

CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN LA REGION COSTERA DE LA PLATA Y ALREDEDORES

**Cano, Leonardo¹; Fabiano, Italia¹; Elisio, Santiago¹; Elordi, María L.²; Primost,
Jezabel²; Andrinolo, Darío¹**

1: Programa Ambiental de Extensión Universitaria
Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de La Plata
Calle 47 y 115, La Plata, Argentina
lcano@quimica.unlp.edu.ar

2: Centro de Investigaciones del Medio Ambiente
Dpto. Química, Fac. Cs. Exactas
Calle 47 y 115, La Plata, Argentina
Universidad Nacional de La Plata
lucilaelordi@quimica.unlp.edu.ar

Resumen: *El objetivo principal de este trabajo es estudiar la calidad del agua superficial en tres cuerpos de agua de la ciudad de La Plata y alrededores: El arroyo “Del Gato”, la laguna de “Los Patos” y la zona costera bonaerense sur del “Rio de La Plata”. El monitoreo ambiental de los sitios mencionados se llevó a cabo desde el año 2012 hasta la actualidad, donde se tomaron muestras de agua superficial. En cada sitio se midieron los siguientes parámetros, in-situ: Temperatura del agua, Temperatura ambiente, pH, Oxígeno Disuelto y Conductividad, en laboratorio: Demanda Química de Oxígeno, Fósforo total y Fósforo reactivo soluble, Demanda Biológica de Oxígeno, Clorofila a, Coliformes totales y Fecales, Alcalinidad, Dureza, Oxígeno Disuelto, Turbidez. Los resultados obtenidos hasta la fecha demuestran que el Rio de La Plata en su región sur y la laguna de “Los Patos” presentan valores aceptables según los valores de referencia de calidad de aguas dulces para uso recreativo. En cambio, el Arroyo “Del Gato”, entre otros valores, presenta una elevada cantidad de coliformes fecales que superan la normativa antes mencionada y valores de Oxígeno Disuelto muy bajos que pueden ser críticos para el normal desarrollo de la biota del arroyo.*

Palabras clave: Agua Superficial, Calidad Ambiental, La Plata.

1. INTRODUCCIÓN

El carácter, generalmente espontáneo, con que se ha producido la expansión urbana e industrial en las últimas décadas, ha obligado a frecuentes improvisaciones en los programas

de desarrollo. Esta circunstancia ha impedido una adecuada organización de la prevención y saneamiento de la contaminación ambiental [1].

Tanto el desarrollo humano como el crecimiento de la población, ejercen presiones múltiples y diversas sobre la calidad y cantidad de los recursos hídricos y sobre el acceso a ellos. Estas presiones incluyen: el aumento de la urbanización que incrementa la vulnerabilidad a las enfermedades transmitidas por el agua, la creciente demanda de agua por las ciudades, la industria y la agricultura, a menudo asociadas a escasas oportunidades de fuentes alternativas. la variabilidad del clima que altera tanto la disponibilidad y calidad del agua, como los ciclos de inundación/sequía y el calendario de lluvias, las obras de infraestructura asociadas con el desarrollo, tales como represas, carreteras, y la metodología de riego, la deforestación, el colapso de los sistemas cloacales y de recolección-transporte de aguas pluviales urbanas; la incorrecta gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) cuyos lixiviados afectan los acuíferos más expuestos (freáticos).

Por su parte, la contaminación del agua se ve afectada por la carencia de servicios de saneamiento y por el vertido de aguas residuales inadecuadamente tratadas. Otros factores que contribuyen a incrementar la contaminación son el vertido incontrolado de residuos urbanos e industriales, y la escorrentía proveniente de campos dedicados a la producción agrícola que utilizan herbicidas y plaguicidas.

Las aguas superficiales son fuente de agua para consumo, y tienen un papel importante en el lavado y la limpieza, en la pesca, la piscicultura, y en la recreación. Particularmente, la contaminación fecal se origina por el vertido de aguas provenientes de baños y letrinas sin tratamiento adecuado, y por la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorios de agentes patógenos. Por otro lado, la contaminación química de las aguas superficiales se origina por vuelcos clandestinos, por tratamiento inadecuado de efluentes industriales, y por mal diseño de los sitios de descarga de residuos peligrosos o de los parques industriales [2-6].

Los cursos de agua de la Provincia de Buenos Aires, afluentes del Río de La Plata, son algunos de los más contaminados del país. Entre ellos se encuentra al río Matanza - Riachuelo, y a los arroyos Sarandí, Santo Domingo, las Conchitas y del Gato, entre otros.

En particular, para nuestra ciudad y alrededores hay tres cuerpos de agua muy importantes:

» Zona costera bonaerense sur del Río de La Plata: se considera de importancia por recibir la descarga de arroyos y conductos abiertos o entubados, y por ser fuente de plantas potabilizadoras de agua de localidades ribereñas.

» Arroyo "Del Gato": Este curso de agua también recibe vuelcos cloacales, efluentes industriales, lixiviados del CEAMSE y descargas pluviales de buena parte de la ciudad. Evidencia contaminación con organismos coliformes y alta concentración del anión nitrato disuelto en la superficie, así como elevada presencia de hidrocarburos y detergentes [7].

» Laguna de "Los Patos": Ubicado sobre la diagonal 74 camino a Punta Lara, frente al relleno sanitario del CEAMSE y recibe gran cantidad de lixiviados de este. Presenta un entorno propio de la laguna, con vegetación costera, e islotes de juncos. Puede observarse pastizales en los alrededores y una zona de monte atravesada por canales los cuales comunican la laguna con el arroyo del Gato.

Detectar el grado de contaminación presente en un cuerpo de agua a través de monitoreos

conduce a obtener una gran cantidad de datos referidos a diversos parámetros, incluso dimensionalmente diferentes, sin embargo para poder establecer una clara perspectiva de posibles patrones de contaminación los monitoreos deben sostenerse en el tiempo, con una buena periodicidad y abarcando todas las estaciones del año [8-9].

