

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA
AL 2019: BRECHAS Y DESAFÍOS AL 2023

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

FEBRERO, 2020

AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL 2019: BRECHAS Y DESAFÍOS AL 2023

Darner A. Mora Alvarado
MQC/Máster en Salud Pública
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Director del Laboratorio Nacional de Aguas
dmora@aya.go.cr

Carlos F. Portuguez Barquero
Gestor Ambiental
Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas
fportuguez@aya.go.cr

RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo general *“Estimar la situación de cobertura y calidad del ACH y saneamiento en Costa Rica al año 2019, con base en los nuevos conceptos proporcionados por el Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la UNICEF/OPMS, con un enfoque dirigido a la identificación de las desigualdades entre la población nacional en la prestación de estos servicios”*. Para su desarrollo se utilizaron los informes de calidad del año 2019, generados por el Laboratorio Nacional de Aguas, las clasificaciones del Programa Conjunto de Monitoreo del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización mundial de la salud, y la encuesta Nación al de hogares del Instituto Nacional de Estadística y censos de Costa Rica.

Los resultados indican que Costa Rica, con 5.059.730 habitantes, se mantiene a la vanguardia a nivel mundial en el abastecimiento de agua para uso y consumo humano, con un 97,8% de población cubierta con agua intradomiciliar (4.946.095 habitantes) y un 93,0% (4.705.629 habitantes) con agua gestionada de forma segura; no obstante, el 1,8% de la población (92.253 habitantes) recibe servicio con tubería en el patio, y aún persiste un 0,4% (21.382 habitantes) que no tienen servicio y se abastecen directamente de pozos y nacientes artesanales. En contraste, los resultados en cuanto al saneamiento no son tan halagüeños, pues continúa prevaleciendo el uso de tanque séptico sobre el alcantarillado, con un 76,6% y 21,9% respectivamente, y aún se cuenta con 17.086 personas que defecan a cielo

abierto, para un 0,3% de la población del país. En cuanto a la contaminación química, resaltan el resurgimiento de la contaminación con plaguicidas en algunas comunidades de la zona de Siquirres, y el evento de contaminación con hidrocarburos en la Planta de Tratamiento de esa misma comunidad. Se logra identificar brechas importantes en ambos servicios, las cuales se evidencian por ente operador, por región programática, por provincia y en las zonas urbanas por sobre la rural.

Se recomienda continuar con la ejecución del “Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable 2019-2023”, además de las Políticas de agua y saneamiento aprobadas por la Junta Directiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL 2019: BRECHAS Y DESAFÍOS AL 2023

1. INTRODUCCIÓN

El Laboratorio Central del AyA, hoy Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) ⁽¹⁾, cumplió 55 años de vigencia el 20 de setiembre del año 2019, ⁽²⁾. En sus primeros 25 años de existencia (1964-1989), este Laboratorio se enfocó en el control de la calidad del agua para consumo humano (ACH) suministrada por AyA, de sus procesos de potabilización, la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y en la realización de estudios de aguas superficiales como ríos y playas ^(3,4,5).

A partir de setiembre de 1989 la Dirección del LNA inició la implementación de una estrategia, con la intención de mejorar los servicios de abastecimiento de agua. La misma se ha implementado, paso a paso, a través de los siguientes programas y acciones:

- Establecimiento del “Código de Colores” para evaluar los avances en la calidad microbiológica del ACH ⁽⁶⁾.
- Preparación de informes anuales de cobertura y calidad de ACH y saneamiento en Costa Rica, a partir del año 1991 ⁽⁷⁾.
- Creación de equipos de trabajo de calidad del ACH en las regiones de AyA, con la respectiva designación de un coordinador por parte del LNA.
- Inicio de un programa de vigilancia de la calidad del agua suministrada por acueductos rurales (1996-1999) ⁽⁸⁾.
- Diseño e implementación del “Programa Bandera Azul Ecológica” en 1996 ⁽⁹⁾, con el propósito de organizar a la sociedad civil para mejorar las condiciones ambientales, la salud pública y la calidad de vida de los habitantes de Costa Rica.
- En coordinación con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), se inició la vigilancia de la calidad del agua suministrada por los acueductos operados por municipios y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) ⁽¹⁰⁾.

- En el año 2001 se diseñó e implementó el “Programa Sello de Calidad Sanitaria”, con el objetivo de establecer un incentivo para los entes operadores de acueductos que suministren agua de calidad potable, en forma sostenible y armonía con la naturaleza ⁽¹¹⁾.
- En el periodo 2002-2006 se implementó el “Programa Nacional para Mejorar la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica” ⁽¹²⁾.
- En el año 2006 se diseñó el “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable”, el cual se aplicó en el periodo 2007-2015 (PNMSCSAP) ⁽¹³⁾; el mismo se aprobó mediante el Decreto Ejecutivo N°33953-S-MINAE.
- En el 2017 se creó el “Índice de Riesgo para la Calidad del Agua de Consumo Humano” (IRCACH) ⁽¹⁴⁾.

Con los datos del LNA, se estima que entre los años 1990 y 2018 la calidad del ACH en Costa Rica avanzó de un 50% a un 92,4% de población abastecida en agua de calidad potable, lo cual, sin ninguna duda, es un gran avance en este servicio público ^(15,16).

Por otra parte, el LNA, atendiendo el cambio de conceptos indicado por el Fondo de las Naciones para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud (UNICEF/OMS), en concordancia con lo señalado por el “Objetivo 6” sobre “Agua Limpia y Saneamiento”, publicó en el año 2018 los siguientes estudios:

- Agua para Consumo Humano en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles ⁽¹⁷⁾.
- Disposición de excretas en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles ⁽¹⁸⁾.
- Agua para Consumo Humano y Saneamiento en Centros Educativos de Costa Rica al Año 2017 ⁽¹⁹⁾.
- Estimación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica al Año 2017 ⁽²⁰⁾.
- Estimación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Centros de Salud en Costa Rica al Año 2017 ⁽²¹⁾.

- Estimación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Centros de Salud al Año 2018 ⁽²²⁾.
- Calidad y Continuidad de los Servicios de Agua para Consumo Humano Operados por el AyA al 2017 ⁽²³⁾.
- Agua Potable y Saneamiento: cobertura en viviendas y más allá del hogar en Costa Rica al 2017 ⁽²⁴⁾.
- Agua para Consumo Humano por Provincias y Saneamiento por Regiones Manejados en Forma Segura en Zonas Urbanas y Zonas Rurales de Costa Rica al 2018 ⁽²⁵⁾.

Con fundamento en estos estudios, no hay duda de que nuestro país ha alcanzado una de las mejores coberturas con agua de calidad potable a nivel latinoamericano; sin embargo, hay que reconocer que el 92,4% logrado en el 2018 encubre o camufla las desigualdades en el acceso a los servicios de agua de calidad potable, sobre todo en zonas o población vulnerable ⁽²⁶⁾ y marginada de Costa Rica. Debido a esto, el LNA propuso a las Administración Superior del AyA el “Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable 2019-2023” (PNDBASAP 2019-2023) en su primera etapa ⁽²⁷⁾, y una segunda etapa para el periodo 2024-2030.

A la luz de estos antecedentes, el presente informe para el periodo 2019 se enfoca en las coberturas con ACH y saneamiento, pero con la intención de abordar las brechas indicadas en el PNDBASAP: 2019-2023, por lo que se centrará en las debilidades existentes y establecerá los desafíos o metas anuales del periodo comprendido entre los años 2019 y 2023.

2. OBJETIVOS

Para efectos prácticos los objetivos, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones se distribuyen en cuatro fases:

Fase 1. Cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica al 2019.

Fase 2. Cobertura nacional sobre la disposición de excretas en el año 2019.

Fase 3. Brechas en el suministro de agua y saneamiento gestionados en forma segura en Costa Rica.

Fase 4. Desafíos y metas.

2.1 Objetivo General

Estimar la situación de cobertura y calidad del ACH y saneamiento en Costa Rica al año 2019, con base en los nuevos conceptos proporcionados por el Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la UNICEF/OPMS, con un enfoque dirigido a la identificación de las desigualdades entre la población nacional en la prestación de estos servicios.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Fase 1. Agua gestionada en forma segura

- Estimar la cobertura y calidad del agua suministrada por los diferentes operadores y la totalidad del país al año 2019.
- Aplicar la “Escalera del Agua Potable” a los datos de cobertura y calidad del ACH en Costa Rica.
- Inventariar las fuentes de agua utilizadas en los sistemas de abastecimiento del ACH en Costa Rica al 2019.
- Identificar los episodios de contaminación química, natural y antropogénica, de los sistemas de abastecimiento de agua en los últimos 19 años en el territorio nacional.
- Comparar las coberturas con ACH manejados en forma segura, en el periodo comprendido entre los años 2015 y 2019.
- Describir las coberturas de agua de calidad potable por provincias y cantones en Costa Rica al año 2019.

2.2.2 Fase 2. Disposición de excretas

- Describir la situación nacional y regional sobre la cobertura de disposición de excretas, mediante alcantarillado con y sin tratamiento, tanques sépticos, letrinas/otros y la disposición a cielo abierto, durante el año 2019.

2.2.3 Fase 3. Brechas o desigualdades en agua y saneamiento en Costa Rica

- Identificar las posibles brechas en el acceso a los servicios de agua potable y en la disposición de excretas a nivel nacional, incluidos la distribución por provincia, cantones y en las zonas urbanas y rurales, en el suministro de agua potable y en regiones programáticas en el caso del saneamiento o disposición de excretas.
- Identificar los sistemas de abastecimiento de agua no potables, sin tratamiento convencional y/o cloración por entidad operadora.
- Identificar los acueductos en comunidades vulnerables.
- Identificar las comunidades con acueductos con aguas superficiales sin tratamiento en el AyA, Municipios, ASADAS y/o CAARs.
- Estimar los acueductos con servicio discontinuo en Costa Rica: AyA, Municipios, ASADAS, CAARs.
- Identificar las comunidades o poblados sin acueducto.
- Analizar las brechas del acceso a agua para Consumo Humano en Centros Educativos y en Centros de Salud al 2018.
- Describir las brechas o desigualdades en la disposición de excretas en Costa Rica.

2.2.4 Fase 4. Desafíos y metas

- Identificar y aplicar los desafíos y metas establecidos en el PNDBASAP: 2019-2023.

3. METODOLOGÍA

Las metodologías utilizadas se presentan en el orden establecido en las 4 fases de los objetivos, a saber:

3.1 Fase 1. Datos sobre “agua potable gestionada en forma segura”

El dato nacional de 2019 sobre cobertura de “Agua Gestionada en Forma Segura”, la aplicación de la “Escalera del Agua”, la distribución de las fuentes de agua para potabilización, el inventario de los episodios de contaminación química (naturales y antropogénicas), las comparaciones de las coberturas con ACH entre los años 2015 y 2019, además de la distribución de disposición de las coberturas de agua de calidad potable o gestionada de forma segura por provincias y cantones, se obtuvieron de:

- El “Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua para Consumo Humano”, ejecutado por el LNA ⁽²⁸⁾.
- Los informes de cobertura y calidad del ACH y saneamiento de los años 2015, 2016, 2017, 2018 y los datos obtenidos en el 2019. ^(29,30,31,32).
- El Programa Conjunto de Monitoreo (PCM), de la OMS/UNICEF, establece la “Escalera del Agua”, en donde se clasifica el nivel de servicio de agua, la cual se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Escalera del agua potable en forma segura

Nivel de servicio	Definición
Gestionado de forma segura	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada ubicada dentro de la vivienda o en el patio o parcela, disponible en el momento necesario y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias.
Básico	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada cuyo tiempo de recogida no supera los 30 minutos, incluyendo el trayecto de ida y vuelta y tiempo de espera, además se incluye el agua suministrada por cañería, pero con contaminación fecal o alguna sustancia química tóxica.
Limitado	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada, cuyo tiempo de recogida supera los 30 minutos incluyendo trayecto de ida y vuelta y tiempo de espera.
No mejorado	Agua para consumo procedente de un pozo o manantial no protegido.
Sin servicio	Agua para consumo recogida directamente de un río, arroyo, represa, lago, estanque, canal o de un canal de irrigación.

