

# DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA DISPONIBILIDAD E INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA

## GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF THE AVAILABILITY AND INVESTMENT IN INFRASTRUCTURE SYSTEMS WATER AND SANITATION IN COSTA RICA

*Esteban Alberto González Ramírez*<sup>1</sup>

### RESUMEN

En este documento, se presenta el caso del estado de la disponibilidad actual de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en Costa Rica, con énfasis en las áreas cubiertas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en el rezago y en las necesidades económicas de inversión, además de focalizarse en los programas y proyectos planteados para mejorar las condiciones actuales, esto desde el punto de vista territorial. El análisis se realiza mediante la espacialización de la información sobre el rezago de los sistemas en varios estudios de la institución y los proyectos planteados para su solución, con el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

**Palabras claves:** agua potable, acueductos, sistemas de saneamiento, distribución espacial del rezago e inversión.

---

<sup>1</sup> Esteban Alberto González Ramírez, licenciado en Ciencias Geográficas, pertenece a la Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, San José, Costa Rica. Correo electrónico: [egonzalez@aya.go.cr](mailto:egonzalez@aya.go.cr).

Fecha recibido: 17-02-2012  
Fecha de aprobación: 15-06-2012

## **ABSTRACT**

In this document, we present the case of the state of the current availability of the systems of water supply and sanitation in Costa Rica, with emphasis on the areas covered by the Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers (AyA), the lag and amounts of investment needed in addition to the programs and projects outlined for improving the current conditions, this from the territorial point of view. The analysis was done using the spatial lag of the information on systems in several studies of the institution and the projects proposed for their solution, using tools of Geographic Information Systems (GIS).

**Keywords:** Drinking Water, Aqueducts, Sanitation Systems, Investment and Lag Spatial Distribution.

## **Introducción**

La inversión en infraestructura en el sector público se señala como una de las variables de mayor importancia en el impulso del desarrollo, tema tratado, en diversos círculos económicos, por expertos/as analistas del territorio. Actualmente, no hay una definición satisfactoria del desarrollo económico, fenómeno complejo en el que ninguna medida puede captar todas las dimensiones. Para esta investigación, el desarrollo económico de un país se entiende, al igual que en diversos ámbitos intelectuales, como un incremento sostenido e irreversible del ingreso real por habitante (Polèse, 1998).

Las infraestructuras de los sistemas de abastecimiento de agua potable, sistemas de saneamiento, y aguas pluviales se vuelven indispensables en los procesos y actividades humanas, tanto urbanas como rurales, convirtiéndose, en la mayoría de los casos, en un freno crecimiento general del desarrollo económico. Ejemplo de ello se da en el sector turismo, la más importante actividad generadora de recursos de Costa Rica, la cual es totalmente dependiente del desarrollo de infraestructura de servicios públicos y transporte; en este caso particular es necesario que el país debe apostarle a la consolidación de una infraestructura moderna para el visitante y el mejoramiento y adecuación de las vías de acceso que faciliten la conectividad de los destinos turísticos y la actualización de los servicios públicos necesarios.

El estado actual de la infraestructura civil en Costa Rica presenta graves deficiencias, con rezagos de hasta 25 años en puentes, carreteras, acueductos y sistemas de tratamiento de aguas residuales, entre otros. En este estudio, se localiza y se presenta un diagnóstico del estado del rezago, las necesidades y los proyectos de inversión en sistemas de abastecimiento

de agua potable y saneamiento. Además, la información georeferenciada construida es dinámica, por lo tanto, funciona como base para futuros estudios y proyectos.

El documento presenta los resultados de una valoración del estado de la disponibilidad de agua potable y del servicio de saneamiento en Costa Rica, así como el rezago en la infraestructura en esta rama.

Se inicia con la definición del área de estudio, de los objetivos, del marco teórico y de la metodología utilizada, además se incluye el análisis respectivo y los resultados obtenidos.

### **Área de Estudio**

El área de estudio abarcó la totalidad del país, e incluyó la gran mayoría de sistemas de acueducto y saneamiento, en los 81 cantones que administrativamente tiene Costa Rica. Se hizo especial énfasis en el área metropolitana de San José, ya que es el área de mayor cantidad de población y donde se concentran la mayoría de los servicios de agua potable y alcantarillado (ver mapa 1).

### **Objetivos**

1. Ubicar geográficamente el nivel de rezago y las necesidades de inversión a corto, mediano y largo plazo en sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento
2. Realizar un análisis espacial de la distribución de la disponibilidad de servicios de agua potable
3. Verificar territorialmente el nivel de impacto de los programas y proyectos de desarrollo de infraestructuras de acueductos y sistemas de saneamiento.

### **Marco Teórico**

El análisis de distribución espacial de procesos y fenómenos que se desarrollan en el territorio es uno de los aspectos modulares de la geografía, conformándose como uno de los conceptos fundamentales de la ciencia.

En el presente estudio, se realiza un análisis de distribución espacial con énfasis en infraestructuras de acueductos y sistemas de saneamiento, específicamente relacionado con la forma en que se distribuye el rezago en la inversión en Costa Rica y la forma en que el estado planifica hacerle

frente en las próximas décadas, al abastecimiento de agua potable y al saneamiento ambiental de aguas residuales.

La diferenciación de espacios es sumamente importante, aspecto que desde el punto de vista corológico define a la ciencia geográfica (Buzai, 2011). En este caso, la diferenciación entre el rezago y la inversión se realizó por cantones y otras zonas, aplicando técnicas cuantitativas e introducidas en un Sistema de Información Geográfico (SIG), con lo que se obtuvo la cartografía para el análisis y la toma de decisiones.

La distribución espacial, concepto que considera que el conjunto de entidades de un mismo tipo se reparten de una determinada manera en el espacio geográfico (Buzai, 2011), se trata en este trabajo, ya que se consideraron los espacios absolutos ocupados por sistemas, cómo se localizaban y cual era su estado en el territorio. Estos conceptos son la base angular en el estudio, ya que la diferenciación de espacios, la localización y la distribución espacial de las áreas ocupadas por AyA, valoradas y analizadas a través de un SIG, comprenden los aspectos desarrollados para evaluar los sistemas de agua potable y saneamiento en Costa Rica, su estado actual, rezago, inversión y proyectos para su mejoramiento.

Estos aspectos, vistos a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), permiten evaluar diversas variables espaciales, que dan un acercamiento a la realidad actual y crean modelos futuros. En estos casos, el papel de la información resulta de mucha importancia.

En dicho contexto, y en el caso de la planificación de los recursos hídricos y las obras para acueductos y sistemas de saneamiento, la información resulta imprescindible, ya que permite capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados (Foresman, 1998), cuyo papel es indiscutible en la implementación para obras de este tipo (acueductos y sistemas de saneamiento), es decir obras con fuerte impacto socio natural.

Un modelo es una representación de la realidad, el cual se genera mediante la selección y simplificación de sus partes. Para que sea geográfico, el modelo debe tener un sistema de referenciación (Rodríguez, 2008). El modelo geográfico de la realidad en un SIG se caracteriza por separar las cosas y los seres que hay en el territorio, descomponiéndolos en partes. Estas partes son el resultado de una disección lógica y consistente de la realidad, que al segregarla se obtienen solamente algunos hechos o aspectos. En conjunto,

significa concebir un modelo de la realidad y diseñar una base de datos para contenerlo (Moreno, 2008). Este aspecto es evaluado a partir de un análisis de rezago en inversión en sistemas AyA, descomposición de necesidades y distribución espacial diferenciada en el territorio.

Cuando se representan los fenómenos geográficos mediante puntos, líneas y polígonos, como en el caso de esta investigación, se utiliza el denominado modelo de datos vectorial. El modelo vectorial ha sido la base de la cartografía analógica clásica, pues resulta particularmente útil para representar entidades geográficas discretas (Rodríguez, 2008).

En el caso de la información alfanumérica (tablas que almacenan los datos), esta permite hablar de entidades geográficas y no de meros objetos gráficos, mostrando de aquellas sus valores cualitativos y cuantitativos, y ofreciendo así la posibilidad de establecer jerarquías y operaciones matemáticas. Además, los procesos realizados con las tablas de una base de datos están limitados solo por la cantidad de información disponible (Cervera y Rodríguez, 2008).

En esta investigación, se da una agrupación de la información de todo el país sobre sistemas de acueducto y saneamiento, en cuanto a niveles de rezago en inversión y disponibilidad de servicios, así como una construcción de base de datos sobre proyectos de inversión que sustentaron el análisis. Las bases de información se trabajaron en tablas numéricas y hojas de cálculo (tipo excel de windows), y se integraron a la información espacializada de los diversos sistemas o áreas (cantones).

Las herramientas de análisis espacial que proporcionan los SIG, como la superposición de polígonos, los análisis de proximidad, la generación de modelos o las simulaciones, tienen un papel clave, ya que le brindan a los/as especialistas la oportunidad de mejorar los resultados en sus estudios y proyectos (Comas, 1993).

Con la información bien organizada en la base de datos espaciales, el SIG nos faculta para desarrollar un rico abanico de tratamiento y análisis (O'Sullivan y Unwin, 2003).

En este estudio se realizaron tareas de entrada manual de datos e importación de archivos de datos digitales; también se administraron y organizaron los archivos de geodatos de los sistemas AyA. Además, se incluyó trabajo de edición, corrección, integración y geoprocésamiento de los datos, esto abarcó la construcción y modificación de la geometría, las coordenadas, las tablas de

datos temáticos, la generación de nuevas unidades espaciales, la normalización de datos dispares, la búsqueda y selección de datos, la obtención de datos derivados (ejecución de cálculos), el análisis de estadística convencional y espacial y la elaboración de mapas del estado y de proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento.