Ante esta necesidad de resolver diferentes tipos de conflictos asociados con el uso del agua y la conservación de la integridad ecológica de los sistemas acuáticos de la región, en este trabajo se exponen los datos del relevamiento de la calidad del agua superficial en tres cuerpos de agua de la ciudad de La Plata y alrededores: El arroyo "Del Gato", la laguna de "Los Patos" y zona costera bonaerense sur del "Río de La Plata" que se viene llevando a cabo con una frecuencia de toma de muestras de 15-30 días desde el año 2012.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la calidad del agua superficial en tres cuerpos de agua de la ciudad de La Plata y alrededores: El arroyo "Del Gato", la laguna de "Los Patos" y la zona costera bonaerense sur del "Río de La Plata".

2. METODOLOGIA

2.1. Región en estudio

Se proponen 3 sitios de monitoreo (Figura 1) en cada uno de los cuales se tomaron 3 muestras a fin de realizar un tratamiento estadístico adecuado:

» Zona costera bonaerense sur del Río de La Plata: El punto de muestreo se ubica en el Muelle del club de pescadores de Punta Lara. (34°49'38,43" S - 57°56'42,12" O).

» Arroyo "Del Gato" cercano a su desembocadura en el Río de La Plata: El punto de muestreo se ubica en su intersección con el camino Costero Almirante Brown. (34°50'46,73" S - 57°57'31,00" O).

» Laguna de "Los Patos": El punto de muestreo se ubica justo frente al CEAMSE. (34°50'31,10" S - 57°56'05,92" O).

2.2 Determinación de los parámetros de calidad fisicoquímica y microbiológica

Se realizó la determinación de los parámetros de calidad bacteriológicos y fisicoquímicos de cada cuerpo de agua. Se tomaron muestras de agua de los cuerpos de agua superficiales seleccionados cada 15 días, siguiendo procedimientos estandarizados internacionalmente [2, 10].

En cada sitio se midieron los siguientes parámetros in-situ, utilizando una sonda multiparamétrica de calidad ambiental - SPER CIENTIFIC:

- » Temperatura del agua
- » Temperatura ambiente
- » PH
- » Oxígeno Disuelto
- » Conductividad
- » Sólidos disueltos totales

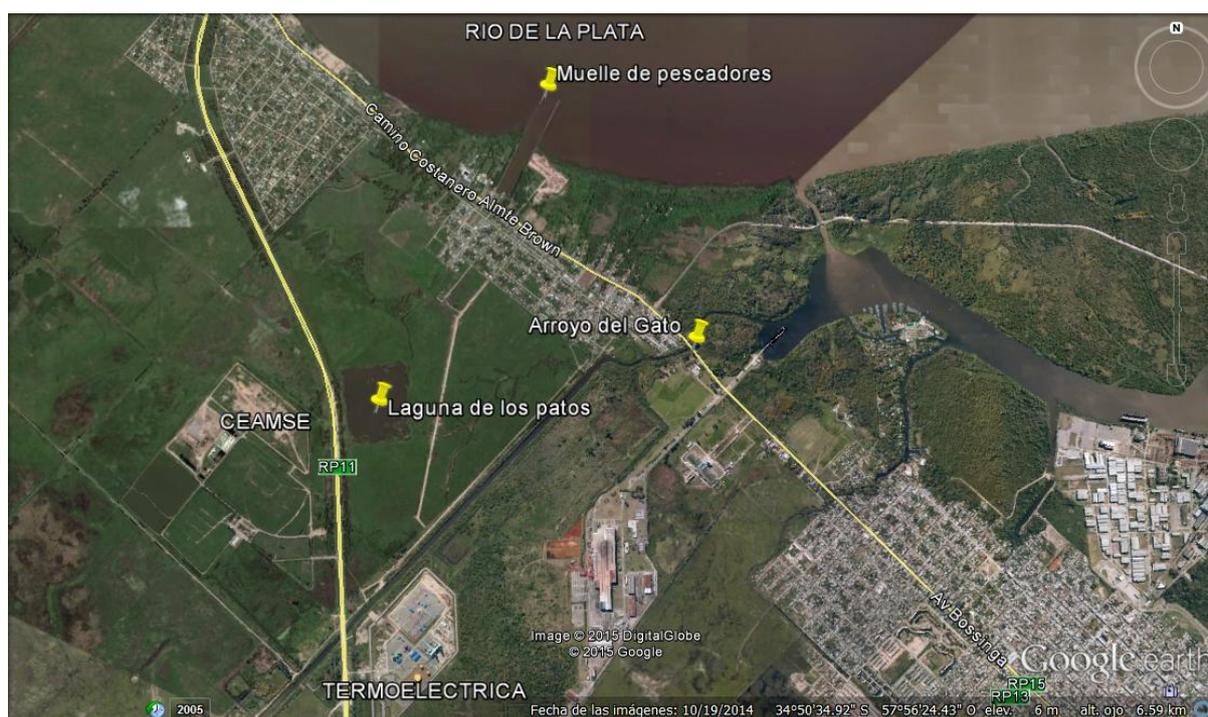


Figura 1 – Puntos de muestreo y algunos sitios de interés.

En el laboratorio se midieron los siguientes parámetros mediante técnicas estandarizadas internacionalmente [10]:

- » Demanda Química de Oxígeno (5220-D)
- » Fósforo total (4500-P D)
- » Coliformes totales y Fecales (adaptación 9221),
- » Oxígeno Disuelto (4500-O G)

Para las determinaciones microbiológicas, las muestras de agua pertenecientes a cada una de las estaciones se homogeneizaron y, a partir de las mismas, se realizaron diluciones decimales seriadas en agua de dilución estéril pH 7. Se utilizó la técnica de Fermentación en Tubos (Número Más Probable). En este método se usaron combinaciones de 3 tubos por dilución (hasta 10-6) de cada muestra. El medio empleado para detectar Coliformes Totales (CT) fue el caldo Lauril Triptosa de doble y simple concentración en la etapa presuntiva y caldo Lactosa Bilis Verde Brillante (LBVB) en la etapa confirmatoria, incubando los tubos en la primera etapa 48 h a 35°C y en la segunda 24 h a la misma temperatura. A partir de cada uno de los tubos que resultaron positivos en la prueba presuntiva, se inocularon tubos que contenían caldo EC. Este caldo se utilizó para determinar Coliformes Fecales o Termotolerantes (CF) y los tubos se incubaron 24 h a $44,5 \pm 0,2$ °C. Se consideraron positivos aquellos tubos que presentaron turbidez y producción de gas. El número más probable (NMP) de CT y CF por 100 ml de muestra, se obtuvo de la tabla correspondiente de acuerdo a la combinación de resultados positivos y

negativos en los tubos.

