolidar la investigación aplicada y la transferencia tecnológica. Fortalecer la autosuficiencia técnica y financiera de los organismos para la producción más limpia Explorar mecanismos de reconocimiento por inversiones en producción más limpia en los Cánones. Crear incentivos en las cuencas hidrológicas donde se demuestre la disminución de la contaminación
Costo estimado	US\$35,000
Fuentes de financiamiento	Cánones, Cooperación internacional
Actores	Directos: MEIC; AyA, Cámaras empresariales Complementarios: MIDEPLAN; MEIC; MINSA, ICE.

Fuente: Elaboración propia

8.3.6 Línea de acción: caso de estudio, gestión integrada del agua en la provincia de Guanacaste

Tema	8.3.6.1. Gestión integrada del agua en la provincia de Guanacaste
Objetivo	Garantizar que el suministro de agua en esta provincia, este disponible para todos los usuarios del recurso, priorizando en las comunidades a partir de un aumento de la oferta. Mejorar la infraestructura hidráulica de la provincia y disminuir los conflictos por el uso del recurso, en la provincia donde el recurso ha mostrado conflictos entre usos y usuarios. Promover un uso eficiente del agua en la provincia y la búsqueda de la sostenibilidad ambiental de las fuentes y acuíferos.
Acciones inmediatas	A. Descentralizar la Dirección de Aguas del MINAET, a fin de que haya presencia institucional en la provincia, para una respuesta más oportuna a los ciudadanos y a la vez, un mejor control de las extracciones y usos. Esta dependencia deberá tener los recursos presupuestarios necesarios para el funcionamiento efectivo. B. Revisión profunda de los posibles usos ilegales y proceder a realizar las denuncias respectivas, a fin de ordenar las demandas del recurso y contar con un verdadero mapeo de usuarios y cantidad de extracciones de agua superficial y subterránea. C. Concluir los estudios de factibilidad y diseño del Proyecto Río Piedras, sobre el cual se realizó un concurso internacional, y se está a la espera de la selección y adjudicación de los estudios. Los recursos provienen del contrato de Préstamo no Reembolsable de Carácter Contingente entre BCIE y el SENARA por un monto de US\$413.000. D. Realizar el concurso internacional para la elaboración del Estudio de Factibilidad, Diseño Definitivo y Documentos de Licitación para la Construcción de la Presa - Embalse La Cueva. Los recursos necesarios, US\$500.000, provienen del Fondo de Turismo de los Concesionarios del Golfo Turístico de Papagayo y ya están autorizados. E. Conclusión de las obras necesarias para la desviación de un metro cúbico de aguas provenientes del Distrito de Riego Arenal – Tempisque, sección Canal Oeste, hacia la margen derecho del río Tempisque, bajo un sistema de entubamiento y tratamiento posterior, en planta a construir en Palmira de Carrillo. Este caudal será destinado solo a agua potable y será administrado por el AyA..

F. Una vez, concluidos los estudios de factibilidad y diseño de los embalses de Río Piedras y La Cueva, se requiere la búsqueda del financiamiento necesario, para lo cual también deberá solicitarse apoyo del sector privado, especialmente del sector agrícola y turístico.

G. Impulsar programas para la protección de las fuentes a agua, especialmente de aquellas que son fuente de acueductos, que están llevando a cabo las Áreas de Conservación (ACT, ACG y ACA) así como organizaciones no gubernamentales, tales como Nicoyagua, Fundación Cerros de Jesús, Fundación Monte Alto, FUNDACA.

H. Actualizar los estudios de aguas subterráneas, en especial en la margen derecha del río Tempisque.

I. Modernizar las plantas de tratamiento de aguas del AyA en Liberia, Cañas y Nicoya a fin de mejorar su capacidad y eficiencia, logrando una mejora en los vertimientos de los sistemas de alcantarillado.

J. Coordinación con las municipalidades para eliminar vertimientos directos a los cauces de los ríos que atraviesan ciudades o caseríos.

K. Propiciar el incremento de capacidades de los cuadros gerenciales y técnicos de las ASADAS de Guanacaste. Crear la Federación de ASADAS de Guanacaste.

L. Involucrar al sector turístico en una campaña de uso eficiente del agua en los hoteles de la provincia lo que puede llevar a una certificación ambiental de estos sitios que a la vez puedan utilizar en sus proceso de mercadeo.

M. Coordinación entre el ICE y del SENAR respecto a los caudales de agua necesarios para la operación eficiente del Proyecto de Riego Arenal Tempisque y del complejo hidroeléctrico Arenal, Corobici y Sandillal.

N. Impulsar la aprobación en la Asamblea Legislativa del Proyecto de Gestión Integrada del Recurso Hídrico, impulsado por el SENARA y el cual considera la ampliación del proyecto de riego Arenal-Tempisque con la ampliación del canal del sur, así como recursos financieros para estudios del potencial de aguas subterráneas y estado de los acuíferos, especialmente algunos costeros. Este proyecto se encuentra dictaminado y en el Plenario Legislativo.

O. Mantener y aumentar las áreas con pago por servicios ambientales, a fin de mantener sin alterar aquellas áreas que han empezado la recuperación forestal y por otro lado, empezar la recuperación de nuevas áreas, especialmente aquellas donde se da la recarga acuífera o zonas de fragilidad.

P. Coordinar con el Tribunal Ambiental "barridas ambientales" a fin de detectar empresas, desarrolladores inmobiliarios o individuos que violen la normativa ambiental y que afecten, de esta forma, los manglares, esteros, áreas de recarga, ríos o lagos.

Q. El Ministerio de Salud mantendrá la vigilancia de las empresas que recogen lodos sépticos a fin de que cumplan con los requerimientos de recolección, transporte y tratamiento de los lodos, a fin de evitar eventos de contaminación como los que se han presentado en el pasado.

Costo estimado	US\$1,200,000
Fuentes de financiamiento	Cooperación internacional y presupuesto nacional
Actores	Directos: ICE, AyA, SENARA, Municipalidades; ASADAS, Ministerio de Salud. Complementarios: FONAFIFO, MINISTERIO DE HACIENDA, ONGs de la provincia.

Fuente: Elaboración propia

8.3.7 Síntesis de los costos estimados para temas puntuales de la implementación

En su agregado, el PNGIRH estima que el costo de estas iniciativas para las acciones prioritarias asciende US\$ 8,385,000 dólares durante los próximos 5 años. Este monto, sin embargo, sólo considera los aspectos de gestión, procesos y estudios que se plantean en esta sección y no tanto las iniciativas de inversión sectoriales y de aprovechamiento de agua que ya han sido señaladas en el capítulo 7 del Plan. Una síntesis de estos costos estimados se presenta en el Cuadro 36.

