

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS**



**AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN  
COSTA RICA AL 2016 - METAS AL 2022 Y 2030**

PREPARADO POR: Dr. Darner Mora Alvarado  
Lic. Carlos Felipe Portuguez



**FEBRERO, 2017**



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Centro de Documentación e Información  
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,  
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN  
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

**Yo, Annette Henchoz Castro**

---

**N° Cédula: 1-0725-0409**

---

**Dependencia: Gerencia General**

---

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

**E-mail:** [centrodoc@aya.go.cr](mailto:centrodoc@aya.go.cr) **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette  
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por  
Annette Henchoz Castro  
Fecha: 2019.11.25 16:07:20  
-06'00'

**Firma:** \_\_\_\_\_

# INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>General</b>	<b>4</b>
<b>Específicos</b>	<b>4</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>5</b>
<b>PRIMERA ETAPA: estimación de las coberturas de ACH</b>	<b>5</b>
<b>SEGUNDA ETAPA: saneamiento en aguas residuales domésticas</b>	<b>6</b>
<b>TERCERA ETAPA: propuesta del esquema del PNMSCSAP 2017-2022</b>	<b>6</b>
<b>CUARTA ETAPA: propuesta de esquema del PNMAAR 2017-2022</b>	<b>7</b>
<b>QUINTA ETAPA: Metas para los años 2022 y 2030 en agua potable y saneamiento</b>	<b>7</b>
<b>Metas en ACH</b>	<b>7</b>
<b>Metas en saneamiento</b>	<b>7</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>7</b>
<b>PRIMERA ETAPA: estimación de las coberturas de ACH</b>	<b>7</b>
<b>SEGUNDA ETAPA: saneamiento en aguas residuales domésticas</b>	<b>16</b>
<b>TERCERA ETAPA: propuesta del esquema del PNMSCSAP 2017-2022</b>	<b>17</b>
<b>CUARTA ETAPA: propuesta de esquema del PNMAAR 2017-2022</b>	<b>19</b>
<b>QUINTA ETAPA: Metas para los años 2022 y 2030 en agua potable</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>22</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>24</b>

## AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL 2016

### METAS AL 2022 Y AL 2030

#### RESUMEN

**Objetivo:** analizar la cobertura de acceso a agua de calidad potable y saneamiento en aguas residuales domésticas y proponer las metas a cumplir en el 2022 y 2030, en el marco del Objetivo 6 de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” en Costa Rica.

**Metodología:** de acuerdo con el ordenamiento establecido de los objetivos específicos, la metodología se divide en 5 etapas; la primera está enfocada a la cobertura y calidad del ACH, con sus diferentes aspectos como la población que recibe agua de calidad potable, intradomiciliar, con control de calidad, tratamiento y/o desinfección, inventario de fuentes de potabilización y otras; la segunda etapa es la cobertura abordada en el saneamiento en aguas residuales domésticas en el año 2016, y la evolución del mismo en el periodo 2000 al 2016; la tercera hace un breve resumen sobre el Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable (PNMSCSAP); la cuarta etapa propone el Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales, para disminuir el impacto de las mismas en los causes receptores, ambos con metas al 2022; por último, la quinta describe las metas a cumplir con ambos programas, tanto para ACH como para la disposición de excretas.

**Resultados:** en el 2016 la población de Costa Rica, según datos del INEC, alcanzó los 4.889.762 habitantes. Fue cubierta a través de alguno de los entes operadores oficiales (AyA, Municipios, ASADAS/CAAR’s, ESPH y otros), alcanzando un 91,8 % de potabilidad; solamente el 0,5% de la población no cuenta con el servicio de agua por tubería. Un total de 1.878 acueductos presentaron calidad potable y 696 no potable. El mejoramiento en la calidad del agua se hace manifiesto durante el transcurso de los años, con algunos eventos de contaminación de origen químico. Un total de 5.222 fuentes fueron evaluadas durante el 2016, prevaleciendo el uso de nacientes. El 74,1% de la población del país es abastecida con agua sujeta a programas de control de calidad, mientras que el 86,3% a tratamiento y/o desinfección. En el país existen 64 acueductos que cuentan con tratamiento y 1.321 con desinfección.

Según la ENAHO 2016, la disposición de excretas en Costa Rica se realiza a través de tanque séptico en un 76,6%, un 21,3% por alcantarillado o cloaca (8,2% con tratamiento), un 1,9% por otros sistemas y 0,2% no cuentan con sistema de disposición de excretas.

Se propone la implementación y sostenibilidad de dos iniciativas, el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable” y el “Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales”, con la intención de contribuir a mejorar los indicadores de calidad del agua y la salud pública del país. En ese sentido se plantean metas que, de ser posible la aplicación de estas iniciativas, podrían convertirse en una herramienta para lograrlo.

**Conclusiones:** el mejoramiento en la calidad del agua a nivel nacional se hace evidente; no obstante, se requiere ver más allá y contemplar aspectos de cobertura, continuidad,

cantidad, cobertura y costos, evaluando no solamente la calidad del agua sino la calidad del servicio en su totalidad. Prevalece en el país el uso de tanque séptico sobre el alcantarillado, lo que indica que se debe dar mayor inversión en este aspecto por parte de las autoridades.




**Recomendaciones:** se debe dar sostenibilidad a los programas que han hecho esto posible, como lo son el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable”, el “Programa Sello de Calidad Sanitaria”, el “Programa Bandera Azul Ecológica”, e implementar y darle sostenibilidad al “Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales”. Por otro lado, se debe continuar realizando ese tipo de estudios, pero contemplando una visión más integral e interinstitucional, que permita ampliar el ámbito de acción con la intención de mejorar los indicadores nacionales de salud.




# AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL 2016




## METAS AL 2022 Y AL 2030




### INTRODUCCION




El año 2016 marca el inicio de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” (ODS), cuyo periodo abarca los años 2017 al 2030. Los ODS, aprobados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el 2015, están conformados por 17 objetivos relacionados entre sí, con la intención de establecer *“un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad que también tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia”* <sup>(1)</sup>. Dentro de estos objetivos se establece el número 6 sobre “Agua y Saneamiento”, el cual tiene las siguientes metas al 2030 (copia textual):




   Para el 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio accesible para todos.

   Para el 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la disminución a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.

   Para el 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza.

   Para el 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los ríos, acuíferos y los lagos.

   Para el 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo a los países en desarrollo en los programas relacionados con el agua y saneamiento, incluidos el acopio, almacenamiento del agua, la desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de las aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización.

   Apoyar y fortalecer la participación comunitaria en la gestión del agua y saneamiento.

En la meta 6.4 el suscrito considera que al año 2020 esto será muy difícil de lograr, por lo que se deberá mantener la meta al año 2030.

En este contexto el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), siguiendo la tradición de publicar informes anuales de agua para consumo humano (ACH) y saneamiento desde 1991 <sup>(2)</sup>, se enfocará, a partir del presente informe, en el cumplimiento de las metas 6.1 y

6.2 indicadas anteriormente. Estas publicaciones anuales servirán de insumo para el Ministerio de Planificación <sup>(3)</sup>, el informe del “El Estado de la Nación <sup>(4,5)</sup>, el Consejo Social del Poder Ejecutivo y el Sistema de las Naciones Unidas <sup>(6)</sup>, el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) <sup>(7)</sup>, el Programa Sello de Calidad Sanitaria <sup>(8)</sup>, entre otros. Pero, ante todo, servirá de herramienta para brindar seguimiento a las metas anuales a implementar con el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad los Servicios de Agua Potable 2017-2022 y 2023-2030” (PNMSCSAP), y quizás en un futuro el “Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales (PNMAAR). Aún más, estos informes, en conjunto con los dos programas mencionados anteriormente, podrían servir de modelo de evaluación y seguimiento de la política propuesta por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) como ente rector y, específicamente en la “Política Nacional del Subsector Agua Potable” (PNSAP) <sup>(9)</sup> y la Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales (PNSAR) <sup>(10)</sup>.

