

CODIFICACION DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE TARCOLES: COSTA RICA

Marco A. Sequeira*
 F. Pérez*
 J.M. Ramírez*
 E. González*
 V. Pacheco*
 D. Mora*
 J.C. Rojas*
 Ana V. Mata*

RESUMEN

Se muestra la primera codificación de la calidad de las aguas de la Cuenca 24, Costa Rica mediante la aplicación de un Índice de Calidad (ICA) que reduce un volumen muy grande de información, la expone de manera simple permitiendo una rápida interpretación del problema de la calidad de las aguas.

Este instrumento de valoración anual puede ser aplicado de forma continua para estimar la tendencia de la calidad de las aguas en el tiempo y espacio. El período de estudio es de 2 años (1981-1982) y cubre una red hídrica de 220 km de longitud, con 58 estaciones de muestreo, de los principales ríos y quebradas que drenan el área de estudio.

INTRODUCCION

Dentro del programa de investigación a que se ha sometido la Cuenca 24, uno de los aspectos más importantes constituye la evaluación de la carga orgánica transportada por las aguas superficiales en movimiento, desde la parte alta (1 300 metros sobre el nivel del mar) a la parte baja en la desembocadura del Río Grande de Tárcoles.

Para esta evaluación hasta el momento, se ha presentado el modelo semestral² y el modelo cuatrimestre--bimestre⁸ para 92 km del cauce principal de drenaje (Ríos Virilla y Grande de Tárcoles).

En este trabajo, se presenta un instrumento de valoración anual, tanto para el cauce principal como

para sus principales subcuencas, (Tiribí, María Aguilar, Torres, Bermúdez, Segundo y Ciruelas), que sirva no solo para el ecólogo sino para personas involucradas en la planificación de los recursos, desarrollo urbano, desarrollo agrario, etc. y también para personas no compenetradas dentro de la terminología de la biodegradación de la materia orgánica y la disminución del oxígeno disuelto de los ríos, de manera que ayude a alcanzar el objetivo final de una mejor calidad de las aguas en esta cuenca y en consecuencia una mejor calidad de vida.

MATERIALES Y METODOS

Para esta evaluación la cuenca se dividió en dos zonas. La primera de aproximadamente 302 km², comprende el Area Metropolitana de San José. Esta zona está evaluada con 38 estaciones de muestreo cubriendo una red hídrica de 94 km de longitud (Figura No. 1).

La segunda región comprende un área de drenaje aproximado de 1 866 km². El cauce principal se evalúa para determinar cómo varía la carga orgánica, generada por la Zona No. 1, hasta la desembocadura y cuál es el impacto de los desechos líquidos generados por las ciudades de Heredia y Alajuela (subcuencas Bermúdez, Segundo y Ciruelas).

Esta región se evalúa con 19 estaciones de muestreo cubriendo una red hídrica de 126 km (Figura No. 2).

Se realizaron entre 22 a 24 muestreos, en cada estación con la técnica simple instantánea⁷; los