3. RESULTADOS

3.1. Rio de La Plata

En la Tabla 1 pueden apreciarse los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estudiados para el Rio de La Plata en el período 2012 – 2014.

Fecha	T (°C)	Cond (mS)	pH	DQO (ppmO ₂)	Ptotal (µg/L)	OD (ppm)	Coliform.tot. (NMP/100ml)	Coliform.fecales (NMP/100 ml)
21/06/2012	12,0	0,420	7,86	13,3	556,9	6,1	2,3 x 10 ²	3 x 10 ¹
05/07/2012	10,0	0,366	7,90	88,0	575,6	7,3	9 x 10 ¹	4,6 x 10 ¹
01/08/2012	11,0	0,304	7,74	22,4	303,0	7,7	1,5x10 ²	9 x 10 ¹
03/09/2012	14,5	0,314	7,72	23,6	308,8	7,5	9x10 ¹	4,6 x 10 ¹
23/10/2012	19,0	0,265	7,23	56,0	231,7	6,2	4x10 ¹	2,3 x 10 ¹
11/06/2013	13,9	0,334	6,92	57,3	364,7	3,9	9 x 10 ¹	2,3 x 10 ¹
02/07/2013	11,9	0,399	6,70	27,5	397,0	5,4	2 x 10 ²	2,3 x 10 ¹
30/07/2013	11,9	0,325	6,82	30,0	361,5	8,2	3 x 10 ²	4,3 x 10 ¹
20/08/2013	15,3	0,283	6,72	47,5	320,8	6,7	3 x 10 ²	1,1 x 10 ¹
02/09/2013	15,3	0,263	6,45	33,0	474,6	7,9	9x10 ¹	9x10 ¹
23/09/2013	13,0	0,284	6,10	61,0	401,5	6,2	4x10 ¹	4x10 ¹
07/10/2013	18,7	0,272	7,14	70,3	520,7	6,4	1,5x10 ²	4x10 ¹
21/10/2013	18,4	0,280	6,71	55,8	250,5	5,5	2,1 x 10 ²	9 x 10 ¹
05/11/2013	20,4	0,239	7,02	30,8	389,2	7,5	1,5 x 10 ²	4 x 10 ¹
18/11/2013	22,2	0,294	6,48	47,1	273,2	5,7	2,4 x 10 ³	9,3 x 10 ¹
02/12/2013	25,8	0,277	6,87	40,4	383,8	6,7	4,3 x 10 ²	4 x 10 ¹
18/02/2014	24,7	0,265	7,24	39,4	762,6	6,5	2,3 x 10 ²	4 x 10 ¹
11/03/2014	21,4	0,350	6,42	53,9	457,9	7,1	1,5 x 10 ²	4 x 10 ¹
05/05/2014	18,4	0,393	6,03	55,0	302,5	8,0	2 x 10 ²	3 x 10 ¹
26/05/2014	12,9	0,311	6,33	30,6	297,9	9,9	9 x 10 ¹	4 x 10 ¹
09/06/2014	11,7	0,345	7,06	12,8	345,4	8,9	2,3 x 10 ²	4 x 10 ¹
30/06/2014	11,3	0,354	7,70	15,3	294,1	8,1	9 x 10 ¹	4x10 ¹
01/09/2014	13,8	0,214	7,44	13,3	148,9	8,0	3 x 10 ²	4,6 x 10 ¹
22/09/2014	22,5	0,646	8,18	19,5	336,8	4,3	2,4 x 10 ³	4,6 x 10 ¹
14/10/2014	21,5	0,324	7,91	49,5	288,5	6,5	3 x 10 ²	2,3 x 10 ¹
27/10/2014	27,2	0,358	8,00	32,0	169,1	7,6	3 x 10 ²	2,3 x 10 ¹
10/11/2014	23,6	0,230	7,60	62,0	251,1	5,5	3 x 10 ¹	4,3 x 10 ¹
01/12/2014	20,1	0,309	7,57	41,3	192,4	7,4	7 x 10 ¹	1,1 x 10 ¹

Tabla 1 – Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del Rio de La Plata.

