

ESTADO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL AÑO 2007

WATER FOR HUMAN CONSUMPTION AND SANITATION IN COSTA RICA (2007)

Darner Adrián Mora Alvarado¹, Alvaro Araya García²

Recibido: 31/3/08 Revisado: 6/5/08 Aprobado: 25/6/08

Resumen

El objetivo es describir la situación de cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) y disposición de excretas, o aguas residuales ordinarias, en Costa Rica al año 2007. Para cumplir con el objetivo de 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, desarrollados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA). B) La información existente sobre la cobertura de los diferentes mecanismos de disposición de excretas en el AyA, OPS e INEC. C) La evolución de las coberturas de agua de calidad suministrada por los diferentes administradores de los servicios de agua potable, se elaboró mediante los informes anuales de calidad del ACH entre 1989 y el año 2007, elaborados en el Laboratorio Nacional de Agua (LNA). Los resultados indican que Costa Rica tiene una cobertura de ACH del 98.3% en el 2007, de la cual el 94.3% es suministrada por conexión intradomiciliar. El 83.5% del ACH suplida por acueductos fue de calidad potable, mientras que el 82% de la población total del país recibió agua de calidad potable. En el caso de la disposición de excretas, el 67.3% de la población lo hacen por medio de tanques sépticos, el 20.1% por alcantarillado sanitario sin tratamiento, el 4.9% por alcantarillado sanitario y tratamiento con operación deficiente; además, solamente el 3.5% de las excretas son evacuadas por alcantarillado con tratamiento eficiente. El 3.4% lo hacen mediante letrinas. Se recomienda ejecutar el Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015. Con respecto a la evacuación de excretas, es necesario crear un Programa Nacional

de la Disposición de Excretas 2008-2020.

Palabras clave: agua, alcantarillado, cobertura, excretas, agua potable, saneamiento.

Abstract

The objective of this study is to describe the quality of water for human consumption (ACH), excrement disposal, and sewerage water in Costa Rica, as well as their coverage to the year 2007. In order to attain the objective for this descriptive and retrospective study, the following steps were applied: A) Analysis of the historical database from surveillance and water quality control developed by the National Water Laboratory (LNA). B) Analysis of existing information regarding coverage of different mechanisms for excrement disposal in AyA; Pan American Health Organization, and the National Institute for Statistics and Census (INEC). C) Coverage evolution of water quality supplied by drinking water services administrators, which was done by means of annual

1 Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Licenciatura en Microbiología y Química Clínica y Maestría en Salud Pública de la Universidad de Costa Rica. Director del Laboratorio Nacional de Aguas de Acueductos y Alcantarillados, además de ser el Director Ejecutivo del Programa Bandera Azul Ecológica. E mail: dmora@aya.go.cr

2 Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Dirección: Cartago, La Unión, Tres Ríos, 450 metros norte de la Iglesia Católica.

Apartado Postal: 1900-2400 Pavas Telf (506)22 79 61 44

Teléfonos: (506)22 79 61 44 / (506)22 79 51 18 / (506)22 78 90 13.

Fax: (506)22 79 59 73.



reports of quality of ACH between 1989 and 2007 as reported by the National Water Laboratory (LNA). The results indicate that Costa Rica has a coverage of ACH of 98,3% in 2007, of which which 94.3% is supplied by household connections. 83.5% of ACH supplied by AyA was drinking water quality, while 82% of total population of the country was supplied with drinking water quality. In the case of excrement disposal, 67.3% of population used septic tanks, 20.1% by sewerage system without any treatment, 4.9% by sewerage system with a poor treatment of sewage water; furthermore, only 3,5% of excrements disposal by sewerage systems are treated with efficient treatment, and 3.4% use letrinas. We recommend carrying out the National Programme for Improvement and Quality Sustainability of Drinking Water Services 2007-2015. With respect to excrements disposal, it is necessary to create a Program of National Excrement Disposal 2008-2020.

Key words: water, sewerage, coverage, excreta, drinking water, sanitation.

Introducción

El filósofo y médico Hipócrates mencionaba en su libro "Aguas, aires y lugares", 400 años A.C., la importancia que tienen las fuentes de agua y sus características físico-químicas sobre la salud de la población (Buck, 1991). En 1847, Ignaz Ziemmelweis utilizó agua clorada y jabón para evitar la transmisión de los gérmenes causantes de la "fiebre puerperal", cuyo canal eran las manos contaminadas de los médicos que atendían a las mujeres parturientas (Buck, 1991). Sin embargo, fue hasta el año 1854 que la salud pública dio un gran salto, debido a los hallazgos epidemiológicos del Dr. John Snow, al descubrir que el pozo contaminado con materia fecal de Golden Square, ubicado en Londres, era el causante de la transmisión de un "veneno mórbido" llamado "cólera" (Buck, 1991); posteriormente, en 1882, el Dr. Robert Koch aisló e identificó el microbio denominado *Vibrio cholerae*, causante de esta enfermedad (De Kruif, 1988). A finales del Siglo XIX y principios del XX, gracias a los trabajos de Chadwick y otros profesionales sanitarios, se demostró la importancia del acceso a agua para consumo humano (ACH) de calidad potable y la disposición adecuada de excretas (DAE), sobre la salud de la población (De Kruif, 1988). En Massachusetts (EUA) y Francia, se observó la disminución de la mortalidad causada por tifoidea y el aumento de la esperanza de vida al nacer, inmediatamente después de la mejora de los servicios de agua y alcantarillado sanitario (Heller, 1997 y Mora, 2005).

En Costa Rica, Reiff dedujo la existencia de una relación inversa entre las tasas de mortalidad por diarrea y la evolución de las coberturas de ACH a partir de 1940 (Reiff, 1986). Después, Luis Rosero (Rosero, 1985) y Darner Mora (Mora 2000 y 2005) demostraron una relación, estadísticamente significativa, entre el saneamiento y la educación con los indicadores básicos de salud (IBS), como la tasa de mortalidad en niños menores de 5 años (TM<5 años/1000), la tasa de mortalidad infantil (TMI/1000) y la esperanza de vida al nacer (EVN/X años).

Por otro lado, es importante anotar la evolución que ha tenido en el último siglo el concepto de "agua potable", el cual nació del mencionado hallazgo de Semmelweis; es decir, inicialmente agua potable era aquella que al ser consumida, o utilizada para preparación de alimentos, no le causara enfermedad al usuario. Posteriormente el término se distorsionó, al utilizarse indiferentemente como aquella de uso intradomiciliar sin importar su calidad.

Es importante rescatar que, recientemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la UNICEF crearon el "Programa Conjunto de Monitoreo" (PCM) (WHO/UNICEF, S.A.), en el cual introdujeron el concepto de "Fuentes de agua potable mejoradas", que incluye el "acceso de la población a agua mediante acueductos con conexión domiciliar, agua de lluvia, piletas públicas, nacientes y pozos protegidos a 1 Km o 30 minutos ida y vuelta de la casa del usuario". Con respecto a las coberturas de saneamiento o DAE, se estableció el concepto de "Instalaciones Mejoradas de Saneamiento" (IMS), las cuales incluyen los mecanismos de disposición de excretas por fosas sépticas o letrinas, tanques sépticos, alcantarillado con y sin tratamiento, retrete con compostaje, letrinas de pozo mejorado con ventilación y letrina con pozo con losa. Esta situación ha generado una importante confusión, ya que los países reportan como coberturas con agua potable y saneamiento la sumatoria de la población que utiliza alguno de los indicados mecanismos, dejando de lado el tratamiento del ACH y las aguas residuales. En este aspecto, estudios realizados por Darner Mora demostraron la importancia que tiene el uso de los diferentes tipos de ACH y DAE con la mortalidad en la niñez (Mora, 2007).

En razón de esto y debido a la importancia de ambos servicios (agua potable y disposición adecuada de excretas), se presenta en este informe el análisis de la situación o estado de cobertura y calidad del ACH y saneamiento en Costa Rica al año 2007.