* Laboratorio Central-Acueductos y Alcantarillados

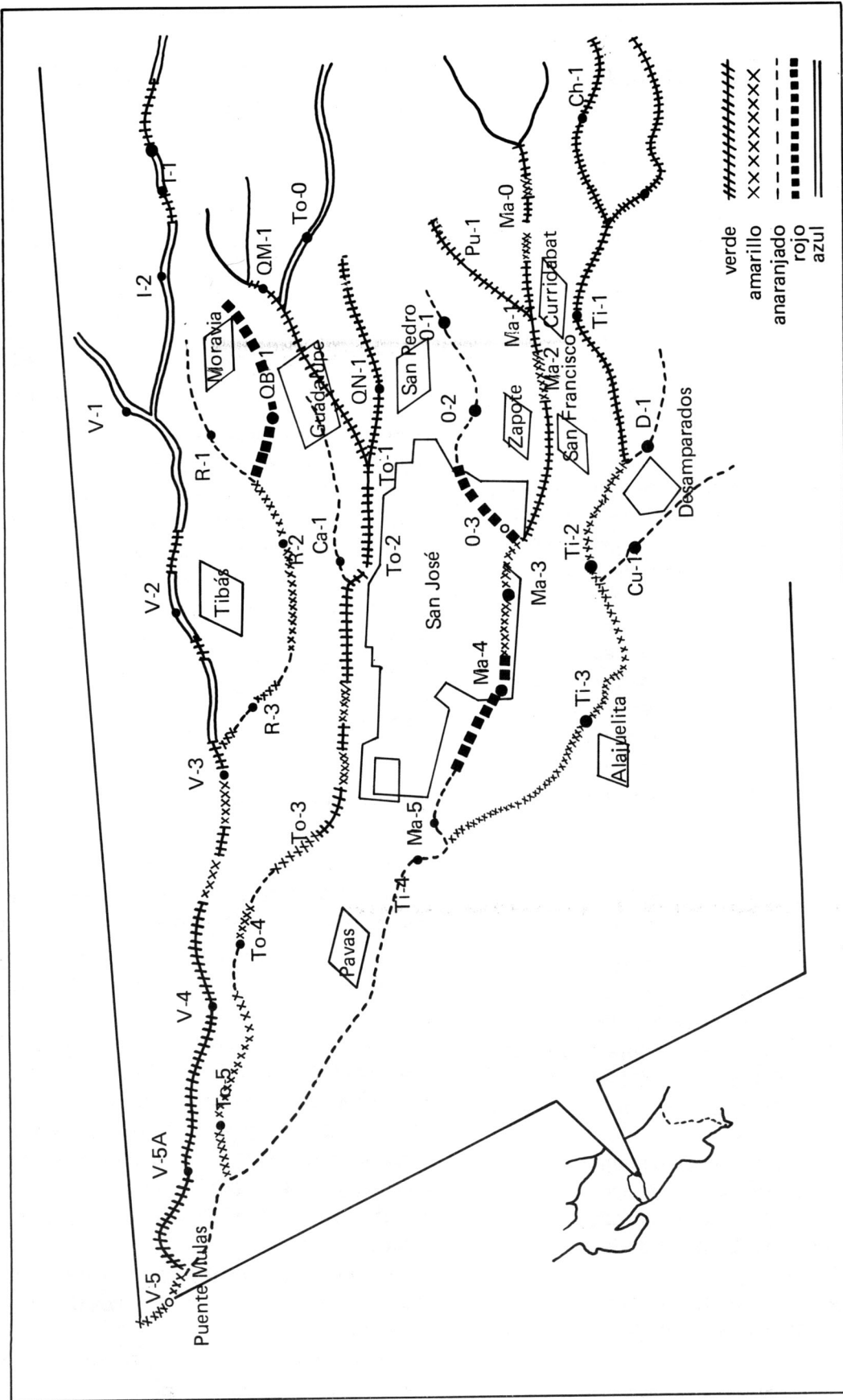


FIGURA No. 1. Codificación por colores de la calidad del agua, en Zona 1, Cuenca del Rio Grande de Tárcoles, período 1981 - 1982.

