

ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA ZONA DE VALLE GRANDE, San Rafael, Mendoza. DIAGNOSTICO DE SITUACIÓN Y ESTRATEGIAS DE CORRECCIÓN

BALADA, L.; ALCARAZ, E. ; EVANGELISTA, S. ; ZENOBI, G.; MARTIN, J. ; GONZALEZ, H.
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Universidad Nacional de Cuyo
San Martín 352 – San Rafael, Mendoza - República Argentina
Teléfono 02627-421947
luisbalada@yahoo.com.ar

1. RESUMEN

Dentro de los contaminantes microbiológicos del agua la bacteria *Escherichia coli*, es el microorganismo más representativo dentro del grupo de las coliformes. Su presencia, indica contaminación con materia fecal, de origen humano o animal. La investigación microbiológica sobre un recurso hídrico es importante, para establecer la aptitud del agua, según sea el uso que se le desee dar. Las actividades antrópicas relacionadas con el turismo tuvieron en los últimos 15 años, un incremento significativo en el Departamento de San Rafael, Mendoza, República Argentina.

El presente trabajo estudia la influencia de estas actividades sobre el Río Atuel y su ambiente cercano, en la zona del Valle Grande. Se determina la variación del NMP/100 ml de bacterias termoresistentes como índice de contaminación. Los 49 monitoreos realizados en las ocho estaciones seleccionadas se efectuó en días de máxima ocupación y otros en los cuales la ocupación es escasa o nula. Se relaciona el grado de ocupación con calidad del agua. Los valores más elevados de NMP/100 ml de bacterias termoresistentes se encuentran en días relacionados con acontecimientos de gran afluencia turística a la zona. Establecido el diagnóstico de situación propone estrategias de corrección. Los resultados que se obtienen permiten concluir que: a) El turismo como actividad antrópica impacta negativamente sobre las aguas del Río Atuel b) Si no se efectúan obras complementarias de saneamiento para lograr un desarrollo sustentable de la zona, se producirá contaminación del recurso hídrico.

2. INTRODUCCIÓN

La zona del Valle Grande, sobre el Río Atuel, comprendida entre el embalse del mismo nombre y el camping del Movimiento Familiar Cristiano, ubicado 16,7 Km. aguas abajo, en el departamento de San Rafael, al sur de la Provincia de Mendoza, es un paraje de gran atracción para el turista. La montaña, el río y la vegetación propia del lugar, conforman un paisaje especial para una relación amable y cordial del individuo con la Naturaleza y su entorno. Esta zona en los últimos 15 años, pasó de un paisaje natural, que ofrecía su belleza salvaje, a ser un paisaje mezcla de natural y desarrollado (o modificado), gracias a la explosión que tuvo la actividad turística. En forma incontrolada ha crecido toda una infraestructura que tiene como fin último la contención de quienes buscan esparcimiento en este paraje. Así es como se observa el aumento en el número de hoteles, cabañas y lugares para campamentos, ubicados todos en la margen izquierda del río, además del surgimiento de actividades recreativas, como cabalgatas, rafting, rapel. Incluso se han creado playas artificiales, cambiando en algunos casos el curso del río.

3. OBJETIVOS

Determinar la influencia de las actividades antrópicas relacionadas al turismo sobre la calidad del agua.
Contribuir a la conservación del recurso hídrico
Contribuir al cuidado del ambiente
Contribuir a la preservación de la salud de la población

4. METODOLOGÍA

Se obtienen 49 muestras, en un lapso de 14 meses, en cada una de las 8 estaciones de monitoreo ubicadas entre los Kms. 2,3 y 19 de la ruta Provincial 173. Se procede a la toma de muestras en días pico de afluencia de visitantes a la zona y a continuación dejando pasar dos o tres días se tomo una nueva muestra. Se determina la variación del NMP/100 ml de bacterias termoresistentes como índice de contaminación.

TABLA N° 1 : NIVELES GUÍAS DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCIÓN DE LOS USOS

USO I: Agua superficial para consumo humano con tratamiento convencional

USO II: Agua para actividades recreativas con contacto directo

PARAMETROS	UNIDAD	USOS	
		I	II
Criterios Bacteriológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	hasta 5000	1250
Coliformes fecales	NMP/100ml	hasta 1000	200
Indicad. De Mat. Orgánica			
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /l	>5	>5
D.Q.O.	mgO ₂ /l	No se adoptan criterios	
Temperatura	° C	No se adoptan criterios	
Compuesto Nitrogenados			
Nitrógeno de Nitratos	mg NO ₃ /l	10	10
Nitrógeno de Nitritos	mg NO ₂ /l	1	Sin crit.