FUENTE: OMS/UNICEF, adaptada por el LNA.

- El procesamiento de los datos sobre calidad del agua realizado por el LNA durante el año 2019 para los acueductos de AyA, municipios y ESPH, y del periodo 2017-2019 en el caso de los acueductos rurales.

- Le Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) ⁽³³⁾ del Instituto costarricense de Estadística y Censos (INEC), la cual se publicó en el mes de julio del año 2019.

3.2 Fase 2. Disposición de excretas

3.2.1 Disposición por tipo de mecanismo

Los datos de cobertura de disposición de excretas por tipo de mecanismo, a saber : tanque séptico, alcantarillado o cloaca, letrina/otros y sin servicio (defecación a cielo abierto), se obtuvieron de la ENAHO) de julio 2019.

3.2.2 Saneamiento gestionado en forma segura

Con los datos de aguas residuales de INEC y del LNA se estima y aplica la “Escalera de Saneamiento” del PCM, en donde se realiza la clasificación de los servicios de saneamiento según la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Niveles de la Escalera de Saneamiento Gestionado en forma segura en Costa Rica: 2019

Nivel de servicio	Definición
Servicio de saneamiento gestionado de forma segura	Instalaciones privadas mejoradas donde los desechos fecales se depositan en un sitio de manera segura o se transportan y se tratan fuera del lugar, además de un lavado de manos con agua y jabón.
Servicio básico	Instalaciones privadas mejoradas que separan el excremento del contacto humano.
Servicio limitado	Instalaciones mejoradas compartidas con otros hogares.
Servicio no mejorado	Instalaciones no mejoradas que no separan las excretas del contacto humano.
Sin servicio	Defecación al aire libre.

FUENTE: OMS/UNICEF, adaptada por el LNA.

3.2.3 Evolución del uso de tanques sépticos en Costa Rica: 2001-2019

Con los datos obtenidos del ENAHO y los informes anuales de calidad del agua y saneamiento del LNA se presenta, mediante un gráfico, la evolución de las coberturas con tanques sépticos y alcantarillado por parte de la población de Costa Rica, en el periodo 2001-2019.

3.3 Fase 3. Brechas en el acceso a agua potable y saneamiento

3.3.1 Brechas identificadas en los servicios de agua para uso y consumo humano en Costa Rica

La palabra brecha es un término que proviene del francés “breka”, que a su vez deriva del término alemán “breham”, y que puede traducirse como “rotura”. En el marco del PND BASAP:2019-2023, mediante un análisis se identificaron las siguientes brechas o desigualdades existentes en los servicios de ACH en Costa Rica, las cuales van de lo “macro” a lo “micro” o de mayor a menor:

- Poblaciones vulnerables según lista emitida por la Contraloría General de la República.
- Comunidades indígenas con y sin servicio de agua y con calidad potable y no potable.
- Comunidades con y sin servicio de abastecimiento de agua intradomiciliar.
- Poblaciones con acceso a agua de calidad potable y no potable, es decir, agua gestionada o no en forma segura.
- Comunidades abastecidas con servicios de agua que utilizan fuentes superficiales, con y sin tratamiento convencional.
- Comunidades con acceso a agua potable sometida o no a programas de control de calidad del agua.
- Centros de Salud con acceso a agua potable gestionada o no en forma segura.
- Centros educativos con acceso a agua gestionada o no en forma segura.
- Comercios con acceso a agua gestionada o no en forma segura.
- Comunidades con acceso a servicios de agua potable con desinfección con cloro residual de 0,3 a 0,8 mg/L.
- Comunidades con servicios de agua potable continua o no. Y si el servicio no es continuo indican las horas de discontinuidad.
- Sistemas de abastecimiento de agua sometida a vigilancia de la calidad del agua.
- Sistemas de abastecimiento de agua con problemas de incumplimiento de parámetros operativos, inorgánicos o de salud.

- Poblaciones con servicios de agua potable con tarifas del AyA, Municipalidades, ASADAS, CAARs o Condominios.
- Poblaciones con servicios de agua potable operados por un ente operador oficial o no como Condominios o Cooperativos.
- Centros de Salud con servicios de agua potable abastecido con pozo o naciente propia.
- Centros educativos abastecidos con servicios de agua potable con pozo o nacientes propias.
- Comercios abastecidos con acueductos propios sean pozos o nacientes.
- Sistemas de acueductos abastecidos por aguas superficiales con tratamiento, pozos o nacientes.
- Sistemas de abastecimiento suministrados por gravedad o bombeo.
- Sistemas de abastecimiento suministrados por fuentes protegidas o no.
- Sistemas de abastecimiento con o sin “Planes de Seguridad del Agua”.
- Precarios con y sin servicio de abastecimiento de agua para consumo humano.

a) Brechas por cobertura de calidad de agua, por provincias y cantones

Debido a la disponibilidad de información, en el marco del presente informe se seleccionaron tres brechas, a saber, calidad, desinfección y evaluación de la calidad del agua. Para la clasificación de las brechas por cantón, se utiliza un código de colores que se presenta en la tabla 3, obtenido de dividir la población total cubierta en cada brecha entre la totalidad de la población del cantón.

Tabla 3. Clasificación de brechas por colores de los cantones de Costa Rica en cuanto a calidad, desinfección y evaluación del agua periodo 2019

Calidad/cloración/evaluación	Nivel	Prioridad	Color
0,90 a 1,0	1	Sostenibilidad	
0,80 a <0,90	2	Sostenibilidad	
0,70 a <0,80	3	Intermedia	
0,60 a <0,70	4	Intermedia	
<0,60	5	Inmediata	

FUENTE: elaborado por los autores.

b) Cobertura de población por ente operador, región programática y zona urbana y rural en Costa Rica al 2019

Los datos de cobertura de población por ente operador, región programática y zona urbana y rural, se presentan de conformidad con los datos de la ENAHO 2019 y del LNA.

3.3.2 Brechas en el acceso a saneamiento gestionado en forma segura

En el saneamiento o disposición de excretas las brechas se identifican en:

- a) Por tipo de mecanismo de disposición utilizado, como tanques sépticos, alcantarillado o cloacas, “otros” (letrinas o escusado de hueco) y a cielo abierto.
- b) Aguas Residuales gestionado en forma segura o no.
- c) Zona Urbana y rural y región programática de MIDEPLAN.

3.4 Fase 4: desafíos y metas

Los desafíos y metas se identificaron de conformidad con lo indicado en el PNDBASAP: 2019-2023. Además, en el caso de saneamiento gestionado en forma segura, se identificaron los desafíos y metas indicados en el “Plan de Inversiones del AyA: 2016-2045” ⁽³⁴⁾.

4. RESULTADOS

Los resultados se presentan de conformidad con los objetivos y metodologías de cada una de las fases establecidas en el presente informe.

4.1 Resultados de la Fase 1: agua gestionada en forma segura

4.1.1 Resultados de cobertura y calidad del ACH

4.1.1.1 Cobertura y calidad del agua suministrada por entes operadoras

En el cuadro 1 se presenta la estimación nacional de cobertura y calidad del agua para uso y consumo humano, según ente operador.

Cuadro 1. Agua para consumo: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica - Período 2019

Operador	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
		Población	%	Población	%	Población	%	Pot.	No Pot.
AyA	215	2.423.660	48,0	2.387.305	98,5	36.355	1,5	188	27
Municipalidades evaluadas	232	716.626	14,2	654.279	91,3	62.347	8,7	204	28
Municipalidades sin evaluar	10	7.588	0,1	6.928	91,3	660	8,7	9	1
ESPH	14	224.665	4,4	224.665	100	0	0,0	14	0
ASADAS evaluadas *	780	939952	18,6	803.659	85,5	136.293	14,5	622	158
ASADAS sin evaluar **	598	320878	6,3	274.351	85,5	46.527	14,5	477	121
Otros acueductos comunales evaluados ***	161	95760	1,9	81.779	85,4	13.981	14,6	117	44
Otros acueductos comunales sin evaluar ****	605	201834	4,0	172.366	85,4	29.468	14,6	468	137
Subtotal por entidad operadora	2.615	4.930.963	97,5	4.605.332	93,4	325.631	6,6	2.099	516
Otros con cañería intradomiciliar *****	ND	15.132	0,3	14.133	93,4	999	6,6	ND	ND
Otros con agua por cañería en el patio *****	ND	92.253 (1)	1,8	86.164	93,4	6.089	6,6	ND	ND
Subtotal de población abastecida por cañería	2.615	5.038.348	99,6	4.705.629	93,4	332.719	6,6	2.099	516
Sin tubería: pozos-nacientes	ND	21.382 (1)	0,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TOTALES	2.615	5.059.730 (1)	100	4.705.629	93,0	332.719	6,6	2.099	516

ND: no determinado.

(1) Población estimada por INEC en la ENAHO de julio 2019.

* ASADAS evaluadas en el período 2017-2019, con un 85,5% de población cubierta con agua potable.

** De acuerdo con la metodología, se aplica el 85,5% de población cubierta con agua potable obtenido de las ASADAS evaluadas.

*** Otros acueductos comunales evaluados en el periodo 2017-2019, con un 85,4% de población cubierta con agua potable.

**** De acuerdo con la metodología, se aplica el 85,4% de población cubierta con agua potable de otros acueductos comunales evaluados.

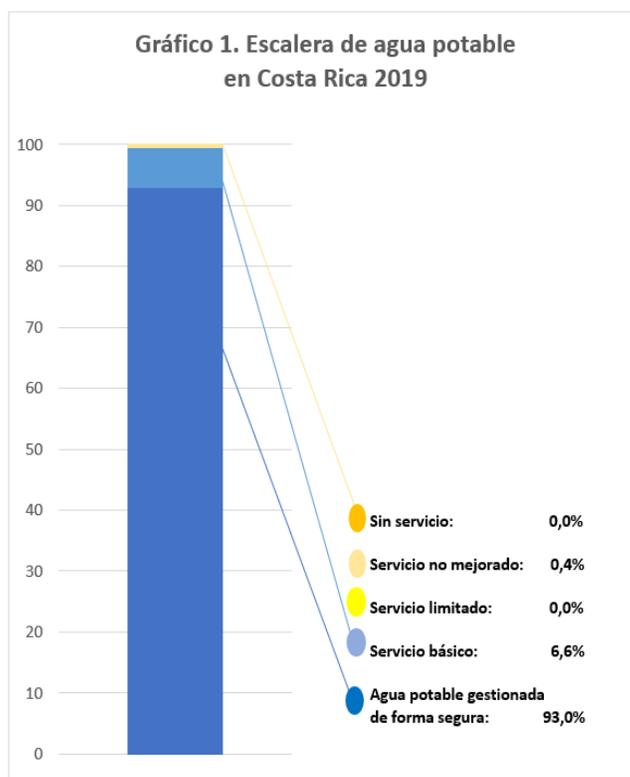
***** Se aplica el 93,4% obtenido en el subtotal de los sistemas de entes operadores oficiales.

FUENTE: LNA e INEC.

4.1.1.2 Aplicación de la Escalera del Agua Potable

Tomando como base los datos de la estimación de cobertura y calidad del agua para uso y consumo humano descritos anteriormente, se presenta el gráfico 1 con los resultados mediante la aplicación de la “Escalera del Agua Potable”, según OMS/UNICEF y adoptada por el LNA.

Gráfico 1. Escalera de Agua Potable en Costa Rica al año 2019



FUENTE: elaboración de los autores.

4.1.1.3 Comparación de las coberturas con agua para uso y consumo humano en el periodo 2015 a 2019

En el cuadro 2 se presenta la comparación y clasificación del abastecimiento de agua en Costa Rica entre los años del 2015 al 2019, de acuerdo con la clasificación de la Escalera del Agua.