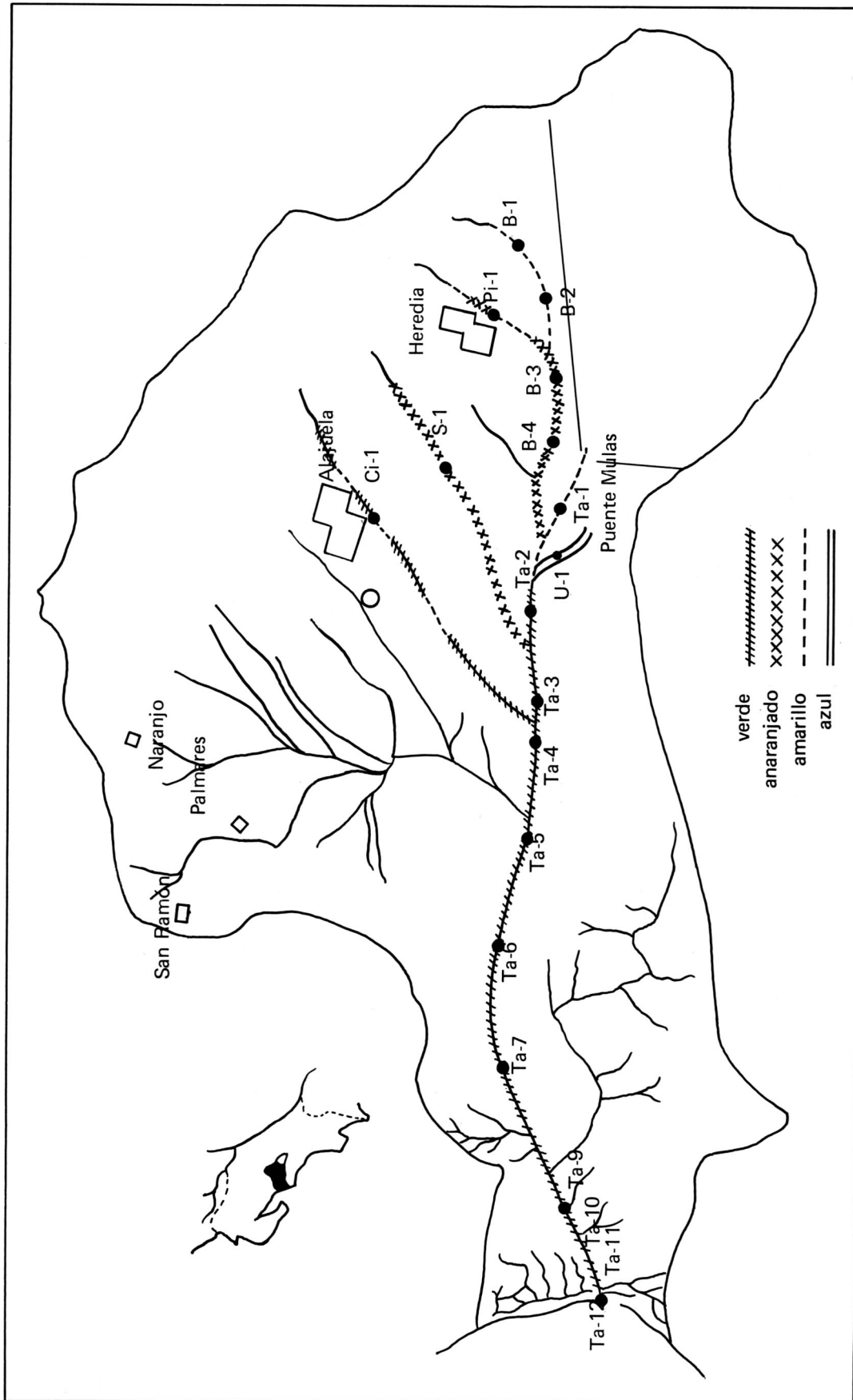


FIGURA No. 2. Codificación por colores, de la calidad del agua, en Zona 2, Cuenca del Río Grande de Tárcoles, período 1981-1982

análisis de campo y laboratorio, para OD y DBO, se realizaron con la técnica Winkler¹.

El cálculo del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SOD), tomó en cuenta la presión atmosférica, temperatura y salinidad de agua, para cada muestreo en cada estación y las tablas citadas en la literatura^{1,4}.

El índice de calidad utilizado (ICA) es el desarrollado bajo la técnica Delft⁵ que relaciona la DBO₅²⁰ y el % SOD como las variables de mayor relevancia en cuanto al deterioro de la calidad de las aguas, en cuencas hidrográficas cuya carga contaminante corresponde en su mayor parte a desechos orgánicos. Sobre la base de estas dos variables se ha aplicado el ICA, según las recomendaciones dadas por Jacobs⁶ (Cuadro No. 1) y su sistema modificado para cuando se dispone únicamente de los valores de DBO y OD (Cuadro No. 2).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los Cuadros No. 3 y No. 4 muestran los resultados de la aplicación del ICA simplificado para el conjunto de valores de DBO y %SOD para la Zona 1 y Zona 2 respectivamente.

La Figura No. 1 muestra la codificación por colores de los resultados expuestos, en el Cuadro No. 3. Obsérvese cómo las principales subcuencas que drenan el Area Metropolitana alcanzan en su trayecto diversos grados de contaminación. El ICA los clasifica como de clase 3, 4 y 5; esto es de moderadamente contaminados hasta muy severamente

contaminados. El Río Virilla se ve afectado por la carga orgánica generada en la zona, a la altura del kilómetro 15 de este estudio (V-5), ya que pasa de categoría 2 a 3 cuando recibe la confluencia del Río Tiribí, que es de categoría 4 (muy contaminado).

La Figura No. 2 muestra la codificación por colores de los resultados expuestos en el Cuadro No. 4. Obsérvese que la subcuenca principal que drena la ciudad de Heredia, Río Bermúdez, se clasifica como de clase 3, en la parte alta y clase 4 en la parte baja. Esto nos indica que este río está clasificado como moderadamente contaminado a severamente contaminado.

Las aguas de las subcuencas principales que drenan la ciudad de Alajuela, se clasifican entre las clases 2, 3 y 4. Nótese que las aguas de la subcuenca Ciruelas se encuentran en una etapa de transición: están en el límite superior de la clase 2 por lo que pueden pasar a la clase 3 en cualquier momento. Las aguas de la subcuenca del Río Segundo se clasifican como severamente contaminadas.

