

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

**Laboratorio Nacional de Aguas**

**CALIDAD SANITARIA DE LOS ESTEROS Y/O DESEMBOCADURAS DE RÍOS EN LOS  
LITORALES DE COSTA RICA: 1996-2011**



**Costa Rica, 2011**

*Darner Mora Alvarado*



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



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

**Yo, Annette Henchoz Castro**

---

**N° Cédula: 1-0725-0409**

---

**Dependencia: Gerencia General**

---

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

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

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

Annette  
Henchoz Castro

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

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

# CALIDAD SANITARIA DE LOS ESTEROS Y/O DESEMBOCADURAS DE RÍOS EN LOS LITORALES DE COSTA RICA: 1996-2011

Darner Mora Alvarado

## RESUMEN

### Objetivo:

Identificar y determinar la calidad sanitaria de los esteros y/o ríos que desembocan en los litorales costarricenses, mediante análisis de *Coliformes fecales*/100 mL (CF/100 mL), en el periodo 1996-2011.

### Metodología:

Para cumplir con el objetivo general de este estudio, se aplicaron los siguientes pasos:

- La identificación de 56 esteros y/o desembocaduras de ríos en ambos litorales, evaluados en el marco del Programa Bandera Azul Ecológica, en el Laboratorio Nacional de Aguas, en el periodo 1996-2011.
- La determinación de los promedios geométricos de CF/100mL en cada uno de los 56 cuerpos de aguas superficiales estudiados.
- La evaluación y clasificación de la calidad microbiológica, mediante los intervalos o clases de CF/100 mL y sus respectivos usos del agua: natación, abastecimiento de agua para abrevadero, acuacultura, protección de comunidades acuáticas y riesgo de hortalizas y frutas que se comen crudas, según el reglamento para “Evaluar y clasificar los cuerpos de aguas superficiales en Costa Rica”.

### Resultados:

Los resultados de las más de 1.480 muestras y 2.800 análisis, en estos cuerpos de agua costeros indican:

- Solamente el estero de Iguanita (1,79%), presenta un promedio inferior a 20 CF/100 mL, (clase 1); 23 (41,1%) se ubicaron entre 20 a 1000 CF/100 mL

(clase 2) y 9 (16.1 %); entre 1000 a 2000 CF/100mL (clase 3) 9 (16,4%), 7(12,5%) entre 2000 a 5000 CF/100MI (clase 4) y 16(28,6); calificaron como clase 5 con más de 5000 CF/100mL.

- Con este análisis de los 56 esteros y/o ríos, solamente el 24 (42,9%) son aptos para natación, protección de comunidades acuáticas e irrigación de hortalizas o árboles con frutas que se comen crudas.
- Los análisis en general indican que el litoral Caribe tiene las desembocaduras más contaminadas con materia fecal y el litoral Pacífico, la mayor contaminación se ubica en la provincia de Puntarenas y algunos focos en la Provincia de Guanacaste.

### **Conclusiones y Recomendaciones:**

El análisis de estos datos históricos demuestran que:

La mayoría de los cuerpos de agua se utilizan como receptor de aguas residuales en las zonas costeras.

Debido a la alta contaminación fecal, más del 56% de las desembocaduras de esteros o ríos no son aptos para la mayoría de los usos del agua.

Ante estos resultados, es recomendable identificar las deficiencias en la disposición de excretas en las comunidades costeras y promover sistemas adecuados de recolección y tratamiento de las aguas residuales domésticas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La República de Costa Rica está ubicada en América Central, cuenta con 4.5 millones de habitantes <sup>(1)</sup>, en un territorio de 51.100 km<sup>2</sup>. El litoral Pacífico tiene una longitud de 1.116 km y el Atlántico de 212 km <sup>(2)</sup>. En ambos litorales se encuentran playas de gran belleza e interés turístico (480 playas) <sup>(3)</sup>. En estas playas se han desarrollado comunidades y grandes complejos hoteleros, los cuales han utilizado las desembocaduras de los ríos o los esteros para descargar las aguas residuales con o sin tratamiento, lo que ha afectado, en algunos casos, la calidad microbiológica de sus respectivas playas. Estos esteros o humedales costeros, se definen como "hábitats de baja profundidad semicerrados porque tienen acceso al océano. En sus márgenes puede crecer bosque de manglar, donde los flujos de las mareas hacen que se desarrollen ecosistemas muy

productivos y variados <sup>(4)</sup>. Los esteros en su mayoría, son conformados por las desembocaduras de los ríos y quebradas en las zonas costeras. En Costa Rica, en el marco del Programa Bandera Azul Ecológica <sup>(5)</sup>, se ha evaluado la calidad de al menos, 100 playas y unos 65 cuerpos de agua que drenan a los litorales. Dicha evaluación de la calidad microbiológica se realiza mediante el promedio geométrico de *Coliformes fecales*/ 100 mL(CF/100 mL); en el caso de las aguas de playa, las evaluaciones se han elaborado con los “criterios bacteriológicos para la natación o contacto primario del Laboratorio Nacional de Aguas” <sup>(6)</sup>. Con respecto, a las aguas superficiales ubicadas tierra adentro, se evalúan de conformidad con el “Reglamento de Evaluación y clasificación de los cuerpos de Aguas” <sup>(7)</sup>. Este reglamento utiliza el promedio de CF/100 mL y otros parámetros físico-químicos, para clasificar las aguas en 5 clases y en 11 usos diferentes de las aguas:

