

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y  
ALCANTARILLADOS**

**LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS**

**ACCESO A AGUA PARA CONSUMO  
HUMANO Y SANEAMIENTO EVOLUCIÓN  
EN EL PERIODO 1990-2010 EN COSTA RICA**

**PREPARADO POR:** DR. DARNER MORA ALVARADO  
DRA. ANA MATA SOLANO  
LIC. CARLOS FELIPE PORTUGUEZ



## **ACCESO A AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO: evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica**

### **RESUMEN**

**Objetivo:** analizar la evolución de las coberturas y calidad del agua para consumo humano (ACH) y disposición de aguas residuales domésticas (DAR), y el cumplimiento de los “Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM) y el avance en el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable en Costa Rica 2007-2015” (PNMSCSAP), con el propósito de fortalecer la aplicación de las medidas correctivas por parte de las entidades sanitarias de Costa Rica.

**Metodología:** para cumplir con el objetivo planteado en este estudio descriptivo-retrospectivo, se aplicaron los siguientes pasos:

- A) Se aprovecharon los datos históricos de los “Programas de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua”, del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), para describir las evoluciones de las coberturas y calidad del ACH en los acueductos operados por AyA, Municipios, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), los Comités Administradores de Acueductos Rurales y las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (CAAR’s y/o ASADAS).
- B) Se utilizaron los datos de las Encuestas Nacionales de Hogares (ENH), del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), y los estudios del LNA para describir la evolución de los diferentes mecanismos de DAR en el periodo 2000 al 2010.
- C) Con fundamento en las metas propuestas en el Objetivo 7 de los ODM, se evalúa el avance de cobertura de ACH de calidad potable y la DAR en nuestro país, en el periodo comprendido entre 1990 y el año 2010 y su expectativa al 2015.

**Resultados:** la estimación de cobertura con ACH para el año 2010, indica que Costa Rica cubrió un total de 100% de la población del país, de la cual el 98,7% es abastecida a través de agua por cañería y de 1,3% no se tiene información, debido a que se abastecen por medio de pozos, nacientes o quebradas propias. En cuanto a la cobertura con agua de calidad potable, se alcanzó el 89,5% de la población, lo cual es un logro sin precedentes en el país. En el caso de la DAR, se observa un incremento en el uso de tanques sépticos en detrimento del alcantarillado, con un 72,3% y 24,1%, respectivamente, mientras que la DAR por letrinas es de 3,1% y de 0,5% por otros sistemas. En ambos servicios (ACH y DAR), Costa Rica ya alcanzó las Metas 10A y 10B del Objetivo 7 de los ODM. Con respecto al avance en el PNMSCSAP 2007-2015, se observan importantes avances en la desinfección, pasando de 76,8% a 81,8% de población cubierta con agua clorada, entre los años 2006 a 2010. Por otro lado, el análisis de la evolución de las coberturas con ACH y DAE demuestra importantes avances por entidad operadora: AyA, ESPH, CAAR’s/ASADAS y municipios.

**Conclusiones y recomendaciones:** se observa un aumento de 2,2% en la cobertura con ACH de calidad potable en el 2010 con respecto al 2009, y la evolución de 1990 al 2010 es de aproximadamente el 39,5%; en el caso de la DAE, se mantiene el uso excesivo de tanques sépticos. Además, se recomienda la aplicación, con mayor fortaleza, de las actividades de los 7 componentes del PNMSCSAP 2007-2015, y el inicio del Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales 2007-2015, además de la definición y creación del Subsector de Agua Potable y Saneamiento, en el nuevo “Proyecto de la Ley de Aguas”.

**Palabras clave:** agua, calidad, cobertura, potable, evolución y residuales.

# ACCESO A AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO: evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) fue creado en 1961, mediante la Ley 2726 y sus posteriores reformas en las Leyes N°3668 (1966) y 5915 (1976) <sup>(1)</sup>. En su Artículo 1 se le brinda la potestad de “...*dirigir, fijar políticas, establecer y aplicar normas, realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo para resolver todo lo relacionado con el suministro de agua potable y recolección y evacuación de aguas negras y residuos industriales líquidos...*”. El Artículo 2, inciso a), ratifica la rectoría en lo concerniente a dirigir y vigilar todo lo relacionado con el abastecimiento de agua potable a todos los habitantes de Costa Rica.

En este contexto el AyA creó el Laboratorio Central en 1963, el cual fue designado como Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) en 1997, con la aprobación del Decreto Ejecutivo 26066-S <sup>(2)</sup>; su propósito era el de vigilar y controlar, en conjunto con el Ministerio de Salud, la calidad del agua para consumo humano (ACH) en todo el territorio nacional. Debido a esta nueva responsabilidad, el LNA se comprometió a publicar informes anuales de calidad del agua, incluyendo el compilado de los datos de cobertura y calidad de los sistemas administrados por los Municipios, los Comités Administradores de Acueductos Rurales y las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (CAAR's y/o ASADAS), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y el propio AyA <sup>(3, 4 y 5)</sup>. Además, el LNA evalúa los procesos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales <sup>(6)</sup>, ejerciendo un seguimiento a la evolución de las coberturas con los diferentes mecanismos de disposición de aguas residuales domésticas u ordinarias (DAR); para la evaluación de este punto se utilizaron documentos elaborados por el AyA y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), como el “Programa Nacional para la Prevención del Cólera” <sup>(7)</sup> y la “Situación de Aguas Residuales Municipales en Costa Rica 2003” <sup>(8)</sup>. Aunado a estos documentos, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) elabora anualmente las Encuestas Nacionales de Hogares y Propósitos Múltiples (ENH), en donde entre muchos otros aspectos se estiman las coberturas de ACH y DAR en todo el país <sup>(9)</sup>.

Estos informes y encuestas son insumos para que el “Programa Conjunto de Monitoreo” (PCM) <sup>(10)</sup>, coordinado por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), midan los avances de las Meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) <sup>(11)</sup>. La misma propone la “reducción a la mitad (con respecto al año 1990), para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible a agua potable y saneamiento básico” <sup>(12)</sup>, entendiéndose en este caso la DAR como saneamiento básico. Con relación a esta Meta 10, es importante anotar que Costa Rica ocupa el primer lugar en América Latina y El Caribe (AL y C) en el acceso a agua en la vivienda, patio o terreno <sup>(13)</sup>; no obstante estos grandes avances, aún persisten al interior del país grandes desigualdades en el suministro de agua de calidad potable <sup>(14)</sup>. En razón de esto y debido a la

importancia de ambos servicios (ACH y DAR) con los indicadores básicos de salud (IBS) <sup>(15,16 y 17)</sup>, se presenta este informe con el propósito de analizar su evolución en el periodo 1990-2010.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Analizar la evolución de las coberturas y calidad del ACH y la DAR, el cumplimiento de la Meta 10 de los ODM y el avance en el PNMSCSAP 2007-2015, con el propósito de fortalecer la aplicación de las medidas correctivas por parte de las entidades sanitarias del país.

### **2.2 Específicos**

- Evaluar las coberturas y calidad del ACH a nivel nacional y por ente operador, para el período 2010.
- Describir y comparar las coberturas y calidad del ACH por provincias del año 2010, y hacer una estimación aplicando el porcentaje de cobertura nacional a la población sin evaluar.
- Definir el número de acueductos con tratamiento y desinfección en Costa Rica, además de la población nacional abastecida con agua clorada y su comparación con el año 2009.
- Clasificar los tipos de fuentes de agua usadas para potabilización en Costa Rica (superficiales, pozos, nacientes)
- Estudiar la evolución de las coberturas y calidad del ACH suministrada por los acueductos municipales, CAAR's y/o ASADAS y el AyA, desde 1989 al año 2010.
- Analizar la evolución de coberturas y calidad del ACH en Costa Rica en el período 1991 al 2010.
- Identificar las principales causas de contaminación del ACH en Costa Rica en el período 2001-2010.
- Estudiar las coberturas con los diferentes tipos de DAR en Costa Rica, en el año 2010.
- Analizar la evolución de los diferentes tipos de DAR en el país del año 2000 al 2010.
- Comparar los datos de cobertura con ACH generados por el INEC y el LNA, para medir la consistencia de la información.