La Figura No. 2 muestra que toda la carga orgánica generada en las dos zonas definidas en esta investigación es asimilada por el Río Virilla, por el fenómeno de dilución, a la altura de TA-3 (Planta hidroeléctrica Ventanas). Esto se debe a que en el tramo comprendido entre Ta-1 y Ta-2 del Río Virilla, existe un buen número de afloros de agua subterránea. Tampoco debe olvidarse que en el tramo comprendido entre Ta-1 y Ta-5 se ubican las represas: Puente Mulas, Brasil, Ventanas, Nuestro Amo y La Garita, que podrían estar influenciando

CUADRO No. 1. Sistema de valoración de la calidad del agua

Puntos	%SOD	D.B.O. mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹
1	91 - 110	< 3	< 0,5
2	71 - 90	3,1 - 6,0	0,5-1,0
3	111 - 120	6,1 - 9,0	1,1 - 2,0
4	51 - 70	9,1 - 15,0	2,1 - 5,0
5	121 - 130	> 15,0	> 5,0
	<30 ó> 130		

CUADRO No. 2. Índice de calidad y código de color según el promedio obtenido de % SOD y DBO₅²⁰

Clase Color	Código Puntos	Promedio	Calidad
1	Azul ———	2 - 3	Sin contaminación
2	Verde	3,1 - 5	Contaminación incipiente
3	Amarillo	5,1 - 7	Contaminación moderada
4	Anaranjado	7,1 - 9	Contaminación severa
5	Rojo ■■■■	9,1 - 10	Contaminación muy severa

esta recuperación por el fenómeno de sedimentación de la materia orgánica suspendida.

El Río Grande de Tárcoles, formado por la confluencia del Río Grande Atenas con el Río Virilla, permanece con una contaminación incipiente hasta su desembocadura. La recuperación mostrada con este sistema es favorecida por el fenómeno de dilución, aportado por ríos con bajo contenido de materia orgánica y también al fenómeno de sedimentación,

favorecido por el bajo gradiente (2m/km) en los últimos 25 km de este río; aún así el Río Grande de Tárcoles nunca alcanza condiciones de clase 1.

Conclusiones

En esta cuenca se han determinado las cinco clases de calidad: sin contaminación y contaminación

CUADRO No. 3. Cálculo para la Codificación de la Calidad de la Zona 1 - Cuenca 24, Período 1981 - 1982

Río principal y afluentes	Estación	D.B.O		% SOD		Σ Puntos n	Clase	Color
		n	puntos	n	puntos			
Torres	To - 0	24	24	24	26	2,1	1	Azul
Mozotal	QM - 1	24	56	24	39	3,9	2	Verde
Negritos	Qn - 1	24	36	24	58	3,9	2	Verde
Torres	To - 1	24	61	24	41	4,2	2	Verde
Torres	To - 2	24	61	24	36	4,0	2	Verde
Cangrejos	Ca - 1	24	119	24	91	8,7	4	Anaranjado
Torres	To - 3	24	74	24	39	4,7	2	(+) Verde
Torres	To - 4	24	110	24	50	6,7	3	(+) Amarillo
Torres	To - 5	24	89	24	62	6,3	3	Amarillo
María Aguilar	Ma - 0	23	54	23	55	4,7	2	(+) Verde
Puruses	Pu - 1	23	32	23	46	3,4	2	Verde
María Aguilar	Ma - 1	22	54	22	41	4,3	2	Verde
María Aguilar	Ma - 2	23	85	23	65	6,5	3	Amarillo
Ocloro 1	O - 1	24	92	24	107	8,3	4	Anaranjado
Ocloro 2	O - 2	24	96	24	92	7,8	4	Anaranjado
Ocloro 3	O - 3	23	115	23	108	9,7	5	Rojo
María Aguilar	Ma - 3	24	80	24	65	6,0	3	Amarillo
María Aguilar	Ma - 4	24	119	24	100	9,1	5	Rojo
María Aguilar	Ma - 5	24	116	24	68	7,7	4	Anaranjado
Tiribí	Ti - 0	23	50	23	42	3,8	2	Verde
Chaguite	Ch - 1	23	49	23	42	3,8	2	Verde
Tiribí	Ti - 1	23	64	23	48	4,7	2	(+) Verde
Damas	D - 1	23	95	23	90	7,7	4	Anaranjado
Tiribí	Ti - 2	23	78	23	63	5,9	3	Amarillo
Cucubres	Cu - 1	23	88	23	89	7,4	4	Anaranjado
Tiribí	Ti - 3	23	79	23	52	5,5	3	Amarillo
Tiribí	Ti - 4	23	112	23	62	7,3	4	Anaranjado
Virilla	V - 1	24	25	24	25	2,1	1	Azul
Ipís	I - 1	24	28	24	42	2,9	1	(+) Azul
Ipís	I - 2	24	31	24	25	2,3	1	Azul
Virilla	V - 2	24	39	24	29	2,8	1	(+) Azul
Rivera	R - 1	24	99	24	76	7,3	4	Anaranjado
Barreal	QB - 1	24	117	24	114	9,6	5	Rojo
Rivera	R - 2	24	90	24	58	6,2	3	Amarillo
Rivera	R - 3	24	110	24	68	7,0	3	(+) Amarillo
Virilla	V - 3	24	69	24	41	4,6	2	(+) Verde
Virilla	V - 4	24	52	24	37	3,7	2	Verde
Virilla	V - 5A	24	63	24	37	4,2	2	Verde
Virilla	V - 5	22	80	22	50	5,9	3	Amarillo