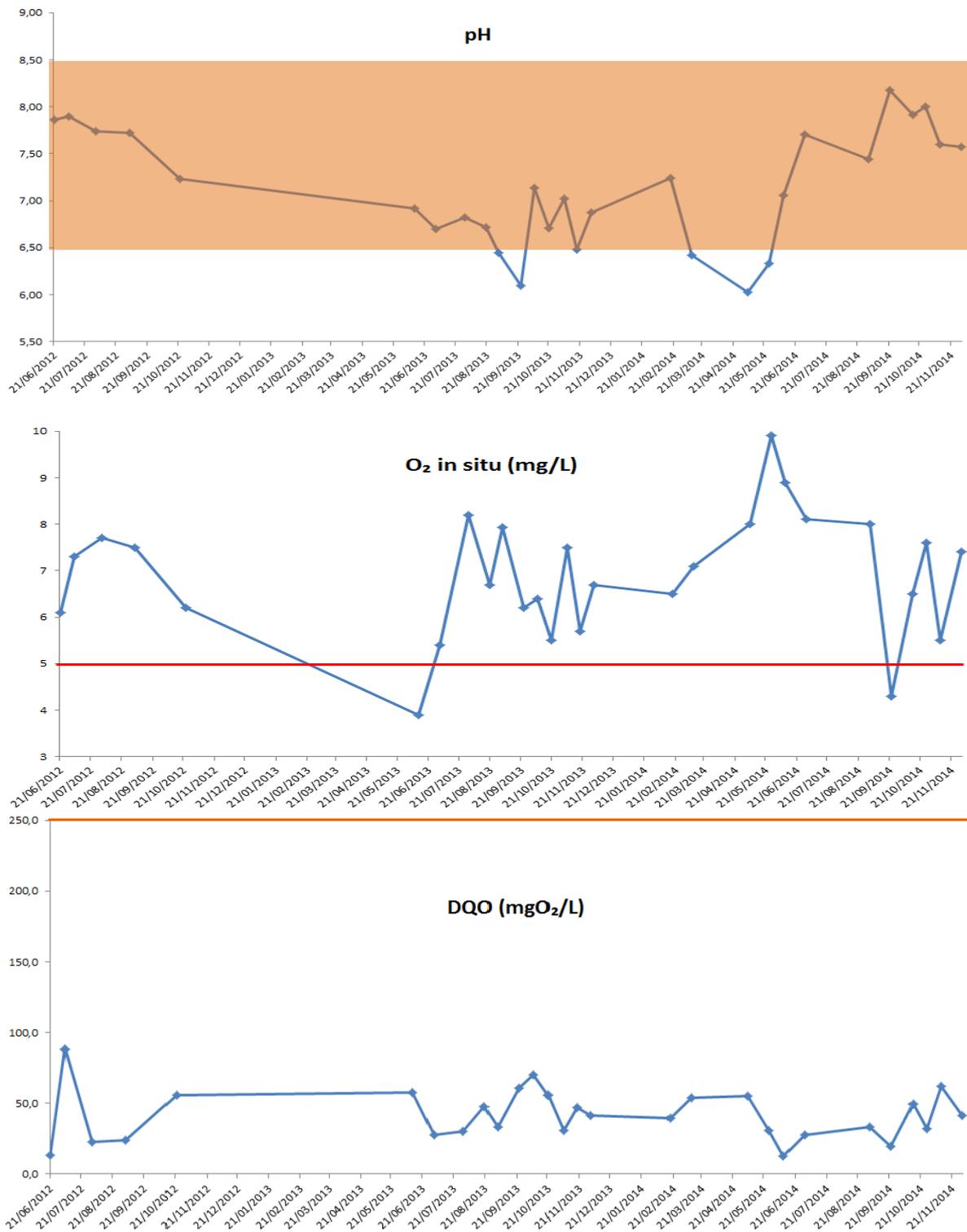


Figura 1 – Variación temporal de pH, OD y DQO en el Río de La Plata.

En cuanto a los aspectos fisicoquímicos, prestaremos atención a los tres parámetros que más aparecen en las normativas vigentes, el Oxígeno Disuelto (OD), el pH y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). La variación temporal de estos parámetros puede verse en la Figura 1, donde además se marcan los valores de referencia de las normativas vigentes.

Según los niveles Guía de Calidad de Agua para Protección de Vida Acuática de la ley vigente [11] los valores de pH deben situarse dentro del rango 6,5 – 8,5. De nuestros resultados vemos que el Río de la Plata presenta dos periodos, de julio a septiembre de 2013 y de marzo a mayo de 2014 donde el valor del pH de sus aguas no alcanza el valor mínimo establecido en la reglamentación vigente.

Los niveles guía de la cuenca del plata para la preservación vida acuática y para la recreación humana con contacto directo [12] establecen que el Oxígeno Disuelto (OD) debe ser mayor o igual a 5 mg/l. De nuestros resultados vemos que sólo en dos oportunidades (11/06/13 y 22/09/14) los valores de oxígeno disuelto no superan el mínimo establecido y la tendencia general de los valores históricos se mantiene constante con la mayoría de los valores comprendidos entre 6 y 8 mg/l de Oxígeno. En este sentido, podrían descartarse esos dos valores anómalos y considerar que el curso de agua cumple con la normativa vigente desde 2012 a la fecha.

Cabe destacar que los valores de DQO obtenidos se encuentran muy por debajo del valor máximo permitido. Según el límite para descarga de efluentes, Conducto Pluvial o Cuerpo de agua superficial de la Ley Prov. 5965 [13] el valor de la Demanda Química de Oxígeno no debe superar el valor de 250 mg/l.

Los tres parámetros bacterianos que han sido determinados históricamente en la Franja Costera Sur del Río de la Plata son bacterias coliformes totales, bacterias coliformes fecales y *Escherichia coli*, considerándose necesaria la continuidad de su seguimiento, en particular la de los dos últimos ya que son considerados los indicadores de referencia más consistentes para establecer aptitud para uso recreativo de ambientes de agua dulce. Siendo los enterococos el indicador más consistente en el mismo sentido para ambientes de agua marina.

Los criterios de calidad para estos parámetros se establecen en general en términos de UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias/100 ml), estando los valores de referencia adoptados por la Provincia de Buenos Aires [14] especificados en estos términos. Los datos reportados para bacterias coliformes totales, bacterias coliformes fecales y *E.coli* en el período se han obtenido aplicando el método de tubos múltiples, que expresa los resultados en términos de número más probable de microorganismos/100 ml (NMP/100 ml). Si bien en la práctica la información obtenida mediante ambos métodos es similar, sus resultados no son estrictamente comparables. De todos modos, existen algunos valores de referencia establecidos por leyes provinciales que usaremos para analizar nuestros resultados [15]:

- Límites admisibles para efluentes cloacales que descargan a cursos de agua:

Coliformes totales: $< 5 \times 10^3$ NMP/100mL.

- Agua que entra al sistema de distribución:

Coliformes totales: $< 2,2$ NMP/100 mL.

- Valores de referencia de calidad de aguas dulces y marítimas para agua de uso recreativo:

Coliformes fecales: $1,26 \times 10^2$ NMP/100mL.

Tomando la última referencia para el análisis de nuestros resultados vemos que los valores de recuento de bacterias Coliformes fecales se mantienen constantes a lo largo del tiempo con valores entre 4×10^1 y 9×10^1 NMP/100ml y nunca se han superado los límites establecidos para el uso del agua con fines recreativos.

