

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS POZOS DEL RECINTO “AGUAS VERDES” (SANTA ELENA) Y SU REPERCUSIÓN EN LAS POBLACIONES ALEDAÑAS

*María Arroyo Osorio
Rosa Sigüencia García
Genoveva Torres Muñoz
Yéssica Lavayen Tamayo
Jorge Campos Castro*

**Investigación
Tecnología e Innovación**

Revista de divulgación de la Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos



ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS POZOS DEL RECINTO “AGUAS VERDES” (SANTA ELENA) Y SU REPERCUSIÓN EN LAS POBLACIONES ALEDAÑAS

María Arroyo¹, Rosa Sigüencia², Genoveva Torres³, Yéssica Lavayen⁴, Jorge Campos⁴

RESUMEN

Desde agosto de 2007 a enero de 2008, se realizó un estudio de calidad del agua en los pozos del recinto “Aguas Verdes” (Península de Santa Elena) y su repercusión en las poblaciones aledañas. Se determinó y cuantificó la carga bacteriana (bacterias totales, coliformes totales y *Echerichia coli*), detección de pesticidas, análisis de metales pesados (Pb, Zn, Ni), la identificación de los componentes del nanoplankton existentes en el agua de los pozos, una capacitación para la purificación del agua mediante técnicas caseras, finalmente la socialización con los involucrados. Se realizaron 4 muestreos en los cinco pozos seleccionados, entre los meses de septiembre a noviembre. En la metodología de laboratorio se procedió a los análisis microbiológicos, físico-químicos, pesticidas, metales pesados y fitoplanctónicos. Los resultados reportaron que sólo el Pozo 1 es apto para consumo humano y doméstico, que el Pozo 5 presenta una marcada diferencia por sus elevados valores de sólidos totales disueltos, sulfatos y cloruros, mientras que los Pozos 2,3,4 sólo pueden ser utilizados para riego agrícola y cría de animales. En general, el agua de los pozos, no estaba contaminada con pesticidas (organoclorados y organofosforados). Se puede concluir que la situación actual del recinto Aguas Verdes, refleja la carencia de los principales servicios básicos así como también deficiencias en la educación y la salud.

1 Directora de proyecto. Directora técnica del Laboratorio de Macrobentos del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Correo: suberina99@yahoo.es

2 Investigadora. Directora técnica del Laboratorio de Microbiología del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Correo: rosy6sg@gmail.com

3 Investigadora. Directora técnica del Laboratorio de Bioensayo del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Correo: raquelmt21@hotmail.com

4 Becarios del proyecto. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil.

Palabras Claves: calidad del agua, microbiológicos, pesticidas, metales pesados, purificación

1. INTRODUCCIÓN

El agua está ligada a la vida y al desarrollo del ser humano, es por tanto un recurso multifuncional y valioso con demanda creciente que, en algunos casos, puede ser objeto de conflictos entre usuarios; por eso, mantener y preservar las fuentes de agua es de suma importancia.

Los países de América Latina han hecho un esfuerzo considerable, durante los últimos 40 años, para asegurar que cada persona tenga un abastecimiento de agua segura para consumo humano. Sin embargo, ha sido difícil alcanzar esta meta ya que no siempre se encuentra al alcance de los grandes segmentos poblacionales y, menos aún, de las áreas rurales donde la calidad del agua de los suministros es el principal problema por la contaminación bacteriana de los pozos sépticos, que son usados muy frecuentemente en estos lugares, ya que no cuentan con sistemas de drenaje. Cabe resaltar que los efluentes (rebosamientos y derrames) de un tanque séptico pueden filtrarse hacia la capa freática y posiblemente llegar hasta el pozo de algún otro vecino.

El agua subterránea puede contaminarse con elementos químicos, industriales, domésticos y de la agricultura que se encuentran en la superficie, -esto incluye herbicidas y plaguicidas-, por lo que es necesario medir e identificar los contaminantes del agua. Estos se dividen en dos grupos: *contaminantes disueltos y sólidos suspendidos*. (Capó, M. 2002).