En razón de esto, pero sobre todo con el propósito de abrir “la ventana” hacia el cumplimiento de las metas de los ODS al 2030, se elabora el presente informe con los siguientes objetivos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Analizar la cobertura de acceso a agua de calidad potable y saneamiento en aguas residuales domésticas y proponer las metas a cumplir en el 2022 y 2030, en el marco del Objetivo 6 de los ODS en Costa Rica.

### **Específicos**

- ✓ Estimar la cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) suministrada por AyA, municipios, Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y los acueductos a cargo de Comités de Acueductos Rurales (CAARs) y/o Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales (ASADAS), además del total de coberturas y calidad del ACH a nivel nacional.
- ✓ Estimar los acueductos y población sometida a control de calidad del ACH y el tratamiento y/o desinfección de la misma.
- ✓ Inventariar y distribuir los tipos de fuentes para potabilización, según la entidad administradora u operadora de los acueductos en Costa Rica.
- ✓ Analizar la evolución del suministro de agua de calidad potable por ente administrador (AyA, Municipios, CAARs y/o ASADAS y la ESPH), en forma anual a partir del año 2000.

- ✓ Inventariar los episodios de contaminación química (antropogénica y natural), en las fuentes o sistemas de abastecimiento de ACH en el periodo 2000 al 2016.
  
- ✓ Clasificar y ubicar los acueductos, según población abastecida por intervalos de >50.000 habitantes, 20.000 a 50.000, entre 2.500 y <20.000, entre 500 y <2.500 y <500 habitantes.
  
- ✓ Realizar una gráfica sobre las tasas de mortalidad en menores de 5 años y la tasa de mortalidad infantil y las coberturas de agua por cañería, agua de calidad potable para los periodos 2000-2015.
  
- ✓ Determinar la cobertura de saneamiento en aguas residuales domésticas en Costa Rica y su evolución en el periodo 2000 al 2016.
  
- ✓ Definir las coberturas de población con utilización de “alcantarilla o cloaca”, “tanque séptico”, “otro” y “no tiene”, en el año 2016.
  
- ✓ Establecer una breve reseña sobre los componentes del Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable para el periodo 2017-2022.
  
- ✓ Definir la estructura del Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales 2017-2022.
  
- ✓ Proponer las metas de cobertura de agua potable y saneamiento para los años 2022-2030.

## **METODOLOGÍA**

De acuerdo con el ordenamiento establecido de los objetivos específicos, la metodología se divide en 5 etapas; la primera está enfocada a la cobertura y calidad del ACH, con sus diferentes aspectos como la población que recibe agua de calidad potable, intradomiciliar, con control de calidad, tratamiento y/o desinfección, inventario de fuentes de potabilización y otras; la segunda etapa es la cobertura abordada en el saneamiento en aguas residuales domésticas en el año 2016, y la evolución del mismo en el periodo 2000 al 2016; la tercera hace un breve resumen sobre el PNMSCSAP: 2017-2022; la cuarta etapa propone las metas generales para el año 2022 y 2030 en agua potable y saneamiento, por último, la quinta describe las metas a cumplir en los dos periodos que



comprende el PNMSCSAP 2017-2030, tanto para ACH como para la disposición de excretas.

### **Tipo de estudio**

El presente estudio es de tipo descriptivo-retrospectivo-prospectivo, para lo cual se aplican los siguientes pasos:

### **PRIMERA ETAPA: estimación de las coberturas de ACH**

### **Población estimada de Costa Rica**

La población estimada de Costa Rica, a Julio 2016, la aporta el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), a través de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHG). <sup>(11)</sup>

### **Estimaciones de cobertura y calidad del ACH**

La estimación de cobertura y calidad del agua se realizó con reportes e informes del LNA de los acueductos del AyA, municipalidades, ESPH y las ASADAS y/o CAARs del año 2016. <sup>(12,13,14)</sup>

### **Población con agua sometida a control de calidad, tratamiento y/o desinfección**

Con los mismos reportes de calidad del agua, se estiman los sistemas con control de calidad, tratamiento y/o desinfección.

### **Inventario de Fuentes de Agua para potabilización**

El inventario y clasificación de los tipos de fuentes de agua, según la entidad operadora, se obtuvo de los mismos estudios aportados por el LNA.

### **Evolución de la calidad del agua por entidad operadora periodo: 2000-2016**

Con los datos reportados de los informes anuales de calidad del agua de los años 2000 al 2016, se presenta la grafica de la evolución de las coberturas de población abastecida con agua de calidad potable, en el periodo del 2000 al 2016. <sup>(15,16)</sup>

### **Inventario de episodios de contaminación química de los acueductos: 2000-2016**

Mediante dos cuadros se resume los episodios de contaminación química, natural y antropogénica, en los sistemas de abastecimiento de agua evaluados por el LNA, en el periodo 2000 al 2016.

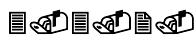


## **SEGUNDA ETAPA: saneamiento en aguas residuales domésticas**



### **Mecanismo de disposición de excretas**

Con la información aportada por el INEC a julio del 2016, se distribuyen las coberturas de disposición de excretas en alcantarillado o cloaca, tanque séptico, otros y no tiene<sup>6</sup>.



### **Evolución de la Cobertura por Alcantarillado Sanitario y tanques sépticos**

La evolución de las coberturas de saneamiento en aguas residuales domésticas por alcantarillado y tanques sépticos del periodo 2000 al 2016, se presenta mediante un gráfico.



### **TERCERA ETAPA: propuesta del esquema del PNMSCSAP 2017-2022**

Se presentan los componentes y el número de acciones o subprogramas de cada uno de la Propuesta del PNMSCSAP: 2017-2022 elaborada por los funcionarios del LNA Darner Mora y Carlos Felipe Portuguez <sup>(17)</sup>.



### **CUARTA ETAPA: propuesta de esquema del PNMAAR 2017-2022**

Esta propuesta rescata el modelo del PNMAAR: 2017-2022, con sus 8 componentes y acciones o subprogramas. <sup>(18)</sup>



### **QUINTA ETAPA: Metas para los años 2022 y 2030 en agua potable y saneamiento**



#### **Metas en ACH**

Con los datos de línea base del 2015 y 2016, se proponen las metas en las coberturas de ACH por cañería y población cubierta con agua de calidad potable en los años 2022 y 2030. Estas metas se exponen en concordancia con la aplicación del PNMSCSAP 2017-2022.



#### **Metas en Saneamiento**

Con los datos línea base 2015 y 2016 en saneamiento de aguas residuales domésticas, en los años 2022 y al 2030. Estas metas se proponen en concordancia con el PNMAAR: 2017-2022.



## **RESULTADOS**

La metodología y los resultados, se presentan en concordancia con los objetivos de las 5 etapas del estudio.

## **Primera Etapa. Cobertura y Calidad del Agua**

### **Estimación de Cobertura y Calidad del Agua**

En el siguiente cuadro 1, se presenta la estimación de cobertura y calidad del agua por entidad operadora al año 2016.

### **Población con agua sometida a control de Calidad del Agua, tratamiento y/o desinfección**

En los cuadros 2 y 3, se presentan los porcentajes de población que reciben agua con control de calidad, tratamiento y/o desinfección, respectivamente.

**Cuadro 2. Porcentaje de Población con Agua Sometida a Programas de Control de Calidad del Agua 2010-2016**

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Porcentaje	76	76,0	77,3	78,2	74,9	75,3	75,5	78,5	76,6	74,1

**Cuadro 3. Porcentaje de Población Abastecida con Tratamiento y/o Desinfección en Costa Rica: 2010-2016**

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Porcentaje	82,6	82,6	84,5	86,8	87,3	88,4	89,3	86,3

Por su parte, el cuadro 4 muestra la cobertura de potabilización y desinfección de los acueductos operados por AyA, Municipalidades, ESPH y CAAR's/ASADAS, en el periodo 2016.

