



EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR AGUAS RESIDUALES

Carmen Rocío Acurio Zárate y Daniel Coavoy Ferro¹

Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Avenida de la Cultura 733 Cusco, Perú

RESUMEN

En el presente trabajo se evalúan comparativamente indicadores de contaminación por aguas servidas del río Huatanay (Cusco), río Torcoma (Sicuanicusco) y río Mariño (Abancay-Apurímac). Los parámetros determinados fueron: temperatura, pH, demanda bioquímica de oxígeno, demanda de carbono orgánico, sólidos en suspensión, sólidos totales, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, fosfatos y dureza total [1, 2]. Los resultados fueron comparados con los estándares para aguas residuales.

1. El Comité Editorial se reserva el derecho de editar las contribuciones y no se hace responsable del contenido.

INTRODUCCIÓN

La presencia de contaminantes en el agua, modifica las condiciones ambientales requerida por los organismos típicos. Los cambios afectan la temperatura, el oxígeno disuelto, las concentraciones de nutrientes, etc. Las aguas servidas provenientes de las cloacas han traído enfermedades y muerte, en las ciudades, por efecto de la fiebre tifoidea y el cólera; asimismo, esta agua viene a ser la causa de enfermedades hídricas [3, 4, 5, 6].

Uno de los principales problemas del deterioro de los ríos es la presencia de los fosfatos y grandes cantidades de materia orgánica que provienen de las aguas servidas. Todos los países desarrollados y las naciones en desarrollo controlan la presencia de fosfatos en los ríos y así evitan la eutrofización [4, 7].

Se trabajó con tres grupos de muestras experimentales; el primero perteneciente al río Huatanay en Cusco, con un mínimo de 6 muestras. El segundo, perteneciente al río Torcoma en Sicuani con seis muestras, y el tercer grupo de seis muestras perteneciente al río Mariño en Abancay. Las determinaciones analíticas realizadas en los tres grupos, se hicieron por duplicado en dos litros de muestra. Los resultados obtenidos fueron calculados basándose en los promedios de las determinaciones. Estos resultados fueron estadísticamente evaluados en parámetros críticos de contaminación y comparados con los estándares² para aguas residuales, aplicando para ello el modelo de la distribución t de Student. Se realizó un diagnóstico semicuantitativo de causa y efecto en las aguas residuales [8, 9]. Finalmente, se realizó una encuesta a los pobladores de las riberas del río Huatanay respecto a su opinión sobre las consecuencias de la contaminación ambiental en el lugar.

2. Comentario del Editor: La Ley General de Aguas regula la calidad de las aguas de acuerdo a la clasificación nacional. Los autores no señalan si la comparación con estándares es para valores nacionales o internacionales.

PARAMETROS DETERMINADOS [1, 2, 10]

1. Medición de la temperatura, in situ.
2. Determinación del pH, in situ.
3. Determinación de la demanda bioquímica del oxígeno (Método directo).
4. Determinación de la demanda de carbono orgánico (Método gravimétrico por ignición).
5. Determinación de sólidos en suspensión (Método gravimétrico).
6. Determinación de sólidos totales (Método gravimétrico).
7. Determinación de nitrógeno amoniacal (Método de destilación).
8. Determinación de nitrógeno total (Método de Microkjeldahl).
9. Determinación de fosfatos (Método modificado de Watanabe y Olsen-Colorimétrico).
10. Determinación de la dureza total (Método complexométrico).

RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 1: Parámetros determinados del río Huatanay (Cusco), en mg/L

Código de Muestra	T°C	pH	DBO ₅	DCO	SS	ST	NA	NT	Fos-fatos	Du-reza Total
A	14,5	6,7	596	866	142	2635	34,4	59	25,0	812,2
B	15	6,9	466,3	792	175	3990	26	38	32,4	714,4
C	13	6,9	465	790	160	1430	28	42	28,0	675,4
D	13,50	6,8	520	850	157	1350	30,5	39	25,1	690,4
E	18	7,21	866	920	670	3050	28,2	102	36,0	858,3
F	16,50	7,03	724,4	890	530	5240	52,4	98	21,2	757,4
X	15,08	6,92	606,3	851,3	305,7	2125,57	28,45	63	27,93	751,35
S	1,9	0,3	160,24	53	232,42	2693,69	5,66	29,68	5,45	72,15
C.V.(%)	12,06	4,3	26,43	6,23	76,03	126,72	19,89	47,11	19,51	9,6

Fuente Propia.

A: Vertedero sector Choco a Huatanay

B: Altura puente Kayra.

C: 200 metros del puente Kayra

D: 400 metros del puente Kayra

E: Descarga de aguas residuales domésticas, al confluir con el río Huatanay y río Huacoto.

F: Altura de la planta de tratamiento de aguas en San Jerónimo.

Tabla 2: Parámetros determinados del río Torcoma (Sicuani - Cusco), en mg/L

Código de Muestra	T°C	pH	DBO ₅	DCO	SS	ST	NA	NT	Fos-fatos	Du-reza Total
A	12	7,68	57	112	142	720,2	29,75	49,00	14,50	450
B	13	7,42	95	235	152	712,4	39,95	53,20	18,80	595
C	13,5	6,91	72	132	112	884	17,64	48,30	18,15	680
D	14	7,03	82	141	160	725	16,70	42,10	13,0	472
E	15	7,88	77	136	132	680	34,00	51,00	19,1	570
F	14,5	7,56	92	230	122	741	35,00	50,00	12,5	542
X	13,67	7,41	79,17	164,33	136,67	743,4	28,84	40,88	15,91	551,5
S	1,03	0,45	13,91	53,75	18,15	71,23	6,05	29,7	8,68	84,21
C.V.(%)	7,53	6,07	1,26	32,71	13,28	9,58	20,98	72,65	54,56	15,28

Fuente Propia

A: Río Torcoma.

B: A 100 metros de A.

C: A 200 metros de A

D: Punto de descarga

E: Confluencia con el río Vilcanota.

F: A 20 metros de la Confluencia de los ríos.

Tabla 3: Parámetros determinados del río Mariño (Abancay-Apurímac), en mg/L

Código de Muestra	T°C	pH	DBO ₅	DCO	SS	ST	NA	NT	Fos-fatos	Du-reza Total
A	5,4	7,9	114	264	52	1410	68	113,4	11,5	525
B	13	6,65	120	190	382	1247	46,74	52,50	27,20	675
C	16	7,14	120	310	64	9825	19,55	70,70	9,09	540
D	14	5,12	147	340	44	1240	34	42,00	45,45	685
E	15	6,82	103	246	156	1050	42,5	44,00	21,2	660
F	14,5	7,07	125	270	238	1430,3	34,85	56,00	15,15	639
X	14,65	6,68	126	270	156	2700,38	43,94	63,1	21,60	620,67
S	1,07	0,95	33,52	51,98	133,88	3493,06	18,92	25,42	13,42	70,15
C.V.(%)	7,3	14,01	26,60	19,25	85,82	129,35	43,06	40,29	62,13	11,30

Fuente Propia

A: Circunvalación, a la altura del puente.

B: Recorrido 200 metros de A, hacia abajo

C: Confluencia con el 28 de julio

D: Recorriendo 100 metros de C

E: Recorriendo 200 metros de C

F: Recorriendo 300 metros de C

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Río Huatanay en Cusco

La demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO_5) alcanza valores de 866 mg/L a 18°C y 724,4 mg/L a 16,5°C, acelerando la putrefacción en estas zonas de muestreo. Efectuando una comparación con estándares se determina que se encuentra fuera de los límites estipulados para aguas residuales.