El deterioro de la calidad del agua supone un grave problema ambiental, económico y social. Cada segundo, las industrias, las ciudades, las zonas agrícolas, vierten toneladas de residuos a los ríos y a las costas. Cada litro de agua contaminada que se vierte significa la pérdida de cien litros de agua potable (15).

Dado el potencial riesgo en la salud humana que puede provocar la contaminación de las aguas para beber y la escasez de datos al respecto, hay una gran necesidad de evaluar esta agua y desarrollar estrategias para reducir y prevenir la contaminación.

Las comunidades más pobres, asentadas especialmente en los países en vías de desarrollo, son los más vulnerables al impacto en la salud y, al mismo tiempo, en ellas existen menos medidas de control ambiental (16).

La Comuna “Bajadas de Chanduy” tiene su origen en la instalación de algunas familias indígenas que hacia finales de la Colonia se trasladaron allí desde la Reducción de Chanduy, y desde el sitio El Morro que en esa época pertenecía a los indígenas de Chanduy. Se movían buscando agua y pastos para su ganado. Ya instaurado el gobierno de la República, la “Antigua Comunidad de Indígenas de Chanduy” adquiere en 1835 el título de Bajadas; y, en 1853,

agrega el de Aguas Verdes. Con estos dos títulos de propiedad de tierras, la Comunidad extiende sus derechos desde las zonas más secas del mar hasta las zonas más húmedas de la cordillera Chongón-Colonche. Un territorio de más de 25.000 has que incluye no solo recursos naturales sino pozos de agua y albarradas.

Inicialmente la población se instala alrededor de pozos de agua en el sitio Aguas Verdes, y posteriormente se funda lo que será la cabecera comunal que hoy se denomina Bajadas de Chanduy. Son descendientes de las familias más emblemáticas de la comunidad de Chanduy, como los Orrala, los Quinde y los Villón, los que aseguran habitar estos recintos desde hace más de 90 años (Álvarez, 1999, tomado del Proyecto las Albarradas en la Costa del Ecuador) (4).

Por las razones expuestas, este trabajo tuvo como objetivo estudiar la calidad del agua (carga bacteriana, presencia de pesticidas y metales pesados, etc.) en los pozos del Recinto Aguas Verdes (Península de Santa Elena) y su repercusión en las poblaciones aledañas. Asimismo, se procuró socializar los resultados de la investigación entre los pobladores y se plantearon vías de solución.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de Estudio

Este estudio se desarrolló en el Recinto Aguas Verdes que pertenece a la Comuna Bajadas de Chanduy (Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena), ubicado a unos 8 Km del Recinto Cerecita.

La actual Comuna Bajadas de Chanduy se integra por una serie de asentamientos distribuidos al interior de su territorio. El centro principal es el pueblo de Bajadas de Chanduy con más de 150 viviendas ubicadas a lo largo del río Bajadas de Chanduy y a unos 5 km del Recinto Cerecita ubicado en la carretera Guayaquil-Salinas.

2.2. Localización de los Pozos

La población obtiene el agua para sus necesidades básicas vitales y de uso antrópico de los cinco pozos existentes en el recinto, los mismos que son analizados en el presente estudio. La capacidad promedio de los pozos es de 3.4 m³.

TABLA I. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DE LOS CINCO POZOS ANALIZADOS DEL RECINTO AGUAS VERDES			
PUNTOS DE MUESTREOS	FOTOS (1 al 5)	COORDENADAS	CARACTERÍSTICAS
(PILETA)		SO 2° 17'38'' WO 80° 15' 55,1''	Este es el pozo principal del cual obtienen el agua para consumo doméstico, y está provisto de una pileta.
(JUNTO A LA PILETA)		SO 2° 17'38'' WO 80° 15' 54,7''	El agua de estos pozos está destinada a las labores de lavandería y mantenimiento de los animales.
(JUNTO AL POZO 2)		SO 2° 17'38,3'' WO 80° 15' 54,5''	
(DELANTE DE LA ESCUELA)		SO 2° 17'36'' WO 80° 15' 55,5''	
(ENTRADA AL RECINTO)		SO 2° 17'35,9'' WO 80° 15' 58,3''	Este pozo es poco utilizado por cuanto el agua está casi siempre turbia, por lo tanto la utilizan solo para mantenimiento de los animales.