### **Metodología**

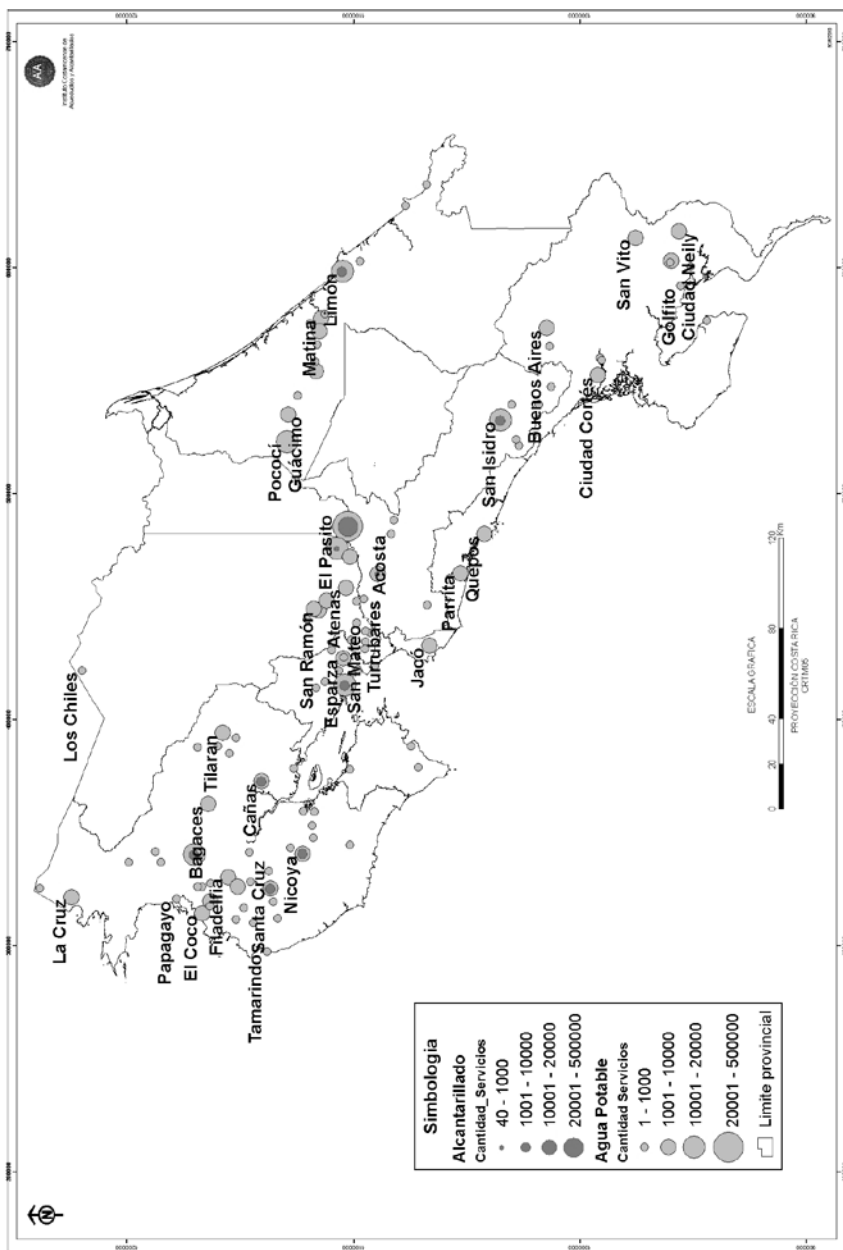
La investigación se categoriza como cuantitativa, ya que se basó en aspectos observables y susceptibles a medir. Para la obtención de los mapas resultados se introdujeron datos numéricos específicos de cada acueducto y alcantarillado, o área territorial de influencia, en un Sistema de Información Geográfica, en el que mediante técnicas especializadas, se gestionaron y visualizaron los datos en forma gráfico-espacial.

El trabajo incluyó un proceso de investigación, conformación y estandarización de bases de datos sobre los sistemas de agua potable y saneamiento a nivel institucional y nacional, y en la mayor parte de los casos aportó la creación de información nueva, para lo cual se utilizaron hojas electrónicas. Dichas bases de datos conforman la plataforma alfanumérica de los mapas finales.

La construcción de la cartografía se realizó en un Sistema de Información Geográfica, en el que mediante la implementación de vistas o *layouts* en ArcGIS de *ESRI* y de técnicas de cartografía temática, se representó la localización de sistemas, su estado, la inversión y el rezago, entre otros aspectos de interés para la investigación.

Posteriormente, el nivel de análisis, el uso y el potencial de la base de datos construida quedaron a disposición de las autoridades pertinentes, convirtiéndose en una herramienta importante para la toma de decisiones a nivel institucional y nacional.

Mapa 1. Cantidad de servicios de alcantarillado y agua potable actual en sistemas Aya, septiembre 2010.



Fuente: Aya: Datos sobre sistemas periféricos de las regiones Brunca, Chorotega, Central Oeste, Pacífico Central, Huetar Atlántica, Subgerencia de Sistemas Periféricos, 2010.

## **Resultados**

### **Estado de la disponibilidad de agua potable y tratamiento de aguas residuales en Costa Rica**

En esta investigación se identificaron y analizaron 111 sistemas de agua potable y 9 sistemas de alcantarillado a nivel nacional, administrados por el AyA, además de datos de ASADAS y acueductos Municipales. A continuación, se presentan los resultados del trabajo realizado.

A través del análisis, se verificó que de los sistemas de agua potable administrados únicamente 21 otorgan disponibilidad para nuevos servicios y desarrollos y 26 no tienen disponibilidad para otorgar nuevos servicios, mientras que en 63 sistemas no existe ningún estudio técnico o pronunciamiento que permita definir la condición de disponibilidad. La identificación, categorización y localización espacial se observan en el mapa 2.

Tal y como se vislumbra en dicho mapa, el estado actual de la disponibilidad de agua potable en Costa Rica en sistemas AyA es inquietante. Todas las regiones y los centros urbanos más importantes presentan serios problemas en cuanto al abastecimiento y la posibilidad de apoyo de nuevas actividades económicas.

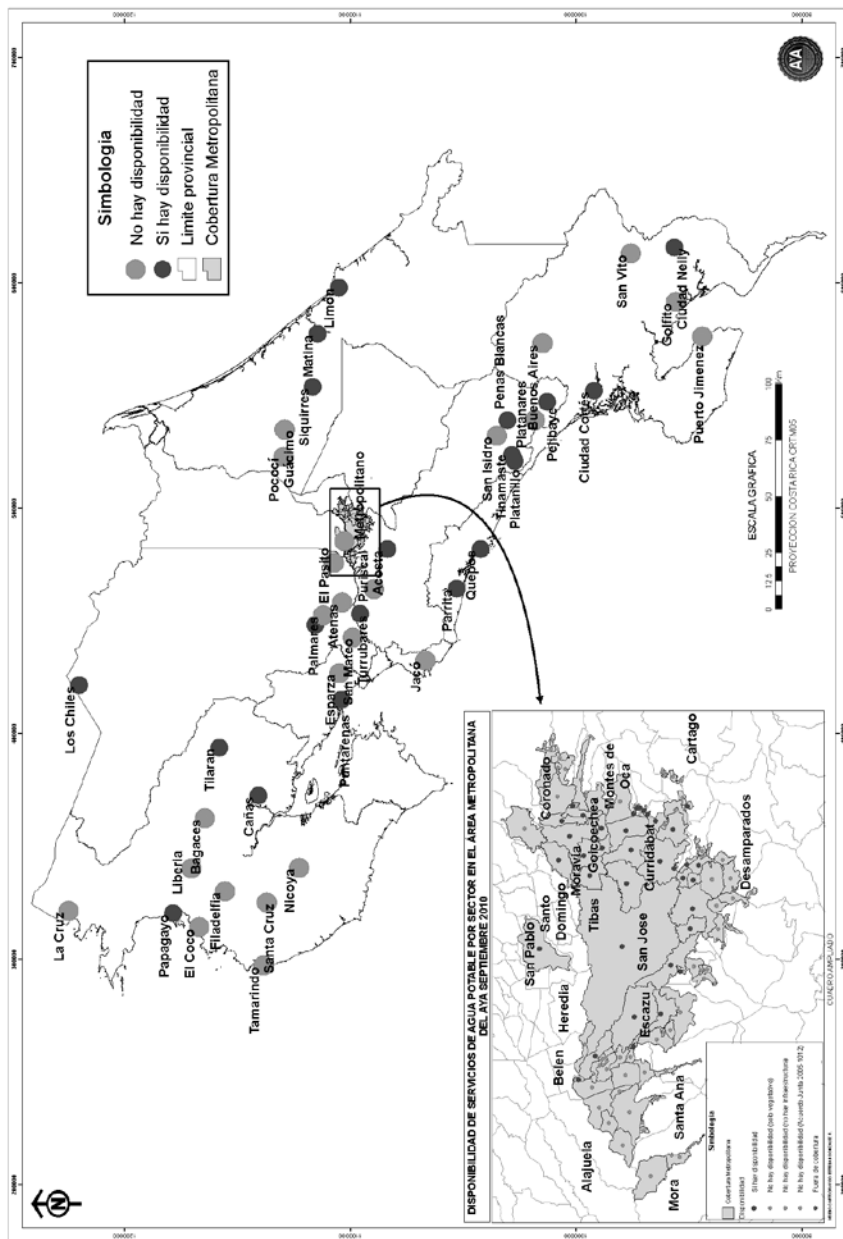
Ejemplo de ello es que el principal polo turístico de Costa Rica, la provincia de Guanacaste, presenta una de las situaciones más severas, y a que 8 de sus 11 sistemas principales se encuentran sin posibilidad de otorgar nuevos servicios. Las ciudades principales de la región, Liberia y Nicoya, han visto como el problema de disponibilidad ha ido en aumento, hasta el punto de permitir solamente el crecimiento vegetativo.