- Analizar el cumplimiento de la Meta 10 de los “Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).
- Analizar el cumplimiento de las actividades de los 7 componentes del PNMSCSAP 2007-2015.

### **3. METODOLOGÍA**

Para cumplir con los objetivos del presente estudio se aplicaron los siguientes pasos:

#### **3.1 Informe de cobertura y calidad del agua 2010**

Fundamentados en los datos del Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del ACH <sup>(18)</sup> del LNA se realiza:

- Una estimación de la cobertura y calidad del ACH suministrada en todo el territorio Nacional en el año 2010. Además, se definen las coberturas y calidad del agua suministrada por los municipios y la ESPH, el AyA y los CAAR’s y/o ASADAS.
- Se definen las coberturas y calidad del agua por provincias en Costa Rica en el año 2010
- Se calcula el número de acueductos con tratamiento y/o desinfección en el año 2010 en Costa Rica.
- Se realiza un inventario del número y tipo de fuentes de ACH existentes en el país.
- Se identifican las principales causas de contaminación de los sistemas de agua potable en Costa Rica.

##### **3.1.1 Procedimiento para calcular la calidad del ACH en los acueductos rurales**

Los datos de cobertura con ACH de AyA es el resultado del control de calidad realizado a los acueductos que opera y administra esta entidad, es decir, obedece a un monitoreo metódico con frecuencias y un número de muestras establecidos por el Reglamento para la calidad del Agua Potable, de acuerdo a la población que abastecen. De igual manera sucede con 8 municipalidades, de las 30 que administran sistemas de abastecimiento de ACH, ya que tienen convenio con el LNA para realizar el respectivo control de calidad, a saber Tarrazú, Naranjo, Jiménez, Cartago, Alajuela, La Unión, Oreamuno y Santo Domingo de Heredia. Caso contrario sucede con los datos obtenidos para las restantes municipalidades y la ESPH, ya que es el resultado de un programa de vigilancia de la calidad del agua, cuya frecuencia de monitoreo y número de muestras es menor.

Mención aparte se le debe dar a los CAAR's/ASADAS, cuya información también obedece al programa de vigilancia, pero con la exclusividad de que por la gran cantidad que son (1.890 en total), resulta económica y técnicamente imposible evaluarlos todos en un lapso de tiempo de un año. Por esta razón, se hace una estimación de la cobertura y calidad del agua de los acueductos evaluados en los últimos tres años, y este dato se extrapola a los acueductos que no han sido evaluados en ese tiempo, asumiendo que el comportamiento es similar; esto nos permite obtener un dato estimado de la cobertura y calidad del agua de los acueductos operados por alguno de los entes operadores debidamente conocidos, o sea, agua intradomiciliar o agua por cañería. Con este dato se procede a estimar, utilizando la misma metodología, la calidad del agua de los acueductos privados y de fácil acceso ya que, por su naturaleza, el LNA no realiza ni control ni vigilancia de estos acueductos.

### **3.2 Evolución de las coberturas de calidad del agua por entidad operadora**

Con los mismos datos históricos del LNA se determinó la evolución de la calidad del ACH suministrada por los municipios, CAAR's y/o ASADAS y el AyA para diferentes periodos de tiempo, dependientes de la disponibilidad de información; además, se establece la evolución general del suministro de ACH en Costa Rica.

En este punto, es importante aclarar que los datos de población total del país fueron corregidos por el INEC, debido a la disminución de la tasa de natalidad de 2,1 a 1,7 niños por matrimonio.

### **3.3 Causas de la contaminación del ACH**

A través de las inspecciones sanitarias y las visitas a los diferentes componentes de los acueductos, además de los resultados de los análisis de laboratorio, se logró hacer una identificación de las principales causas de la contaminación del ACH en Costa Rica

### **3.4 Cobertura de disposición de aguas residuales domésticas**

Con los datos de las ENH del INEC, se definieron las coberturas por los diferentes mecanismos de DAR en el país, es decir, tanques sépticos, alcantarillado sanitario, letrinas y otros.

### **3.5 Evolución de las coberturas de disposición de aguas residuales domésticas en el período 2000-2010**

Con los datos de las ENH del INEC, se determinó la evolución de las coberturas por los diferentes mecanismos de DAR en el país, en el período 2000 al 2010.

### **3.6 Comparación de los datos del INEC y el LNA**

Con la intención de verificar la robustez de la información obtenida, se procedió a comparar los datos de la Encuesta Nacional de Hogares del INEC y los de los informes de calidad del agua del LNA.

### **3.7 Metas de país en el acceso a ACH y DAR de acuerdo a los ODM**

Con respecto a la Meta 10 de los ODM y las metas propuestas en ambos servicios <sup>(19)</sup>, se analizaron los avances y los logros alcanzados por Costa Rica hasta el año 2010.

### **3.8 Avances en el PNMSCSAPS 2007-2015**

Se analiza el avance de las metas generales del PNMSCSAP 2007-2015, la cual fue adoptada como estrategia para mejorar la calidad del agua para consumo por la administración del Dr. Oscar Arias Sánchez mediante el Decreto Ejecutivo N°33953-S-MINAE, publicada en La Gaceta N° 175 del 12 de setiembre del 2007.

## **4. RESULTADOS**

En concordancia con el orden establecido en la metodología, a continuación se presentan los resultados obtenidos.

### **4.1 Estimación de coberturas y calidad del ACH en Costa Rica en el año 2010**

#### **4.1.1 Situación de cobertura y calidad del ACH en Costa Rica en el año 2010**

En el cuadro 1 se presentan las estimaciones de cobertura y calidad del agua en todo el país, desglosado por entidad administradora.



**Cuadro 1. Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica - Período 2010**

Entidad administradora	N° Acueductos	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
		Población	%	Población	%	Población	%	Potab.	No Potab.
AyA	180	2.274.461	49,8	2.247.777	98,8	26.684	1,2	158	22
Acueductos municipales evaluados	236	727.077	15,9	665.074	91,5	62.003	8,5	181	55
E.S.P.H.	12	158.010	3,5	158.010	100	0	0	12	0
CAAR's/ASADAS * (Evaluadas)	1.067	1.004.326	22,0	718.972	71,6	285.354	28,4	602	465
CAAR's/ASADAS ** (Sin evaluar)	823	341.067	7,5	244.203	71,6	96.864	28,4	461	362
<b>Sub-Total</b>	<b>2.318</b>	<b>4.504.941</b>	<b>98,7</b>	<b>4.034.036</b>	<b>89,5</b>	<b>470.905</b>	<b>10,5</b>	<b>1.414</b>	<b>904</b>
Sin información, fácil acceso, urbanizaciones y privados ***	¿?	58.597	1,3	52.444	89,5	5.628	10,5	¿?	¿?
<b>Totales</b>	<b>4.563.538</b>	<b>4.563.538</b>	<b>100</b>	<b>4.086.480</b>	<b>89,5</b>	<b>477.058</b>	<b>10,5</b>	<b>1.414</b>	<b>904</b>

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

\* Estimación fundamentada en el Programa de Vigilancia 2008-2010.

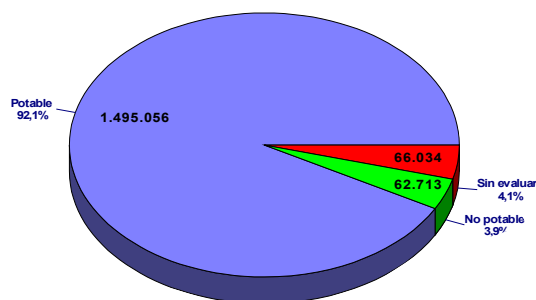
\*\* El porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable se calcula manteniendo el porcentaje obtenido en los acueductos evaluados (71,6%) y extrapolando el resultado a los que faltan de evaluar.

