

**EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTA DE ACCIONES DE
RECUPERACION DE LA CIENAGA MIRAMAR EN EL MUNICIPIO DE
BARRANCABERMEJA – SANTANDER**

JOANA VANESSA AMADO MARTINEZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESPECIALIZACION EN PRESERVACION Y CONSERVACION DE LOS
RECURSOS NATURALES
BUCARAMANGA
2012**

**EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTA DE ACCIONES DE
RECUPERACION DE LA CIENAGA MIRAMAR EN EL MUNICIPIO DE
BARRANCABERMEJA – SANTANDER**

JOANA VANESSA AMADO MARTINEZ

Monografía presentada como requisito para optar el título de Especialista en
Preservación y Conservación de los Recursos Naturales

Director

Biólogo. Ricardo Restrepo

Especialista en Ingeniería Ambiental – UPB

Especialista en Química Ambiental - UIS

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESPECIALIZACION EN PRESERVACION Y CONSERVACION DE LOS
RECURSOS NATURALES
BUCARAMANGA
2012**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
3. JUSTIFICACION.....	13
4. OBJETIVOS.....	15
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
5. MARCO REFERENCIAL	16
5.1. MARCO LEGAL.....	16
5.2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE.....	17
5.3. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
5.3.1. Localización general y caracterización del Área de estudio.....	22
5.3.1.1. Municipio de Barrancabermeja – Santander.....	22
5.3.2. Localización y caracterización área de influencia del Proyecto.....	23
5.3.2.1. Ciénaga Miramar.....	23
5.3.3. Caracterización del ecosistema.....	23
5.4. TÉCNICAS GENERALES DE RESTAURACIÓN.....	25
5.4.1. Técnicas de restauración de cuerpos hídricos bajo condiciones tropicales.....	29
6. METODOLOGIA PROPUESTA.....	35
6.1. GENERALIDADES.....	35
6.2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	35
6.3. RESULTADOS DE ANALISIS DE INFORMACIÓN.....	36
6.4. IDENTIFICACION Y PROPUESTA DE ACCIONES DE RECUPERACIÓN.....	36
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
7.1. GENERALIDADES.....	37
7.1.1. Identificación del cuerpo hídrico.....	37
7.1.2. Avance de Acciones de Recuperación.....	39
7.2. RESULTADOS DE ANALISIS DE INFORMACIÓN.....	40
7.2.1. Muestreo <i>in situ</i> Ciénaga Miramar.....	41
7.2.2. Características de la sonda multiparamétrica YSI 6600 V2.....	41

7.2.3. Toma de muestras de agua para el posterior análisis de laboratorio.....	43
7.2.4. Análisis de parámetros muestreados con sonda multiparametrica.....	44
7.2.5. Análisis de Resultados de Muestras de Agua enviados a Laboratorio (Proanálisis Ltda - Sanambiente).....	51
7.3. COMPARACIÓN ENTRE LA BIBLIOGRAFÍA PRESENTE EN LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y LOS MUESTREOS REALIZADOS.....	61
7.4. IDENTIFICACION Y PROPUESTA DE ACCIONES DE RECUPERACIÓN.....	67
8. CONCLUSIONES.....	69
9. RECOMENDACIONES.....	70
10. BIBLIOGRAFIA.....	71
GLOSARIO.....	74
ANEXOS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización Barrancabermeja.....	22
Figura 2. Ubicación Geográfica de la Ciénaga Miramar.....	37
Figura 3. Sonda multiparametros YSI 6600 V2.....	41

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Síntesis de las técnicas de restauración de cuerpos hídricos lenticos.....	26
Cuadro 2. Valores de Conductividad.....	45
Cuadro 3. Parámetros tenidos en cuenta en el análisis de laboratorio con su respectivo valor permisible.....	51

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Conductividad medida durante 5 meses en la ciénaga Miramar.....	44
Gráfica 2. Oxígeno Disuelto medido durante 5 meses en la ciénaga Miramar.....	46
Gráfica 3. Turbidez medida durante 5 meses en la ciénaga Miramar.....	47
Gráfica 4. Clorofila medida durante 5 meses en la Ciénaga Miramar.....	49
Gráfica 5. pH muestreado durante 5 meses en la ciénaga Miramar.....	50
Gráfica 6. Resultados de Sólidos Suspendidos obtenidos en prueba laboratorio.....	52
Gráfica 7. Resultados de Sólidos Totales obtenidos en prueba laboratorio.....	53
Gráfica 8. Resultados de DQO obtenidos en prueba laboratorio.....	54
Gráfica 9. Resultados de DBO ₅ obtenidos en prueba laboratorio.....	55
Gráfica 10. Resultados de Grasas y Aceites obtenidos en prueba laboratorio.....	56
Gráfica 11. Resultados de Aluminio obtenidos en prueba laboratorio.....	57
Gráfica 12. Resultados de Bario obtenidos en prueba laboratorio.....	58
Gráfica 13. Resultados de Coliformes fecales obtenidos en prueba laboratorio.....	59
Gráfica 14. Resultados de Coliformes Totales obtenidos en prueba laboratorio.....	60
Gráfica 15. Comparación de Oxígeno Disuelto entre la bibliografía y los muestreos.....	62
Gráfica 16. Comparación de Turbidez entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.....	63
Gráfica 17. Comparación de Bario entre la bibliografía y los muestreos realizados.....	64
Gráfica 18. Comparación de Grasas y Aceites entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.....	64
Gráfica 19. Comparación de Coliformes Fecales entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.....	65
Gráfica 20. Comparación de Coliformes Totales entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.....	66

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resumen técnico y planos básicos del Plan Saneamiento Hídrico.....	74
Anexo 2. Proyecto PTAR SAN SILVESTRE.....	91
Anexo 3. Graficas, reportes estadísticos y tablas mensuales de los cuerpos hídricos muestreados generados por el software ECOWATCH.....	102
Anexo 4. Informe mensual de resultados de pruebas de muestras de agua – Sanambiente – Proanálisis Ltda.....	123
Anexo 5. Características de la sonda multiparamétrica YSI 6600 V2.....	124
Anexo 6. Registro Fotografico.....	127

RESUMEN

TITULO: EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTA DE ACCIONES DE RECUPERACION DE LA CIENAGA MIRAMAR EN EL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA – SANTANDER

AUTOR: Joana Vanessa Amado Martínez

PALABRAS CLAVE: CIÉNAGA MIRAMAR, CARACTERIZACIÓN, AGUA RESIDUAL, PTAR – PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ANÁLISIS, DEPURACIÓN, LODOS ACTIVADOS, ACCIONES, CONSERVACIÓN.

CONTENIDO: El Municipio de Barrancabermeja, por poseer una ubicación estratégica, rodeado de humedales y con una importante refinería, es catalogado como uno de los municipios más importantes del país, situación que conlleva beneficios y a su vez un sin número de problemáticas, tanto a nivel social, con el incremento acelerado de población y asentamientos humanos que carecen, por lo general, de los servicios básicos; como a nivel ambiental, con la contaminación a sus cuencas hídricas, por fuentes antrópicas y carencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales, entre otras.

Una de los sistemas lénticos urbanos más importantes del Municipio es la Ciénaga Miramar, que aunque no sea utilizado para abastecer a la población de agua potable, si ejerce un papel fundamental en la dinámica ecosistémica del municipio, por lo tanto se llevaron a cabo comparativos, teniendo en cuenta bibliografía historia y análisis *in situ* y de laboratorio, con el fin de conocer el estado actual y las posibles acciones de recuperación.

Una vez realizado lo anterior, se puede concluir que la Ciénaga Miramar ha perdido su capacidad de autoregulación, las descargas directas de aguas residuales han eutroficado el cuerpo hídrico de manera tal que, para brindar una recuperación del humedal, se hace necesario eliminar por completo dichas descargas y a su vez implementar sistemas de limpieza y oxigenación, con el fin de darle tiempo al sistema para su estabilidad y posterior recuperación. Es de mencionar que es muy importante contar con el apoyo y compromiso por parte de los entes, instituciones y autoridades ambientales junto con la sensibilización de la población para poder aunar esfuerzos y preservar, conservar y recuperar, no solo el cuerpo hídrico Miramar, sino también los demás humedales de la región.

SUMMARY

TITLE : CURRENT STATE ANALYSIS AND PROPOSAL OF ENVIRONMENTAL MEASURES TO RECOVER THE MIRAMAR WETLAND IN THE TOWNSHIP OF BARRANCABERMEJA - SANTANDER

AUTHOR: Joana Vanessa Amado Martínez

TAG WORDS: MIRAMAR WETLAND, CHARACTERIZATION, RESIDUAL WATER, WWTP – WASTEWATER TREATMENT PLANT, ANALISYS, DEPURATION, ACTIVATED SLUDGE, RESOLUTIONS, CONSERVATION.

MAIN CONTENT: The township of Barrancabermeja, because of its strategic location, surrounded by marshes and home to one important oil refinery, has been regarded as one of the most important cities in the country, its been both beneficial and at the same time it has created an undetermined number of difficulties. On the social level, an accelerated growth of the population and a continued building of settlements that lack the basic needs, as well as a negative impact on the environment due mainly to the contamination of fresh water basins caused by human mismanagement of resources and the lack there of wastewater treatment plants.

One of the most important urban water basins for the township of Barrancabermeja is the Miramar Wetland, though it has never been used as a source of fresh water supply to the population, it does however play an important role in the dynamics of the city's ecosystem, therefore tests of a comparative nature were administered, these included: bibliography, history, on-site analysis and lab results in order to assertively identify the current state or conditions and all plausible measures of recovery.

After the tests were completed, we can conclude that the Miramar wetland has lost its ability to self-regulate, the wastewater discharges have rendered this body of water unable to sustain itself to a level that, in order to bring about the complete restoration, the wastewater discharges must be eliminated and instead equipment for oxygenation and purification must be implemented, in time this ecosystem will once again become stable and regain its ability to self-regulate. It is important to denote that in order to accomplish this we must have the support and commitment of the corporations, institutions and environmental authorities along with efforts to create public awareness in order to preserve, enhance and restore, not only the Miramar Wetland, but the rest of the marshes and wetlands of the region.

1. INTRODUCCION

Los humedales son sistemas vivos que requieren un manejo sostenible, impulsado por el desarrollo de investigaciones biológicas que permiten dilucidar su funcionamiento, de tal forma que el hombre acceda a disfrutar de los múltiples servicios ambientales que estos sistemas proporcionan.¹ Dado lo anterior, es obligación del hombre, como beneficiario directo o indirecto, velar por su restauración y/o conservación a fin de evitar la pérdida o disminución de estos hábitats, lo cual afectaría drásticamente los altos índices de biodiversidad que en la actualidad sustenta nuestro país.

A nivel municipal e incluso nacional, Barrancabermeja es poseedora de gran riqueza ambiental y de minerales, gracias a su ubicación geográfica estratégica se encuentra rodeada de humedales y su mayor fuente de ingreso es generada por la extracción y refinación de crudo o petróleo, sin embargo, se ha visto afectada en gran manera debido a la contaminación de sus recursos hídricos, caso preciso de este documento, Ciénaga Miramar.

Actualmente el cuerpo hídrico de la Ciénaga Miramar ha perdido su capacidad de autoregulación o depuración, las aguas residuales de más del 40% de la población son descargadas sin ningún tratamiento al cuerpo hídrico y a su vez, la contaminación generada por el hombre, se hace cada vez mas atenuante, no existe sensibilización ni cultura ambiental en la comunidad aledaña al sector del cuerpo hídrico.

Dado lo anterior y teniendo en cuenta tal situación, se procede a estudiar una de las más reconocidas problemáticas ambientales del Municipio y es la contaminación acelerada del cuerpo hídrico Ciénaga Miramar, identificando sus causas, consecuencias y posibles soluciones de tratamiento para su recuperación.

Este trabajo se basa en una evaluación del estado actual de la Ciénaga, teniendo en cuenta bibliografía histórica y análisis actuales fisicoquímicos y de laboratorio realizados al cuerpo hídrico, con el fin de identificar su variabilidad en el tiempo y las posibles acciones de recuperación. De igual forma sintetiza los alcances logrados a la fecha o la intervención que se le ha brindado por parte de los entes y/o autoridades ambientales.

¹ Castellanos, 2006

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es evidente como en el Municipio de Barrancabermeja las fuentes hídricas se han visto afectadas en gran manera debido a diferentes factores de contaminación; a pesar que desde el año 1982 las Administraciones locales han venido desarrollando estudios y diseños en los que se ha generado soluciones de captación, conducción y tratamiento de las Aguas residuales.² Estas soluciones parciales no han cumplido con los requerimientos ambientales, sociales y de saneamiento básico necesarios para una correcta disposición final de las aguas residuales.

Actualmente, se encuentra en desarrollo el Proyecto “Plan de Saneamiento Hídrico”, el cual posee por objetivo “Recuperar los cuerpos hídricos del Municipio de Barrancabermeja mediante la construcción de sistemas de captación de aguas residuales y la implementación de un sistema de tratamiento”, siendo esta la solución más próxima para poder iniciar la descontaminación de la Ciénaga Miramar, una de las cuencas más importantes del Municipio.

Por lo anterior, teniendo en cuenta el impacto positivo que será generado por el Plan de Saneamiento Hídrico, aunque no suficiente para restablecer su equilibrio natural se hace necesario identificar ¿Cuál es el estado actual de la ciénaga Miramar y cuáles acciones se podrán implementar para restablecer la estabilidad natural de este cuerpo de agua?

² Resumen Plan de Saneamiento Hídrico, 2011

3. JUSTIFICACION

Actualmente a nivel nacional e incluso internacional, el tema del agua como recurso hídrico ha ido tomando gran importancia en el escenario político, social, de educación y por supuesto ambiental, con el fin de mitigar e integrar el cuidado del recurso con mucha más conciencia e invertir capitales con el objeto de brindar apoyo a las acciones ambientales adelantadas en pro de su conservación. Es por ello que el tema del agua crece en importancia con el transcurrir del tiempo debido a que estudios recientes muestran que las reservas de agua dulce han ido disminuyendo a nivel mundial, lo que obliga a que se generen reglamentaciones más estrictas para su uso, distribución, control y manejo.³

Es de resaltar que a nivel nacional, los gobernantes se han dado a la tarea de brindar iniciativas legislativas y desarrollar dentro de sus planes de gobierno, acciones para ejercer control y vigilancia en lo que tiene que ver con el abastecimiento y el aprovechamiento de los recursos hídricos y a su vez la concienciación del ser humano frente a la preservación y conservación de tan preciado recurso. Cabe mencionar lo que se realizó en el Plan de Desarrollo 2008 – 2011 del Municipio de Barrancabermeja, componente ambiente donde se desarrollaron los programas de Vigilancia y Control (monitoreo calidad de agua), Educación Ambiental, Restauración Ecológica, Producción Limpia, entre otros, los cuales proyectaban la protección integral del medio ambiente y en particular del recurso hídrico del Municipio.

Si bien es cierto lo anterior, durante muchos años se ha querido recuperar la Ciénaga Miramar de Barrancabermeja, por ser el principal humedal urbano del Municipio, pero dichos logros no han sido percibidos gracias a la afectación generada por la industria y las descargas residenciales del sector, ejemplo palpable del deterioro del ecosistema, ocasionando que cada vez más la Ciénaga Miramar se encuentre en un estado deplorable y poco atractivo dentro de los lugares más visitados por turistas y personal en general del Municipio de Barrancabermeja y sus alrededores.

Por consiguiente, se hace necesario implementar medidas correctivas y preventivas y a su vez, evaluar lo que hasta ahora se ha realizado para recuperar dicho recurso, con el fin de establecer el paso a paso para poder disfrutar de un recurso hídrico recuperado y todo lo que esto conlleva y a su vez también plantear

³ Gómez y Sandoval, 2006

como un ícono que *“la recuperación de los cuerpos hídricos en el Municipio es posible”*.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Evaluar el estado actual y proponer las acciones de recuperación de la Ciénaga Miramar del Municipio de Barrancabermeja – Santander.

4.2. Objetivos Específicos

- Consolidar y analizar los resultados de la toma de muestras *in situ* y análisis de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos, químicos y biológicos de la Ciénaga Miramar, realizados por la Secretaria de Medio Ambiente del Municipio de Barrancabermeja.
- Analizar y comparar información histórica con la obtenida en el muestreo, sobre la caracterización de la Ciénaga Miramar del Municipio de Barrancabermeja – Santander.
- Identificar y proponer las acciones de recuperación de la Ciénaga Miramar.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO LEGAL

La Constitución Nacional en sus artículos 79 y 80, establece que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano; que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines; de igual manera, que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, con la obligación de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.

En la ley 99 de 1.993 se orienta la Política Ambiental Colombiana, la cual se basa en el proceso de desarrollo económico y social del país, regido por los principios universales y del desarrollo sostenible (en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo).

Las normas, regulaciones, disposiciones o estándares ambientales planteadas por el Gobierno Nacional frente al proyecto son las siguientes: Decreto Ley 2811 de diciembre 18 de 1974, Constitución Política de Colombia de 1991. Declaración de Estocolmo de 1972, la cual se refiere al desarrollo sostenible mediante la preservación del medio ambiente. *“Los recursos naturales de la tierra incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras, mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga”*. Análisis Mundial de Cooperación de los Estados (Río de Janeiro), el cual entra en vigor el 21 de marzo de 1994 y en Colombia lo recoge la Ley 99 de 1993 que crea el SINA y el Ministerio del Medio Ambiente, que trata, entre otros, la utilización de los recursos hídricos. Protocolo de Kioto, en diciembre de 1997, que en Colombia lo ratifica la Ley 629 del 27 de diciembre de 2000.

Por otro lado se han implementado también, leyes para la protección y conservación del recurso hídrico como son:

- Decreto reglamentario 1541 de 1978 sobre aguas no marítimas y concesión de aguas.
- Ley 09 de 1979. Ley Sanitaria

- Decreto 1594 de 1984. Vertimientos
- Ley 99 de 1993. Criterios de calidad
- Ley 373 de 1997. Ahorro y uso eficiente de servicios públicos
- Decreto 3100 del 2003. Reglamentación de tasas retributivas
- Decreto 3440 del 2004. Modifica artículos: 3, 4, 6, 18, párrafo 1° del Art. 21, 26, 28, 31 e inciso 1° del artículo 33.
- Resolución 1433 del 2004. Reglamenta artículo 12 del 3100/03
- Decreto 155 del 2004. Reglamentario del artículo 43 de ley 99/93. Aguas superficiales.
- Decreto 1575 del 2007. Deroga decreto 475/98 y artículo 52 del decreto 1594/84
- Decreto 3930 de Octubre 25 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

5.2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

El agua es un recurso natural no renovable, importante para los seres vivos, es parte esencial del hombre, plantas y animales, en cuyos cuerpos, aproximadamente, el 72% de su peso corporal está constituido por agua.⁴

El agua es fundamental en las actividades diarias del hombre y la sociedad, con un sinnúmero de usos; agricultura, producción de alimentos, crecimiento de plantas, cría de animales, etc., sin embargo solo el 3% del agua del planeta es apta para el consumo⁵, preocupante tal situación, ya que a la fecha es de resaltar que el cuidado por este recurso apenas comienza.

Debido a tan alta importancia del agua, se hace necesario conocer la manera de preservarla, conservarla y recuperarla, en la medida que sea posible. Actualmente, en muchas áreas del planeta no se cumplen las pautas sostenibles para el desarrollo y uso del recurso agua. La creciente demanda del recurso, así como la reducción de los caudales en ríos con sus graves consecuencias para usuarios y ecosistemas, la sobreexplotación de acuíferos a tasas superiores a la reposición natural, los problemas de contaminación y degradación de la calidad de las aguas, las dificultades de acceso al recurso para satisfacer necesidades básicas de un alto porcentaje de la población son desafíos que demandan con urgencia

⁴ Contreras, 2.008.

⁵ idem, 2008

estrategias que permitan resolver las numerosas tareas pendientes en cuanto a la utilización de los recursos hídricos.

De igual forma, en el caso de Colombia, la inadecuada recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales, han generado una creciente problemática de contaminación ambiental y sanitaria principalmente en las fuentes abastecedoras de agua, limitando así la disponibilidad del recurso hídrico y restringiendo su uso en el país. En cuanto a la presión del medio ambiente, la experiencia internacional indica que la gestión de los recursos hídricos pasa de una fase en la cual predominan los problemas de tipo cuantitativo a una en que la restricción principal la imponen los aspectos de calidad de las aguas y de protección del medio ambiente.