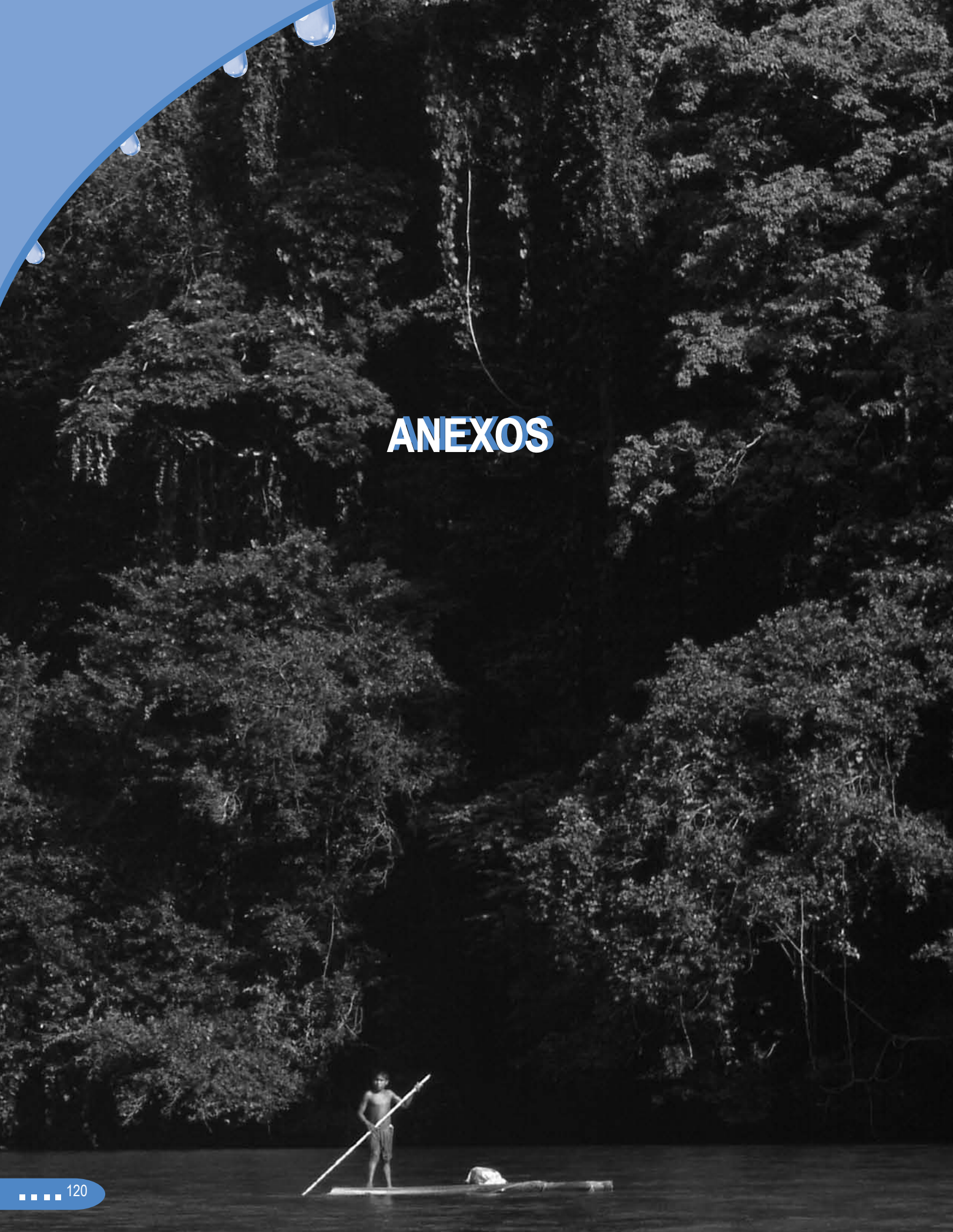
Es importante señalar que las fuentes de financiamiento de manera general son el Presupuesto nacional, los nuevos ingresos por concepto de los cánones y la cooperación internacional, además de posibles convenios con los operadores y el sector privado en general.



Cuadro 36. Síntesis de costos estimados para la implementación de la GIRH

	Costo estimado	
Rectoría	US\$	40,000
Cánones	US\$	40,000
Concesiones	US\$	350,000
Información hidrometeorológica	US\$	1,490,000
Cambio Climático	US\$	2,000,000
Inundaciones	US\$	130,000
Trasvases	US\$	30,000
Almacenamiento	US\$	900,000
Cobertura del servicio	US\$	10,000
Protección real del recurso hídrico	US\$	1,500,000
Manejo estratégico de las aguas subterráneas	US\$	500,000
Alcantarillado sanitario	US\$	100,000
Infiltración de aguas en acuíferos	US\$	35,000
Contaminación difusa de sectores productivos	US\$	25,000
Contaminación puntual de sectores productivos	US\$	35,000
Gestión integrada del agua en Guanacaste	US\$	1,200,000
Total	US\$	8,385,000

Fuente: Elaboración propia

A black and white photograph of a dense tropical forest. In the foreground, a person stands on a small raft or log floating on a body of water, holding a long pole. The background is filled with thick foliage and trees. A blue curved graphic element with white dots is in the top left corner.

ANEXOS

**CARTERA DE INICIATIVA
PROYECTOS INSTITUCIONALES:**

- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
- Instituto Costarricense de Electricidad
- Servicio Nacional de Agua Subterráneas, Riego y Avenamiento
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.
- Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago
- Empresa de Seervicio Públicos de Heredia, S.A.

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
30	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Malinche de Chomes	AYA	PROYECCION	Abangares
33	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Luis de Monteverde	AYA	PROYECCION	Abangares
90	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Elena y Cerro Plano de Monteverde de Puntarenas	AYA	PROYECCION	Abangares
73	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Dondonia de Limon	AYA	TERMINADO	Banano
126	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Esparza	AYA	PROYECCION	Barranca
127	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de San Ramón-Palmare	AYA	PROYECCION	Barranca
74	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Bahía y Uvita de Osa	AYA	TERMINADO	Baru
91	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Paso Lajas de Cañas	AYA	PROYECCION	Bebadero
157	Consumo Humano	Trasvase de Río Piedras	AYA	ND	Bebadero
34	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de El Patio de San Cristóbal	AYA	EJECUCION	Chirripo
76	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Caracol y la Fortuna de Corredores	AYA	EJECUCION	Esquinas
106	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Cocal Amarillo de Pavón de Golfito	AYA	PROYECCION	Esquinas
108	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Paso Higueron y Las Trenzas de Golfito	AYA	PROYECCION	Esquinas
63	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Patastillo y Santa fe de Guatuso	AYA	EJECUCION	Frío
64	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Buena Vista de Guatuso	AYA	EJECUCION	Frío
65	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Rafael de Guatuso	AYA	EJECUCION	Frío
35	Consumo Humano	Abastecimiento de agua potable para la comunidad de Alto Naranjo de Atenas	AYA	TERMINADO	Grande de Tárcos
36	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Rincon Alto de Naranjo	AYA	TERMINADO	Grande de Tárcos
37	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Los Cartagos de Santa Barbara	AYA	TERMINADO	Grande de Tárcos
38	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Concepcion de San Ramon	AYA	TERMINADO	Grande de Tárcos
39	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Pedro y San Pablo de Turubares	AYA	EJECUCION	Grande de Tárcos
128	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Pasito de Alajuela	AYA	PROYECCION	Grande de Tárcos
129	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Atenas.	AYA	PROYECCION	Grande de Tárcos
130	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Noreste de San José (Primera fase)	AYA	PROYECCION	Grande de Tárcos
142	Consumo Humano	Sustitución Redes San José, Desamparados, Goicoechea, Alajuelita, Vásquez de Coronado, Tibás, Moravia, Montes Oca y Curridabat	AYA	PROYECCION	Grande de Tárcos