**Cuadro 4. Cobertura de tecnología de potabilización y desinfección del agua en los acueductos operados por AyA, municipalidades, ESPH y comités administradores de acueductos rurales y asociaciones. 2016.**

Ente operador	Grupos de Población																													
	Totales					> 50000				20000 - 50000				2501 - 20000				501 - 2500				< 500								
	Tratamiento		Desinfección			Tratamiento		Desinfección		Tratamiento		Desinfección		Tratamiento		Desinfección		Tratamiento		Desinfección		Tratamiento		Desinfección						
	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No					
AyA	204	33	171	188	16	7	5	2	7	0	10	2	8	10	0	57	17	40	57	0	68	6	62	65	3	62	3	59	49	13
Municipalidades	239	5	234	218	21	1	1	0	1	0	4	0	4	4	0	53	4	49	52	1	95	0	95	90	5	86	0	86	71	15
ESPH	14	1	13	14	0	0	0	0	0	0	5	1	4	5	0	6	0	6	6	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0
CAAR's	2117	25	2092	901	1216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	7	105	102	10	651	12	639	420	231	1354	6	1348	379	975
<b>Totales</b>	<b>2574</b>	<b>64</b>	<b>2510</b>	<b>1321</b>	<b>1253</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>228</b>	<b>28</b>	<b>200</b>	<b>217</b>	<b>11</b>	<b>814</b>	<b>18</b>	<b>796</b>	<b>575</b>	<b>239</b>	<b>1505</b>	<b>9</b>	<b>1496</b>	<b>502</b>	<b>1003</b>

Fuente: Área de Microbiología, Laboratorio Nacional de Aguas, AyA



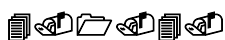
### Inventario de número y tipo de fuente de agua

En el siguiente cuadro 5, se presentan el número, según tipo de fuente de abastecimiento de los acueductos, por entidad operadora.

**Cuadro 5. Fuentes de abastecimiento de los acueductos operados por AyA, municipios, ASADAS y/o CAARs al 2016**

Ente operador	Fuentes de Abastecimiento			
	Total	Pozos	Nacientes	Superficiales
AyA	614	356	196	62
Municipalidades	373	45	304	24
E.S.P.H.	31	21	3	7
CAAR's/ASADAS	4204	795	3141	268
<b>Totales</b>	<b>5222</b>	<b>1217</b>	<b>3644</b>	<b>361</b>

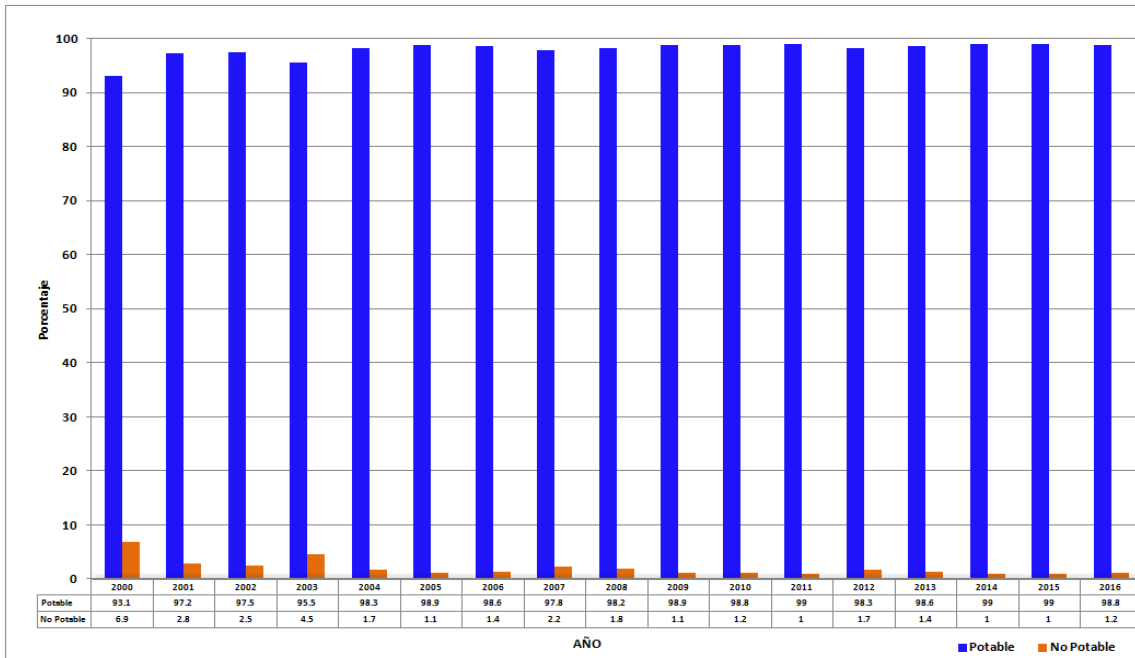
Fuente: Área de Microbiología, LNA



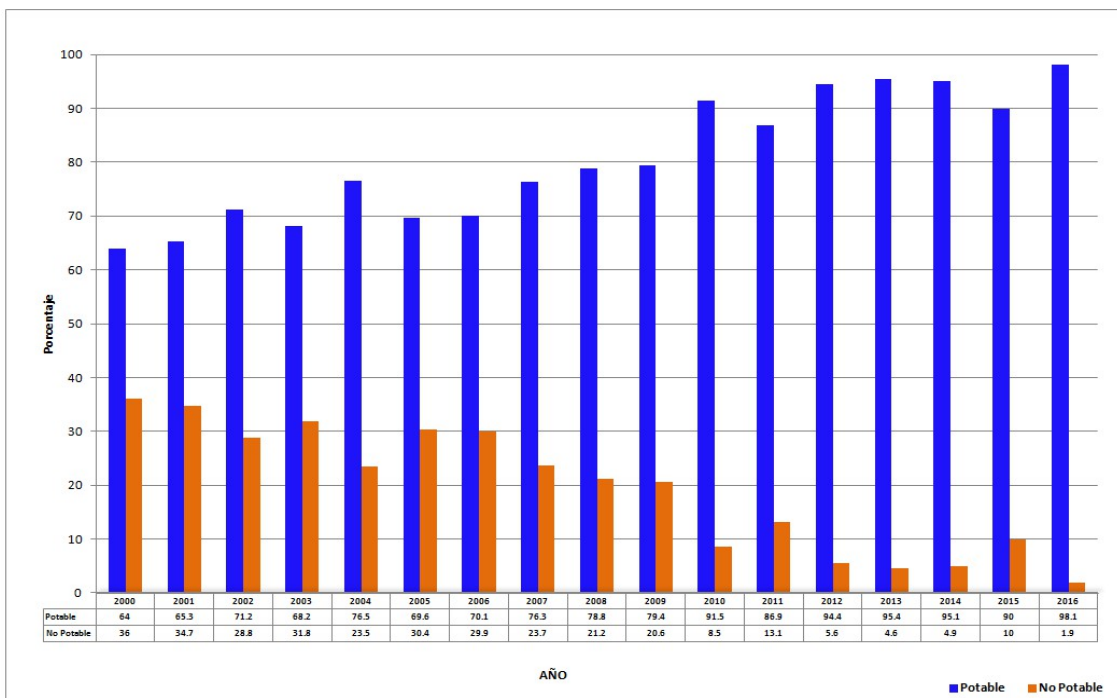
### Evolución de las Coberturas y Calidad del Agua por Entidad Operadora: Periodo 2000-2016

En las siguientes figuras 1, 2, 3, 4, se presentan la evolución de las coberturas con agua de calidad potable y no, en el periodo 2000 al 2016, suministrados por el AyA, Municipalidades, CAARs y/o ASADAS y la totalidad del país, respectivamente:

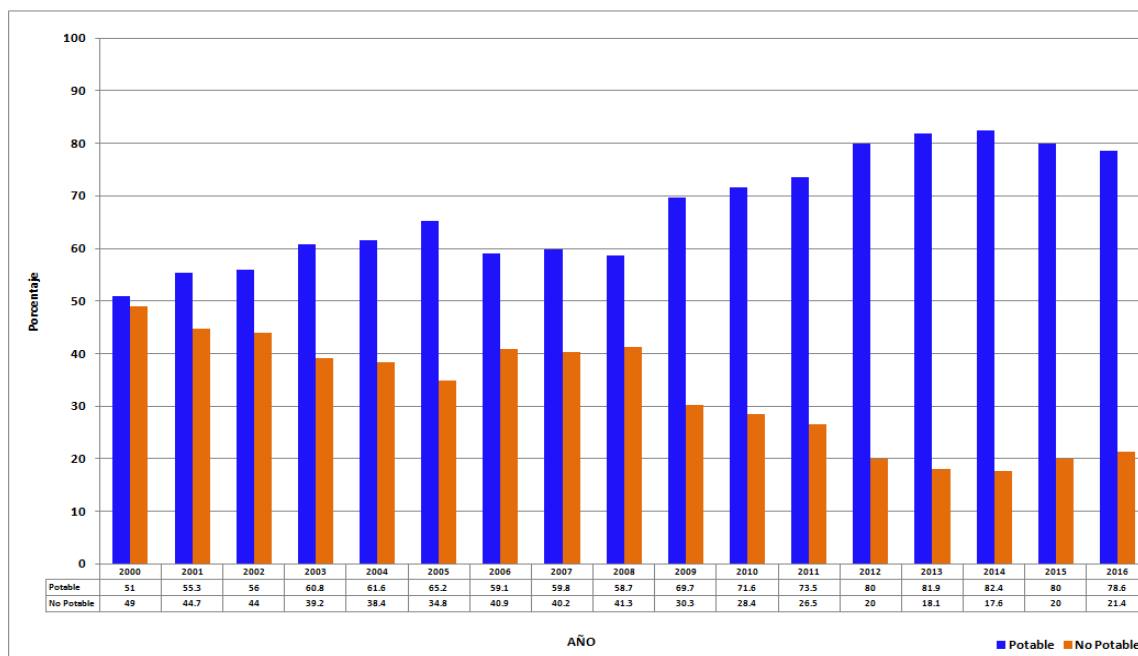
**Figura 1. Evolución de la Calidad del Agua suministrada por el AyA en el periodo 2000 al 2016**



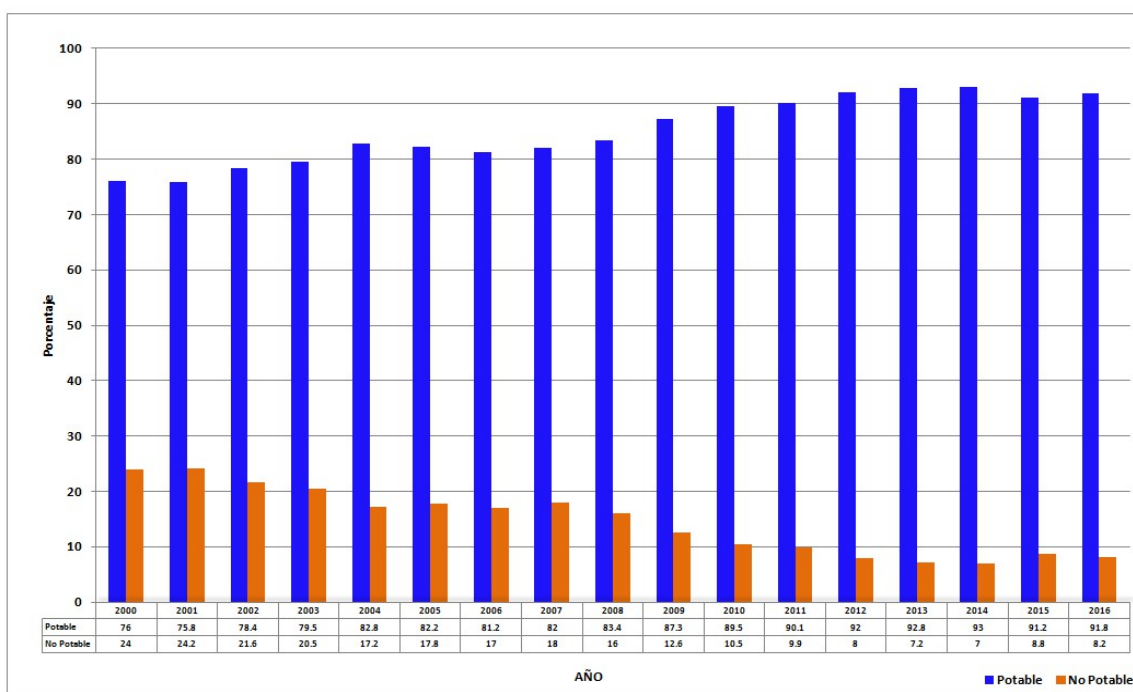
**Figura 2. Evolución de la Calidad del Agua suministrada por los Municipios y la ESPH en el periodo 2000 al 2016**



**Figura 3. Evolución de la Calidad del Agua suministrada por ASADAS y/o CAARs en el periodo 2000 al 2016**



**Figura 4. Evolución de la Cobertura y Calidad del Agua suministrada en Costa Rica en el periodo 2000 al 2016**





## Episodios de contaminación química en fuentes de agua y acueductos en Costa Rica: periodo 2010-2016

Para efectos prácticos, las contaminaciones químicas en los acueductos se separaron en dos partes. La primera la conforman los episodios de contaminación causada por los seres humano (antropogénica), y la segunda son aquellas contaminaciones químicas naturales de varios sistemas de abastecimiento del país.

### 4.1.5.1. Contaminaciones químicas antropogénicas

En el cuadro 6 se presentan los episodios de contaminación química de origen antropogénico, identificadas en los acueductos.

**Cuadro 6. Episodios de Contaminación Química Antropogénica en los Acueductos de Costa Rica: 2001-2016**

Año	Acueductos evaluados	Acueductos No potables (Contam.fecal)	%	Episodios de contaminación química	Acueducto
2001	2.058	--	¿?	Hidrocarburos	Planta Guadalupe
2002	20.71	1.020	49,3	Hidrocarburos	Río Quebradas de Pérez Zeledón
2003	2.122	954	44,9	1-Hidrocarburos 2-Bromacil, diurón y otros plaguicidas	1-Planta Los Sitios 2-El Cairo, Milano y Luisiana de Siquirres
2004	2.179	970	44,5	Hidrocarburos	Embalse El Llano-Orosi
2005	2.206	949	43,0	1-Gasolina y diesel	1-Pozo AB-1089-Belén
2005	2.206	949	43,0	2-Nitratos	2-Banderillas-Cartago
2006	2.235	1.055	47,2	Hidrocarburos	Fuentes de Moín-Limón
2007	2.259	1.032	45,7	Hidrocarburos	Planta San Ignacio de Acosta
2008	2.274	1.004	44,2	Terbufos	Veracruz de San Carlos
2009	2.302	925	40,2	Nitratos	Tierra Blanca-Cartago
2010 al 2014				Nitrato	Calle Valverde de San Miguel, Piedra Mesa Alta de Telire, Residencial El Molino de Cartago, Tierra Blanca de Cartago Sectores La Misión, Ciudadela

					Graciano y La Trinidad, San Francisco y Santa Eduvigis
--	--	--	--	--	--

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

#### 4.1.5.2. Contaminaciones químicas naturales

En el Cuadro 7 se presentan los acueductos con contaminación química de origen natural vinculadas con la salud como dureza total, aluminio y arsénico.