- Abastecimientos de agua para consumo humano.
- Abastecimiento de agua para procesos industriales, destinados a la producción de algunos alimentos de consumo humano.
- Abastecimiento de agua para abrevaderos y actividades primarias.
- Actividades recreativas de contacto primario.
- Acuicultura.
- Fuente para la conservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas.
- Fuente de protección de las comunidades acuáticas.
- Generación eléctrica.
- Navegación.
- Riego de especies arbóreas, cereales y plantas forrajeras.
- Riego de plantas sin limitación, irrigación de hortalizas que se consumen crudas o frutas que son ingeridas sin eliminación de las cáscaras.

La calidad microbiológica de los esteros y desembocaduras de ríos o quebradas, son un atractivo para niños que acostumbran a nadar o “chapupear”, buscando peces y otros seres vivos, por lo que su grado de contaminación microbiológica son concordantes con el riesgo de contraer enfermedades infecciosas por ingesta o contacto de los bañistas <sup>(8y9)</sup>.

En razón de esto y debido al impacto de la contaminación fecal de estos cuerpos de aguas superficiales de los esteros o ríos sobre las playas, se realizó este estudio retrospectivo para “Identificar y determinar la calidad sanitaria de los esteros y/o ríos, mediante el uso de análisis de CF/100 mL, en el periodo 1996-2011”. Además, del inventario de cada estero en ambos litorales, usando el promedio de CF/100 mL, se clasifica la calidad con respecto a los 11 usos del agua, mencionados anteriormente.

## 2. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos mencionados en la introducción, se aplicaron los siguientes pasos.

### 2.1. Identificación de los esteros y/o ríos.

La identificación de los esteros y/o ríos se realizó con los datos históricos del Programa Bandera Azul Ecológica, que lleva a cabo el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), desde 1996 hasta el año 2011.

### 2.2. Muestras y Análisis de CF/100 mL

En cada uno de los esteros y ríos identificados se realizaron muestreos y análisis del número más probable de CF/100mL <sup>(10)</sup>. Los cuales, se procesaron por promedios geométricos. En total, se estima que en el periodo de 1996 al 2011, se han realizado más de 1000 análisis microbiológicos, en la sumatoria de todos los esteros y ríos estudiados.

### 2.3. La clasificación de la calidad para diferentes usos de las Aguas

La clasificación de la calidad de los cuerpos de agua, según el uso potencial se realiza, de conformidad con el siguiente cuadro del “Reglamento para la Evaluación y clasificación de la Calidad de los Cuerpos de Aguas Superficiales”.

**Cuadro 1.** Clasificación de los Cuerpos de Agua según su uso potencial y tratamiento.

N°	Usos	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
1	Abastecimiento de agua para uso y consumo humano	Con tratamiento simple con desinfección	Con tratamiento convencional	Con tratamiento avanzado	No utilizable	No utilizable
2	Abastecimiento de agua para actividades industriales destinadas a la producción de algunos alimentos de consumo humano	Sin tratamiento previo o con tratamiento simple de desinfección	Con tratamiento convencional	Con tratamiento avanzado	No utilizable	No utilizable
3	Abastecimiento de agua para abrevadero y actividades pecuarias	Sin limitaciones	Sin limitaciones	Sin limitaciones	Con limitaciones	No utilizable
4	Actividades recreativas de contacto primario	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable

5	Acuicultura	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
6	Fuente para la conservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
7	Fuente para la protección de las comunidades acuáticas	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
8	Generación hidroeléctrica	Utilizable	Utilizable	Utilizable	Utilizable con limitaciones	Utilizable con limitaciones
9	Navegación	No utilizable	No utilizable	Utilizable	Utilizable	Utilizable
10	Riego de especies arbóreas, cereales y plantas forrajeras	Utilizable	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable
11	Riego de plantas sin limitación, irrigación de hortalizas que se consumen crudas o de frutas que son ingeridas sin eliminación de la cáscara	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable

**FUENTE:** Gaceta N°178 del 17/09/2007

Además, mediante el cuadro 1, es adecuado los intervalos de CF/100 mL y las clases respectivas, mediante un código de colores, para una mejor visualización de la calidad de las aguas de los esteros y/o ríos en un mapa.