Objetivos

1. General

Describir la situación de cobertura y calidad del ACH y la disposición de excretas en Costa Rica al año 2007, mediante el análisis de los datos del Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua y los estudios de saneamiento elaborados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) y otros funcionarios del AyA, con el propósito de hacer sostenible lo alcanzado hasta el momento y tomar las medidas correctivas para ampliar y mejorar ambos servicios.

2. Específicos

2.1 Cobertura y calidad del ACH

- ⇒ Describir las coberturas y calidad del ACH suministrada por la ESPH, municipios, AyA y CAAR's/ASADAS, en el período de noviembre del 2006 a octubre del 2007.
- ⇒ Analizar la evolución de calidad del agua suministrada por cada una de las entidades operadoras, en el período 1989-2007.
- ⇒ Determinar las coberturas poblacionales con agua de calidad potable por provincias y cantones en Costa Rica.
- ⇒ Identificar los principales tipos de contaminación del ACH en Costa Rica.

2.2 Disposición adecuada de excretas

- ⇒ Describir las coberturas de DAE en Costa Rica al año 2007.
- ⇒ Analizar la situación de las aguas residuales en urbanizaciones.
- ⇒ Identificar las ciudades que cuentan con recolección, traslado y tratamiento de las aguas residuales en Costa Rica.

Metodología

Para cumplir con los objetivos propuestos en este estudio descriptivo, se aplicaron los siguientes pasos:

1. Recolección de datos demográficos y análisis de laboratorio y otros

Se utilizaron datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2002),

para proyectar la población de Costa Rica al 1° de julio del año 2007. Para cumplir con los objetivos relacionados con la cobertura y calidad del ACH, se usaron los datos históricos del LNA (Mora y Portuquez, 2007); además de los informes de la encuesta de hogares de propósitos múltiples del INEC (INEC, 2002) y los resultados del estudio del AyA y OPS/OMS del año 2003 y el estudio realizado por Álvaro Araya sobre la "Situación de Aguas Residuales Municipales en Costa Rica 2006" (Araya, 2007).

2. Cobertura y calidad del ACH

Se realizó utilizando la información disponible en el LNA al año 2007

2.1 Análisis de la evolución de las coberturas de agua de calidad potable por entidad administradora

Aprovechando los datos históricos del LNA, se realizaron las tendencias de cobertura y calidad del agua por entidad administradora en el período 1989 al 2007.

2.2 Datos de cobertura de agua por provincia y cantones

Con los datos de los programas de vigilancia y control se establecieron las coberturas y calidad del ACH por provincias y cantones en Costa Rica.

2.3 Identificación de los tipos de contaminación del agua

Con los datos de las inspecciones sanitarias y resultados de los análisis de aguas, se identificaron los tipos de contaminación sobre los abastecimientos de agua potable.

3. Situación de la disposición adecuada de excretas

3.1 Cobertura del tipo de disposición de excretas

Con los datos de la encuesta de hogares del INEC (2006) y los estudios sobre "La Situación de la Tecnología de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica" del 2003 (AyA/OPS, 2003) y "Situación de las Aguas Residuales Municipales en Costa Rica 2006", se estimaron las coberturas nacionales por cada tipo de DAE: tanques sépticos, alcantarillados sanitario, letrinas, otros sistemas y sin servicio.

3.2 Análisis de la situación de las aguas residuales en urbanizaciones

Con los datos de los estudios del AyA/OPS/OMS y Álvaro Araya, se resume la situación de las aguas residuales en las urbanizaciones en Costa Rica.

3.3 Identificación de las ciudades que cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales

Con los datos de los estudios del AyA/OPS/OMS y Álvaro Araya, se resume la situación de las aguas residuales en las urbanizaciones en Costa Rica.

3.4 Estimación de las perspectivas para el año 2015

Se realiza una proyección de la mejoría de la cobertura con alcantarillados sanitario (con tratamiento) al año 2015, fundamentado en la ejecución de la primera etapa del "Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José" (MA-AMSJ) (Araya, 2007).

4. Análisis de aguas en el LNA

Los análisis de laboratorio para agua potable y aguas residuales se hicieron siguiendo las directrices de los Métodos Estándar, edición N° 20 (APHA, 1998).

Resultados y análisis

Para efectos prácticos, los resultados se clasifican en dos; en primera instancia se describe la situación de cobertura y calidad del ACH, y en segundo lugar la estimación de la disposición de excretas en Costa Rica.

1. Cobertura y calidad del ACH

En la tabla 1 se resume el número de acueductos administrados por entidad operadora, la población abastecida, la población con agua de calidad potable, los acueductos con agua potable y el total de la población del país con agua de calidad potable.

Tabla 1
Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica al año 2007

Entidad administradora	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua no potable		Acueductos	
		Población	%	Población	%	Población	%	Potab.	No potab.
AyA	180	2.074.941	46.4	2.030.161	97.8	44.780	2.2	141	39
Municipalidades	240	766.142	17.1	584.745	76.3	181.397	23.7	136	104
E.S.P.H.	12	205.486	4.6	205.486	100	0	0.0	12	0
CAAR's/ASADAS *	1.322	988.622	22.1	591.461	59.8	397.161	40.2	636	686
CAAR's/ASADAS **	505	186.470	4.2	111.509	59.8	74.961	40.2	302	203
Sub-Total	2.259	4.221.661	94.3	3.523.362	83.5	698.299	16.5	1.227	1.032
Fácil acceso, urbanizaciones Y privados ***	¿?	178.851	4.0	149.340	83.5	29.510	16.5	¿?	¿?
Sin información	¿?	76.102	1.7	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?
Totales	2.259	4.476.614	100	3.672.702	82.0	727.809	16.2	1.227	1.032

* Estimación fundamentada en el Programa de Vigilancia 2007.

** El porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable se calcula manteniendo el 59.8% obtenido en los acueductos rurales durante la evaluación 2007.

*** El porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable se calcula manteniendo el 83.5% obtenido en todos los acueductos durante la evaluación 2007.

Los resultados indican que:

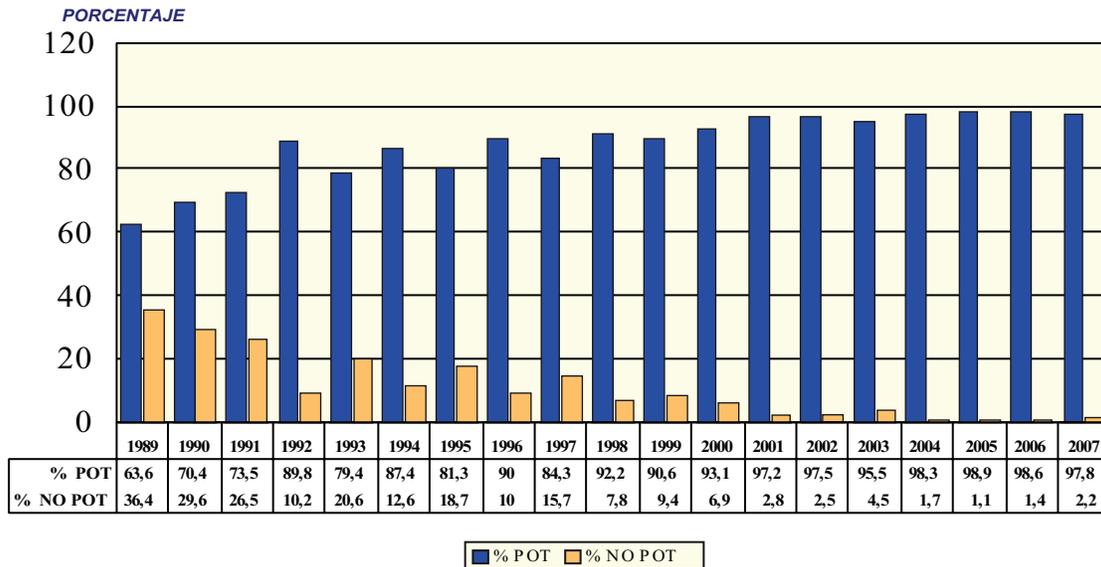
- ⇒ El 94.3% de la población nacional recibe agua intradomiciliar.
- ⇒ El 4% recibe agua por pozos propios o acueductos privados no legalizados.
- ⇒ El 83.5% del agua intradomiciliar es de calidad potable.
- ⇒ El 82.0% de la población del país recibe agua de calidad potable.