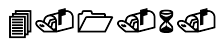
**Cuadro 7. Episodios de Contaminación Química Natural en los Acueductos de Costa Rica: 2007-2016**

Año	Acueductos evaluados	Acueductos No potables (Contam.fecal)	%	Episodios de contaminación química	Acueducto
2007	2.259	10.32	45,7	Calcio	Colorado de Abangares
2010	2.318	904	39,0	Arsénico	Cañas, Bagaces, Hotel Cañas, Bebedero, El Jobo y Agua Caliente
2011	2.359	850	36,0	Arsénico	ASADA 5, Vueltas de Kooper, Montenegro, El Chile, Arbolito, San José, Altamirita, Santa Fe y La Gloria de Aguas Zarcas
2012	2.400	761	31,7	Arsénico	Jabilla de Cañas. La Esperanza de Pavon, Golfito
2013	2.451	713	29.1	Arsénico	Bagatsi o Agua Fría de Bagaces
2014	2.497	650	26,0	Arsénico	La Pochota Macacona de Esparza y Santiago de Palmares
2010 al 2014	2.318 2.497	904 650	39,0 26,0	Aluminio	Angostura de San Andrés de León Cortés, Frailes de Desamparados, La Cuesta de San Antonio de León Cortés, Londres de Naranjito de Aguirre, Oratorio-Concepción-Buenos Aires-Los Reyes Parte Alta, Patio de San Cristobal de Ticabán de La Rita de Pococí, Rincón de Zaragoza Sector Calle Vázquez, Rodeo de San Marcos de Tarrazú, San Gabriel de Cabagra de Buenos Aires, San Cecilia



					de San Marcos de Tarrazú, Santa Cruz de Turrialba, Valle Azul Arriba de Paquera
2015 y 2016	2.588	600	23,2	Salinización	Pozos en Guanacaste: Condovac, Cacique 1, Cacique 2, Cacique 3, Pozo 484 y Pozo 379

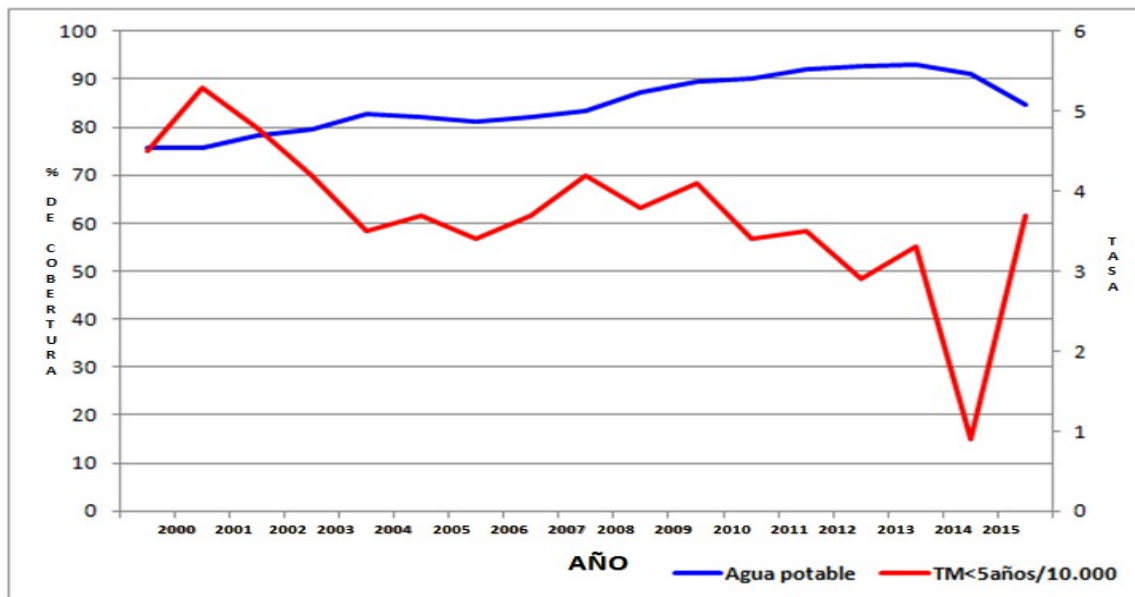
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.



### Cobertura de ACH y las tasas de mortalidad en niños menores de 5 años en Costa Rica: periodo 2000-2015

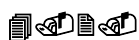
En la figura 5 se presenta una gráfica correlacionando las tasas anuales de mortalidad en menores de 5 años (TM<5 años/10.000), en el periodo 2000 al 2015, contra la cobertura de agua de calidad potable en Costa Rica.

**Figura 5. Tasas anuales de mortalidad en niños menores de 5 años/1.000 versus Cobertura con Agua de Calidad Potable: 2000 al 2015**



Por su parte, el cuadro 8 resume las coberturas con agua para consumo humano y con agua potable, además de la TM<5 años/10.000 y la tasa de mortalidad infantil por 1.000 (TMI/1.000), durante el mismo periodo.

CUADRO 8. PROMEDIOS DE COBERTURA CON AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y AGUA POTABLE Y LAS TASAS DE MORTALIDAD DE NIÑOS <5 AÑOS/10.000 ENTRE LOS AÑOS 2000 Y 2015				
AÑO	Agua para Consumo Humano	Agua Potable	TM niños <5 años/10.000	TMI/1.000
2000	97,3	75,7	4,5	10,2
2001	97,4	75,8	5,3	10,8
2002	97,5	78,4	4,8	11,1
2003	97,5	79,5	4,2	10,1
2004	97,6	82,8	3,6	9,2
2005	97,4	82,2	3,7	9,8
2006	98,6	81,2	3,4	9,7
2007	98,3	82,0	3,7	10,0
2008	99,4	83,4	4,2	9,0
2009	99,9	87,3	3,8	8,8
2010	98,7	89,5	4,1	9,5
2011	98,1	90,1	3,4	9,1
2012	98,2	92,0	3,5	8,5
2013	98,4	92,8	2,9	8,7
2014	99,5	93,0	3,3	8,0
2015	99,4	91,2	0,9	7,8
<b>Promedio</b>	<b>98,3</b>	<b>84,8</b>	<b>3,7</b>	<b>9,4</b>



## Resultados de la Segunda Etapa: Saneamiento en Aguas Residuales



### Rica

## Estimación de cobertura de disposición de excretas en Costa Rica

En el cuadro 9 y figura 6, se presentan los tipos de excretas que utilizó la población del país, según la Encuesta Nacional de Hogares de Julio 2016, incluido el porcentaje de población que dispone sus aguas residuales domésticas.