**Cuadro 2.** Clases y códigos de colores según el Promedio Geométrico de CF/100mL.

Promedio Geométrico CF/100mL	Clases según Reglamento de Clasificación de aguas superficiales					Código de colores
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	
<20	x					<b>Azul</b>
20-1000		x				<b>Verde</b>
> 1000-2000			x			<b>Amarillo</b>
>2000-5000				x		<b>Rojo</b>
>5000					x	<b>Café</b>

**Fuente:** Elaborado por el autor.

### **3. RESULTADOS**

De conformidad con los objetivos del estudio, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

#### **3.1. Identificación de los esteros y/o ríos que drenan en las playas.**

En los datos históricos del LNA y en el marco del PBAE, se han identificado 56 esteros y/o ríos que desembocan, en las principales playas del país. En el cuadro 3 se presenta en nombre del estero o río, la playa, cantón y provincia.

**Cuadro 3.** Identificación de los esteros y/o ríos, según las playas de Costa Rica.

<b>Nombre del Estero o Río</b>	<b>Playa</b>	<b>Cantón</b>	<b>Provincia</b>
1. Nacascolo	Nacascolo	Liberia	Guanacaste
2. Manzanillo	Manzanillo	Liberia	Guanacaste
3. Iguanita	Iguanita	Liberia	Guanacaste
4. Monte del Barco	Monte del Barco	Carrillo	Guanacaste
5. Coco Norte	El Coco	Carrillo	Guanacaste
6. Coco Sur	El Coco	Carrillo	Guanacaste
7. Flamingo	Flamingo	Santa Cruz	Guanacaste
8. Brasilito	Brasilito	Santa Cruz	Guanacaste
9. Punta El Madero (Langosta)	Punta El Madero (Langosta)	Santa Cruz	Guanacaste
10. Tamarindo	Tamarindo	Santa Cruz	Guanacaste
11. Junquillal*	Junquillal	Santa Cruz	Guanacaste
12. Carrillo 1 13. Carrillo 2 14. Carrillo 3 15. Carrillo 4 16. Carrillo 5	Carrillo	Nicoya	Guanacaste
17. Camaronal	Camaronal	Nandayure	Guanacaste
18. San Miguel	San Miguel	Santa Cruz	Guanacaste
19. Coyote	Coyote	Santa Cruz	Guanacaste
20. Parque Nacional Baulas	Grande	Santa Cruz	Guanacaste
21. Montezuma	Montezuma	Puntarenas	Puntarenas
22. Río Zelaya	Pochote	Puntarenas	Puntarenas
23. Estero Tambor	Tambor	Puntarenas	Puntarenas
24. Órganos	Órganos	Puntarenas	Puntarenas
25. Barranca	El Roble-Doña Ana	Puntarenas	Puntarenas
26. Puntarenas	Puntarenas	Puntarenas	Puntarenas
27. Azul-Tarcoles	Azul -Tárcoles	Garabito	Puntarenas
28. Agujas	Agujas	Garabito	Puntarenas
29. Herradura	Herradura	Garabito	Puntarenas
30. Mata Limón	Caldera	Puntarenas	Puntarenas
31. Quebrada Anita	Jacó	Garabito	Puntarenas
32. Quebrada	Jacó	Garabito	Puntarenas

**Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas**

**3.2.** Promedio de *Coliformes fecales*/100mL: clase, código y calidad, según los usos del agua.

**3.2.1.** Esteros de Guanacaste

En el cuadro 4, se resumen los 20 esteros y/o ríos que desembocan en el litoral Pacífico de la provincia de Guanacaste.

**Cuadro 4.** Esteros de Guanacaste: Promedio Geométrico de *Coliformes fecales*/100mL, clase, código de colores y calidad para los diferentes usos de las aguas 1996-2011.

Nombre del Estero	Nombre de la Playa	Número de muestra	Promedio CF/100mL	Clase	Código Colores	Calidad de las aguas para diferentes usos									
						Clase 3		Clase 4		Clase 5		Clase 7		Clase 11	
						Agua para actividades primarias y abrevaderos		Recreación de contacto primario		Acuicultura		Protección de las comunidades acuáticas		Riego de Hortalizas y otros	
						Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Nacascolo	Nacascolo	7	2.400	4	Rojo	x			x		x		x		
2.Manzanillo	Manzanillo	26	931	2	Verde	x		x		x		x		x	
3. Iguanita	Iguanita	7	5	1	Azul	x		x		x		x		x	
4.Monte del Barco	Monte del Barco	22	403	2	Verde	x		x		x		x		x	
5.Coco Norte	El Coco	4	9.700	5	Café		x		x		x		x		
6.Coco Sur	El Coco	40	39.000	5	Café		x		x		x		x		
7.Flamingo	Flamingo	37	426	2	Verde	x		x		x		x		x	
8.Brasilito	Brasilito	11	5.200	5	Café		x		x		x		x		
9.Pta. El Madero (Langosta)	Pta. El Madero (Langosta)	8	242	2	Verde										
10.Tamarindo	Tamarindo	41	200	2	Verde	x		x		x		x		x	
11.Estero Las Baulas	Grande	10	230	2	Verde	x		x		x		x		x	
12.Junquillal	Junquillal	22	195	2	Verde	x		x		x		x		x	
13.Carrillo 1	Carrillo	32	7.306	5	Café		x		x		x		x		
14.Carrillo 2	Carrillo	16	1.250	3	Amarillo		x		x		x		x		
15.Carrillo 3	Carrillo	20	416	2	Verde	x		x		x		x		x	
16.Carrillo 4	Carrillo	9	1.458	3	Amarillo		x		x		x		x		
17.Carrillo 5	Carrillo	7	3.778	4	Rojo		x		x		x		x		