Cuadro 2. Clasificación y comparación del abastecimiento de Agua Gestionada en Forma Segura en el periodo 2015 a 2019

Clasificación	Descripción	2015	2016	2017	2018	2019
Agua potable gestionada de forma Segura	Fuente mejorada ubicada en las instalaciones, “disponible cuando sea necesario”, y libre de contaminación.	91,2%	91,8%	93,9%	92,4%	93,0%
Servicio básico	Fuente de agua mejorada accesible en 30 minutos, incluido ida y vuelta, o en las instalaciones pero con contaminación.	8,2%	7,7%	5,7%	7,2%	6,6%
Servicio limitado	Fuente de agua mejorada que consigue agua por encima de 30 minutos, incluido ida y vuelta.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Servicio no mejorado	Fuente de agua no mejorada que no protege de la contaminación.	0,6%	0,5%	0,4%	0,4%	0,4%
Sin servicio	Agua superficial.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente. Elaborado por los autores.

4.1.1.4 Inventario de fuentes utilizadas para potabilización

En el cuadro 3 se presenta el desglose de cantidad y tipos de fuentes de agua usadas para potabilización, según entidad operadora.

Cuadro 3. Inventario de Fuentes de Abastecimiento por Tipo y Ente Operador

Ente Operador	Fuentes de abastecimiento			
	Total	Pozos	Nacientes	Superficiales
AyA	518	307	159	52
Municipalidades	472	51	385	36
E.S.P.H.	41	29	4	8
CAAR´s/ASADAS	4.398	879	3.249	270
Totales	5.429	1.266	3.797	366

FUENTE: elaboración de los autores.

4.1.1.5 Calidad del agua por provincias y cantones en Costa Rica al 2019

El mapa de la figura 1 muestra la calidad general del agua por provincias y cantones del año 2019, de acuerdo con el “Código de Colores”.

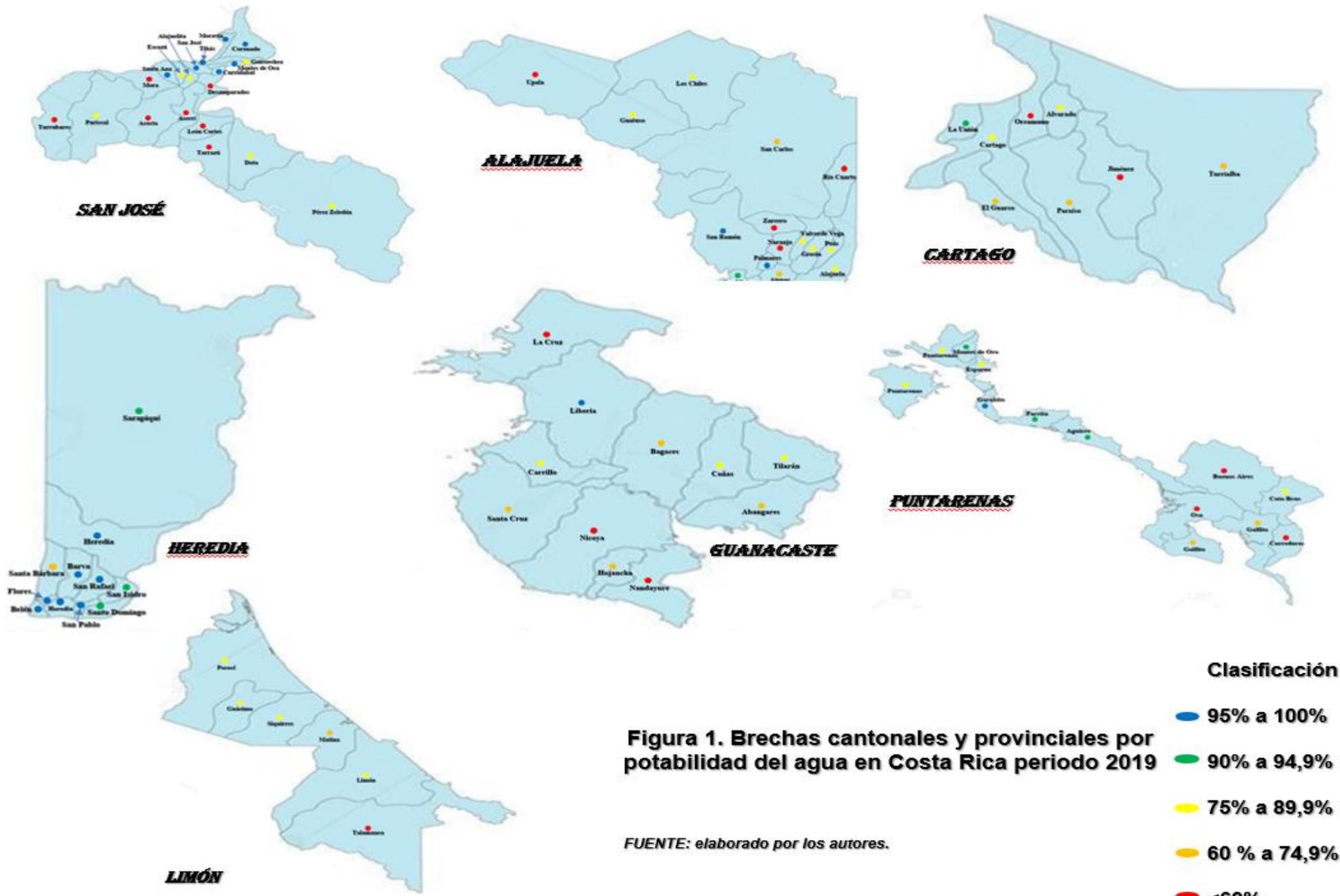


Figura 1. Brechas cantonales y provinciales por potabilidad del agua en Costa Rica periodo 2019

FUENTE: elaborado por los autores.

4.1.1.6 Episodios de contaminación química de origen natural y antropogénico en sistemas de abastecimiento de agua en el periodo 2019

A) Contaminaciones químicas naturales

En la tabla 3-A se presentan los acueductos del país con contaminación química de origen natural vinculada con la salud.

Tabla 3-A. Episodios de Contaminación Química Natural en los Acueductos de Costa Rica: 2007-2019

Año	Acueductos evaluados	Acueductos No potables (Contam.fecal)	%	Episodios de contaminación química	Acueducto
2007	2.259	10.32	45,7	Calcio	Colorado de Abangares
2010	2.318	904	39,0	Arsénico	Cañas, Bagaces, Hotel Cañas, Bebedero, El Jobo y Agua Caliente
2011	2.359	850	36,0	Arsénico	ASADA 5, Vueltas de Kooper, Montenegro, El Chile, Arbolito, San José, Altamirita, Santa Fe y La Gloria de Aguas Zarcas
2012	2.400	761	31,7	Arsénico	Jabilla de Cañas. La Esperanza de Pavon, Golfito
2013	2.451	713	29,1	Arsénico	Bagatsi o Agua Fría de Bagaces
2014	2.497	650	26,0	Arsénico	La Pochota Macacona de Esparza y Santiago de Palmares
2010 al 2014	2.318 2.497	904 650	39,0 26,0	Aluminio	Angostura de San Andrés de León Cortés, Frailes de Desamparados, La Cuesta de San Antonio de León Cortés, Londres de Naranjito de Aguirre, Oratorio-Concepción-Buenos Aires-Los Reyes Parte Alta, Patio de San Cristobal de Ticabán de La Rita de Pococí, Rincón de Zaragoza Sector Calle Vázquez, Rodeo de San Marcos de Tarrazú, San Gabriel de Cabagra de Buenos Aires, San Cecilia de San Marcos de Tarrazú, Santa Cruz de Turrialba, Valle Azul Arriba de Paquera
2015 y 2016	2.588	600	23,2	Salinización	Pozos en Guanacaste: Condovac, Cacique 1,

					Cacique 2, Cacique 3, Pozo 484 y Pozo 379
2016 y 2017	2.678	604	22,6	Aluminio, hierro y manganeso	Quebrada La Victoria de Curubandé de Liberia, Pozo Albín de Tamarindo, Pozo Sandillal de Cañas, Pozo 1 de San Joaquín de Colorado-Raizal-Higuerilla, Naciente Cabuyal de Zagala-Villa Bruselas-Cebadilla, Pozo 4 de Davao de Batán, Pozo Y Griega de Palmares-Zaragoza, Quebrada Guayabal de Dominical de Osa, Pozo 9 de Los Chiles, Pozo de Alto López, Naciente de Barroeta, Pozos Las Catalinas de Tejar de El Guarco, Pozo de La Guaría del Valle de la Estrella, Pozo de Hone Creek, Pozo de de Palmar Sur Fincas 3, 2-4, 6-11, 12 y 10, Poozos de Palmar Sur Fincas 5, 7 y 8, Pozo en Coto 44, Naciente en Casquillo de San Pablo de León Cortés, Sector Naciente El Rodeo de San Marcos de Tarrazú, Pozo de El Rótulo de La Rita, Pozos de Sagrada Familia, Pozos de Campo Dos de Cariari, Pozo de Mayland de Siquirres, Pozos de Sahara de Batán, Pozos de Larga Distancia de Carrandi, Pozos de Bananito Norte y Sur, Mata de Limón de Gandoca.
2018	2.702	557	20,6	Arsénico	Albacete
2019	2.615	516	19,7	Arsénico	Pozos de Condominio Horizontal Residencial La Rueda, Condominio Barcelona, Condominio Albacete, Falconiana de Bagaces, Quintas Don Miguel de Bagaces, Montenegro y Agua Caliente de Bagaces, Bebedero de Cañas, Cristo Rey de Los Chiles, Santa Cecilia de El Amparo de Los Chiles, Pozos La Palmas 1 y3 y Pozos Semillas S.A., Pozo Quintas Don Fernando de San Rafael de Esparza, Pozo Iglesia de Santiago de Palmares y Pozo 1 de Santiago de Palmares Sector

					<p>Rincón. Todos cumplen con el VMA en la red, excepto Quintas Don Fernando de San Rafael de Esparza.</p> <p>Quebrada Guayabal de Dominical de Osa, Naciente El Rodeo de San Marcos de Tarrazú y Naciente Cabuyal de Zagala-Villa Bruselas-Cebadilla. Estas dos últimas comunidades incumplen en las redes de distribución</p> <p>Pozos de Condominio Barcelona, Condominio Albacete, Condominio La Hacienda y La Guaria del Valle de La Estrella y Coto 44, Pozo 2 de Condominio Horizontal Residencial La Rueda, Pozo 9 de Santa Cecilia de El Amparo de Los Chiles, Pozo Sand Box de Acueducto Integrado Hone Creek de Puerto Viejo, Pozo 1 de Acueducto Sagrada Familia y Santiago de Palmares:</p> <p>Sector el Rincón, Pozos 1, 2 y 3 de Esterillos de Parrita, Pozo Quintas Enricón 4 en Línea Coyolar-Caldera, Pozo 1 San Joaquín de Colorado-Raizal-Higuerilla, Pozo Iglesia de Santiago de Palmares Centro, Pozos Pochote 1 y 2 de Tamarindo (Antiguo Beco), Pozo 2 en Maryland de Siquirres. El acueducto de La Guaria del Valle de La Estrella, el Acueducto Integrado Hone Creek de Puerto Viejo, el Acueducto de Sagrada Familia de Palmares y Coto 44, los valores de la red incumplen el VMA.</p> <p>Presencia de Bromacil en Nacientes de El Cairo, La Francia, Mezcla de Nacientes de Luisiana y Milano de Germania de Siquirres, Pozo 4 de Ticabán de Pococí: Sector Finca 1 y Río Toro, además de Clorotalonil en Pozo Artesanal de Cuatro Millas de Matina.</p>
				Aluminio	
				Hierro y manganeso	
				Plaguicidas	

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

B) Contaminación química antropogénica

La tabla 3-B muestra los episodios de contaminación antropogénica que se han presentado en los acueductos de Costa Rica entre los años 2001 y 2019.