⇒ El 98.3% de cobertura de la población nacional tiene acceso al ACH.

1.1 Evolución de la calidad del agua suministrada por AyA 1989-2007

En la figura 1 se presenta la evolución de la cobertura de agua con calidad potable y no potable, suministrada por AyA en el período 1989-2007.

Figura 1
Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos operados por Aya 1989 a 2007



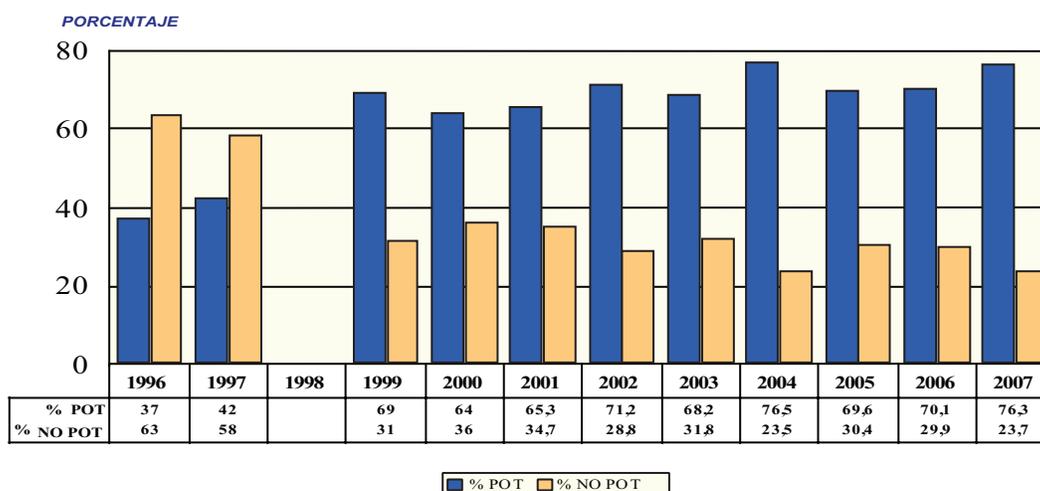
Fuente: Informes Anuales de Calidad del Agua. Lab. Nal. Agua.

De esta figura es importante anotar que es evidente que el AyA ha incrementado la cobertura de sus clientes con agua de calidad potable en los últimos 16 años, pasando de un 63.6% en 1989 a 97.8% en el año 2007. Sin embargo, aún persisten 39 acueductos pequeños que brindan agua de calidad no potable.

1.2 Evolución de la cobertura de agua de calidad potable y no potable suministrada por los municipios y la ESPH

El LNA ha realizado programas de vigilancia de la calidad del agua en los acueductos municipales y la ESPH desde 1996, excepto en el período 1998 por directriz de la Administración Superior de AyA. En la figura 2 se presenta la evolución anual de calidad del agua en dichos acueductos.

Figura 2
Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos operados por Municipalidades 1996 a 2007



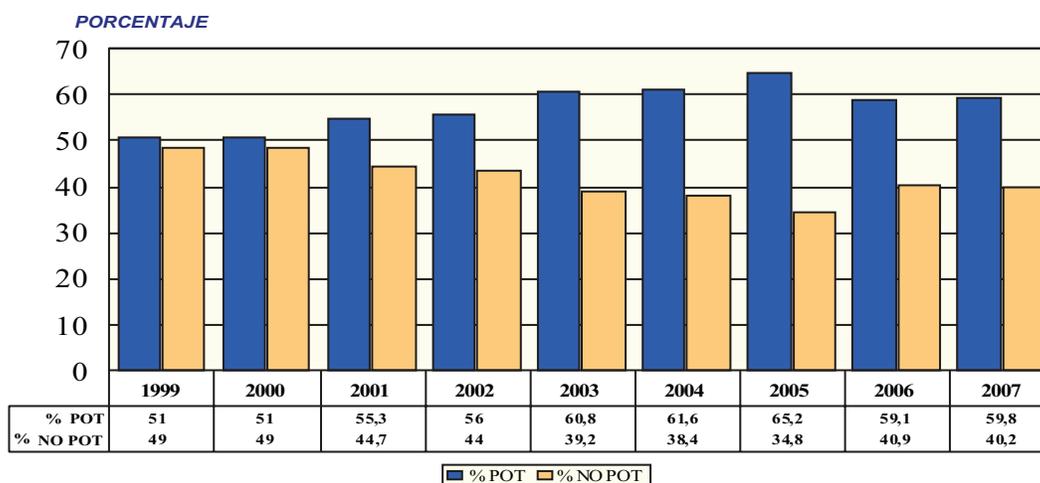
Fuente: Informes Anuales de Calidad del Agua. Lab. Nal. Agua.

De esta figura se desprende que las coberturas con agua de calidad potable suministrada por los acueductos municipales, ha aumentado de 37% a un 76.3% de 1996 al año 2007. Se nota un repunte en la cobertura de agua de calidad potable entre los años 2006 y 2007.

1.3 Evolución de la cobertura de agua de calidad potable y no potable suministrada por los acueductos rurales

En la figura 3 presenta la evolución de cobertura de población abastecida con agua de calidad potable y no potable, suministrada por los acueductos rurales administrados por CAAR's/ASADAS en el período 1999-2007

Figura 3
Calores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos rurales 1999 a 2007



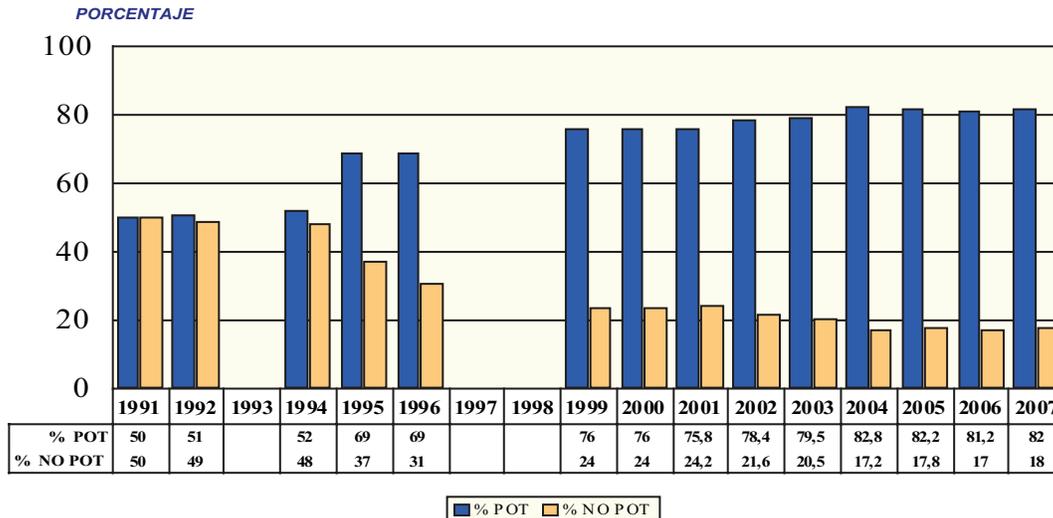
Fuente: Informes Anuales de Calidad del Agua. Lab. Nal. Agua.

En esta figura se observa un incremento lento en la cobertura de agua de calidad potable, pasando de un 51% a un 59.8% de 1999 al 2007. Sin embargo, se aprecia una disminución de 5.4 puntos porcentuales con respecto al 2005.

1.4 Evolución de cobertura de la calidad del ACH en Costa Rica en el período 1991-2007

En la figura 4 se observa la evolución nacional de cobertura con agua de calidad potable y no potable de 1991 al 2007.