\*\*\* El porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable se calcula manteniendo el 89,5% obtenido en todos los acueductos.

#### 4.1.2 Descripción de coberturas y calidad del agua por provincias

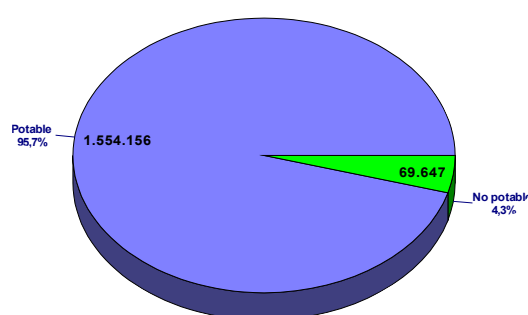
En los siguientes gráficos, numerados de 1 al 7 e identificados con la letra "A", se presenta la cantidad de personas y el respectivo porcentaje abastecido con agua de calidad potable, no potable y sin evaluar en cada provincia, para el año 2010; por su parte, y siendo consecuentes con la metodología aplicada para la elaboración de la estimación del Cuadro 1, se identificó con la "B" la estimación de estos datos si aplicamos el 89,5% de población con agua potable, obtenido a nivel nacional, a la población que no se evaluó durante el 2010 en cada provincia, y sumándolo al valor obtenido con la evaluada.

Gráfico 1-A. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de San José - Período 2010



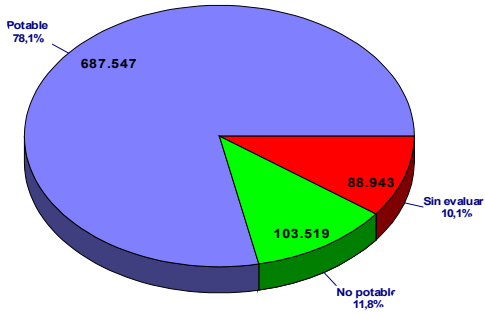
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 1-B. Porcentaje de población abastecida con agua potable y no potable con el 89,5% nacional en la provincia de San José - Período 2010



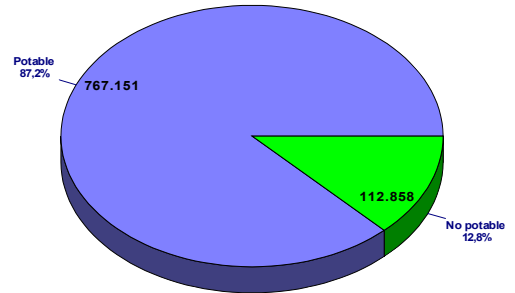
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

**Gráfico 2-A. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Alajuela - Periodo 2010**



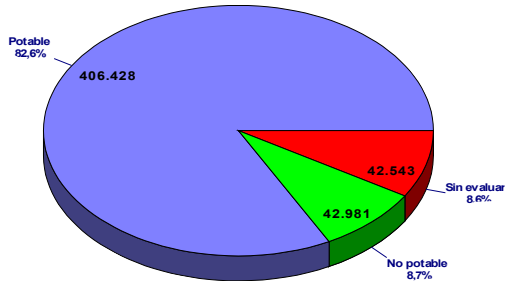
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 2-B. Porcentaje de población abastecida con agua potable y no potable con el 89,5% nacional en la provincia de Alajuela - Periodo 2010**



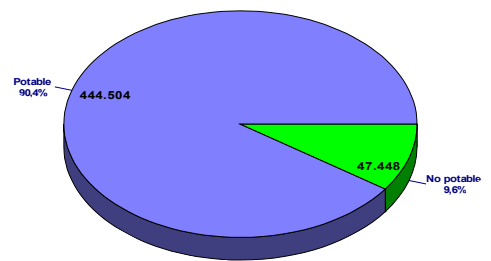
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 3-A. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Cartago - Periodo 2010**



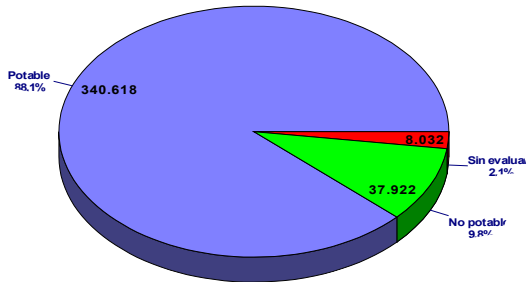
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 3-B. Porcentaje de población abastecida con agua potable y no potable con el 89,5% nacional en la provincia de Cartago - Periodo 2010**



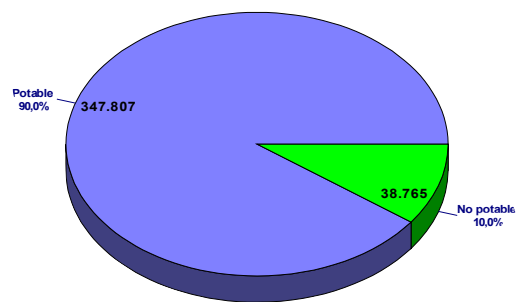
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 4-A. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Heredia - Periodo 2010**



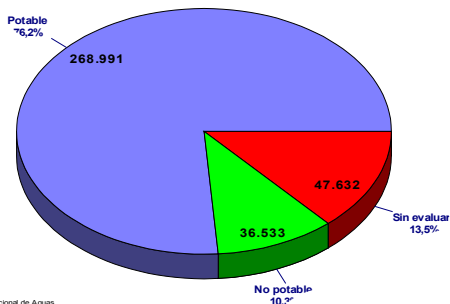
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 4-B. Porcentaje de población abastecida con agua potable y no potable con el 89,5% nacional en la provincia de Heredia - Periodo 2010**



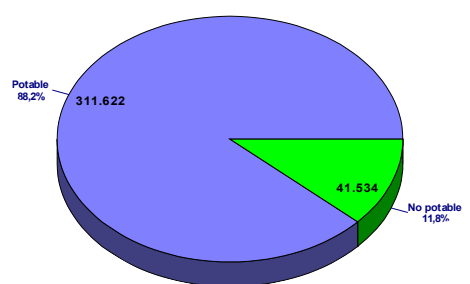
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 5-A. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Guanacaste - Periodo 2010**



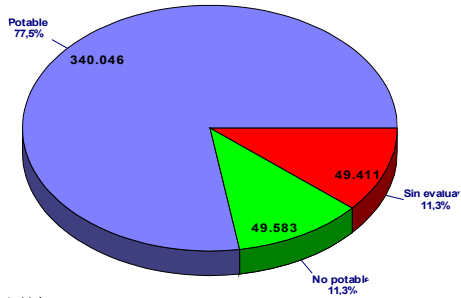
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 5-B. Porcentaje de población abastecida con agua potable y no potable con el 89,5% nacional en la provincia de Guanacaste - Periodo 2010**



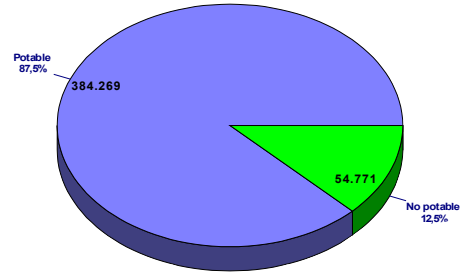
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

**Gráfico 6-A. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Puntarenas - Período 2010**



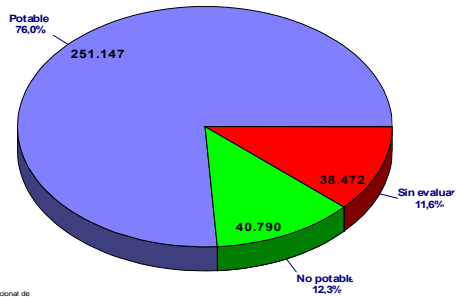
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

**Gráfico 6-B. Porcentaje de población abastecida con agua potable y no potable con el 89,5% nacional en la provincia de Puntarenas - Período 2010**