Los sitios turísticos más importantes del país, como Tamarindo y El Coco, presentan un nulo crecimiento, debido a la falta del recurso e inversión en acueductos.

En la provincia de Limón, los centros urbanos significativos, como Guácimo y Guápiles de Pococí, se encuentran sin disponibilidad. Estas ciudades en las últimas dos décadas han presentado un importante crecimiento económico y poblacional, sin embargo, la situación actual de abastecimiento de agua potable puede perjudicar esa tendencia positiva. En la zona sur del país, al menos el 50% de los sistemas han llegado a su vida útil; por ejemplo, el centro urbano más importante de la región y el de mayor población, San Isidro de El General, se encuentra prácticamente paralizado en cuanto a inversión y actividad económica novedosa, debido a la falta de disponibilidad de nuevos servicios.



Mapa 2. Disponibilidad de agua potable actual en sistemas AyA, septiembre 2010.



Fuente: AyA: Datos sobre sistemas periféricos de las regiones Brunca, Chorotega, Central Oeste, Pacifico Central, Huetar Atlántica. Subgerencia de Sistemas Periféricos, 2010.

Las ciudades importantes de esta región (sur) y los polos de atracción turística como Golfito, Buenos Aires, San Vito de Coto Brus y Puerto Jiménez, también han llegado al límite de su capacidad.

En el Pacífico Centro resalta Jacó de Garabito, un reconocido lugar de actividad turística, el cual tiene como principal limitante el abastecimiento de agua potable. Esparza, San Mateo y Atenas también han llegado a un punto crítico.

En el Área Metropolitana, en donde el AyA es el principal administrador de los sistemas de abastecimiento de agua potable, se da igualmente una situación de retraso en inversión, principalmente en las zonas altas que bordean el área central de San José.

El crecimiento poblacional y urbano hacia estas zonas altas, en especial hacia el suroeste de la capital, al parecer no ha ido de la mano con la inversión en sistemas de abastecimiento de agua potable, pues todos los sistemas en este sector presentan serios problemas de abastecimiento.

### **Rezago en la inversión de infraestructuras de abastecimiento de agua potable y saneamiento**

Para el cálculo del rezago se utilizaron datos determinados tanto por las sedes regionales y centrales del AyA como por la información que aportaron las Municipalidades que administran acueductos y los acueductos rurales ASADAS. Todos los datos suministrados se introdujeron en una hoja electrónica para los cálculos respectivos, y se trasladaron a un Sistema de Información Geográfica en el que ajustaron y dispusieron para su visualización.

El mapa de rezago en inversión de sistemas de abastecimiento de agua potable presenta seis categorías, las cuales representan distintos montos en millones de dólares necesarios para obras civiles que permitan dar un servicio óptimo de acuerdo a la demanda actual. Los datos se categorizaron en inversiones desde los 10 mil US dólares hasta los 10 millones de US dólares y más. Obsérvese en detalle el aspecto descrito en el mapa 3.

Los resultados por cantón muestran una visión actual del estado de rezago de los sistemas, lo cual permite llegar a una serie de conclusiones y, por ende colabora en la toma de decisiones.

De esta manera, se observan muchos aspectos, entre los que destaca el caso de la provincia de Limón, ya que el nivel de rezago es menor de acuerdo a otras provincias, no mayor a los 2 millones US dólares, con excepción de

Guácimo, en donde el sistema para poder dejar atrás el rezago y llegar a su optimización necesita una inversión de al menos 10 millones US dólares.

En la provincia de Heredia no se contó con los datos de la ESPH (Empresa de Servicios Públicos de Heredia), empresa que administra la mayor parte de los sistemas de agua potable en la provincia, por lo que los datos mostrados pertenecen a ASADAS Municipales, mientras que las del cantón de San Pablo pertenecen al AyA.

Asimismo, sobresale la inversión en San Pablo entre 1 y 10 millones US dólares; en tanto en Santo Domingo, Barva y Santa Bárbara, la inversión está entre 2 y 5 millones de US dólares para llegar a situar los sistemas en una posición moderna y actualizada.

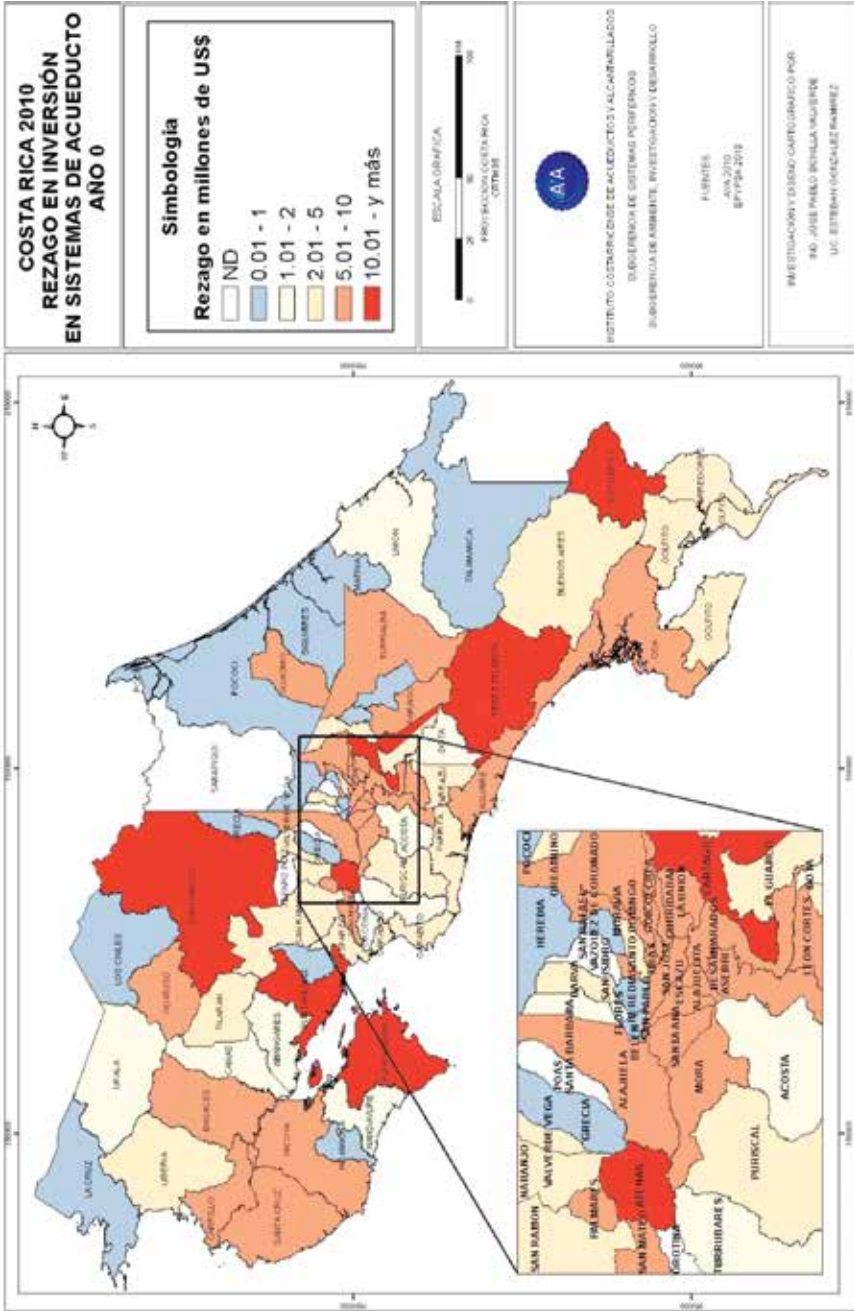
Por otra parte, en Alajuela existe heterogeneidad en cuanto a las necesidades de recursos para combatir el rezago, pero sobresalen San Carlos y Atenas como los cantones con mayor rezago en la provincia y a nivel nacional, ya que los montos sobrepasan los 10 millones de US dólares.

En Guanacaste, los cantones de Nicoya, Santa Cruz, Bagaces y Carrillo presentan las peores condiciones de rezago, seguidos por Liberia, debido a que necesitan mayores recursos para salir de su estado de deterioro actual.

Puntarenas se puede considerar provincia con mayor rezago de inversiones en sistemas de abastecimiento de agua potable en el país, ella que se deben hacer inversiones importantes en el cantón central de Puntarenas y en Coto Brus, los más atrasados en la provincia en este aspecto y en el grupo de los que necesitan más inversión a nivel nacional. Sobresalen también Aguirre y Osa con un nivel necesario de inversión superior a los 5 millones de US dólares. Cantones como Esparza, Garabito, Parrita, Golfito, Buenos Aires y Corredores necesitan montos de entre 2 y 5 millones de US dólares. En la provincia de Cartago cabe resaltar el cantón central, que mediante el análisis efectuado se determinó como uno de los más rezagados a nivel nacional en el campo de inversiones en sistemas de abastecimiento. Turrialba y Paraíso también necesitan montos altos para poder hacerle frente a las necesidades actuales de los sistemas de agua potable.

En San José, el cantón con mayor rezago es Pérez Zeledón, el cual se encuentra en la categoría de los que necesitan mayor inversión a nivel nacional, con montos superiores a los 10 millones de US dólares. La mayoría de los cantones del área metropolitana de San José rondan con entre los 5 y 10 millones de US dólares de rezago.

Mapa 3. Costa Rica 2010: rezago en inversión en sistemas de acueducto, año 0.



Fuente: AyA: Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AyA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo y Datos. *Sistemas Comunales de Costa Rica*. Subgerencia de Sistemas Delegados del AyA, 2010.