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año inicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Abangares	Pozos, nacientes	0.29	498	Personas	2008	2008	0.26	FODESAF
Abangares	SUB-SUPERFICIAL	0.08	552	Personas	2008	2008	0.51	FODESAF
Abangares	Nacientes	0.88	4010	Personas	2008	2008	0.29	KFW
Resto	SUBTERANEA	0.12	855	Personas	2002	2002	0.12	FODESAF
Barranca	Pozos, agua superficial y subsuperficial, nuevos pozos	5.865696	27732	Personas	2011	2011	2.30	BCIE
Barranca	Pozos y manantiales, agua superficial, nuevos pozos, nueva agua superficial	11.0376	113306	Personas	2010	2010	7.98	BCIE
Resto	Aguas superficiales y subteraneas	0.66	4830	Personas	2002	2002	0.17	FODESAF
Tempisque Bebedero	Nuevos Pozos	0.27	294	Personas	2008	2008	0.08	KFW
Tempisque Bebedero	ND	31.536	112260	ND	2015	2015	50	Por definir
Chiripo	SUBTERANEA	0.21	1500	Personas	2004	2008	0.38	FODESAF
Resto	SUB-SUPERFICIALES	0.72	4371	Personas	2002	2008	0.51	FODESAF
Resto	Nacientes	0.22	750	Personas	2008	2008	0.12	KFW
Resto	Nuevos Pozos	0.13	320	Personas	2008	2008	0.1	KFW
Río Frio	SUB-SUPERFICIAL	0.52	3159	Personas	2001	2001	1.56	FODESAF
Río Frio	AGUAS SUPERFICIALES	0.75	3452	Personas	2001	2001	0.56	FODESAF
Río Frio	SUB-SUPERFICIAL	0.65	4758	Personas	2002	2002	0.55	FODESAF
Grande de Tárcoles	RIO CACAO – RIO GRANDE	0.22	1032	Personas	2002	2002	0.12	FODESAF
Grande de Tárcoles	SUB-SUPERFICIAL	0.09	675	Personas	2003	2003	0.16	FODESAF
Grande de Tárcoles	SUB-SUPERFICIAL	0.09	684	Personas	2005	2005	0.09	FODESAF
Grande de Tárcoles	SUB-SUPERFICIALES	0.25	1841	Personas	2008	2008	0.62	FODESAF
Grande de Tárcoles	SUB-SUPERFICIAL	0.65	3930	Personas	2002	2002	1.50	FODESAF
Grande de Tárcoles	Pozos, agua superficial, nuevos pozos	11.132208	88734	Personas	2009	2009	3.30	BCIE
Grande de Tárcoles	Pozos, agua superficial y subsuperficial, nueva agua superficial	6.289994815	25298	Personas	2011	2011	1.33	BCIE
Grande de Tárcoles	Agua superficial, nuevos pozos	44.686512	277780	Personas	2008	2008	8.71	BCIE
Grande de Tárcoles	ND	ND	2461539	Personas	2008	2008	0.19	BCIE

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
151	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potable Puriscal-Mastatal	AYA	DISEÑO	Grande de Tárcoles
159	Consumo Humano	Planta potabilizadora Río Segundo	ESPH	PROYECCION	Grande de Tárcoles
135	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potable para la Zona Oeste de San José	AYA	PROYECCION	Grande de Tárcoles
40	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Ujarras de Buenos Aires	AYA	EJECUCION	Grande de Térraba
41	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Changuena de Buenos Aires	AYA	EJECUCION	Grande de Térraba
42	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de la Lucha de Potrero Grande	AYA	TERMINADO	Grande de Térraba
43	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Concepcion y Oratorio de Perez Zeledon	AYA	TERMINADO	Grande de Térraba
44	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Antonio de Pejibaye	AYA	TERMINADO	Grande de Térraba
92	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Rosa de Buenos Aires	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
93	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Guagaral y La Virgen de Colinas de Buenos Aires	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
94	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Capri Mosca de Buenos Aires	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
95	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Pilares y Villa Roma de Agua Buena	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
96	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Terraba de Potrero Grande	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
97	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Bella Vista de Boruca	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
98	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Concepcion de Pilas de Buenos Aires	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
99	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Colinas de Filadelfia de Buenos Aires	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
131	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Palmar Norte	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
132	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Ciudad Cortés	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
133	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Buenos Aires	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
134	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Pérez Zeledón	AYA	PROYECCION	Grande de Térraba
78	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Asentamiento Labrador de San Mateo	AYA	EJECUCION	Jesús María
111	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Parcela de San Juan Chiquito	AYA	PROYECCION	Jesús María



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año inicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Grande de Tárcoles	ND	0.10690704	1728	ND	2015	2015	0.06	FODESAF
Grande de Tárcoles	Río Segundo	1.58	7600	Personas	2008 -	2009	0.535	ESPH
Grande de Tárcoles	Nuevos pozos, nueva superficial	25.2288	285996	Personas	2009	2008	25.03	BCIE
Grande de Térraba	SUB-SUPERFICIAL	0.08	582	Personas	2008	2008	0.79	FODESAF
Grande de Térraba	SUB-SUPERFICIALES	0.18	1095	Personas	2008	2002	0.82	FODESAF
Grande de Térraba	SUB-SUPERFICIAL	0.17	1230	Personas	2002	2004	0.13	FODESAF
Grande de Térraba	SUPERFICIAL	0.17	1269	Personas	2000	2000	0.82	FODESAF
Grande de Térraba	SUPERFICIAL	1.43	8700	Personas	2002	2002	0.88	FODESAF
Grande de Térraba	Nueva Quebrada	0.13	275	Personas	2008	2008	0.06	KFW
Grande de Térraba	Nueva Quebrada	0.41	300	Personas	2008	2008	0.21	KFW
Grande de Térraba	Nuevas Nacientes	0.10	300	Personas	2008	2008	0.1	KFW
Grande de Térraba	Nacientes	0.07	475	Personas	2008	2008	0.18	KFW
Grande de Térraba	Naciente y nuevos pozos	0.53	1175	Personas	2008	2008	0.16	KFW
Grande de Térraba	Nacientes	0.22	1825	Personas	2008	2008	0.78	KFW
Grande de Térraba	Naciente y Quebrada	1.00	1866	Personas	2008	2008	0.87	KFW
Grande de Térraba	Nacientes	0.13	530	Personas	2008	2008	0.05	KFW
Grande de Térraba	Agua superficial, nuevos pozos	2.6931744	4332	Personas	2011	2011	0.83	BCIE
Grande de Térraba	Agua superficial, nueva agua superficial	3.1536	5383	Personas	2011	2011	0.65	BCIE
Grande de Térraba	Agua superficial, nueva agua superficial	2.585952	18783	Personas	2011	2011	3.06	BCIE
Grande de Térraba	Manantiales, pozos, agua superficial, nueva agua superficial	16.177968	125829	Personas	2008	2008	8.62	BCIE
Resto	AGUA SUBTERRANEAS	0.32	2355	Personas	2005	2005	0.23	FODESAF
Resto	Nuevos Pozos	0.16	230	Personas	2008	2008	0.14	KFW