### Cuadro 9. Población según tipo de Disposición de Excretas o Servicio Sanitario en Costa Rica: 2016

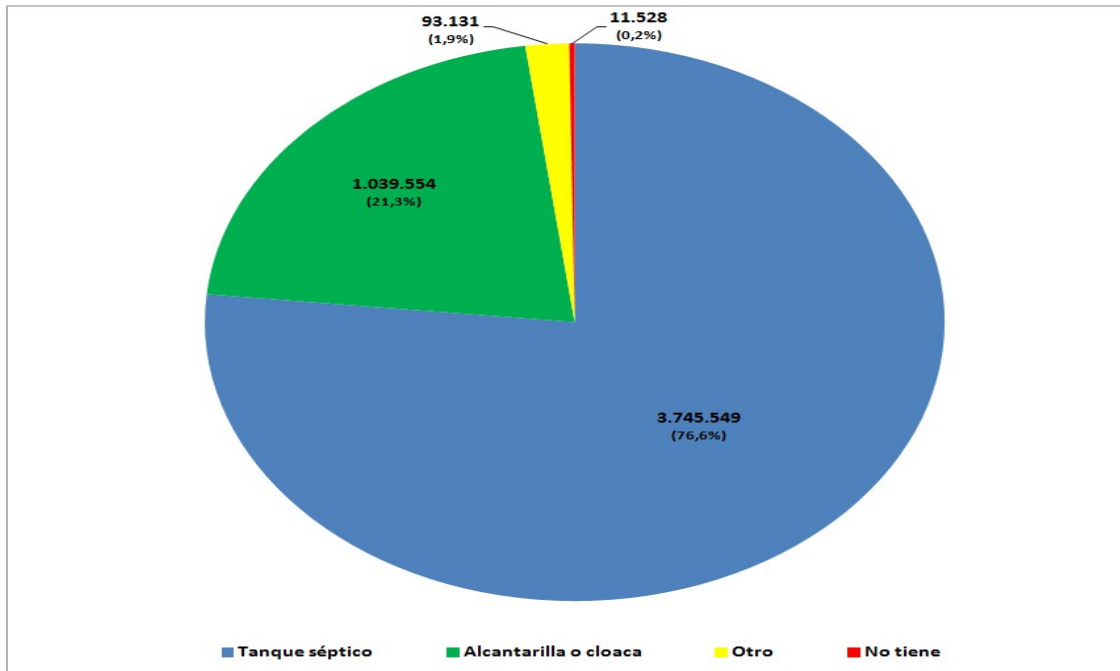
Zona y región de planificación	Total		Conectado a tanque séptico <sup>1/</sup>		Conectado a alcantarilla o cloaca		Otro <sup>2/</sup>		No tiene	
	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes
<b>Total</b>	1 465 259	4 889 762	1 110 265	3 745 549	323 942	1 039 554	26 821	93 131	4 231	11 528
<b>Zona</b>										
Urbana	1 063 912	3 551 728	749 388	2 539 513	303 285	973 205	8 952	32 565	2 287	6 445
Rural	401 347	1 338 034	360 877	1 206 036	20 657	66 349	17 869	60 566	1 944	5 083
<b>Región de planificación</b>										
Central	906 117	3 040 924	615 019	2 103 735	280 677	901 963	9 096	31 124	1 325	4 102
Chorotega	112 210	371 646	101 613	339 128	6 878	22 324	3 476	9 840	243	354
Pacífico Central	88 636	284 614	79 939	257 466	7 274	21 974	1 083	4 362	340	812
Brunca	113 627	360 832	102 235	326 615	7 735	23 577	2 975	9 023	682	1 617
Huetar Caribe	131 076	439 086	109 029	363 078	16 089	54 079	4 924	19 496	1 034	2 433
Huetar Norte	113 593	392 660	102 430	355 527	5 289	15 637	5 267	19 286	607	2 210

<sup>1/</sup> Se refiere a tanque séptico común o tanque séptico con tratamiento (fosa biológica).

<sup>2/</sup> Se refiere a "excusado de hueco" u otro sistema semejante, en el que se desagua en alguna corriente natural de agua.

Fuente: INEC. Encuesta Nacional de Hogares (ENAHG), 2016.

**Figura 6. Porcentaje y Población cubierta con diferentes tipos de mecanismos de Disposición de Excretas en Costa Rica periodo 2016**



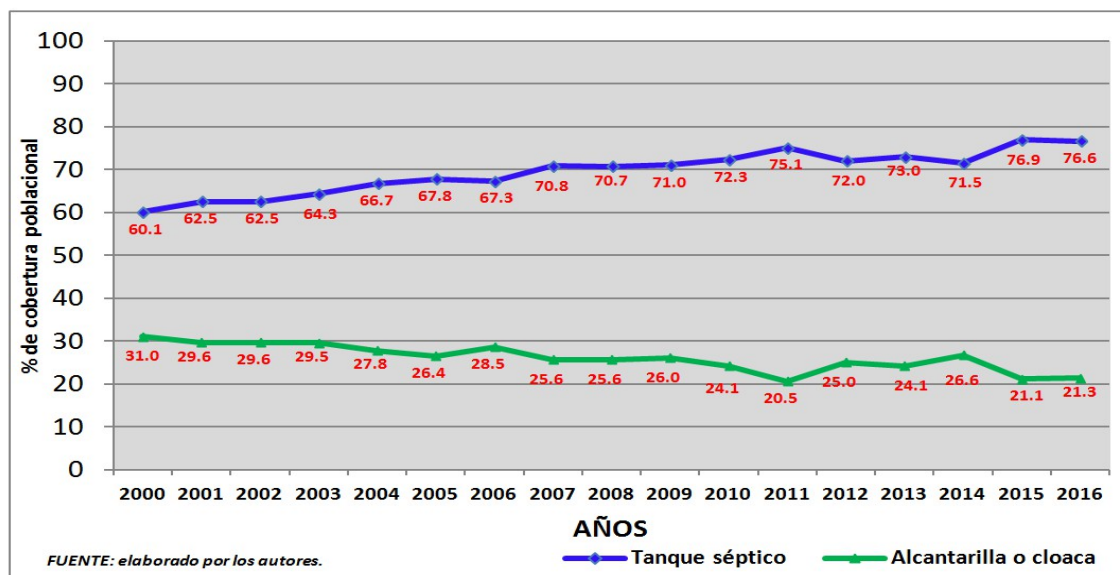
FUENTE: Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) 2016/INEC.



**Evolución de cobertura de disposición de excretas: 2000-2016**

En la figura 7, se visualiza la evolución de cobertura de disposición de excretas, mediante tanques sépticos y alcantarillado en Costa Rica, en el periodo 2000 al 2016.

**Figura 7. Evolución de la Disposición de Excretas por medio de tanques sépticos y alcantarillado en Costa Rica: 2000-2016**



FUENTE: elaborado por los autores.



## **Tercera Etapa: componentes del Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable: 2017-2022**

La dirección del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) propuso, en diciembre del 2016, la implementación del PNMSCSAP: 2017-2022 con el propósito de alcanzar, junto con el segundo PNMSCSAP: 2023-2030, la universalización de los servicios de agua potable en Costa Rica, en concordancia con los ODS, específicamente con el Objetivo 6 enfocado al agua y saneamiento. Los objetivos de este programa son:



### **General**

Impulsar y coordinar acciones para mejorar la calidad de los servicios de agua potable en Costa Rica, mediante la aplicación de ocho componentes, elaborando diagnósticos de cada uno de los acueductos operados por AyA, Municipios, CAAR's y/o ASADAS, la ESPH y otros tipos de entidades, con el propósito de mejorar la calidad de vida y la salud pública en el territorio nacional.



### **Específicos**

- ✓ Realizar un diagnóstico sobre la calidad de los servicios de agua potable, aplicando el sistema de evaluación de los servicios.
- ✓ Determinar y analizar los caudales de producción de las diferentes fuentes de agua de cada uno de los acueductos del país.
- ✓ Mantener un inventario actualizado de fuentes de agua.
- ✓ Realizar inspecciones sanitarias en cada estructura de los acueductos con el propósito de elaborar ERS, para buscar con ello las medidas correctivas correspondientes.
- ✓ Incrementar los programas de vigilancia y control de calidad del agua en los sistemas de abastecimiento.
- ✓ Promover acciones para proteger las fuentes de agua en el país.
- ✓ Aumentar la cobertura de potabilización en los acueductos que sea requerida.
- ✓ Aumentar la cobertura de desinfección continua del agua suministrada por cada uno de los acueductos.
- ✓ Realizar investigaciones para mejorar el tratamiento y desinfección del agua.
- ✓ Determinar las principales causas de contaminación de las fuentes de agua.
- ✓ Crear una cartera de proyectos de inversión de los diferentes entes operadores, tanto para la mejora de los ya existentes como para los nuevos acueductos
- ✓ Aumentar la capacidad analítica, y sobre todo de infraestructura, del Laboratorio Nacional de Aguas.