Dicho lo anterior, en Colombia el 95% de aguas Residuales Domésticas se vierten sin tratamiento alguno, el 85% de las Aguas Residuales Industriales se vierten sin tratamiento adecuado y el 95% de aguas residuales agrícolas se vierten de igual forma,⁶ generando tal condición problemática en cuanto a la reducción del nivel de oxígeno disuelto, degradación de ecosistemas, fauna, flora; la proliferación de virus y bacterias a causa de las heces humanas creando alta tasa de mortalidad infantil, cólera en épocas de sequía, 78% de reducción en pesca en el Río Magdalena 1960-1997, pérdida de productividad de las tierras aledañas por riego contaminado, concentración de asentamientos y actividades, deficiente efectividad en la gestión para controlar la contaminación.⁷

Es de resaltar que según el inventario realizado por el MAVDT en el 2001 existen construidas 235 PTAR en el país, más del 50% presentan mala operación por diversas causas de orden técnico, financiero, ambiental y político, de igual forma, la cantidad de materia orgánica arrojada a los cuerpos de agua, se estimo para el año 99, en cerca de 500 toneladas diarias.⁸

Principales contaminantes de las aguas

Según lo consultado, la OMS (Organización Mundial de la Salud) afirma en el 1.997 que se define como agua contaminada cuando ésta misma en su composición se haya alterada de modo que no reúna las condiciones necesarias

⁶ MAVDT, 2.010

⁷ Idem, 2010

⁸ IDEAM, 2.010

para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del órgano y de los animales. Y de igual manera resalta que en los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio, dicho proceso se denomina *auto depuración del agua*, es decir que cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración del agua resulta imposible.

Por otro lado, seguido de la contaminación en la aguas, cabe anotar que actualmente los mares se han convertido en sumideros, donde de forma constante, grandes cantidades de lodos, sedimentos y otros materiales, arrastrados desde tierra, se vierten en los océanos, sin embargo, a los aportes naturales se añaden cantidades cada vez mayores de desechos generados por nuestras sociedades, especialmente aguas residuales cargadas de contaminantes químicos y de productos de desecho procedentes de la industria, la agricultura y la actividad doméstica, pero también de residuos radiactivos y de otros tipos. En resumidas, la contaminación del medio marino provocada por el hombre es muy superior a la atribuible a causas naturales.⁹

Contaminación por Consumismo

Hoy en día, existe el término de *obsolescencia programada*, a lo que se denomina la cantidad de objetos fabricados para durar unos años y después ser sustituidos por otros, lo que comúnmente se denomina el “*usar y tirar*”. Es evidente como las grandes empresas hacen que nuestra sociedad gire alrededor del consumismo, sin importar las *estrategias* poco éticas y morales que tengan que utilizar, por ejemplo, basta con la inclusión de pequeñas piezas defectuosas en nuestros ordenadores, lavadoras o televisores, de manera que éstos no tardan demasiado en dar problemas. Es así como los fabricantes se ahorran material y a la vez despiertan la necesidad y/o obligación, por parte del consumidor, de reparar el daño, con la consiguiente sorpresa que nos llevamos al conocer el precio del arreglo, a la larga, el consumidor termina comprando otro. Sociedad de consumo sin importar donde desechemos, lo importante es saciar la necesidad, se denota claramente el poco sentido de pertenencia por el cuidado de la tierra, la preservación y conservación del medio ambiente.¹⁰

⁹ <http://www.ecojaragua.com/2012/02/contaminacion-del-agua.html>, 2012

¹⁰ http://www.somospsico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=88:ique-es-la-obsolescencia-programada&catid=20:psicologia-general&Itemid=21, 2012

Contaminación por fitosanitarios

Los fitosanitarios son sustancias poco solubles, fácilmente desagradables y se absorben fuertemente por el suelo, lo que limita su afección a los acuíferos. Sin embargo no se descarta la posibilidad de que alcancen a las aguas subterráneas, los procesos de degradación y retención de los contaminantes se ralentizan notablemente y los efectos pueden ser muy graves. La presencia de plaguicidas se ha constatado en los acuíferos de todos los países desarrollados.¹¹ En definitiva, quizás no se conoce un estudio exacto de la contaminación por fitosanitarios de las aguas subterráneas, pero si se sabe con certeza que estos productos están presentes en los acuíferos de todas las regiones con agricultura intensiva, lo que se resume en que la contaminación del agua por las malas prácticas agrícolas está afectando a gran escala al consumo humano.¹²

Aguas residuales

“Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias.”¹³

Según Mendoca en 1987, define que las aguas residuales, según su origen resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.¹⁴

Muchas personas de pocos recursos se ven obligadas a vivir en condiciones precarias e inadecuadas a orillas de ríos y/o cañadas; donde tienen servicios de agua potable, pero no tienen servicios de depósitos de aguas negras. Esas aguas residuales están compuestas de detergentes, agua caliente, grasas, materiales espumosos, etc. Y van directamente a los ríos y/o cañadas. Alrededor de un 74% de las aguas residuales producidas por la gente, ya sea de los hogares como de

¹¹ www.crie.uji.es/agua/fitosanitarios.html, 2012

¹² http://elpais.com/diario/2007/10/04/andalucia/1191450143_850215.html, 2012

¹³ Mara, 1976

¹⁴ Mendonca, 1987

los establecimientos comerciales, van al río o barrancas, sin antes ser tratadas con el proceso Biológico. El ser humano la consume y se producen las enfermedades.¹⁵

Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

- **Domésticas:** son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.
- **Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.
- **Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.
- **Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.¹⁶

Mara y Cairncross, en 1990 afirman que cada persona genera 1.8 litros de material fecal diariamente, correspondiendo a 113.5 gramos de sólidos secos, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio.”¹⁷

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se hace necesario recurrir a las diversas técnicas de restauración, con el fin de mitigar y recuperar los ecosistemas hídricos contaminados, caso preciso, Ciénaga Miramar del Municipio de Barrancabermeja.

¹⁵ http://www.unitek.com.pe/productos-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php?id_lib_tecnica=14, 2012

¹⁶ <http://es.scribd.com/doc/62992863/Desarrollo-sustentable>, 2012

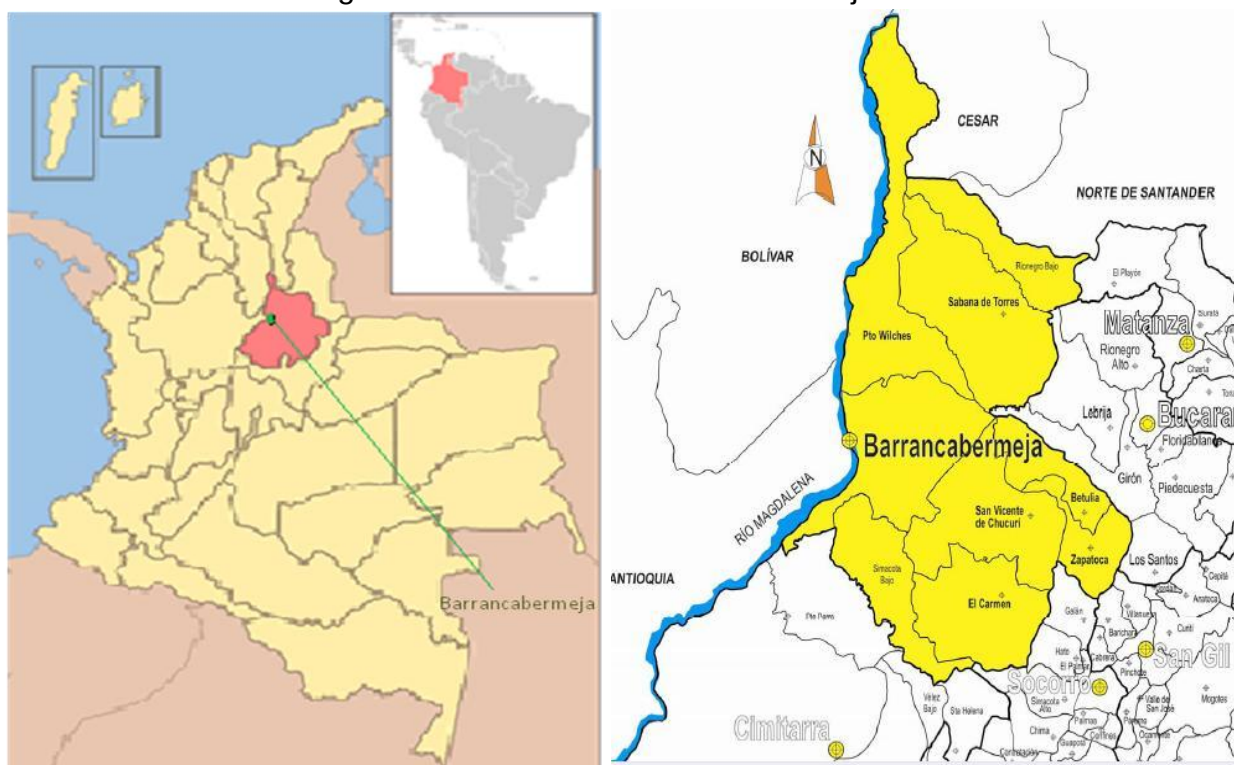
¹⁷ Mara y Cairncross, 1990

5.3. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.3.1. Localización general y caracterización del Área de estudio.

5.3.1.1. Municipio de Barrancabermeja – Santander: Ubicado sobre la margen derecha del curso medio del Río Magdalena, entre tres de sus afluentes: el Río Sogamoso al norte, y el Río Opón y la Colorada, al sur. La Cabecera Municipal se ubica sobre la margen del Río Magdalena, a una altitud 75,94 msnm, bajo las coordenadas 7°03'48" latitud norte y 73°51'50" longitud oeste.¹⁸ (Ver figura 1).

Figura 1. Localización Barrancabermeja



Fuente: Cartografía Secretaria de Medio Ambiente

Conforme a su ubicación, el Municipio de Barrancabermeja, limita:
Al Norte: Municipios de Puerto Wilches, Sabana de Torres y Girón.
Al Sur: Municipios de Puerto Parra, Simacota y San Vicente de Chucuri.
Al Oriente: Municipios de San Vicente de Chucuri y Betulia.
Al Occidente: Municipio de Yondó (Antioquia) por el Río Magdalena.

¹⁸ BARRANCABERMEJA EN CIFRAS, 2001

5.3.2. Localización y caracterización área de influencia del Proyecto.

5.3.2.1. Ciénaga Miramar: Es un cuerpo de agua léntico, de baja velocidad, considerada como un cuerpo de agua intermedio por su carácter de zona inundable. Posee una extensión aproximada de 89 hectáreas, con una capacidad máxima de embalse de 4.3 millones de metros cúbicos y una profundidad promedio de 4.8 metros. Ubicada dentro del área urbana del Municipio de Barrancabermeja – Santander.¹⁹

La Ciénaga Miramar hace parte de la Gran Cuenca del Magdalena Cuenca del Río Sogamoso, Subcuenca del Caño San Silvestre y el Rosario, micro cuenca Quebrada Las Camelias y Las Lavanderas, lo que le da el carácter de regional.²⁰

5.3.3. Caracterización del ecosistema.

Según definición, una Ciénaga es un lugar pantanoso o lleno de cieno; es decir, tierras bajas, saturadas de humedad, generalmente cubiertas por vegetación hidrófila.²¹ Las ciénagas son terrenos anegadizos, éstas son consideradas como áreas estratégicas por diversidad y para la sostenibilidad del sector pesquero artesanal. Tienen gran valor social y económico, gracias a sus recursos naturales y de amortiguación.

En el país existen al menos 1.900 ciénagas, que ocupan más de 7.800 km². En las bajas llanuras costeras del Caribe, los ríos se deslizan lentamente formando ciénagas. En general, son mucho más extensas que las lagunas. En Colombia se distinguen tres regiones cenagosas por excelencia, las llanuras del bajo Magdalena, la baja llanura del río Atrato y la baja llanura del río Sinú.

En el Municipio de Barrancabermeja – Santander, se encuentra la Ciénaga Miramar, la cual es un sistema léntico alimentado por las aguas provenientes de las Quebradas Las Camelias y Lavanderas. Inicialmente era alimentada solamente por estas dos quebradas, las cuales recogían aguas lluvias, pero la concentración de desarrollos habitacionales e industriales en sus áreas de influencia han traído

¹⁹ COORMAGDALENA, 2001

²⁰ Idem, 2001

²¹ [http://ciencia.glosario.net/agricultura/cienaga-\(cienega\)-10880.html](http://ciencia.glosario.net/agricultura/cienaga-(cienega)-10880.html), 2012

como consecuencia directa el vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos. Se estima que se vierten entre 35 y 40 toneladas / día de residuos sólidos en las riberas de la ciénaga y sus afluentes.²² El sistema de la Ciénaga Miramar se halla en un alto grado de contaminación, por causa de los vertimientos que recibe producto de las actividades humanas e industriales, provenientes de los colectores del alcantarillado y de drenajes a cielo abierto sin ningún control; situación que se hace mas critica ante la carencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. Por otro lado, entre los beneficios que aporta como sistema lenticó cabe destacar que es un elemento regulador de flujo de agua de escorrentía, se considera como asiento de algunas especies en peligro de extinción, especies nativas o autóctonas y especies migratorias²³ . Como aspecto negativo, dada su ubicación geográfica con respecto al resto del municipio se ha convertido en la fuente receptora de aguas residuales y residuos sólidos provenientes de sectores residenciales, industriales y comerciales principalmente. Es de resaltar que en los alrededores de la Ciénaga se pueden observar varios botaderos de residuos sólidos, tales como estadio de beisbol, estadio de futbol, canchas municipales, caño lavanderas y parte posterior del comando operativo del Magdalena Medio de la Policía Nacional.

En cuanto a los aspectos bióticos, están dados a partir de los ecosistemas acuáticos y terrestres, sus diferentes interrelaciones y la dinámica que se da entre las diferentes comunidades presentes.

En la ciénaga se encuentran gran cantidad de macrófitas y fitoplancton, al igual que las especies de bentos y poblaciones de perifitón típicas de ambientes contaminados.

Dentro de la caracterización de ecosistemas terrestres, se tiene en cuenta, en primera instancia, el componente a través de sus diferentes tipos de comunidades vegetales y en segunda instancia, la fauna asociada.

Actualmente el mayor problema que se presenta en el cuerpo de agua es el fenómeno de la eutroficación, generada por el ingreso de aguas residuales de tipo orgánico sin previo tratamiento, como ya ha sido mencionado anteriormente, lo que ha traído como consecuencia la alteración de la vida acuática, reflejada en la superpoblación de micrófitas acuáticas y de algas, las cuales inciden en las

²² Estudio Ambiental Ciénaga Miramar – HIDROAMBIENTE, 2001

²³ Idem, 2001

variaciones de pH y oxígeno disuelto, presentándose problemas palpables como el olor, color y sabor.

Cuando en un cuerpo de agua existen nutrientes exagerados, el nivel de contaminación se mide de acuerdo al estado trófico, el cual se estima de manera general, con base en la concentración de fosfatos.²⁴ El estado trófico de la Ciénaga Miramar se evidencia en los indicativos cualitativos y cuantitativos, como por ejemplo, desarrollo exagerado de la macrófita acuática (buchón de agua o Jacinto de agua – tarulla), superpoblación de algas que confiere al agua un aparente color verde, olor característico de materia orgánica en descomposición, sedimentación de la ciénaga. Para este ultimo indicativo, se contemplaba que para el año 1995 existían alrededor de 1.700.000 metros cúbicos de lodo, según Estudio realizado por el Instituto Colombiano del Petróleo en 1998.²⁵

5.4. TÉCNICAS GENERALES DE RESTAURACIÓN

Dada la importancia de la restauración de cuerpos lénticos (lagos, ciénagas y humedales), esta área ha despertado un creciente interés en la comunidad académica, científica y no científica desde hace muchos años. Una de las primeras recopilaciones de la experiencia mundial adquirida en el manejo de más 600 lagos, data de 1974. Otras monografías importantes son las publicadas por la EPA (1984) y la UNESCO (1992); desde hace años, esta temática es abordada también por los libros de limnología aplicada.²⁶

En resumen, las aproximaciones al manejo de sistemas lénticos deteriorados pueden agruparse en dos categorías: las metodologías de acción rápida y el manejo a largo plazo. La primera ofrece una solución a corto plazo, tal como la aplicación de herbicidas para eliminar macrófitas acuáticas o algas no deseadas. En general, por éste medio se tratan los síntomas de un cuerpo léntico (ya sean químicos, físicos o biológicos), pero no se atacan las causas que originan la situación. Los manejos a largo plazo consideran todos los condicionantes del estado del cuerpo hídrico, estableciendo prioridades de manejo para alcanzar las posibles soluciones, replanteando y ajustando las técnicas de acuerdo a las respuestas que se van obteniendo en el área de estudio.

²⁴ Idem, 2001

²⁵ Idem, 2001

²⁶ ESTEVES, 1988

Al proyectar técnicas de restauración del estado de un humedal o una ciénaga, se pueden complementar ambas aproximaciones, aunque es necesario recordar que las primeras actividades a desarrollar deben ser preventivas, tendientes a evitar que se siga agravando el estado del cuerpo de agua; es decir, por lo menos tratar de mantener sus condiciones actuales, en el caso de la ciénaga Miramar se está implementando el PSH - Plan de Saneamiento Hídrico, cuyo objetivo es Recuperar los cuerpos hídricos del Municipio de Barrancabermeja mediante la construcción de sistemas de captación de aguas residuales y la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

En el Cuadro 1 se presentan, en forma esquemática, las técnicas de restauración de cuerpos lénticos (ciénagas, lagos y humedales) más utilizadas a nivel mundial, con el fin de estudiar e identificar cual sería la indicada para aplicar en la Ciénaga Miramar.

Cuadro 1. Síntesis de las técnicas de restauración de cuerpos hídricos lénticos.

Método	Ventajas	Desventajas
1. Dilución: recambio con agua con baja concentración de nutrientes	Reduce la concentración de nutrientes. Disminuye la cantidad de algas superficiales.	Se requieren grandes volúmenes de agua. No elimina las fuentes de nutrientes.
2. Dilución: recambio con agua con concentraciones de nutrientes similares a las del lago	Disminuye la cantidad de algas por lavado (y de los nutrientes contenidos celularmente).	Se requieren grandes volúmenes de agua. No elimina las fuentes de nutrientes.
3. Circulación artificial hipolimnion al epilimnion.	Rompe o previene la estratificación. Provee aireación al hipolimnion. Puede disminuir las concentraciones de algunos grupos de algas indeseables.	Puede disminuir la transparencia del agua y el oxígeno disuelto en el epilimnion. No afecta a las macrófitas acuáticas.
4. Circulación artificial epilimnion al hipolimnion.	Rompe o previene la estratificación. Mejora la aireación. Aumenta el hábitat íctico. Puede disminuir las concentraciones de algunos grupos de algas indeseables.	Puede disminuir la transparencia del agua y aumentar la temperatura del hipolimnion en verano. No afecta a las macrófitas acuáticas.

5. Aireación del hipolimnio.	Mantiene oxigenado el hipolimnio. Limita la liberación de fósforo desde los sedimentos. Aumenta el hábitat disponible y la posibilidad de alimentación para peces.	Es difícil suministrar cantidades adecuadas de oxígeno. Puede sobresaturarse el agua con nitrógeno. No afecta a las macrófitas acuáticas.
6. Oxigenación del hipolimnio	Ídem anterior.	El suministro de oxígeno es costoso. No afecta a las macrófitas acuáticas.
7. Extracción de los lodos del fondo.	Aumenta la profundidad y el volumen del cuerpo de agua. Disminuye la liberación de nutrientes desde los sedimentos. Puede mejorar la calidad química.	Resuspensión temporal de sedimentos. Destrucción temporal de hábitat. Problemas de disposición de los lodos.
8. Disminución de niveles hidrométricos en invierno (secado parcial)	Facilita el control mecánico de las macrófitas y la limpieza del sistema. Facilita la extracción de lodos de fondo. Consolida los sedimentos de fondo.	Impactos adversos temporales sobre peces e invertebrados y favorables para las algas.
9. Precipitación química del fósforo en el agua del lago. Tratamiento con carbonato de lantano, sulfato o cloruro de aluminio, sulfato o cloruro férrico, cloruro o hidróxido de calcio	Disminuye el contenido de fósforo del sistema acuático. Aumenta la transparencia del agua.	Impactos tóxicos potenciales durante su aplicación. Puede favorecer el crecimiento de macrófitas sumergidas y la biomasa de algas bentónicas al aumentar la transparencia.
10. Tratamiento químico de los sedimentos de fondo. Aplicación de sulfato de aluminio, nitrato de calcio o cloruro férrico	Inhibe la liberación de fósforo desde los sedimentos de fondo	Impactos tóxicos potenciales durante su aplicación.
11. Eliminación selectiva del agua hipolimnética.	Reduce el contenido de nutrientes y tóxicos del hipolimnio. Elimina aguas anóxicas. Aumento del oxígeno disuelto	Resuspensión temporaria de sedimentos.
12. Reducción de las	Disminuye el ingreso de	Requiere de la

cargas externas (provenientes de la cuenca de aporte). Desvío de aportes pluviales	nutrientes, microorganismos y sedimentos al cuerpo hídrico.	construcción de canales o barreras deflectoras.
13. Reducción de las cargas externas. Tratamiento de aguas tributarias antes de su ingreso al lago.	Disminuye el ingreso de nutrientes, microorganismos y sedimentos al cuerpo hídrico.	Requiere de la construcción y mantenimiento de piletas de tratamiento
14. Disminución del aporte de materia orgánica.	Disminuye la entrada de materia orgánica al cuerpo hídrico. Reduce el aporte de nutrientes, y el desarrollo de microorganismos en el agua y sedimentos.	Requiere mano de obra permanente y educación ambiental por parte de los usuarios y pobladores de la cuenca urbana.
15. Desmalezado mecánico y/o aplicación de herbicidas.	Aumenta el área libre del cuerpo hídrico para uso social. Favorece la acción del viento en la reaeración del lago. Facilita el control de residuos sólidos. Disminuye el aporte de nutrientes. Disminuye el hábitat para insectos y de otros organismos de interés sanitario.	Disminuye el hábitat íctico. Se debe retirar la materia vegetal (del suelo y del agua). Si se usan herbicidas: impactos tóxicos potenciales durante su aplicación.
16. Tratamiento de las aguas con alguicidas.	Pueden disminuir las concentraciones de determinados grupos de algas.	Aumento de algas resistentes. No remueven las algas muertas, su descomposición puede afectar la calidad del agua. El cobre se acumula y puede transferirse en la cadena trófica.
17. Construcción de barreras de fondo (utilizando PVC, mallas de fibra de vidrio, etc), con o sin agregado de arenas sobre ellas.	Controla la vegetación acuática arraigada. Reduce el reciclado interno de nutrientes.	Solución temporal (5 – 10 años). Interfiere con la biota acuática
18. Eliminación / disminución de tanques	Disminuye la probabilidad de contaminación	Requiere de la adecuación de los

sépticos cercanos al cuerpo hídrico.	microbiológica del cuerpo de agua. Disminución de nutrientes.	sistemas de disposición de desechos.
19. Tratamiento mediante ionización, tratamiento sonoquímico.	Disminuyen las concentraciones de algas y otros microorganismos.	No remueven los microorganismos muertos del sistema.
20. Biomanipulación.	Permiten el control del fitoplancton mediante la manipulación de los niveles tróficos superiores (zooplancton y peces).	No es una técnica de implementación sencilla, lo que no asegura resultados ciertos (muchas variables a controlar).
21. Adición de nutrientes nitrogenados (relación N:P > 30:1).	Disminución de la proporción de algas verdes-azuladas.	Tratamiento de resultados inciertos.
22. Tratamiento con colorantes azules.	Disminuye el crecimiento de las algas.	Su efectividad se mantiene durante tiempos cortos.