(+) Se ha sobrepasado un 85% de límite inferior de la clase, por lo que en el mapa se indica intermitente con el color de la clase superior. 94 km: red hídrica evaluada, en zona 1 de la Cuenca 24.

CUADRO No. 4. Cálculo para la Codificación de la Calidad de la Zona 2 - Cuenca 24, Período 1981 - 1982

Río principal y afluentes	Estación	D.B.O		% SOD		Σ Puntos n	Clase	Color
		n	puntos	n	puntos			
Virilla	TA - 1	22	80	22	48	5,8	3	Amarillo
Bermúdez	B - 1	24	69	24	60	5,4	3	Amarillo
Bermúdez	B - 2	24	82	24	63	6,0	3	Amarillo
Pirro	Pi - 1	24	98	24	65	6,8	3	(+) Amarillo
Bermúdez	B - 3	24	99	24	74	7,2	4	Anaranjado
Bermúdez	B - 4	24	102	24	68	7,1	4	Anaranjado
Uruca	U - 1	24	26	24	29	2,3	1	Azul
Virilla	TA - 2	23	72	23	26	4,3	2	Verde
Segundo	S - 1	24	104	24	71	7,3	4	Anaranjado
Virilla	TA - 3	23	70	23	28	4,3	2	Verde
Ciruelas	Ci - 1	24	69	24	49	4,9	2	(+) Verde
Virilla	TA - 4	23	73	23	24	4,2	2	Verde
Tárcoles	TA - 5	23	67	23	25	4,0	2	Verde
Tárcoles	TA - 6	22	62	22	26	4,0	2	Verde
Tárcoles	TA - 7	22	59	22	27	3,9	2	Verde
Tárcoles	TA - 9	21	44	21	40	4,0	2	Verde
Tárcoles	TA - 10	22	52	22	48	4,5	2	Verde
Tárcoles	TA - 11	22	40	22	51	4,1	2	Verde
Tárcoles	TA - 12	22	28	22	54	3,7	2	Verde

(+) Se ha sobrepasado un 85% de límite inferior de la clase, por lo que en el mapa se indica intermitente con el color de la clase superior. 126 km: red hídrica evaluada, en Zona 2 de la Cuenca 24.

incipiente en la parte alta; contaminación moderada a muy severa en la parte media alta y media baja, precisamente cuando los ríos transitan por los principales centros urbanos que constituyen el Área Metropolitana y de las ciudades de Heredia y Alajuela; contaminación incipiente en la parte baja hasta la desembocadura en Playa Azul.

LITERATURA CONSULTADA

1. APHA - AWWA-WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 15ed. Washington D.C. 1981.
2. Chacón B., Sequeira M.A *Comportamiento de la carga orgánica en la cuenca 24, Virilla-Tárcoles, Costa Rica*. *Tecnología en Marcha* 7(3): 27-34. 1984.
3. CEPIS/O.P.S. *Guía para evaluación de laboratorios de aguas y análisis físico-químicos. Documentos Técnicos N° 4*, Lima, Perú. 1979. p. 3-15.
4. **Dissolved Oxygen Meter**. Instructions for YSI Model 51 A pág. 26 -27.
5. Gómez, D. **El medio físico y la planificación**. Madrid: CIFCA, 1978.
6. Jacobs, A.J. *A Water Quality Valuation System*. Delft, Holanda. 1978, comunicación personal.
7. SARH. **Manual del curso técnicas de muestreo y análisis de campo**. México D.C. 1978 p. 21-26, 48-50.
8. Sequeira, M.A. et. al. *Un modelo cuatrimestre-bimestre para evaluar la variación de carga orgánica en aguas superficiales*. Documento de Trabajo inédito. Laboratorio Central de Acueductos y Alcantarillados.