Figura 4
Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos en Costa Rica 1991 a 2007



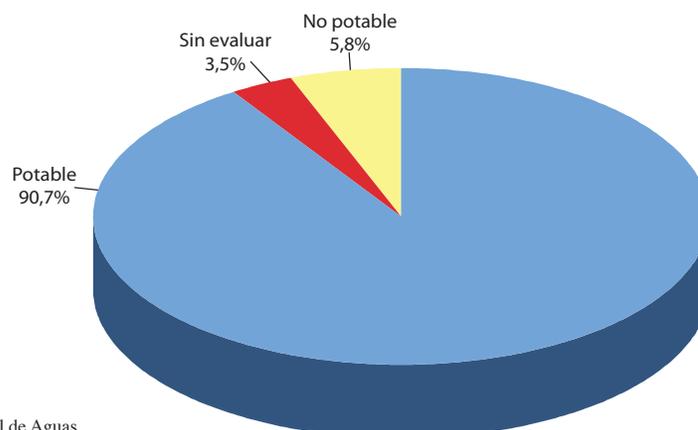
Fuente: Informes Anuales de Calidad del Agua. Lab. Nal. Agua.

De esta figura es importante anotar que la cobertura de la población nacional con agua de calidad potable pasó de 50% en 1991 a un 82.0% en el 2007, presentándose el pico más alto en el año 2004 con 82.8%.

1.5 Cobertura y calidad del ACH por provincias en el año 2007

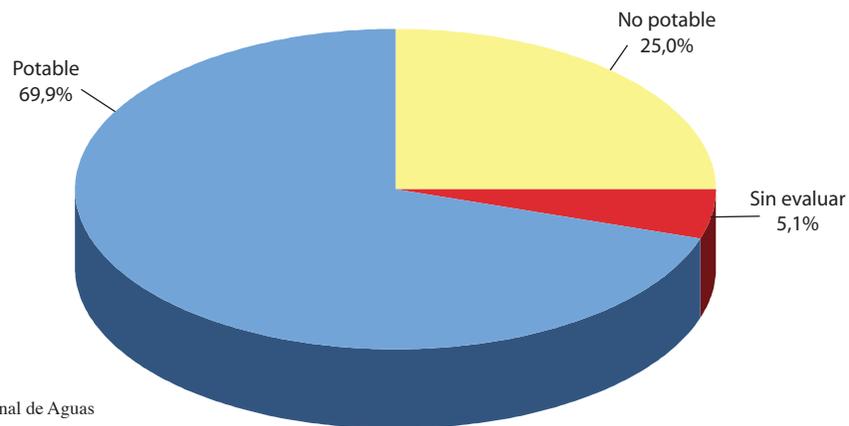
En la figura 5, compuesta por los gráficos 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11, se presentan las coberturas porcentuales por provincia de población que recibe agua de calidad potable, no potable y sin evaluar en Costa Rica.

Gráfico 5
Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de San José - Período 2007



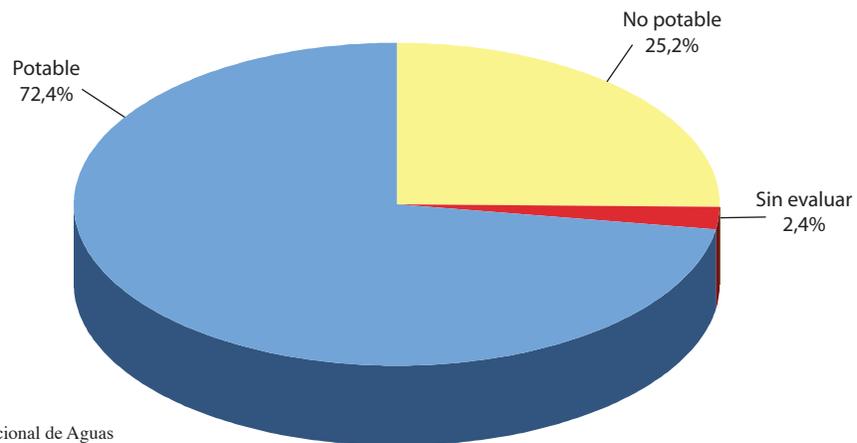
Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 6
Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Alajuela - Período 2007



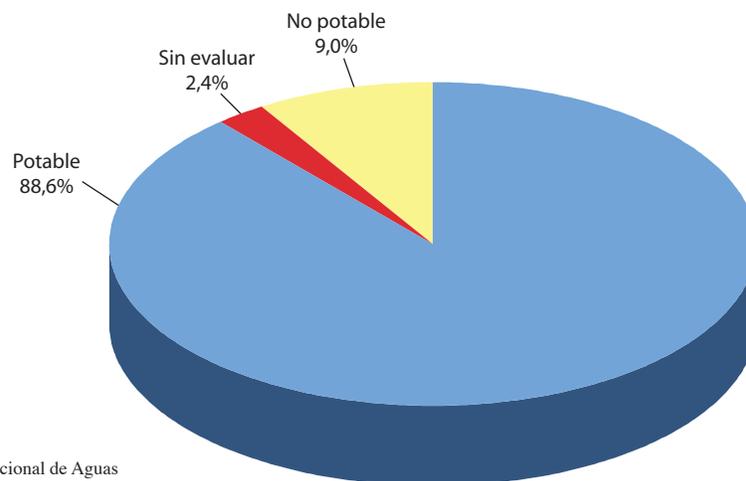
Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 7
Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Cartago - Período 2007



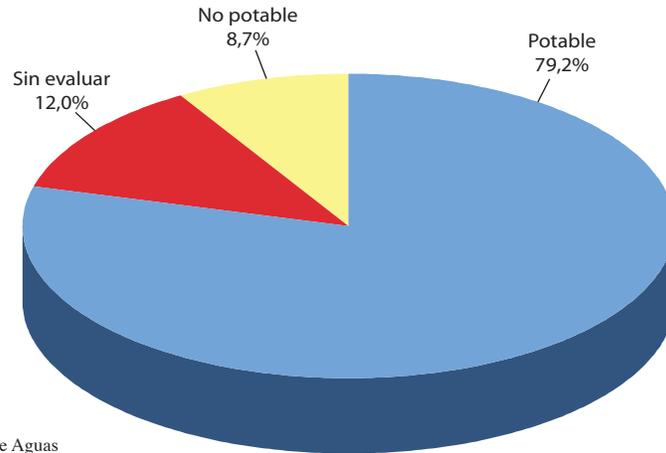
Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 8
Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Heredia - Período 2007



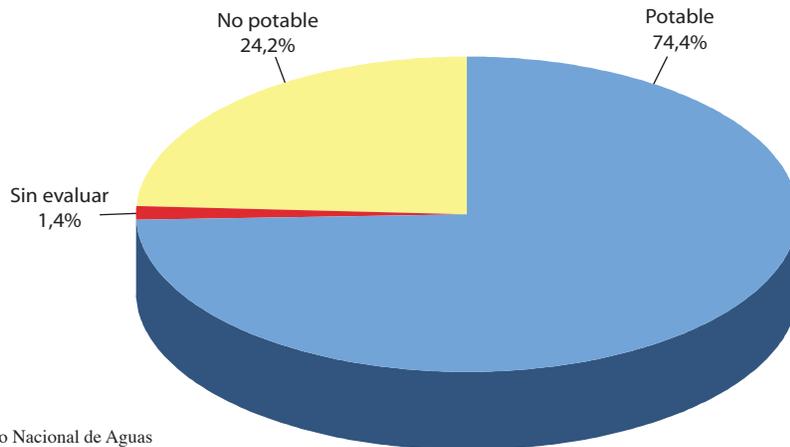
Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 9
Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Guanacaste - Período 2007



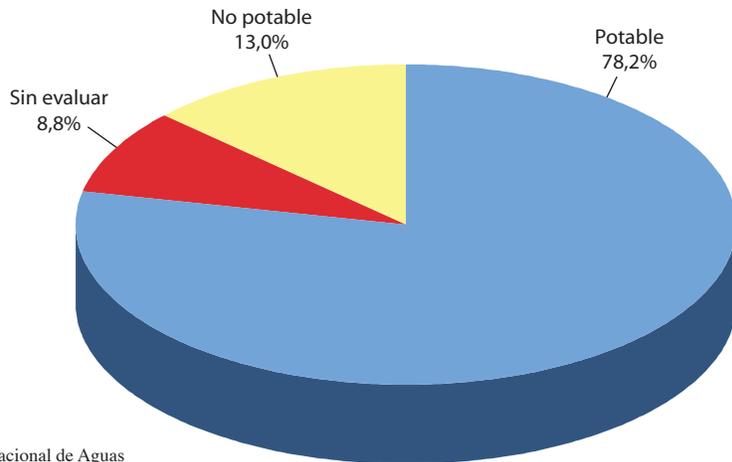
Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 10
Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Puntarenas - Período 2007



Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Gráfico 11
Porcentaje de población abastecida con agua potable, no potable y sin evaluar en la provincia de Limón - Período 2007



Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

1.6 Cobertura y calidad del ACH por cantones en el año 2007

población que recibe agua de calidad potable en los 81 cantones de Costa Rica

En la tabla 2 se presentan las coberturas de

Tabla 2
Porcentajes cantonales de población abastecida con agua potable, no potable, sin evaluar, clorada y no clorada en Costa Rica 2007

Cantón	% Agua pot	% Agua no pot	% Sin evaluar	% Agua clorada	% Agua no clorada
Acosta	21.3	2.6	76.1	45.8	54.2
Alajuelita	37.1	62.9	0	27.1	72.9
Aserri	61.0	28.8	10.2	76.2	23.8
Desamparados	62.1	32.6	5.3	63.1	36.9
Escazú	70.5	29.5	0	77.3	22.7
Dota	77.0	23.0	0	74.0	26.0
Goicoechea	42.7	0	57.3	42.7	57.3
León Cortés	41.5	51.7	6.8	41.0	59.0
Mora	74.7	16.5	8.8	84.5	15.5
Moravia	100	0	0	100	0
Pérez Zeledón	87.2	11.3	1.5	84.9	15.1
Puriscal	33.8	30.1	36.1	33.2	66.8
San José	100	0	0	100	0
Santa Ana	98.5	1.5	0	95.6	4.4
Tarrazú	42.7	34.4	22.8	70.9	29.1
Turrubares	2.2	32.6	65.2	2.2	97.8
Coronado	72.0	24.0	4.1	95.9	4.1
Alajuela	89.3	7.1	3.6	75.1	24.9
Alfaro Ruíz	46.2	53.8	0	61.0	39.0
Atenas	72.2	27.8	0	76.8	23.2
Grecia	68.9	23.4	7.7	40.3	59.7
Guatuso	50.9	37.4	11.7	0	100
Los Chiles	94.1	5.6	0.3	29.4	70.6
Naranjo	65.8	30.4	3.8	57.5	42.5
Orotina	22.9	77.1	0	76.1	23.9
Palmares	98.6	1.3	0.1	94.8	5.2
Poás	41.5	36.8	21.7	2.3	97.7
San Carlos	49.0	42.0	8.9	18.3	81.7
San Mateo	47.2	52.8	0	51.7	48.3
San Ramón	78.3	21.7	0	62.2	37.8

Upala	48.8	48.5	2.8	24.4	75.6
Valverde Vega	41.3	40.7	18.0	0	100
Alvarado	65.6	30.1	4.4	22.0	78.0
Cartago	89.9	8.6	1.5	89.3	10.7
Guarco	35.9	64.1	0	28.4	71.6
Jiménez	33.0	61.2	5.8	34.4	65.6
La Unión	98.7	1.3	0	98.2	1.8
Oreamuno	73.9	25.4	0.7	40.9	59.1
Paraíso	94.0	5.4	0.7	92.8	7.2
Turrialba	39.9	53.5	6.6	57.6	42.4
Barva	97.2	1.6	1.2	92.9	7.1
Belén	98.4	1.6	0	100	0.0
Flores	15.0	85.0	0	0	100
Heredia	99.8	0.2	0	99.3	0.7
San Pablo	100	0	0	80.0	20.0
Santa Bárbara	89.0	3.4	7.6	85.1	7.6
Santo Domingo	72.9	27.1	0	100	0
San Isidro	86.7	3.9	9.4	86.7	13.3
San Rafael	100	0	0	100	0
Sarapiquí	47.2	33.8	19.0	50.4	49.6
Abangares	68.6	31.4	0	51.9	48.1
Bagaces	70.5	14.2	15.3	34.2	65.8
Cañas	85.5	0.8	13.7	91.3	8.7
Carrillo	90.0	8.8	1.2	87.6	12.4
Hojancha	70.7	20.1	9.3	59.0	41.0
La Cruz	57.9	31.7	10.4	50.9	49.1
Liberia	95.2	2.8	2.0	96.1	3.9
Nandayure	80.9	19.1	0	0	100
Nicoya	58.3	2.5	39.2	64.9	35.1
Santa Cruz	79.9	4.8	15.3	76.1	23.9
Tilarán	77.7	15.9	6.4	74.7	25.3
Aguirre	78.0	20.5	1.5	73.8	26.2
Buenos Aires	74.3	21.9	3.8	65.5	34.5
Corredores	41.8	57.5	0.7	82.1	17.9
Coto Brus	66.1	31.6	2.3	88.7	11.3
Esparza	82.3	17.7	0	91.4	8.6
Garabito	64.3	35.3	0.4	83.6	16.4

Golfito	65.4	33.1	1.5	73.7	26.3
Montes de Oro	94.9	5.1	0	86.4	13.6
Osa	43.0	56.9	0.1	57.0	43.0
Parrita	77.3	22.7	0	72.9	27.1
Puntarenas	89.5	8.8	1.7	79.8	20.2
Guácimo	84.9	5.9	9.1	48.3	51.7
Limón	82.2	10.8	7.0	94.0	6.0
Matina	77.6	20.8	1.6	68.3	31.7
Pococí	86.2	4.0	9.7	85.5	14.5
Siquirres	60.2	23.8	16.0	48.6	51.4
Talamanca	53.6	44.6	1.9	33.7	66.3
TOTALES	80.8	14.8	4.4	77.4	22.6

1.7 Identificación de los tipos de contaminación de los abastecimientos de ACH

La república de Costa Rica está viviendo una transición de riesgos ambientales típica de un país en vías de desarrollo, en donde aún persiste la

contaminación fecal de las fuentes de agua, pero en concordancia con su desarrollo industrial y agropecuario, están surgiendo contaminaciones con sustancias como hidrocarburos y plaguicidas. En este sentido, es importante señalar los últimos episodios sucedidos del 2000 al 2007 a saber:

Tabla 3
Episodios de contaminación en fuentes de agua entre el 2000 y 2007

Nombre del acueductos o fuente de agua	Año	Tipo de contaminante
Planta de Guadalupe	2001	Hidrocarburos
Puente Mulas	2001	Microorganismos patógenos
Río Quebradas (Pérez Zeledón)	2002	Hidrocarburos
Planta de Los Sitios (Moravia)	2003	Hidrocarburos
Embalse El Llano (Planta Alta y Cartago)	2004	Hidrocarburos
Pozo AB-1089 (Barreal de Heredia)	2005	Gasolina y otros
Fuentes de Moín (Incendio en Químicas Holanda)	2006	Hidrocarburos
Planta San Ignacio de Acosta (Río Jorco)	2007	Hidrocarburos
El Cairo, Milano y Luisisana de Siquirres	2003 y 2007	Bromacil y Diurón
Banderillas de Cartago	2005	Nitratos

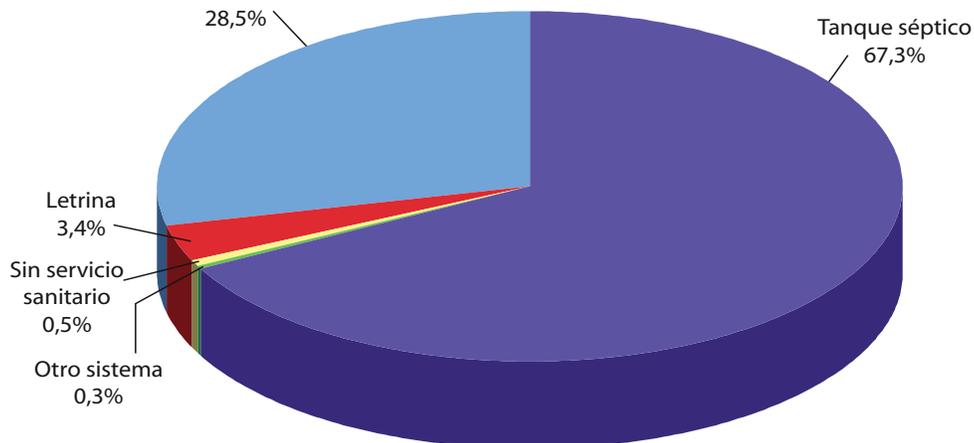
2 Situación de cobertura de la disposición adecuada de excretas

2.1 Cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales en Costa Rica

El INEC en su Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples del mes de julio de 2006,

analizó los servicios básicos en las viviendas, entre los cuales se consideró la tenencia de servicio sanitario y si éste descargaba sus aguas residuales en un tanque séptico, alcantarillado sanitario, letrina u otro sistema, como se muestra en la figura 6.

