

VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN DOS BALNEARIOS PÚBLICOS

Data de aceite: 02/09/2024

Ivana Silvia Maero

Facultad de Ingeniería y Ciencias
Agropecuarias Universidad Nacional de
San Luis, Campus universitario
San Luis, Argentina

RESUMEN: El deterioro de las aguas de uso recreativo incide directamente en el nivel de riesgo sanitario presente y en el tipo de tratamiento que se necesita para mitigar los efectos. En el presente trabajo se trata de caracterizar de forma general la calidad del agua para fines recreativos, realizando un análisis comparativo de indicadores de calidad del agua entre el Embalse de Villa Mercedes que está ubicado en la zona adyacente al tramo del Río Quinto de coordenadas geográficas 33°41'53.0"S 65°28'26.8"W y el balneario público que se ubica en las inmediaciones del Puente Monseñor Miranda, aproximadamente a 2 kilómetros aguas arriba del embalse con coordenadas geográficas 33°41'02.6" S 65°29'19.2"W. Se emplea el índice de calidad del agua, WQI_{NSF} , que propone la National Sanitation Foundation (NSF), evaluados con resultados de análisis realizados in situ y en laboratorios físico-

químico y microbiológico, siguiendo la metodología de cálculo que proponen la Universidad de Pamplona (2016) y Patricia Torres et al. (2009). Los valores obtenidos para el primer balneario son: WQI_{NSF} (diciembre 2016) = 50.47, WQI_{NSF} (enero 2017) = 57.14, WQI_{NSF} (febrero 2017) = 52.29 y para el segundo: WQI_{NSF} (diciembre 2016) = 56.2, WQI_{NSF} (enero 2017) = 54.5, WQI_{NSF} (febrero 2017) = 55.5. De acuerdo con ellos se pueden clasificar a los dos balnearios de mediana calidad para los tres meses que están habilitados, no se aconsejan las actividades que implican inmersión en ninguno de los dos balnearios.

PALABRAS CLAVE: Agua de uso recreativo, Indicadores de Calidad, Río Quinto

INTRODUCCIÓN

El río Quinto es también conocido como río Popopis, tiene su nacimiento en dos puntos diferentes, según el criterio que se utilice: con el de la vertiente más caudalosa, nace de los manantiales ubicados en los faldeos meridionales del cerro Retama, montaña de 2214 metros de altura sobre el nivel del mar, ubicado en la Sierras de San

Luis, en la provincia homónima. En cambio si se considera como su curso alto a aquel que discurre por la principal línea de falla, su nacimiento es en el faldeo meridional del Cerro Tomolasta, de 2020 metros sobre el nivel del mar, en la provincia de San Luis. El ancho de su cauce al atravesar la ciudad de Villa Mercedes es de 45 metros, pasa a orillas de Villa Reynolds y Justo Daract y a unos 10 km de esta última, ingresa en el sur de la provincia de Córdoba y prosigue hasta alcanzar los Bañados de la Amarga. En períodos de escasa pluviosidad, este río se subsume, desapareciendo superficialmente; no obstante, durante los períodos húmedos sobrepasa ampliamente los Bañados de la Amarga y a través de un cauce poco preciso toma dos direcciones, una hacia el Noreste que aporta sus aguas al Bañado del Destino en los límites de las provincias de Córdoba y Santa Fe. La otra dirección, más importante es el brazo que toma la dirección Sur hasta confluir con el río Salado bonaerense, que es un afluente de la Cuenca del Río de la Plata. Por carácter transitivo el río Quinto también lo es. Agencia de Noticias San Luis (2019).

Este río ofrece muchos beneficios, como la disponibilidad de agua para consumo humano, para riego y para bebida del ganado, permite la realización de actividades turísticas y recreativas y también es el cauce receptor de efluentes industriales, cloacales y desagües pluviales. Los problemas de la contaminación natural y de origen antrópico limitan su uso, no solo para consumo humano sino también para las actividades de recreación y turismo.

El área de estudio está comprendida entre el Embalse de Villa Mercedes que se ubica en la zona adyacente al tramo del Río Quinto de coordenadas geográficas 33°41'53.0" S 65°28'26.8"W y el balneario público que se extiende en las inmediaciones del Puente Monseñor Miranda, aproximadamente a 2 kilómetros aguas arriba del embalse con coordenadas geográficas 33°41'02.6" S 65°29'19.2"W. En este trabajo se realiza una comparación entre los valores de los índices de calidad del agua (WQI_{NSF}) que se obtuvieron para cada uno de los dos balnearios, en los meses de diciembre de 2016, enero de 2017 y febrero de 2017, siendo éstos, los meses que representan la época estival de mayor afluencia de visitantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplea el índice de Calidad de Agua "Water Quality Index" (WQI) que se desarrolló en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, siguiendo la metodología de cálculo que proponen la Universidad de Pamplona (2016) y Patricia Torres *et al.* (2009).