Fuente: <http://www.qcaambiental.ceride.gov.ar/transferecia/Lago/cuerpocontinf1.htm>

Teniendo en cuenta que el Municipio de Barrancabermeja – Santander y en especial la Ciénaga Miramar, se encuentran bajo condiciones tropicales, a continuación se detallan las técnicas de restauración que prometen una mejor calidad y restauración a cuerpos hídricos ubicados en regiones tropicales.

5.4.1. Técnicas de restauración de cuerpos hídricos bajo condiciones tropicales:

- *Dilución utilizando agua con baja concentración de nutrientes:* Si se cuenta con agua con contenido de nutrientes inferiores a la del cuerpo de agua a tratar (y sin otro condicionante físico, químico o bacteriológico), el mezclado de ambas mejorará la calidad del cuerpo de agua. La extracción de volúmenes semejantes a los que se ingresan, elimina también parte del contenido de fitoplancton.²⁷
- *Dilución utilizando agua con una concentración de nutrientes similar a la del sistema:* Si bien la concentración de nutrientes puede ser similar o mayor, es condición indispensable que el agua de recambio no contenga especies de algas que causen problemas en la ciénaga. Esta técnica debe combinarse con la extracción de agua. El propósito es disminuir la

²⁷ WELCH, E.B., 1981; ROCK, C., COURTEMANCH, D., HANNULA, T., 1983

concentración de algas (por la extracción y por la dilución). Además, se disminuye el tiempo de residencia del agua, lo cual dificulta el ulterior desarrollo algal en el cuerpo hídrico.

- *Extracción de lodos de fondo:* Esta es una de las técnicas más usadas. El control de la liberación de fósforo de los sedimentos es muy importante en sistemas poco profundos, principalmente debido a que en ellos la zona de máxima productividad de algas está cercana a los sedimentos. De ahí que cualquier nutriente liberado por los sedimentos puede entrar directamente en esta zona y favorecer el crecimiento algal.²⁸ Una forma de disminuir su difusión es mediante la extracción de barros de fondo ²⁹ y con varios propósitos: a) profundizar el cuerpo de agua aumentando el volumen del mismo, lo que permite incrementar la producción de peces; b) extraer sedimentos ricos en nutrientes y/o compuestos tóxicos; c) reducir la cantidad de vegetación acuática arraigada. La técnica presenta el inconveniente de la resuspensión temporaria y parcial de los sedimentos.
- *Eliminación selectiva de las aguas de fondo:* La extracción mediante bombeo de las aguas del hipolimnion, durante la época de estratificación química, permite la eliminación de aguas ricas en nutrientes y generalmente con bajos contenidos de oxígeno.
- *Reducción de las cargas externas:* Las escorrentías urbanas poseen en general un impacto significativo en la calidad de las masas de agua que las reciben. En el caso de los cuerpos de agua urbanos, los aportes por escorrentía de nutrientes y contaminantes, son de naturaleza difusa (en cuanto a su origen) y de tipo localizados o puntuales (en cuanto a su destino). Esto hace que las posibles medidas de control presenten una mayor dificultad en su implementación. No siempre resulta imprescindible desviar todos los desagües pluviales. Es de aclarar que para el caso concreto de la Ciénaga Miramar, el origen de las aguas vertidas son de tipo residual e industrial. Por consiguiente, siendo el objetivo primario el reducir las concentraciones de contaminantes, sedimentos y nutrientes en las escorrentías, eso puede lograrse, según las situaciones y condiciones del Municipio, mediante:

²⁸ RYDING, S., RAST, W, 1992

²⁹ PETERSON, 1981

- a) Mejoras de los métodos de limpieza de las calles: la eficiencia de la limpieza de las calles en la disminución de la carga total de fósforo, depende de una serie de factores, tales como: frecuencia, condiciones del pavimento, tipo de equipos utilizados, frecuencias de lluvias y actitudes de los ciudadanos. Las estimaciones (muy variables) de la aplicación de esta medida, dan disminuciones de contaminantes de hasta un 44%.
- b) Educación y legislación local. Permiten disminuir las cargas debidas a basuras, reducir el empleo de sustancias contaminantes (ej. plaguicidas) y limitar la utilización indebida de detergentes.
- c) Limpieza de receptáculos de captación: aumentando la frecuencia de extracción de sólidos, se mantiene la capacidad para interceptarlos.
- d) Eliminación de eventuales conexiones ilegales y descargas de alcantarillados sanitarios y pluviales fuera del sistema.
- e) Disminución o eliminación de los aportes pluviales. Esto se logra mediante la construcción de receptáculos de infiltración o mediante el desvío de las aguas a otra cuenca.
- f) Tratamiento de las aguas pluviales. Si bien la metodología está disponible, es el sistema más costoso y por ello, muy poco empleado.

Si bien es cierto, actualmente se está desarrollando la alternativa de solución del Plan de Saneamiento Hídrico - PSH, con lo cual se espera eliminar las descargas por aguas residuales al cuerpo hídrico de la Ciénaga Miramar, pero es necesario, una vez conociendo el estado actual de la ciénaga, identificar e implementar las acciones de recuperación y conservación del cuerpo hídrico, lo que no se encuentra contemplado dentro del PSH.

- *Disminución del aporte de materia orgánica de zonas urbanas verdes:* Los ciclos vegetales naturales y el mantenimiento de los parques y plazas (corte periódico de césped, desmalezado, podas de árboles), al igual que en calles arboladas y jardines domiciliarios, representa un aporte importante de materia orgánica hacia el cuerpo de agua.

- *Eliminación de la vegetación acuática:* Las malezas acuáticas disminuyen las oportunidades recreacionales e interfieren con las actividades recreativas. Obstruyen la vista para el control de riesgos sanitarios (emergentes o sumergidos) y disminuyen la acción del viento (mezclado y aireación del cuerpo de agua). La muerte de la vegetación produce olores objetables y un lugar para el desarrollo de una variedad de insectos. La eliminación de la vegetación acuática disminuye el aporte de nutrientes y de materia orgánica al sistema, disminuye el hábitat para alimañas y microorganismos, y aumenta el espacio utilizable para las actividades de contemplación y recreativas humanas. El método más sencillo es el desmalezado mecánico o manual. Para la aplicación de herbicidas hay que tener en cuenta especialmente las restricciones ambientales de uso de cada producto en particular (Además, es imprescindible extraer el material vegetal del agua). Es de recordar, sin embargo, que la eliminación de la vegetación disminuye las áreas de protección (cría, alimentación) de la biota acuática ligada a la misma.³⁰
- *Tratamiento de las aguas con alguicidas:* El control químico de las algas ha sido empleado desde siempre ya sea para evitar riesgos a la salud humana o como simple medidas de control para evitar olores o sabores producidos por el desarrollo excesivo de algas. El tratamiento más empleado, es mediante la utilización de sales de cobre. Dependiendo del tipo de compuesto utilizado, estas sales pueden ser efectivas durante un lapso de tiempo que va desde un día (sulfato de cobre) a 14 días (compuestos quelados).³¹ La utilización de cobre, si bien atractiva por su bajo costo y por no presentar problemas para la utilización de las aguas para recreación³² trae aparejado el problema de su acumulación en los barros de fondo, siendo necesaria su extracción periódica. Los efectos a largo plazo son: la acumulación de cobre en los sedimentos, incremento de especies de algas resistentes y la posibilidad de incrementar algunas especies de cianobacterias (*Aphanizomenon*) por sobre las clorófitas y afectar a los invertebrados bentónicos. Cuando la capa de agua que recubre los sedimentos se torna anóxica, el cobre puede volver a la zona limnética.³³

³⁰ SCHMIDT, 1983

³¹ CARLSON, R., 2001

³² GARLING, D.L., 1999

³³ PREPAS Y MURPHY, 1988

- *Biomanipulación:* Otra forma de controlar en un cuerpo hídrico léntico los efectos perjudiciales ocasionados por el excesivo desarrollo del fitoplancton, es mediante la posibilidad de manipulación de las algas y de los niveles tróficos superiores (zooplancton, peces).³⁴ Existe evidencia de que ciertas especies de zooplancton herbívoras, relativamente grandes, pueden disminuir las concentraciones de fitoplancton.³⁵ Por otra parte, el control del fitoplancton por el zooplancton se ve favorecido cuando la población de peces es dominada por peces planctívoros y se eliminan los carnívoros. Otras líneas de investigación, buscan la utilización de virus o parásitos (hongos), para controlar el desarrollo de las algas verde-azules, aunque los resultados han sido muy variables. La desventaja de este mecanismo es que, la introducción de otras especies, sean micro o macro, puede ser peligrosos, como el uso indiscriminado de los Microorganismos Eficientes para el tratamiento de aguas.
- *Tratamiento con colorantes azules:* Una forma de disminuir el crecimiento de algas dentro de un cuerpo léntico, consiste en controlar la energía solar disponible para fotosíntesis. Para disminuir la penetración de luz en la columna de agua, se adicionan a la misma diferentes pigmentos que efectúan un “sombreado químico”, reflejando las longitudes de onda azules del espectro visible, necesarias para la fotosíntesis.
- *Reducir las cargas externas provenientes de la cuenca de aporte:* Sin el desvío de los desagües pluviales mediante la implementación y puesta en marcha de una planta de Tratamiento de Aguas Residuales, lo cual ya se encuentra en marcha gracias a la ejecución del PSH - Plan de Saneamiento Hídrico de Barrancabermeja que en la zona tiene establecido la instalación del colector Ferrocarril y del colector secundario Las Camelias que funcionará trasladando las aguas servidas de la zona al Sistema de Tratamiento San Silvestre que se encargará del tratamiento de las mismas, el resumen técnico y los planos básicos de el PSH se encuentran en el anexo No. 1.
- *Disminuir del aporte de materia orgánica de la zona aledaña.* Se requiere la intervención de mano de obra suficiente para la recolección total de residuos orgánicos provenientes de los ciclos naturales de la vegetación (caída de hojas, flores, etc.) y los producidos por cortes de césped y poda

³⁴ SHAPIRO, 1978

³⁵ LYNCH Y SHAPIRO, 1981

dispuesta ilegalmente en las zonas aledañas. Cabe anotar que de implementarse esta técnica, se tendría que contar con el apoyo de las asociaciones de podadores del Municipio.

- *Limpieza permanente del fondo nuevos aportes de agua subterránea.* Por lo general en el fondo de las ciénagas se han acumulado organismos muertos que han vivido en las capas superiores de agua como así también los materiales orgánicos de origen alóctono y desechos de metales pesados e hidrocarburos. La aplicación de esta técnica requiere la disponibilidad de agua de recambio, proveniente de agua subterránea (en la misma cantidad de la que resulta extraída).
- *Tratamiento químico.* De ser necesario, se emplearía esta técnica para precipitar células de fitoplancton de la columna de agua y reducir la eutroficación por la precipitación de fósforo. Se deben realizar ensayos para aplicar los compuestos más convenientes y las dosis más adecuadas.

6. METODOLOGIA PROPUESTA

Para lograr el alcance de los objetivos propuestos, se presenta a continuación el paso a paso a llevar a cabo para alcanzar la recuperación del cuerpo hídrico de la Ciénaga Miramar.

6.1. GENERALIDADES

Con base en inspecciones oculares y bibliografía existente se procede a realizar la identificación del cuerpo hídrico, describiendo sus características generales y específicas.

6.2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Consolidar y analizar los resultados de la toma de muestras *in situ* y análisis de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos, químicos y biológicos de la Ciénaga Miramar, realizados por la Secretaria de Medio Ambiente del Municipio de Barrancabermeja, para dicho alcance se hace necesario recopilar todos los análisis realizados por la entidad, tanto los muestreos realizados con sonda multiparametrica, como los enviados a laboratorio de aguas, para este caso, Proanálisis Ltda., con el fin de levantar línea base de dichos análisis y proceder a realizar el comparativo con la bibliografía existente de años anteriores.

Una vez realizado lo anterior, se procederá a realizar la compilación, revisión y análisis de la información secundaria bibliográfica, con base a los estudios realizados durante los años 2001 – 2011, los cuales son: Estudio Ambiental de la Ciénaga Miramar del año 2001, realizado como consultoría por la empresa Hidroambiente Ltda para la Secretaria de Medio Ambiente. Reformulación del Plan de Descontaminación Ambiental del Municipio de Barrancabermeja, Tomo I, realizado por Coormagdalena – Alcaldía Municipal, mediante convenio interinstitucional No. 000001, durante el año 2007. Evaluación Toxicológica de los Caños La Lavandera y las Camelias que vierten sus aguas a la Ciénaga Miramar en Barrancabermeja – Colombia, monografía de grado realizada por la Especialista en Química Ambiental Ing. Ana Sharelys Cárdenas Pérez, durante el año 2011. Plan de Saneamiento Hídrico Municipio de Barrancabermeja, proyecto

adjudicado al año 2009 – Proyecto realizado por la Alcaldía Municipal - Aguas de Barrancabermeja – Ecopetrol S.A.

Con dichos estudios se espera poder realizar un paralelo entre lo que existía de años anteriores y el estado actual de la Ciénaga Miramar, teniendo en cuenta los muestreos realizados en los últimos meses y la toma de muestras de agua que se enviaron a laboratorio – Proanálisis Ltda, con el fin de discernir la evolución de la Ciénaga. Cabe resaltar que se debe realizar un minucioso análisis de los estudios en mención, con el objeto de realizar el ejercicio con datos comparables, se deben tener en cuenta la concordancia en las unidades de medida y en los puntos monitoreados.

6.3. RESULTADOS DE ANALISIS DE INFORMACIÓN

Luego del análisis de la información primaria y secundaria, se espera realizar un comparativo y descifrar el estado actual de la Ciénaga Miramar, comparado con la normatividad ambiental vigente, con miras de identificar las acciones de recuperación.

6.4. IDENTIFICACION Y PROPUESTA DE ACCIONES DE RECUPERACIÓN

Paso a seguir después de los resultados obtenidos en las etapas anteriores, con el fin de describir, con miras a implementar, las acciones de recuperación del cuerpo hídrico. Para este paso es necesario contar con lo adelantado por el Plan de Saneamiento Hídrico, ya que este plan contempla la realización de acciones que ayudarían a descontaminar la ciénaga, como la puesta en marcha de una planta de tratamiento de aguas residuales.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. GENERALIDADES

7.1.1. Identificación del cuerpo hídrico:

Se realizó la revisión bibliográfica donde se expone que la Ciénaga Miramar se encuentra localizada en el Municipio de Barrancabermeja - Departamento de Santander, por los costados Norte y Occidental limita con las instalaciones y vías internas de Ecopetrol – Gerencia de Refinería de Barrancabermeja (GRB) y por los costados Oriente y Sur limita con el Club Infantas, Avenida Circunvalar, Barrio Pueblo Nuevo, Batallón de Artillería Antiaérea Nueva Granada y la Avenida del Ferrocarril, dentro del casco urbano del Municipio. Por coordenadas dentro de la proyección conforme de Gauss, está localizada entre las coordenadas 1°272.600N y 1°274.400N y entre las 1°022.200E y 1°024.400E.³⁶ (Ver figura 2).

Figura 2. Ubicación Geográfica de la Ciénaga Miramar



Fuente: Google Earth

³⁶ Estudio Ambiental Ciénaga Miramar – HIDROAMBIENTE, 2001

Según lo relacionado en el Estudio Ambiental y de Manejo realizado por la empresa Hidroambiente Ltda, 2001, como resultado de un Proyecto ejecutado por la Alcaldía Municipal en cabeza de la Secretaria de Medio Ambiente, se describen a continuación sus características geosféricas y parámetros morfométricos, de la siguiente manera:

- Área de la ciénaga es de 89 Ha.
- Volumen: La capacidad máxima de embalse es de 4.3 millones de metros cúbicos.
- Profundidad: Profundidad media de 4.8 metros y profundidad máxima de 9 metros.
- Longitud: De 2.8 Kilómetros comprendida entre los puntos más alejados de la Ciénaga. Los puntos se encuentran ubicados uno en el extremo Norte en el sitio de recepción de la Quebrada de Las Camelias (Puente en la vía que conduce entre el Club Infantas y la Avenida 25 de Agosto), el otro punto se ubica en el extremo Sur cerca de la Tea No. 2 de Ecopetrol.
- Perímetro: 11.4 Km.
- Anchura: 317.8 metros.
- Altura sobre el nivel del mar: 72 metros.

A continuación se describen las siguientes fuentes contaminantes o descargas directas a la Ciénaga, cabe anotar que muchas de ellas sin el debido tratamiento:

- Quebrada Las Camelias
- Club Infantas I
- Club Infantas II
- Club Infantas III
- Pueblo Nuevo I
- Pueblo Nuevo II
- Batallón de Artillería Antiaérea Nueva Granada
- Quebrada Las Lavanderas
- Comercio I
- Comercio II
- Puerta Principal I
- Puerta Principal II
- Planta Orthoflow
- Planta Balance
- Tea 6

7.1.2. Avance de Acciones de Recuperación.

Según los estudios realizados a la Ciénaga Miramar en años anteriores, donde recomiendan como factor denominador, la implementación de campañas de educación ambiental a la comunidad en general, la recolección adecuada de residuos sólidos y líquidos y el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el municipio, se hace necesario analizar si dichas acciones se han llevado a cabo y a su vez indagar a la fecha cual ha sido el avance, desde las entidades gubernamentales, para dar inicio a la recuperación de los cuerpos hídricos del Municipio, ya que para nada es un secreto que Barrancabermeja se encuentra rodeado de cuerpos hídricos por donde se mire.

Dado a lo anterior, se procedió a realizar inspecciones oculares al cuerpo hídrico de la Ciénaga Miramar, donde se pudo corroborar que la educación ambiental en los habitantes aledaños al sector en mención, se ve disminuida y la contaminación visual del recurso hídrico se ve afectada significativamente. Queda evidenciada la cantidad de residuos sólidos arrojados al humedal – contaminación antrópica (Ver Anexo. Registro Fotográfico). Es de resaltar que desde la alcaldía municipal, la Secretaria de Medio Ambiente llevo a cabo, durante la vigencia 2008 – 2011, el proyecto de Educación Ambiental, donde el objetivo era capacitar y sensibilizar a los habitantes de los sectores aledaños a los humedales, de su cuidado y conservación, realizaban visitas a los humedales, entre ellos, la ciénaga Miramar. De igual forma es de mencionar que se llevó a cabo el proyecto de Vigilancia y Control, cuyo objeto era el monitorear los cuerpos hídricos del municipio, tanto rurales como urbanos, a través de toma de muestras y monitoreos con sonda multiparametrica. Dichos resultados no fueron validados ni estudiados, por lo tanto en el desarrollo de este trabajo se procede a realizar dicho análisis y posterior comparativo.

Por otro lado es muy importante resaltar que se encuentra en desarrollo la primera etapa del Plan de Saneamiento Hídrico, el cual fue el resultado del proceso de licitación pública, cuya empresa MICROTÚNEL S.A. DE C.V fue la seleccionada para ejecutar el Contrato de Obra Pública No.031 de 2009 que tiene como objeto: “EJECUCIÓN DE LA ETAPA I, FASE I, DEL PROYECTO PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO, CONSTRUCCIÓN COLECTOR EL FERROCARRIL, MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA – DEPARTAMENTO

DE SANTANDER, CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. DHS 194 – 08 (0903-08). (Ver anexo 1).