2.3. Metodología de campo

Para este trabajo se efectuaron cuatro salidas de campo realizadas una vez al mes en septiembre y noviembre y dos veces en el mes de octubre. Se obtuvieron muestras de agua en cada uno de los pozos, las cuales fueron colectadas en botellas de polietileno de un litro de capacidad y frascos estériles de 500 ml. Luego fueron trasladadas al Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IIRN) de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil.

Simultáneamente se tomaron in situ los siguientes parámetros físicos: temperatura, salinidad, pH y color. La temperatura se midió utilizando un termómetro de mercurio graduado con un rango de 0° a 110°C; el pH se midió utilizando tirillas de papel Indicador Universal; la salinidad se estimó mediante

un refractómetro (vista) con un rango de 0 a 100 ppm; y, el color se registro mediante observación visual.

Las muestras para los análisis del nanoplancton fueron obtenidas realizando un raspado a las paredes de cada pozo con una espátula y guardadas en fundas plásticas con cierre hermético. Adicionalmente se tomó muestras del agua de cada pozo, filtrándola previamente por un tamiz con apertura de malla de 50µ para complementar el análisis.

Se midieron las coordenadas geográficas de cada pozo con un GPS eTREX Summit GARMIN y se registraron todas las observaciones posibles las mismas que fueron anotadas en una planilla de campo.

Todas las muestras fueron debidamente rotuladas y colocadas en una hielera manteniéndolas a una temperatura de 12°C (*Standard Methods*, 2005) (7), e inmediatamente trasladadas a los laboratorios.

2.4. Metodología de laboratorio

2.4.1. Laboratorio de Microbiología- IIRN

Para los análisis microbiológicos se utilizó el Método de Filtración por Membrana del *Standard Método* 2005, usando el medio de cultivo ColiBlue 24 para la detección simultánea de *Echerichia coli* y Coliformes totales, método recomendado por la EPA. Para el recuento de Bacterias totales se empleó el Medio de Cultivo Tryptone Glucose Extract (TGE).

2.4.2. Laboratorio de Bioensayo-IIRN:

Las muestras del fitoplancton se analizaron mediante la técnica de conteo celular en cámara de Sewit rafter, del *Standard methods* 2005, y la identificación de especies mediante claves taxonómicas “*Fresh Water Biology*” de Baldwin (1966) (1); “*Algas en Abastecimiento de Agua*” y la “*Guía para el Reconocimiento de Algas Dulceacuícolas*” de Mervin (1962)(5), “*Invertebrados y organismos unicelulares*” de Bellmann *et. al.*, (1991) (2), con la ayuda de un microscopio CARL ZEISS JENA (JENAMEES 2), con contraste de fase.

2.4.3. Laboratorio de Espectrofotometría por Absorción Atómica-IIRN

Los metales pesados fueron determinados con el espectrofotómetro modelo Perkin Elmer AAnalyst 100 y la determinación de cloruro y dureza total por colorimetría (Genesys 2).

2.4.4. Laboratorios particulares

Para los análisis de pesticidas (organoclorados y organofosforados), las muestras fueron trasladadas hasta el laboratorio del CSA ubicado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, el mismo que se basó en el Método de la EPA 8081.

Los parámetros físico-químicos tales como: sólidos en suspensión, sólidos totales disueltos, carbonatos, bicarbonatos y sulfatos, fueron analizados por el laboratorio San-Tor del Dr. Fortunato Torres.

Los resultados de los análisis fueron procesados por el equipo investigador para luego socializarlos con la población del Recinto Aguas Verdes.