Tabla 3-B. Episodios de Contaminación Química Antropogénica en los Acueductos de Costa Rica: 2001-2019

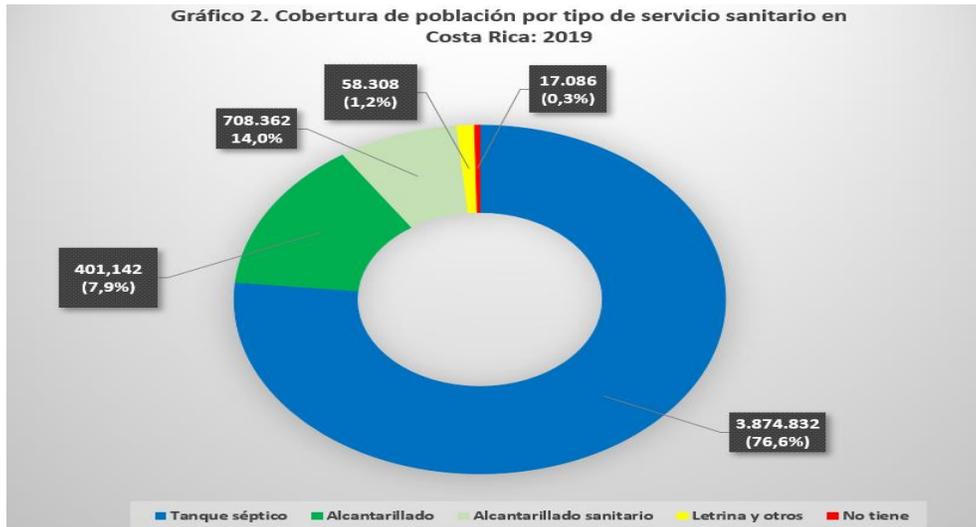
Año	Acueductos evaluados	Acueductos No potables (Contam.fecal)	%	Episodios de contaminación química	Acueducto
2001	2.058	--	¿?	Hidrocarburos	Planta Guadalupe
2002	20.71	1.020	49,3	Hidrocarburos	Río Quebradas de Pérez Zeledón
2003	2.122	954	44,9	1-Hidrocarburos 2-Bromacil, diurón y otros plaguicidas	1-Planta Los Sitios 2-El Cairo, Milano y Luisiana de Siquirres
2004	2.179	970	44,5	Hidrocarburos	Embalse El Llano-Orosi
2005	2.206	949	43,0	1-Gasolina y diesel	1-Pozo AB-1089-Belén
2005	2.206	949	43,0	2-Nitratos	2-Banderillas-Cartago
2006	2.235	1.055	47,2	Hidrocarburos	Fuentes de Moín-Limón
2007	2.259	1.032	45,7	Hidrocarburos	Planta San Ignacio de Acosta
2008	2.274	1.004	44,2	Terbufos	Veracruz de San Carlos
2009	2.302	925	40,2	Nitratos	Tierra Blanca-Cartago
2010 al 2014	2.318 2.500	904 650	38,9 26,0	Nitrato	Calle Valverde de San Miguel, Piedra Mesa Alta de Telire, Residencial El Molino de Cartago, Tierra Blanca de Cartago Sectores La Misión, Ciudadela Graciano y La Trinidad, San Francisco y Santa Eduvigis
2017	2.678	604	22,6	Colorante #40 (Industria alimentaria)	Fuente de La Hispanidad
2017	2.678	604	22,6	Bromacil	Veracruz de Pital de San Carlos
2018	2.702	557	20,6	Bromacil	Santa Rita, La Tabla y Santa Isabel de Río Cuarto de Grecia
2019	2.615	516	19,7	Hidrocarburos	Planta de Tratamiento de Siquirres

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.2 Resultados de la Etapa 2: disposición de excretas en Costa Rica al 2019

4.2.1 Disposición de excretas Costa Rica en el año 2019

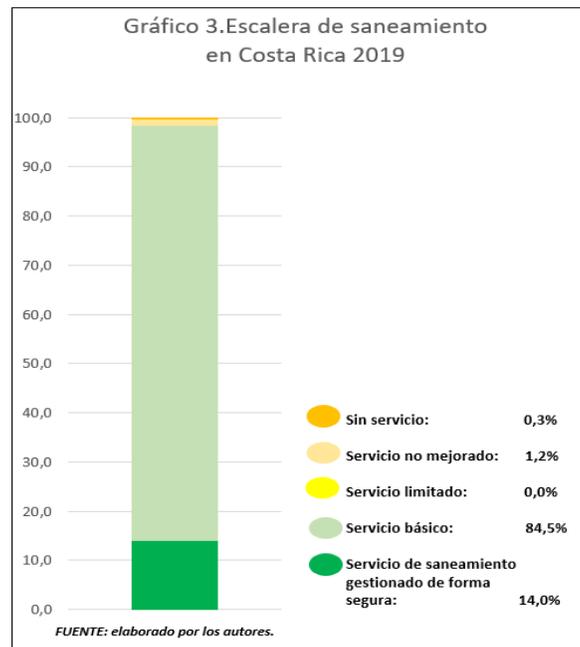
Con los datos aportados por la Encuesta Nacional de Hogares de julio 2019, y un ajuste con datos del AyA, se presenta en el gráfico 2 que muestra la distribución de la disposición de excretas en Costa Rica, en el año 2019.



FUENTE: ENAHO 2019 del INEC con modificaciones del LNA.

4.2.2 Escalera de saneamiento en el periodo 2019

Por su parte, el gráfico 3 muestra la Escalera de Saneamiento elaborada con los datos aportados por la ENAHO de julio de 2019 y el LNA.

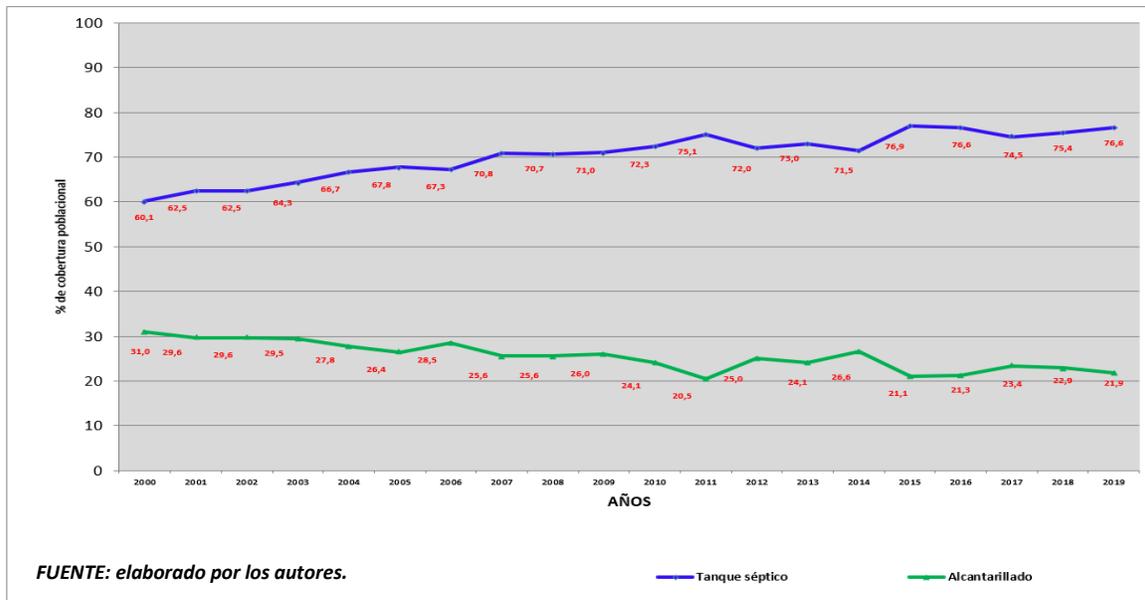


FUENTE: elaborado por los autores.

4.2.3 Comparación nacional del uso de alcantarillado vs tanque séptico en Costa Rica periodo 2000-2019

El gráfico 4 presenta el porcentaje de población cubierta con tanque séptico a nivel nacional, y lo compara con su homólogo para alcantarillado.

Gráfico 4. Comparación porcentual de la cobertura con tanque séptico vs alcantarillado en Costa Rica 2000-2019



4.3 Etapa 3: Desigualdades en el abastecimiento de agua para uso y consumo humano

4.3.1 Cobertura con agua para uso y consumo humano por ente operador, región programática y zona urbano y rural en Costa Rica, para el año

El cuadro 4 muestra la cobertura con agua para uso y consumo humano por ente operador, región programática y zona urbano y rural en Costa Rica, para el año 2019, utilizando datos de la ENAHO 2019 del INEC con modificaciones realizadas por el LNA.

Cuadro 4. Cobertura con agua para uso y consumo humano en Costa Rica, zonas rural y urbana y Región Programática periodo 2019												
REGIÓN PROGRAMÁTICA	Total		AyA		Municipios		Acueducto rural		Empresa/ Cooperativa		No tiene	
	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
Central	3.134.421	61,95	1.802.393	57,5	655.633	20,9	456.063	14,6	162.541	5,2	57.791	1,8
Huetar Caribe	455.144	9,00	308.008	67,7	5.169	1,1	77.516	17,0	523	0,1	63.928	14,0
Huetar Norte	415.100	8,20	79.234	19,1	51.350	12,4	238.491	57,5	8.582	2,1	37.443	9,0
Chorotega	388.662	7,68	211.826	54,5	9.592	2,5	152.709	39,3	474	0,1	14.061	3,6
Brunca	368.296	7,28	220.769	59,9	918	0,2	108.972	29,6	488	0,1	37.149	10,1
Pacífico Central	298.107	5,89	182.668	61,3	38.038	12,8	62.808	21,1	2.712	0,9	11.881	4,0
Urbana	3.670.174	72,54	2.380.310	64,9	673.560	18,4	422.079	11,5	160.918	4,4	33.307	0,9
Rural	1.389.556	27,46	424.588	30,6	87.140	6,3	674.480	48,5	14.402	1,0	188.946	13,6
TOTAL	5.059.730	100	2.804.898	55,4	760.700	15,0	1.096.559	21,7	175.320	3,5	222.253	4,4

Fuente: ENAHO 2019 del INEC con modificaciones del LNA.

4.3.2 Clasificación cantonal y nacional de las brechas existentes en los servicios de ACH de Costa Rica

En el cuadro 5 se presenta la clasificación mediante colores de la totalidad de los 82 cantones, las siete provincias y la totalidad del país, en cuanto a las brechas de calidad, desinfección y evaluación de la calidad del agua, mientras que la figuras 2, 3 y 4 representan gráficamente la clasificación obtenida.

Cuadro 5. Cálculo de brechas por potabilidad, cloración y evaluación en los cantones y provincias de Costa Rica periodo 2019								
Provincia	Cantón	Total poblac.	Población con potabilidad	Población con cloración	Población con evaluación	Brecha por potabilidad	Brecha por cloración	Brecha por evaluación
San José	SAN JOSÉ	250.158	250.158	250.158	250.158	1,00	1,00	1,00
	ESCAZÚ	13.580	11.974	12.799	13.580	0,88	0,94	1,00
	DESAMPARADOS	34.570	16.175	29.109	20.972	0,47	0,84	0,61
	PURISCAL	37.344	30.746	32.818	30.746	0,82	0,88	0,82
	TARRAZÚ	19.200	10.296	16.099	10.296	0,54	0,84	0,54
	ASERRÍ	65.282	28.123	59.576	38.413	0,43	0,91	0,59
	MORA	19.813	9.098	15.910	11.955	0,46	0,80	0,60
	GOICOECHEA	3.709	3.248	3.248	3.248	0,88	0,88	0,88
	SANTA ANA	23.088	22.551	23.088	22.817	0,98	1,00	0,99
	ALAJUELITA	4.488	3.438	3.438	4.488	0,77	0,77	1,00
	V. CORONADO	14.350	13.792	13.792	13.792	0,96	0,96	0,96
	ACOSTA	20.475	6.222	12.744	6.222	0,30	0,62	0,30
	TIBÁS	250.158	250.158	250.158	250.158	1,00	1,00	1,00