Fuente: Elaboración de los autores

### 3.2.2. Esteros de Puntarenas

En el cuadro 5, se presentan los esteros y/o ríos que drenan en las playas del Pacífico, en la provincia de Puntarenas.

**Cuadro 5.** Esteros y ríos de Puntarenas: Promedio Geométrico de *Coliformes fecales*/100 mL, clases, código de colores y Calidad de las Aguas, según sus usos 1996-2010.

Nombre del Estero o Río	Nombre de la Playa	Número de muestras	Promedio CF/100mL	Clase	Código Colores	Calidad de las aguas para diferentes usos									
						Clase 3		Clase 4		Clase 5		Clase 7		Clase 11	
						Agua para actividades primarias y abrevaderos		Recreación de contacto primario		Acuicultura		Protección de las comunidades acuáticas		Riego de Hortalizas y otros	
Si		No		Si		No		Si		No		Si		No	
1.Montezuma	Montezuma	67	1.736*	3	Amarillo		x		x		x		x		x
2.Río Zelaya	Pochote	35	1.020	3	Amarillo		x		x		x		x		x
3.Estero Tambor	Tambor	22	373	2	Verde	x		x		x		x		x	
4.Órganos	Órganos	11	253*	2	Verde	x		x		x			x		

5.Barranca	El Roble-	25	8.500*	4	Rojo		x		x		x		x		x
6.Puntarenas	Puntarenas	38	1.036	3	Amarillo		x		x		x		x		x
7.Tárcoles	Azul-Tárcoles	21	8.031	5	Café		x		x		x		x		x
8.Agujas	Agujas	29	1.095*	3	Amarillo		x		x		x		x		x
9.Herradura	Herradura	68	17.500	5	Café		x		x		x		x		x
10.Mata de Limón	Caldera	5	72	2	Verde	x		x		x		x		x	
11.Quebrada Anita	Jacó	6	18.685	5	Café		x		x		x		x		x
12.Quebrada Madrigal	Jacó	33	22.168	5	Café		x		x		x		x		x
13.Quebrada Naranjo	Jacó	34	19.208	5	Café		x		x		x		x		x
14.Quebrada Bancosta	Jacó	32	22.120	5	Café		x		x		x		x		x
15.Río Copey	Jacó	34	36.370	5	Café		x		x		x		x		x
16.Esterillo Centro	Esterillo Centro	13	513	2	Verde	x		x		x		x		x	
17.Esterillo Oeste	Esterillo Oeste	29	526	2	Verde	x		x		x		x		x	
18.Bejuco	Bejuco	44	110	2	Verde	x		x		x		x		x	
19.Palma	Palma	12	350	2	Verde	x		x		x		x		x	
20.Quepos*	Quepos	97	1.800	5	Café		x		x		x		x		x
21.La Macha	Macha-	81	950	2	Verde	x		x		x		x		x	
22.Cacao	Cacao	13	171	2	Verde	x		x		x		x		x	

23.Carmonal	Manuel Antonio	36	3.145	4	Rojo		x		x		x		x		x
24.Estero 1	Parq. Manuel Antonio	90	5.020	5	Café		x		x		x		x		x
25.Estero 2	Parque Manuel Antonio	13	1.825	5	Café		x		x		x		x		x
26.Bahía Ballena	Punta Uvita	90	696	2	Verde	x		x		x		x		x	
27.Colonia	Punta Uvita	13	1.047	3	Amarillo	x		x		x		x		x	
28.Negro	Punta Uvita	90	647	2	Verde	x		x		x		x		x	
29.Zancudo	Zancudo	31	711	2	Verde	x		x		x		x		x	
30.Piñuelas	Piñuelas	29	2.274	4	Rojo		x		x		x		x		x

**Fuente: Elaboración de los autores**

### 3.2.3. Esteros y/o ríos de Limón

En el cuadro 6, se presentan 6 esteros y/o ríos que desembocan en el Litoral Caribe, en la provincia de Limón.

**Cuadro 6.** Esteros y/o ríos de Limón: Promedio Geométrico de *Coliformes fecales*/100mL, clases, código de colores y calidad, según sus usos.