El mapa 3 muestra el estado de la inversión necesaria a corto plazo, sobresale la necesidad de invertir en los cantones limonenses, además de Sarapiquí, Upala, Puriscal, Buenos Aires y Golfito en los próximos cuatro años. La provincia de Guanacaste y la zona sur (Osa, Coto Brus y Corredores) requieren inversiones entre los 5 y 10 millones de US dólares.

A mediano plazo, será necesario reunir esfuerzos para la inversión en el área metropolitana de San José, Alajuela centro y los cantones guanacastecos de Nicoya, Santa Cruz, Liberia y Carrillo.

El mapa de inversión total, muestra la cantidad de inversión en millones de US dólares por cantón a nivel nacional. El resultado arrojó que Santa Cruz y Carrillo, en Guanacaste, son los sistemas que en los próximos 25 años necesitan más inversión para operar y para poder suplir la demanda, con hasta más de 100 millones, seguidos de San Carlos y Sarapiquí.

Existe un grupo importante que se encuentra en la línea entre los 20 y 50 millones de inversión, principalmente en el área metropolitana de San José, Limón, Guanacaste y buena parte de la zona sur del país.

En el caso de la inversión necesaria en saneamiento, el mapa de rezago en inversión muestra a los cantones de Puntarenas y Garabito como las de mayor rezago a nivel nacional y con las mayores necesidades de inversión.

En el área metropolitana de San José, Santa Cruz de Guanacaste, San Ramón y Palmares de Alajuela se presenta un segundo nivel de rezago en inversión a nivel nacional entre los 5 y 10 millones de US dólares, necesarios para la infraestructura de sistemas de saneamiento. Para el caso del área metropolitana cabe resaltar los proyectos de saneamiento como el Programa de Mejoramiento Ambiental del Gran Área Metropolitana y los sistemas de saneamiento para Santa Ana y Mora.

Pérez Zeledón, cuyo sistema de saneamiento se encuentra colapsado, tiene un rezago promedio entre los 5 y 10 millones de US dólares. En este momento únicamente se tiene el servicio en San Isidro de El General centro, y en las urbanizaciones INVU y El Clavel, dejando por fuera al menos a 3 cuartas partes de la población de San Isidro.

En cantones como Liberia, Cañas y Limón el rezago asciende a unos 5 millones de dólares en promedio. En otra categoría, con hasta un millón de dólares estadounidenses, se encuentran cantones guanacastecos como Nicoya, Tilarán y Carrillo, así como Puriscal de San José y Aguirre de Puntarenas.

Un aspecto a resaltar es que en el otro grupo de cantones, al que esta investigación no tuvo acceso con relación a los datos sobre las necesidades de inversión en sistemas de saneamiento, es bien conocida la insuficiencia de estas infraestructuras a nivel nacional.

Las inversiones más inmediatas se pueden observar en el mapa 4 “Inversión a corto plazo en sistemas de saneamiento”, en el que sobresalen los cantones de Santa Ana, Mora y Escazú al oeste de San José, además de Cartago centro y Paraíso en la provincia de Cartago.

Cantones como San Carlos, Grecia, Siquirres, Turrialba, Oreamuno y Carrillo también se encuentran urgidos de inversión en este ámbito, con sumas de entre los 10 y 25 millones de US dólares.

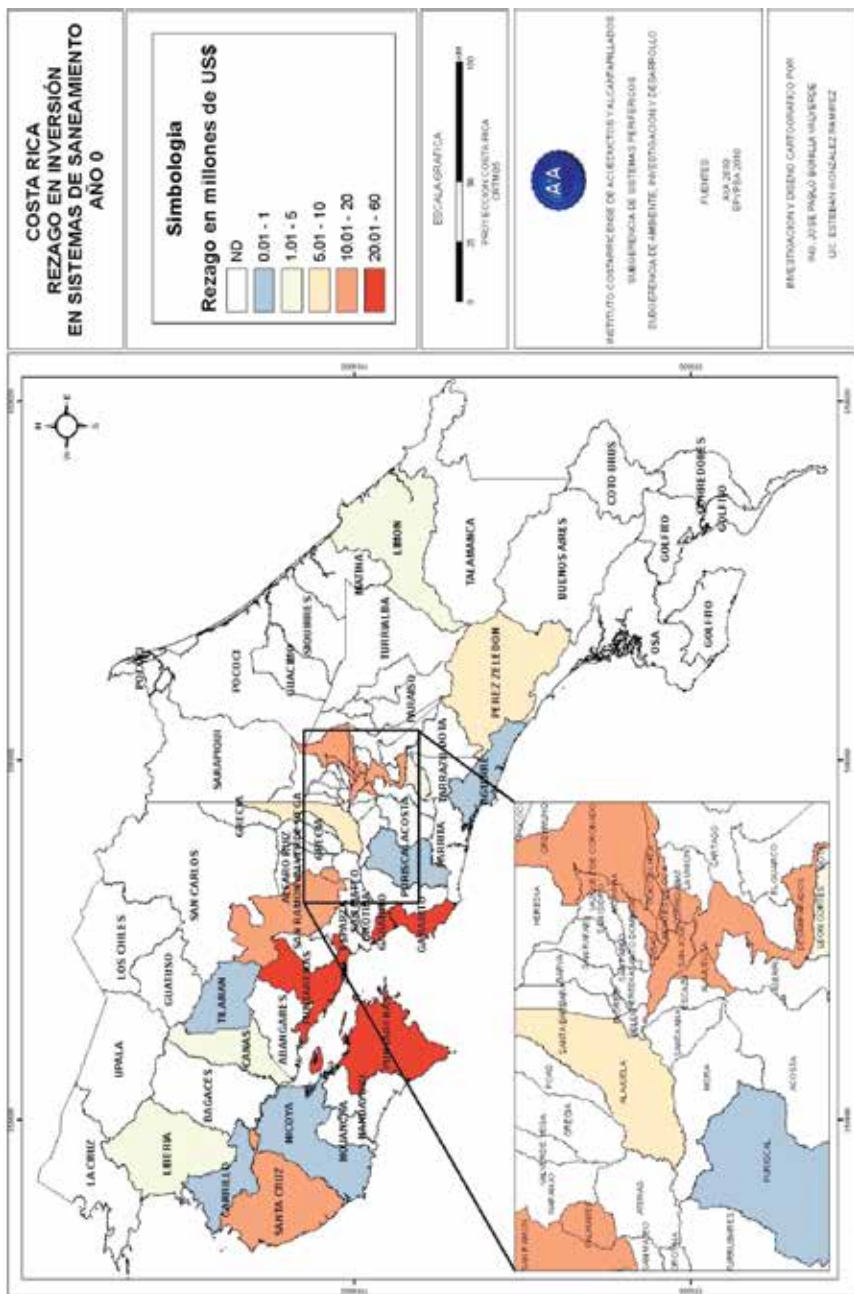
En otra categoría, con sumas entre los y 10 millones de dólares de inversión, se encuentran los cantones de Alvarado en Cartago, Naranjo y Orotina en Alajuela, y el cantón de Montes de Oro en Puntarenas. Sobresale la zona sur del país en la que no se registró ningún monto a corto plazo para la inversión en saneamiento, al igual que en muchos cantones de la provincia de Guanacaste.

Cantones rurales y periféricos, como Tarrazú y Dota de San José, Valverde Vega, Upala y Alfaro Ruíz de Alajuela, Jiménez de Cartago, Nandayure y Abangares de Guanacaste, ocupan sumas entre los 2 y 5 millones de US dólares para suplir sus necesidades de infraestructura y proyectos de saneamiento a corto plazo.

Existe un grupo importante de cantones en donde la inversión a corto plazo ronda entre los 10 mil y el millón de dólares, entre los que sobresale en el área central del país Alajuela y San José, Limón en el Caribe y Liberia en Guanacaste.

Al observar el mapa de inversiones a mediano plazo, se notó que a nivel de país no se ha planificado este tema en todos los cantones, ya que la mayoría no presenta montos para proyectos de este tipo. En este nivel, sobresale el área este y central de la capital, San José, en donde los montos en inversión a mediano plazo llegan hasta los 35 millones de US dólares. Esta área es la de mayor población del país, por lo que estos montos se consideran sumamente necesarios para el mejoramiento ambiental de la mayor área urbana de Costa Rica. Puriscal forma parte de la provincia de San José, y ha sido incluido en las inversiones a mediano plazo, pero con un monto inferior de unos 15 millones de US dólares.

Mapa 4. Costa Rica: rezago en inversión en sistemas de saneamiento, año 0.



Fuente: AyA: Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas. AyA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo y Datos. *Sistemas Comunales de Costa Rica*. Subgerencia de Sistemas Delegados del AyA, 2010.

Fuera del Valle Central, solamente se han planeado proyectos de saneamiento con necesidad de inversión a mediano plazo en cantones como Pococí en Limón, Aguirre en Puntarenas y Tilarán en Guanacaste. Los montos van desde los 10 mil dólares hasta los 15 millones.

En el resto del país no se han planificado proyectos relevantes de inversión a mediano plazo en el área de saneamiento y tratamiento de aguas residuales.

En el otro espacio temporal analizado la inversión de saneamiento a largo plazo tiene al cantón central de Puntarenas como el de mayor necesidad, con 60 millones de US dólares necesarios para sus proyectos e infraestructuras de aguas residuales. En la misma provincia se encuentra Golfito, que a largo plazo necesita una inversión en saneamiento entre los 10 y 30 millones de US dólares, el cantón de Osa entre un millón y 10 millones de US dólares y Aguirre con al menos un millón de dólares en este rubro.

Por otra parte, en la provincia de San José se han previsto inversiones a largo plazo únicamente en Puriscal, con rubros entre 10 mil y 1 millón de US dólares, y Curridabat, con proyectos de inversión en saneamiento a largo plazo de hasta 30 millones de US dólares.