Se presentan los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos completos, correspondientes a los meses de diciembre de 2016, enero de 2017 y febrero de 2017.

Los parámetros determinados in situ con equipo de laboratorio portátil son oxígeno disuelto (OD), potencial de hidrógeno (pH), temperatura (T) y turbidez. Los análisis de

demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, fosfatos, sólidos disueltos totales y coliformes fecales o termotolerantes, se realizan en los laboratorios físico-químico y microbiológico de un organismo estatal. Se utiliza una correlación empírica para establecer el valor actual de DBO, a partir de los datos obtenidos en muestreos anteriores en siete puntos diferentes del río Quinto donde se analizaron los valores de DBO y DQO en cada uno de ellos.

Para la toma de muestras, para los análisis físico-químicos, se utilizaron envases de tereftalato de polietileno (PET) de tamaños diferentes, unos de 2 litros de capacidad para enviar al laboratorio a analizar y otros de 0.5 litros para las mediciones in situ; para las muestras destinadas a los análisis microbiológicos se emplearon envases de polietileno de alta densidad (PAD) estériles de 120 ml. Se siguió el protocolo para toma de muestra, rotulación y conservación de las mismas (INTA 2017).

Los equipos portátiles usados son un adquisidor de datos, Xplorer GLX Pasco Scientific PS-2002 Pasport PS-2169 sensor de calidad del agua Pasco Scientific, Turbidímetro PS-2122 Pasco Scientific, Conductímetro DD9-699-06621 Pasco Scientific 10X, Sensor de temperatura Pasco Scientific, Medidor de pH, Pasco Scientific electrode FF9-699-195, Oxígeno disuelto Pasco Scientific FF9-213, 699-06320, medidor de la velocidad de la corriente de agua Pasco Scientific PS-2130, GPS marca Garmin modelo e Trex 10 que incluye un medidor de temperatura ambiente.

La metodología empleada para la determinación de coliformes fecales o termotolerantes siguió la norma ISO 9308-2, Calidad del agua. Recuento de *Escherichia coli* y bacterias coliformes. Parte 2: Método del número más probable.

Para la determinación de DQO el método usado es Oxidación a reflujo con dicromato; para los Sólidos Totales se emplea el método Gravimétrico mientras que para la valoración de Nitratos el método es SM 4500 NO₃⁻ - B. Ultravioleta selectivo, Edición 20^a. El método AOAC 22042:1980, límite de cuantificación 0.02 mg/l se emplea para la cuantificación de los Fosfatos.

RESULTADOS

Para calcular el índice de calidad del agua se usa un promedio aritmético ponderado, según la ecuación (1):

$$WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i \quad (1)$$

Siendo:

WQI : Índice de calidad del agua.

W_i : Factor de ponderación para el subíndice i .

SI_i : Subíndice del parámetro i .

Los valores correspondientes a los meses de diciembre de 2016, enero de 2017 y febrero de 2017 para el balneario en las inmediaciones del Puente Monseñor Miranda (PMM), se muestran en las tablas 1, tabla 2 y tabla 3:

Parámetro medido	Resultado	Q-valor (S _i)	Factor de ponderación (W _j)	Sub total
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.0	46	0.17	7.82
Cambio de Temperatura (°C)	6.4	68	0.10	6.8
pH	8.86	48	0.11	5.28
Sólidos Totales (mg/l)	620	20	0.07	1.4
Turbidez (NTU)	2.1	94	0.08	7.52
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	70.92	2	0.11	0.22
Coliformes fecales (NMP/100ml)	9.3 x 10 ¹	46	0.16	7.36
Nitratos (mg/l)	1.8	97	0.10	9.8
Fosfatos (mg/l)	<0.02	100	0.10	10

WQI = 56.2

Tabla 1. Valores de diciembre 2016 (PMM)

Parámetro medido	Resultado	Q-valor (S _i)	Factor de ponderación (W _j)	Sub total
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.2	47	0.17	7.99
Cambio de Temperatura (°C)	8.8	47	0.10	4.7
pH	9.21	41	0.11	4.51
Sólidos Totales (mg/l)	608	20	0.07	1.4
Turbidez (NTU)	0.6	84	0.08	6.72
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	27.3	5	0.11	0.55
Coliformes fecales (NMP/100ml)	4.3 x 10 ¹	55	0.16	8.8
Nitratos (mg/l)	1.8	98	0.10	9.8
Fosfatos (mg/l)	<0.02	100	0.10	10

WQI = 54.5

Tabla 2. Valores de enero 2017 (PMM)

Parámetro medido	Resultado	Q-valor (S _i)	Factor de ponderación (W _j)	Sub total
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.1	47	0.17	7.99
Cambio de Temperatura (°C)	4.9	74	0.10	7.4
pH	9.32	40	0.11	4.4
Sólidos Totales (mg/l)	629	20	0.07	1.4
Turbidez (NTU)	7.7	82	0.08	6.56
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	123	2	0.11	0.22
Coliformes fecales (NMP/100ml)	7.5 x 10 ¹	48	0.16	7.68
Nitratos (mg/l)	1.8	98	0.10	9.8
Fosfatos (mg/l)	<0.02	100	0.10	10

WQI = 55.5

Tabla 3. Valores de febrero 2017 (PMM)

Los valores correspondientes al Embalse de Villa Mercedes (EVM), se encuentran en la tabla 4, la tabla 5 y la tabla 6.