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
140	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de San Mateo	AYA	PROYECCION	Jesús María
77	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Cerere de Limon	AYA	EJECUCION	La Estrella
80	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Rita de Limon	AYA	PROYECCION	Moin
81	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Loma Linda de Liverpool	AYA	TERMINADO	Moin
31	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Alto Ñari	AYA	PROYECCION	ND
32	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Tsiniclori de Turrialba	AYA	PROYECCION	ND
47	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de La Polca de Puriscal	AYA	TERMINADO	ND
57	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Punta Cuchillos e Isla Cedros	AYA	TERMINADO	ND
75	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Bello Oriente de Agua Buena	AYA	EJECUCION	ND
79	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Ñari-Nak de Turrialba	AYA	PROYECCION	ND
85	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Plomo de Pocosol	AYA	TERMINADO	ND
89	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Bijagual de Acosta	AYA	TERMINADO	ND
105	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Arco Iris de los Chiles	AYA	PROYECCION	ND
107	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Vereh Kilometros de Corredores	AYA	PROYECCION	ND
109	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Rio Claro de Pavones de Golfito	AYA	PROYECCION	ND
110	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de La Guaria de Valle la Estrella de Limon	AYA	PROYECCION	ND
112	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del San Jorge de Ducari de Guacimo	AYA	PROYECCION	ND
114	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del El Peje del Cairo de Siquirres	AYA	PROYECCION	ND
115	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Santa Maria de Matina (Cuba Creek)	AYA	PROYECCION	ND
116	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del San Isidro de Pascua de la Florida de Siquirres	AYA	PROYECCION	ND
117	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Proyecto integrado de Sixaola de Talamanca	AYA	PROYECCION	ND
121	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Martin del Indio de la Rita de Pococi	AYA	PROYECCION	ND
122	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Asentamiento El Gallito del Amparo de los Chiles	AYA	PROYECCION	ND
125	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de México y San Ramón de Upala	AYA	PROYECCION	ND



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año inicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Resto	Pozos, agua superficial, nueva agua superficial	1.10376	4348	Personas	2008	2008	0.29	BCIE
Resto	AGUA SUBTERRANEAS	0.07	513	Personas	2003	2003	0.06	FODESAF
Resto	SUB-SUPERFICIAL	0.02	156	Personas	2008	2008	0.08	FODESAF
Resto	SUBTERANEA	0.02	180	Personas	2001	2001	0.03	FODESAF
Resto	subteraneo	0.01	24	Personas	2008	2008	0.02	FODESAF
Resto	subteraneo	0.03	168	Personas	2008	2008	0.02	FODESAF
Resto	ND	0.05	330	Personas	2005	2005	0.04	FODESAF
Resto	AGUAS SUBTERRANEAS	0.16	576	Personas	2004	2004	0.06	FODESAF
Resto	ND	0.04	315	Personas	2006	2006	0.06	FODESAF
Resto	ND	0.03	210	Personas	2008	2008	0.03	FODESAF
Resto	ND	0.18	1350	Personas	2004	2004	0.35	FODESAF
Resto	ND	0.12	891	Personas	2004	2004	0.14	FODESAF
Resto	Pozos	0.05	300	Personas	2008	2008	0.4	KFW
Resto	Nuevos Pozos	0.73	3720	Personas	2009	2009	2	KFW
Resto	Nuevas nacientes	0.10	80	Personas	2010	2010	ND	KFW
Resto	Subteraneo	0.84	3414	Personas	2009	2009	sin definir.	KFW
Resto	AGUA SUBTERRANEAS	ND	330	Personas	2008	2008	0.11	KFW
Resto	Pozos	0.33	600	Personas	2008	2008	0.1	KFW
Resto	Pozos	0.56	1403	Personas	2008	2008	0.49	KFW
Resto	Nacientes	0.09	ND	Personas	ND	ND	ND	KFW
Resto	Pozos	ND	ND	Personas	ND	ND	ND	KFW
Resto	Nuevos Pozos	0.14	5479	Personas	2008	2008	0.92	KFW
Resto	Nacientes	0.05	580	Personas	2008	2008	0.15	KFW
Resto	Nuevas nacientes	1.69	1308	Personas	2008	2008	0.44	KFW

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
153	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potables Oroquí de Chomes	AYA	ND	ND
45	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Paso Marcos de Turrialba	AYA	PROYECCION	Pacuaire
46	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Cultivez de Pacuarito	AYA	EJECUCION	Pacuaire
48	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Carlos de Tarrazu	AYA	EJECUCION	Parrita
49	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Ceiba Este de Acosta	AYA	TERMINADO	Parrita
50	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Sabanas y Sabanillas de Acosta	AYA	TERMINADO	Parrita
51	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Gabriel de Aserri	AYA	EJECUCION	Parrita
52	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Quebrada Nando de Nandayure	AYA	PROYECCION	Península de Nicoya
53	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Maquenco de Nicoya	AYA	PROYECCION	Península de Nicoya
54	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Pozo de Agua de Nicoya	AYA	PROYECCION	Península de Nicoya
55	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Bajo Los Negros de Paquera	AYA	PROYECCION	Península de Nicoya
56	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Río Negro de Cobano	AYA	EJECUCION	Península de Nicoya
100	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Canjelito de San Pablo de Nandayure	AYA	PROYECCION	Península de Nicoya
101	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Rosa De Tamarindo de Santa Cruz	AYA	PROYECCION	Península de Nicoya
139	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Nicoya	AYA	PROYECCION	Península de Nicoya
154	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potable de Tamarindo	AYA	ND	Península de Nicoya
156	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potable de Ocotál	AYA	ND	Península de Nicoya
137	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Golfito	AYA	PROYECCION	Península de Osa
83	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Las nubes de los Chiles	AYA	TERMINADO	Pocosol
84	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Cristo Rey de los Chiles	AYA	EJECUCION	Pocosol
58	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Verbena de Turrialba	AYA	EJECUCION	Reventazón
59	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Sahara de Matina	AYA	EJECUCION	Reventazón
60	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Orosi de Cartago	AYA	EJECUCION	Reventazón
61	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Bermejo de Cartago	AYA	TERMINADO	Reventazón
62	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Cocal de Siquirres	AYA	EJECUCION	Reventazón
102	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Tres Millas del Cairo de Siquirres	AYA	PROYECCION	Reventazón
103	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Las Vegas y Altos de Río Hondo de Pacuarito	AYA	PROYECCION	Reventazón
190	Consumo Humano	Río Sombrero	JASEC	Diseño	Reventazón
196	Consumo Humano	Río Naranjo	JASEC	Visión	Reventazón