En el mapa de inversión total en saneamiento a nivel de país (mapa 5) sobresale el área central de San José, Cartago y Paraíso, además de Puntarenas centro, como los cantones que en los próximos 25 años necesitan más inversión en sistemas de saneamiento entre los 25 y 70 millones de dólares.

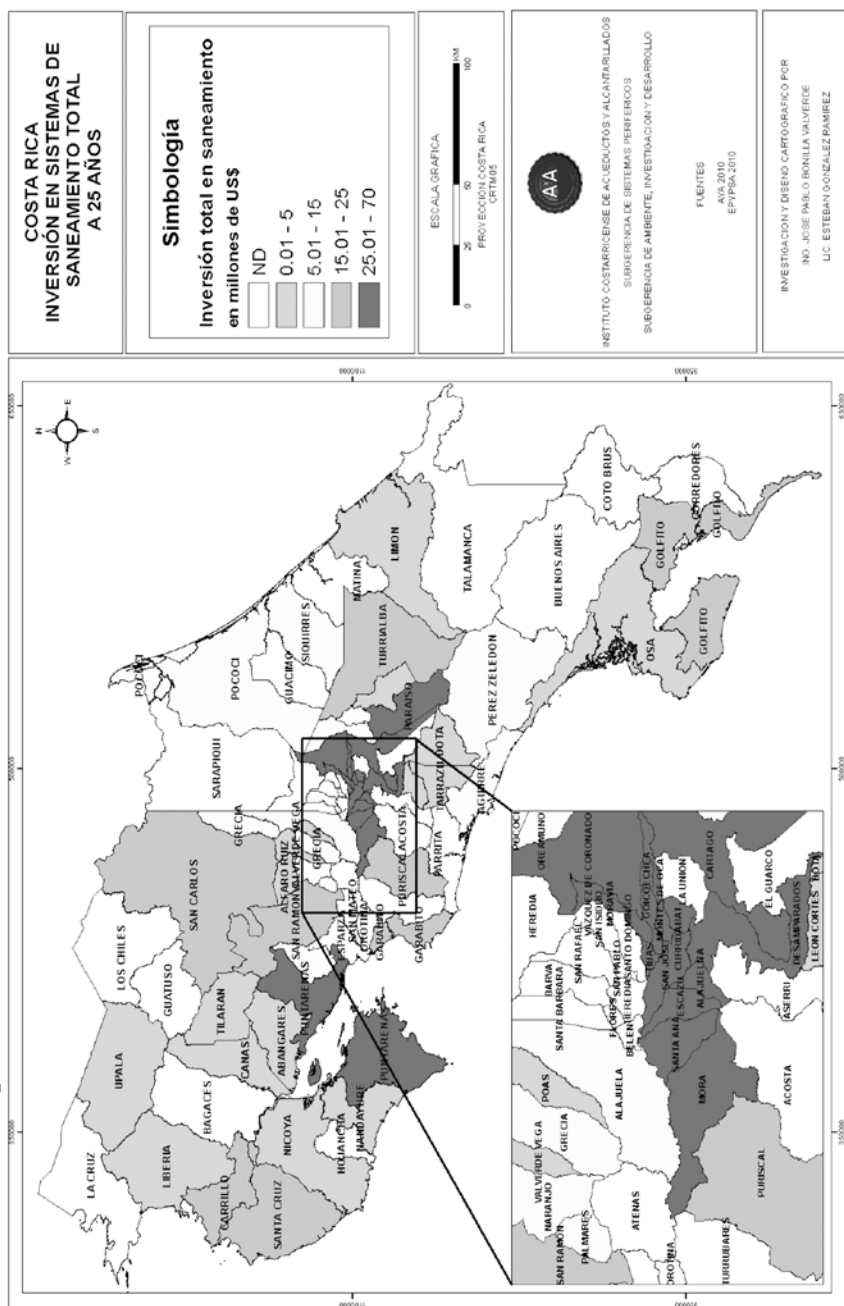
El caso de Santa Cruz y Carrillo en Guanacaste, como zonas turísticas, al igual que Golfito en la zona sur, Turrialba, San Carlos y San Ramón son los cantones que presentan inversiones importantes entre los 15 y 25 millones de dólares.

Existe un grupo importante de cantones que oscilan entre las categorías de los 10 mil a 5 millones y los 5 y 15 millones de dólares. Entre ellos están Pérez Zeledón, Alajuela, Limón y Liberia, zonas urbanas de gran relevancia.

También sobresalen cantones pobres, como Talamanca, Buenos Aires, Coto Brus, Corredores, Los Chiles, Upala y Coto Brus, entre otros, que no tienen proyectado ningún tipo de recurso o inversión en saneamiento.



Mapa 5. Costa Rica: inversión en sistemas de saneamiento total a 25 años.



**Fuente:** AYA: Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AyA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo y Datos Sistemas Comunales de Costa Rica. Subgerencia de Sistemas Delegados del AYA, 2010.

## **Conclusiones**

La visión generada a través del diagnóstico permitió realizar comparaciones generales sobre los proyectos de país en esta materia, -agua y saneamiento- y dar respuesta a las necesidades de cada cantón. El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ha definido una agenda de proyectos estratégicos acorde a las necesidades de sus sistemas, los cuales se señalan de manera general en el siguiente mapa “Proyectos Estratégicos AyA 2010-2014”.

El mapa contempla el periodo 2010-2014, con programas importantes como los alcantarillados de Jacó con 20 millones de US dólares, el de Palmares con 12 millones de US dólares y el de Puntarenas con 60 millones de US dólares. Estos proyectos dan solución a una importante problemática en estos cantones.

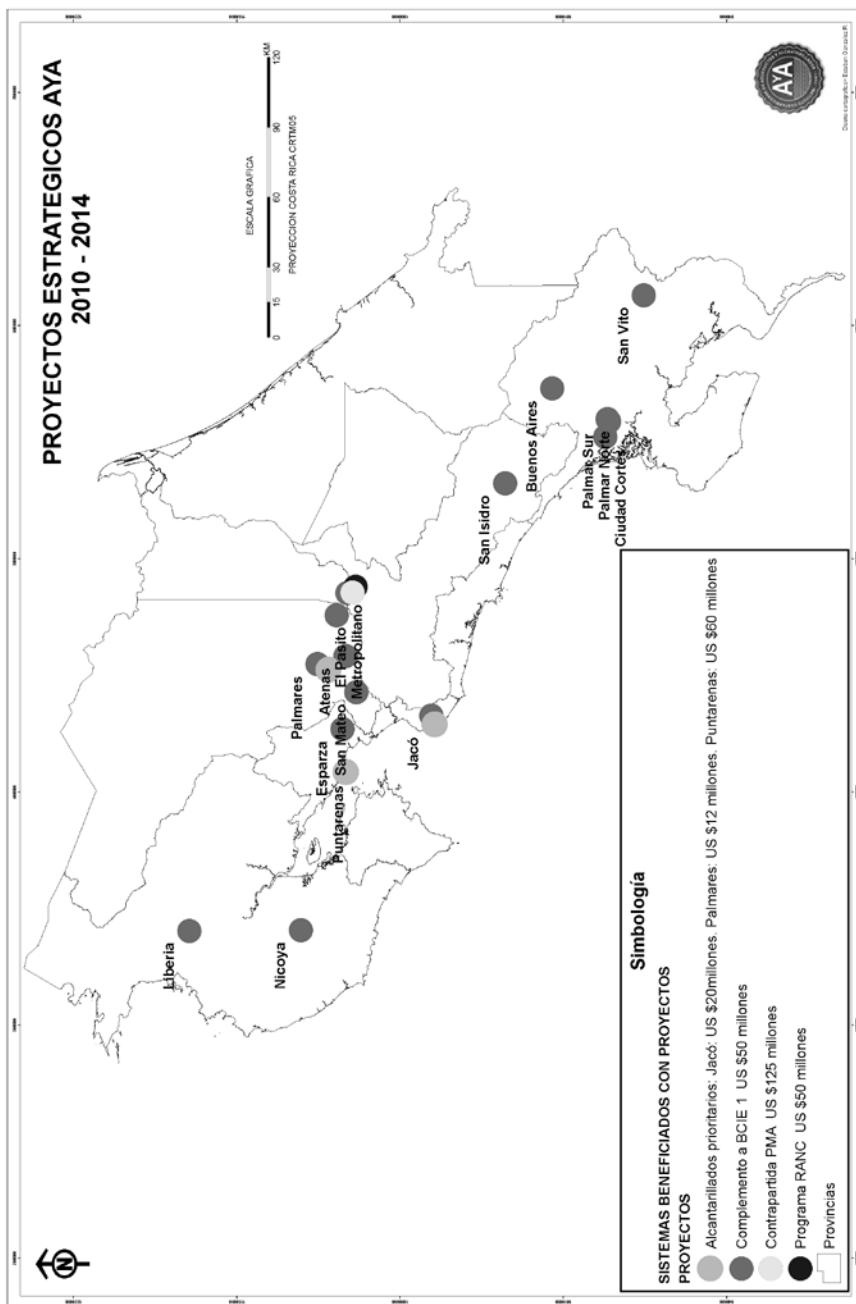
Además de los proyectos de tratamiento de aguas residuales en cantones periféricos al Área Metropolitana mencionados con anterioridad, sobresale la inversión para este periodo en el Programa de Mejoramiento Ambiental de San José, con 125 millones de US dólares, este proyecto involucra todo el restablecimiento de la infraestructura del sistema de saneamiento de la capital del país.