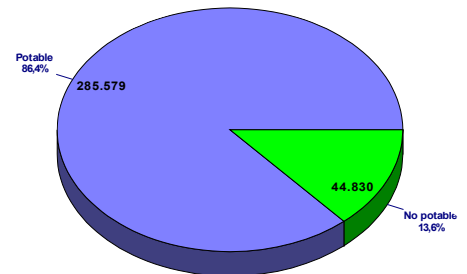
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

**Gráfico 7-A. Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Limón - Período 2010**



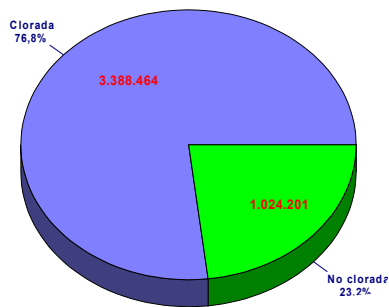
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

**Gráfico 7-B. Porcentaje de población abastecida con agua potable y no potable con el 89,5% nacional en la provincia de Limón - Período 2010**

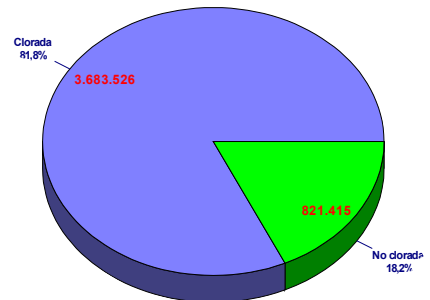


FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

**Gráfico 8-A. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Período 200F**



**Gráfico 8-B. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Período 2010**



FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

### 4.1.3 Acueductos con tratamiento y/o desinfección

En el cuadro 2 se resume el total de acueductos por entidad operadora según su calidad, tratamiento y/o desinfección. El gráfico 8 nos muestra la población abastecida con agua sometida a desinfección en el 2010, y su comparación con el año 2009.

**Cuadro 2. Tratamiento, desinfección y calidad del agua en los acueductos de Costa Rica por número de sistemas según ente operador. 2010.**

Ente operador	Acueductos							
	Total		Tratamiento		Desinfección		Potables	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
AyA	180	7,8	19	0,8	167	7,2	158	6,8
Municipalidades	236	10,2	4	0,2	169	7,3	181	7,8
ESPH	12	0,5	0	0,0	12	0,5	12	0,5
CAAR's*	1890	81,5	20	0,9	399	17,2	602	26,0
<b>Totales</b>	<b>2318</b>	<b>100</b>	<b>43</b>	<b>1,9</b>	<b>747</b>	<b>32,2</b>	<b>953</b>	<b>41,1</b>

\* Período 2008-2010.

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

Gráfico 8-A. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Período 2009

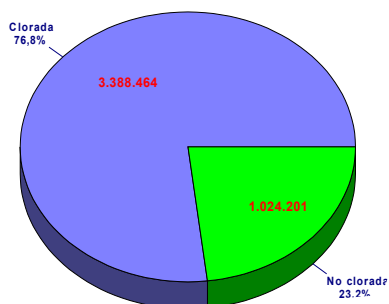
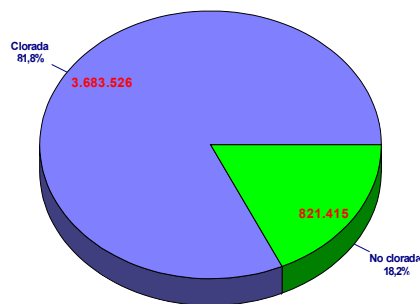


Gráfico 8-B. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Período 2010



FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

#### 4.1.4 Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano

El Cuadro 3 nos muestra la clasificación de las fuentes de agua utilizadas en Costa Rica para consumo humano.

**Cuadro 3. Fuentes de abastecimiento de los acueductos operados por AyA, comités de acueductos rurales, municipalidades y ESPH. 2010**

Ente operador	Fuentes de Abastecimiento					
	Pozos	Nacientes	Plantas	Superficiales	Subtotales	
	No.	No.	No.	No.	No.	%
AyA	227	188	30	18	463	10,11
Comités rurales*	672	2793	13	220	3698	80,74
Municipalidades	47	309	3	34	393	8,58
ESPH	19	2	0	5	26	0,57
<b>Totales</b>	<b>965</b>	<b>3292</b>	<b>46</b>	<b>277</b>	<b>4580</b>	<b>100</b>

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

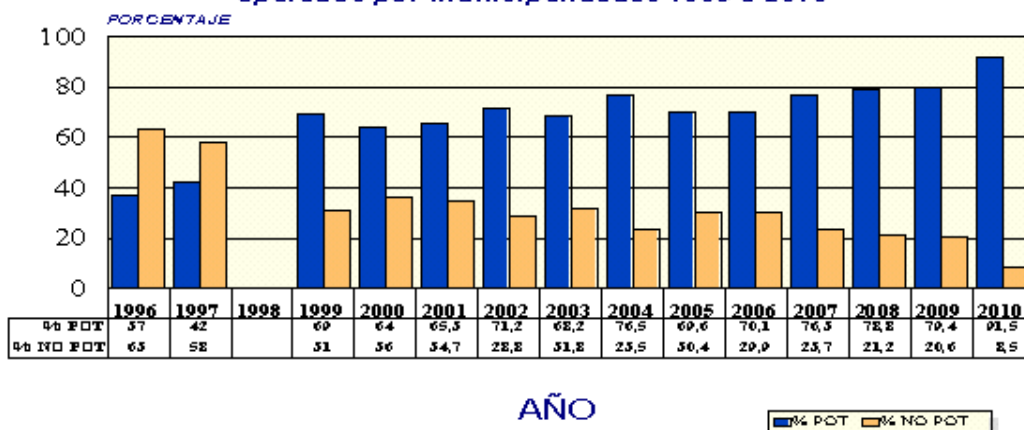
\* 2008 a 2010

#### 4.2 Evolución de las coberturas y calidad del agua por entidad operadora

##### 4.2.1 Calidad del agua en acueductos municipales

El gráfico 9 muestra la evolución de las coberturas de calidad del agua suministrada por los municipios en el período 1996-2010.

**Gráfico 9. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos operados por Municipalidades 1996 a 2010**

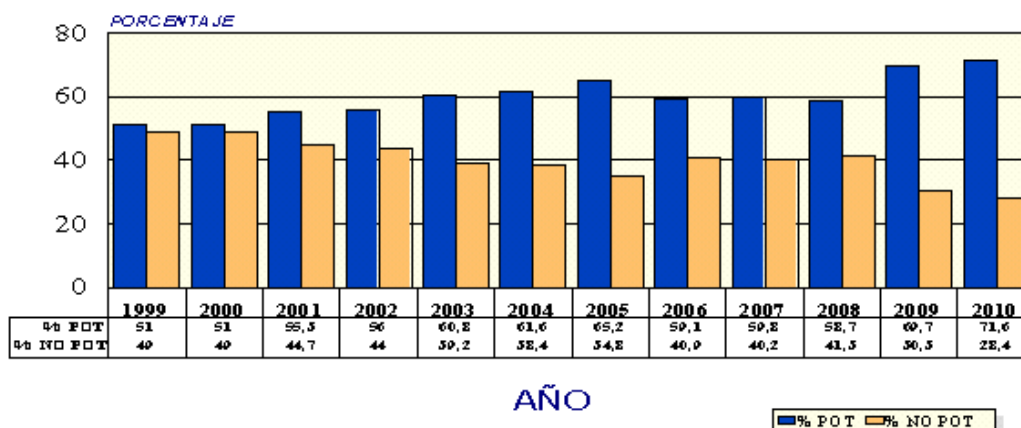


FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nal. Aguas.

## 4.2.2 Calidad del agua en acueductos rurales

El gráfico 10 resume las coberturas con agua de calidad potable y no potable suministrada por las CAAR's y/o ASADAS, en el período 1999-2010.