Nombre del Estero o Río	Nombre de la Playa	Número de Muestras	Promedio CF/100mL	Clase	Código de colores	Calidad de las aguas para diferentes usos									
						Clase 3		Clase 4		Clase 5		Clase 7		Clase 11	
						Agua para actividades primarias		Recreación de contacto primario		Acuicultura		Protección de las comunidades acuáticas		Riego de Hortalizas y otros	
Si		No		Si		No		Si		No					
1. Río Moín	Moín	15	2.367	4	Rojo		x		x		x		x		x
2. Quebrada Portete	Portete	147	6.147	5	Café		x		x		x		x		x
3. Río Limoncito	Cieneguita	15	73.337	5	Café		x		x		x		x		x
4. Quebrada Kelly	Blanco-Cahuita	37	9.432	5	Café		x		x		x		x		x
5. Quebrada Criquet	Manzanillo	23	4.320	4	Rojo		x		x		x		x		x
6. Río Willy	Manzanillo	24	2.938	4	Rojo		x		x		x		x		x

**Fuente:** Elaboración de los autores.

### 3.3. Clasificación de la Totalidad de los Esteros y/o ríos en Costa Rica.

En el cuadro 7, se resumen los números de esteros de acuerdo con la clasificación de calidad por provincias.

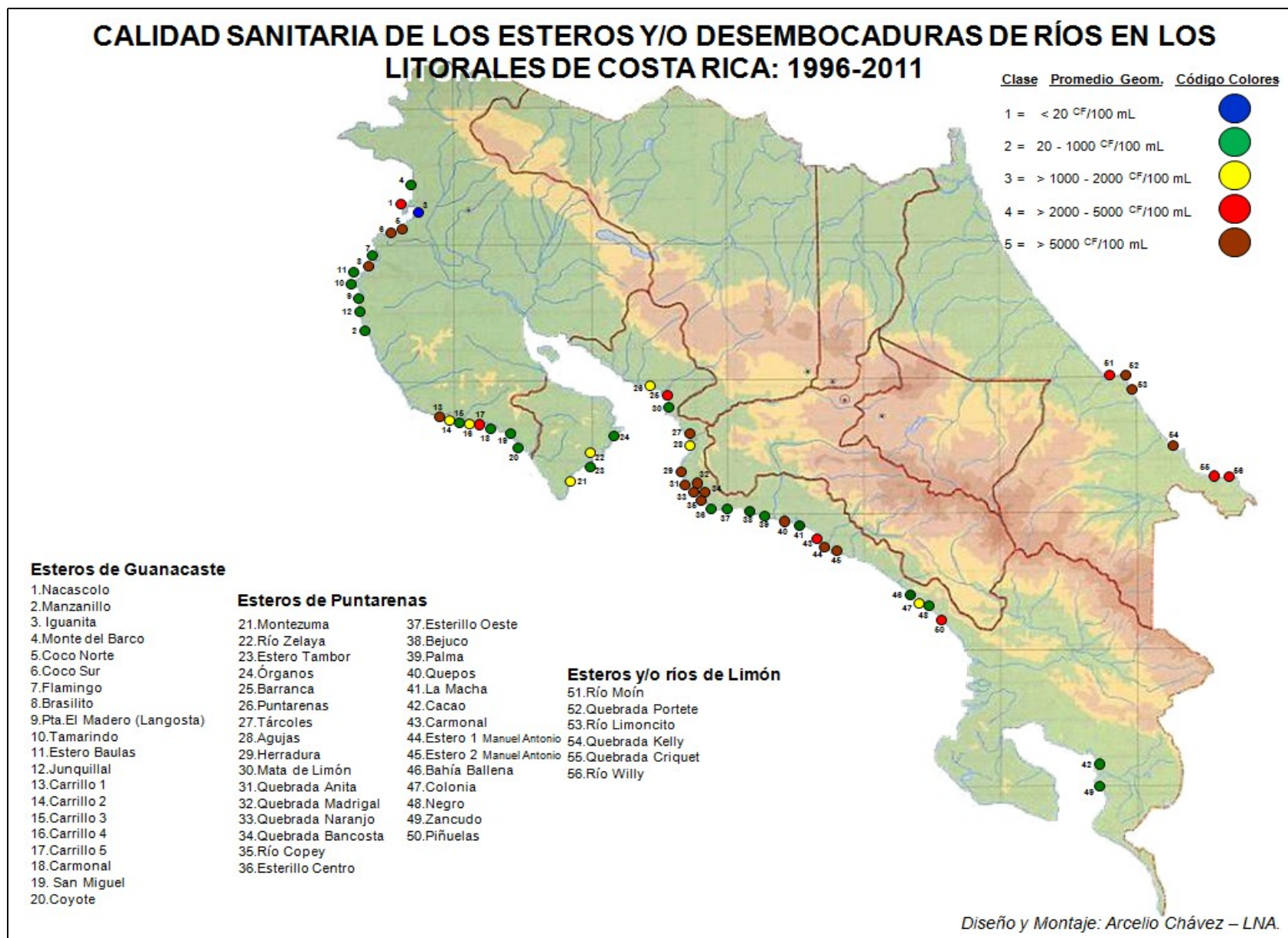
**Cuadro 7.** Clasificación de la calidad de los esteros y/o ríos, que desembocan en los litorales Pacífico y Caribe de Costa Rica 1996-2011.