La inversión en sistemas de acueducto en este periodo asciende a los 50 millones de US dólares. En el mapa de proyectos estratégicos (el número 5) se observa la distribución espacial de esta inversión, tanto en sistemas periféricos como en la GAM, sobresaliendo las inversiones en ciudades importantes como Liberia y Nicoya en Guanacaste; Jacó de Garabito y Esparza en Puntarenas; San Isidro de El General, Palmar Norte y Sur, Ciudad Cortés, Buenos Aires y San Vito en la zona sur; Palmares, San Mateo y El Pasito en Alajuela, además de mejoras sustanciales al sistema Metropolitano.

En el sistema GAM también sobresale la inversión en el programa de Reducción de Agua No Controlada (RANC), el cual asciende a 50 millones de US dólares y pretende optimizar el sistema de acueducto.

Dentro de la planeación del Instituto se encuentran los programas de mejoramiento de los sistemas de acueducto y saneamiento con el financiamiento del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), en donde se realizan inversiones importantes en sistemas de todo el país.

Mapa 6. Costa Rica: proyectos estratégicos AYA 2010 - 2014.



Fuente: AYA: Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AYA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo, 2010.

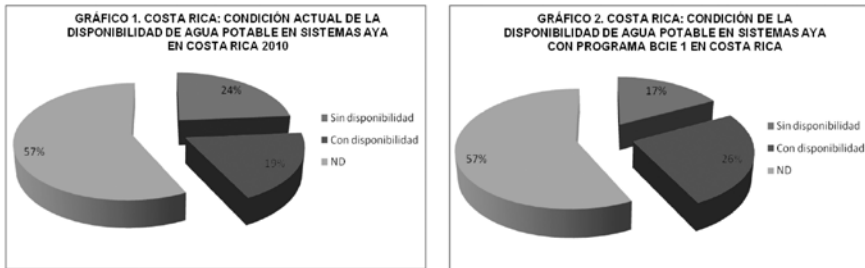
La visión gráfica de la inversión mencionada se observa primero en el mapa siguiente con el título “Mejoramiento en la disponibilidad de agua potable con el programa BCIE1”, ya que el financiamiento se realiza en dos etapas.

Al compararlo con el mapa de disponibilidad actual, se logran determinar las mejoras en la disponibilidad de agua potable en los sistemas de Liberia, Esparza, San Mateo, Palmares, Atenas, San Isidro de El General y Buenos Aires.

También se realizan mejoras en los sistemas sin disponibilidad, aunque en esta primera etapa no se logra mejorar totalmente dicha condición. Es decir, la condición sin disponibilidad se mantiene a pesar de que se invierte en importantes mejoras.

Estos sistemas son Nicoya, Malpaís, Jacó, El Pasito, San Vito, Golfito y el sistema Metropolitano. Esto se puede observar en el mapa anterior. Para este mismo proyecto BCIE 1, existen importantes mejoras en sistemas que aún cuentan con disponibilidad, pero se encuentran en una línea de fragilidad que los convierte en potenciales sistemas a caer en un notable deterioro. Por ello, se incluyen mejoras en sistemas con disponibilidad: Limón, Ciudad Cortés, Palmar Norte y Sur y Ciudad Neily.

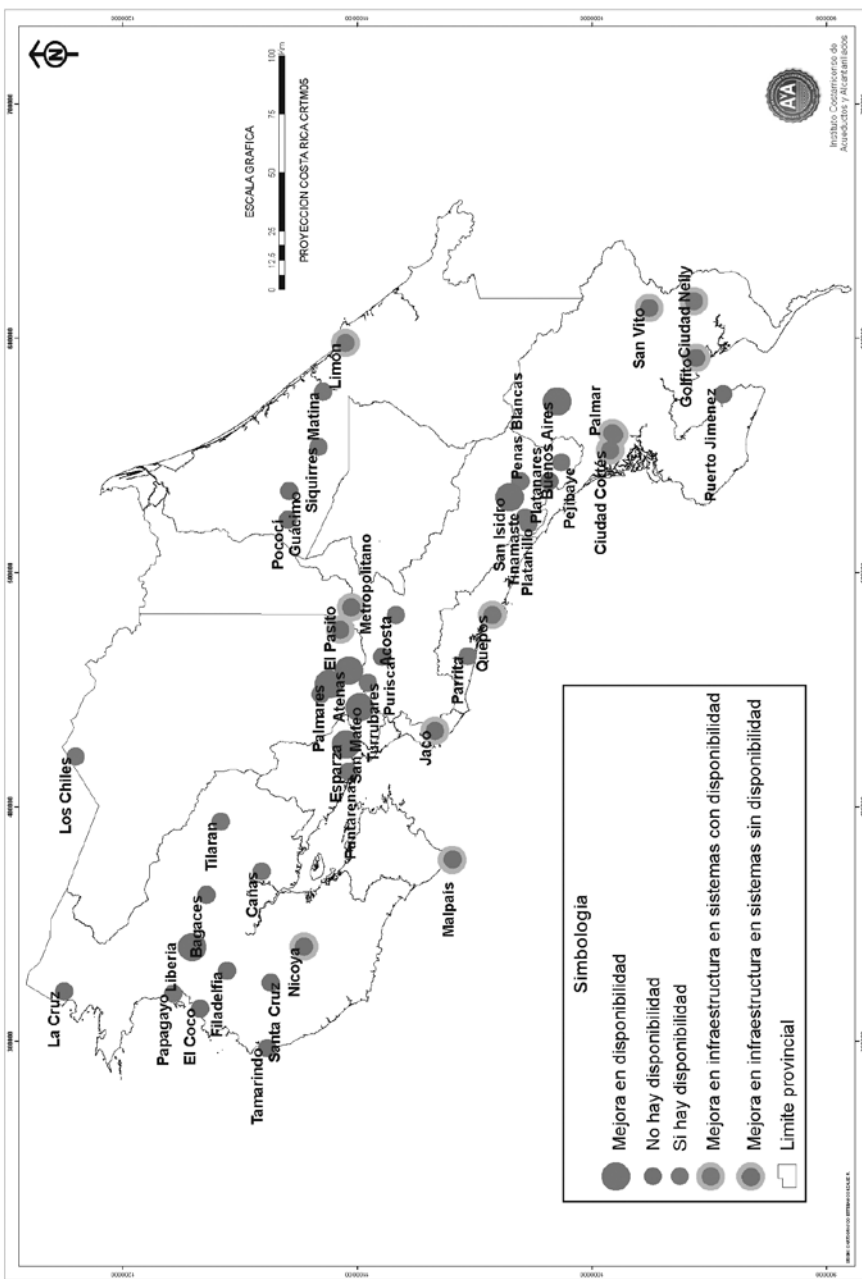
### Gráficos 1 y 2. Condición actual y BCIE 1 de los sistemas de agua potable del AyA en Costa Rica. Octubre, 2010.



En los gráficos 1 y 2 se representan las condiciones descritas expresadas porcentualmente para los sistemas AyA con el programa BCIE 1. En estos términos, la situación en la condición de disponibilidad total mejorará en aproximadamente un 7%.

Si se realiza análisis comparando la implementación del plan con las necesidades de inversión a corto plazo, se logrará determinar que existe cierta respuesta a las insuficiencias de sistemas de agua potable. Asimismo, el plan BCIE 1 desarrolla proyectos en Guanacaste y la zona sur del país trayendo importantes mejoras en estas regiones del país.

Mapa 7. Mejoramiento en la disponibilidad de los sistemas de agua potable con el proyecto BCIE 1.



Fuente: AyA. Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AyA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo, 2010.

Sin embargo, la región Huetar Atlántica, que se muestra como la zona con mayores necesidades de inversión, es la que tiene menos proyectos de infraestructura y mejoramiento para sus sistemas de abastecimiento de agua potable a nivel nacional. Lo anterior merece el análisis de las autoridades correspondientes, con la finalidad de dirigir políticas de mejoramiento que incluyan a corto plazo inversiones en los sistemas de acueducto en la región Huetar Atlántica del país.

En el caso de la Gran Área Metropolitana, existe dentro del plan BCIE 1 la inclusión de una serie obras civiles para mejorar las condiciones de disponibilidad en zonas estratégicas, las cuales han tenido problemas en los últimos años en el abastecimiento.

En los cantones de Mora y Santa Ana se están incluyendo un nuevo campo de pozos al sureste de Alajuela e importantes líneas que vendrán a optimizar los acueductos de esta parte de San José. Cabe resaltar que los acueductos de estos cantones en las partes altas continuarán con problemas de disponibilidad al no poder incluirse dentro del plan .

En el sector noreste de la GAM, en los cantones de Tibás, Vasquez de Coronado, Goicoechea y Montes de Oca se han planificado proyectos y obras civiles que mejoraron sustancialmente los problemas de abastecimiento en esta región.

Un último aspecto en esta primera parte del plan BCIE está compuesto por una serie de mejoras en redes de distribución y conducción en los cantones de Escazú y Curridabat, las zonas color morado señaladas en el mapa, que solucionan las problemáticas de distribución de agua, las averías, y los sistemas obsoletos que han llegado al término de su vida útil.

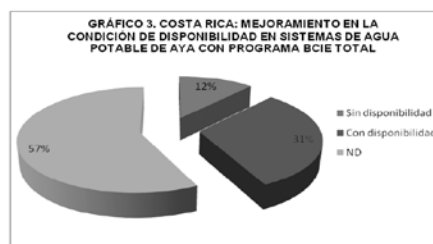
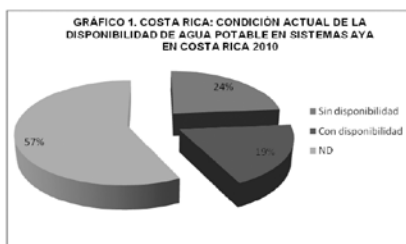
A estas obras se les debe añadir el programa de Reducción de Agua No Contabilizada (RANC), que pretende, para todos los sistemas de abastecimiento de agua potable del Área Metropolitana, mejorar las condiciones de todos los servicios, las fugas, las averías, el cambio de tuberías, los acueductos administrados por el AyA, con un presupuesto de 50 millones de US dólares.