El colector ferrocarril tiene por alcance el captar todas las aguas residuales del Municipio, utilizando tecnología de punta para colectar las aguas residuales hacia un solo punto y luego ser llevadas hasta la nueva planta de tratamiento que será implementada, denominada PTAR San Silvestre, la cual se ubicara en al norte del Municipio cerca del cruce de la vía al Corregimiento El Llanito y la futura Vía Yuma, ocupando un área de 8 Ha. Se trata de un diseño confeccional de tratamiento por lodos actividades de alta tasa y digestión anaeróbica de los lodos en exceso, con una capacidad para tratar un caudal proyectado al año 2.038 de 1360 lt/seg como caudal máximo horario y 938 lt/seg como caudal medio, para una población de 321.765 habitantes. El caudal afluente llegara a través del colector Ferrocarril e ingresara a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Silvestre por medio de una estación de bombeo, en tanto que el caudal tratado se llevará al Río Magdalena por medio de un emisario final con una longitud aproximada de 7 Km.³⁷ (Ver anexo 2). La construcción y puesta en funcionamiento de esta planta permitirá descargar las aguas residuales tratadas de Barrancabermeja en unas condiciones de calidad tales que no afecten el Río Magdalena, minimicen la generación de enfermedades de origen hídrico y los impactos negativos de los humedales circundantes (entre ellos Ciénaga Miramar) y permita proteger el entorno ambiental de la ciudad, mejorando la calidad de vida de los habitantes del Municipio.

Así las cosas y teniendo en cuenta que las descargas por aguas residuales serán eliminadas del cuerpo hídrico de la Ciénaga Miramar, se hace necesario dar inicio a acciones de recuperación tangibles, que permitan restaurar a corto, mediano y largo plazo la riqueza faunística y florística del recurso y a su vez ir incrementando la calidad del agua según los estándares normativos aplicables.

7.2. RESULTADOS DE ANALISIS DE INFORMACIÓN

Una vez realizada la revisión bibliográfica y comparada con los análisis de laboratorio y muestreos a la Ciénaga Miramar durante el año 2011, se procede a definir que dicho comparativo será desarrollado con la Reformulación del Plan de Descontaminación Ambiental del Municipio de Barrancabermeja, realizado durante

³⁷ Resumen Plan Saneamiento Hídrico – Aguas BcaBja, 2011

el año 2007 por Coormagdalena, ya que al revisar las concordancias de los análisis, estos dos (*análisis de laboratorio y monitoreos con sonda multiparamétrica con la Reformulación del Plan Descontaminación Ambiental*) concuerdan en unidades de medida, parámetros a analizar y acercamientos a los puntos de monitoreo.

A continuación se describe el desarrollo del análisis y comparativo:

7.2.1. Muestreo *in situ* Ciénaga Miramar.

Se utilizó una sonda multiparamétrica que medía ciertos parámetros fisico-químicos. A su vez, con algunos parámetros que no eran registrados por la sonda, pero que eran importantes para este estudio, se procedía a tomarse diferentes muestras de agua y posteriormente fueron enviadas a un laboratorio para su análisis. Tanto los resultados del muestreo *in situ* con la sonda multiparamétrica, como los resultados enviados por el laboratorio, eran analizados para discernir el estado actual de los cuerpos hídricos muestreados, para este caso puntual, la Ciénaga Miramar. Se realizaron 5 muestreos *in situ* con la sonda multiparamétrica (1 cada mes), antes de cada muestreo se procedía con la calibración del equipo para obtener resultados óptimos y fiables. (Ver anexo 5).

Respecto a la toma de muestras de agua para el análisis en el laboratorio, se tuvieron en cuenta los tomados en: Mayo (ciénaga Miramar) y Octubre (ciénaga Miramar).

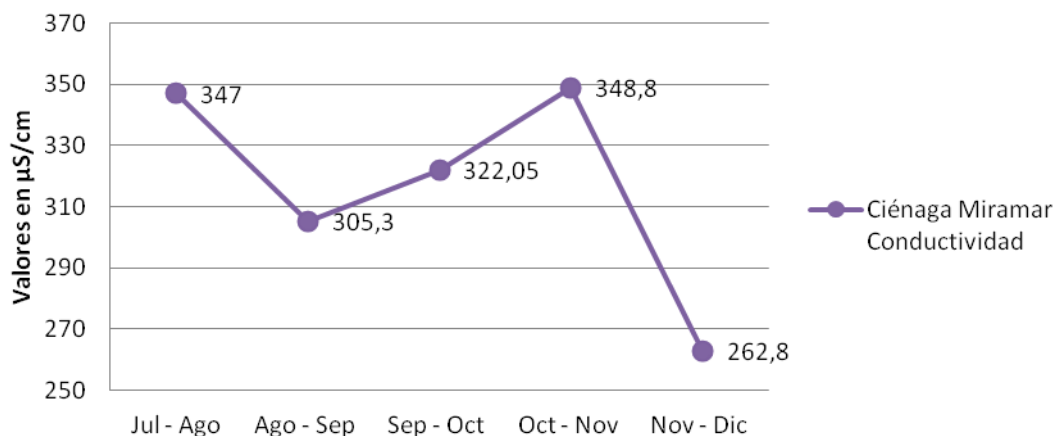
7.2.2. Análisis de parámetros muestreados con sonda multiparamétrica

A continuación se relaciona cada uno de los parámetros que fueron muestreados durante 5 meses con la sonda multiparamétrica (Muestreo *in situ*) en la ciénaga Miramar.

- **Conductividad:**

Gráfica 1. Conductividad medida durante 5 meses en la ciénaga Miramar.

Ciénaga Miramar Conductividad



Fuente: Autora

La conductividad eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente, y la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad. En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad, este efecto continúa hasta que la solución está tan llena de iones que se restringe la libertad de movimiento y la conductividad puede disminuir en lugar de aumentar, dándose casos de dos diferentes concentraciones con la misma conductividad (ver Cuadro 2). Todos los valores de conductividad están referidos a una temperatura de referencia de 25 ° C.³⁸

³⁸ <http://arturobola.tripod.com/conducti.htm>

Valores de conductividad de algunas muestras típicas.

Cuadro 2. Valores de Conductividad.

Temperatura de la muestra 25 ° C	Conductividad, $\mu\text{S/cm}$
Agua ultra pura	0.05
Agua de alimentación a calderas	1 a 5
Agua potable	50 a 100
Agua de mar	53,000
5 % NaOH	223,000
50 % NaOH	150,000
10 % HCl	700,000
32 % de HCl	700,000
31 % HNO_3	865,000

Fuente: <http://arturobola.tripod.com/conducti.htm>

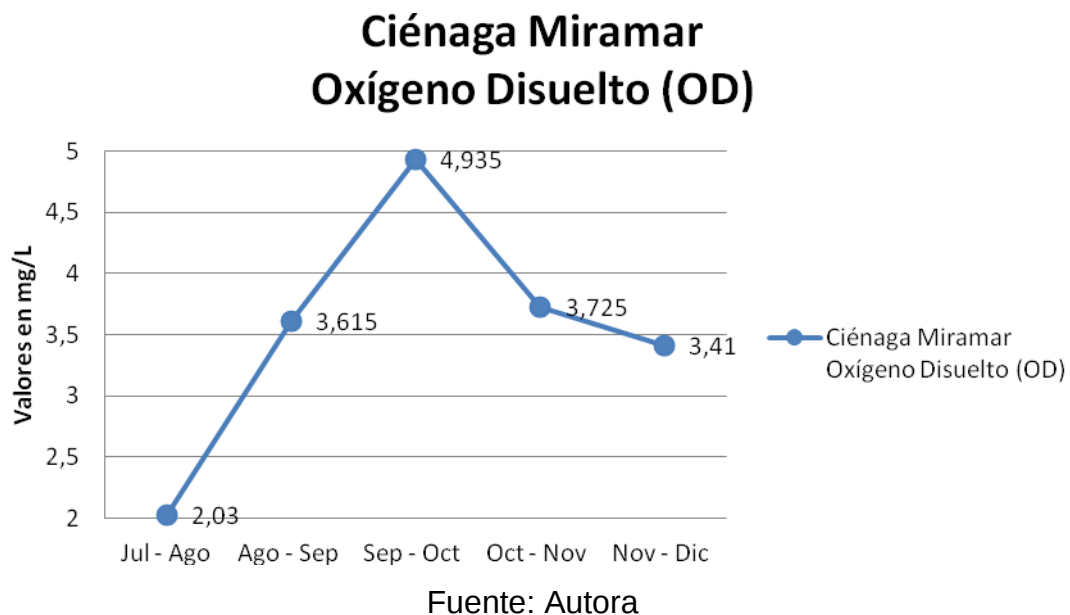
Algunas sustancias se ionizan en forma más completa que otras y por lo mismo conducen mejor la corriente. Cada ácido, base o sal tienen su curva característica de concentración contra conductividad. Son buenos conductores: los ácidos, bases y sales inorgánicas: HCl, NaOH, NaCl, Na_2CO_3 , etc. Son malos conductores: Las moléculas de sustancias orgánicas que por la naturaleza de sus enlaces son no iónicas: como la sacarosa, el benceno, los hidrocarburos, los carbohidratos, etc., estas sustancias, no se ionizan en el agua y por lo tanto no conducen la corriente eléctrica.³⁹

Los valores de conductividad que están reflejados en la Gráfica 1, muestra un punto máximo de $348.8\mu\text{S/cm}$ (Oct - Nov) y un punto mínimo de $262.8\mu\text{S/cm}$ (Nov - Dic), aunque la diferencia entre ambos de casi $90\mu\text{S/cm}$, realmente no es tan significativa, puesto que ambos valores están por fuera del rango de agua potable ($50 - 100\mu\text{S/cm}$). Sin embargo, el evento del pico o punto máximo puede estar directamente relacionado con el pH, ya que en la gráfica 6 (pH de la ciénaga Miramar), el valor más alto está reflejado en el mismo periodo (Oct - Nov). De igual forma sucede con el valor más bajo de conductividad; si se observa el mismo periodo muestreado en la gráfica 6 (Nov - Dic), se aprecia un valor que se encuentran entre los más bajos registrados. La conductividad en la ciénaga Miramar exhibe cambios relacionados con el aumento o disminución del pH.

³⁹ Idem, 2012

- **Oxígeno Disuelto (OD):**

Gráfica 2. Oxígeno Disuelto medido durante 5 meses en la ciénaga Miramar.



Los animales acuáticos necesitan oxígeno para vivir. Los peces, los invertebrados, las plantas y las bacterias aeróbicas requieren oxígeno para respirar. El oxígeno de la atmósfera se disuelve con facilidad en el agua hasta que ésta se satura. Una vez disuelto en el agua, el oxígeno se difunde muy lentamente y su distribución depende del movimiento del agua aireada. Las plantas acuáticas, las algas y el fitoplancton, producen también oxígeno como un subproducto del proceso de fotosíntesis. La cantidad de oxígeno requerida varía de acuerdo a las especies y a su grado de crecimiento. Los niveles de oxígeno disuelto por debajo de 3 ppm dañan a la mayor parte de los organismos acuáticos y por debajo de 2 ó 1 ppm los peces mueren. Para el desarrollo de los mismos se requieren usualmente niveles de 5 a 6 ppm.⁴⁰ Bajo la normatividad colombiana en el Decreto 1594 de 1984 artículo 45 (*Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas*) la concentración de OD debe ser 4 mg/L o superior.

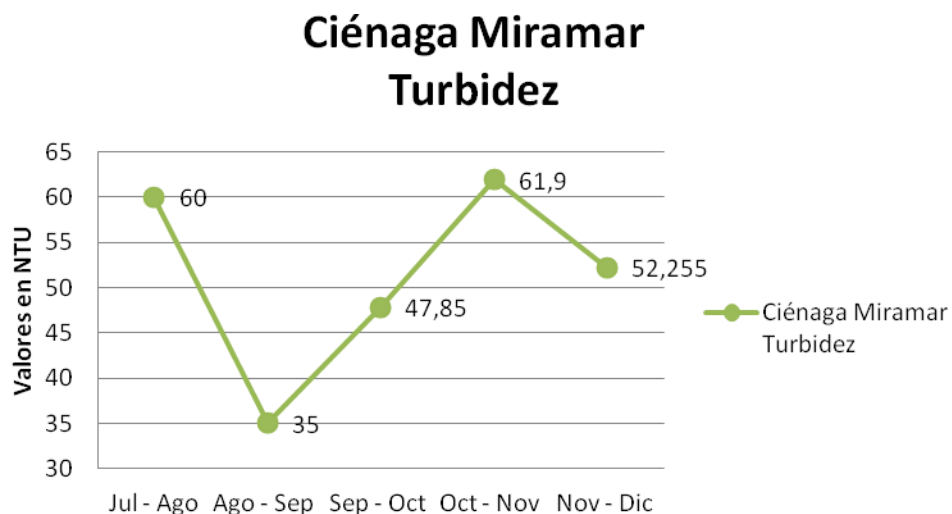
En la gráfica 2, se observa que el valor mínimo es de 2.03mg/L (Jul - Ago) y el valor máximo es de 4.935mg/L (Sep - Oct). De los 5 muestreos realizados, sólo en

⁴⁰ La Motte Company, 2001

el pico se observó un valor que cumple con los requerimientos mínimos de la normatividad colombiana. Sin embargo, por la alta cantidad de contaminación producto de más del 60% de las descargas de aguas residuales domésticas del Municipio y de residuos industriales, en la mayoría de muestreos realizados, los valores observados no cumplen con los parámetros establecidos por la normatividad colombiana generando afectación a la fauna íctica, ya sea por disminución de poblaciones o por bioacumulación y biomagnificación de contaminantes. Cabe anotar que la hora de la toma de muestra para el periodo de (Jul - Ago) fue sobre las 3 pm a una profundidad de 2.01 metros y para el periodo de (Sep - Oct) fue sobre las 11am a una profundidad de 1.99 metros.

- **Turbidez:**

Gráfica 3. Turbidez medida durante 5 meses en la ciénaga Miramar



Fuente: Autora

La turbidez de una muestra de agua, es la reducción de su transparencia ocasionada por el material particulado en suspensión. Este material puede consistir de arcillas, limos, plancton o material orgánico finamente dividido, que se mantiene en suspensión por su naturaleza coloidal o por la turbulencia que genera el movimiento. Por esta misma razón, la turbidez debe medirse directamente en campo. Mientras que algunas especies de peces requieren agua totalmente transparente para su supervivencia, otras no se afectan apreciablemente por la turbidez del medio. Sin embargo, en términos genéricos, se acepta que la turbidez

afecta adversamente el desarrollo de los peces, al inferir con la profundidad de penetración de la luz.⁴¹

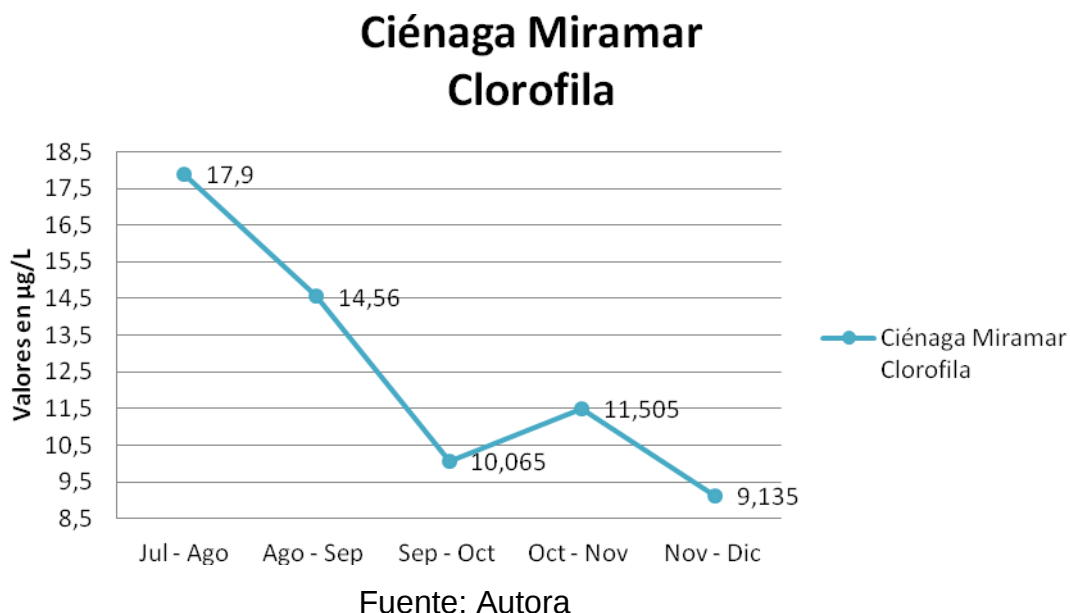
Bajo la normatividad colombiana en el Decreto 1594 de 1984 artículo 39 (Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solo desinfección), el valor admisible para turbidez es de 10 NTU.

En la gráfica 3, se observa un valor máximo de 61.9 NTU (Oct - Nov) y un valor mínimo de 35 NTU (Ago - Sep), valores que exceden de 3 a 6 veces los límites permitidos por la normatividad colombiana vigente. Esta condición se le puede atribuir a las descargas residuales domésticas sin ningún tipo de tratamiento, al igual que a los residuos industriales. Además, el valor máximo registrado (Oct - Nov) coincide con los periodos lluviosos que arrastran mayor cantidad de sedimentos que generan una turbidez más alta en la ciénaga y el valor mínimo registrado (Ago - Sep) coincide con los periodos de sequía o lluvias esporádicas en el Municipio de Barrancabermeja. Cabe resaltar que las algas del fitoplancton y/o exceso de material vegetal también interfieren en la turbiedad.

⁴¹ http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap6.pdf

- **Clorofila:**

Gráfica 4. Clorofila medida durante 5 meses en la Ciénaga Miramar.



Las algas planctónicas (fitoplancton) y bentónicas (perifiton) responden al aumento en la carga de nutrientes inorgánicos, en definitiva a la eutroficación, con un mayor crecimiento y abundancia. Puesto que las algas contienen pigmentos fotosintéticos como la clorofila, la cuantificación de la concentración de estos pigmentos da una medida cuantitativa indirecta de la magnitud del fenómeno de la eutroficación.

Siendo la clorofila-a el pigmento común no sólo a todas las plantas que fotosintetizan, sino especialmente a las algas microscópicas, la determinación de la concentración de clorofila-a en el agua (en realidad, el fitoplancton que está en suspensión) sirve para, entre otros parámetros, evaluar el estado trófico de las aguas de un humedal. Para monitorear la biomasa de cianobacterias y algas, se deben tener en cuenta los niveles de clorofila-a. Para lagos oligotróficos los valores son: 1 a 10µg/L, en tanto que para lagos eutróficos pueden ser de 300µg/L o más.⁴²

La presencia de clorofila a en el agua o su equivalente la biomasa fitoplanctónica, está fuertemente ligada al proceso de la productividad primaria. Sin embargo, la relación no es proporcional o exponencial, es decir, no existe una relación directa causa efecto en donde se esperaría que a una mayor cantidad de clorofila,

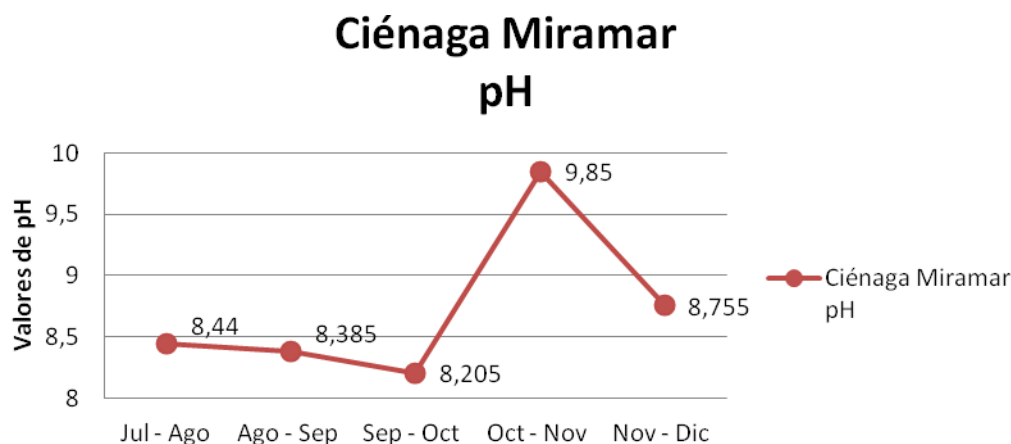
⁴² http://www.digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%204.pdf

hubiese también una elevada productividad. La presencia de clorofila en cantidades significativas, puede llegar a traducirse en tasas importantes de producción primaria, cuando las condiciones se vuelvan idóneas para ello.⁴³

Al revisar la gráfica 4, se puede observar que el valor máximo es de 17.9µg/L (Jul - Ago) y que el valor mínimo es de 9.135µg/L (Nov - Dic), valores que sugieren una baja concentración de clorofila teniendo en cuenta que este cuerpo hídrico es considerado como altamente eutroficado⁴⁴. Muy probablemente este registro se deba a una falla en el sensor de clorofila puesto que los valores registrados no coinciden con el estado actual de una ciénaga en la cual se descarga más del 60% de las aguas residuales domésticas del municipio de Barrancabermeja y que también recibe residuos de industrias. Por consiguiente, dado a esta interrogante se procedió a verificar las especificaciones técnicas de la sonda multiparámetros utilizada, con el fin de verificar si el electrodo utilizado para detección de clorofila poseía alguna limitante, corroborando que dentro de las ventajas del medidor de clorofila se evidencia que posee un sensor óptico con limpieza mecánica automática y a la vez realiza la medición In vivo de fitoplancton debido a la fluorescencia de la clorofila; dentro de sus limitantes en la exactitud de clorofila se encuentra sujeto a interferencias de otras especies fluorescentes y diferentes especies de fitoplancton pueden fluorecer con diferentes intensidades.