2.4.5 Capacitación a la población del Recinto Aguas Verdes:

Se desarrolló una capacitación sobre el cuidado del agua, dirigida a la población del recinto, para lo cual se utilizó un registro de asistencia de los participantes, papelógrafos que contenían imágenes ilustrativas que detallaban cada uno de los procedimientos impartidos, dípticos informativos y materiales para la elaboración de un filtro de arena casero: recipiente plástico con llave con capacidad para 20 litros; piedras (grava y gravilla); arena de río y carbón activo

2.4.6. Transferencia de resultados:

Este proceso se realizó mediante charlas, donde se dio a conocer a los pobladores todos los puntos importantes del proyecto. Para esto, se emplearon papelógrafos ilustrados y dípticos informativos que previamente fueron elaborados y preparados por el equipo investigador. Así como también, se procedió a entregar al director de la escuela una copia del resumen del trabajo realizado en el recinto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Situación actual en la que se encuentra el recinto

La información proporcionada por los dirigentes del Recinto Aguas Verdes fue registrada en un formulario de preguntas, de las cuales se seleccionó las respuestas más significativas

- Breve reseña histórica del recinto Aguas Verdes
- La población carece de agua potable por lo que se abastecen del agua de los pozos.
- Carecen de algunos de los principales servicios básicos.
- Cada seis meses le dan mantenimiento a la pileta, pero no a los pozos.

- Dos veces al año visitan los del Ministerio de Salud.
- La enfermedad más frecuente es la gastrointestinal.
- En el recinto hay aproximadamente 80 viviendas y 300 personas.
- Eventualmente ciertas instituciones han analizado la calidad del agua de los pozos del recinto.
- El uso principal que se le da al agua de los pozos que no tienen pileta es para lavar ropa y mantenimiento de los animales.
- Subsisten de la cría y venta de animales, cultivos de ciclo corto y en menor cantidad del comercio.

3.2 Análisis de los datos obtenidos

Los resultados obtenidos en cada uno de los pozos fueron analizados estadísticamente y sus datos están resumidos en la Tabla III.

3.2.1. Contaminantes biológicos

Son varios los agentes que producen este tipo de contaminación, entre ellos tenemos los hongos, bacterias, virus y algas que pueden producir enfermedades, aunque algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua. Para nuestro estudio se determinó las bacterias coliformes y las microalgas (nanoplancton).

3.2.2. Contaminación por bacterias (Coliformes)

En cuanto a los análisis microbiológicos, tanto los valores de coliformes totales como los coliformes fecales estuvieron muy por debajo de los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (*Figura 6*).

3.2.3. Contaminación por microalgas (nanoplancton)

Los análisis realizados a cada uno de los pozos indican la presencia de cuatro especies de microalgas: *Gyrosigma sp.*, *Oedogonium sp.*, *Oscillatoria sp.* y *Mougeotia sp.*, pero su presencia fue muy escasa no evidenciándose en el Pozo 1. Los valores obtenidos no son significativos.

3.2.4. Contaminantes físicos – químicos

Según los resultados de los parámetros físico-químicos, sólo el POZO 1 es apto para utilizar su agua en el consumo humano. En los demás pozos los valores del total de sólidos disueltos (2669mg/L), se encuentran muy por encima del

valor permisible (1000 mg/L). En el caso del POZO 5 los sulfatos se presentaron con valores de 420mg/L que superan la norma de los 400 mg/L, publicado en el TULAS, aunque pueden ser usados para riego agrícola. De igual manera, los datos de Cloruros para el POZO 5 indican que su agua no puede ser usada para el consumo humano y que sólo los POZOS 2, 3 y 4 son los aptos para el regadío (Figuras 7-11).

3.2.5. FIGURAS

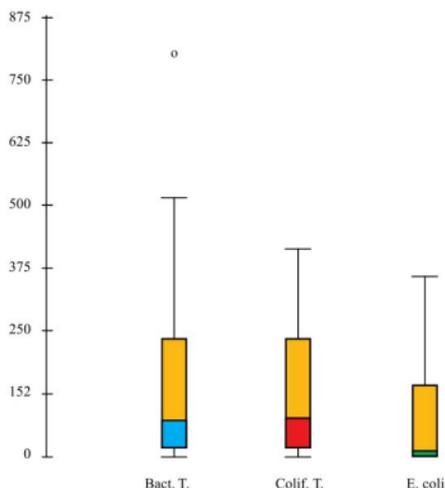


Figura 6. Cuento bacteriológico (UFC/100 ml) de los pozos del Recinto Aguas Verdes. Dispersión de conteos de Bacterias totales, Coliformes totales y E. coli.