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año inicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Resto	ND	0.08861616	1296	ND	2015	2015	0.226	FODESAF
Pacuare	SUB-SUPERFICIAL	0.01	72	Personas	2008	2008	0.03	FODESAF
Pacuare	SUBTERANEA	0.08	576	Personas	2005	2005	0.67	FODESAF
Parrita	SUB-SUPERFICIAL	0.14	1020	Personas	2003	2003	0.19	FODESAF
Parrita	SUB-SUPERFICIALES	0.15	1074	Personas	2001	2001	0.15	FODESAF
Parrita	SUB-SUPERFICIAL	0.26	2343	Personas	2001	2001	0.34	FODESAF
Parrita	SUB-SUPERFICIAL Y SUPERFICIAL	0.72	5256	Personas	1996	2008	1.07	FODESAF
Península de Nicoya	SUBTERRANEA	0.03	222	Personas	2008	2008	0.15	FODESAF
Península de Nicoya	AGUAS SUBTERRANEAS	0.09	960	Personas	2007	2007	0.52	FODESAF
Península de Nicoya	ND	0.12	855	Personas	2008	2008	0.01	FODESAF
Península de Nicoya	AGUAS SUBTERRANEAS	0.15	1083	Personas	2008	2008	0.29	FODESAF
Península de Nicoya	AGUAS SUBTERRANEAS	0.58	3558	Personas	2004	2004	0.17	FODESAF
Península de Nicoya	Pozos	0.25	250	Personas	2008	2008	0.06	KFW
Península de Nicoya	Pozos	0.50	1125	Personas	2008	2008	0.09	KFW
Península de Nicoya	Pozos, agua superficial y subsuperficial, nuevos pozos	3.31128	21179	Personas	2011	2011	1.19	BCIE
Península de Nicoya	ND	3.500496	12834	ND	2011	2011	5	AYA
Península de Nicoya	ND	0.7820928	8500	ND	2015	2015	8	Privados
Resto	Pozos, agua superficial y subsuperficial, nuevos pozos	3.7464768	4057	Personas	2011	2011	2.72	BCIE
Resto	SUBTERANEA	0.09	648	Personas	2004	2004	0.31	FODESAF
Resto	SUBTERANEA	0.09	627	Personas	2004	2004	0.35	FODESAF
Reventazón	SUB-SUPERFICIAL	0.09	690	Personas	2007	2007	0.01	FODESAF
Reventazón	SUBTERANEAS	0.19	1419	Personas	2006	2006	0.44	FODESAF
Reventazón	SUB-SUPERFICIAL	1.23	9996	Personas	2006	2006	0.33	FODESAF
Reventazón	AGUAS SUPERFICIALES	0.20	1473	Personas	2005	2005	0.16	FODESAF
Reventazón	SUBTERANEA	0.24	1734	Personas	2008	2008	0.18	FODESAF
Reventazón	Pozos	0.25	200	Personas	2008	2008	0.1	KFW
Reventazón	Nacientes	0.21	1290	Personas	2008	2008	0.1	KFW
Reventazón	Sombrero	6.3072	182000	Personas	2009	2009	12	BCIE
Reventazón	Río Naranjo	2.52288	95840	Personas	2010	2010	2.3	BCIE

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
197	Consumo Humano	Acueducto de El Guarco	JASEC	Visión	Reventazón
66	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Gertrudis de Peñas Blancas de San Ramon	AYA	EJECUCION	San Carlos
67	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de la Cocaleca de la Palmera	AYA	EJECUCION	San Carlos
68	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Isidro de la Tigra	AYA	EJECUCION	San Carlos
82	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de El Rubi de Grecia	AYA	PROYECCION	San Carlos
104	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Rosa de Pocosal	AYA	PROYECCION	San Carlos
69	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Trinidad y Naranjal de Sarapiquí	AYA	PROYECCION	Sarapiquí
70	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Gerica y Chilamate de Sarapiquí	AYA	EJECUCION	Sarapiquí
71	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santo Domingo de Aguirre	AYA	PROYECCION	Savegre
72	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de El Silencio de Aguirre	AYA	PROYECCION	Savegre
86	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Gandoca de Talamanca	AYA	PROYECCION	Sixaola
152	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potable Home Creek	AYA	ND	Sixaola
136	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Liberia	AYA	PROYECCION	Tempisque
87	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Las Palmitas de Pococi	AYA	TERMINADO	Tortuguero
88	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de la Maravilla de Pococi	AYA	TERMINADO	Tortuguero
113	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Los Lirios de Pococi	AYA	PROYECCION	Tortuguero
118	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Jardin de la Rita de Pococi	AYA	PROYECCION	Tortuguero
119	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Asentamiento La Fortuna de Roxana de Pococi	AYA	PROYECCION	Tortuguero
120	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad del Rotulo de la Rita de Pococi	AYA	PROYECCION	Tortuguero
141	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Jacó	AYA	PROYECCION	Tusubres



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año linicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Reventazón	Varias	4.604256	30555	Personas	2009	2009	6	BCIE
San Carlos	SUB-SUPERFICIAL	0.05	375	Personas	2005	2005	0.04	FODESAF
San Carlos	SUB-SUPERFICIALES	0.09	642	Personas	2004	2004	0.11	FODESAF
San Carlos	SUB-SUPERFICIAL	0.14	1041	Personas	2008	2008	0.33	FODESAF
San Carlos	SUB-SUPERFICIALES	0.05	382	Personas	2008	2008	0.01	FODESAF
San Carlos	Nacientes	ND	ND	Personas	ND	ND	ND	KFW
Sarapiquí	SUB-SUPERFICIAL	0.39	2856	Personas	2008	2008	0.74	FODESAF
Sarapiquí	SUB-SUPERFICIALES	1.78	10860	Personas	2005	2005	1.65	FODESAF
Savegre	SUBTERANEA	0.04	270	Personas	2008	2008	0.16	FODESAF
Savegre	AGUAS SUBTERRANEAS	0.12	858	Personas	2008	2008	0.26	FODESAF
Resto	SUBTERANEA	0.06	440	Personas	2008	2008	0.77	FODESAF
Resto	ND	0.819936	9522	Personas	2015	2015	1.85	AYA
Tempisque Bebedero	Pozos, agua superficial y subsuperficial, nuevos pozos	10.438416	69673	Personas	2011	2011	1.46	BCIE
Resto	SUBTERANEA	0.04	350	Personas	2002	2002	0.11	FODESAF
Resto	SUBTERANEA	0.16	1170	Personas	2002	2002	0.39	FODESAF
Resto	Pozos	0.85	373	Personas	2008	2008	0.09	KFW
Resto	Nuevos Pozos	0.25	1076	Personas	2008	2008	0.26	KFW
Resto	Nuevas nacientes	0.57	1615	Personas	2008	2008	0.68	KFW
Resto	Pozos	0.56	1965	Personas	2008	2008	0.4	KFW
Parrita	Pozos, agua superficial y subsuperficial, nuevos pozos	4.667328	30182	Personas	2011	2011	1.09	BCIE