- **pH:**

Gráfica 5. pH muestreado durante 5 meses en la ciénaga Miramar.



⁴³ Contreras, 1994.

⁴⁴ Estudio Ambiental Ciénaga Miramar – HIDROAMBIENTE, 2001

Fuente: Autora

El pH del agua pura es de 7 a 25°C. Como consecuencia de la presencia de ácidos y bases y de la hidrólisis de las sales disueltas, el valor del pH puede aumentar o disminuir. La presencia de sales de bases fuertes y ácidos débiles como Na_2CO_3 incrementa el pH. Sales de bases débiles y ácidos fuertes como CaCl_2 produce disminución del mismo. El valor de pH en aguas neutras suele estar entre 6,5 y 7,5. Menores valores pueden obtenerse como resultado de CO_2 libre. Descalcificación biogénica en aguas superficiales puede provocar aumentos en el pH.⁴⁵

Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.

En la gráfica 5, se observa un valor máximo de 9.85 (Oct - Nov) y un valor mínimo de 8.44 (Jul - Ago), sugiriendo un pH básico, posiblemente debido a la acción del carbonato cálcico que reacciona con el CO_2 o también a la descalcificación biogénica en la superficie del agua, aunque no es posible especificar hasta el momento la fuente que está generando esta reacción. Los valores máximos y mínimos coinciden con los periodos de invierno y verano respectivamente, en el municipio de Barrancabermeja. Es de resaltar que las algas se generan por contaminación orgánica, es decir, que entre más carga orgánica más algas van a haber en el cuerpo de agua, se tiene de referencia que las aguas con carga orgánica tienden a ser ligeramente ácidas pero también se podría explicar porque a mayor algas, menor entrada de luz solar al cuerpo de agua, los peces van a morir y la cantidad de degradación orgánica será mayor y por ende el pH tenderá a ser más ácido, si bien la fotosíntesis fitoplanctónica podría influir en el pH pero no de manera directa.

7.2.3. Análisis de Resultados de Muestras de Agua enviados a Laboratorio (Proanálisis Ltda - Sanambiente).

A continuación se expone las normatividades colombianas para los parámetros analizados: Decreto 1594 de 1.984 artículo 38, 39 (*Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional y que para su potabilización se requiere sólo desinfección*) y 45 (*Criterios de calidad*

⁴⁵ www.unav.es/quimicayedafologia/csanta/a1/aguas.pdf

admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas) y Resolución 2115 de 2007 (Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para el consumo humano).

Cuadro 3. Parámetros tenidos en cuenta en el análisis de laboratorio con su respectivo valor permisible.

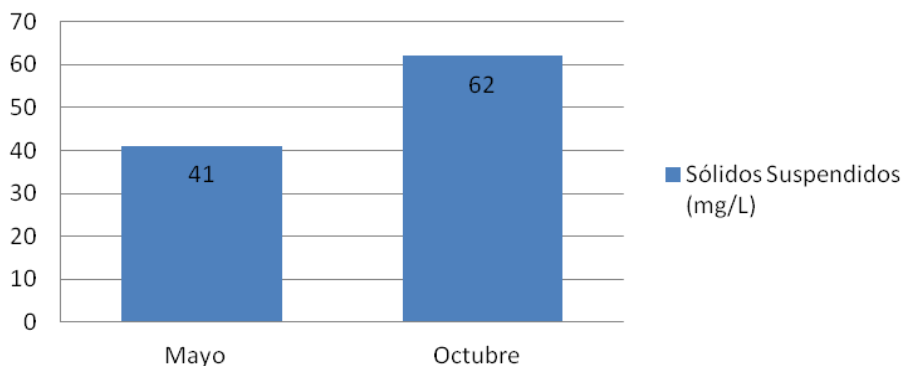
PARÁMETROS	ÍNDICE PARA CONSUMO HUMANO	UNIDADES
Sólidos Suspendidos	NR	mg/L
Sólidos totales	800	mg/L
Sólidos sedimentables	NR	ml/L
DQO	NR	mg O ₂ /L
DBO ₅	6	mg O ₂ /L
Grasas y aceites	0.01	mg/L
Aluminio	NR	mg/L
Bario	0.7	mg Ba/L
Cadmio	0.003	mg Ca/L
Mercurio	0.001	mg Hg/L
Plomo	0.01	mg Pb/L
Coliformes totales	20000	UFC/100mL
Coliformes fecales	2000	UFC/100mL

Fuente: Autora. NR: no registra en la normatividad colombiana

- ***Sólidos Suspendidos:***

Gráfica 6. Resultados de Sólidos Suspendidos obtenidos en prueba laboratorio

Sólidos Suspendidos Ciénaga Miramar



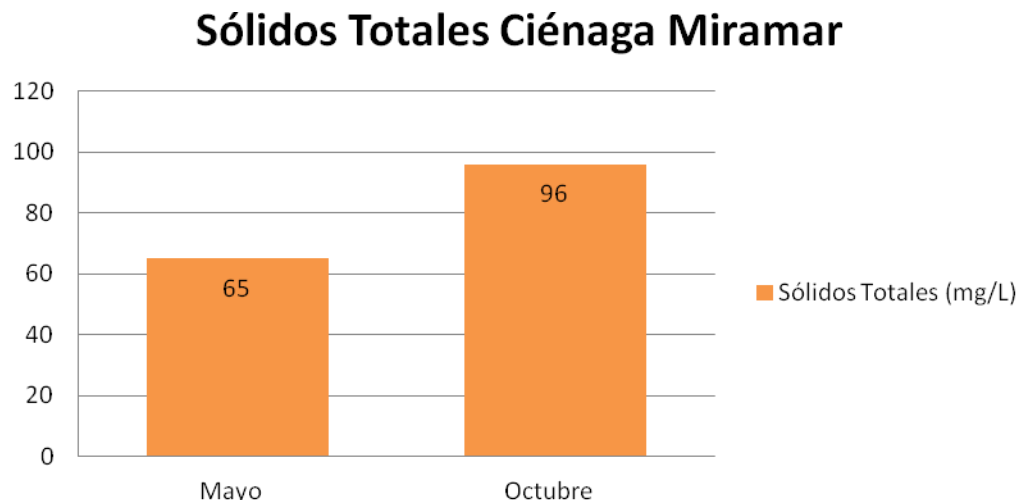
Fuente: Autora

Corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua, se mide en ppm o mg/L. Es importante como indicador, puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, importante para la producción de oxígeno.

Actualmente la normatividad colombiana vigente no contempla valores límites permisibles para los sólidos suspendidos. Los niveles más altos de sólidos suspendidos son exhibidos durante el mes de octubre, con un valor de 62 mg/L. La Ciénaga Miramar exhibe valores significativamente altos de sólidos suspendidos como consecuencia de descargas de aguas residuales y residuos industriales, características propias de aguas contaminadas.

- **Sólidos Totales:**

Gráfica 7. Resultados de Sólidos Totales obtenidos en prueba laboratorio



Fuente: Autora

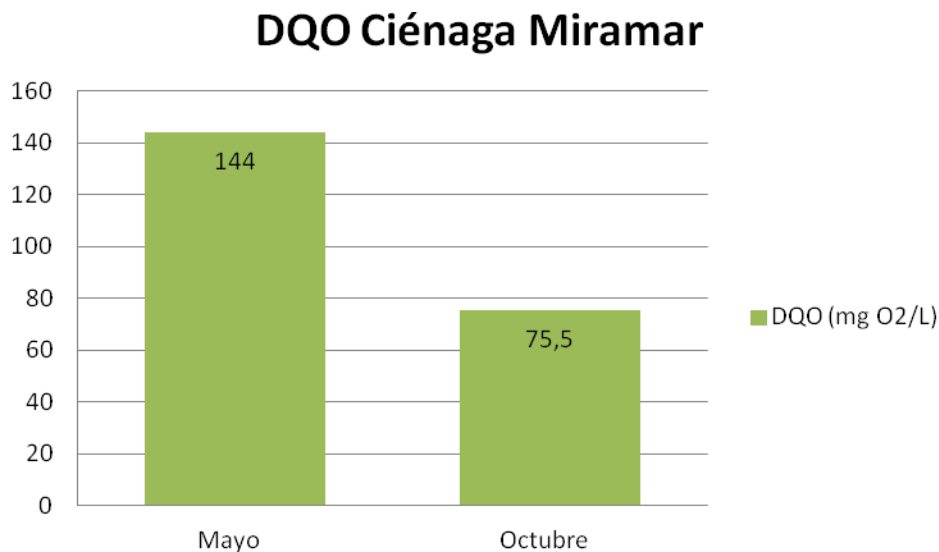
Estima la cantidad de materiales suspendidos y disueltos en el agua. Se obtienen después de someter al agua a un proceso de evaporación a temperaturas comprendidas entre 103 y 105 °C. La porción filtrable representa a los Sólidos Coloidales Totales Disueltos y la no - filtrable son los Sólidos Totales en Suspensión.⁴⁶

En la gráfica 7, se observa que se presentan variaciones proporcionales a las de la gráfica 6, mostrando una vez más su grado de contaminación. No se acercó o superó el valor establecido por la normatividad colombiana (800mg/L) para sólidos totales en un cuerpo de agua.

⁴⁶ <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6165/2/DBO%20-%20SS%20-%20SD.pdf>

- ***Demanda Química de Oxígeno -DQO:***

Gráfica 8. Resultados de DQO obtenidos en prueba laboratorio



Fuente: Autora

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/L).⁴⁷ Aunque este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica, sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros...), que también se reflejan en la medida.

La DQO varía en función de las características de las materias presentes, de sus proporciones respectivas, de sus posibilidades de oxidación y de otras variables.

Guarda cierta relación con la DBO₅, siendo esta última una fracción de la primera que oscila entre el 2 y el 70 %. En desechos poco biodegradables como la gasolina y los Hidrocarburos, se dan las relaciones más bajas. En Aguas poco contaminadas deberá ser inferior a 50 ppm.⁴⁸

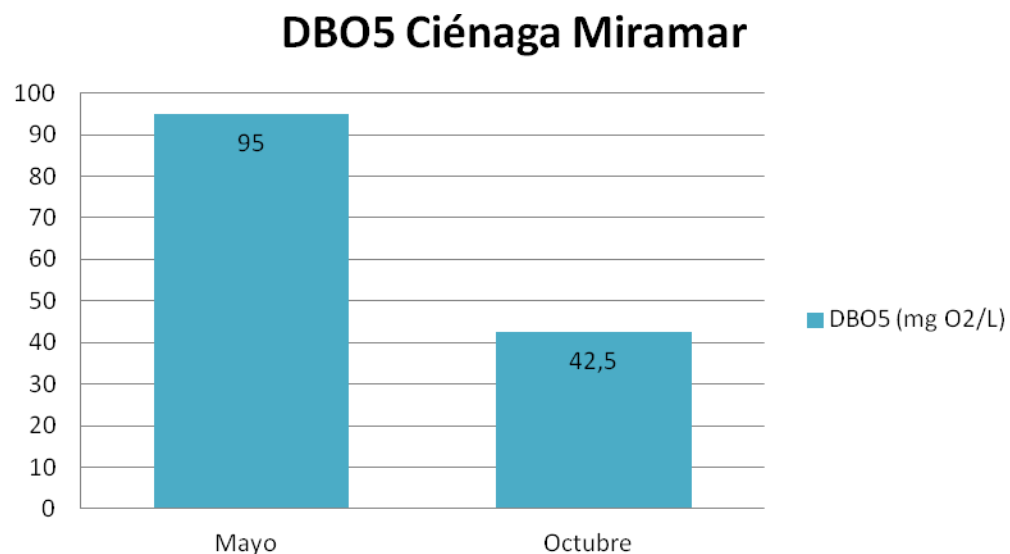
⁴⁷ <http://www.cyclucid.com/depuracion-de-aguas-residuales/parametros-aguas-residuales/>

⁴⁸ http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Interpretacion_Analisis_de_Aguas.htm

La gráfica 8 muestra que el valor máximo es de 144mg O₂/L durante el mes de Mayo, sin dejar de lado el resultado obtenido en el mes de octubre 75.5mg O₂/L, que confirma un alto índice de concentración de materia orgánica o si bien un alto grado de contaminación en este cuerpo hídrico.

- ***Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 Días (DBO₅):***

Gráfica 9. Resultados de DBO₅ obtenidos en prueba laboratorio



Fuente: Autora

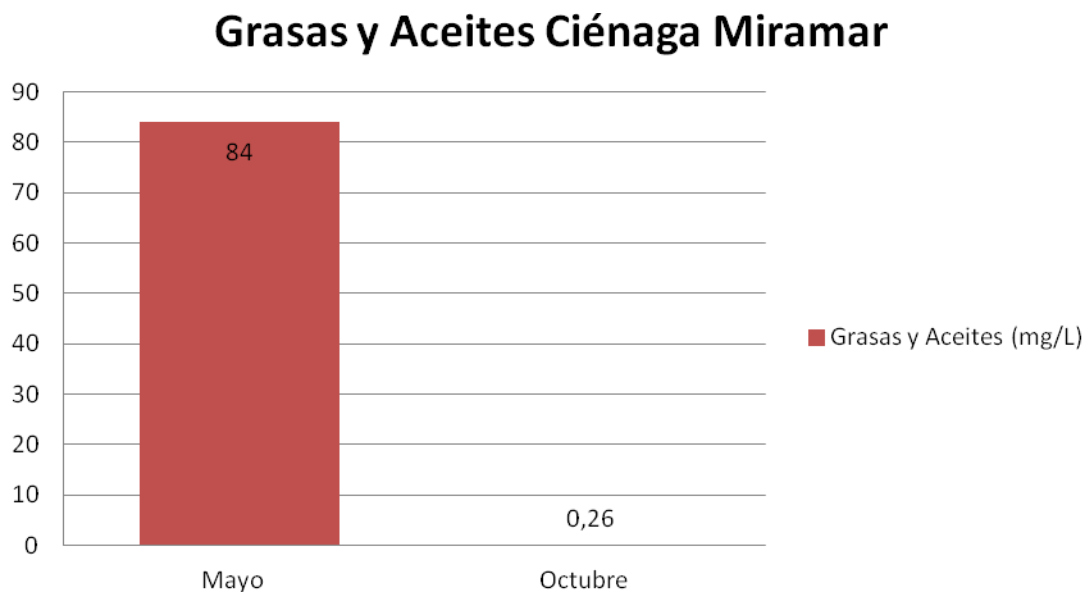
Es la cantidad de Oxígeno usado por la actividad respiratoria de los microorganismos que utilizan la materia orgánica del agua residual para crecer y para metabolizar a partir de ella y de otros microorganismos sus componentes celulares. Es necesario distinguir entre el ensayo de la DBO y otros ensayos que se le realizan a las aguas contaminadas como los ensayos del COT (Carbón Orgánico Total) y de la DQO (Demanda Química de Oxígeno). Los resultados de estos ensayos guardan ciertas relaciones entre sí, pero tienen significados diferentes. La DBO₅ se mide como mg/L o ppm de O₂ consumidas durante un período de 5 días a 20 °C en la oscuridad. La DBO es la medida por excelencia utilizada por las agencias reguladoras en todo el mundo para medir el impacto de la contaminación causada por las aguas residuales.⁴⁹

⁴⁹ http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Interpretacion_Analisis_de_Aguas.htm

En este caso, la gráfica 9 muestra un valor alto (95mg O₂/L), superándose el límite permisible por la normatividad colombiana (6 mg O₂/L). Queda exhibido el importante impacto que ha generado la contaminación por aguas residuales a este cuerpo hídrico.

- **Grasas y Aceites:**

Gráfica 10. Resultados de Grasas y Aceites obtenidos en prueba laboratorio.



Fuente: Autora

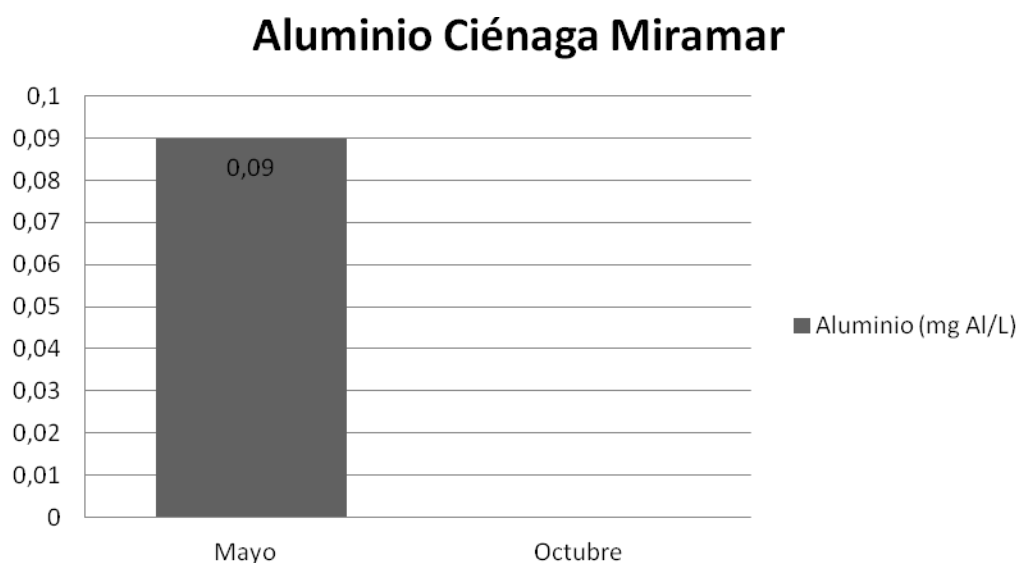
Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico. Su efecto se debe a que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera.⁵⁰ No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar.

⁵⁰ www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../7/GRASASYACEITES.docx

El valor de 84mg/L durante el mes de mayo es considerado relativamente alto, corroborando lo visto en inspecciones oculares realizadas al cuerpo hídrico, donde se evidencia una película de nata sobre la superficie del cuerpo hídrico, ocasionando interferencia en la filtración de la luz solar y a su vez disminuyendo los procesos de productividad primaria que se van a ver afectados y por ende el resto de la red trófica.

- **Aluminio:**

Gráfica 11. Resultados de Aluminio obtenidos en prueba laboratorio.



Fuente: Autora

La forma soluble en agua del Aluminio causa efectos perjudiciales, estas partículas son llamadas iones. Son usualmente encontradas en soluciones de Aluminio combinadas con otros iones, por ejemplo cloruro de Aluminio. La toma de Aluminio puede tener lugar a través de la comida, respirarlo y por contacto en la piel. La toma de concentraciones significantes de Aluminio puede causar un efecto serio en la salud como: Daño al sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, apatía y temblores severos. El agua acidificada de los lagos o ciénagas disuelven el aluminio de los sedimentos que se encuentran rodeando a los mismos. Las altas concentraciones de aluminio (hasta diez veces más de lo normal), junto con una alta acidez, podrían causar muertes masivas de peces.⁵¹

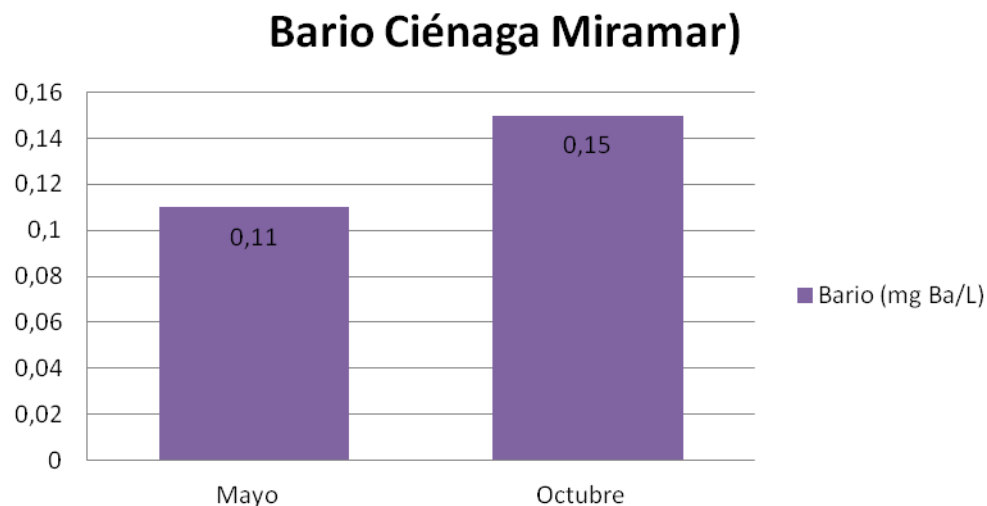
⁵¹ <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm>

Lagos en muchas regiones del mundo han sido desprovistos de grandes cantidades de peces y de microorganismos a causa de contaminación con aluminio. Una vez que este hecho tiene lugar, es prácticamente imposible de restablecer las poblaciones de peces.