Provincias		Clasificación según el Reglamento*					Calidad de las aguas para diferentes usos				
		Clase 1 < 20 CF/100mL	Clase 2 20-1000 CF/100mL	Clase 3 >1000-2000 CF/100mL	Clase 4 >2000-5000 CF/100 mL	Clase 5 >5000 CF/100 mL	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 7	Clase 11
	<b>Totales</b>										
Guanacaste	20	1	11	2	2	4	12	12	12	12	12
Puntarenas	30	0	12	7	2	9	12	12	12	12	12
Limón	6	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>	56	1	23	9	7	16	24	24	24	24	24
<b>Porcentaje</b>	100%	1,79%	41,1%	16,1%	12,5%	28,6%	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9

*Fuente: Elaboración de los autores*

**Nota:** Los datos de los usos de agua (clases), no pueden crecer debido a que: por ejemplo; la clase 3 incluye también la clase 2 y 1.

3.4. Ubicación de los Esteros según código de colores en el mapa de Costa Rica. Figura 1.



## 4. ANALISIS DE RESULTADOS

Antes de iniciar el análisis de los resultados obtenidos en este estudio, es necesario descubrir datos globales, publicados por Jairo Escobar de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL (2002), sobre “La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras” <sup>(11)</sup> en donde se señala que alrededor del 70% al 75% de la contaminación marina mundial es producida por actividades humanas y traslados por ríos y esteros a los océanos. De acuerdo con el “Grupo Conjunto sobre Problemas del Medio Ambiente Marino” (GESAMP), las principales fuentes fijas de contaminación corresponden a las plantas industriales, desechos municipales y sitios de extracción, explotación y construcción como excavaciones (explotación agrícola, aprovechamiento forestales, minería, etc.) Las contaminantes presentes en las fuentes industriales son por lo general nutrientes, metales pesados, compuestos orgánicos específicos y materia fecal. <sup>(12)</sup>

En el caso, de contaminación fecal, la cual es el tema específico de este estudio, es importante indicar, que los desechos domésticos no tratados y los criaderos de animales, son trasladados por los ríos directamente al mar o indirectamente mediante esteros a sus respectivas playas. En Costa Rica, el Laboratorio Nacional de Aguas y las universidades públicas han realizado diferentes estudios sobre contaminación de ríos y esteros y su impacto en ambos litorales; ejemplos de esos estudios son:

- Inventario de las fuentes terrestres sobre el Estado de Puntarenas <sup>(13)</sup>
- Comparación de algunos aspectos fisicoquímicos y calidad sanitaria del Estero de Puntarenas Costa Rica <sup>(14)</sup>

En este contexto global y nacional a continuación abordaremos el análisis de los resultados obtenidos, en las desembocaduras de ríos y esteros, en el período 1996-2011; en Costa Rica:

### 4.1. Identificación de esteros y/o ríos en los litorales.

De acuerdo con el cuadro 3, se identificaron 56 esteros y ríos que desembocan en ambos litorales y en los cuales, se tienen suficientes resultados de CF/100mL, en los últimos 16 años. Estos cuerpos de aguas superficiales, se dividen en: 20 en Guanacaste, 30 en Puntarenas y 6 en Limón. En este periodo se hicieron 1.482 muestreos y aproximadamente 2800 análisis de CF/100mL.

## **4.2. Evaluación y clasificación de la Calidad Microbiológica.**

### **4.2.1. Evaluación y Clasificación por Provincias:**

En los cuadros 4,5 y 6 se presentan los resultados de los promedios geométricos de CF/100mL y la calidad de las aguas para los 5 usos del agua seleccionados; agua para actividades primarias y abrevaderos, recreación de contacto primario, acuicultura, protección de las comunidades acuáticas, riego de hortalizas y otros. En el caso de los demás usos establecidos por el “Reglamento de Evaluación y Clasificación de Cuerpos de Aguas Superficiales” no fueron utilizadas debido, a que en forma práctica, por ejemplo un agua de estero debido a su salinidad no debería utilizarse como agua para consumo humano. En el caso del uso para “conservación de comunidades del equilibrio de comunidades acuáticas”, en donde el promedio de CF/100mL debe ser menor a 20 CF/100mL, solamente el “Esteros de Iguanita”, que tiene 5 CF/100 mL, clasifica para este uso.