Para sólidos totales (ST), se encontraron valores hasta de 5240 mg/L. Este máximo se puede apreciar en la muestra F, que se encuentra a la altura de la planta de tratamiento de aguas residuales, y mayormente se debe a sólidos disueltos comparado con los 530 mg/L de sólidos en suspensión (SS). La cantidad de nitrógeno total (NT) fluctúa entre los 38 a 102 mg/L, de los cuales un 67% aproximadamente es nitrógeno amoniacal, la diferencia es el nitrógeno orgánico procedente de los aminoácidos y las proteínas (33%). Los fosfatos alcanzan valores por debajo de estándares (60 mg/L); sin embargo, la fluctuación de valores implicaría una mayor actividad y crecimiento microbiano. Existe contaminación por materia orgánica y acción aerobia, alcanzando la demanda de carbono orgánico (DCO) valores hasta los 920 mg/L para la muestra E. Los valores más altos de los parámetros determinados se da para la muestra E, que corresponde a la zona de descarga de aguas domésticas, no siendo suficiente el curso del río, lo cual incrementa los procesos bioquímicos de descomposición.

Río Torcoma en Sicuani

Presenta niveles bajos para todos los parámetros, tomando como referencia a los de los ríos Huatanay y Mariño, ello implica niveles bajos de descomposición. La DBO_5 tiene como resultado máximo los 92 mg/L, comparado con 147 y 866 de Mariño y Huatanay respectivamente. El componente mayoritario de los sólidos totales son los sólidos disueltos. El nitrógeno total reporta los 51 mg/L, como valor máximo para la muestra E.

Río Mariño en Abancay

Los niveles de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) en las diferentes zonas de muestreo son inferiores a los valores experimentales del río Huatanay; sin embargo, se aprecia también la influencia preponderante de la temperatura, existiendo un gradual proceso de descomposición. Los sólidos totales alcanzan un valor extremo de 9825 mg/L, posiblemente debido a la confluencia con el riachuelo 28 de julio, en el cual se tiene descargas de aguas residuales de algunas zonas urbanas. Los sólidos disueltos (SD) se encuentran en mayor proporción respecto a los sólidos en suspensión. Por ejemplo para la muestra A corresponde 1358 mg/L. Se observa niveles bajos de fosfatos respecto al río Huatanay e incluso al río Torcoma. La muestra A del río Huatanay es de 25 mg/L y la muestra para el río Torcoma es de 14,50 mg/L. El nitrógeno total muestra valores de 42 a 113,4 mg/L, y mayormente se debe a nitrógeno orgánico comparado con valores de 19,55 mg/L para nitrógeno amoniacal. La relación entre sólidos, nitrógeno y DBO_5 no es directa puesto que los sólidos totales alcanzan valores extremos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

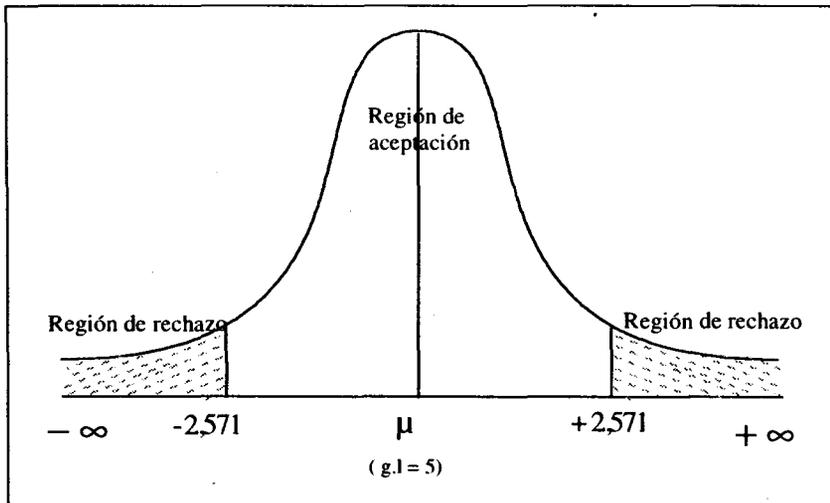


Figura 1: Regla de decisiones

Nivel de significación = 95 %
 R.A: [-2,571, + 2,571)
 R.R: $(-\infty, -2,571) \cup (-2,571, + \infty)$
 R.A: Región de aceptación (H_0)
 R.R: Región de rechazo (H_1)

Tabla 4: Medias poblacionales y muestrales del río Huatanay.