**Gráfico 10. Valores porcentuales de habitantes a bastecidos con agua potable y no potable en los acueductos rurales 1999 a 2010**

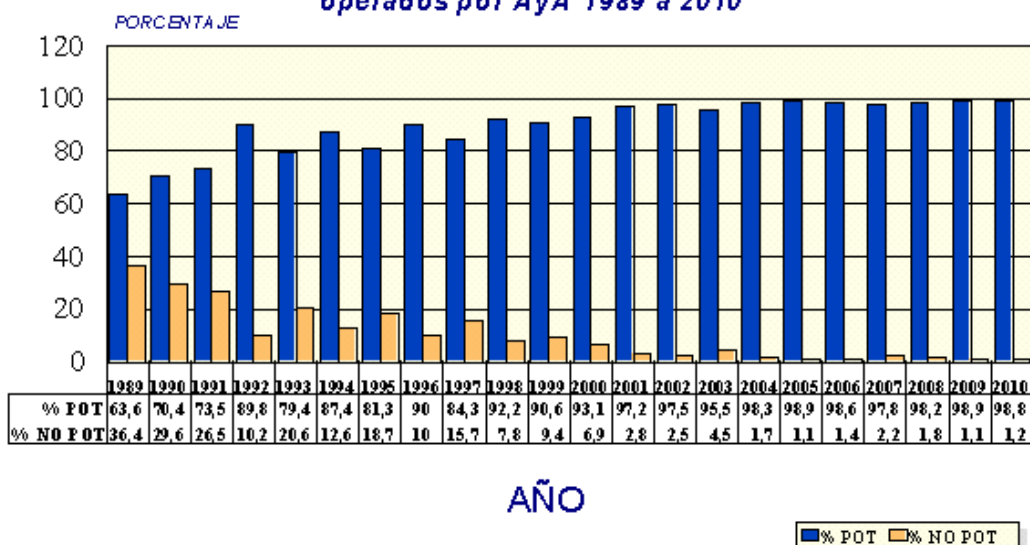


FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nal. Aguas.

## 4.2.3 Calidad del agua en acueductos de AyA

En el gráfico 11 se presenta la evolución de las coberturas con agua de calidad potable y no potable, suministrada por AyA desde 1989 hasta el 2010.

**Gráfico 11. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos operados por AyA 1989 a 2010**

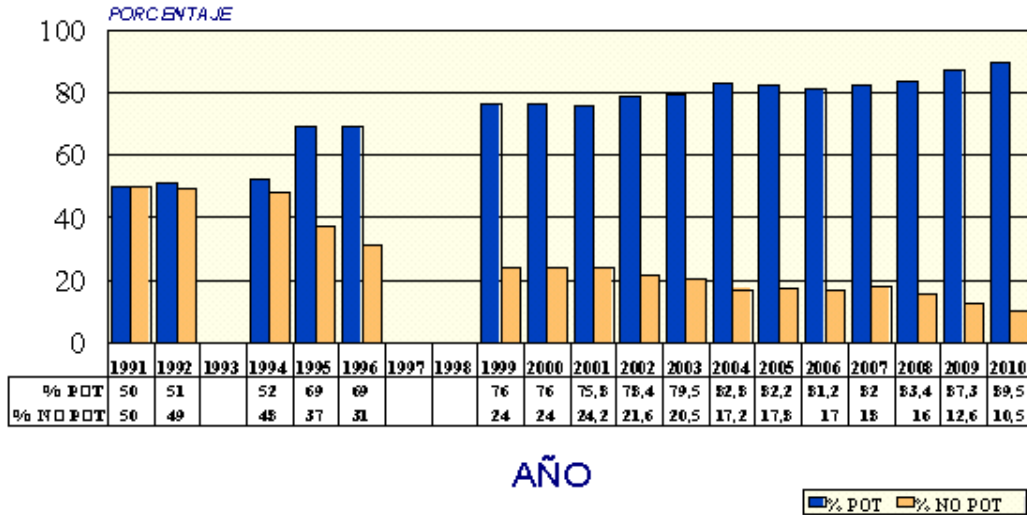


FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nal. Aguas.

#### 4.2.4 Cobertura de agua da calidad potable y no potable en Costa Rica

En el gráfico 12 se presenta la evolución de la calidad el agua potable y no potable en Costa Rica, entre los años 1991 y 2010.

*Gráfico 12. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos en Costa Rica 1991 a 2010*

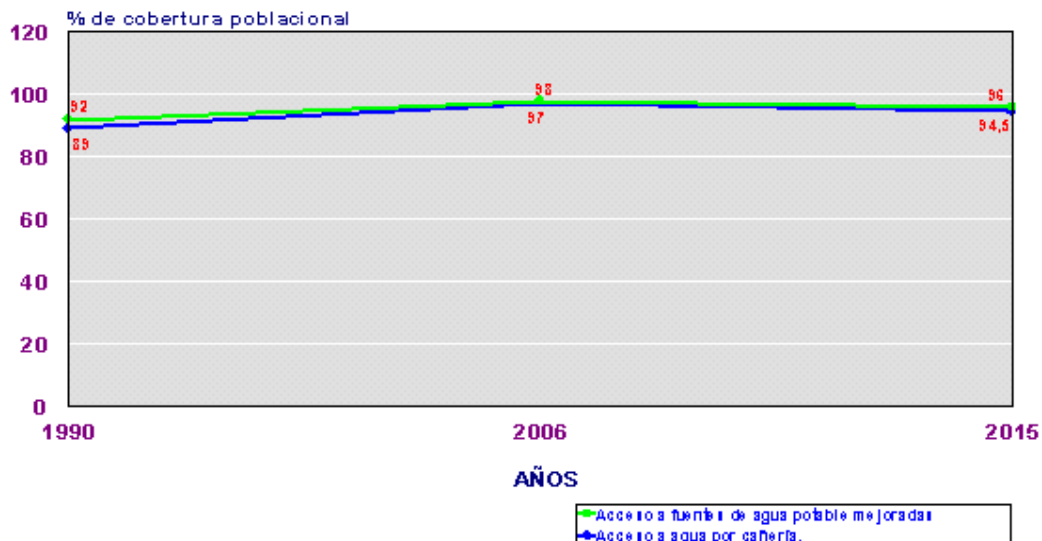


FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nal. Aguas.

#### 4.2.5 Avance en el acceso a agua para consumo humano en Costa Rica

El gráfico 13 nos muestra el avance que ha tenido la cobertura con ACH del año 1990 hasta el 2006, con una proyección para el año 2015.

**GRAFICO13. AVANCE EN EL ACCESO A AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA**



#### 4.2.6 Identificación de las fuentes de contaminación de los sistemas de abastecimiento de agua

En concordancia con la etapa de transición de riesgos ambientales que está viviendo Costa Rica, al pasar de ser un país subdesarrollado a una nación en vías de desarrollo, existe una etapa híbrida en donde se mantiene la contaminación fecal de las fuentes de agua, pero han surgido contaminaciones químicas por plaguicidas e hidrocarburos en los últimos años, tanto de origen natural como antropogénico. En el Cuadro 4 se resumen los episodios ocurridos desde el año 2001 hasta el 2010.