Aunado al importante proyecto Plan de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José (PMA), que pretende en esta primera etapa abarcar la mayor parte del sector este de la GAM con un nuevo sistema de saneamiento y mejoramiento, este se considera el proyecto más ambicioso y de mayor visión e importancia ambiental de Costa Rica. El monto de esta primera etapa del PMA asciende a 125 millones de US dólares. También es importante mencionar el proyecto de alcantarillado para los cantones de Mora, Escazú y Santa Ana, dividido en dos etapas, la primera con un presupuesto de 80 millones de US dólares, y segunda de 40 millones de US dólares.

Además, existen importantes mejoras en la infraestructura de los sistemas de Malpaís, Quepos, Ciudad Cortés, Palmar Norte y Sur, Ciudad Neily, Sixaola y Limón centro.

A pesar de esto, los sistemas de Pococí y Guácimo en Limón, La Cruz, El Coco, Filadelfia, Santa Cruz, Tamarindo y Bagaces en Guanacaste, Puriscal y San Rafael de Platanares de Pérez Zeledón en San José y Puerto Jiménez de Puntarenas no tienen definición sobre los programas de inversión para las mejoras que necesitan.

**Gráfico 1 y 3.** Condición actual de la disponibilidad de agua potable en sistemas AyA en Costa Rica y mejoramiento en la condición con programa BCIE total. Octubre, 2010.



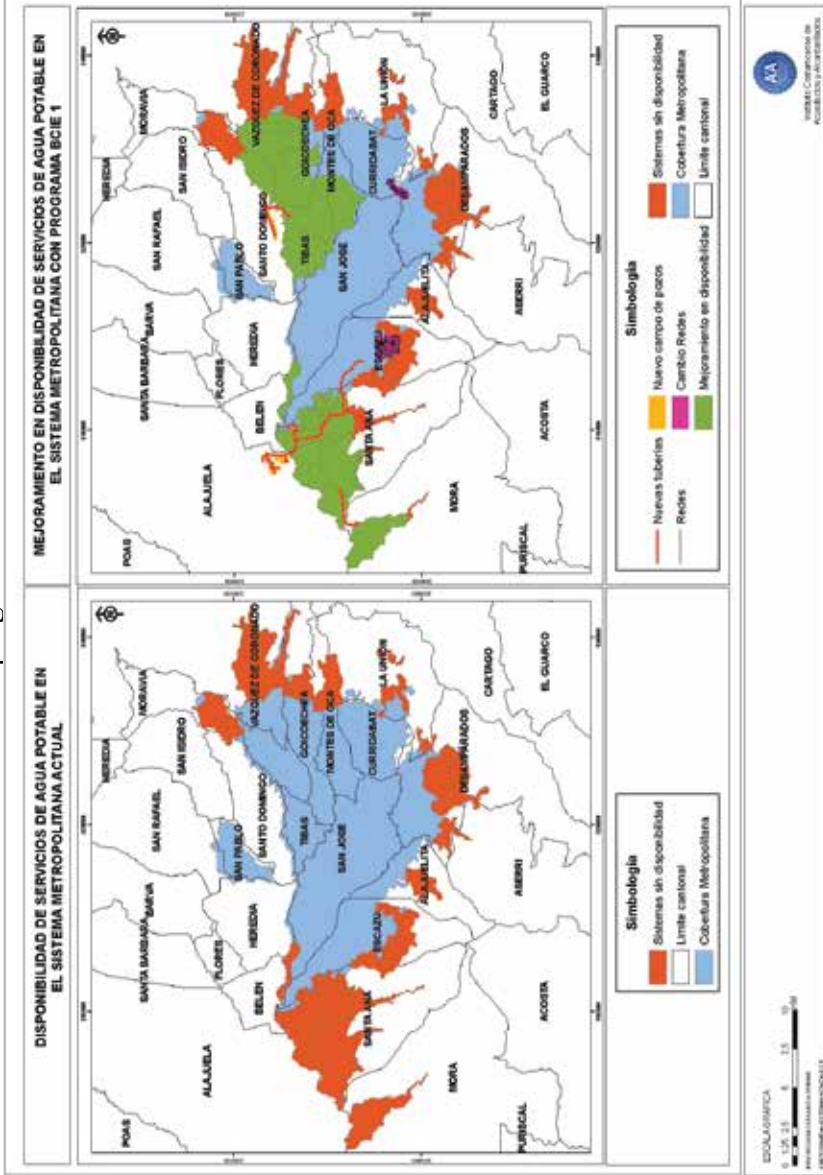
En los gráficos anteriores se observa el mejoramiento considerado al aplicar el plan BCIE en su totalidad, a nivel nacional. El beneficio completo se expresa en el aumento del 12% en la disponibilidad de servicios de agua potable a nivel nacional en los sistemas de acueducto que administra el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Al realizar la comparación con las necesidades a mediano y largo plazo, el plan responde a una buena parte de las insuficiencias en infraestructura, pero no a la totalidad.

Ejemplo de lo anterior es Guanacaste, en donde se mejoran los sistemas de las ciudades principales: Liberia y Nicoya; sin embargo, los sistemas de los cantones de Santa Cruz, Carrillo y La Cruz quedan pendientes.

En San José se mejoró sustancialmente la mayor parte de los acueductos, pero quedan pendientes los sistemas de AyA en Puriscal y San Rafael de Platanares en Pérez Zeledón, los cuales prorrogarían los problemas de disponibilidad y de abastecimiento. En el mapa 8 se observa el mejoramiento en la región central del país con el proyecto.

**Mapa 8.** Disponibilidad y mejoramiento en la disponibilidad de agua potable en el sistema metropolitano con el programa BCIE 1.



**Fuente:** AyA: Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AyA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo, 2010.



En la provincia de Puntarenas la percepción es positiva, ya que todos los sistemas del AyA mejorarán sus obras civiles, a excepción del sistema de Puerto Jiménez de Osa en la zona sur del país.

En la zona sur, las inversiones en los sistemas de mayor tamaño como los de San Isidro de El General, Buenos Aires, San Vito de Coto Brus, Ciudad Neily de Corredores y Golfito vendrían a compensar las insuficiencias de disponibilidad y abastecimiento, al menos en los próximos 15 o 25 años.

En la zona Huetar Atlántica preocupan los sistemas de Pococí, Guácimo y Siquirres, los cuales no tienen en la actualidad un financiamiento que permita reducir el nivel de rezago en sus acueductos, administrados por AyA. En el caso de Limón y Sixaola mejorarán notablemente sus sistemas, así como Puerto Viejo de Limón con un nuevo sistema de saneamiento de aguas residuales.

En la zona norte, las circunstancias de rezago son evidentes, aunque se desconoce el posible financiamiento o proyectos de desarrollo de los sistemas de abastecimiento de agua potable, debido a la insuficiencia de datos.

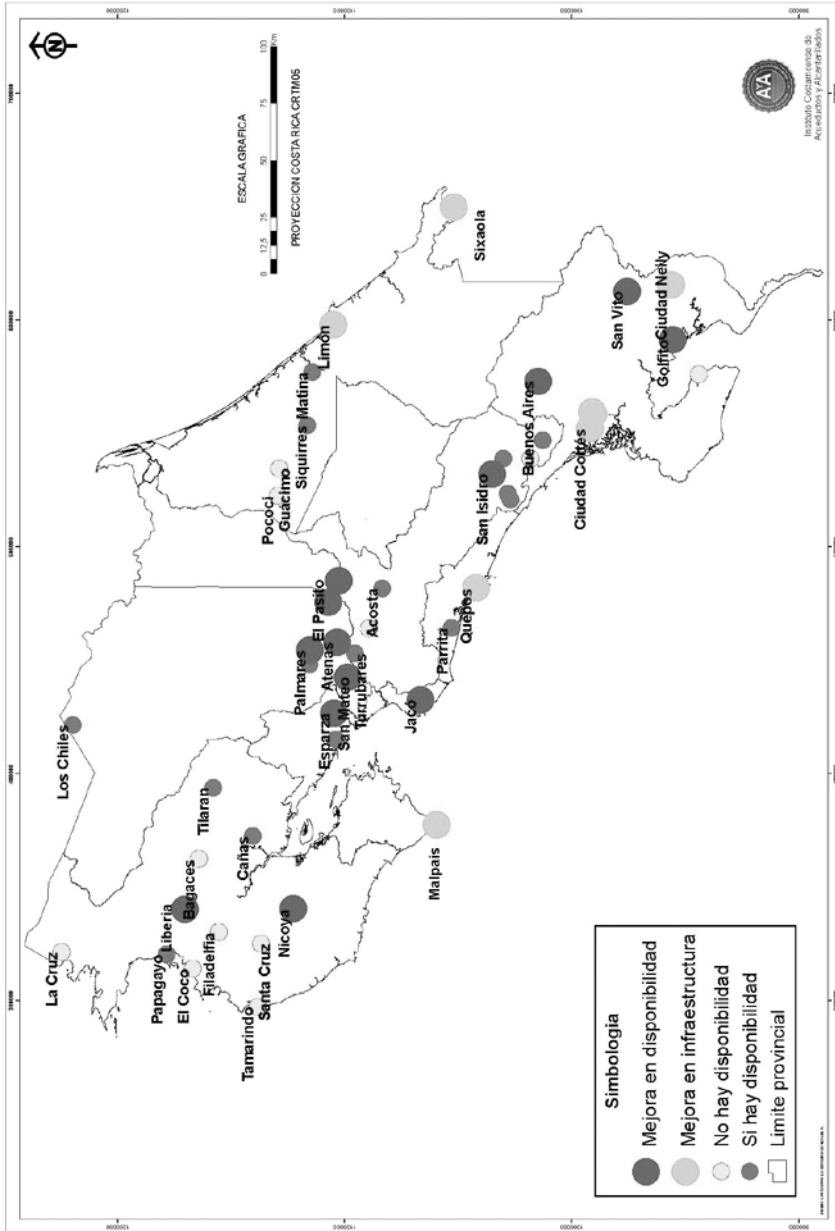
Las interconexiones que optimizan el abastecimiento entre los tanques principales del acueducto metropolitano serán parte de las obras civiles del plan, así como el cambio de tuberías de distribución en el centro y sur de San José, en Guadalupe y en varios sectores de Santa Ana. Obsérvese en detalle el mapa 8.