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
155	Consumo Humano	Abastecimiento de Agua Potable de Jacó	AYA	ND	Tusubres
123	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Cuatro Bocas de Aguas Claras	AYA	PROYECCION	Zapote
124	Consumo Humano	Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Las Milpas de Upala	AYA	PROYECCION	Zapote
143	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de Limón (II Etapa H.C.)	AYA	PROYECCION	ND
144	Consumo Humano	Mejoras al Acueducto de San Vito	AYA	PROYECCION	ND
145	Consumo Humano	Mejoras Acueducto de Limón SUR	AYA	PROYECCION	ND
146	Consumo Humano	Mejoras Acueductos Quepos y Manuel Antonio	AYA	PROYECCION	ND
147	Consumo Humano	Mejoras Acueducto de Ciudad Neilly	AYA	PROYECCION	ND
17	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Chirripo
23	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Esquinas
15	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Frío
21	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Madre de Dios
26	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (rehabilitación y mejoramiento de drenajes)	SENARA	PROYECCION	Madre de Dios
22	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Matina
27	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (rehabilitación y mejoramiento de drenajes)	SENARA	PROYECCION	Matina
20	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Pacuare
25	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (rehabilitación y mejoramiento de drenajes)	SENARA	PROYECCION	Pacuare
29	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (rehabilitación y mejoramiento de drenajes)	SENARA	PROYECCION	Península de Osa
19	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Reventazón
24	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (rehabilitación y mejoramiento de drenajes)	SENARA	PROYECCION	Reventazón
16	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Sarapiquí
28	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (rehabilitación y mejoramiento de drenajes)	SENARA	PROYECCION	Sixaola



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año inicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Resto	ND	5.99184	43800	Personas	2019	2019	9	AYA
Resto	Nuevas Nacientes	0.09	650	Personas	2008	2008	0.12	KFW
Resto	Nueva NACIENTES	0.43	200	Personas	2008	2008	0.04	KFW
Resto	NO	ND	74503	Personas	2009	2009	3.60	BCIE
Grande de Térraba	NO	ND	11344	Personas	2011	2011	1.02	BCIE
Resto	NO	ND	12416	Personas	2009	2009	1.42	BCIE
Parita	NO	ND	125829	Personas	2009	2009	5.34	BCIE
Resto	NO	ND	25229	Personas	2011	2011	3.45	BCIE
Chiripo	Varias	1182.60	1,500	Ha.	2011	2012	0.45	PRO GIRH
Resto	Varias	788.40	1,000	Ha.	2014	2015	0.30	PRO GIRH
Rio Frio	Varias	394.20	500	Ha.	2010	2011	0.15	PRO GIRH
Resto	Varias	788.40	1,000	Ha.	2013	2014	0.30	PRO GIRH
Resto	Varias	788.40	1,000	Ha.	2011	2012	0.18	PRO GIRH
Resto	Varias	788.40	1,000	Ha.	2014	2015	0.30	PRO GIRH
Resto	Varias	788.40	1,000	Ha.	2011	2012	0.18	PRO GIRH
Pacuare	Varias	788.40	1,000	Ha.	2013	2014	0.30	PRO GIRH
Pacuare	Varias	788.40	1,000	Ha.	2010	2011	0.18	PRO GIRH
Resto	Varias	3942.00	5,000	Ha.	2013	2015	0.91	PRO GIRH
Reventazón	Varias	788.40	1,000	Ha.	2012	2013	0.30	PRO GIRH
Reventazón	Varias	788.40	1,000	Ha.	2010	2011	0.18	PRO GIRH
Sarapiquí	Varias	1182.60	1,500	Ha.	2011	2012	0.45	PRO GIRH
Resto	Varias	1576.80	2,000	Ha.	2012	2013	0.36	PRO GIRH

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
18	Drenaje	PRO GIRH Mejoramiento de tierras agrícolas con drenaje (ampliación área drenada)	SENARA	PROYECCION	Tortuguero
165	Hidroelectricidad	Proyecto Hidroeléctrico el Encanto	CNFL	Construcción	Abangares
180	Hidroelectricidad	AMPLIACIÓN ECHANDI	ICE	Prefactibilidad	Barranca
158	Hidroelectricidad	Planta Hidroeléctrica Río Blanco	ESPH	Factibilidad	Chirripo
160	Hidroelectricidad	Planta Hidroeléctrica Río Prendas	ESPH	Identificación	Grande de Tárcoles
164	Hidroelectricidad	Planta Hidroeléctrica Tacares	ESPH	construcción	Grande de Tárcoles
166	Hidroelectricidad	Proyecto Hidroeléctrico Ciruelas.	CNFL	Identificación	Grande de Tárcoles
167	Hidroelectricidad	Proyecto Hidroeléctrico Brasil II	CNFL	Prefactibilidad	Grande de Tárcoles
168	Hidroelectricidad	Proyecto Hidroeléctrico Remodelación Planta Anonos (Nota 1)	CNFL	Factibilidad	Grande de Tárcoles
171	Hidroelectricidad	CEDRO	ICE	Identificación	Grande de Térraba
172	Hidroelectricidad	RC-500	ICE	Identificación	Grande de Térraba
173	Hidroelectricidad	RG-430	ICE	Identificación	Grande de Térraba
184	Hidroelectricidad	EL DIQUIS	ICE	Factibilidad	Grande de Térraba
179	Hidroelectricidad	LA ESTRELLA	ICE	Identificación	La Estrella
174	Hidroelectricidad	LOS LLANOS SIN TRASVASE	ICE	Identificación	Naranjo
175	Hidroelectricidad	AYIL	ICE	Identificación	Naranjo
185	Hidroelectricidad	PACUARE	ICE	Factibilidad	Pacuare
188	Hidroelectricidad	PIRRIS	ICE	Construcción	Parrita
176	Hidroelectricidad	IZARCO	ICE	Identificación	Reventazón
181	Hidroelectricidad	AMPLIACIÓN CACHI	ICE	Prefactibilidad	Reventazón
189	Hidroelectricidad	REVENTAZÓN	ICE	Factibilidad	Reventazón
191	Hidroelectricidad	Maravilla	JASEC	Visión	Reventazón
192	Hidroelectricidad	Barro Morado	JASEC	Diseño	Reventazón
193	Hidroelectricidad	Birris 3	JASEC	Diseño	Reventazón
194	Hidroelectricidad	Birris 1	JASEC	Planta	Reventazón
169	Hidroelectricidad	Proyecto Hidroeléctrico Balsa Inferior	CNFL	Factibilidad	San Carlos
170	Hidroelectricidad	Planta Hidroeléctrica Balsa Superior	CNFL	Construcción	San Carlos
177	Hidroelectricidad	PATRIA	ICE	Identificación	San Carlos
178	Hidroelectricidad	TORO AMARILLO	ICE	Identificación	San Carlos
161	Hidroelectricidad	Planta Hidroeléctrica Los Negros II	ESPH	Factibilidad	Sarapiquí
162	Hidroelectricidad	Planta Hidroeléctrica La Virgen	ESPH	Factibilidad	Sarapiquí
163	Hidroelectricidad	Planta Hidroeléctrica San Fernando	ESPH	Visión	Sarapiquí
186	Hidroelectricidad	TORO 3	ICE	Factibilidad	Sarapiquí
182	Hidroelectricidad	BRUJO 2	ICE	Prefactibilidad	Savegre
183	Hidroelectricidad	BRUJO 1	ICE	Prefactibilidad	Savegre