Parámetro medido	Resultado	Q-valor (S _i)	Factor de ponderación (W _j)	Sub total
Oxígeno disuelto (mg/l)	3.7	40	0.17	6.8
Cambio de Temperatura (°C)	27.8	62	0.10	6.2
pH	9.88	23	0.11	2.53
Sólidos Totales (mg/l)	625	20	0.07	1.4
Turbidez (NTU)	1.3	95	0.08	7.6
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	74.16	2	0.11	0.22
Coliformes fecales (NMP/100ml)	2.1 x 10 ²	37	0.16	5.92
Nitratos (mg/l)	1.4	98	0.10	9.8
Fosfatos (mg/l)	<0.02	100	0.10	10

WQI = 50.47

Tabla 4. Valores de diciembre 2016 (EVM)

Parâmetro medido	Resultado	Q-valor (S_i)	Fator de ponderação (W_j)	Sub total
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.2	48	0.17	8.16
Cambio de Temperatura (°C)	26	73	0.10	7.3
pH	9.5	32	0.11	3.52
Sólidos Totales (mg/l)	636	20	0.07	1.4
Turbidez (NTU)	9.8	78	0.08	6.24
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	35.5	2	0.11	0.22
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1.5 x 10 ¹	65	0.16	10.4
Nitratos (mg/l)	1.5	99	0.10	9.9
Fosfatos (mg/l)	<0.02	100	0.10	10

WQI = 57.14

Tabla 5. valores de enero 2017 (EVM)

Parâmetro medido	Resultado	Q-valor (S_i)	Fator de ponderação (W_j)	Sub total
Oxígeno disuelto (mg/l)	3.7	40	0.17	6.8
Cambio de Temperatura (°C)	27.8	62	0.10	6.2
pH	9.88	23	0.11	2.53
Sólidos Totales (mg/l)	625	20	0.07	1.4
Turbidez (NTU)	1.3	95	0.08	7.6
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	74.16	2	0.11	0.22
Coliformes fecales (NMP/100ml)	2.1 x 10 ²	37	0.16	5.92
Nitratos (mg/l)	1.4	98	0.10	9.8
Fosfatos (mg/l)	<0.02	100	0.10	10

WQI = 52.29

Tabla 6. valores de febrero 2017 (EVM)

CONCLUSIONES

- Los valores de los índices de calidad del agua obtenidos superan el valor de 50; lo que se interpreta como una calidad media del recurso y siendo no aconsejable las actividades recreativas que implican inmersión en el agua.
- Los valores promedios obtenidos para el Embalse de Villa Mercedes son en promedio levemente mejores que los obtenidos para el balneario en las inmediaciones del Puente Monseñor Miranda.
- Para completar la información de la calidad del recurso se pueden identificar y cuantificar los contaminantes que la afectan, mediante la estimación de los índices de contaminación como una herramienta posible.

REFERENCIAS

Agencia de Noticias San Luis. (2019). Turismo y Parques. Comienzan a desarrollar turísticamente el Embalse de Villa Mercedes. agenciasanluis.com/.../embellecen-y-comienzan-a-desarrollar-turisticamente-el-embals...

ClimateData.Org. (2017). Tabla climática/ Datos históricos del tiempo en Villa Mercedes. <https://es.climate-data.org> > América del Sur > Argentina > San Luis > Villa Mercedes.

Hidalgo, M., Meoni G., Barrionuevo M., Navarro G., Paz R. (2003). Variabilidad de la relación DBO/ DQO en ríos de Tucumán Argentina. 13° Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente PP. 1-11.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (2017). Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego).

Río Quinto (2019). https://es.wikipedia.org/wiki/Río_Quinto.

Torres, P., Cruz, C., y Patiño, P. (2009). Índices de Calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Revista Ingenierías - Universidad de Medellín. Una revisión crítica, vol. 8, No. 15 especial, pp. 79-94 - ISSN 1692-3324 - 150 p. Medellín, Colombia.

Universidad de Pamplona. (2016). Capítulo III. Índices de Calidad y de Contaminación para el agua de importancia mundial. www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home.../icatest_capitulo3.pdf.