- ✓ Fortalecer un sistema de vigilancia de la calidad del agua por parte del Ministerio de Salud (MS) y el AyA.
- ✓ Realizar estudios sobre agua, ambiente y salud.
- ✓ Impulsar la creación de un “Centro de Investigación y Capacitación en el AyA”, con el afán de instruir a los presentes y futuros administradores y operadores de acueductos y alcantarillados.
- ✓ Informar y concienciar a la población sobre los riesgos derivados del consumo de agua suplida por los acueductos discontinuos y de mala calidad.
- ✓ Fomentar la participación de la sociedad civil en la protección del recurso hídrico, mediante la participación en los programas Bandera Azul Ecológica y Sello de Calidad Sanitaria.
- ✓ Establecer metas anuales para cada uno de los siete componentes, siguiendo las prioridades de acuerdo con la población abastecida por los acueductos.
- ✓ Impulsar la sostenibilidad de los servicios de AP con tarifas acordes con los gastos de administración, operación y un rédito para el desarrollo.
- ✓ Impulsar la actualización de normas, reglamentos y legislación en relación al manejo del agua, con énfasis en los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.



### **Componentes del PNMSCSAP: 2017-2022**

Los componentes del programa propuesto son:

- Protección de fuentes de agua.
- Vigilancia y control de la calidad del agua.
- Tratamiento y/o desinfección.
- Calidad del servicio (cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura).
- Evaluación de riesgo sanitario (ERS).
- Políticas, normas y legislación.
- Autosostenibilidad, movilización social y educación.
- Proyectos de mejora y ampliación de la cobertura con agua para consumo humano.

En total el PNMSCSAP consta de 94 acciones o subprogramas distribuido en los 8 componentes mencionados. Además, este programa puede servir de “modelo de

evaluación y seguimiento” de la propuesta de la “Política Nacional del Subsector de Agua Potable 2016-2030”

### **Resultados de la cuarta etapa: componentes del Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales: 2017-2022.**

En el marco de la recientemente aprobada Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales (PNSAR) 2017-2046. Dicha política dividida en quinquenios a partir del 2017. En este contexto, se propone el Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales (PNMAAR): 2017-2022, con los siguientes objetivos:

#### **Objetivo General**

Implementar un programa integral del Manejo Adecuado de las Aguas Residuales mediante la identificación de las debilidades y amenazas, con el propósito de impulsar una adecuada gestión con los diferentes actores del país, con el afán de mejorar el ambiente, la salud y calidad de vida de las actuales y nuevas generaciones de los habitantes de Costa Rica.

#### **Objetivos Específicos**

- ✓ Establecer un sistema de encuestas para evaluar la calidad de los servicios de agua, fundamentados en los aspectos de cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura.
- ✓ Identificar los acueductos con tratamiento y/o desinfección ubicados en el territorio nacional.
- ✓ Identificar los acueductos a cargo de asociaciones de usuarios y entes privados.
- ✓ Ubicar los acueductos de acuerdo con los intervalos de población abastecida, con respecto a tecnología de potabilización, vigilancia y control de la calidad del agua.
- ✓ Confeccionar, aplicar y procesar encuestas para determinar la continuidad, cobertura y costos de los servicios de ACH.
- ✓ Confeccionar cronogramas de acción para cada uno de los ocho componentes propuestos en la metodología.
- ✓ Confeccionar, aplicar y procesar encuestas sanitarias (fichas de campo) para elaborar evaluaciones de riesgos sanitario (ERS) en los acueductos operados por AyA, Municipios, CAAR´s y/o ASADAS, la ESPH y otros.
- ✓ Contar con una cartera de proyectos de inversión, por parte de los entes operadores de acueductos, que permita conocer las inversiones actuales y futuras para mejorar y construir nuevos acueductos, que permitan optimizar la cobertura con ACH de calidad potable.
- ✓ Elaborar un presupuesto general para cumplir con las actividades de cada uno de los ocho componentes.

### **Quinta Etapa: indicadores y metas para el 2022 y 2030**

#### **Indicadores y metas en aguas para consumo humano**

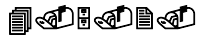
A manera de propuesta, a continuación se presentan las actividades y metas de calidad de los servicios de agua potable, tanto la situación actual como para las dos etapas de implementación del PNMSCSAP.

**Cuadro 10. Actividades y metas de calidad de los servicios de agua potable**

<b>Actividad</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Situación actual al 2015-2016</b>	<b>Metas para el 2022</b>	<b>Metas para el 2030</b>
1. Cobertura de agua por cañería interna	% de cobertura	97,7 - 97,5	99	100
2. Cobertura de población con agua de calidad potable	% de cobertura	91,2 - 91,8	95	99
3. Cobertura de población con "buena" o "excelente" SEECSSAP	% de población	6,4	50	80
4. Cobertura de población con agua sometida al Control de Calidad del agua	% de población	76,6 – 74,1	85	99
5. Cobertura de población con agua con tratamiento y/o desinfección	% de población	89,3 – 86,3	95	99
6. Acueductos con agua de calidad potable	Número de acueductos	1.808 – 1.988	2.000	2.200
7. Porcentaje de Acueductos con agua de Calidad potable	% de acueductos	71,1 – 76,8	85	99
8. Acueductos con PSCS	Número de avances	563 - 634	1.126 (50%)	2.000
9. Población con agua sometida al	Población que recibe agua de	2.430.709 49,7%	3.649.361 70,0%	4.420.013 80%

PSCS	acueductos con el PSCS			
------	------------------------	--	--	--

FUENTE: Elaborado por los autores, con las poblaciones estimadas al 2022 y al 2030 de Costa Rica.



## Indicadores y metas en saneamiento en aguas residuales

### Indicadores

Cobertura de población con alcantarillado sin tratamiento.

Cobertura de población con alcantarillado sanitario con PTAR.

Cobertura de población con tanque séptico.

Cobertura de población con disposición de excretas por letrinas.

Cobertura de población con disposición de excretas a cielo abierto.

**Cuadro 11. Saneamiento en Aguas Residuales en Costa Rica: Situación actual y metas al 2022 y al 2030**

Coberturas de población según mecanismos de disposición de excretas						
Año	Población	Alcantarillado	Alcantarillado con PTAR%	Tanques sépticos %	Letrinas %	A cielo abierto %
2016	4.889.762 hab	21,2	8,2	76,6	1,9	0,30
2022	5.213.374 hab	34,0*	20,0	65,0	1,0	0,00
2030	5.563.905 hab	40,0**	26,5	60,0	0,0	0,00

\*Siempre y cuando es se construya el alcantarillado en Quepos, Golfito y Palmares

\*\* Siempre y cuando se construya la segunda parte del Plan de Mejoramiento Ambiental en el Área Metropolitana de San José

Fuente. INEC ([www.INEC.go.cr](http://www.INEC.go.cr))



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Para efectos de orden, las conclusiones del presente informe se harán manteniendo el orden de las etapas expuestas en la metodología, con la intención de continuar la estructura de manera uniforme en el mismo.



### **5.1.1 Primera etapa**

- ✓ El 47,2% del agua en el país es suministrada por el AyA, el 14,3% por las municipalidades, el 4,6% por la ESPH y 29,9% por los acueductos rurales.
- ✓ Los datos indican que en Costa Rica, al año 2016, un 99,5% de la población recibe agua por cañería, de la cual el 91,8% es de calidad potable.
- ✓ El 97,6% de la población del país recibe agua intradomiciliariamente, o sea, que cuenta con cañería dentro de la vivienda.
- ✓ El 74,1% de la población del país recibe agua sometida a programas de control de calidad del agua, mientras que el 86,3% obtiene agua con desinfección y/o tratamiento.
- ✓ El cuadro 4 nos muestra que en el país existen 64 acueductos que cuentan con tratamiento y 1.321 con desinfección.
- ✓ Se han inventariado, al 2016, 2.574 acueductos, y de ellos 1.878 abastecen agua de calidad potable y 696 con agua no potable.
- ✓ Un 0,5% de la población del país, equivalente a 28.038 personas, se abastecen con agua suministrada a través de pozos o nacientes, pero sin contar con tubería.
- ✓ De las fuentes de agua inventariadas, 3.644 son nacientes, 1.217 son pozos y 361 son aguas superficiales.
- ✓ El porcentaje de potabilidad del agua ha aumentado de 93,1% en el 2000 a 98,8% para el AyA, de 54% a 98,1% en las municipalidades, de 51% a 78,1% en los acueductos rurales, para dar un resultado general de 75% a 91,8% en la totalidad del país.
- ✓ A partir del año 2000 se han presentado, con mayor frecuencia, eventos de contaminación química, provocados principalmente por hidrocarburos, nitratos, metales pesados, plaguicidas y últimamente por salinización en la provincia de Guanacaste.
- ✓ El valor promedio de cobertura con agua de calidad potable del periodo 2000-2015 fue de 84,8%, mientras que el de la TM << años/10.000 fue de 3,7.