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año inicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Resto	Varias	1182.60	1,500	Ha.	2012	2013	0.45	PRO GIRH
Abangares	Aranjuez	150	38.1	GWh	2008	2008	27.18	KFW
Barranca	Barranca	268.72	133	Gwh	ND	ND	73.8	ICE
Chiripo	Blanco-Cajon	150	19.55	GWh	2011	2011	27.77	ESPH
Grande de Tárcos	Prendas	32	4.4	GWh	2013	2013	1.58	ESPH
Grande de Tárcos	Poás	157.68	29	GWh	2009	2009	4.5	ESPH
Grande de Tárcos	Ciruelas	44	4.6	GWh	2013	2013	2.5	Por definir
Grande de Tárcos	Virilla	1200	135	GWh	2012	2012	70	Por definir
Grande de Tárcos	Tiribí	150	4.8	GWh	2009	2009	3.3	Por definir
Grande de Térraba	Cotón	468.37	237	Gwh	ND	ND	120.6	ICE
Grande de Térraba	Cotón	741.19	290.15	Gwh	ND	ND	111	ICE
Grande de Térraba	General	2397.04	753	Gwh	ND	ND	378	ICE
Grande de Térraba	Grande Terraba	5267.18	3077	Gwh	2016	2016	1531.3	ICE
Resto	Estrella	772.73	265	Gwh	ND	ND	145	ICE
Naranjo	Naranjo	473.1	382.7	Gwh	ND	ND	216.57	ICE
Naranjo	Chirrió Atlántico	2245.65	542.4	Gwh	ND	ND	208.7	ICE
Pacuare	Pacuare	1334.73	749	Gwh	2019	2019	332.6	ICE
Parrita	Pirris	310.35	551	Gwh	2010	2010	271.7	JICA
Reventazón	Reventazón	3570.33	916	Gwh	ND	ND	388.16	ICE
Reventazón	Reventazón	703.16	620	Gwh	ND	ND	38.2	ICE
Reventazón	Reventazón	4374.6	1418	Gwh	2014	2014	NR	ICE
Reventazón	Varias	63	14.45	GWh	ND	2013	6.5	JASEC
Reventazón	Agua Caliente	107	20.15	GWh	2009	2012	8.49	JASEC
Reventazón	BIRRIIS	127	59.57	GWh	2009	2011	14.67	JASEC
Reventazón	BIRRIIS	35	17.52	GWh	ND	2011	8	JASEC
San Carlos	Balsa	760	117.873	GWh	2009	2009	81.5	Por definir
San Carlos	Espino, Balsa, Tapezco, Pinol, Laguna, Cataratas	760	336.7	GWh	2007	2007	312	BCIE
San Carlos	Patria	536.18	161	Gwh	ND	ND	56	ICE
San Carlos	Toro Amarillo, Blanco, Costa Rica	741.19	265	Gwh	ND	ND	113	ICE
Sarapiquí	Caño Negro	760	27	GWh	2011	2011	41.91	ESPH
Sarapiquí	Sarapiquí, Poza azul	1580	147.8	GWh	ND	ND	65.35	ESPH
Sarapiquí	San Fernando	82	31	GWh	2011	2011	9.4	ESPH
Sarapiquí	Toro	384.79	198.3	Gwh	2010	2010	104.6	ICE
Savegre	Savegre	406.6	266.6	Gwh	ND	ND	136.63	ICE
Savegre	Savegre	196.18	314	Gwh	ND	ND	109.83	ICE

No.	Sector	Nombre Iniciativa	Institución	Fase	Cuenca
187	Hidroelectricidad	SAVEGRE	ICE	Factibilidad	Savegre
198	Protección contra Inundaciones	Rehabilitación de la red de canales de drenaje en el Eje Palmar Sur - Río Claro	SENARA	Diseño	Península de Osa
199	Protección contra Inundaciones	Control de Inundaciones en el Río Clavo	SENARA	Diseño	Jesús María
200	Protección contra Inundaciones	Control de Inundaciones en el río Colorado	SENARA	Diseño	Jesús María
201	Protección contra Inundaciones	Prevención de Inundaciones en la cuenca del Río Coto - Colorado	SENARA	Diseño	Península de Osa
202	Protección contra Inundaciones	Control de inundaciones en el Canal de la Vaca	SENARA	Diseño	Resto
5	Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	SENARA	PROYECCION	Abangares
4	Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	SENARA	PROYECCION	Barranca
9	Riego	Trasvase Río Corobici al Canal Oeste	SENARA	PROYECCION	Bebedero
10	Riego	Trasvase Río Tenorio al Canal Oeste	SENARA	PROYECCION	Bebedero
11	Riego	Trasvase Río Paso Ancho a Canal CO-7-2-3	SENARA	PROYECCION	Bebedero
13	Riego	Captación Río Piedras en sitio Embalse	SENARA	PROYECCION	Bebedero
6	Riego	Pequeñas Áreas de Riego	SENARA	PROYECCION	ND
2	Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	SENARA	PROYECCION	Península de Nicoya
3	Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	SENARA	PROYECCION	Reventazón
8	Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	SENARA	PROYECCION	Reventazón
1	Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	SENARA	PROYECCION	San Carlos
7	Riego	PRO GIRH Producción Agrícola con Riego	SENARA	PROYECCION	San Carlos - Lago
12	Riego	Presa-Embalse DRAT (Río Piedras)	SENARA	PROYECCION	San Carlos - Lago
14	Riego	Presa-Embalse La Cueva (Río Tempisque)	SENARA	PROYECCION	Tempisque
148	Saneamiento	Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José FASE 1 Torres	AYA	PROYECCION	Grande de Tárcoles
149	Saneamiento	Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José FASE 2 Virilla	AYA	PROYECCION	Grande de Tárcoles
150	Saneamiento	Mejoras Alcantarillado de Palmares	AYA	Factibilidad	Grande de Tárcoles
138	Saneamiento	Alcantarillado Sanitario de Puerto Viejo y Codels.	AYA	PROYECCION	Sixola