3.2. Laguna de los Patos

Los resultados obtenidos en el monitoreo de la Laguna de los Patos en el periodo 2012-2014 pueden apreciarse en la Tabla 2. Al igual que en el apartado anterior, en la Figura 2 se grafica la variación en el tiempo del pH, el Oxígeno Disuelto y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Los valores de pH han estado fuera del rango óptimo (6,5 – 8,5) en varias oportunidades, alcanzando un valor máximo alarmante de 9,24 y manteniéndose por debajo del mínimo durante largos periodos de tiempo, especialmente entre fines de 2013 y comienzos de 2014. Cabe destacar que durante el periodo de verano, donde las temperaturas son altas, y gracias a la elevada cantidad de Fósforo que presenta la laguna, en la misma proliferan diversas plantas acuáticas entre las que predominan las del tipo *Pistia stratiotes*, vulgarmente llamado como “Repollito de Agua”. El avance de las mismas es tal que llega a cubrirse toda la laguna de las mismas. En diversos trabajos se menciona que la aparición de este tipo de plantas produce cambios en las propiedades fisicoquímicas del agua, por ejemplo bajando el pH de la misma, asique este efecto podría ser el causante de los valores de pH cercanos a 6 que hemos obtenido para la laguna en ese periodo [16].

Como ya hemos mencionado el nivel guía para el Oxígeno Disuelto debe estar por encima de 5 mg/l para la preservación de la vida acuática y permitir la recreación en el cuerpo de agua. De nuestros resultados vemos que los valores de OD se han mantenido altos durante gran parte del tiempo en que se ha muestreado, sin embargo durante los meses de septiembre, octubre y noviembre se observa una notable disminución llegando a un valor mínimo de 3,3 mg/l de Oxígeno que pone en riesgo la vida de las especies que habitan en la laguna.

Como ya se ha mencionado, el valor de la Demanda Química de Oxígeno no debe superar el valor de 250 mg/l. Puede observarse que entre nuestros resultados hay dos muestreos que superaron este valor ampliamente, alcanzando un valor máximo de 330 mg/l el día 30/07/13. Evidentemente la presencia de compuestos químicos demandantes de oxígeno en la laguna es elevada, tal vez debido a la cantidad de lixiviados que recibe del relleno sanitario que se encuentra cercano.

Si analizamos la calidad microbiológica de la Laguna de Los Patos veremos que los valores obtenidos para las bacterias Coliformes Fecales siempre se mantuvieron por debajo del límite establecido para el uso del cuerpo de agua con fines recreativos, con valores que oscilan entre 1 y 9×10^1 . Sin embargo en el muestreo de diciembre de 2014 se observa una gran cantidad de coliformes totales que alcanza el valor de $1,1 \times 10^4$ lo cual superaría el límite provincial para efluentes cloacales que descargan en cuerpos de agua.

Tal vez la conexión que tiene esta laguna con el Arroyo del Gato, quien recibe gran parte de los efluentes cloacales de la ciudad, sea la causa de estos valores elevados en las bacterias coliformes.

Fecha	T (°C)	Cond (mS)	pH	DQO (mgO ₂ /L)	Ptotal (µg/L)	OD (mg/L)	Colif.tot. (NMP/100ml)	Colifor.fecal (NMP/100 ml)
23/10/2012	19,0	0,493	8,01	96,7	683,4	6,3	5 x 10 ²	2,1 x 10 ¹
06/11/2012	29,0	0,470	9,24	143,5	517,0	8,2	2 x 10 ²	1,4 x 10 ¹
20/11/2012	30,0	0,524	7,89	203,5	503,7	5,6	2,3 x 10 ²	4 x 10 ¹
29/04/2013	19,3	0,340	8,10	118,5	492,8	5,0	1,5 x 10 ²	1,5 x 10 ¹
11/06/2013	13,8	0,340	8,70	220,7	499,2	6,0	1,5 x 10 ¹	3 x 10 ⁰
02/07/2013	10,6	0,317	7,80	192,5	485,9	7,3	2,3 x 10 ²	9 x 10 ¹
30/07/2013	12,8	0,381	8,57	330,0	413,4	7,7	7 x 10 ¹	4 x 10 ¹
20/08/2013	19,7	0,430	9,40	210,0	547,8	13,0	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹
02/09/2013	16,1	0,435	7,95	210,5	594,6	10,0	1,1 x 10 ³	9,3 x 10 ¹
23/09/2013	12,2	0,393	6,25	218,5	466,5	11,5	4,3 x 10 ¹	1,5 x 10 ¹
07/10/2013	19,4	0,414	6,31	190,3	489,0	8,8	9,3 x 10 ¹	4,3 x 10 ¹
21/10/2013	19,1	0,444	6,02	299,2	900,1	8,3	4,6 x 10 ²	1,5 x 10 ²
05/11/2013	21,2	0,473	6,05	157,4	836,3	11,5	5 x 10 ²	2,1 x 10 ¹
18/11/2013	21,9	0,466	6,03	170,4	950,5	7,8	4 x 10 ¹	2,1 x 10 ¹
02/12/2013	26,5	0,487	6,51	146,2	981,6	8,3	1,5 x 10 ²	1,4 x 10 ¹
18/02/2014	24,5	0,384	6,66	198,3	1217,0	10,3	1,5 x 10 ²	2,1 x 10 ¹
11/03/2014	20,9	0,381	6,80	193,9	966,0	7,8	2 x 10 ²	4 x 10 ⁰
05/05/2014	19,2	0,354	6,18	175,0	424,5	9,1	5 x 10 ²	1,5 x 10 ¹
26/05/2014	11,8	0,303	6,12	132,8	417,5	7,0	2,1 x 10 ²	4 x 10 ¹
09/06/2014	11,3	0,318	7,35	101,7	288,7	7,3	2,3 x 10 ²	1,5 x 10 ¹
30/06/2014	9,8	0,348	7,60	68,3	219,1	6,9	1,5 x 10 ¹	7 x 10 ⁰
01/09/2014	14,5	0,382	7,19	47,0	400,1	5,0	4,3 x 10 ¹	3 x 10 ⁰
22/09/2014	21,6	0,404	7,82	64,5	259,3	4,6	2,3 x 10 ²	4 x 10 ¹
14/10/2014	21,3	0,294	7,81	97,0	137,3	4,2	9,3 x 10 ²	3 x 10 ¹
27/10/2014	28,5	0,318	7,13	64,5	187,8	3,9	2,3 x 10 ²	3 x 10 ¹
10/11/2014	24,7	0,262	7,59	117,0	421,9	3,3	1,5 x 10 ³	9 x 10 ¹
01/12/2014	18,4	0,275	7,76	114,7	276,3	8,3	1,1 x 10 ⁴	4 x 10 ¹

Tabla 2 – Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de La Laguna de los Patos.