Figura 6
Disposición de aguas residuales de viviendas encuesta de hogares 2006



Fuente: INEC, 2006.

Se puede apreciar que el 67,3% de las viviendas que tienen servicio sanitario descargan a un tanque séptico con drenaje y el 28,5% lo hacen a una red de alcantarillado sanitario; el tanque séptico y drenaje se considera un sistema apto para disponer las aguas residuales, siempre y cuando la permeabilidad del terreno sea la adecuada y no se contaminen mantos acuíferos. Para tratar las aguas residuales adecuadamente se debe contar con una red de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) operando en buenas condiciones.

En la gran mayoría de las viviendas donde se utiliza el tanque séptico, solamente las aguas provenientes de los servicios sanitarios ingresan a este sistema y las demás aguas residuales como las procedentes de la cocina, ducha, pila y lavamos, son vertidas al alcantarillado pluvial y por ende a los ríos sin tratamiento alguno. Este es un problema de contaminación ambiental provocado por personas e incluso profesionales, que se dedican a la construcción de viviendas y edificios y que desconocen el adecuado manejo de las aguas residuales. También se observa que el 3,4% de las viviendas utilizan letrinas o "pozos negros", aunque esta solución evita el contacto con las excretas, no brinda las condiciones óptimas en pro de la higiene y la dignidad de las personas. Estas tres tecnologías utilizadas para disponer las excretas humanas, el tanque séptico, el alcantarillado sanitario y la letrina, representan la cobertura que tiene Costa Rica en acceso a saneamiento mejorado, el cual es de 99,2%.

El estudio más reciente realizado en nuestro país que muestra el porcentaje de cobertura de

tratamiento de aguas residuales y las tecnologías utilizadas para ello, se llevó a cabo en el año 2003 con el nombre "Estudio sobre la situación de la tecnología de las aguas residuales de tipo ordinario en Costa Rica" (AyA/OPS/OMS, 2003); se elaboró como iniciativa del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).

En el resto del país el cambio no es significativo, porque si se toma en cuenta el crecimiento de la población en el país en estos cuatro últimos años (2003 a 2007) y las nuevas conexiones al alcantarillado sanitario en las diferentes ciudades y la construcción de urbanizaciones y condominios con PTAR, se estima que el incremento en porcentajes de cobertura mostrados en dicho estudio serían pequeños, tal y como lo muestra el INEC en el 2007 con la Encuesta de Hogares, donde el porcentaje de cobertura de población con alcantarillado sanitario aumentó de 24,8% en el 2003 (AyA/OPS/OMS) a 28,5% en el 2006 (INEC), lo que representa un incremento de 3,7% de población que se ha conectado a una red de alcantarillado sanitario del 2003 al 2007. En el estudio de AyA y OPS/OMS se consideraron las ciudades con alcantarillado sanitario con y sin PTAR, así como las urbanizaciones y condominios con red de alcantarillado sanitario y PTAR en todo el país.

A la fecha no se ha realizado ninguna actualización similar a este estudio, sin embargo, se estima que los porcentajes de cobertura presentados en el 2003 de alcantarillado sanitario con PTAR también han aumentado ligeramente. La razón principal es que en el año 2003 no estaba operando la estación de pre-acondicionamiento de la ciudad de Limón, la cual se considera como un tratamiento de aguas residuales

preliminar. Si actualizamos los datos del estudio realizado por AyA y la OPS/OMS en el año 2003 tomando en cuenta la ciudad de Limón, junto con el

porcentaje de cobertura de alcantarillado sanitario mostrado en el 2006 por el INEC, se obtienen los valores de cobertura mostrados en la tabla 4.

Tabla 4
Población cubierta con alcantarillado sanitario en Costa Rica 2007

Condición	Cobertura
Con alcantarillado sanitario	28,5%
Con alcantarillado sanitario y con planta de tratamiento de aguas residuales	8,4%
Con alcantarillado sanitario y con planta de tratamiento de aguas residuales en operación	3,5%

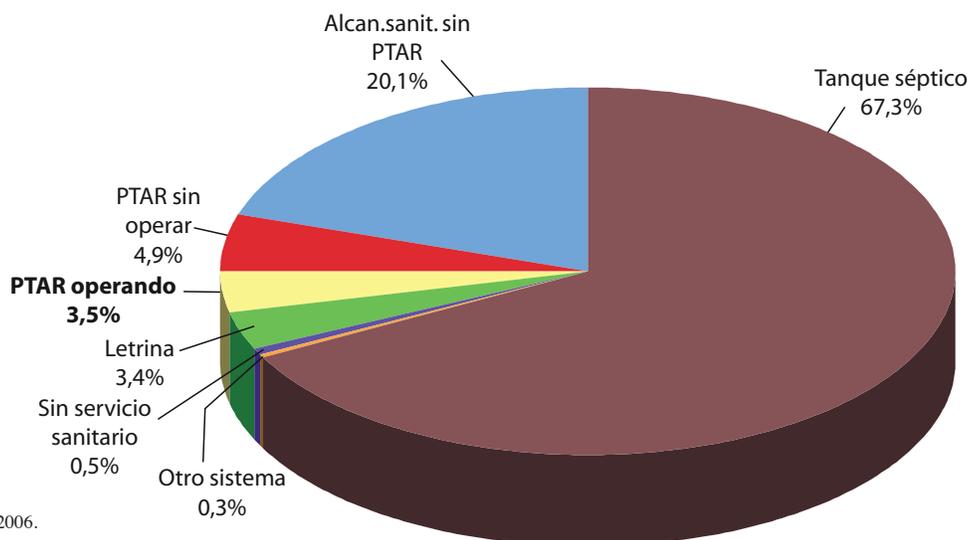
Fuente: INEC (2006) y actualización de AyA/OPS/OMS (2003).

Esta tabla indica que poco más de la cuarta parte de la población de Costa Rica (28,5%) puede disponer sus aguas residuales en una red de alcantarillado sanitario frente a su vivienda, y sólo la tercera parte de estas personas (8,4% a nivel nacional incluido en el 28,5%) cuentan con una PTAR al final de su alcantarillado sanitario, porque existen zonas donde aun no se construye PTAR y las aguas residuales recolectadas llegan crudas o sin tratar a los ríos. Pero más importante aún es saber, que la existencia de una PTAR no implica que las aguas residuales que ingresan a ella son tratadas adecuadamente antes de su vertido al río u otro cuerpo de agua, ya que muchas de éstas están fuera de operación o en completo abandono; a esto se refiere el porcentaje de 3,5% (incluido en el 8,4%) de la población nacional que cuenta con alcantarillado sanitario, con una PTAR y que además ésta se encuentra en operación. Si se

quisiera ser más específico, el hecho de que algunas PTAR estén en operación, no significa que la calidad de sus efluentes estén cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en el "Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales" (MINAE y MINSA, 2007).

En el estudio de AyA y OPS/OMS (2003) en lugar de este 3,5% con PTAR en operación (2007), se menciona un 2,4%, lo que representa un incremento de 1,1% de población total del país que tratan sus aguas residuales en el período del 2003 al 2006. Al incorporar los porcentajes de cobertura de la Tabla 1 en los datos obtenidos de la Encuesta de Hogares 2006 mostrados anteriormente en la figura 6, se obtiene la distribución al 2007 de la disposición de aguas residuales municipales en nuestro país, tal y como se muestra a continuación en la figura 7.