Cuenca Ajustada	Corriente	Caudal medio anual (millones m3)	Cantidad	Unidades	Año inicio construcción	Año de entrada en operación	Inversión total (millones US\$)	Fuente inversión
Savegre	Savegre	1466.61	713.9	Gwh	2020	2020	376.2	ICE
Resto	NO	ND	5765	Ha.	ND	ND	1.23	Por definir
Resto	NO	ND	1000	Ha.	2009	2009	0.07	Por definir
Resto	NO	ND	14000	Ha.	2008	2008	0.24	Por definir
Resto	NO	ND	43730	Personas	2012	2012	60.12	Por definir
Resto	NO	ND	1300	Ha.	2009	2009	0.11	Por definir
Abangares	Varias	7.2	416	Ha.	2014	2015	1.27	PRO GIRH
Barranca	Varias	5.8	370	Ha.	2013	2014	1.13	PRO GIRH
Tempisque Bebedero	Río Corobici	104.8	4.96	m3/s	2009	2009	0.80	SENARA
Tempisque Bebedero	Río Tenorio	147.2	6.96	m3/s	2010	2010	0.80	SENARA
Tempisque Bebedero	Río Paso Ancho	6.4	0.30	m3/s	2009	2009	0.17	Por definir
Tempisque Bebedero	Río Piedras	126.0	5.97	m3/s	2011	2013	ND	Por definir
Resto	Varias	18.7	1000	Hectáreas	2011	2012	3.00	SENARA
Península de Nicoya	Varias	3.5	179	Ha.	2011	2012	0.55	PRO GIRH
Reventazón	Varias	5.2	329	Ha.	2012	2013	1.00	PRO GIRH
Reventazón	Río Pirris	5.5	350	Hectáreas	2011	2013	2.56	PRO GIRH
San Carlos	Varias	10.2	706	Ha.	2014	2016	2.15	PRO GIRH
San Carlos - Lago	CS I - II	120.0	8806	Hectáreas	2011	2013	13.66	PRO GIRH
San Carlos - Lago	CO I - II	550.1	24590	Hectáreas	2011	2013	20.81	Por definir
Tempisque Bebedero	Río Tempisque	553.6	7000	Hectáreas	2013	2016	33.97	Por definir
Grande de Tárcoles	ND	0.1009152	1,211,111	ND	2015	2015	192.40	JBIC
Grande de Tárcoles	ND	0.15768	2,461,539	ND	2025	2025	0	JBIC
Grande de Tárcoles	ND	1.26144	20000	ND	2011	2011	4	AYA
Resto	Pozos	0.94608	7527	Personas	2009	2009	4.82	BCIE



BIBLIOGRAFIA

10 BIBLIOGRAFIA

Avión S.M., Losilla P.M. y Aredondo L.S. 2006. Estado del conocimiento del agua subterránea en Costa Rica. Boletín Geológico y Minero, vol.117, No1. Madrid, España.

Asociación Mundial para el Agua (GWP), 2003. Guía de Políticas y Herramientas Operacionales: ToolBox para la gestión Integrada de los Recursos Hídricos. TAC Background Papers, No. 2 .Estocolmo, Suecia.

Calderón H., Madrigal H. y Reynolds J. 2002. Contaminación química y microbiológica del agua subterránea en la zona costera de Guanacaste. Editorial Universidad Estatal a Distancia (UNED), San José, Costa Rica.

Comité de Consejo Técnico de la Asociación Mundial para el Agua (GWP). 2000. Manejo Integrado de Recursos Hídricos, TAC Background Papers, No. 4. Estocolmo, Suecia Decreto Ejecutivo N° 32.868-MINAE. Enero 2006, publicado en el Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica

Decreto ejecutivo No. 30.480-MINAE, Junio 2002, publicado en el Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica

Echeverría J. y Rojas M., 2003. Escenarios de demanda de Agua para Centroamérica, CRRH, San José, Costa Rica

Instituto Costarricense de Electricidad, 2003, Plan de Expansión del Instituto Costarricense de Electricidad, San José, Costa Rica

Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua, IMTA, 2008. Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas y Propuesta de Modernización de las Redes de Medición en Costa Rica, San José, Costa Rica

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I for the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Solomon, S., D. Quin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)- Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

IV Foro Mundial del Agua. 2006. Documento Temático "Agua para el Crecimiento y Desarrollo". Ciudad de México.

Kemp-Benedict E., Heaps C., Raskin P. 2002. Global Scenario Group Futures: Technical Notes. PoleStar Series Report no. 9. Stockholm Environment Institute, Boston.

Ley constitutiva de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, No. 7593, República de Costa Rica

Ley de Aguas, No. 276, República de Costa Rica

Ley General de la Administración Pública No. 6227, República de Costa Rica

Ley General de la Administración Pública No. 6227, República de Costa Rica
145

Ley Orgánica del Ministerio de Ambiente No. 7152, República de Costa Rica

Losilla, M., Rodríguez H., Schosinsky G., Stimson J. y Bethome D. 2001. Los acuíferos volcánicos y el desarrollo sostenible en América Central. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica.

Maul, G., editor, 1993. Climatic Change in the Intra-Americas Sea: Implications of Future Climate on the Ecosystems and Socio-Economic Structure in the Marine and Coastal Regions; John Wiley & Sons, Publisher

Ministerio de Planificación y política económica, 2006, Plan Nacional de Desarrollo 2006- 2010, San José, Costa Rica

Ministerio del Ambiente y Energía y Banco Interamericano de Desarrollo, 2005. Estrategia Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico, San José, Costa Rica

Mora, D. y Araya, M. 2007. Estado del agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica al año 2007. Laboratorio de Calidad de Aguas, AyA. San José, Costa Rica

Paz con la Naturaleza, documentos preliminares, 2006, San José, Costa Rica Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. 2006. Informe Mundial de Desarrollo Humano 2006. Naciones Unidas, Nueva York.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, 2004. Informe de cumplimiento de las Metas del Milenio Costa Rica. San José, Costa Rica

Proyecto de Ley de Recurso Hídrico, expediente No.14.585, dictamen del 2005. Asamblea Legislativa de Costa Rica.

Resolución RRG-3363-2004, en torno a la solicitud de reajuste tarifario del AyA. Noviembre 2004, Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, ARESEP.

Rogers, Peter, Ramesh Bhatia y Annette Huber. Comité Técnico Asesor de la Asociación Mundial para el Agua (GWP), 2001. El Agua como un Bien Económico y Social: Cómo poner los principios en práctica. TAC Background Papers, Nro. 2. Estocolmo, Suecia.

Sánchez M., 2007, Liberalización comercial en el marco del DR-CAFTA, efectos en el crecimiento, la pobreza y la desigualdad en Costa Rica, Serie Estudios y perspectivas Regionales, sede subregional de la CEPAL, México.

SEMARNAT (Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales), 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000. Conservación del Recurso Agua. Que Establece las Especificaciones y el Método para Determinar la Disponibilidad Media anual de las Aguas Nacionales. Diario Oficial, México.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas, para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2006. Evaluación de los recursos hídricos. Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas. Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Documento Técnico No.4.

Villalobos R. y Retana J. A. 2005. Caracterización pluviométrica de la fase cálida de ENOS en Costa Rica con base en probabilidades de ocurrencia en tres escenarios: Seco, normal y lluvioso. Publicación de estudios. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.
(http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Nino_prob_lluvia_escenarios.pdf)

Zárate, E. 2008. "Observación sistemática, investigación y desarrollo de capacidades para el cambio climático en Costa Rica", IMN /MINAE/ PNUD.