	MORAVIA	250.158	250.158	250.158	250.158	1,00	1,00	1,00
	MONTES DE OCA	250.158	250.158	250.158	250.158	1,00	1,00	1,00
	TURRUBARES	11.177	4.594	4.594	4.898	0,41	0,41	0,44
	DOTA	8.309	7.179	7.179	7.179	0,86	0,86	0,86
	CURRIDABAT	250.158	250.158	250.158	250.158	1,00	1,00	1,00
	PÉREZ ZELEDÓN	155.462	134.774	143.781	136.187	0,87	0,92	0,88
	LEÓN CORTÉS	13.235	5.482	7.540	5.637	0,41	0,57	0,43
	Provincia de San José	1.694.873	1.558.483	1.636.506	1.581.220	0,75	0,86	0,80
Alajuela	ALAJUELA	262.163	234.167	239.298	243.842	0,89	0,91	0,93
	SAN RAMÓN	102.130	97.981	97.403	98.815	0,96	0,95	0,97
	GRECIA	91.625	76.501	89.817	79.801	0,83	0,98	0,87
	SAN MATEO	8.832	8.295	8.472	8.832	0,94	0,96	1,00
	ATENAS	30.863	21.900	27.971	21.900	0,71	0,91	0,71
	NARANJO	52.586	24.853	43.088	32.484	0,47	0,82	0,62
	PALMARES	35.133	34.468	35.133	35.133	0,98	1,00	1,00
	POÁS	26.085	22.885	24.968	24.470	0,88	0,96	0,94
	OROTINA	23.022	20.712	22.847	21.622	0,90	0,99	0,94
	SAN CARLOS	228.477	168.217	191.603	174.417	0,74	0,84	0,76
	ZARCERO	12.196	5.022	9.610	5.788	0,41	0,79	0,47
	VALVERDE VEGA	21.726	17.675	18.364	18.779	0,81	0,85	0,86
	UPALA	57.598	32.575	49.145	44.235	0,57	0,85	0,77
	LOS CHILES	20.234	16.279	19.985	19.985	0,80	0,99	0,99
	GUATUSO	23.986	20.858	22.131	23.451	0,87	0,92	0,98
RÍO CUARTO	18.904	5.709	8.989	13.395	0,30	0,48	0,71	
	Provincia de Alajuela	1.015.560	808.097	908.824	866.949	0,75	0,89	0,85
Cartago	CARTAGO	114.585	95.307	108.149	100.547	0,83	0,94	0,88
	PARAÍSO	67.817	45.660	63.697	45.660	0,67	0,94	0,67
	LA UNIÓN	110.575	102.187	110.070	108.766	0,92	1,00	0,98
	JIMÉNEZ	20.769	9.581	15.473	14.182	0,46	0,75	0,68
	TURRIALBA	102.330	66.355	79.131	72.963	0,65	0,77	0,71
	ALVARADO	20.510	17.210	17.308	18.165	0,84	0,84	0,89
	OREAMUNO	45.417	17.472	43.197	39.244	0,38	0,95	0,86
	EL GUARCO	46.076	32.978	42.000	35.034	0,72	0,91	0,76
	Provincia de Cartago	528.079	386.750	479.025	434.561	0,68	0,89	0,80
Heredia	HEREDIA	145.832	145.605	145.832	145.605	1,00	1,00	1,00
	BARVA	35.887	34.329	34.762	34.329	0,96	0,97	0,96
	SANTO DOMINGO	40.668	36.698	40.668	36.698	0,90	1,00	0,90
	SANTA BÁRBARA	36.982	26.646	33.456	33.456	0,72	0,90	0,90
	SAN RAFAEL	60.034	60.034	60.034	60.034	1,00	1,00	1,00

	SAN ISIDRO	23.452	22.174	23.224	23.224	0,95	0,99	0,99
	BELÉN	19.347	19.347	19.347	19.347	1,00	1,00	1,00
	FLORES	19.938	19.611	19.938	19.611	0,98	1,00	0,98
	SAN PABLO	31.705	31.705	31.705	31.705	1,00	1,00	1,00
	SARAPIQUÍ	62.610	57.061	59.573	57.061	0,91	0,95	0,91
Provincia de Heredia		476.455	453.210	468.539	461.070	0,94	0,98	0,96
Guanacaste	LIBERIA	71.321	67.896	70.547	67.896	0,95	0,99	0,95
	NICOYA	59.320	33.883	45.503	41.114	0,57	0,77	0,69
	SANTA CRUZ	75.072	54.141	66.904	58.667	0,72	0,89	0,78
	BAGACES	25.086	15.403	20.184	15.403	0,61	0,80	0,61
	CARRILLO	39.887	33.416	36.825	34.855	0,84	0,92	0,87
	CAÑAS	25.455	21.610	24.048	21.811	0,85	0,94	0,86
	ABANGARES	21.711	14.798	17.955	16.613	0,68	0,83	0,77
	TILARÁN	19.944	15.446	16.833	16.394	0,77	0,84	0,82
	NANDAYURE	16.469	6.805	10.995	7.993	0,41	0,67	0,49
	LA CRUZ	18.328	9.639	16.687	12.385	0,53	0,91	0,68
	HOJANCHA	9.682	7.021	7.438	8.192	0,73	0,77	0,85
Provincia de Guanacaste		382.275	280.058	333.919	301.323	0,70	0,85	0,76
Puntarenas	PUNTARENAS	132.268	115.442	128.956	127.299	0,87	0,97	0,96
	ESPARZA	35.901	32.074	35.540	34.116	0,89	0,99	0,95
	BUENOS AIRES	43.749	21.349	29.469	28.390	0,49	0,67	0,65
	MONTES DE ORO	15.220	14.024	14.052	14.940	0,92	0,92	0,98
	OSA	34.095	19.964	30.768	31.538	0,59	0,90	0,93
	QUEPOS	29.996	28.329	29.087	29.910	0,94	0,97	1,00
	GOLFITO	44.279	31.716	40.085	36.871	0,72	0,91	0,83
	COTO BRUS	39.760	34.291	35.005	34.291	0,86	0,88	0,86
	PARRITA	17.573	15.973	14.289	17.573	0,91	0,81	1,00
	CORREDORES	43.835	22.866	39.416	39.171	0,52	0,90	0,89
	GARABITO	33.619	32.807	33.619	33.619	0,98	1,00	1,00
Provincia de Puntarenas		470.295	368.835	430.286	427.718	0,79	0,90	0,91
Limón	LIMÓN	86.837	75.937	82.473	81.735	0,87	0,95	0,94
	POCOCÍ	123.610	107.660	118.490	112.609	0,87	0,96	0,91
	SIQUIRRES	56.613	43.783	54.518	51.380	0,77	0,96	0,91
	TALAMANCA	20.821	11.776	15.437	16.284	0,57	0,74	0,78
	MATINA	31.248	23.111	31.038	29.957	0,74	0,99	0,96
	GUÁCIMO	44.297	33.858	42.262	35.856	0,76	0,95	0,81
Provincia de Limón		363.426	296.125	344.218	327.821	0,76	0,93	0,89
COSTA RICA		4.930.963	4.151.558	4.601.317	4.400.662	0,77	0,89	0,84

FUENTE: elaborado por los autores.

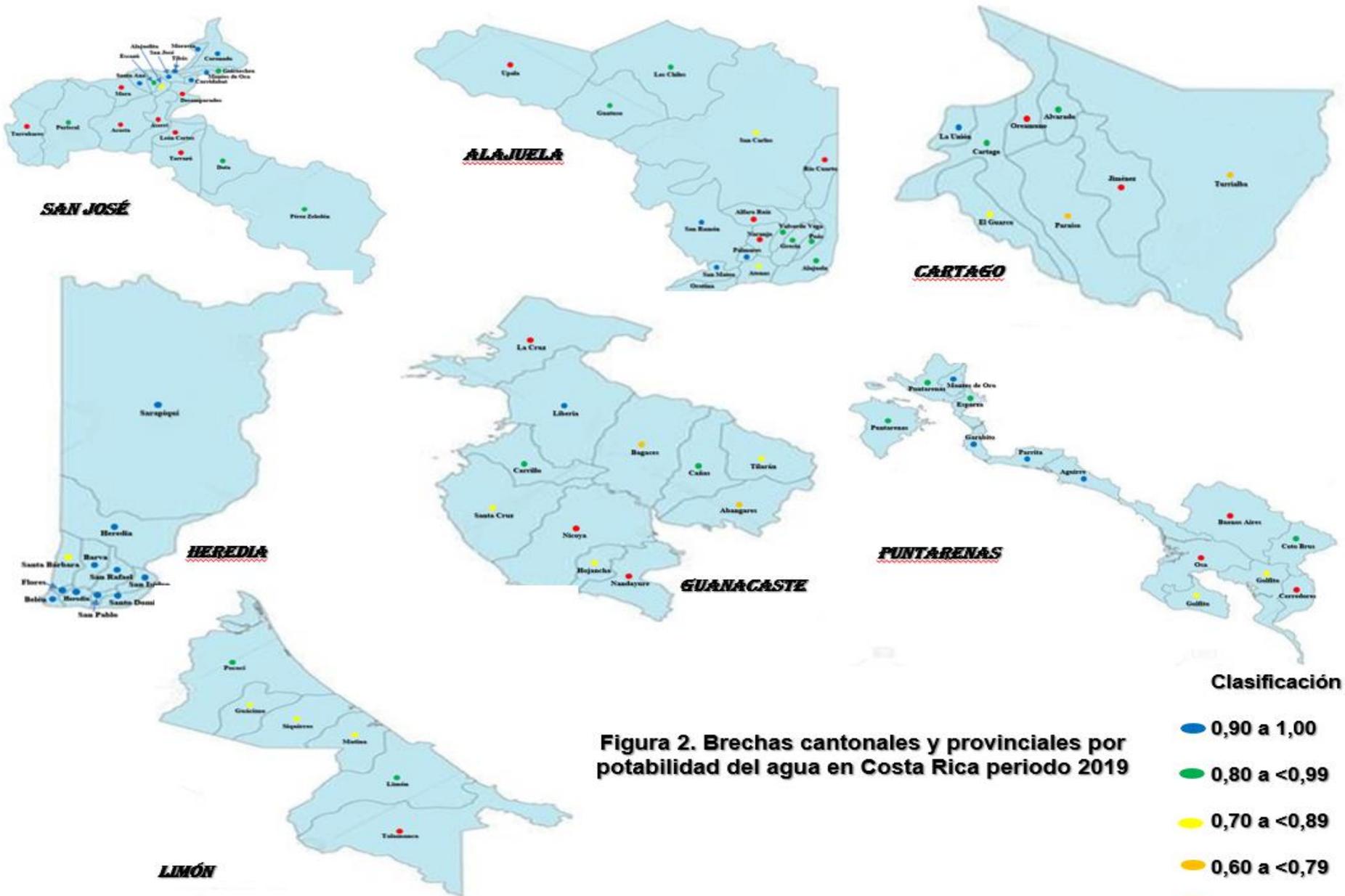


Figura 2. Brechas cantonales y provinciales por potabilidad del agua en Costa Rica periodo 2019