RESULTADOS

La siguiente tabla muestra la descripción de las variables utilizadas en el análisis estadístico. Las variables que se utilizan como dependientes y que resultan de mayor interés son aquellas referidas tanto a la cantidad de coliformes como las variables binarias que indican si al momento de tomar la muestra, el agua era apta para recreación y potabilización.

Tabla N° 2: definición operativa de las variables

Variable	Descripción
<i>Colif. totales</i>	Cantidad de coliformes totales Las unidades de la variable son el NMP de bacterias por 100 mL de muestra
<i>Ocupación</i>	Porcentaje de ocupación del sector donde se obtuvo la muestra
<i>T° agua</i>	Temperatura del agua Las unidades de la variable son grados Celsius
<i>Oxigeno</i>	Cantidad de oxígeno en el agua Las unidades de la variable son mg/ L
<i>colifecales</i>	Cantidad de bacterias colifecales totales Las unidades de la variable son el MNP de bacterias colifecales por 100 ml de muestra
<i>Caudal</i>	Caudal de Río Atuel Las unidades de la variable son los m ³ / seg.
<i>Día semana</i>	Día de la semana en que se tomó la muestra
<i>Aptitud recreo</i>	Variable binaria (=1 si el agua era apta para recreación)
<i>Aptitud potabil.</i>	Variable binaria (=1 si el agua era apta para potabilización)

Las muestras se obtienen de acuerdo a recomendaciones normalizadas.

En la tabla 3 se reporta el número de observaciones con valor relevante (en algunas observaciones algunas de las variables no pudieron medirse, razón por la cual el número de observaciones puede ser diferente), la media de la variable, la desviación estándar como principal medida de dispersión y los valores mínimos y máximos encontrados en toda la muestra.

Como puede observarse, la cantidad de Bacterias Colifecales (bacterias termorresistentes), en promedio fue de 154,51 con una desviación estándar de 503,2 lo que representa una variabilidad importante en la cantidad de Bacterias Colifecales presentes en las distintas observaciones.

Las variables binarias que registran la aptitud del agua para recreación y potabilización, indican que en un 96,4 % de los casos observados la medición indica aptitud para potabilización y en un 75,7% de los casos resulta apta para recreación.

Tabla N° 3:valores medios de las variables, dispersión, máximos y mínimos

Variable	N° Obs	Media	Desv Est.	Min	Max
Colif. totales	392	273	695	0	11000
Ocupación	373	.1865	.24	0	1
Temp. agua	392	17.04	5.10	7.1	24.6
Oxígeno	392	9.16	1.13	6.9	13.25
Colif. Fecales	392	154.51	503.24	0	7500
Caudal m ³ /seg	392	34.91	11.72	3	60

Del análisis de la matriz de correlaciones simples entre las diferentes variables (sin incluir las variables binarias) .pueden observarse algunas características útiles para la evaluación de los resultados. En primer lugar el coeficiente de correlación entre las coliformes totales y las coliformes fecales es un valor muy cercano a uno, lo que indica que ambas variables contienen información muy parecida , permitiendo que los resultados encontrados respecto de una variable puedan generalizarse fácilmente a ambas variables. En segundo lugar, la correlación entre las variables que miden la cantidad de coliformes y la ocupación es positiva y cercana a 0,3 lo que resulta un valor estadísticamente significativo y que indica la presencia de cierto movimiento conjunto entre la ocupación y la cantidad de coliformes encontradas en las distintas observaciones.

Este resultado nos permite continuar abordando la hipótesis de una relación estadística significativa entre el grado de ocupación del lugar y la calidad del agua analizada.

EVIDENCIA SOBRE LA RELACIÓN ENTRE LA OCUPACIÓN Y LA CALIDAD MEDIDA DEL AGUA

Existen diversas formas de abordar el tratamiento de la relación ocupación-calidad del agua.

En primer lugar es necesario tener en cuenta otras relaciones causales esperadas como por ejemplo la dependencia de la ocupación respecto del día de la semana.

Por razones obvias, algunos días como el domingo concentran un nivel de ocupación mayor. (Fig 1)

En la siguiente tabla se muestra para el total de estaciones de monitoreo, para cada día de la semana la media registrada de ocupación y de coliformes totales. Como puede observarse, el día domingo registra los porcentajes de ocupación más elevados, con una media de 27% de ocupación. En segundo lugar de importancia aparecen los días jueves, viernes y sábado. Un resultado que resulta llamativo es la gran diferencia en el porcentaje de coliformes promedio detectadas el día sábado, casualmente el día anterior al día de mayor ocupación (Tabla 4–Fig 2).Este resultado puede surgir de algún comportamiento sistemático respecto de la eliminación de desechos o aguas servidas por parte de los agentes y asentamientos cercanos al río.