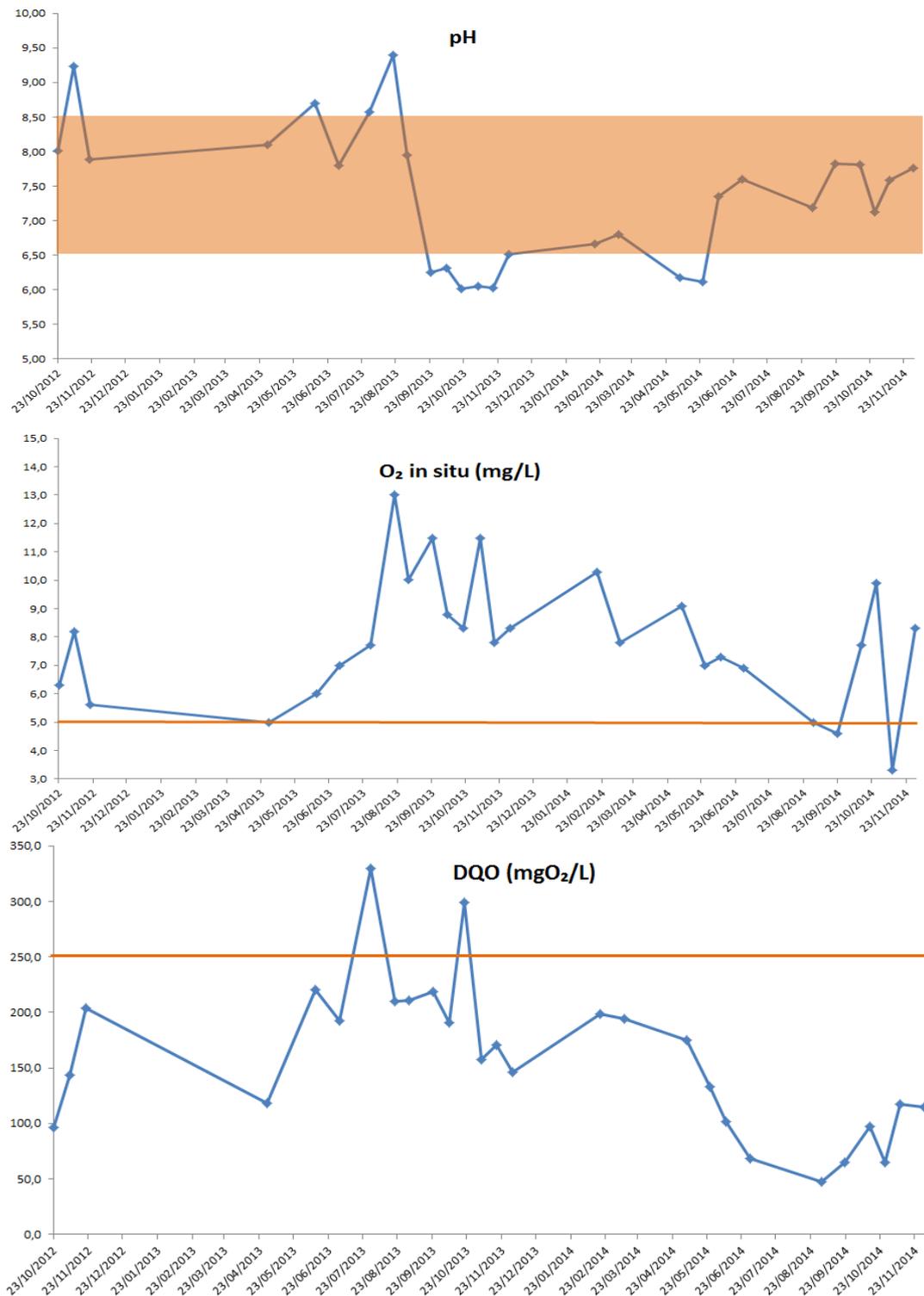


Figura 2 - Variación temporal de pH, OD y DQO en la Laguna de Los Patos.

3.3. Arroyo Del Gato

En la Tabla 3 pueden observarse los resultados obtenidos para el análisis fisicoquímico y microbiológico y en la Figura 3 la variación temporal del pH, el OD y la DQO del agua del arroyo del Gato justo antes de desembocar en el Río de La Plata.

Fecha	T (°C)	Cond (mS)	pH	DQO (ppmO ₂)	Ptotal (µg/L)	OD (ppm)	Coliform.tot. (NMP/100ml)	Coliform.fecales (NMP/100 ml)
23/10/2012	16,6	0,203	7,4	210	553,4	6,1	4,3 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴
11/06/2013	27	1,136	7,54	108,5	621	8,1	1,5 x 10 ⁵	2,1 x 10 ⁴
02/07/2013	26	1,727	7,56	88,5	532,3	10,9	9,3 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴
30/07/2013	20	1,324	7,6	94,5	241,2	5,7	1,5 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴
20/08/2013	14,7	1,1	7,6	132,3	1240,9	6,2	4,6 x 10 ⁵	2,3 x 10 ²
02/09/2013	12,9	1,175	7,6	267,5	1354	7,5	9 x 10 ⁵	9 x 10 ⁵
23/09/2013	12,5	0,727	7,12	260	409	8,3	2,3 x 10 ⁴	9 x 10 ³
07/10/2013	15,5	1,01	7,2	117,5	679	3	4,3 x 10 ⁴	9 x 10 ³
21/10/2013	17,3	1,4	6,97	125,5	1380,9	2,1	4,3 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴
05/11/2013	13,7	0,707	6,43	96	421,5	4,5	9 x 10 ³	4 x 10 ³
18/11/2013	20,1	1,47	6,75	135	985,3	2,5	7,5 x 10 ⁴	3,9 x 10 ⁴
02/12/2013	22	0,731	6,79	97,5	377,2	2,8	4 x 10 ³	4 x 10 ³
18/02/2014	21,4	1,07	6,88	143	1231,8	3,1	7 x 10 ³	1,5 x 10 ⁴
11/03/2014	23	1,173	6,67	82,6	1016,4	2,2	2 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴
05/05/2014	26,3	1,86	6,73	48,4	1144,2	2,2	9 x 10 ⁴	4 x 10 ³
26/05/2014	25,6	1,337	7,1	95	2109	2,6	5 x 10 ⁵	5 x 10 ⁵
09/06/2014	22	0,88	6,52	41,7	670,7	2,6	4 x 10 ⁵	2,3 x 10 ⁵
30/06/2014	19,1	1,558	6,3	80,6	712	2,1	1,5 x 10 ⁵	2,1 x 10 ⁴
01/09/2014	13,5	1,264	6,08	69,6	703,7	3,5	2 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁴
22/09/2014	13	1,336	6,76	61,7	374,6	2,9	5 x 10 ⁵	5 x 10 ⁴
14/10/2014	11,6	0,829	7,09	36,1	219,8	2,7	1,5 x 10 ⁵	9 x 10 ³
27/10/2014	14,9	0,737	7,38	19,5	135,2	5,3	9,3 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴
10/11/2014	20,1	1,497	7,56	72	133,6	4,6	1,5 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴
01/12/2014	21	0,729	7,6	102	219,1	3,1	4,6 x 10 ⁵	2,3 x 10 ²