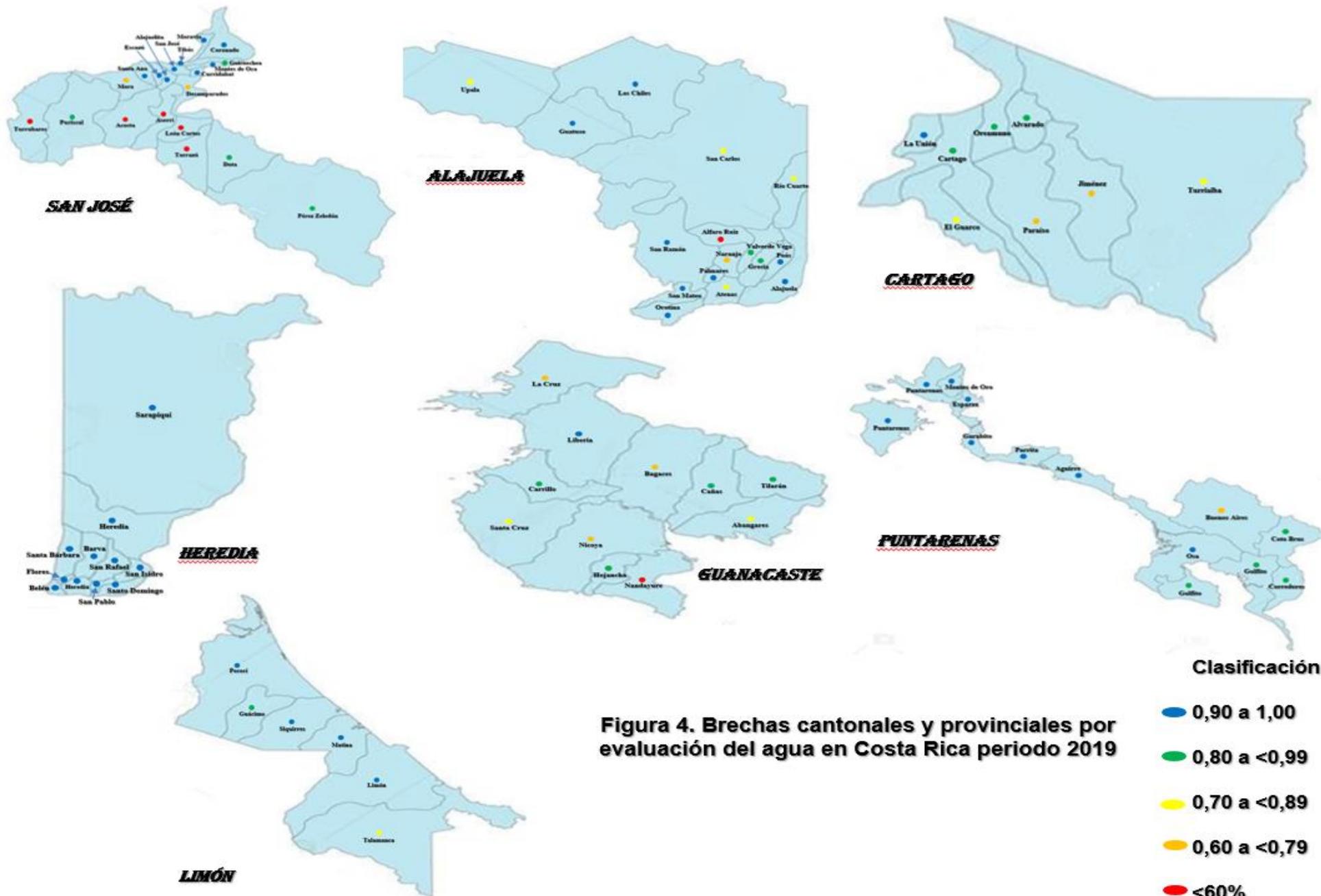


Figura 4. Brechas cantonales y provinciales por evaluación del agua en Costa Rica periodo 2019

4.3.3 Situación de disposición de excretas en Costa Rica según zona rural, urbana y región programática periodo 2019

De conformidad con los datos del ENAHO 2019 y con modificaciones del LNA, se presentan en el cuadro 6 los datos por tipo de mecanismo de disposición de excretas del país, por regiones y en las zonas urbana y rural.

Cuadro 6. Situación de disposición de excretas en Costa Rica, zonas rural y urbana y Región Programática periodo 2019										
Zona	TOTAL	%	Tanque séptico	%	Alcantarilla o cloaca	%	Letrina	%	No tiene	%
Central	3.134.421	61,9	2.127.960	67,9	976.426	31	21.843	0,7	8.192	0,2
Huetar Caribe	455.144	9	414.907	91,2	28.388	6,2	8.565	1,9	3.284	0,7
Huetar Norte	415.100	8,2	389.427	93,8	14.065	3,4	10.297	2,5	1.311	0,3
Chorotega	388.662	7,7	355.420	91,4	24.727	6,4	6.966	1,8	1.549	0,4
Brunca	368.296	7,3	342.989	93,1	19.663	5,3	5.200	1,4	444	0,2
Pacífico Central	298.107	5,9	244.129	81,9	46.235	16	5.437	1,8	2.306	0,8
Urbana	3.670.174	72,5	2.591.131	70,6	1.043.878	28	24.821	0,7	10.344	0,3
Rural	1.389.556	27,5	1.283.701	92,4	65.626	4,7	33.487	2,4	6.742	0,54
TOTAL	5.059.730	100	3.874.832	76,6	1.109.504	22	58.308	1,2	17.086	0,3

Fuente: ENAHO 2019 del INEC con modificaciones del LNA.

4.4 Etapa 4: Metas de calidad de los servicios de agua para consumo

En pasado año 2019, se presentó ante el Consejo de Gerencia de AyA el proyecto denominado “Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable en Costa Rica 2019-2023”, el cual tiene como objetivo “Establecer un programa nacional dirigido a los operadores de acueductos del país, dentro del marco del ODS 6, para “no dejar a nadie atrás” en los aspectos medulares del acceso equitativo y universal al “agua gestionada en forma segura” y el suministro de “agua más allá del hogar”, a través de la aplicación de una metodología tendiente a disminuir las brechas existentes, mediante la implementación de medidas correctivas en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano”.

El cuadro 7 muestra las metas planteadas en esta iniciativa para las dos etapas planteadas inicialmente en el abastecimiento de agua, tanto para el periodo 2019-2023 como para 2024-2030.

Cuadro 7. Actividades y metas de calidad de los servicios de agua para consumo para los periodos 2023 y 2030

Actividad	Indicadores	Situación actual al 2015-2016	Metas para el 2023	Metas para el 2030
1. Cobertura de agua por cañería	% de cobertura	99,4 – 99,4	99,8	100
2. Cobertura de agua por cañería intradomiciliar	% de cobertura	97,7 – 97,5	98,5	100
3. Cobertura de población con agua de calidad potable	% de cobertura	91,2 – 91,8	95	99
4. Cobertura de población con evaluación SEECSSAP	% de población	9,6**	60	≥98
5. Cantidad de acueductos con evaluación SEECSSAP	# de acueductos	110**	1.545*	2.523*
6. Cobertura de población con calificación “Buena” o “Excelente” en el SEECSSAP	% de población	6,4**	40	80
7. Cantidad de acueductos con calificación “Buena” o “Excelente” en el SEECSSAP	# de acueductos	80**	1.030*	2.060*
8. Cobertura de población con agua sometida al Control de Calidad del agua	% de población	76,6 -74,1	85	99
9. Cobertura de población con agua con tratamiento y/o desinfección	% de población	89,3 – 86,3	95	99
10. Acueductos con PSA	# acueductos	75	850	1250
11. Acueductos con agua de calidad potable	# acueductos	1.808 -1.878	2.200*	2.562*
12. Porcentaje de Acueductos con agua de Calidad potable	% acueductos	71,1- 76,8	85	99
13. Acueductos con PSCS	Número avances	563	845 (50%)	1.226 (100%)
14. Población con agua sometida al PSCS	Población que recibe agua de acueductos con el PSCS	2.430.709 49,7%	3.649.361 70,0%	4.420.013 80%

***Se toma como base el dato del 2016 de 2.574 acueductos monitoreados. Este valor aumenta conforme se incremente el inventario anual de acueductos.**

**** Dato del año 2016.**

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1 Agua gestionada en forma segura

De acuerdo con la información presentada en el cuadro 1, para el año 2019 Costa Rica contó con una población total de 5.059.730 habitantes, de los cuales 4.930.963 (97,5%) son abastecidos a través de alguno de los entes operadores de acueductos oficiales (AyA, municipios, ESPH y ASADAS/CAAR's), con un servicio de agua intradomiciliar (dentro de la vivienda) que alcanza el 97,8% (4.946.095 personas), mientras que el 1,8% (92.253 personas) cuentan con agua por tubería pero en el patio. Este segmento de la población es atendido a través de 2.615 acueductos evaluados, de los cuales 2.099 (80,3%) abastecieron agua de calidad potable y 516 (19,7%) agua de calidad no potable. De este total, y de acuerdo con la clasificación de la "Escalera del Agua" del gráfico 1, el 93,0% (4.705.629 personas) recibe agua gestionada en forma segura, 6,6% (332.719 personas) es cubierta con servicio básico, y persiste un 0,4% de la población (21.382 personas) que no tienen servicio, y se abastecen de pozos y nacientes artesanales.

En lo que respecta a la comparación de los datos de la clasificación con la Escalera del Agua del periodo comprendido entre los años 2015 y 2019, presentada en el cuadro 2, puede apreciarse una tendencia al aumento en la clasificación del agua gestionada de forma segura, en detrimento del agua clasificada como servicio no mejorado, presentando los mejores resultados del periodo en el año 2017 con 93,9% y 5,7%, respectivamente.

El cuadro 3 muestra que en total se ha inventariado un total de 5.429 fuentes de agua, de las cuales 1.266 (23,3%) son pozos, 3.797 (70,0%) son nacientes y 366 (6,7%) son aguas superficiales, cuyo uso, dicho sea de paso, está prohibido en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable de Costa Rica.

La figura 1 muestra la clasificación, por cantón, por provincia y el país, de la calidad del agua de acuerdo con el Código de Colores. Puede observarse que:

Provincia de San José: siete cantones se clasifican como azules (San José, Tibás, Moravia, Vásquez de Coronado, Montes de Oca, Curridabat y Santa Ana), seis en amarillo (Goicoechea, Escazú, Alajuelita, Pérez Zeledón, Dota y Puriscal), y siete en rojo (Desamparados, Acosta, Aserri, Mora, Turrubares, León Cortés y Tarrazú).

Provincia de Alajuela: dos cantones se clasifican como azules (San Ramón y Palmares), dos en verde (San Mateo y Orotina), seis en amarillo (Alajuela, Grecia, Poás, Valverde Vega, Los Chiles y Guatuso), dos en naranja (San Carlos y Atenas) y cuatro en rojo (Zarcelero, Naranjo, Río cuarto y Upala).

Provincia de Cartago: uno cantón se clasifica en verde (La Unión), dos en amarillo (Cartago y Alvarado), tres en naranja (Turrialba, paraíso y el Guarco) y dos en rojo (Oreamuno y Jiménez).

Provincia de Heredia: seis cantones se clasifican en azul (Heredia, Barva, San Rafael, San Pablo, Flores y Belén), dos en verde (Santo Domingo, San Isidro y Sarapiquí) y uno en naranja (Santa Bárbara).

Provincia de Guanacaste: un cantón se clasifica en azul (Liberia), tres en amarillo (Cañas, Tilarán y Carrillo), cuatro en naranja (Santa Cruz, Bagaces, Hojancha y Abangares) y tres en rojo (Nicoya, Nandayure y La Cruz).

Provincia de Puntarenas: un cantón se clasifica en azul (Garabito), tres en verde (Montes de Oro, Parrita y Aguirre), tres en amarillo (Puntarenas, Esparza y Coto Brus), uno en naranja (Golfito) y tres en rojo (Buenos Aires, Osa y Corredores).

Provincia de Limón: cuatro cantones se clasifican en amarillo (Limón, Siquirres, Guácimo y Pococí), uno en naranja (Matina) y uno en rojo (Talamanca).

Costa Rica: a nivel de país, diecisiete cantones (20,7%) se clasifican en azul, nueve en verde (11,0%), veinticuatro en amarillo (29,3%), 12 en naranja (14,6%) y 20 en rojo (24,4%).

En lo referente a contaminación química, se debe hacer referencia a dos episodios de contaminación con hidrocarburos en la Planta de Tratamiento de Siquirres durante el 2019; el primero se presentó en el mes de julio en el desarenador (no llegó hasta la planta), y el segundo en octubre propiamente en la Planta de Tratamiento, los cuales fueron abordados y corregidos siguiendo los protocolos establecidos para este tipo de eventos. También se debe resaltar la presencia, en la red de distribución, de Arsénico en el acueducto de Quintas Don Fernando de San Rafael de Esparza, Aluminio en Naciente El Rodeo de San Marcos de Tarrazú y Naciente Cabuyal de Zagala-Villa Bruselas-Cebadilla, Hierro y manganeso en La Guaría del Valle de La Estrella, Acueducto Integrado Hone Creek de Puerto Viejo, Sagrada Familia de Palmares y Coto 44, y finalmente la presencia del plaguicida Bromacil en las Nacientes de El Cairo, La Francia, Mezcla de Nacientes de Luisiana y Milano de Germania de Siquirres, Pozo 4 de Ticabán de Pococí, Sector Finca 1 y Río Toro, además de Clorotalonil en el pozo artesanal de Cuatro Millas de Matina.