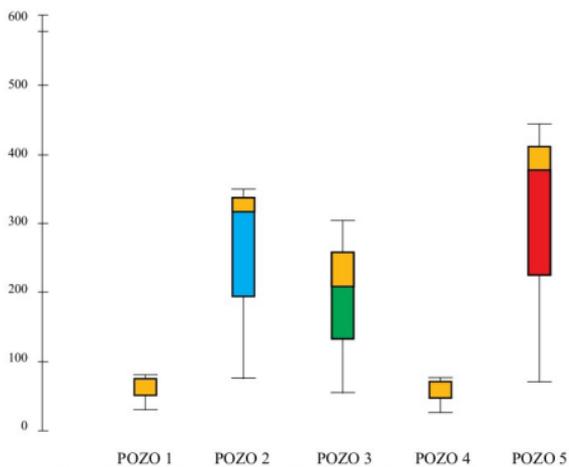


Figura 7. Dispersión de valores de Cloruros (mg/l) para los diferentes pozos del Recinto Aguas Verdes.

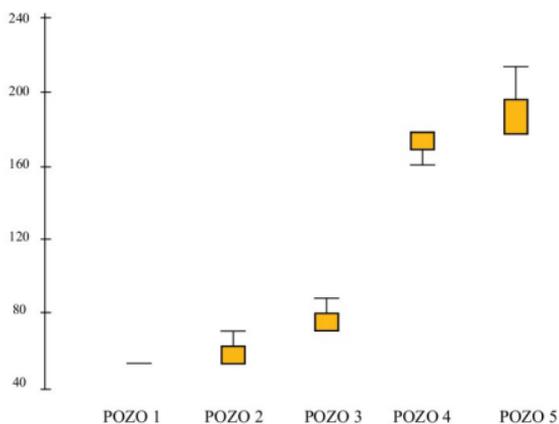


Figura 8. Dureza total (mg/l) de los pozos del Recinto Aguas verdes.



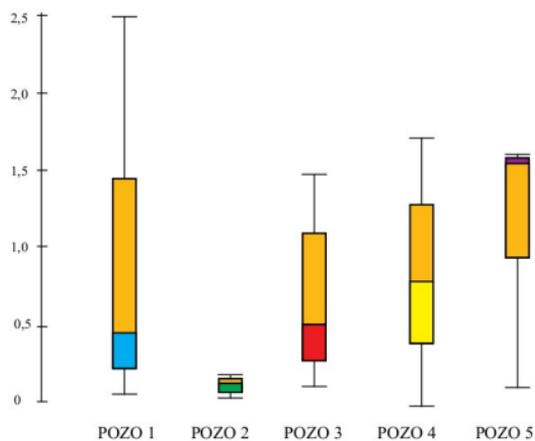


Figura 9. Niveles de Calcio (mg/l) contenido en el agua de los pozos del Recinto Aguas Verdes.

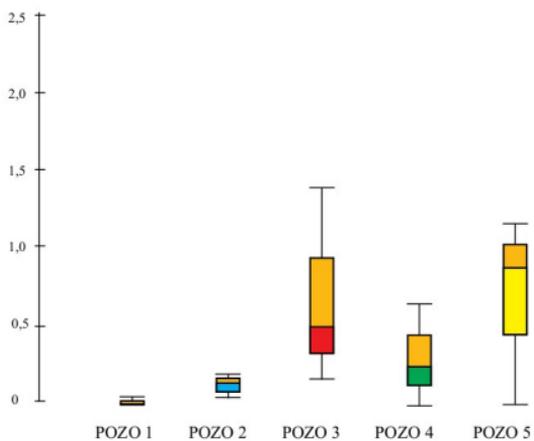


Figura 10. Niveles de Magnesio (mg/l), contenido en el agua de los pozos del Recinto Aguas Verdes.