### **5.1.2 Segunda etapa**

- ✓ Según la ENAHO 2016, la disposición de excretas en Costa Rica se realiza a través de tanque séptico en un 76,6%, un 21,3% por alcantarilla o cloaca, un 1,9% por otros sistemas y 0,2% no cuentan con sistema de disposición de excretas.
- ✓ Sin embargo, solamente el 8,2% de las aguas residuales que son recolectadas a través de alcantarillado o cloaca recibe tratamiento.
- ✓ A nivel general, prevalece el uso de tanques sépticos sobre el alcantarillado, con una cobertura de 76,6% para el primero y 21,3% para el segundo.

### **5.1.3 Tercera etapa**

- ✓ Con la aplicación y sostenibilidad del PNMSCSAP, en sus dos etapas propuestas para los años 2017-2022 y 2023-2030, se pretende alcanzar las metas propuestas en el punto 4.5.1, siempre y cuando se hagan efectivos los componentes y las actividades propuestas en el punto 4.3 de este informe.

#### **5.1.4 Cuarta etapa**

- ✓ Al igual que en el punto anterior, la aplicación y sostenibilidad de esta propuesta, y la búsqueda y obtención de las metas establecidas en el punto 4.5.2 de este informe, depende de la aplicación y sostenibilidad de los componentes del PNMAAR 2017-2022.

#### **5.1.5 Quinta etapa**

- ✓ En los cuadros 8 y 9 se presentan las metas propuestas tanto para los servicios de aguas potable como para el saneamiento en aguas residuales del país, las cuales podrían lograrse utilizando y dándole sostenibilidad a las dos herramientas propuestas (PNMSCSAP y PNMAAR), y que vendrían a mejorar los indicadores de salud, aplicando la PNSAP 2017-2030 y la PNSAR 2017-2030 y sus planes de acción.

### **5.2 Recomendaciones**

Debido a la relación comprobada del acceso a agua potable y saneamiento y la salud pública <sup>(19, 20 y 21)</sup>, y con la intención de poder abordar con éxito el Objetivo 6 sobre “Agua y Saneamiento” es recomendable:

Establecer el Sector Agua Potable y Saneamiento en Costa Rica y en todos los países de la región Latinoamericana y en los países pobres del mundo.

- En nuestro país, el AyA debe implementar a lo interno y a lo externo la Rectoría en Agua Potable y Saneamiento.
- En Latinoamérica, se deberá implementar el Observatorio en Agua Potable y Saneamiento, como lo sugiere la Agenda de la IV Edición de LATINOSAN. <sup>(22)</sup>
- El AyA, como parte de su función rectora, deberá desarrollar el “Centro de Capacitación en Agua Potable y Saneamiento”, para su implementación a partir del año 2017.
- El AyA deberá fortalecer y modernizar el Laboratorio Nacional de Aguas, para ampliar los programas de vigilancia y la calidad del agua en sus diferentes usos, y ampliar sus acciones para valorar la calidad de los servicios de agua potable, mediante los aspectos integrados de la cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura, con la aplicación del “Sistema Estimado de la Calidad de los Servicios de Agua Potable”. <sup>(23)</sup>
- Los PNMSCSAP y el PNMAAR 2017-2030 deberían ponerse en práctica mediante planes de acción y modelos de seguimiento realistas, definiendo las metas a alcanzar tanto en los servicios de agua potable como en los de saneamiento en aguas residuales en el país. Dichos planes de acción deberían tener un continuo y persistente fortalecimiento del eje transversal de la cultura en la población sobre el agua y el saneamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEPAL, Organización de Naciones Unidas. **Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y El Caribe**, Santiago, Chile, 2016: 1 a 5.
2. Mora, Darner. **Situación Actual del Agua para Consumo Humano y Aguas Residuales en Costa Rica**. San José, Costa Rica. Revista Biogenesis. UNED, Vol 3, 1991: 1-101.
3. Ministerio de Planificación. **Estadísticas Regionales de Costa Rica: 2010-2015**. San José, Costa Rica, 2017: 1-101.
4. Programa Estado de la Nación. **Vigésimo Primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible**. Programa Estado de la Nación. San José, Costa Rica, 2014: 1-433.
5. Programa Estado de la Nación. **Vigésimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible**. Programa Estado de la Nación. San José, Costa Rica, 2015: 1-125.
6. Consejo Social/Gobierno de la República/Sistema de las Naciones Unidas en Costa Rica. **Primer Informe de Costa Rica sobre Avances en el Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio**. San José, Costa Rica, 2004: 1-125.
7. Mora, Darner; Chavez, Arcelio. **Programa Bandera Azul Ecológica: 15 Aniversario: 1996-2010**. Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica; Campo Directo, 2011: sp.
8. Barrantes, Luis. **Programa Sello de Calidad Sanitaria: I Informe de Labores Año 2015**. Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica; Laboratorio Nacional de Aguas AyA, 2015: sp.
9. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Propuesta de la Política Nacional del Subsector de Agua Potable 2017-2030**. Pavas, San José, Costa Rica; AyA, 2017: 1-49.
10. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales 2017-2030**. Pavas, San José, Costa Rica; AyA, 2017: 1-55.
11. Instituto Nacional de Estadística y Censos. **Encuesta Nacional de Hogares 2016. Resultados Generales**. INEC, San José, Costa Rica, 2016.
12. Laboratorio Nacional de Aguas. **Informe Anual de Cobertura y Calidad del Agua Suministrada por los Acueductos Operados por el AyA 2016**. Acueductos y Alcantarillados, Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, 2017: sp.
13. Laboratorio Nacional de Aguas. **Informe Anual de Cobertura y Calidad del Agua Suministrada por los Acueductos Municipales y la ESPH 2016**. Acueductos y Alcantarillados, Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, 2017: sp.

14. Laboratorio Nacional de Aguas. **Informe Anual de Cobertura y Calidad del Agua Suministrada por los Acueductos Rurales 2016**. Acueductos y Alcantarillados, Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, 2017: sp.
15. Mora, Darner; Portuguez, Carlos. **Situación de Cobertura y Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica a Finales del Año 2000**. Acueductos y Alcantarillados, Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, 2001: sp.
16. Mora, Darner; Mata, Ana; Portuguez, Carlos. **Agua para Consumo Humano y Saneamiento y su Relación con los Indicadores Básicos de Salud en Costa Rica: Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda para el 2030**. Acueductos y Alcantarillados, Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, 2001: sp.
17. Mora, Darner; Portuguez, Carlos. **Propuesta del Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2017-2022**. Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados, Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, 2016: sp.
18. Mora, Darner; Portuguez, Carlos. **Propuesta del Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales 2017-2016**. Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados, Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, 2001: sp.
19. Leo Heller. **Saneamiento y salud. Brasilia**. OPS/OMS, CEPIS; 1997: 1-83.
20. Mora, Darner. **Saneamiento, educación y salud**. San José, Costa Rica. Editorama; 2005: 1-122.
21. Baltazar, J.C; Salom F.S. **Disposal of faeces on children under two years old and diarrhoea**. V.18, N°4 (supp); 1989: 16-19.
22. IV Conferencia Latinosan. **Agenda Establecimiento del Observatorio en Agua Potable y Saneamiento**. Lima, Perú-9 al 15 de marzo; 2016.
23. Mora, Darner; Barrantes, Luis. **Sistema de la Evaluación Estimada de la Calidad de los Servicios de Agua Potable**. Tres Ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2016:sp.