Conclusión: el abastecimiento de agua se ha constituido en un “trapito de dominguear” de la sociedad costarricense, y así lo dan a conocer estudios y reportes de diversos organismos nacionales e internacionales. Sin embargo, los que nos encontramos inmersos en este universo sabemos que existen brechas importantes entre los diferentes operadores, cantones, provincias y poblaciones. Dichosamente, nuestra legislación contempla la población abastecida como el principal criterio para definir actividades tendientes mejorar la cobertura, cantidad, calidad y continuidad de los servicios de agua para uso y consumo humano, lo que ha permitido alcanzar indicadores importantes de resaltar. Sin embargo, y como se puede apreciar en la Etapa 3 de este informe, existen diferencias importantes en el servicio prestado por cada operador, no solo en cuanto a la porción de la población abastecida, sino también en cuanto a la calidad del servicio y del agua que se suministra; así las

cosas, dependiendo del operador, la provincia, el cantón o la zona en que e habite, así será la calidad del servicio y la calidad del agua que se recibe. Esta situación constituye una brecha de gran magnitud que no puede ser obviada por las autoridades, si en realidad se pretende llegar a alcanzar la universalización de los servicios y cumplir con el Objetivo 6 de los ODS, con los cuales la sociedad costarricense de comprometió a través del Poder Ejecutivo.

5.2 Disposición de excretas

En el informe de año 2018 se presentaron dos escenarios en cuanto a la disposición de excretas en Costa Rica, ante la disyuntiva sobre si el tanque séptico debía considerarse, o no, como tratamiento suficiente para ser incluidos dentro de la definición de un “Servicio de saneamiento gestionado en forma segura”. Sin embargo, en conversaciones sostenidas con los señores Teófilo Monteiro de OMS, y Robert Bain del PCM de UNICEF/OMS, aprovechando su participación en la conferencia “LATINOSAN” celebrada a mediados del 2019 en nuestro país, me aclararon que un “Servicio de saneamiento gestionado en forma segura” debe contemplar como mínimo tratamiento secundario. En este sentido, el tanque séptico es solamente un tratamiento primario, por lo que no puede formar parte de esa clasificación, y por lo tanto debe clasificarse como un “Servicio básico”.

Considerando esta aclaración y según datos aportados por la ENAHO 2019, se define que un total de 3.874.832 habitantes (76,6%) de la población de Costa Rica dispone sus aguas residuales a través de tanque séptico, 1.109. 504 (21,9%) por medio de alcantarillado, 58.308 (1,2%) por letrina y otros, mientras que 17.086 (0,3%) personas no tienen servicio. No obstante, como aporte y complemento del LNA a la información del INEC, el porcentaje de cobertura con alcantarillado es de 7,9% (401.142 personas) y de 14,0% (708.362 personas) con alcantarillado sanitario, cuya diferencia radica en que el segundo cuenta con tratamiento.

Esto permite concluir, de acuerdo con la “Escalera del Saneamiento”, que el 14% (708.362 personas) de la población de nuestro país cuenta con un “Servicio de saneamiento gestionado en forma segura”, el 84,5% (4.275.974 personas), compuesto por 76,6% (3.874.832 personas) con tanques sépticos y 7,9% (401.142 personas) por cloacas, cuentan con “Servicio básico”, el 1,2% (58.308 personas) con “Servicio no mejorado”, y el 0,3% (17.086 personas) “Sin servicio”. Estos datos demuestran que en Costa Rica se mantiene la prevalencia del uso de tanque séptico por sobre el alcantarillado, como puede apreciarse en el gráfico 4.

Conclusión: se indica que para la disposición de excretas en Costa Rica prevalece el uso de tanque séptico, el cual es un tratamiento primario y por lo tanto no clasifica como un “Servicio de saneamiento gestionado en forma segura”. Por su parte, las aguas residuales colectadas y enviadas a la PTAR de AyA llamada “Los Tajos” son sometidas también únicamente a tratamiento primario ⁽³⁵⁾, y por lo tanto tampoco deberían clasificar dentro de esta definición, de acuerdo con lo manifestado por los representantes de UNICEF/OMS Teófilo Monteiro y Robert Bain. Así las cosas, el

cumplimiento del Objetivo 7 de los ODS se vería seriamente comprometido, si no se cumple con la II Etapa del “Proyecto Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José”, que pretende dar tratamiento secundario a las aguas residuales del Área Metropolitana. En resumen, aún con la implementación y puesta en operación de la I Etapa de la PTAR de “Los Tajos”, la realidad es que solamente las aguas tratadas por medio de lagunas de estabilización en San Isidro del General, Liberia, Cañas, Nicoya y Santa Cruz cumplen para ser consideradas como “Servicio de saneamiento gestionado en forma segura”, lo que deja en evidencia la deficiente gestión realizada en este aspecto a nivel del país.

5.3 Identificación de brechas y prioridad de acciones

La identificación de brechas es uno de los pilares del presente informe, en donde la atención directa de las mismas podría constituir una poderosa herramienta para mejorar el indicador nacional de cobertura con agua potable. En el punto 3.3.1 de la metodología se presentó un listado de brechas, identificadas de forma inicial. Posteriormente, se seleccionaron las brechas de potabilización, desinfección y evaluación del agua, cuya clasificación, por cantones y provincia, se presentó en el cuadro 5 utilizando un código de colores, identificados en azul, verde, amarillo, naranja y rojo, en donde el azul representa menor y el rojo mayor desigualdad. Ante esto, se designa que el color rojo significa una atención inmediata, el naranja y amarillo una intervención intermedia, y el verde y azul requieren de sostenibilidad operativa. A continuación, se hace una valoración de las brechas identificadas por cada provincia y por cantón:

Provincia de San José: es una provincia de contrastes marcados, que cuenta con siete cantones en prioridad inmediata en Turrubares, León Cortés, Acosta, Tarrazú, Aserrí, Mora y Desamparados, un cantón con prioridad de atención intermedia en Alajuelita, mientras que los restantes doce cantones requieren de sostenibilidad operativa, a saber, Dota, Goicoechea, Puriscal, Pérez Zeledón, Escazú, Santa Ana, Vásquez de Coronado, Tibás, Montes de Oca, Moravia, Curridabat y San José.

Provincia de Alajuela: la prioridad inmediata en las desigualdades evaluadas debe estar dirigida hacia los cantones de Río Cuarto, Zarcero, Naranjo y Upala, seguido en un segundo plano con atención intermedia por San Carlos y Atenas, y mantenimiento de sostenibilidad operativa en Valverde Vega, Grecia, Alajuela, Poás, Los Chiles, Guatuso, San Ramón, San Mateo, Palmares y Orotina.

Provincia de Cartago: la prioridad inmediata en la provincia de Cartago está dirigida en primera instancia a los cantones de Jiménez y Oreamuno, seguido con prioridad intermedia en Turrialba, Paraíso y El Guarco, y brindar sostenibilidad operativa en Alvarado, Cartago, y La Unión.

Provincia de Heredia: es la provincia que presenta menos desigualdad en las brechas evaluadas, en donde se aprecia que solo Santa Bárbara requiere de

atención intermedia en potabilidad, los restantes nueve cantones se deben enfocar en la sostenibilidad de los logros alcanzados hasta el momento.

Provincia de Guanacaste: la prioridad inmediata debe estar dirigida hacia los cantones de Nandayure, Nicoya y La Cruz, mientras que Abangares, Bagaces, Hojanca, Santa Cruz y Tilarán requieren atención intermedia, y Carrillo, Cañas y Liberia requieren de sostenibilidad operativa.

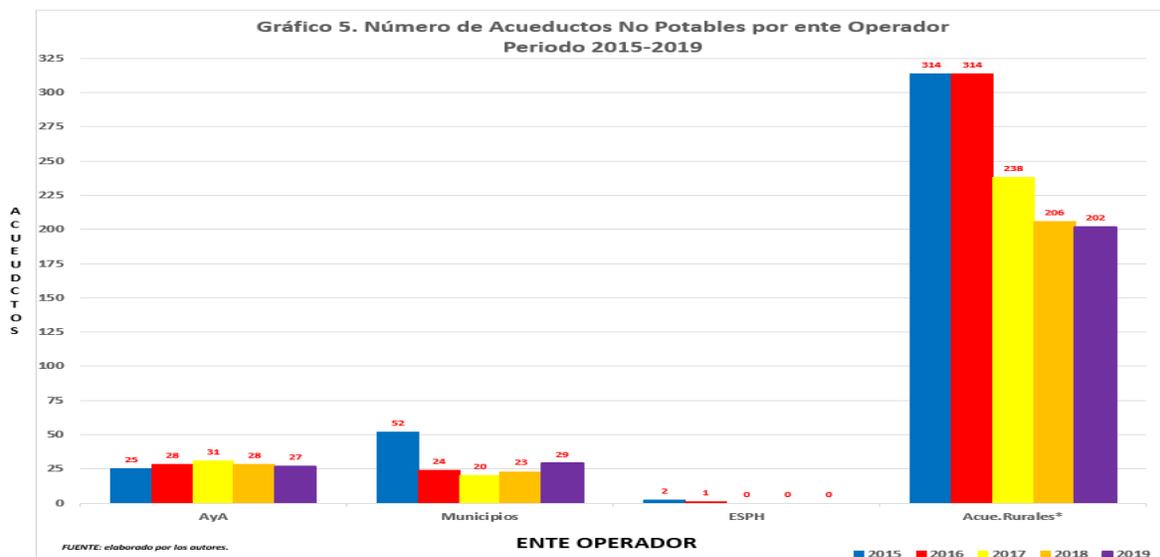
Provincia de Puntarenas: la atención inmediata debe darse a los cantones de Buenos Aires, Corredores y Osa, seguidos con atención intermedia en Golfito brindar sostenibilidad operativa en los cantones de Coto Brus, Parrita, Puntarenas, Esparza, Montes de Oro, Quepos y Garabito.

Provincia de Limón: la atención con prioridad inmediata debe darse en el cantón de Talamanca, con prioridad intermedia en Guácimo, Matina y Siquirres y sostenibilidad operativa en Limón y Pococí.

Por provincias: a nivel de provincias, las acciones deben dirigirse estableciendo prioridades de acción, con base en los valores de las brechas evaluadas, en donde podemos apreciar que la prioridad uno es la provincia de Guanacaste, seguido en orden por Limón, Cartago, San José, Alajuela, Puntarenas y Heredia.

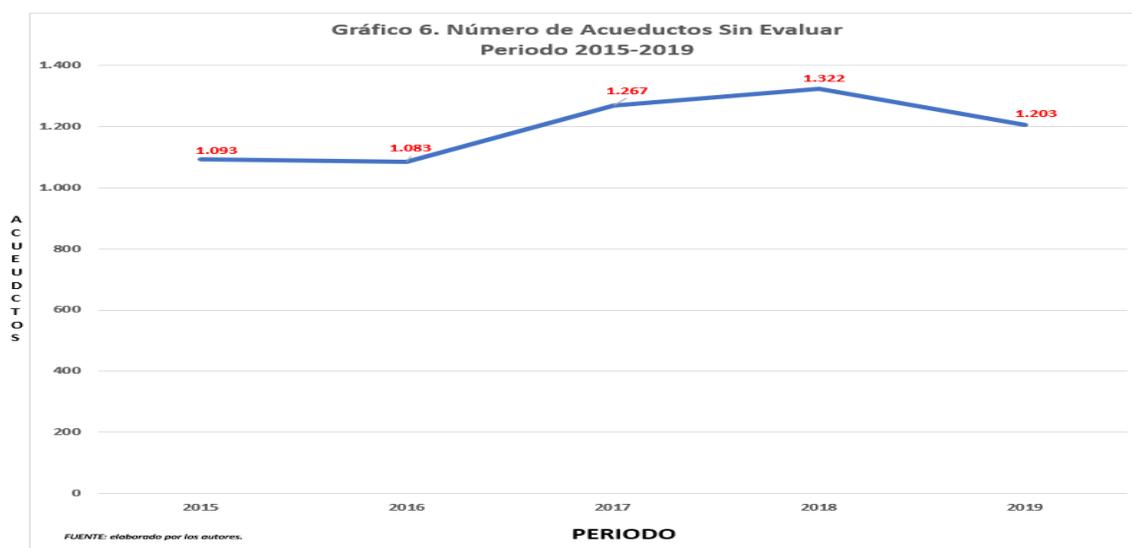
Conclusión: de las tres brechas evaluadas en el presente informe, se puede concluir que solamente la de desinfección puede ejercer un verdadero impacto para mejorar los indicadores de calidad, debido a que la brecha de potabilidad solamente reaccionaría ante el aumento de la desinfección, mientras que la evaluación, por si misma, no genera calidad al agua, pero resulta indispensable para la toma de decisiones. Dicho esto, es evidente que la promoción, planificación, gestión, optimización y sostenibilidad de la desinfección, es una brecha que, de ser abordada de manera correcta, podría impactar muy positivamente la calidad del agua del país. Sin embargo, no es la única actividad que se debe realizar, ya que la aplicación eficiente del PNDBASAP 2019-2030, en sus dos etapas (2019-2023 y 2024-2030), con la participación activa y comprometida de todos los operadores de acueductos a nivel nacional, resulta indispensable si pretendemos mantener y mejorar nuestros ya excelentes indicadores en el abastecimiento de agua para uso y consumo humano, tanto a nivel local como internacional.