Finalmente, recapitulando de los diferentes momentos y proyectos futuros en cuanto a, mejoramiento y abastecimiento de los sistemas de agua potable, se realiza el mapa 9 “Proyectos estratégicos AyA 2010-2014: mejoramiento en el sistema Metropolitano”. En el mapa se muestra la evolución diacrónica de los proyectos del acueducto GAM anteriores y futuros.

La primera etapa corresponde al proyecto Puente de Mulas, que incluía, además de la obra de captación, las líneas desde la fuente a tanques del sur en San José, y la línea de tubería de conducción entre el tanque Curridabat y el tanque conocido como La Pelota, esto en los inicios de la década de 1970.

Una segunda etapa corresponde al proyecto de los pozos de la Valencia-Uruca de 1975, en el que se habilitaron varios pozos y se edificó una línea de conducción hasta el tanque Uruca. La tercera etapa corresponde al proyecto de Orosi I, el cual proviene del embalse del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en Cachí de Cartago y data de 1987. Dicho proyecto ingresa por el sector sureste de la GAM.

**Mapa 9.** Costa Rica: mejoramiento en la disponibilidad de los sistemas de agua potable con programa BCIE 2.



**Fuente:** AyA: *Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AyA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo, 2010.*

Otro proyecto importante que se considera una cuarta etapa, le corresponde al PlanGAM en el año 2003 el cual se relaciona con la construcción de tanques y líneas de conducción para el mejoramiento de la red en los sectores de Alajuelita y Curridabat.

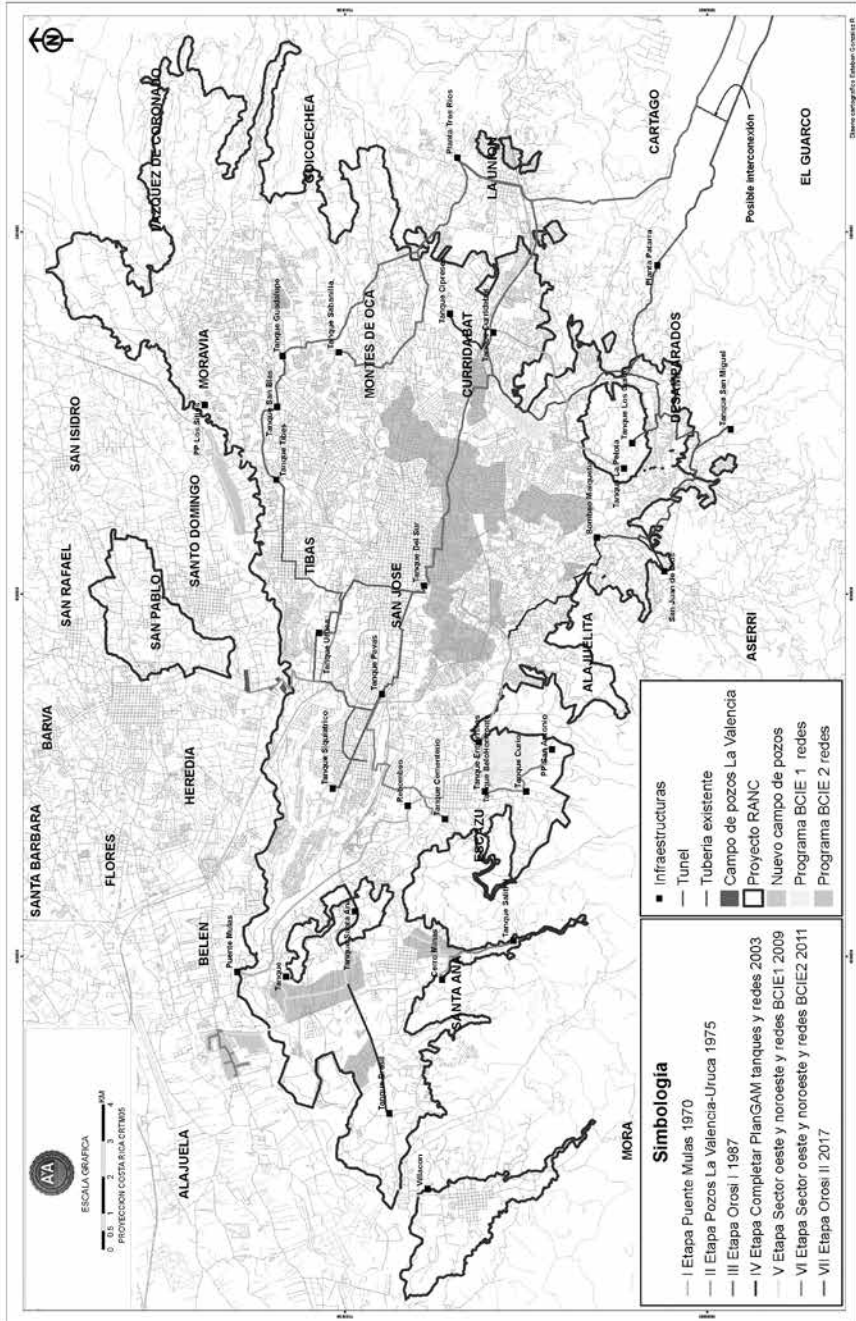
Una quinta etapa involucra a los planes BCIE en la construcción y mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el sector oeste y noroeste, en los cantones de Santa Ana y Escazú, además del sector de Cipreses en Curridabat.

Una sexta etapa en el desarrollo del sistema de acueducto metropolitano lo compone el plan BCIE 2 del sector oeste y noroeste, incluyendo un nuevo campo de pozos al suroeste de Belén en Heredia. Además del programa de mejoramiento de redes de distribución en el centro de la GAM, al oeste en Santa Ana y Escazú, y en Guadalupe.

Por último, para finales de la década (aproximadamente para el 2017), el AyA planea la construcción del proyecto Orosi II, el cual vendrá a solventar muchas de las necesidades y la demanda futura de agua potable para la GAM. En el mapa se muestran además los proyectos RANC y una serie de infraestructuras que forman parte del sistema metropolitano de acueducto. Estos aspectos se observan espacialmente en el mapa 10.

Con los proyectos descritos, el país pretende hacer frente a las demandas de abastecimiento de agua potable a nivel nacional, y mejorar las condiciones de disponibilidad para proyectos urbanísticos, industriales y de servicios. Buena parte de los resultados se verán al terminar la presente década.

Mapa 10. Proyectos estratégicos AyA 2010-2014: mejoramiento del sistema metropolitano.



Fuente: AyA. Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AyA. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo, 2010.

## Referencias

- Bailey, T. y Gatrell, A. (1995). *Interactive spatial data analysis*. Longman, Malasia.
- Buzai, G. D. (2011). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Evolución teórico-metodológica hacia campos emergentes): Conferencia Magistral XIII EGAL Costa Rica 2011*. Universidad Nacional de Luján, Programa de Estudios Geográficos, Argentina.
- Cervera Cruaños, B. y Rodríguez, J.A. (2008). *Captura de información alfanumérica*. México: Alfaomega.
- Comas, D. y Ruiz, E. (1993). *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona: Editorial Universidad de Barcelona, España.
- Foresman, T. (1998). *The history of the geographic information systems: perspectives from the pioneers*. Prentice Hall: Upper Sanddle River. USA.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) (2010a). *Datos sobre sistemas periféricos de las regiones Brunca, Chorotega, Central Oeste, Pacífico Central, Huetar Atlántica*. Subgerencia de Sistemas Periféricos, Pavas, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) (2010b). *Datos de inversión, rezago y proyectos de los sistemas AyA*. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo, Pavas, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) (2010c). *Datos Sistemas Comunales de Costa Rica*. Subgerencia de Sistemas Delegados del AyA, Pavas, Costa Rica.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (2008). *Atlas cantonal digital*. ITEC. Cartago, Costa Rica.
- Moreno, A. (2008). *Sistemas y análisis de la información geográfica: manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Moreno, A. y Prieto, M. E. (2004). ¿Cómo afecta la unidad espacial a la visualización y modelado del área de mercado con sistemas de información geográfica? Implicaciones para el geomarketing. *Estudios Geográficos, LXV*, (257), 617-636. México: Alfaomega.
- O'Sullivan, D. y Unwin, D. (2003). *Geographic Information analysis*. Hoboken (NJ): John Wiley and Sons. New York, USA.
- Polése, M. (1998). *Economía urbana y regional: introducción a la relación entre desarrollo y territorio*. Cartago: LUR/BUAP/GIM.

Rodríguez, J.A. (2008). *El modelo de datos vectorial: características y formatos*. México: Alfaomega.

Solano, M., Timothy H. R., y Morera, C. (1993) *Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta para el análisis espacial de los recursos hídricos*. Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de Ciencias Geográficas, *Revista Geográfica de América Central*, 27 (I semestre-1993), p.123-135.

Esteban Alberto González Ramírez, licenciado en Ciencias Geográficas, pertenece a la Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, San José, Costa Rica. Correo electrónico: [egonzalez@aya.go.cr](mailto:egonzalez@aya.go.cr).