Los resultados resumidos en estos cuadros demuestran que:

- α) En Guanacaste de los 20 esteros estudiados, 1 es menor a 20 CF/100mL y 11 entre más de 20 a 100 CF/100 mL (clase 2); 2 entre más de 1000 a 2000 CF/100mL (clase 3); 2 entre más de 2000 a 5000 CF/100mL (clase 4) y 4 con promedios superior a 5000 CF/100mL. De conformidad con los usos del agua 12 son aptos para los cinco usos seleccionados y 13 no son aptos.
- β) En el caso de la provincia de Puntarenas, se presentan en los 36 cuerpos de agua estudiados: 12 clase 2, entre más de 20 a 1000 CF/100mL, 7 en clase 2 de más de 1000 a 2000 CF/100mL, 2 de 2000 a 5000 CF/100mL, (clase 4) y 9 con más de 5000 CF/100 mL. De acuerdo con estos datos solamente 12 son aptos para los usos seleccionados.
- γ) Con respecto a la provincia de Limón, de los 6 cuerpos de aguas estudiadas (ríos), 3 clasifica como clase 4, entre 2000 a 5000 CF/100mL y 3 superan los 5000 CF/100mL, clase 5. Lógicamente, estos datos indican que estas aguas no son aptas para ninguno de los usos seleccionados.

### **4.2.2. Evaluación y Clasificación general en el país.**

En el cuadro 7, se resumen los datos de los 56 esteros y/o ríos estudiados en ambos litorales y en las tres provincias costeras de Costa Rica.

Los resultados indican que:

- α) Solamente 1 estero presenta un promedio de CF/100mL inferior a 20 CF/100mL (Iguanita) en Guanacaste (1,79%), clase 1.
- β) 23 cuerpos de agua superficiales, se ubicaron en la clase 2, entre 20 a 1000 CF/100mL, para un 41,1%.
- χ) 9 esteros y/o ríos (16,1%), se clasificaron como clase 3, entre más de 1000 a 2000 CF/100mL.
- δ) 16 se clasificaron como clase 4, (28,6%), entre más de 2000 a 5000 CF/100mL.
- ε) 19 se clasificaron como clase 5 (32,1%), más de 5000 CF/100mL.

De estos 56 datos promedio de CF/100mL, solamente 23 (41,1%) de estos esteros y/o ríos son aptos para: abrevaderos, acuacultura, contacto primario, protección de comunidades acuáticas y riego de hortalizas.

En la figura 1 o mapa, se visualizan mediante el código de colores los 56 cuerpos de agua (esteros o ríos), en donde, se evidencia que en Guanacaste existen 4 zonas con promedios superiores a 5000 CF/100mL, código café: 2 esteros en Playa El Coco y en Playa Carrillo (Estero 1) y en Playa Brasilito, el estero del mismo nombre.

En la provincia de Puntarenas, ríos y/o esteros presentaron promedios superiores a 5000 CF/100mL: Río Barranca (en el Roble), Tárcoles, Herradura, Quebrada Anita, Quebrada Madrigal, Quebrada Naranjo, Quebrada y el Río Copey en Jacó; además el estero 1, en el Parque Manuel Antonio.

En la provincia de Limón, se observan ríos y quebradas muy contaminadas clasificando 3, como clase 4: Río Moín, Quebrada Criquet y Río Willy (Manzanillo) y 3 como clase 5: Quebrada Portete, Río Limoncito (Limón Centro) y Quebrada Kelly en Cahuita (Talamanca). Por otro lado, aunque la desembocadura del estero de Puntarenas obtuvo un promedio de 1086 CF/100mL, debido a la gran dilución del mar, los estudios realizados por otros autores indican que la contaminación fecal al interior del mismo es mayor, debido a la descarga de aguas residuales en la zona.

#### **4.3. Conclusiones y recomendaciones.**

El análisis de resultados nos permite hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

#### **4.3.1. Conclusiones**

De los 56 cuerpos de aguas estudiadas en ambos litorales, el 41,1% (23) son menores a 1000CF/100mL, lo cual los hace aptos para los 5 usos del agua seleccionados.

Los restantes 33 ríos y/o esteros presentan promedios geométricos superiores a 2000 CF/100mL y de estos 16 (28,6%) sobrepasan los 5000 CF/100mL, lo que indica que no son aptos para ninguno de los usos seleccionados en este estudio.

En Guanacaste existen 2 focos de contaminación fecal muy altos en Playas de El Coco, específicamente 1 y en esteros ubicados en Coco Norte y Coco Sur. Además, sobresale el estero 1 en Carrillo.

En Puntarenas se ubican 9 ríos y/o esteros (desembocaduras) con contaminación fecal superior a 5000 CF/100mL: Río Barranca, Río Tárcoles, Herradura, Quebrada Anita, Quebrada Madrigal, Quebrada Naranjo, Quebrada Portete, Río Copey (Jacó) y Estero 1, en el Parque Nacional Manuel Antonio.

En Limón, existen 3 ríos o quebradas muy contaminadas: Portete, Cieneguita y Kelly (Cahuita), no obstante los otros 3 ríos, se ubican en la clase 4, entre 2000 y 5000 CF/100mL, por lo que ninguna es apta para natación y los otros 4 usos seleccionados.