Sin embargo, y como complemento, el gráfico 5 presenta la cantidad de acueductos evaluados como no potables por los diferentes entes operadores en el periodo 2015 y 2019. Merece especial atención que, en el caso de los acueductos rurales, la evaluación se realiza por trienios.



Al respecto, los Anexos A, B y C presentan la lista de los acueductos que suministran agua de calidad no potable para AyA, Municipios y Acueductos Rurales, respectivamente.

Aunado a esto, el gráfico 6 muestra la cantidad de acueductos rurales que no fueron sometidos a vigilancia de la calidad del agua entre los años 2015 y 2019.



Las dos situaciones expuestas anteriormente, dejan en evidencia que el monitoreo de la calidad existe una importante brecha en el abastecimiento de agua para uso y consumo humano de nuestro país.

Con respecto al saneamiento, y de acuerdo con lo manifestado en el punto 5.2, la principal brecha se encuentra en el uso constante y sostenido del tanque séptico

como medio para disponer las aguas residuales, por sobre el alcantarillado sanitario. Es importante resaltar que, en la actualidad, lo que se está haciendo es separar las aguas residuales y evitar el contacto con las personas, pero no se está dando el tratamiento debido a los lodos que impactan directamente el suelo y los cauces receptores del país.

5.4 Metas en calidad del agua

En este apartado se pretende hacer una valoración de los resultados obtenidos en el periodo 2019 y hacer una comparación, que permita calcular y valorar el trabajo a realizar para alcanzar las metas planteadas para los años 2023 y 2030, correspondientes a las Etapas 1 y 2 del PNDBASAP 2019-2030, si las condiciones alcanzadas en el 2019 se mantuvieran.

Porcentaje de cobertura con agua por cañería: en el 2019 se obtuvo un 99,6% de cobertura con agua abastecida por cañería, por los que se debe aumentar en 0,2% para alcanzar la meta de 99,8% establecida para el 2023 y 0,4%, para lograr el 100% propuesto para el año 2030.

Porcentaje de cobertura con agua por cañería intradomiciliar: se obtuvo un 97,8% en el 2019 de cobertura por cañería intradomiciliar, por los que se debe aumentar en 0,7% para alcanzar la meta del 2023 y 2,2% para la del 2030.

Número de acueductos que abastecen agua de calidad potable: en el 2019 se identificó un total de 2.099 (80,2%) acueductos que abastecieron agua de calidad potable, por lo que se debe potabilizar el agua de 101 nuevos acueductos para alcanzar la meta de 2.200 sistemas del 2023, y 463 para alcanzar la meta de 2.562 acueductos establecida para el 2030, si se pretende alcanzar los porcentajes propuestos de 85% y 90%, respectivamente.

Porcentaje de cobertura con agua de calidad potable: para el año 2019 se obtuvo un 93,0% de cobertura de calidad potable, por lo que el aumento debe ser de 2,0% para alcanzar la meta del 2023 y 6,0% para la del 2030.

Número de acueductos con PSA: el número de acueductos que contaban con PSA al año 2019 fue de 108; esto nos indica que se debería trabajar en la realización de estos para 742 nuevos acueductos, si se pretende alcanzar la meta de 850 propuestos para el año 2023, mientras que para el año 2030 se debería hacer PSA para 1.142 nuevos acueductos si se pretende alcanzar la meta de 1.250 acueductos propuesta para el año 2030.

Conclusión: el logro de las metas establecidas. depende en gran medida del compromiso de los operadores de acueductos con la aceptación e implementación del PNDBASAP 2019-2023, además de las Políticas de Agua Potable y Saneamiento aprobadas por AyA, como ente rector en el abastecimiento de agua y saneamiento, y del Ministerio de Salud, como rector del Sector Salud Costarricense.

6. RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Poder Ejecutivo de Costa Rica. **Designación del Laboratorio Central del AyA como Laboratorio Nacional de Aguas**. Decreto Ejecutivo 26066-S-MINAET.
2. Darner A. Mora. **Los 55 años del Laboratorio Nacional de Aguas**. Vol.32 especial. Revista de Tecnología en Marcha. Año 2019: pág. 3-4.
3. José Miguel Ramírez; Ernesto Alfaro Arrieta. **Informe Anual de Aguas Residuales, 2018**. Cartago, La Unión; LNA; 2019; pág. 1-79.
4. Andrei Badilla Aguilar, Darner Mora Alvarado. **Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales en litorales de Costa Rica: situación del 2012 al 2018**. Revista Tecnología en Marcha. Vol.32. Número especial; año 2019: pág. 17-25.
5. Darner Mora Alvarado, Jesús Vega Molina; Adriana González Fernández. **Evaluación de Riesgo Sanitario de las playas de Costa Rica. Periodo 2010-2017**. Revista Tecnología en Marcha. Vol 32. Número especial; año 2019: pág. 97-100.
6. Laboratorio Central del AyA. **Código de Colores para evaluar los avances en la calidad microbiológica del agua para consumo humano**. La Unión, Cartago. 1193: sp.
7. Mora Darner. **Situación Actual del Agua para Consumo Humano y las Aguas Residuales en Costa Rica, 1991**. San José, Costa Rica; Revista Biocenosis Editorial UNED. Vol. N°2; 1991: pág.71-80
8. Laboratorio Nacional de Aguas. **Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano suministrada por Acueductos Rurales (1996-1999)**. Cartago, La Unión; 1996: sp.
9. Laboratorio Nacional de Aguas. **Programa Bandera Azul Ecológica**. La Unión. Cartago. Costa Rica; LNA: sp.

10. Laboratorio Nacional de Aguas/OPS. **Calidad del Agua en los Acueductos Municipales y la Empresa Servicios Públicos de Heredia: 1997-1999**. La Unión, Cartago, Costa Rica; año 2000: sp.
11. Laboratorio Nacional de Aguas. **Programa Sello de Calidad Sanitaria**. La Unión, Cartago; LNA; 2002: sp.
12. Laboratorio Nacional de Aguas. **“Programa Nacional de Mejoramiento de la Calidad del Agua 2002 al 2006”**. Acueductos y Alcantarillados. La Unión, Cartago, Costa Rica, LNA; 2002: sp.
13. Laboratorio Nacional de Aguas. **“Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable”**. Decreto Ejecutivo 33953-S-MINAE;2007; pág. 14.
14. Mora Darner; Orozco Jimena; Solís Yuliana; Rivera Pablo; Cambronero David; Zuñiga Luis; García Johel. **Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica (IRCACH)**. Revista Tecnología en marcha: ITCR. Vol 31, N°3 Julio-Setiembre; 2018: pág. 3-14.
15. Laboratorio Nacional de Aguas. **Estrategia para Mejorar los Servicios de Agua para Consumo Humano: 1990-2018**. LNA. Cartago, La Unión; 2019.sp.
16. Darner A. Mora Alvarado; Carlos Felipe Portuguez Barquero. **Agua para Consumo Humano por Provincias y Saneamiento por Regiones Manejados en Forma Segura en Zonas Urbanas y Rurales de Costa Rica, al 2018**. LNA. La Unión, Cartago; 2019: pág. 1-28.
17. Darner Adrian Mora Alvarado; Carlos Felipe Portuguez Barquero. **Agua para Consumo en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenible**. Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Vol. 32; año 2019: pág. 26-36.
18. Darner A. Mora Alvarado. **Disposición de excretas en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles**. Cartago, Editorial TEC. Vol. 32 especial. Laboratorio Nacional de Aguas; año 2019. Pág. 46-56
19. Darner A. Mora Alvarado; Pablo César Rivera Navarro; Flora Acuña; Carlos Felipe Portuguez Barquero. **Agua para Consumo Humano y Saneamiento en**

- Centros Educativos de Costa Rica.** Revista Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Vol.32; año 2017; pág. 5-16.
20. Darner A. Mora Alvarado. **Agua para Consumo Humano: Costa Rica en el contexto mundial al 2017.** Revista Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Vol.32; pág. 127-137.
 21. Darner A. Mora Alvarado; Pablo César Rivera Navarro. **Estimación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Centros de Salud de Costa Rica al año 2017.** Revista Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Vol. 32; pág. 111-126.
 22. Darner A. Mora; Pablo Cesar Rivera. **Estimación de la Calidad del Agua para Consumo en Centros de Salud al año 2018.** Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2019. Pág. 127-137
 23. Darner Adrián Mora Alvarado; Rafael Barboza Topping; Jimena Orozco Gutiérrez. **Índice de Calidad y Continuidad de los Servicios de Agua para Consumo Humano en Costa Rica.** Revista Tecnología en Marcha. Vol.32, año 2019: pág. 72-81.
 24. Darner A. Mora; Carlos F. Portuguez. **Agua Potable y Saneamiento: cobertura en viviendas y más allá del hogar en Costa Rica al 2017.** Cartago, La Unión, LNA: pág. 1-23.
 25. Darner A. Mora; Carlos F. Portuguez. **Estimación de la Calidad del Agua para Consumo Humano por provincias y saneamiento por Regiones Mejoradas en forma segura en zonas urbanas y zonas rurales de Costa Rica al 2018.** Cartago, La Unión. LNA; 2019: pág 1-28.
 26. Contraloría General de la República. **Priorización Comunidades Vulnerables.** Disposición 1: DFOE-AE-IF-00002-2018;2018: pág. 1-14.
 27. Darner A. Mora; Carlos F. Portuguez. **Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el Acceso de los Servicios de Agua Potable: 2019-2023.** AyA, LNA, 2019; pág.1-19.
 28. Laboratorio Nacional de Aguas. **Programa de Vigilancia y Control de Calidad de Agua para Consumo Humano: 2017-2019.** Cartago, La Unión. LNA; 2017: sp.

29. Darner A. Mora, Carlos Felipe Portuguez. ***Agua para Consumo y Saneamiento y su relación con los indicadores básicos de salud en Costa Rica: Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda para el 2030.*** La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas.
30. Darner A. Mora; Carlos Felipe Portuguez. ***Agua para Consumo y Saneamiento en Costa Rica al 2016. Metas al 2022-2030.*** La Unión, Cartago, LNA; 2017: pág. 1-24.
31. Darner A. Mora; Carlos Felipe Portuguez. ***Agua Potable y Saneamiento: cobertura en viviendas y más allá del hogar en Costa Rica al 2017.*** Cartago, La Unión, LNA; 2018; pág. 1-26.
32. Darner A. Mora; Carlos Felipe Portuguez. ***Aguas para Consumo Humano por provincias y saneamiento por regiones manejados en forma en zonas urbanas y rurales de Costa Rica al 2018.*** Cartago, La Unión, LNA; 2019: pág. 1-28.
33. INEC. ***Encuesta Nacional de Hogares.*** Julio 2019. San José; ENAHO; 2019: cuadro 5 y 7.
34. Yamileth Astorga y colaboradores. Plan Nacional de Inversiones en Saneamiento 2016-2045. San José, Costa Rica, BCIE, BID, KFW Y AyA ; 2016: Pag 1-26
35. Mora, Darner; Alfaro, Ernesto; Alfaro, Juan José. ***Descarga Microbiológica del Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos en el Río Torres y desembocadura de la cuenca Virilla-Tárcoles: 2017-2018 y Expectativas al 2025.*** Cartago, La Unión, LNA; 2018; pág. 4.