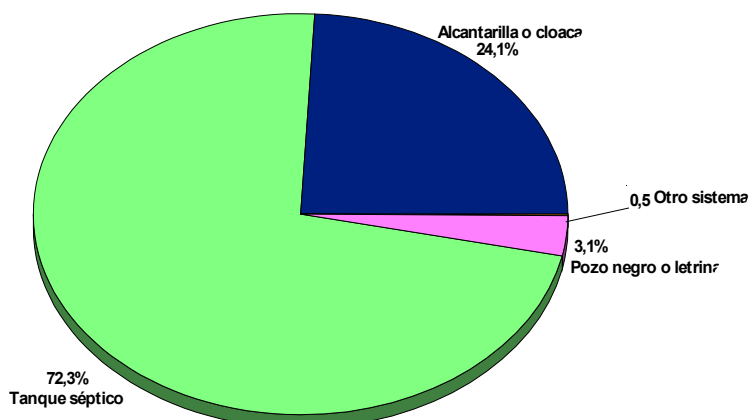
**Cuadro 4. Contaminación química en las fuentes de agua en el periodo 2001 al 2010**

Nombre del acueducto	Años	Contaminante
Planta de Guadalupe	2001	Hidrocarburos
Río Quebradas – Pérez Zeledón	2002	Hidrocarburos
Planta Los Sitios – Moravia	2003	Hidrocarburos
Embalse El LLAno – Orosi	2004	Hidrocarburos
Pozo AB-1089 – Belén	2005	Gasolina – Diesel
Fuentes de Moín – Limón	2006	Hidrocarburos
Planta San Ignacio de Acosta	2007	Hidrocarburos
Banderillas de Cartago	2005	Nitratos
El Cairo, Milano y Luisiana de Siquirres	2003 - 2008	Bromacil, diurón y otros
Veracruz – San Carlos	2008 - 2009	Terbufos
Tierra Blanca -Cartago	2009	Nitratos
Cañas, Bagaces y El Jobo (La Cruz)	2010-2011	Arsénico

#### 4.3 Cobertura y disposición de aguas residuales domésticas

En el gráfico 14 se presenta la distribución de cobertura de saneamiento básico, por tipo de mecanismo de DAR, en el año 2010, según datos aportados por la Encuesta Nacional de Hogares 2010 .

GRAFICO 14. DISTRIBUCION PORCENTUAL POR CLASE DE SERVICIO SANITARIO EN COSTA RICA - PERIODO 2010





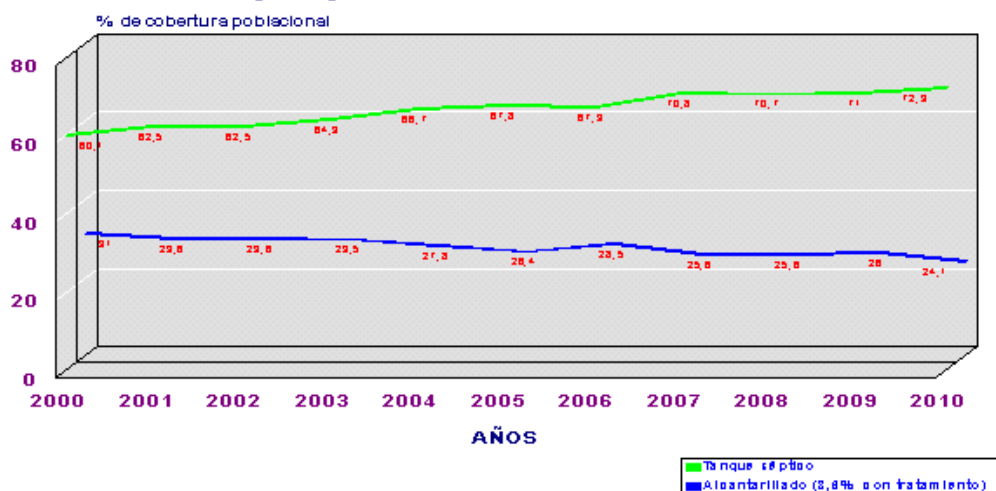
### 4.3.1 Evolución de las coberturas de saneamiento básico 2000-2010

El Cuadro 5 y Gráfico 15 muestran la evolución de las coberturas de disposición de excretas por tipo de mecanismo, en el período 2000-2010

**Cuadro 5. Cobertura de saneamiento básico por clase de servicio en el período 2000 al 2010**

Año	Total	Alcantarillado a o cloaca	Tanque séptico	Pozo negro o letrina	Otros sistemas	Defecación al aire libre
2000	100%	31,0%	60,1%	7,3%	0,2%	1,4%
2001	100%	29,6%	62,5%	6,8%	0,5%	1,1%
2002	100%	29,6%	62,5%	6,3%	0,5%	1,1%
2003	100%	29,5%	64,3%	4,8%	0,5%	0,9%
2004	100%	27,8%	66,7%	4,3%	0,5%	0,6%
2005	100%	26,4%	67,8%	4,8%	0,6%	0,5%
2006	100%	28,5%	67,3%	3,4%	0,3%	0,5%
2007	100%	25,6%	70,8%	3,0%	0,1%	0,5%
2008	100%	25,6%	70,75	3,0%	0,2%	0,5%
2009	100%	26,0%	71,0%	2,6%	0,2%	0,2%
2010	100%	24,1%	72,3%	3,1%	0,5%	--

**Gráfico 15. Evolución de la Disposición de Excretas por Alcantarillado y Tanque Séptico en Costa Rica en el Periodo 2000 al 2010**



#### 4.4 Comparación de los datos de ACH del INEC y del LNA

El cuadro 6 nos muestra los datos nacionales de cobertura con ACH aportados tanto por el INEC como por el LNA, que nos permite apreciar una clara consistencia en la información.

**Cuadro 6. Datos Nacionales de Cobertura con ACH Aportados por INEC y el LNA**

Fuente de información	% Cobertura con ACH	% Cobertura de ACH por cañería
INEC	98,8	98,5
LNA	98,7	98,7

FUENTE: INEC y LNA.

#### 4.5 Metas de país para acceso a saneamiento

La Meta 10B, propuesta por el Sistema de las Naciones Unidas, indica “Reducir a la mitad (respecto a 1990), para el año 2015, el porcentaje de personas que carecen de acceso sostenible a saneamiento. En este aspecto, debido a que Costa Rica ya alcanzó la meta de los ODM, se propuso un nuevo objetivo de país de aumentar el porcentaje de población con servicio sanitario, conectado al alcantarillado sanitario o tanque séptico, en vivienda, es decir, se elimina las letrinas y otros tipos de servicios.

En resumen, usando este nuevo indicador nacional la Meta 10B ya fue alcanzada, debido a que en 1989 el 24,2% de la población no tenía acceso a estos tipos de servicios sanitarios, por lo que para el 2015 el porcentaje a reducir es de 12,1% lo que equivale a un 87,9%, situación que ya fue lograda en 1997; no obstante, en las áreas rurales es necesario realizar un esfuerzo para alcanzar la meta propuesta. Por otro lado, el gran desafío de Costa Rica está en dos puntos cruciales:

A) Ampliar la cobertura de alcantarillado sanitario con tratamiento, para pasar del 3,6% actual a 28% en el 2015.

B) Reglamentar la operación y mantenimiento de los tanques sépticos, promoviendo la construcción de plantas de tratamiento de lodos.

#### 4.6 Cumplimiento de las actividades programadas en el PNMSCSAP 2007-2015

Se realizó un abordaje general del cumplimiento de las principales actividades de los 7 componentes del PNMSCSAP 2007-2015.

## 5. RESULTADOS, ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Para efectos prácticos, el análisis de resultados se realiza mediante la siguiente matriz identificando cada tema, los resultados identificados, el análisis de los mismos y las conclusiones, de conformidad con el orden establecido en los objetivos específicos.