En resumen estos 32 ríos y/o esteros impactan negativamente algunas playas como, Portete, Cieneguita, Cahuita, El Coco, Carrillo, Tárcoles, Azul, Herradura, Jacó y Manuel Antonio, pero sobretodo son de alto riesgo para la natación, abrevadero, acuacultura, protección de comunidades acuáticas y riego de hortalizas.

#### **4.3.2. Recomendaciones.**

Ante estos resultados que demuestra la mala planificación en el desarrollo en las zonas costeras, se recomienda:

- Profundizar en la identificación de las fuentes de contaminación de los ríos y esteros que desembocan, en las playas de ambos litorales.
- Desarrollar la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario (con tratamiento) en Quepos, Jacó, Tamarindo, Carrillo, El Coco, Caribe Sur, y ejecutar la ampliación del alcantarillado en Cieneguita, con el proyecto “Limón, Ciudad Puerto <sup>(15)</sup> y el Gran Puntarenas” <sup>(16)</sup>

- Impulsar la organización de la sociedad civil en las zonas costeras, en el marco del Programa de Bandera Azul Ecológica, para minimizar y proteger los esteros y ríos en ambos litorales.
- El AyA debe ejecutar el proyecto de “Mejoramiento Ambiental de San José”, para tratar las aguas residuales.<sup>(17)</sup>
- La empresa de Servicios Públicos de Heredia debe construir el alcantarillado Sanitario de la zona central de Heredia, para minimizar la contaminación de la Cuenca 24, Virilla- Tárcoles.
- Se debe identificar y eliminar las fuentes de contaminación del Río Barranca para bajar el impacto sobre las playas de El Roble y Doña Ana.
- Es necesario identificar las fuentes de contaminación fecal, en los cuerpos de agua de Herradura en Garabito.
- Es esencial redefinir los planes de desarrollo en los cantones costeros, para evitar la contaminación de los esteros y ríos que drenan al mar.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Costa Rica, Leyes y Decretos. **División territorial Administrativa de la República de Costa Rica**, San José, 8 edición. Imprenta Nacional 2010.
2. Salguero Miguel. **Ríos, playas y montañas**. San José, segunda edición, Editorial Costa Rica; 1998.
3. Instituto Costarricense de Turismo. **Lista de declaratoria de playas de aptitud turística**. San José, ICT; 2002.
4. Aguilar Grethel. **Guía de Procedimientos para el Manejo de Humedales en Costa Rica, San José**. UICN/ORMA, MINAE, CATIE y la Embajada de los Países Bajos; 1996.
5. Poder Ejecutivo. **Integración de las categorías del Programa Bandera Azul Ecológica**. San José, Periódico La Gaceta N°71, Decreto Ejecutivo N°36481MINAET-S; Abril 2011.
6. Mora Darner, et al. **Criterios bacteriológicos y Calidad Sanitaria de las Aguas de las playas de Costa Rica, 1986-1987**. Revista tecnología en Marcha, ITCR; 1989; 45-49.

7. Poder Ejecutivo. **Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de los Cuerpos de Aguas Superficiales**. San José, Decreto Ejecutivo N° 33903 MINAE-S, Periódico en la Gaceta N° 179; 2007.
8. Kathy Poad. **Water Recreation and Disease**. Seattle. IWA, EPA-USA y WHO; 2005.
9. WHO. Safer Water, Better Health-Costs, **Benefits and Sustainability of Interventions and Promote Health**. Geneva. WHO; 2008.
10. APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for Examination of water and wastewater**, Baltimore, 20 edition; 1998.
11. Escobar Jairo. **La Contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras**. Chile, CEPAL; 2002.
12. CESAMP. **Joint Group of Experts on Scientific Aspect on Marine Environmental Protection** 2001. Protecting the Oceans from Land-based Activities GESAMP Reports and Studies; 2002; p 1-62.
13. Mora Darner, Ruiz Roger. **Inventario de las fuentes terrestres de Contaminación sobre el Estero de Puntarenas**. Tres Ríos. Laboratorio Central AyA; 1990.
14. Acuña Jenaro; García Vera; Mondragón Juan. **Comparación de algunos aspectos fisicoquímicos y calidad sanitaria del Estero de Puntarenas, Costa Rica**. San José- Rev. Trop; 46 supl. 6; 1998. pág. 1-10.
15. Gobierno de Costa Rica. **Proyecto Limón Ciudad Puerto**. Construyendo en nuevo Limón; San José. WWW. Plap.go.cr;/2007
16. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Dirección de Estudios y Proyectos – Unidad de Control y Tratamiento de Aguas Residuales. (1984). **Proyecto de saneamiento básico-segundo aguas negras del Gran Puntarenas**. Revisión agosto de 1984.
17. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2008). **Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José. Costa Rica**: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados: JBIC.