La normatividad colombiana vigente no establece valores límites admisibles para este parámetro, aunque en general, los valores bajos reportados para la Ciénaga Miramar de 0.09mg Al/L, no representan un riesgo para la salud humana.

- **Bario:**

Gráfica 12. Resultados de Bario obtenidos en prueba laboratorio.



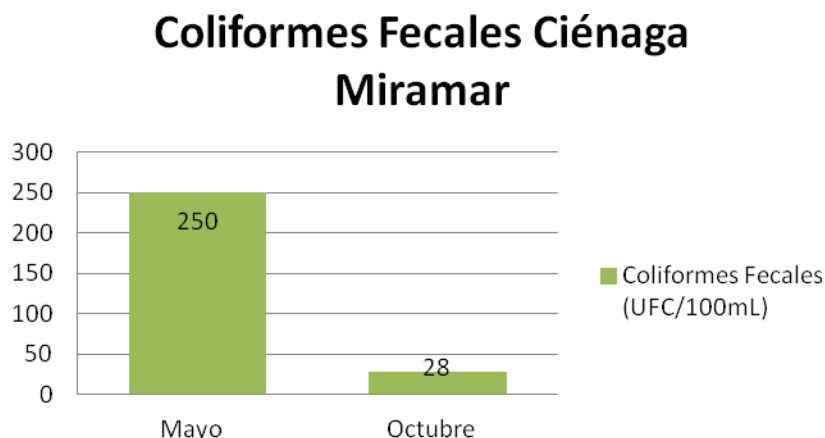
Fuente: Autora

Es un metal alcalinotérreo, éste y los compuestos del mismo, tienen muchos usos importantes. El mineral de sulfato de bario es minado y usado en varias industrias. Los efectos sobre la salud del Bario dependen de la solubilidad de los compuestos. Los compuestos del Bario que se disuelven en agua pueden ser dañinos para la salud humana. La toma de gran cantidad de Bario que es soluble puede causar parálisis y en algunos casos incluso la muerte. Algunos compuestos del Bario que son liberados durante procesos industriales se disuelven fácilmente en agua y son encontrados en lagos, ríos y arroyos. Debido a sus solubilidades estos compuestos del Bario pueden alcanzar largas distancias desde sus puntos de emisión. Cuando peces y otros organismos acuáticos absorben los compuestos del Bario, el Bario se acumulará en sus cuerpos. Los compuestos del Bario que son persistentes usualmente permanecen en la superficie del suelo, o en el

sedimento de las aguas. El Bario es encontrado en la mayoría de los suelos en bajos niveles. Estos niveles pueden ser más altos en vertederos de residuos peligrosos.⁵² En la gráfica 12 ninguno de los valores exhibidos sobrepasa o se acerca al valor establecido por la normatividad colombiana en referencia a cuerpos de agua (0.7mg Ba/L), por lo que no se está generando ningún tipo de riesgo por contaminación con Bario, aunque, de ser posible, un análisis a los tejidos de peces vendría a ser mejor alternativa para determinar la contaminación por este tipo de elemento químico.

- **Coliformes Fecales:**

Gráfica 13. Resultados de Coliformes fecales obtenidos en prueba laboratorio.



Fuente: Autora

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44,5° C. Aproximadamente el 95% del grupo de los coniformes presentes en heces están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los coniformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal en cuerpos de agua. Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta es la característica que diferencia a coliformes totales y fecales.⁵³

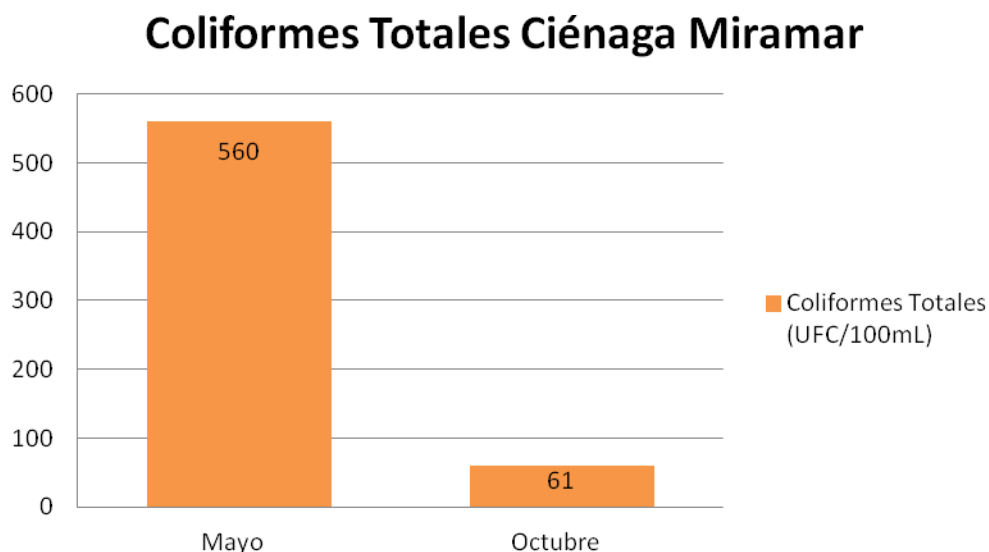
⁵² <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/ba.htm>

⁵³ Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2007.

En la gráfica 13, se observa que el cuerpo hídrico, objeto de este análisis, presenta un valor de 250UFC/100mL, correspondiente a las descargas por aguas residuales, sin llegar a sobrepasar el límite admisible por la normatividad colombiana (2000UFC/100mL), siendo esto llamativo ya que se vierten diariamente altas cantidades de aguas residuales domésticas sin ningún tipo de tratamiento al humedal.

- **Coliformes Totales:**

Gráfica 14. Resultados de Coliformes Totales obtenidos en prueba laboratorio.



Fuente: Autora

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales aquellos de origen intestinal. La presencia de coliformes en el agua indica la contaminación bacteriana reciente y constituye un indicador de degradación de los cuerpos de agua. La presencia de coliformes totales debe interpretarse de acuerdo con el tipo de aguas: deben estar ausentes en 85% de las muestras de aguas potables tratadas.⁵⁴ Para el caso de aguas

⁵⁴ NOVA - Publicación Científica ISSN:1794-2470 vol.3 no. 4 julio - 2005

contaminadas, lo que se espera es el cumplimiento en la normatividad ambiental vigente.

Por lo anterior, al observar la gráfica 14, es evidente que, aunque es alto lo exhibido por el cuerpo hídrico en el mes de mayo (560 UFC/100mL), dicho valor no sobrepasa o se acerca a los límites admisibles por la normatividad colombiana (20000UFC/100mL).

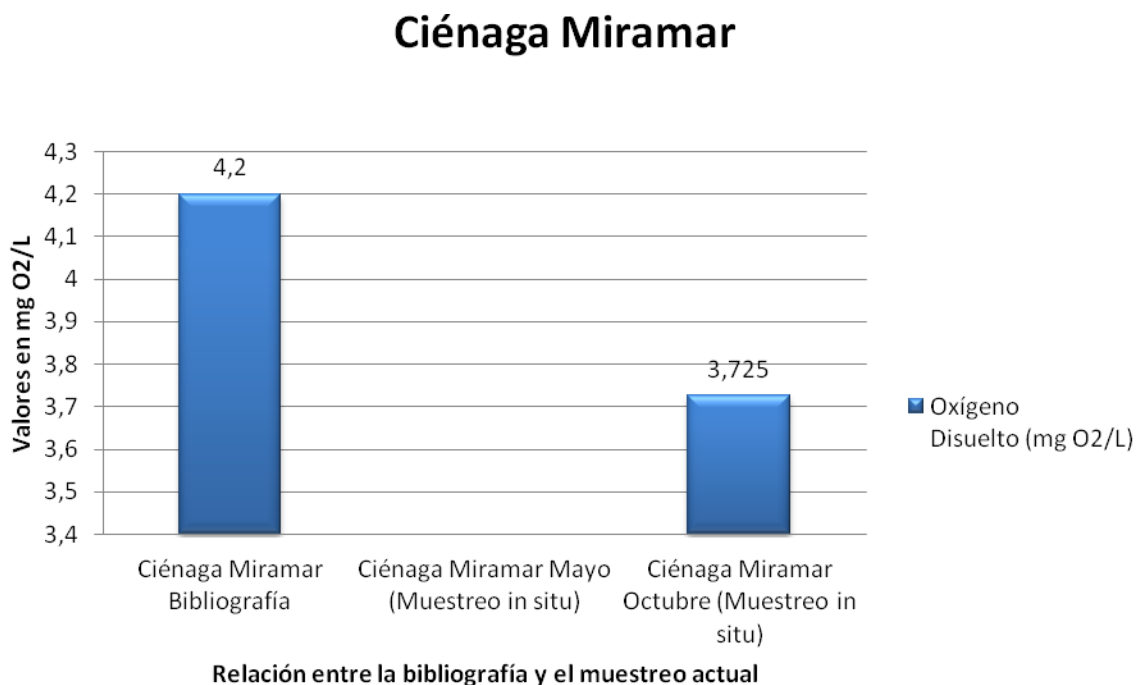
7.3. COMPARACIÓN ENTRE LA BIBLIOGRAFÍA PRESENTE EN LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y LOS MUESTREOS REALIZADOS

Para realizar la comparación bibliográfica del estado de la Ciénaga Miramar , se tuvo en cuenta la Reformulación Plan de Descontaminación Ambiental del Municipio de Barrancabermeja, Tomo I, Cormagdalena, Alcaldía Municipal de Barrancabermeja, Convenio Interinstitucional N° 000001. Con esto se pudo realizar un paralelo entre lo que existía de años anteriores y el estado próximo actual del cuerpo hídrico con los muestreos realizados en los últimos meses y la toma de muestras de agua que se enviaron al laboratorio Proanálisis Ltda – Sanambiente, y así poder discernir la evolución de la ciénaga.

Es de resaltar que para poder realizar el comparativo se tuvieron en cuenta los valores, para los análisis fisicoquímicos capturados con la sonda multiparametrica, de los meses de mayo y octubre. Lo anterior para que fueran comparables, junto con los análisis de laboratorio, con la bibliografía existente, de igual forma se suma a lo anterior la similitud de condiciones ambientales.

- ***Oxígeno Disuelto:***

Gráfica 15. Comparación de Oxígeno Disuelto entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.

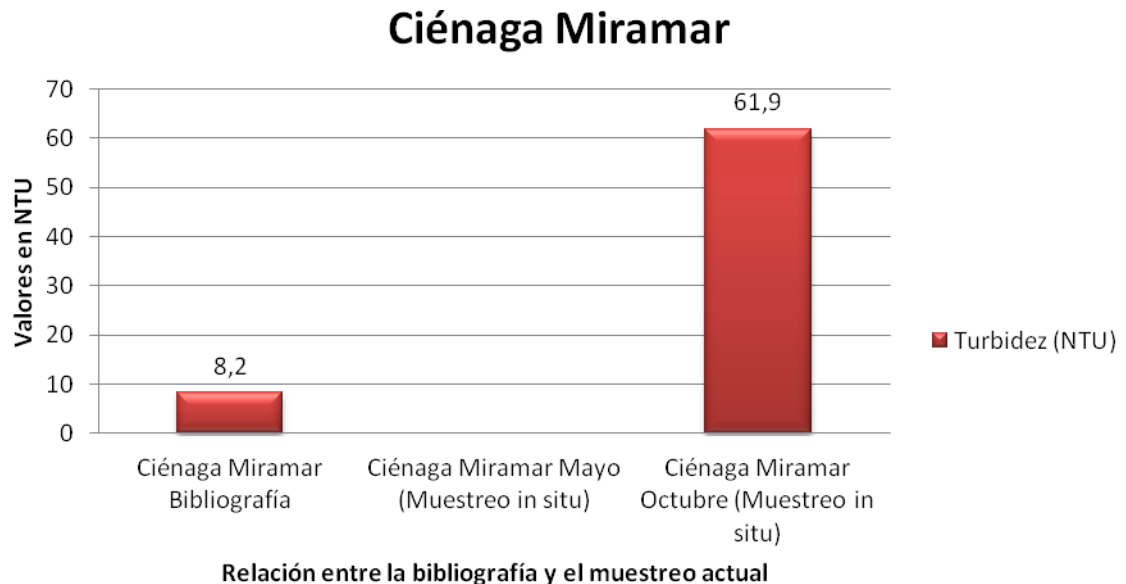


Fuente: Autora

En la gráfica 15 se puede apreciar claramente que existe una disminución del oxígeno disuelto en el cuerpo hídrico. Los niveles de oxígeno disuelto están por debajo del límite permisible por la normatividad ambiental, estas concentraciones acarrearán migración o en el peor de los casos muerte o desaparición de organismos y especies acuáticas. Este hecho es atribuible a las constantes descargas de aguas residuales domésticas y residuos industriales, característico de aguas contaminadas.

- **Turbidez:**

Gráfica 16. Comparación de Turbidez entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.

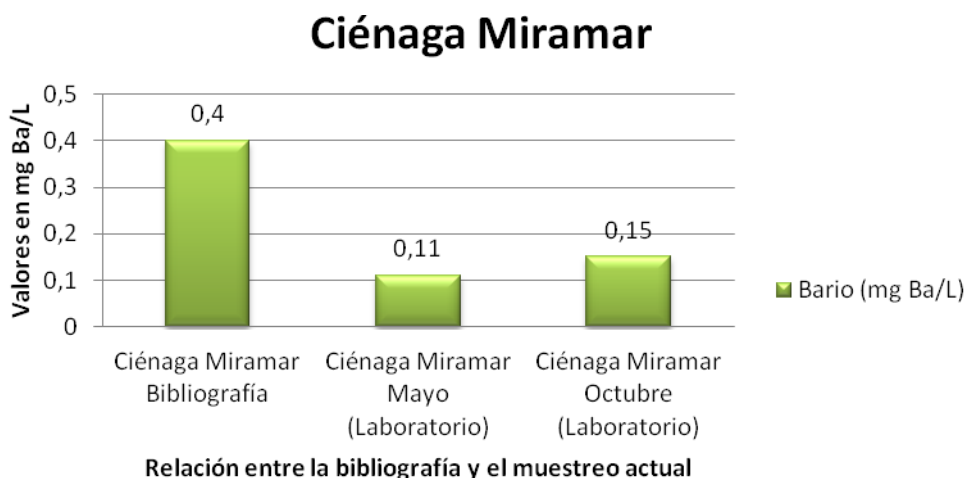


Fuente: Autora

En la gráfica 16, se puede observar el aumento significativo de la turbidez, que se ha incrementado a través de los últimos años, como consecuencia de una mayor cantidad de descargas de aguas residuales domésticas sin ningún tratamiento, producto de un aumento en la población. Bajo la normatividad colombiana en el Decreto 1594 de 1984 artículo 39 (Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solo desinfección), el valor admisible para turbidez es de 10 NTU. Actualmente la ciénaga no cumple con este requerimiento, lo que genera preocupación porque en tan sólo 4 años el valor incrementó drásticamente.

- **Bario:**

Gráfica 17. Comparación de Bario entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011

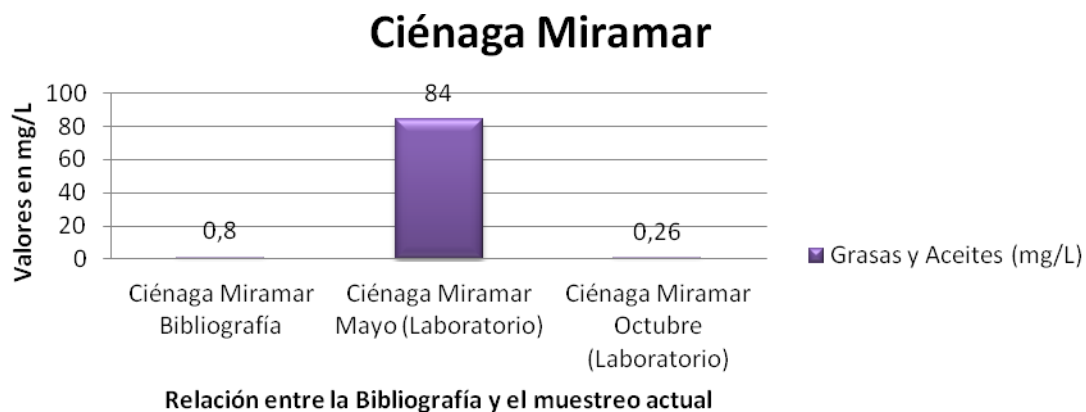


Fuente: Autora

En la gráfica 17 se observa una tendencia opuesta a lo que se ha venido presentando en las gráficas anteriores. En este caso, la gráfica muestra una disminución en el Bario, hecho realmente significativo, aunque ni los valores de la bibliografía ni los actuales se acercan a los valores límites admisibles por la normatividad colombiana (0.7 mg Ba/L).

- **Grasas y Aceites:**

Gráfica 18. Comparación de Grasas y Aceites entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011

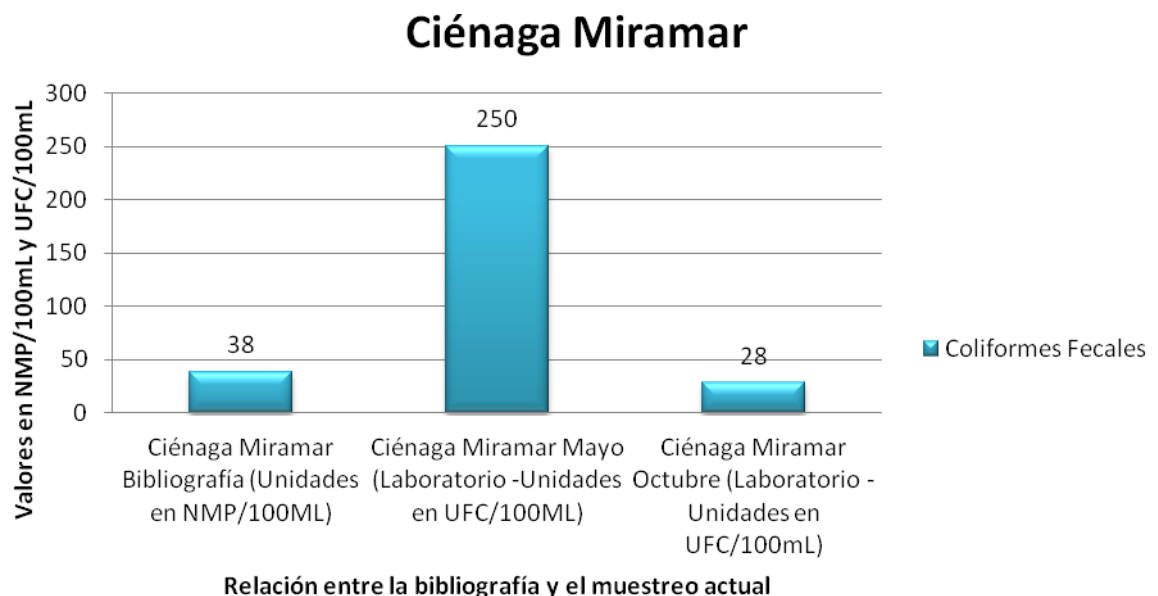


Fuente: Autora

En la gráfica 18, se puede apreciar que existe una disminución notable de las grasas y aceites, que se puede deber en parte a la conciencia de las personas en cuanto a las destinación de estas sustancias a sus aguas residuales domésticas, también se puede deber al hecho de que las industrias están mejorando sus procesos residuales o la implementación de tecnologías más limpias, lo cual se traduce en PTARs eficientes. No obstante se registra un evento donde el valor muestreado en el mes de mayo es de 84 mg/L, puede deberse a un evento puntual en la cual se pudo haber realizado un vertimiento de estas sustancias antes de la toma de muestra de agua o a un posible error por parte del laboratorio. En general, la ciénaga Miramar no cumple con el requerimiento mínimo de la normatividad colombiana (0.01mg/L), según lo contemplado en Decreto 1594 de 1984.