**Cuadro 7. Temas, resultados, análisis y conclusiones sobre el acceso a agua y saneamiento en Costa Rica al año 2010**

<b>Tema</b>	<b>Resultados</b>	<b>Análisis</b>	<b>Conclusiones</b>
<b>5.1.1 Cobertura y calidad del ACH 2010</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La cobertura total de ACH fue de 98,7%.</li> <li>- El 98,7% de la población recibió agua por cañería.</li> <li>-El 89,5% de la población recibió agua de calidad potable.</li> <li>-Se estudiaron 2.318 acueductos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se aprecia un incremento de 0,7% en la cobertura con ACH con respecto al 2009.</li> <li>- Se observa un incremento de 0,7% en la cobertura de agua por cañería con respecto al 2009.</li> <li>-Se observa un incremento de población cubierta con agua de calidad potable de 2,2% con respecto al 2009.</li> <li>-Se estudiaron 16 acueductos más en el 2010 con respecto al 2009.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cuanto mayor es el dato, la inversión para conservarlo y mejorarlo es más alta, y se refleja menos en los indicadores.</li> <li>-Se alcanzó la mayor cobertura histórica con agua de calidad potable en Costa Rica.</li> <li>- El LNA ha ampliado la cobertura de los programas de vigilancia y control de calidad del agua.</li> </ul>
<b>5.1.2 Cobertura y calidad del ACH por provincias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los resultados de cobertura con agua de calidad potable, no potable y sin evaluar, por provincias, se muestran en los gráficos del 1 al 7.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Los resultados reales de cobertura con agua de calidad potable indican:  San José: 92,1%  Heredia: 88,1%  Cartago: 82,6%  Alajuela: 78,1%  Puntarenas: 77,5%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Guanacaste y Limón ocupan los últimos lugares en cobertura de población con agua de calidad potable.</li> <li>-Con el cálculo del dato</li> </ul>

		<p>Guanacaste:76,2% Limón: 76,0%</p> <p>-Si se aplica el 89,5% la población sin evaluar, las posiciones serían: San José: 95,7% Cartago: 90,4% Heredia: 90,0% Guanacaste:88,2% Puntarenas: 87,5% Alajuela: 87,2% Limón: 86,4%</p> <p>-En todas las provincias, excepto San José y Limón, se presentó un incremento con respecto al 2009 en el porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable.</p>	<p>estimado, todas las provincias superan el 80% de población cubierta con agua potable.</p>
<b>5.1.3 Tratamiento y desinfección</b>		<p>-Se obtuvo un 82,6% de población abastecida con agua sometida a desinfección, pero no se logró sobrepasar la meta propuesta en el PNMSCSAP 2007-2015 que era de 85%.</p>	<p>-Es necesario que AyA mantenga activo el programa de cloración en los acueductos rurales, y motive a los municipios a hacer lo mismo ofreciéndoles el apoyo logístico necesario, en su papel de ente rector en el abastecimiento de agua.</p>
<b>5.1.4 Fuentes de agua para consumo humano en Costa Rica</b>	<p>-En Costa Rica, se utiliza un total de 4580 fuentes de agua para consumo humano.</p> <p>-De ellas, el 21% (965) son pozos, el 72% (3292) son nacientes, el 6% (277) son aguas</p>	<p>-El 93% de las fuentes utilizadas para consumo humano son de origen subterráneo.</p> <p>-Un alto porcentaje de la población recibe agua tratada en plantas de tratamiento.</p>	<p>-El hecho de contar con gran cantidad de fuentes de aguas de origen subterráneo, es una gran ventaja que ayuda a lograr los datos de cobertura con agua potable que</p>

	superficiales, y 1% (46) son plantas de tratamiento.		presenta Costa Rica.
<b>5.1.5 Evolución de la calidad por entidad operadora:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Municipios</b></li> <li>▪ <b>ESPH</b></li> <li>▪ <b>CAAR's ASADAS</b></li> <li>▪ <b>AyA</b></li> </ul>	<p>-El 91,5% de la población recibe agua de calidad potable.</p> <p>- Tiene 12 acueductos con un 100% de potabilidad</p> <p>-Se observa un incremento de 1,9% en la cobertura con agua potable con respecto al 2009.</p> <p>-Se evidencia una mínima disminución en la cobertura en el suministro de agua potable por parte de AyA, pasando de 98,9% en el 2009 a 98,8% en 2010.</p>	<p>-Se observa un 12,1% de incremento con respecto al 2009.</p> <p>-Se toma en consideración la calidad del agua obtenida en su propio control de calidad.</p> <p>-A pesar del repunte, todavía queda mucho por hacer.</p> <p>- Todos los años el AyA asume nuevos acueductos, situación que explica la leve disminución de población cubierta con agua potable con respecto al 2009.</p>	<p>-Los acueductos no potables, en su mayoría, carecen de tratamiento y/o desinfección.</p> <p>-Debe mejorar algunos aspectos, principalmente de infraestructura en los tanques "90" y "La Joya", y las captaciones de aguas superficiales sin tratamiento.</p> <p>-Aunque se presentó un repunte importante, en el último año, en la cobertura de población con agua de calidad potable en los acueductos rurales, se refleja la necesidad de que AyA, con fondos del Estado, aumente la inversión y el apoyo tecnológico y logístico hacia estos entes operadores.</p> <p>-El AyA, como ente rector en agua potable, debe colaborar para hacer sostenible la calidad del agua</p>

<p>■ <b>Costa Rica (Total)</b></p>	<p>-El gráfico 12 demuestra la evolución creciente de Costa Rica en la cobertura con agua de calidad potable, pasando de 50% en 1991 a 89,5% en el 2010.</p>	<p>-Es evidente el avance del país en la cobertura con agua potable en los últimos años.</p> <p>-Se logró sobrepasar la meta propuesta en el PNMSCSAP 2007-2015, que era de 87% de población abastecida con agua de calidad potable.</p>	<p>entre los demás operadores a nivel nacional.</p> <p>-El AyA debe establecer en forma eficiente sus potestades rectoras, para aumentar las coberturas de agua de calidad potable en el país.</p>
<p><b>5.1.6 Fuentes de contaminación del ACH</b></p>	<p>-Las principales fuentes de contaminación de los sistemas de abastecimiento de ACH son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Materia fecal</li> <li>■ Hidrocarburos: más de 8 episodios en los últimos 8 años</li> <li>■ Plaguicidas: Bromacil y otros en acueductos rodeados por piñeras.</li> <li>■ Problemas de nitratos en algunos acueductos de la parte central del país.</li> <li>■ La ampliación en los parámetros evaluados por el LNA, permite evidenciar contaminaciones, tanto de origen natural como antropogénico, que antes no se habían identificado.</li> </ul>	<p>-Costa Rica está sufriendo la contaminación clásica de un país en vías de desarrollo, en donde los riesgos son transitorios, pasando de la contaminación fecal a la química, producto del desarrollo poco planificado del país.</p>	<p>-El riesgo actual de contaminación de las fuentes de agua es de mayor peligro para la salud de los usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Persiste la contaminación fecal.</li> <li>■ Surge la contaminación química de los acueductos, debido a la industrialización y el incremento del urbanismo.</li> </ul>
<p><b>5.2 Cobertura de saneamiento básico en Costa Rica</b></p>	<p>-Solo el 24,1% de la población cuenta con alcantarillado (3,6% con tratamiento adecuado), 72,3%</p>	<p>-Ampliar la cobertura en saneamiento.</p> <p>-Poco tratamiento de las aguas</p>	<p>-Poca cobertura en alcantarillado sanitario con tratamiento.</p> <p>-Uso excesivo de</p>

	con tanques sépticos, 3,1% con letrinas, 0,5% con otros sistemas.	residuales. -Uso de tanques sépticos en dos terceras partes del país.	tanques sépticos sin un reglamento de operación y mantenimiento.
<b>5.3 Evolución del saneamiento básico en Costa Rica 2000-2010.</b>	-En el cuadro 4 y gráfico 15 se aprecia: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Una disminución en el uso de alcantarillado sanitario</li> <li>▪ Un incremento en el uso del tanque séptico.</li> <li>▪ Disminución en el uso de letrinas.</li> </ul>	-La cobertura con alcantarillado sanitario bajó de 31 a 24,1% entre el 2000 y el 2010, debido a la poca inversión ejecutada en alcantarillado, fortaleciendo el uso de tanques sépticos y disminuyendo el uso de letrinas.	-La inversión ejecutada en alcantarillado sanitario ha sido muy poca en los últimos años, excepto en Limón, Cañas y Liberia.  -Es preocupante el uso masivo de tanques sépticos sin una reglamentación adecuada.
<b>5.4 Comparación de los datos del INEC y el LNA</b>	-Se observa mucha similitud en los datos aportados por la ENH del INEC y los del LNA.	-La información aportada por ambas instituciones se respalda mutuamente, y manifiestan una alta confiabilidad en los datos.	-El cruce de datos es una buena práctica que aporta confiabilidad de la información.
<b>5.5 ODM: Metas 10A y 10B</b>	-Meta 10A Acceso a ACH: Costa Rica ya alcanzó la Meta 10A propuesta por las Naciones Unidas, por lo cual se han planteado metas nacionales más estrictas.  -Meta 10B Acceso a saneamiento: Igualmente, Costa Rica ya alcanzó la meta propuesta, incluso combinando y mejorando el	-La meta nacional de alcanzar el 87% de calidad potable en el 2010 se ha alcanzado, sobrepasando en 2,5% lo establecido en el PNMSCSAP 2007-2015, programa adoptado por el Poder Ejecutivo como estrategia nacional para mejorar la calidad del agua en el país.  -Si bien es cierto que ya se sobrepasaron las metas de las Naciones Unidas, es necesario	- El país debe hacer aun un enorme esfuerzo por mejorar la calidad del ACH en los acueductos rurales y municipales.  -El país ya alcanzó la Meta 10B de los ODM; sin embargo, debe atender el desafío de