Figura 7
Disposición de aguas residuales municipales en Costa Rica 2007



Fuente: INEC, 2006.

En esta figura se aprecia el ya mencionado 3,5% (PTAR operando) de las aguas residuales de nuestro país, que ingresan a un alcantarillado sanitario y son tratadas antes de su vertido a un cuerpo de agua. Esto quiere decir que los porcentajes de “alcantarillado sanitario sin PTAR” y “PTAR sin operar” que suman 25,0%, son las aguas residuales que ingresan a sistemas de alcantarillado sanitario y se vierten sin

tratamiento a los cuerpos de agua. Afortunadamente esta mala situación está por cambiar de forma drástica gracias al “Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José” promovido por el AyA, donde se tratarán las aguas residuales de nueve cantones de la provincia de San José.

2.2 Ciudades con tratamiento de aguas residuales

Tabla 5
Ciudades que cuentan con sistema de tratamiento de aguas residuales en Costa Rica 2007

Ciudad	Tipo de tratamiento	Antigüedad	Conexiones	Caudal diario	Eficiencia
Puntarenas	Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de lodos activados	1943 y planta en 1991	7.333	51 L/seg	Buena
Limón	Alcantarillado sanitario, estación de preacondicionamiento y emisario submarino	1972 y emisario 2005	6.500	--	Cumple
Cañas	Alcantarillado sanitario y lagunas de estabilización	1959	1.440	15 L/seg	Cumple
Liberia	Alcantarillado sanitario y lagunas de estabilización	1975	3.160	37 L/seg	Cumple
Santa Cruz	Alcantarillado sanitario y lagunas de estabilización	1975	1.375	17 L/seg	Cumple
Nicoya	Alcantarillado sanitario y lagunas de estabilización	1975	1.250	12 L/seg	Cumple
San Isidro de Pérez Zeledón	Alcantarillado sanitario y lagunas de estabilización	1975	2.500	--	No cumple

TOTAL DE CONEXIONES: 23.558

2.3 Situación de aguas residuales en urbanizaciones

La construcción de urbanizaciones a nivel nacional ha tenido un crecimiento importante en los últimos años. Cuando un proyecto urbanístico no tiene cerca una red de alcantarillado sanitario para descargar las aguas residuales que en él se producirán, o se encuentra en una zona donde la infiltración de aguas residuales puede contaminar los mantos acuíferos, o si el terreno es impermeable, este proyecto debe considerar la construcción de una red de alcantarillado sanitario y una PTAR. El problema que ocurre con estos proyectos en cuanto al manejo de sus aguas residuales es que el desarrollador, después de vender sus lotes o viviendas, deja el alcantarillado sanitario y la PTAR en manos de los vecinos de la urbanización, quienes al inicio se ponen de acuerdo en dar una cuota mensual para cancelar la factura de electricidad que demanda el equipo electromecánico de la PTAR y a una persona que se encargue de operarla y

mantenerla. Después de unos meses algunos vecinos no cancelan su cuota y otros al darse cuenta de tal situación dejan también de colaborar, y al no haber dinero para operar y mantener la PTAR, ésta llega a su completo abandono y sale de operación produciendo malos olores, problemas de salud para la comunidad e impacto negativo para el ambiente. De las PTAR de urbanizaciones de todo el país que se analizaron en el estudio del AyA y OPS/OMS en el 2003, el 69% están fuera de operación, muchas de ellas han sido abandonadas, otras las “administra” la comunidad, el urbanizador, municipalidades y otros entes. El caso de los condominios es un poco diferente, porque los condóminos dan una cuota para el mantenimiento de áreas compartidas, zonas verdes, entre otros, incluyendo la operación y mantenimiento de su pequeña PTAR. Además está claro que el nivel económico de quienes viven en condominios les permite cubrir estas cuotas sin problema alguno y que no les interesa que algún ente privado o público sea dueño de su red de

alcantarillado sanitario y PTAR.

Existen urbanizaciones donde su red de alcantarillado sanitario y PTAR en operación, son administradas por el ente que a su vez administra el sistema de agua potable. En el 2003 estos entes eran el AyA, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y la Municipalidad de Cartago. Esta última administra el alcantarillado sanitario y la PTAR de la urbanización Manuel de Jesús Jiménez, localizada en Agua Caliente de Cartago y que fue construida en el año 1996.

La ESPH administra las siguientes urbanizaciones del cantón central de la provincia de Heredia:

- Los Lagos, ubicada en el distrito de Ulloa fue construida en el año 1970.
- Real de Santamaría, ubicada en el distrito de Ulloa. Fue construida en el año 1997.
- La Aurora, ubicada en el distrito de Ulloa fue construida en el año 1998.
- Las Flores, ubicada en el distrito de Ulloa fue construida en el año 2001.

En el año 2006 el AyA inició la administración de tres urbanizaciones:

- Bosques de Santa Ana, ubicada en Santa Ana, San José, fue construida en el año 2000.
- Montelindo, ubicada en Moravia, San José, fue construida en el año 2003.
- Rincón Verde II, ubicada en San Pablo de Heredia, fue construida en el año 2001.

Durante el 2007 el AyA recibió tres urbanizaciones más para operar su alcantarillado sanitario y PTAR. El hecho de que el ente administrador del agua potable se haga cargo del tratamiento de las

aguas residuales tiene sentido, ya que así logra completar el “ciclo urbano del agua”: potabilización, distribución, recolección, tratamiento y disposición final. Actualmente no está establecido en la legislación nacional, cómo cada ente administrador debe recibir las PTAR de las urbanizaciones a las que les brinda agua potable. Sin embargo, el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) está coordinando una comisión interinstitucional, con el propósito de proponer una reforma y adición al “Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales” (MINSA y MINAE, 2003), donde se describe el procedimiento para que los desarrolladores trasladen el alcantarillado sanitario y la PTAR al ente administrador del agua potable correspondiente.

2.4 Aumento importante de la cobertura de aguas residuales

Con el Proyecto MA-AMSJ se aumentará el 3,5% de aguas residuales municipales que son tratadas actualmente en Costa Rica. Al brindar una solución ambiental y de salud al Área Metropolitana de San José, que es precisamente la zona más densamente poblada del territorio nacional, promoverá también un mejor manejo de las aguas residuales municipales de las ciudades ubicadas aguas abajo en la cuenca del Río Grande de Tárcoles, tales como Heredia, Alajuela, Palmares, Grecia, San Ramón y Orotina, entre otros.

Si se consideran los datos del cuadro 3 sobre la población cubierta por alcantarillado sanitario en Costa Rica al 2007, y se agregan las conexiones que contempla el Proyecto MA-AMSJ en la ampliación de sus colectores y redes solamente para su primera etapa, se puede hacer una proyección de la población cubierta por estos sistemas con el proyecto en mención, tal y como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6
Proyección de población cubierta con alcantarillado sanitario a nivel nacional con el proyecto de alcantarillado sanitario de San José en su primera etapa

Condición	2007	Proyecto MA-AMSJ (2015)
Con alcantarillado sanitario	28,5%	31,5%
Con alcantarillado sanitario y con planta de tratamiento de aguas residuales	8,4%	31,0%
Con alcantarillado sanitario y con planta de tratamiento de aguas residuales en operación	3,5%	26,8%

Fuente: INEC (2006), actualización y proyección de AyA/OPS/OMS (2003).

La población cubierta con alcantarillado sanitario aumentará de 28,5 a 31,5% debido a las ampliaciones de la red en la primera etapa del proyecto; además al tomar en cuenta que se construirá una PTAR para la zona más poblada del país, el porcentaje de cobertura de población con alcantarillado sanitario y con PTAR aumentará de 8,4 a 31,0%, lo cual es un incremento importante; pero el más significativo es el aumento del porcentaje de aguas residuales municipales que serán tratadas adecuadamente en nuestro país una vez implementada la primera etapa del Proyecto MA-AMSJ, valor que aumentará de 3,5 a 26,8%.