Tabla 3 – Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del Arroyo del Gato.

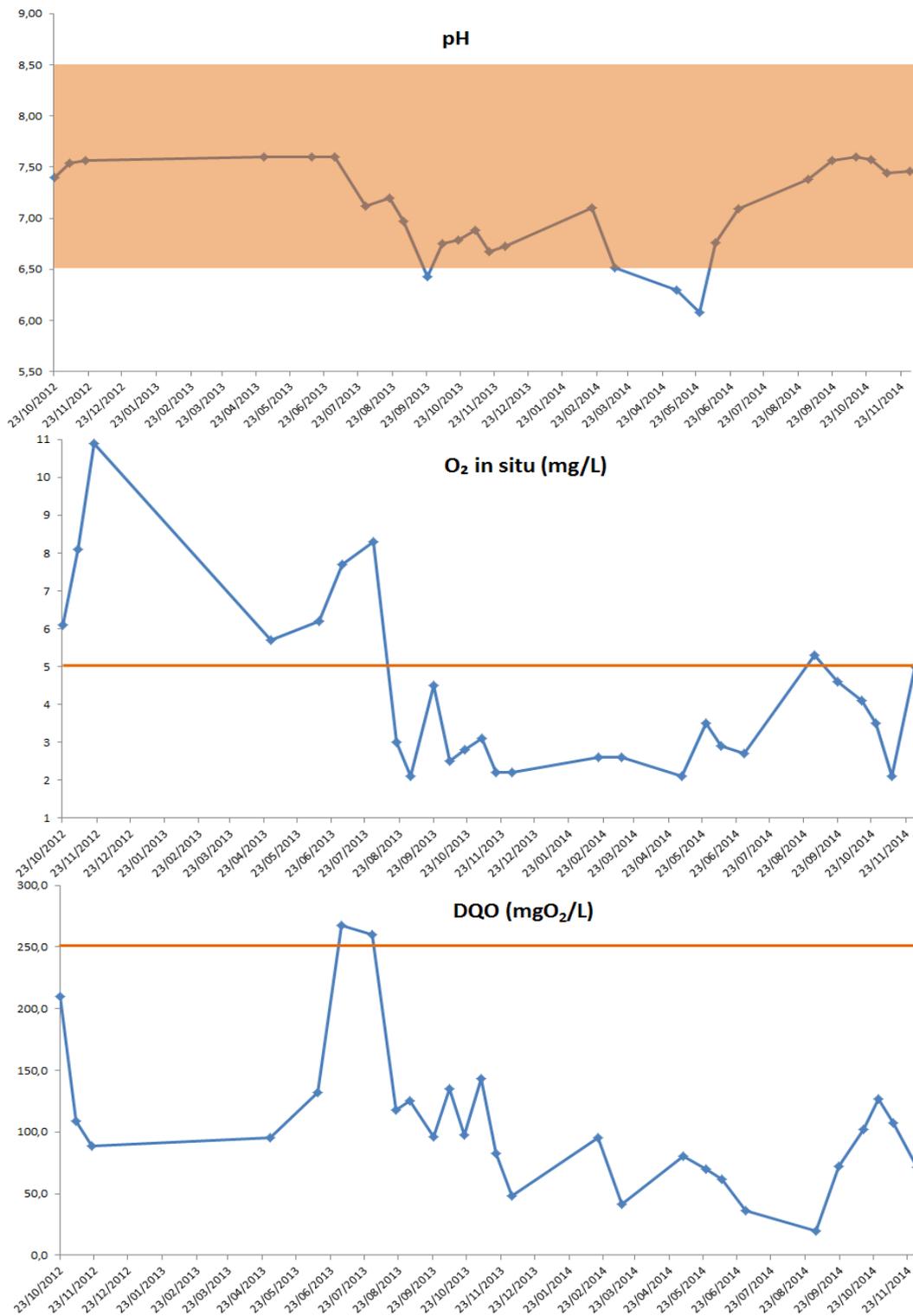


Figura 3 - Variación temporal de pH, OD y DQO en el Arroyo Del Gato.

El Arroyo del Gato atraviesa toda la ciudad de La Plata, pasando por zonas de producción agrícola, industrial y asentamientos precarios. Es receptor de vertidos de efluentes líquidos de plantas de tratamiento, que por estar subdimensionadas o no operar en las condiciones adecuadas, son poco eficientes para alcanzar los parámetros fisicoquímicos legislados. También, el arroyo recibe descargas de colectoras pluviales y vertidos clandestinos de efluentes líquidos. En general las colectoras cloacales urbanas reciben también efluentes de tipo industrial, cuya calidad complejiza la operación de una planta de tratamiento y obtener un efluente apto para descarga [7].