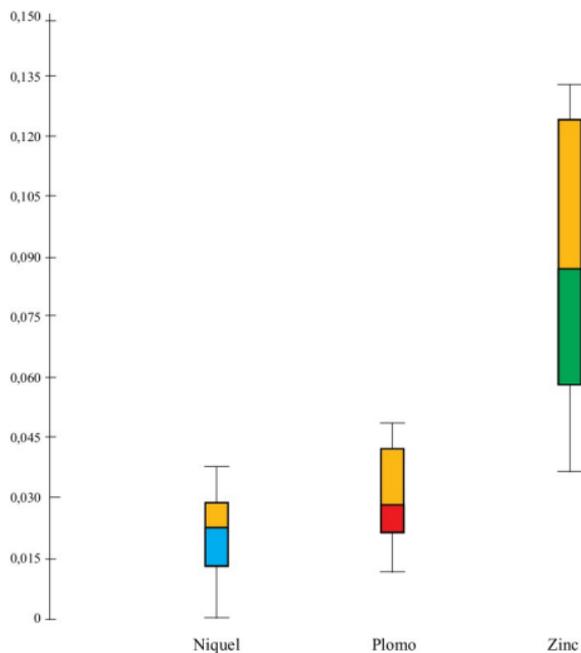


Figura 11. Concentración (mg/l) de los metales Niquel, Plomo y Zinc en el agua de los pozos del Recinto Aguas Verdes.



Tabla II. - Datos promedios de calidad de agua respecto a parámetros físico-químicos, pesticidas y microbiológicos. Los datos presentados en color rojo son significativamente diferentes (ANOVA de una vía con 95% de confianza).

ITEMS	Pozo 1		Pozo 2		Pozo 3		Pozo 4		Pozo 5		TULAS*	
	Transparente Ausencia	Ausencia	Ausencia	incolora Ausencia	Ausencia							
<i>Análisis Físico-Químicos</i>												
Color												
Olor y Sabor	27	28	27	28	27	28	27	28	28	28	-	-
Temperatura (°C)	7.4	8.3	7.4	8.3	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.4	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
pH	2	3	2	3	2	2	2	2	4	4	< 3	< 3
Salinidad (mg/l)	63.1	248.9	190.9	248.9	190.9	190.9	190.9	190.9	299.0	299.0	< 250	< 250
Cloruros (mg/l)	53.4	59.3	77.1	59.3	77.1	77.1	77.1	77.1	189.9	189.9	-	-
Dureza Total (mg/l)	0.995	0.423	0.703	0.423	0.703	0.703	0.703	0.703	1.196	1.196	-	-
Calcio(mg/l)	0.022	0.138	0.368	0.138	0.368	0.368	0.368	0.315	0.704	0.704	-	-
Magnesio (mg/l)	0.016	0.025	0.022	0.025	0.022	0.022	0.022	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Niquel (mg/l)	0.045	0.027	0.039	0.027	0.039	0.039	0.039	0.030	0.031	0.031	0.05	0.05
Plomo (mg/l)	2.320	15.550	8.837	15.550	8.837	8.837	8.837	29.272	39.030	39.030	200	200
Sodio (mg/l)	0.402	0.077	0.088	0.077	0.088	0.088	0.112	0.112	0.063	0.063	5	5
Zinc (mg/l)												
Pesticidas												
Organoclorados (µg/l)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.01
Organofosforados (µg/l)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.1
Microbiológicos												
Bacterias Totales (UFC/100ml)	126	90	130	90	130	130	130	350	67.5	67.5	-	-
Coliformes (UFC/100ml)	152.8	117.8	198.5	117.8	198.5	198.5	42.3	42.3	190.0	190.0	3000	3000
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	5	64	97	64	97	97	110.5	110.5	92.3	92.3	600	600

*Libro VI, Anexo I del TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria).