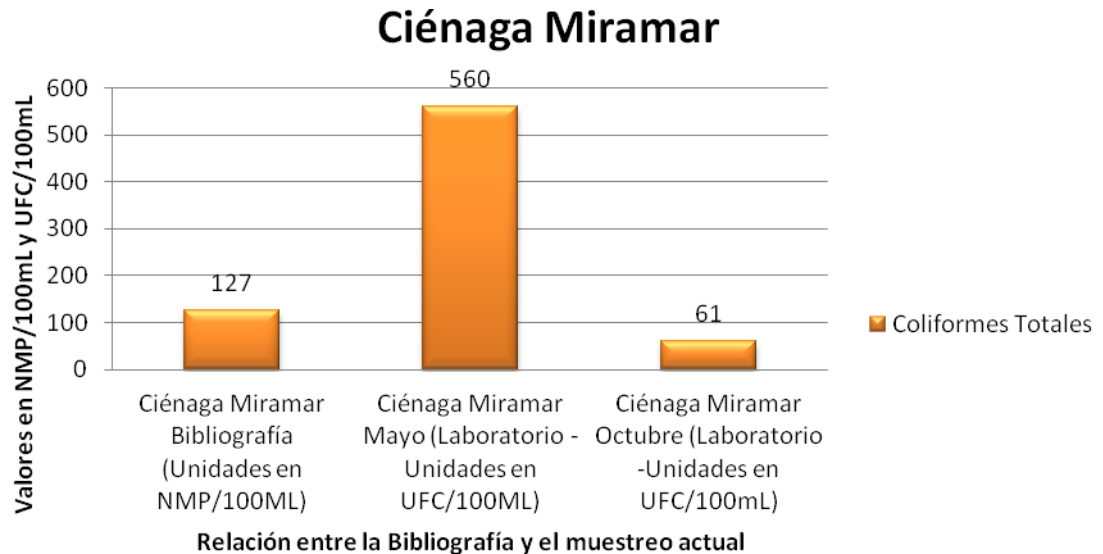
- **Coliformes Fecales y Coliformes Totales:**

Gráfica 19. Comparación de Coliformes Fecales entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.



Fuente: Autora

Gráfica 20. Comparación de Coliformes Totales entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011.



Fuente: Autora

En el caso particular de las gráficas 19 y 20, tanto para las coliformes fecales como para las totales, no se puede realizar la comparación entre la bibliografía y los muestreos realizados durante el 2011, puesto que las unidades de medidas no son las mismas (NMP/100mL y UFC/100mL). A continuación se expone el concepto de NMP y UFC.

- **Número más probables (NMP):** El método del Número más probable (NMP), también conocido como el método de los ceros de Poisson, es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa. Es una estrategia eficiente para estimar densidades de población que se emplea cuando una evaluación cuantitativa de elementos individuales no es factible.
- **Unidades Formadoras de Colonias (UFC):** es un valor que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. Expresa el número relativo de microorganismos de un taxón determinado en un volumen de un metro cúbico de agua.
UFC es el número mínimo de células separables sobre la superficie, o dentro, de un medio de agar semi-sólido que da lugar al desarrollo de una colonia visible del orden de decenas de millones de células descendientes.

7.4. IDENTIFICACION Y PROPUESTA DE ACCIONES DE RECUPERACIÓN

Luego de realizar el análisis a las diferentes alternativas de recuperación del cuerpo hídrico, se hace necesario partir del hecho de la puesta en marcha del Plan de Saneamiento Hídrico, que actualmente cuenta con un avance del 80% en su primera etapa, apuntando dicha acción a la reducción de cargas externas, gracias a la construcción e instalación del colector Ferrocarril y del colector secundario Las Camelias que funcionará trasladando las aguas servidas de la zona al Sistema de Tratamiento San Silvestre que se encargará del tratamiento de las mismas. Con base en lo anterior, se contaría entonces con la eliminación de las descargas de aguas residuales al cuerpo hídrico de la Ciénaga Miramar.

Dado a lo anterior, se contaría para el año 2015 con un cuerpo hídrico sin descargas por aguas residuales, sin embargo, no se debe dejar de lado las inspecciones que deben ser realizadas por la autoridad ambiental encargada de los procesos de tratamiento que utiliza Ecopetrol S.A. para poder determinar que los puntos de descargas por aguas industriales (Puerta Principal I, Puerta Principal II, Planta Orthoflow, Planta Balance, Tea 6) cumplen con la normatividad ambiental vigente, de igual forma proporcionar acciones de vigilancia y control a las descargas industriales vertidas a la Ciénaga.

Partiendo del hecho anteriormente expuesto, se procede entonces a determinar y proponer un conjunto de acciones de recuperación al cuerpo hídrico Ciénaga Miramar, de la siguiente manera:

1. *Disminuir del aporte de materia orgánica de la zona aledaña.* Se requiere la intervención de mano de obra suficiente para la recolección total de residuos orgánicos provenientes de los ciclos naturales de la vegetación (caída de hojas, flores, etc.) y los producidos por cortes de césped y poda dispuesta ilegalmente en las zonas aledañas. Cuando sea necesario reemplazar árboles, convendrá discutir la conveniencia de reemplazar caducifolios por perennifolios en función del personal y tiempo disponible para la recolección de hojas. Igualmente la implementación de las medidas de control (comparendo ambiental) para evitar se continúe con la disposición inadecuada de estos residuos.

Para la puesta en marcha de esta acción se debe contar con el apoyo de los entes institucionales competentes, con el fin de aunar esfuerzos y velar por

mantener la zona aledaña a la Ciénaga Miramar limpia de escombros, material vegetal propio de las actividades de poda y tala de la ciudad y demás residuos sólidos. Cabe anotar que la disposición de los residuos expuestos anteriormente deberán ser llevados a la Escombrera Municipal, la cual se encuentra actualmente en la legalización del proceso de Interventoría del contrato de obra para la construcción, puesta en marcha y operación de 6.25 Ha de una extensión total de 10.1 Ha. Dicha Escombrera se encontrará dotada de tecnología de punta para el tratamiento de materiales vegetales, escombros y otros materiales que bien no son llevados al Relleno Sanitario.

2. *Extracción de la vegetación acuática (recolección y disposición final del material)*, en función de los posibles usos (actuales o potenciales), y de aquellas zonas que puede constituir un impedimento a la acción del viento (por ejemplo, la que crece en las cercanías del vertedero). De las zonas elegidas para la erradicación de la vegetación acuática, se recomienda la recolección intensiva y frecuente. Si bien la bibliografía enuncia el uso de herbicidas, aquí no se recomienda por posibles efectos colaterales indeseables y por falta de suficientes experiencias locales en ambientes acuáticos de uso recreativo. Por consiguiente y teniendo en cuenta que muy posiblemente la vegetación recolectada posea en sus tejidos metales pesados, dichos residuos vegetales se dispondrían en lo que actualmente se denomina Escombrera Municipal, con el fin de darle un manejo adecuado y/o utilidad. Lo anterior estaría sujeto a los respectivos análisis y estudios para el uso y manejo adecuado, en su defecto, se dispondrían como residuos especiales, para lo cual el Municipio tendría que contratar los servicios de una empresa prestadora del servicio de aseo para residuos especiales certificada.
3. *Extracción de lodos de fondo*: Una forma de disminuir su difusión es mediante la extracción de barro de fondo. Es una de las técnicas más usadas y brinda varios propósitos: a) profundizar el cuerpo de agua aumentando el volumen del mismo, lo que permite incrementar la producción de peces; b) extraer sedimentos ricos en nutrientes y/o compuestos tóxicos; c) reducir la cantidad de vegetación acuática arraigada. La técnica presenta el inconveniente de la resuspensión temporaria y parcial de los sedimentos, para lo cual se tendría que disponer de un lugar para su respectivo análisis y tratamiento, uno de los lugares provistos para tal fin estaría ubicado vía B. El Bostón, en un lote cerca al antiguo Botadero La Esmeralda, el cual bien podría ser adaptado, por parte

de la Administración Municipal para la disposición de dichos lodos. Es de resaltar que dichos sedimentos tendrían que caracterizarse con el fin de determinar la presencia de metales, que de encontrarse, dichos sedimentos se dispondrían como residuos especiales, según lo contemplado en Decreto 4741 de Diciembre 30 de 2005.

4. Elaboración de un programa de seguimiento en los vertimientos y efluentes de la Ciénaga Miramar: Es de vital importancia continuar con el proceso de monitoreo de calidad del agua en el municipio de Barrancabermeja para poder evidenciar más claramente una tendencia, se hace necesario muestrear continuamente durante 12 meses o más, con el fin de levantar una línea base fuerte en las condiciones de la Ciénaga, a su vez, teniendo en cuenta que para el año 2015 se contará con el sistema de tratamiento San Silvestre, es necesario realizar un estudio detallado y minucioso una vez no se tengan las descargas. Lo anterior, debido a que la bibliografía histórica no es clara, es dispersa y poco precisa.
5. Siempre en el caso que se demuestre su necesidad, se debe prever la posibilidad económica de nuevamente poner en funcionamiento las bombas de aireación instaladas en la entrada del caño Las Camelias y en el Cristo Petrolero, especialmente durante el inicio de la temporada de lluvias que es cuando se presentan las bajas súbitas de oxígeno.

8. CONCLUSIONES

- Las condiciones ambientales y de vida útil de la Ciénaga Miramar se acrecientan negativamente, teniendo en cuenta los parámetros analizados dicho cuerpo hídrico indica la presencia de materia orgánica que dificultan el proceso de purificación en caso de que se requiera; deficiencia en oxígeno, los cuales se encuentran por debajo de lo establecido en normatividad; el contenido de materia orgánica a ser descompuesta por acción especialmente de tipo bacteriana es alta, recurso ictiológico no apto para consumo humano, disminución de fauna, crecimiento excesivo de plantas acuáticas, entre otras. De igual forma, aunque los análisis de elementos tóxicos no superan la normatividad, la presencia de éstos mismos afectan el equilibrio y la capacidad de autorregulación del cuerpo hídrico.
- En cuanto al comparativo con la bibliografía histórica existente se concluye que, al realizar el análisis respectivo muchos de los datos o parámetros analizados no eran comparables, debido a las unidades de medida o puntos de muestreo, lo que hace que se dificulte el desarrollo de esta acción o el evaluar el estado de humedal a través del tiempo. La información encontrada en los entes administrativos competentes no es clara, imprecisa y a la fecha muchos de los estudios realizados ya no se encuentran.
- Al encontrarse la Ciénaga Miramar limitada en su capacidad de autodepuración se puede concluir que, teniendo en cuenta todo lo anterior, su proceso de recuperación y posible uso de contacto secundario, es muy tardío, pero si se cuenta con la implementación del PSH (Plan de Saneamiento Hídrico), es probable que a través del tiempo sea posible ver la Ciénaga Miramar resurgir. Lo anterior siempre y cuando exista un compromiso y apoyo por parte de los entes a fin y a su vez, de la comunidad en general.

- Haciendo un control de las entradas de P y N, a través de los vertimientos domésticos, automáticamente se controla la proliferación de micrófitos. A medida que se disminuya el aporte de vertimientos, se disminuye así mismo la vegetación acuática. Se podría concluir entonces que con el pasar del tiempo y a medida que se realice la acción de la reducción de carga orgánica, la vegetación por exceso de micrófitos disminuirá considerablemente, es decir, que se empezaría a equilibrar y a su vez el Municipio se ahorraría el recurso destinado para limpieza o retiro de vegetación en la Ciénaga Miramar.

9. RECOMENDACIONES

- No se debe dejar de lado las inspecciones que deben ser realizadas por la autoridad ambiental encargada de los procesos de tratamiento que utiliza Ecopetrol S.A. para poder determinar que los puntos de descargas por aguas industriales (Puerta Principal I, Puerta Principal II, Planta Orthoflow, Planta Balance, Tea 6) cumplen con la normatividad ambiental vigente, de igual forma proporcionar acciones de vigilancia y control a las descargas industriales vertidas a la Ciénaga, ya que se pudo corroborar que la Autoridad Ambiental a la fecha no ha ejercido tal actividad y a su vez se exceden en confiabilidad con los informes enviados por la empresa petrolera.
- Es necesario continuar con los procesos de Producción Limpia para verificar y asesorar a todos los sectores productivos en referencia a sus vertimientos, también es importante continuar con los procesos de Educación Ambiental, dirigido hacia capacitaciones en cuanto al uso adecuado y destinación final del agua residencial, lo importante es generar conciencia y conmoción a la comunidad por la preservación y conservación de los cuerpos hídricos del municipio. Lo anterior, con base en lo contemplado en el Plan de Desarrollo actual – Barrancabermeja, Ciudad Futuro – donde se prevee la ejecución de los proyectos de Educación Ambiental y Producción Limpia en el Municipio de Barrancabermeja.

10. BIBLIOGRAFIA

Anónimo, 2010. <http://iecbmanuellincola.blogspot.com/2010/12/contaminacion-por-fitosanitarios.html>, *fecha de consulta:* Febrero 06 de 2.012.

Anonimo, 2012. http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_h%C3%ADrica, *fecha de consulta:* Febrero 06 de 2.012.

Barrancabermeja en Cifras, 2001. Oficina Asesora de Planeación Municipal.

Cárdenas, A.S. 2011. Evaluación Toxicológica de los Caños La Lavandera y Las Camelias que vierten sus Aguas en La Ciénaga del Miramar en Barrancabermeja, Colombia. Pág. 3-79. En: Universidad Industrial de Santander.

Castellanos, Cesar A. 2006. Los ecosistemas de humedales en Colombia. Revista Científica LunAzul. Universidad de Caldas. ISSN 1909 – 2474.

Contreras, Keylla. 2008. El Agua, un recurso para preservar, Mérida. Pág. 3-27. En: Universidad de los Andes.

Cooke, G.D. 1980. Covering bottom sediments as a lake restoration technique. Water Resour. Bull., Pág: 16: 921 – 926.

Coormagdalena. 2001. Estudio Ambiental y plan de recuperación de la Ciénaga Miramar, Hidroambiente Ltda. 167 pág.

EPA. 1976. Process design manual for phosphorus removal. EPA 625/1 – 76 – 001a. 11 Chapt. + 2 App.

Estevez, F. 1988. Fundamentos de Limnología. Interciencia/FINEP, Río Janeiro (578 p).

Garling, D.L. 1999. Nuisance aquatic plant control using algicides and herbicides. Dept. Fish. and Wildlife, Michigan State University. 8 pág.

Gomez L., Sandoval F. 2.006. Colombia: Los Recursos Hidricos y el Marco Legal. Revista Virtual VIA *INVENIENDI ET IUDICANDI* "Camino del hallazgo y del juicio". Colombia, 11 pág.

IDEAM, 2.010. Estudio Nacional del Agua. Colombia – Bogotá D.C. 409 pág.

Johnson, P.L. 1983. Thoughts on selection and design of reservoir aeration devices. Pág. 537 - 541. En: Proceedings of the Third Annual Conference **Lake**

and Reservoir Management, U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 604 pág.

Klein, G. 2001. Lake restoration in Berlin. Institute for Water, Soil and Air Hygiene: 9 pág.

Lorenzen, M., Fast, A. 1977. a guide to aeration/circulation techniques for lake management. Corvallis Env. Res. Lab., USEPA, EPA – 600/3-77-004. 125 pág.

Lynch, M., Shapiro, J. 1981. Predation, enrichment and phytoplankton community structure. *Limnol. Oceanogr.*, 26: 86 – 102.

Mandaville, S.M. 1997. Lake restoration. Summary of in-lake methodology for both culturally and naturally eutrophic lakes, the Canadian experience. Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax.

Mara, D., S. Cairncross. 1990. Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. Medidas de protección de la Salud Pública. OMS. Ginebra 213 p.

Mara, D. D. (1976). Sewage Treatment in Hot Climates. John Wiley and Sons. Londres

Mendonça, S.R. (1987), Tópicos Avançados em Sistemas de Esgotos Sanitários, ABES, Rio de Janeiro, 259pp.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009. Antecedentes de la Contaminación Hídrica en Colombia. En: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=966629>, Fecha de consulta: 24/11/2011.

Naranjo, L., Andrade, G., Ponce de León, E., 1999. Humedales Interiores de Colombia, Bases Técnicas para su conservación y Uso Sostenible. En: Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt y MAVDT. Santafé de Bogotá. Pág: 6 – 80.

Organización Mundial de la Salud – OMS. 1.997, Control de la contaminación del agua: guía para la aplicación de principios relacionados con la calidad del agua. R. Helmer e I. Español, En: http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/resquality/es/index.html.

Olem, H., Flock, G. (Ed). 1990. Lake and reservoirs restoration guidance manual. 2nd Ed. EPA 440/4-90-006. USEPA. 326 pág.

Pastorok, R.A., Grieb, T.M. 1983. Prediction of lake response to induced circulation. Pág. 531 - 537. En: Proceedings of the Third Annual Conference Lake and Reservoir Management, U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 604 pág.

Peterson, S.A. 1981. Sediment removal as a lake restoration technique. Corvallis Env. Res. Lab., USEPA, EPA – 600/3-81-013. 55 pág.

Prepas, E.E. ; Murphy, T.P. 1988, Sediment – water interactions in farm dugouts previously treated with copper sulphate. Lake and Reservoir Management, 4:161-168.

Rock, C., Courtemanch, D., Hannula, T. 1983. Restoracion of Seabasticook Lake, Maine, by seasonal flushing. Pág. 502 - 507. En: Proceedings of the Third Annual Conference **Lake and Reservoir Management**, U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 604 pág.

Ryding, S.O., Rast, W. (Ed). 1992. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Pirámide, Madrid. 375 pág.

Schmidt, J.C. 1983. An overview of chemicals for aquatic plant control. Pág. 453 – 455. En: Proceedings of the Third Annual Conference **Lake and Reservoir Management**, U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 604 pág.

Smith, V. H. 1983. Low nitrogen to phosphorous ratio favour dominance by bluegreen algae in lake phytoplankton. Science, 221: 669 - 671.

Shapiro, J. 1978. The need for more biology in lake restoration, EPA 440/5 – 79 – 001. 161 – 167.

Shapiro, J., Wright, D.I. 1984. Lake restoration by biomanipulation, Round Lake, Minnesota – the first two years. Freshwater Biol., 14: 371 – 383.

Vandermeulen, H. 1982. Design and testing of a propeller aerator for reservoirs. Wat. Res., 26 (6): 857 – 861.

Welch, E.B. 1981. The dilution/flushing technique in lake restoration. Corvallis Env. Res. Lab., USEPA, EPA – 600/3-81-016. 13 pág.

En: http://www.criecv.org/es/proyectos/pag_agua/eutrofizacion.html, fecha consulta: diciembre 04 de 2011.

En: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema_9.pdf, fecha de consulta: marzo 13 de 2012.

GLOSARIO

- **Hipolimnio:** Masa de agua profunda de un lago que se mantiene estancada, debajo del estrato de mayor discontinuidad térmica.
- **Epilimnio:** Capa superficial del agua de un sistema, en la cual la temperatura es más elevada en verano y más rica en organismos; se sitúa por encima del estrato de mayor discontinuidad térmica.
- **Íctico:** Relativo o perteneciente a los peces.
- **Ictiología:** Parte de la zoología que se encarga del estudio de los peces.
- **Oligotróficos:** Medio acuático con escasa cantidad de sustancias disueltas aprovechables y que se encuentran en el primer paso de su proceso evolutivo. Es decir, cuerpo de agua con pocos nutrientes y pocos organismos vivos.
- **Eutróficos:** Referente al agua que está enriquecida en nutrientes como el nitrógeno y el fósforo.

ANEXOS

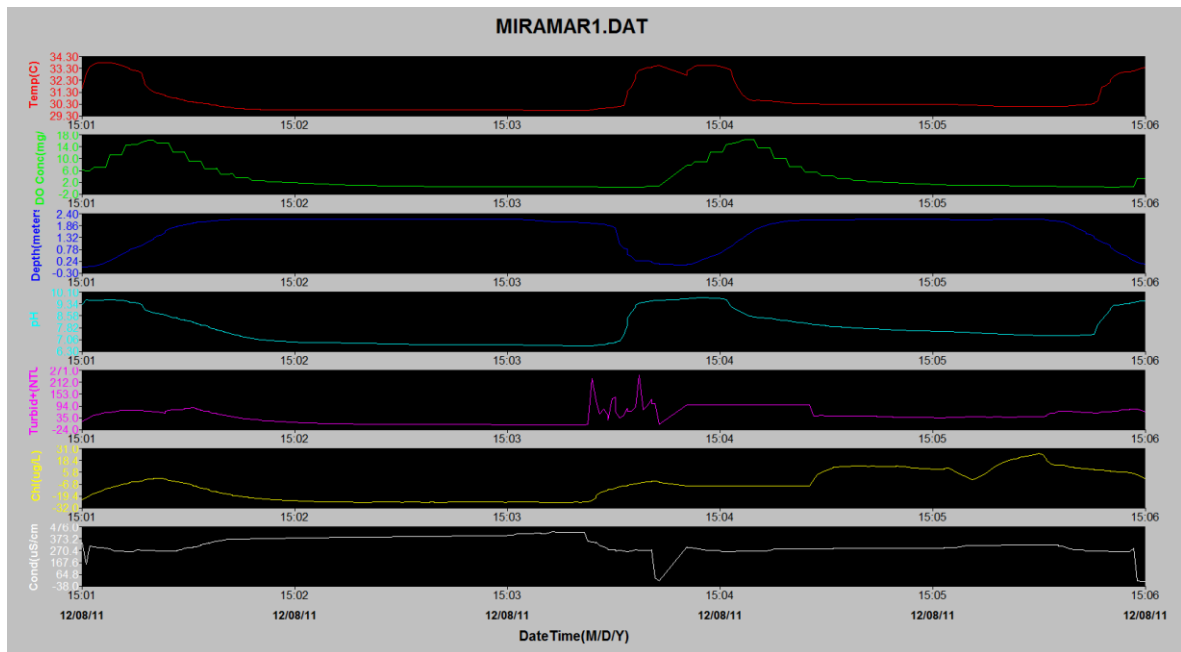
Anexo 1. Resumen técnico y los planos básicos del PSH.