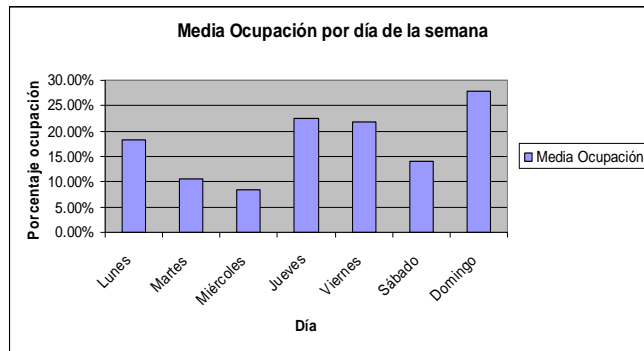


Figura N° 1: ocupación por día de la semana

Tabla N°4: variación de bacterias coliformes por día de la semana

Día de la semana	Media coliformes totales	Media ocupación
Lunes	233	0,18
Martes	250	0,10
Miércoles	149	0,08
Jueves	177	0,22
Viernes	280	0,21
Sábado	655	0,14
Domingo	276	0,28

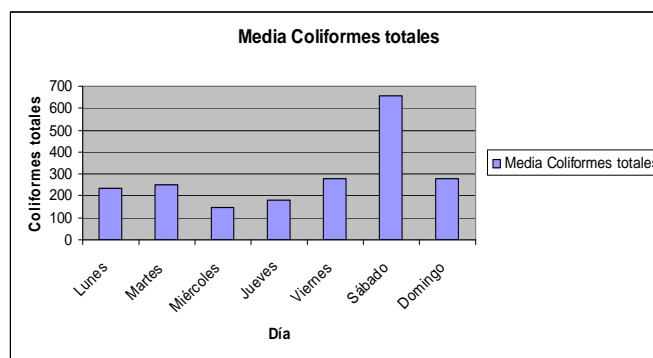


Figura N° 2: promedio de bacterias coliformes por día de la semana

También se muestra a continuación, (Tabla 5-Fig 3) la cantidad de casos detectados como **“aptos”**, **“no aptos”** o **“alerta”** (cerca del umbral de aptitud) para recreación, clasificados de acuerdo al día de la semana.

Tabla N° 5: aptitud para recreación por día de la semana

Aptitud p/ recreación	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
APTA	5	44	69	39	24	22	94
ALERTA	1	20	2	.	.	5	3
NO APTA	2	10	8	10	8	13	31
% de no aptitud	25%	7%	10,1%	20,4%	25%	32,5%	24,2%

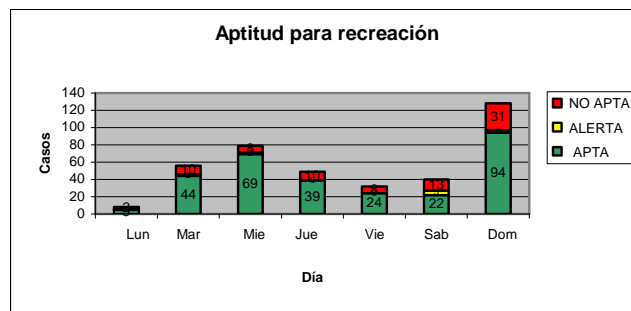


Figura N°3: aptitud para recreación según el día de la semana

Una aproximación más estricta de la relación entre la calidad medida del agua y el porcentaje de ocupación puede deducirse de la tabla, donde se reporta el promedio de coliformes detectadas para diferentes valores de ocupación de cada una de las observaciones (para el total de la muestra, sin distinguir entre estación de monitoreo).

Tabla N°6: relación grado de ocupación media de coliformes totales

Ocupación	Media de Bact. Colif. totales
0,0	103,2
0,1	340,9
0,2	196
0,4	176,9
0,6	581,5
0,8	559,2
1,0	3070,6

Puede observarse que si bien la relación no es monótona, cuando la ocupación alcanza el 100%, el promedio de coliformes totales supera los 3000 bacterias coliformes totales como NMP por 100 mL de muestra, un valor muy superior al del resto de los porcentajes de ocupación considerados. Este resultado indica claramente que los días con ocupación total, la calidad del agua se ve altamente afectada.

Las tablas muestran el promedio de ocupación para cada una de las categorías de aptitud para recreación y potabilización. Para dichas tablas se incorporaron una categoría de “alerta” para los valores cercanos al umbral crítico que define la aptitud.

Tabla N°7: aptitud del agua para la recreación en función de la ocupación

Aptitud para recreación	Ocupación media
APTA	0,15
ALERTA	0,16
NO APTA	0,31

Tabla N° 8: aptitud del agua para la potabilización en función de la ocupación

Aptitud para potabilizar	Ocupación media
APTA	0.17
ALERTA	0,48
NO APTA	0,59

En las tablas anteriores, se observa que el porcentaje promedio de ocupación es claramente superior para los casos donde se encontró evidencia de no aptitud tanto para la recreación como para potabilización. Por ejemplo para los casos declarados “no aptos para potabilización” se tiene una ocupación promedio del 59% mientras que los casos declarados como “aptos para potabilización” tienen una ocupación promedio del 17% solamente.