4. CONCLUSIONES

La situación actual del Recinto Aguas Verdes refleja la carencia de los principales servicios básicos así como también deficiencias en la educación y la salud. El agua del POZO 1 se considera apropiada para el consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional. El agua del POZO 5 no es apta para el consumo humano, debido a la coloración inadecuada, total de sólidos disueltos, sulfatos y cloruros elevados. Los Pozos 2,3 y 4 son aptos para el regadío y mantenimiento de los animales. El agua de los pozos del Recinto Aguas Verdes no tiene problemas con acumulación de metales pesados (Ni, Pb, Zn), ni residuos de pesticidas (organoclorados y organofosforados). La capacitación y transferencia de resultados a la comunidad fue muy bien acogida por los participantes que se mostraron interesados en que el proyecto tenga continuidad.

5. RECOMENDACIONES

- Cubrir, en lo posible, los pozos.
- Utilización de los filtros de arena para disminuir el riesgo de contaminación por bacterias o sólidos en suspensión. No descuidar el mantenimiento y limpieza de los filtros.
- Cumplir con el tratamiento convencional de desinfección del agua para uso potable, como se presenta en los dípticos entregados. Para mayor seguridad en el consumo del agua recomendamos que sea hervida durante 5 minutos.
- Realizar una limpieza periódica no solo a la pileta sino también al resto de los pozos para evitar una posible contaminación a futuro.
- Se aconseja continuar con el estudio de calidad de agua, en los meses de invierno, cuando el agua se presenta con un mayor número de impurezas y por lo tanto mucho más turbia

6. AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a la Dirección de Investigación y Proyectos Académicos, al Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Director del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales de la Universidad de Guayaquil, por su constante y valioso apoyo en la ejecución y logística del proyecto.

A los becarios Blga. Yéssica Lavayen Tamayo y Blgo. Jorge Campos Castro; al personal científico - técnico de los laboratorios del IIRN: Microbiología, Bioensayo y Espectrofotometría por Absorción Atómica, así como a los laboratorios particulares San - Tor y CSA, por su participación y ayuda en el procesamiento de las muestras del presente estudio.

A la comunidad del Recinto Aguas Verdes, a quienes está dedicado este trabajo, por su incondicional disposición en el aporte de información y la total confianza depositada en nosotros para la consecución de este trabajo. Así como, a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación del mismo.

7. REFERENCIAS

1. Baldwin H & Chandler G. 1966. Fresh Water Biology, Second edition, edited by Edmondson, USA.
2. Bellmann et al. (1991). Invertebrados y organismos unicelulares, editorial Blume, Barcelona – España.
3. Capó, M. (2002). Principios de Ecotoxicología: Diagnóstico, Tratamiento y Gestión de Medio Ambiente. McGRAW-HILL/Interamericana, España. S.A.U. 314pp.
4. Cuenca, J. (1995). Plan de Manejo de la represa Chongón Colonche “Parque Lago”. Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, pp.205
5. Mervin C. 1962. Algas en Abastecimientos de Agua, 1era edición, editorial Internacional, S.A. México.
6. Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS). Libro VI. Decreto Ejecutivo 2824. R.O. 623. Julio 2002, Quito - Ecuador.
7. Standard Methods, 2005. For the examination of water & wastewater, 21 st Edition, prepared and published by editorial Jointly Board.

Información vía Internet

8. <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionHQ12.pdf>
9. http://www.bonatura.com/desinfeccion_de_agua_potable.htm
10. http://www.epa.gov/safewater/faq/pdfs/fs_emergency-disinfection-drinkingwater-2006_spanish.pdf
11. <http://www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/monitoreo.pdf>
12. <http://water.usgs.gov/gotita/earthgwquality.html>
13. <http://www.epa.gov/safewater/agua/desinfeccion.html>
14. <http://idrinfo.idrc.ca/archive/ReportsINTRA/pdfs/v18n2s/111470.pdf>
15. www.greenpeace.com
16. www.insivumeh.com