Con este panorama es de esperar que los valores obtenidos para este cuerpo de agua no cumplan con las legislaciones vigentes.

Podemos ver que los valores de pH obtenidos en nuestros muestreos están todos comprendidos entre 6 y 7,5, evidenciando aguas ligeramente acidas que en algunos muestreos descienden su pH por debajo del mínimo establecido.

Estos valores de pH bajos, en conjunto con la presencia de elevado tenor salino y elevada materia orgánica, contribuyen a una reducción del contenido de oxígeno disuelto, el cual se encuentra por debajo del valor guía en gran parte de nuestro monitoreo, alcanzando valores muy bajos cercanos a 2 ppm de Oxígeno en varias oportunidades.

Por las mismas razones recientemente expuestas la Demanda Química de Oxígeno supera el valor límite de 250 ppm de la ley provincial vigente para cuerpos de agua superficial.

El aspecto microbiológico también se ve fuertemente afectado por las mismas causas que se han mencionado, principalmente por la presencia de materia fecal que proviene de los efluentes con tratamientos deficientes y de vertidos clandestinos. Así es que se obtuvieron valores de recuento de bacterias coliformes fecales que superan no sólo los niveles para aguas de uso recreativo, sino también los límites admisibles para efluentes cloacales que descargan a cursos de agua (Coliformes totales: $<5 \times 10^3$ NMP/100mL). Se llegaron a obtener valores de 5×10^4 NMP/100ml para las bacterias mencionadas, con lo cual, con un margen de un orden de magnitud, este cuerpo de agua no podría considerarse ni apto como efluente cloacal.

4. CONCLUSIONES

- Se ha analizado la calidad fisicoquímica y microbiológica de tres cuerpos de agua de importancia para la ciudad de La Plata y alrededores, el Rio de La Plata, la Laguna de Los Patos y el arroyo del Gato, desde 2012 a la fecha de manera sostenida en el tiempo.
- Según los resultados obtenidos en este estudio los tres cuerpos de agua presentan algún grado de deterioro que se manifiesta en los parámetros de pH, Oxígeno Disuelto, DQO y/o bacterias coliformes, los cuales, en distinta proporción y recurrencia no cumplen con las normas vigentes para aguas de recreación.
- El caso del arroyo del Gato resulta ser el más alarmante con una elevada carga bacteriológica de origen fecal asociada probablemente a la falta de servicio de red cloacal en las viviendas que ocupan los márgenes de los mismos y a la descarga de efluentes con elevada carga orgánica.
- El vuelco directo de efluentes por particulares y los vuelcos cloacales directos o indirectos, sin tratamiento o deficiente, aportan microorganismos que pueden causar múltiples patologías humanas, desde parasitosis a infecciones bacterianas y teniendo en cuenta que en los márgenes del Arroyo del Gato están superpoblados, con varios asentamientos donde faltan los servicios básicos, con estos resultados se demuestra que la salud de todos esos pobladores corre serios riesgos.

REFERENCIAS

- [1] RIO DE LA PLATA. CALIDAD DE LAS AGUAS FRANJA COSTERA SUR. Informe de Avance. Editado por OSN, AGOSBA y SIHN (1994).
- [2] WHO (World Health Organization). Guidelines for drinking-water quality (3rd Edition). Geneva. 1 (7): 105-126, (2008).
- [3] Batterman S., Eisenberg J., Hardin R., Kruk M.E., Lemos M.C., Michalak A.M., Mukherjee B., Renne E., Stein H., Watkins C. and Wilson M.L.. “Sustainable Control of Water-Related Infectious Diseases: A Review and Proposal for Interdisciplinary Health-Based Systems Research”, *Environmental Health Perspectives*, 117 (7), 1023-1032. (2009).
- [4] Asanoa T., Cotruvo J.A. “Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater: health and regulatory considerations”, *Water Research*, 38, 1941–1951,(2004).
- [5] OPS (Organización Panamericana de la Salud). La Salud y el Ambiente en el Desarrollo Sostenible, OPS, Washington D.C., (2000).
- [6] Arcos Pulido M., Ávila de Navia S.L., Estupiñán Torres S.M., Gómez Prieto A.C. “Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua”, *NOVA*, 3 (4), 1-116. (2005).
- [7] Estudio " Calidad ambiental de las Cuencas de los Arroyos del Gato y Pereyra". Proyecto PNUD-FREPLATA. CIMA, UNLP.
http://www.freplata.org/documentos/documentos/InformePNUD_final_gato_pereyra_final.pdf.
- [8] Torres P., Cruz CH. y Patiño PJ., "Water quality index in surface sources used in water production for human consumption. A critical review", *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8 (15), 79-94, (2009).
- [9] Yogendra K. y Puttaiah ET., "Determination of water quality index and suitability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka", *Proceedings of Taal 2007: The 12th World Lake Conference*, 1, 342-346, (2008).
- [10] American Water Works Association, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, Ed. Diaz de Santos, 20th Edition, (1998).
- [11] Niveles Guía de Calidad de Agua para Protección de Vida Acuática. Agua Dulce Superficial. Ley Nac. 24051. Decreto Reglamentario 831/93.
- [12] Grupo de Trabajo Técnico, ACuMaR, “Evaluación de la calidad del agua en la Franja Costera Sur del Río de la Plata mediante modelación matemática”, *proyecto INA 1.207*, Informe LHA 02-1.207-11, (2011).
- [13] Límite para descarga Conducto Pluvial o Cuerpo de agua superficial. Ley Prov. 5965 Res. 336/03. (2003).
- [14] Valores de referencia de calidad de aguas dulces y marinas para protección de la biota acuática, para agua de uso recreativo y aguas dulces como fuente de agua potable en la zona de uso exclusivo del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Administración del Agua de la Provincia de Buenos Aires. La Plata. Resolución 42/06

(2006).

[15] Normas de calidad para desagües cloacales, provincia de Buenos Aires (Ley n° 11.820, anexos A y B. (2003).

[16] R. H. Attionu, "Some effects of water lettuce (*Pistia stratiotes*, L.) on its habitat", *Hydrobiologia*, Volume 50, Issue 3, pp 245-254 (1976).