- Se detecta la posibilidad de la existencia de un vuelco de aguas servidas en las proximidades de la estación de monitoreo N° 2. El mismo se corrobora mediante los análisis de agua de un efluente proveniente de un establecimiento dedicado a las actividades turísticas.
- Se detecta la posibilidad de un vuelco, presunción que se pudo comprobar, en las proximidades de la estación de monitoreo N° 8.
- Se observa una notable mejora en la calidad del agua tanto para su uso para potabilización convencional como para recreación en contacto directo en el segundo período ,setiembre/mayo del segundo año de estudio.
- Se debe continuar con el monitoreo del Río, fundamentalmente el tramo comprendido entre las estaciones N° 3 a la N° 6 (Km 8,5 a 15 de la ruta Provincial 173) , que son las que presentan la mayor concentración de actividades turísticas, con la finalidad de detectar contaminación puntual ya sea por vuelco directo al curso del río o por percolación desde los sistemas de disposición de las aguas residuales al suelo.

5. CONCLUSIONES

Del estudio reralizado se concluye

- Coincidentemente con eventos tales como la festividad de Semana Santa, vacaciones de verano y semana estudiantil que convocan a grandes cantidades de visitantes con un importante aumento del grado de ocupación de espacios dedicados a la recreación y el alojamiento, se produce un deterioro de la calidad del agua del Río Atuel fundamentalmente para su uso recreativo en contacto directo.
- Se aportan evidencias a favor de que a mayor grado de ocupación y en la medida que no se hagan obras complementarias de saneamiento, se produce un mayor deterioro de la calidad del agua.
- Se puede hablar en general de una contaminación de sus aguas sin llegar a producirse una polución

7. ESTRATEGIAS DE CORRECCIÓN

Modificar la infraestructura turística ya existente en la zona estudiada, es una utopía. Ello implicaría la eliminación de importantes inversiones con el consiguiente perjuicio económico tanto para los propietarios como para la comunidad toda, ya que el estado debería afrontar litigios, con la posibilidad de perderlos en cuyo caso debería abonar importantes sumas de dinero por juicios, indemnizaciones, etc. ya

que todas las construcciones, aún algunas situadas sobre el cauce del río tienen su correspondiente autorización. Lo que sí es factible mejorar es:

1*- Agua potable: es viable la construcción de una planta de potabilización a los pies de la presa de Valle Grande y desde allí abastecer a todos los usuarios que se ubican aguas abajo. De esta manera se preservaría la salud de la población.

2*- Red cloacal: Sería ideal, instalar una red colectora de efluentes cloacales. Hay un estudio efectuado por una consultora para su instalación. Esta obra solucionaría sin duda de manera definitiva el problema de las aguas residuales y su impacto negativo sobre el suelo y el agua, tanto superficial como subterránea.

3*- Pequeñas redes colectoras: De no ser factible la concreción de la red cloacal, una medida de corrección adecuada sería la construcción de pequeñas redes colectoras que enlacen a dos o tres generadores de aguas negras. Éstas podrían almacenarse en tanques herméticos, para ser transportadas después a una planta de tratamiento, cercana a la zona. Finalmente, esas aguas ya tratadas, podrían ser reutilizadas en proyectos forestales.

4*- Aguas grises: podrían depositarse en el suelo mediante sistemas de percolación lo más alejados posible del curso del río.

8. RECOMENDACIONES

- *- Hacer hincapié en el cuidado de los espacios verdes de toda la zona.
- *- Respetar estrictamente la línea de ribera
- *- Fomentar la forestación para favorecer la eliminación de nitratos de los suelos.
- *- Efectuar un estricto control para evitar las construcciones clandestinas.
- *- Dotar a la zona de agua potable y de saneamiento de aguas residuales.
- *- Aumentar el número de recipientes para residuos en toda la zona ya que es notorio el aumento de la cantidad de residuos sólidos que se van depositando de manera progresiva, muchos de los cuales por negligencia o por acción de los vientos llegan al río..
- *- Efectuar una concientización de la población, a través de programas educativos, sobre la importancia que tiene la preservación del ambiente y fundamentalmente el agua, para que se tome conciencia de que la misma es un recurso escaso y limitado en el mundo. Recordar que sólo el 3% del agua de nuestro planeta es dulce.
- *- Promover un uso racional del agua potable
- *- Efectuar un adecuado control de los servicios de agua potable suministrada.