Conclusiones y recomendaciones

El análisis de los resultados de cobertura y calidad del ACH y la DAE, nos permite hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Conclusiones

A) Agua para consumo humano

- ⇒ El 94.3% de la población nacional recibe agua intradomiciliar.
- ⇒ El 4% recibe agua por pozos y nacientes propios o acueductos privados administrados por asociaciones de usuarios.
- ⇒ El 98.3% de la población tiene acceso a ACH, de la cual el 83.5% es de calidad potable.
- ⇒ El LNA ha inventariado 2.259 acueductos.
- ⇒ Se observa un incremento en la cobertura de agua de calidad potable, pasando de 81.2 a 82.0% entre los años 2006 y 2007.
- ⇒ Se aprecia un estancamiento en la calidad del agua suministrada por los CAAR's/ASADAS, de un 59.8%.
- ⇒ Se evidencia un incremento en la cobertura con agua potable en los acueductos municipales, pasando de un 70.1 a 76.3% entre los años 2006 y 2007.
- ⇒ La población cubierta por el AyA bajó de un 98.6 a 97.8% en el último año.
- ⇒ Las provincias con mayor cobertura con agua potable son: San José (90.7%), Heredia (88.6%) y Guanacaste (79.2%).
- ⇒ Las provincias con menor cobertura con agua potable son Limón (78.2%), Puntarenas (74.4%), Cartago (72.4%) y Alajuela (69.9%).
- ⇒ Los 5 cantones con mayores coberturas porcentuales de agua de calidad potable son: San José, Moravia, San Pablo de Heredia

y San Rafael de Heredia, todos con 100%, y Heredia Centro con 99.8%.

- ⇒ Los 5 cantones con menores coberturas porcentuales de agua de calidad potable son: Turubares (2.2%), Flores, (15.0%), Acosta (21.3%), Orotina (22.9%) y Jiménez (33.0%).
- ⇒ Los 5 cantones con mayores coberturas porcentuales de población cubierta con agua clorada son: San José, Moravia, Belén, Santo Domingo y San Rafael de Heredia, todos con 100%.
- ⇒ Los 5 cantones con menores coberturas porcentuales de agua no clorada son: Guatuso, Valvede Vega, Flores y Nandayure, todos con 0%, y Turubares con 2.2%.
- ⇒ Los 5 cantones con mayor porcentaje de población sin evaluar, con respecto a la calidad del agua que consumen, son: Acosta (76.1%), Turubares (65.2%) Goicoechea, (57.3%), Nicoya (39.2%) y Puriscal (36.1%).

B) Disposición de excretas

- ⇒ Al año 2007 la población nacional evacuó sus excretas mediante los siguientes mecanismos:
 - Tanques sépticos: 67.3%
 - Alcantarillado sin tratamiento: 20.1%
 - Alcantarillado con tratamiento pero sin operar: 4.9%
 - Alcantarillado con tratamiento: 3.5%
 - Letrina: 3.4%
 - Sin servicios: 0.5%
 - Otros servicios: 0.3%
- ⇒ El AyA opera 7 sistemas de tratamiento de aguas residuales: El Roble de Puntarenas (planta de tratamiento), Cañas, Liberia,, Santa Cruz, Nicoya, San Isidro de Pérez Zeledón (todos con lagunas de estabilización) y Limón (emisario submarino)
- ⇒ El 69% de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en urbanizaciones no funcionan.
- ⇒ Con el Proyecto MA-AMSJ se aumentará de un 3.5% en el 2007 a un 26.8% en el 2015 de población cubierta con alcantarillado sanitario y planta de tratamiento en operación.

2. Recomendaciones

A) Agua para consumo humano

Para mejorar la calidad del agua suministrada por los diferentes acueductos es necesario aplicar los siguientes pasos:

- ⇒ Aplicar el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015” (Mora y Feoli, 2007), el cual se fundamenta en 7 componentes: protección de fuentes, vigilancia y control de la calidad del agua, tratamiento y desinfección, evaluación de riesgo sanitario, legislación y normalización, producción (cantidad), calidad, continuidad, costos y cobertura; además de autosostenibilidad, movilización social y educación.
- ⇒ Dar el “salto” de evaluar la calidad del agua a evaluar la calidad de los servicios de agua potable.

B) Disposición de aguas residuales o excretas

Establecer un “Programa Nacional de Mejoramiento de la Disposición de Excretas en Costa Rica 2008-2020”, con los siguientes componentes: protección de cuerpos receptores, evaluación de los sistemas de tratamiento, inventario de tanques sépticos y análisis de suelos para su ubicación adecuada, ampliación del alcantarillado sanitario y protección de acuíferos.

Referencias bibliográficas

- 1 Acueductos y Alcantarillados. 2007. Proyecto de mejoramiento ambiental del Área Metropolitana de San José. San José, Costa Rica.
- 2 APHA. 1998. Standard methods for examination of water and wastewater. 20° edition. Washington D.C. American public Health Association.
- 3 Araya, A. 2007. Situación de aguas residuales municipales en Costa Rica 2006. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José, Costa Rica.
- 4 AyA/OPS. 2003. Situación de las aguas residuales de tipo ordinario en Costa Rica 2003. San José, Costa Rica; AyA/OPS.
- 5 Carol Buck et al. 1991. Ignaz Semmelweis: Etiología, concepto y profilaxis de la fiebre puerperal. En: El desafío de la epidemiología; Washington D.C., USA; OPS/OMS; Publicación científica N° 521; 47-62 pp.
- 6 Carol Buck et al. 1991. Hipócrates: Aires, aguas y lugares. En el desafío de la epidemiología. 5° edición. Washington D.C. USA; Publicación Científica N° 521, OPS/OMS; 18-19 pp.
- 7 Carol Buck et al. 1991. John Snow: Sobre el modo de transmisión del cólera. En: El desafío de la epidemiología. Washington D.C., USA; OPS/OMS; Publicación científica N° 521; 43-46 pp.
- 8 De Kruijff, P. 1988. Los cazadores de microbios. México D.F. Primera edición; Editorial Época.
- 9 Héller, L.. 1997. Saneamiento y salud. Brasilia; primera edición; CEPIS/OPS/OMS.
- 10 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2007. Encuesta de hogares y propósitos múltiples 2007. San José, Costa Rica.
- 11 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2002. Proyección de población 2000-2050. San José, Costa Rica.
- 12 Mc Junkin, E. 1986. Agua y salud humana; México D.F.. Primera edición; Editorial Limusa.
- 13 Mora, D. 2007. Acceso a agua para consumo humano y mortalidad en la niñez: situación de Costa Rica en el contexto mundial. Tres Ríos, La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas.
- 14 Mora, D. 2007. Acceso a saneamiento y mortalidad en la niñez: situación de Costa Rica en el contexto mundial. Cali, Colombia; Latinosan.
- 15 Mora, D. et al. 2000. Importancia de las coberturas con agua para consumo humano, disposición de excretas y alfabetización sobre los indicadores básicos de salud en América Latina y El Caribe 2000. Revista Costarricense de Salud Pública; año 11; N° 21; 25-31 pp.
- 16 Mora, D. et al. 2005. Saneamiento, educación y su relación con los indicadores básicos de salud en el contexto mundial. Revista Costarricense de Salud Pública; año 14; N° 27; 17-35 pp.
- 17 Mora, D. Feoli, H. 2007. Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015. Tres Ríos, La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas.
- 18 Mora, D. Portuguez, F. 2007. Estado de cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica al año 2006. Tres Ríos, La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas.
- 19 Mora, D. 2005. Saneamiento, educación y salud. San José; primera edición; Editorama.
- 20 Reiff, P. 1986. Personal communication. Washington D.C., USA; PAHO; 1981; apod Mc Junkin, E. Agua y salud humana; México D.F.; Editorial Limusa.
- 21 Rosero, L.. 1985. 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.
- 22 WHO/UNICEF. 2006. SA. Joint monitoring programme for water supply and sanitation. Documento en línea: <http://www.wssinfo.org/en/24/watdeuregions.html>