PARÁMETRO	MEDIAS POBLACIONALES (μ)	MEDIAS MUESTRALES (\bar{X})	VALORES DE t
DBO ₅	540	606,3	1,01
SOLIDOSTOTALES	1200	2125,67	0,84
NITROGENOTOTAL	85	63	-1,82
FOSFATOS	60	27,93	19,51

Fuente Propia

Tabla 5: Medias poblacionales y muestrales del río Torcoma.

PARÁMETRO	MEDIAS POBLACIONALES (μ)	MEDIAS MUESTRALES (\bar{X})	VALORES DE t
DBO ₅	540	79,17	-81,13
SOLIDOSTOTALES	1200	743,4	-15,71
NITROGENOTOTAL	85	40,88	-3,64
FOSFATOS	60	15,91	-12,45

Fuente Propia

Tabla 6: Medias poblacionales y muestrales del río Mariño.

PARÁMETRO	MEDIAS POBLACIONALES (μ)	MEDIAS MUESTRALES (\bar{X})	VALORES DE t
DBO ₅	540	126	-30,26
SÓLIDOSTOTALES	1200	2700,38	1,05
NITRÓGENOTOTAL	85	63,1	2,23
FOSFATOS	60	21,60	-7,0

Fuente Propia

Los resultados encontrados para el río Huatanay, permite apreciar los valores de t, los que se refieren a DBO_5 (demanda bioquímica de oxígeno), sólidos totales y nitrógeno total se encuentran en la región de aceptación, a diferencia de fosfatos que se encuentra en la región de rechazo, lo cual indicaría que el río Huatanay viene contribuyendo en la contaminación ambiental de la ciudad del Cusco.

Los valores de t para el río Mariño en Abancay, siendo los parámetros de DBO_5 , nitrógeno total y fosfatos, los que se encuentran en la región de rechazo, en cambio sólidos totales en la región de aceptación, la evaluación permite estimar que el río de Abancay no influye preponderantemente en la contaminación ambiental.

Los valores de t para el río Torcoma en Sicuani, donde se observa los parámetros de DBO_5 , sólidos totales, nitrógeno total y fosfatos se encuentran en la región de rechazo, no implicando influencia en la contaminación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Public Association, American Water Work Association and Water Pollution Control Federation. (1997). *Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Vol I. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid.
2. American Public Association, American Water Work Association and Water Pollution Control Federation. (1997). *Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Vol II. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid.
3. De Loria Soria, F.; Miró Chavarría, J. (1978) *Técnicas de Defensa del medio Ambiente*. Vol I. Editorial Labor, S.A. Barcelona.
4. Delegación de Murcia (1993) *Depuración de aguas residuales: control sanitario y ambiental*. España.
5. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (1990). *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. Editorial Limusa, S.A. México.
6. Dickson, T.R. (1990) *Química Enfoque Ecológico*. Editorial Limusa, S.A. México.
7. Delegación de Murcia (1993) *Impacto ambiental causado por los vertidos de aguas residuales*. España.
8. Conesa Fernandez-Vitoria, V. (1995) *Guía Metodología para la Evaluación*.

- ción del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. España.
9. Gómez Orea, D. (1992) *Evaluación del Impacto Ambiental*. Editorial Agrícola Española S.A. España.
 10. OPS, CEPIS, PUB, OMS. (1995) *Procedimientos Simplificados de Análisis Químicos de Aguas Residuales*. 2da. Edición. Lima.