	<p>indicador “Acceso a saneamiento por alcantarillado y tanque séptico”, eliminando las letrinas.</p>	<p>incrementar la cobertura con alcantarillado sanitario con tratamiento.</p>	<p>ampliar la cobertura con alcantarillado sanitario.</p> <p>-El uso masivo e incontrolado de tanques sépticos, afecta la calidad de las aguas subterráneas.</p>
<p><b>5.6 Cumplimiento del PNMSCSAP 2007-2015</b></p>	<p>A pesar de que el PNMSCSAP 2007-2015 se ha aplicado en la totalidad de las 92 actividades programadas en los 7 componentes, es importante indicar que:</p> <p>-En los últimos 3 años los operadores de acueductos protegen con mayor eficacia las fuentes de agua.</p> <p>-Se ha ampliado la desinfección continua de los acueductos.</p> <p>-Existe mayor cantidad de acueductos rurales y municipales, que cuentan con programas de control de calidad del agua.</p> <p>-Se le ha dado mayor importancia a la evaluación de riesgo sanitario de los acueductos, en el marco de los “Planes de Seguridad del Agua” (PSA).</p> <p>-En el componente “Legislación y Normalización”, se</p>	<p>-El PNMSCSAP 2007-2015, es una herramienta eficiente para mejorar la calidad del agua a nivel nacional.</p>	<p>-Se debe reforzar y dar sostenibilidad a la aplicación del PNMSCSAP 2007-2015.</p>



	<p>propuso y envió al Ministerio de Salud, el “Reglamento para la Calidad del Agua Intrahospitalaria” y la modificación del “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”.</p> <p>-En el caso de “Autosostenibilidad, movilización Social y Educación”, se ha incrementado la participación de entes operadores de acueductos en el “Programa Sello de Calidad Sanitaria” y comités locales en el “Programa Bandera Azul Ecológica”.</p> <p>-Con respecto al componente “Producción, Continuidad, Calidad y Costos”, se han realizado 2 informes sobre la “Educación de la Calidad del Servicio de agua Potable en los Acueductos de AyA”.</p>		
--	--	--	--

## 6. RECOMENDACIONES GENERALES

El análisis de los resultados y conclusiones del presente estudio nos permiten realizar las siguientes recomendaciones generales:

- A) Para lograr hacer sostenido y creciente el salto en el porcentaje de cobertura con agua de calidad potable en el país, obtenido en el año 2010, es necesario:
- Implementar el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015” <sup>(18)</sup>, impulsando los 7 componentes:
    - Protección de fuentes de agua.
    - Vigilancia y control de la calidad del agua.
    - Tratamiento y desinfección del agua.
    - Evaluación de riesgo sanitario de las etapas del acueducto.
    - Normalización y legislación.

- Producción, continuidad, calidad y costos.
  - Autosostenibilidad, movilización social y educación.
- B) Para establecer la filosofía de los Planes de Seguridad del Agua, con el propósito de lograr un definitivo avance en la disposición adecuada de las aguas residuales, es fundamental la aplicación de un “Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales 2009-2015” <sup>(19)</sup>, con el impulso de los siguientes componentes:
- Protección de aguas superficiales y subterráneas.
  - Tecnologías de tratamiento y disposición de aguas residuales..
  - Vigilancia y control.
  - Evaluación de riesgo sanitario de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales.
  - Normalización y legislación.
  - Autosostenibilidad, movilización social y educación.
  - Proyectos y mejoras en cobertura, tratamiento y disposición de aguas residuales.
- C) Desarrollar el nuevo concepto de “Capacitación e Investigación y Desarrollo”, mediante la creación de un Centro de Capacitación, con el objetivo de fomentar su rectoría en ambos servicios (ACH y DAR), educando y capacitando al personal de los otros entes operadores de sistemas de agua potable y aguas residuales en todo el país.
- D) Definir y oficializar el “Subsector de Agua Potable y Saneamiento” en Costa Rica <sup>(20)</sup>.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. Gobierno de Costa Rica. **Ley constitutiva de AyA**. Ley N°2726 del 14 de abril de 1961. San José, Costa Rica. Análisis Sectorial: agua potable y saneamiento; 2002.
2. Poder Ejecutivo. **Designación del Laboratorio Nacional de Aguas**. Decreto Ejecutivo N° 26066-S. La Gaceta N° 109 del lunes 03 de junio de 1997. San José, Costa Rica.
3. Mora, Darner; Araya, Alvaro. **Estado del agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica 2007**. Santiago de Chile; XXXI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria; 207.
4. Mora, Darner; Portuguez, Felipe. **Situación del agua para consumo humano en Costa Rica al año 2005**. Tres ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2006.
5. Mata, Ana y colaboradores. **Informe de calidad del agua suministrada por el AyA 2004**. Tres ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2005.
6. Ramírez, José Miguel. **Resultados sobre calidad de aguas residuales en los sistemas de tratamiento operados y administrados por AyA y estudios especiales. Informe anual 2008**. tres Ríos, La Unión; 2009.
7. AyA/OPS/Ministerio de Salud. **Programa Nacional de Prevención del Cólera**. San José, Costa Rica; AyA; 1992.
8. AyA/OPS. **Situación de las aguas residuales de tipo ordinario en Costa Rica 2003**. San José, Costa Rica; AyA/OPS; 2004.
9. INEC. **Encuesta Nacional de Hogares y Propósitos Múltiples**. San José; INEC; 2008
10. UNICE/OMS. **Join monitoring programme for water supply and sanitation**. Documento en línea: <http://www.wssinfo.org/en/24/watdeuregions.html>
11. UNICEF. **Panorama del acceso a agua potable y al saneamiento en América Latina y El Caribe**. New Cork; 2008.
12. OMS. **Informe mundial de la salud 2003**. Ginebra, Suiza; OMS; 2004

13. Mora, Darner; Portuguez, Felipe. **Situación de Costa Rica en el acceso a agua para consumo humano en América Latina y El Caribe.** Laboratorio Nacional de AyA; Acueductos y Alcantarillados; 2008
14. Mora, Darner. **Desigualdades por cantones en el acceso a agua para consumo humano en Costa Rica.** Laboratorio Nacional de AyA; Acueductos y Alcantarillados; 2008
15. Heller, Leo. **Saneamiento y salud.** Brasilia; 1° Edición; CEPIS OPS/OMS; 1997.
16. Rosero, Luis. **Determinantes socioeconómicos y sanitarios del descenso de la mortalidad infantil en Costa Rica.** En: Control and eradication of infections diseases. San José, Costa Rica; OPS/INISA; 1985.
17. Consejo Social de Gobierno y Sistema de las Naciones Unidas en Costa Rica. **Primer informe de Costa Rica sobre el avance en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.** San José, Costa Rica; diciembre 2004.
18. Mora, Darner; Feoli, Héctor. **Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015;** San José, Costa Rica; AyA; 2009.
19. Araya, Alvaro; López, Manuel; Pérez, Roberto; Mora, Darner. **Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales período 2009-2015.** San José, costa Rica, AyA; 2009.
20. AyA/OPS. **Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento.** San José, Costa Rica; 2002.