Anexo 2. Proyecto PTAR SAN SILVESTRE.

Anexo 3. Graficas, reportes estadísticos y tablas mensuales de los cuerpos hídricos muestreados generados por el software ECOWATCH.

RESULTADOS CIÉNAGA MIRAMAR

- PERIODO JULIO – AGOSTO:



Gráfica 1. Reporte gráfico de la ciénaga Miramar en el periodo Julio – Agosto por el software “Ecowatch”.

MIRAMAR1.DAT -- Statistical Report --

From 12/08/11 15:01 to 12/08/11 15:06				
Number of samples: 324				
Parameter	Min	Max	Mean	Std
Temp (C)	29.75	33.80	30.65	1.21
DO Conc (mg/L)	0.30	16.38	3.67	4.63
Depth (meters)	-0.01	2.16	1.74	0.66
pH ()	6.64	9.74	7.72	0.96
Turbid+ (NTU)	1.20	246.40	45.08	37.13
chl (ug/L)	-26.20	25.80	-8.32	15.13
cond (uS/cm)	5.0	433.0	320.8	68.2

Tabla 1. Reporte estadístico de la ciénaga Miramar en el periodo Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

Tabla 2. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	Date Time	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
0	12/08/11 15:01:42	31.61	6.08	-0.01	9.29	16.00	-23.50	336.0
1	12/08/11 15:01:43	32.83	5.88	-0.01	9.60	26.90	-21.00	152.0
2	12/08/11 15:01:44	33.40	5.79	0.00	9.55	36.90	-19.00	306.0
3	12/08/11 15:01:45	33.67	7.14	0.02	9.57	46.60	-17.00	305.0
4	12/08/11 15:01:46	33.78	7.13	0.06	9.58	52.60	-15.00	298.0
5	12/08/11 15:01:47	33.79	7.12	0.12	9.59	56.80	-13.40	298.0
6	12/08/11 15:01:48	33.80	7.12	0.19	9.60	61.20	-11.70	288.0
7	12/08/11 15:01:49	33.78	11.29	0.27	9.60	62.10	-10.60	287.0
8	12/08/11 15:01:50	33.74	11.30	0.36	9.60	66.30	-9.60	267.0
9	12/08/11 15:01:51	33.66	11.33	0.46	9.57	68.30	-8.80	269.0
10	12/08/11 15:01:52	33.56	11.36	0.55	9.55	70.60	-7.50	268.0
11	12/08/11 15:01:53	33.45	14.54	0.64	9.52	71.00	-6.50	262.0
12	12/08/11 15:01:54	33.33	14.59	0.73	9.48	70.80	-5.40	261.0
13	12/08/11 15:01:54	33.26	14.62	0.77	9.46	71.00	-4.90	261.0
14	12/08/11 15:01:55	33.14	14.67	0.84	9.43	72.80	-4.40	262.0
15	12/08/11 15:01:56	33.07	14.69	0.89	9.39	72.80	-4.00	278.0
16	12/08/11 15:01:57	32.89	15.51	0.96	9.32	72.40	-3.10	272.0
17	12/08/11 15:01:58	31.89	15.94	1.05	8.93	70.20	-2.30	271.0
18	12/08/11 15:01:59	31.55	16.10	1.14	8.84	68.40	-1.60	271.0
19	12/08/11 15:02:00	31.36	16.18	1.23	8.79	66.50	-1.00	270.0
20	12/08/11 15:02:00	31.31	16.21	1.28	8.77	65.40	-0.90	270.0
21	12/08/11 15:02:01	31.19	15.12	1.38	8.72	63.20	-0.50	269.0
22	12/08/11 15:02:02	31.14	15.14	1.44	8.70	62.00	-0.40	269.0
23	12/08/11 15:02:03	31.04	15.19	1.55	8.65	58.90	-1.10	268.0
24	12/08/11 15:02:03	31.00	15.20	1.60	8.62	67.70	-1.60	268.0
25	12/08/11 15:02:04	30.91	15.24	1.69	8.55	72.50	-2.40	268.0
26	12/08/11 15:02:05	30.82	12.20	1.77	8.48	74.60	-3.40	269.0
27	12/08/11 15:02:06	30.78	12.22	1.80	8.45	76.10	-4.10	269.0
28	12/08/11 15:02:06	30.74	12.23	1.83	8.41	74.80	-4.00	270.0
29	12/08/11 15:02:07	30.66	12.26	1.88	8.35	75.50	-5.20	281.0
30	12/08/11 15:02:08	30.62	12.27	1.89	8.32	79.60	-5.40	289.0
31	12/08/11 15:02:08	30.59	12.28	1.91	8.29	80.90	-5.90	290.0
32	12/08/11 15:02:09	30.52	9.16	1.95	8.22	83.70	-6.60	297.0
33	12/08/11 15:02:10	30.49	9.17	1.96	8.19	84.70	-7.60	299.0
34	12/08/11 15:02:10	30.47	9.17	1.98	8.15	84.70	-8.30	300.0
35	12/08/11 15:02:11	30.44	9.18	2.00	8.11	82.30	-8.90	302.0
36	12/08/11 15:02:11	30.42	9.19	2.01	8.07	79.20	-9.70	304.0
37	12/08/11 15:02:12	30.40	9.19	2.02	8.03	76.00	-10.50	314.0
38	12/08/11 15:02:12	30.38	9.20	2.02	7.99	73.00	-11.10	320.0

Tabla 3. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	Date Time	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
39	12/08/11 15:02:13	30.36	6.66	2.03	7.96	70.20	-11.60	329.0
40	12/08/11 15:02:14	30.32	6.67	2.05	7.88	67.30	-12.60	336.0
41	12/08/11 15:02:14	30.30	6.68	2.06	7.84	64.60	-13.30	334.0
42	12/08/11 15:02:15	30.24	6.69	2.08	7.76	59.50	-14.50	344.0
43	12/08/11 15:02:16	30.20	6.69	2.09	7.72	57.10	-14.80	349.0
44	12/08/11 15:02:16	30.17	6.70	2.10	7.68	54.80	-15.30	353.0
45	12/08/11 15:02:17	30.14	4.82	2.11	7.64	52.60	-15.70	357.0
46	12/08/11 15:02:17	30.11	4.82	2.11	7.60	50.50	-16.20	359.0
47	12/08/11 15:02:18	30.09	4.83	2.12	7.56	48.40	-16.50	362.0
48	12/08/11 15:02:18	30.06	4.83	2.12	7.53	46.50	-16.90	364.0
49	12/08/11 15:02:19	30.04	4.83	2.13	7.49	44.60	-17.40	366.0
50	12/08/11 15:02:20	30.00	4.84	2.13	7.42	41.10	-18.20	367.0
51	12/08/11 15:02:20	29.98	4.84	2.13	7.39	39.40	-18.60	368.0
52	12/08/11 15:02:21	29.96	3.50	2.14	7.36	37.90	-18.90	368.0
53	12/08/11 15:02:22	29.93	3.50	2.14	7.30	34.90	-19.50	369.0
54	12/08/11 15:02:22	29.92	3.50	2.14	7.27	33.50	-19.80	369.0
55	12/08/11 15:02:23	29.91	3.50	2.14	7.24	32.20	-20.10	369.0
56	12/08/11 15:02:23	29.90	3.50	2.14	7.22	30.90	-20.40	370.0
57	12/08/11 15:02:24	29.89	3.51	2.15	7.19	29.70	-20.60	370.0
58	12/08/11 15:02:24	29.88	3.51	2.15	7.17	29.70	-20.90	370.0
59	12/08/11 15:02:25	29.87	2.65	2.15	7.13	27.50	-21.20	371.0
60	12/08/11 15:02:26	29.86	2.65	2.15	7.11	26.40	-21.60	371.0
61	12/08/11 15:02:27	29.85	2.66	2.15	7.07	24.50	-21.80	372.0
62	12/08/11 15:02:27	29.84	2.66	2.15	7.06	23.60	-21.90	372.0
63	12/08/11 15:02:28	29.84	2.66	2.15	7.03	21.80	-22.50	373.0
64	12/08/11 15:02:29	29.83	2.15	2.15	7.02	21.00	-22.60	373.0
65	12/08/11 15:02:30	29.83	2.15	2.15	7.00	20.20	-23.00	374.0
66	12/08/11 15:02:30	29.83	2.15	2.15	6.98	19.40	-23.10	374.0
67	12/08/11 15:02:31	29.82	2.15	2.15	6.97	18.00	-23.40	375.0
68	12/08/11 15:02:32	29.82	2.15	2.15	6.95	16.70	-23.30	376.0
69	12/08/11 15:02:33	29.82	1.83	2.15	6.94	15.50	-23.80	377.0
70	12/08/11 15:02:34	29.82	1.83	2.15	6.92	14.30	-23.90	378.0
71	12/08/11 15:02:35	29.82	1.83	2.15	6.92	13.80	-24.10	379.0
72	12/08/11 15:02:36	29.82	1.83	2.15	6.91	12.80	-24.20	380.0
73	12/08/11 15:02:36	29.82	1.83	2.15	6.90	12.30	-24.30	380.0
74	12/08/11 15:02:37	29.82	1.59	2.15	6.89	11.40	-24.70	381.0
75	12/08/11 15:02:38	29.82	1.59	2.15	6.89	10.60	-24.80	381.0
76	12/08/11 15:02:39	29.81	1.59	2.15	6.88	10.30	-24.80	381.0
77	12/08/11 15:02:40	29.81	1.59	2.15	6.88	9.60	-25.00	382.0

Tabla 4. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	DateTime	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
78	12/08/11 15:02:41	29.81	1.37	2.15	6.87	9.00	-25.30	382.0
79	12/08/11 15:02:42	29.81	1.37	2.15	6.87	8.40	-25.30	383.0
80	12/08/11 15:02:43	29.81	1.37	2.15	6.86	7.80	-25.20	383.0
81	12/08/11 15:02:44	29.81	1.37	2.15	6.86	7.30	-25.40	383.0
82	12/08/11 15:02:45	29.81	1.19	2.15	6.85	6.90	-25.20	384.0
83	12/08/11 15:02:46	29.81	1.19	2.15	6.85	6.50	-25.40	384.0
84	12/08/11 15:02:47	29.81	1.19	2.15	6.85	6.10	-25.60	384.0
85	12/08/11 15:02:48	29.81	1.19	2.15	6.84	5.90	-25.70	385.0
86	12/08/11 15:02:48	29.81	1.19	2.15	6.84	5.70	-25.70	385.0
87	12/08/11 15:02:49	29.81	1.05	2.16	6.84	5.40	-25.70	385.0
88	12/08/11 15:02:50	29.81	1.05	2.16	6.84	5.10	-25.80	385.0
89	12/08/11 15:02:51	29.81	1.05	2.16	6.83	4.80	-26.00	385.0
90	12/08/11 15:02:52	29.81	1.05	2.16	6.83	4.50	-26.00	386.0
91	12/08/11 15:02:53	29.81	0.93	2.16	6.83	4.20	-26.00	386.0
92	12/08/11 15:02:54	29.81	0.93	2.16	6.82	4.00	-25.90	386.0
93	12/08/11 15:02:55	29.81	0.93	2.16	6.82	3.80	-26.00	387.0
94	12/08/11 15:02:56	29.81	0.93	2.16	6.81	3.60	-25.60	387.0
95	12/08/11 15:02:57	29.81	0.83	2.16	6.80	3.40	-25.60	388.0
96	12/08/11 15:02:58	29.81	0.83	2.16	6.79	3.20	-25.70	388.0
97	12/08/11 15:02:59	29.81	0.83	2.16	6.78	3.10	-25.50	389.0
98	12/08/11 15:03:00	29.81	0.83	2.16	6.77	2.90	-25.70	389.0
99	12/08/11 15:03:01	29.81	0.75	2.16	6.77	2.80	-25.70	390.0
100	12/08/11 15:03:02	29.81	0.75	2.16	6.77	2.70	-25.80	390.0
101	12/08/11 15:03:03	29.81	0.75	2.16	6.76	2.60	-25.90	390.0
102	12/08/11 15:03:03	29.81	0.75	2.16	6.76	2.50	-25.90	390.0
103	12/08/11 15:03:04	29.81	0.75	2.16	6.76	2.40	-25.80	391.0
104	12/08/11 15:03:05	29.81	0.69	2.16	6.75	2.30	-25.70	391.0
105	12/08/11 15:03:06	29.81	0.69	2.16	6.75	2.30	-25.70	392.0
106	12/08/11 15:03:07	29.81	0.69	2.16	6.75	2.20	-25.60	392.0
107	12/08/11 15:03:08	29.81	0.69	2.16	6.75	2.10	-25.90	392.0
108	12/08/11 15:03:08	29.81	0.69	2.16	6.75	2.10	-26.00	392.0
109	12/08/11 15:03:09	29.81	0.64	2.16	6.75	2.00	-26.00	392.0
110	12/08/11 15:03:10	29.81	0.64	2.16	6.75	2.00	-26.00	392.0
111	12/08/11 15:03:10	29.81	0.64	2.16	6.75	1.90	-25.80	393.0
112	12/08/11 15:03:11	29.81	0.64	2.16	6.75	1.90	-25.80	393.0
113	12/08/11 15:03:11	29.81	0.64	2.15	6.75	1.80	-25.90	393.0
114	12/08/11 15:03:12	29.81	0.64	2.15	6.75	1.80	-26.00	393.0
115	12/08/11 15:03:12	29.81	0.64	2.15	6.75	1.80	-25.90	393.0
116	12/08/11 15:03:13	29.81	0.59	2.15	6.74	1.80	-25.90	393.0

Tabla 5. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	DateTime	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
117	12/08/11 15:03:14	29.81	0.59	2.15	6.74	1.70	-25.90	394.0
118	12/08/11 15:03:14	29.81	0.59	2.15	6.74	1.70	-25.90	394.0
119	12/08/11 15:03:15	29.81	0.59	2.15	6.74	1.70	-25.70	394.0
120	12/08/11 15:03:15	29.81	0.59	2.15	6.74	1.70	-25.60	394.0
121	12/08/11 15:03:16	29.81	0.59	2.15	6.74	1.60	-25.60	395.0
122	12/08/11 15:03:16	29.81	0.59	2.15	6.74	1.60	-25.50	395.0
123	12/08/11 15:03:17	29.81	0.56	2.16	6.74	1.50	-25.50	395.0
124	12/08/11 15:03:18	29.81	0.56	2.16	6.74	1.50	-25.50	395.0
125	12/08/11 15:03:18	29.81	0.56	2.16	6.74	1.50	-25.60	395.0
126	12/08/11 15:03:19	29.81	0.56	2.16	6.74	1.50	-25.60	396.0
127	12/08/11 15:03:19	29.81	0.56	2.16	6.74	1.50	-25.60	396.0
128	12/08/11 15:03:20	29.81	0.56	2.16	6.74	1.50	-25.70	396.0
129	12/08/11 15:03:20	29.81	0.56	2.16	6.74	1.50	-25.70	396.0
130	12/08/11 15:03:21	29.81	0.52	2.16	6.74	1.40	-25.70	396.0
131	12/08/11 15:03:22	29.81	0.52	2.16	6.74	1.40	-25.60	396.0
132	12/08/11 15:03:22	29.81	0.52	2.16	6.73	1.40	-25.60	397.0
133	12/08/11 15:03:23	29.81	0.52	2.16	6.73	1.40	-25.50	397.0
134	12/08/11 15:03:23	29.81	0.52	2.16	6.73	1.40	-25.60	397.0
135	12/08/11 15:03:24	29.81	0.52	2.16	6.73	1.40	-25.50	397.0
136	12/08/11 15:03:25	29.81	0.50	2.16	6.73	1.40	-25.70	397.0
137	12/08/11 15:03:26	29.81	0.50	2.16	6.73	1.30	-25.70	398.0
138	12/08/11 15:03:27	29.81	0.50	2.16	6.73	1.30	-25.80	398.0
139	12/08/11 15:03:28	29.81	0.50	2.15	6.73	1.30	-25.80	399.0
140	12/08/11 15:03:29	29.81	0.47	2.16	6.72	1.30	-25.90	400.0
141	12/08/11 15:03:30	29.81	0.47	2.15	6.72	1.20	-25.70	401.0
142	12/08/11 15:03:31	29.81	0.47	2.15	6.72	1.20	-25.60	403.0
143	12/08/11 15:03:32	29.80	0.47	2.15	6.72	1.20	-25.40	415.0
144	12/08/11 15:03:33	29.79	0.46	2.13	6.72	1.20	-25.40	418.0
145	12/08/11 15:03:34	29.78	0.46	2.12	6.71	1.20	-25.40	418.0
146	12/08/11 15:03:35	29.77	0.46	2.11	6.71	1.20	-25.60	419.0
147	12/08/11 15:03:36	29.76	0.46	2.11	6.71	1.20	-25.60	419.0
148	12/08/11 15:03:37	29.75	0.47	2.10	6.71	1.20	-25.80	420.0
149	12/08/11 15:03:38	29.75	0.47	2.08	6.71	1.20	-26.00	420.0
150	12/08/11 15:03:38	29.75	0.47	2.07	6.70	1.20	-26.00	419.0
151	12/08/11 15:03:39	29.75	0.47	2.05	6.70	1.20	-26.10	419.0
152	12/08/11 15:03:40	29.75	0.47	2.04	6.69	1.20	-26.20	421.0
153	12/08/11 15:03:41	29.76	0.49	2.03	6.69	1.20	-26.10	433.0
154	12/08/11 15:03:42	29.76	0.49	2.03	6.68	1.20	-25.90	430.0
155	12/08/11 15:03:43	29.77	0.49	2.02	6.68	1.20	-26.00	428.0

Tabla 6. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	Date Time	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
156	12/08/11 15:03:44	29.77	0.49	2.02	6.67	1.20	-26.10	428.0
157	12/08/11 15:03:45	29.77	0.45	2.01	6.66	1.20	-26.00	427.0
158	12/08/11 15:03:46	29.77	0.45	2.01	6.66	1.20	-26.00	427.0
159	12/08/11 15:03:47	29.78	0.45	2.01	6.65	1.20	-25.80	428.0
160	12/08/11 15:03:48	29.78	0.45	2.00	6.65	1.20	-25.90	429.0
161	12/08/11 15:03:49	29.78	0.43	2.00	6.64	1.20	-25.80	430.0
162	12/08/11 15:03:50	29.78	0.43	1.99	6.65	2.30	-25.30	353.0
163	12/08/11 15:03:51	29.81	0.43	1.97	6.67	230.90	-23.90	342.0
164	12/08/11 15:03:52	29.85	0.43	1.96	6.69	121.00	-20.80	338.0
165	12/08/11 15:03:52	29.87	0.43	1.96	6.70	116.30	-18.70	344.0
166	12/08/11 15:03:53	29.92	0.40	1.94	6.73	56.00	-15.80	312.0
167	12/08/11 15:03:54	29.94	0.40	1.92	6.75	78.30	-14.40	303.0
168	12/08/11 15:03:55	29.98	0.40	1.87	6.79	48.70	-12.90	284.0
169	12/08/11 15:03:55	30.00	0.40	1.85	6.82	25.40	-12.10	281.0
170	12/08/11 15:03:56	30.02	0.39	1.83	6.84	131.10	-12.10	280.0
171	12/08/11 15:03:57	30.06	0.38	1.75	6.89	138.10	-11.20	279.0
172	12/08/11 15:03:57	30.08	0.38	1.69	6.91	64.50	-10.50	268.0
173	12/08/11 15:03:58	30.13	0.38	1.01	6.97	35.50	-9.50	271.0
174	12/08/11 15:03:59	30.17	0.38	0.84	7.35	47.60	-8.90	267.0
175	12/08/11 15:04:00	31.14	0.37	0.80	7.96	82.70	-8.30	261.0
176	12/08/11 15:04:00	31.39	0.37	0.55	8.44	69.10	-8.00	260.0
177	12/08/11 15:04:01	31.76	0.31	0.44	8.82	70.00	-7.50	264.0
178	12/08/11 15:04:02	32.48	0.31	0.27	9.12	88.00	-6.70	276.0
179	12/08/11 15:04:02	32.78	0.30	0.28	9.26	88.20	-6.40	278.0
180	12/08/11 15:04:03	33.16	0.30	0.27	9.41	246.40	-5.50	273.0
181	12/08/11 15:04:04	33.24	0.30	0.27	9.44	76.20	-5.00	273.0
182	12/08/11 15:04:05	33.34	0.68	0.25	9.48	96.40	-4.50	272.0
183	12/08/11 15:04:06	33.39	0.67	0.22	9.51	125.70	-3.90	272.0
184	12/08/11 15:04:06	33.42	0.67	0.20	9.53	107.10	-3.80	281.0
185	12/08/11 15:04:07	33.48	0.67	0.15	9.58	104.30	-3.20	31.0
186	12/08/11 15:04:08	33.52	0.67	0.13	9.59	2.80	-4.00	10.0
187	12/08/11 15:04:08	33.54	0.67	0.11	9.59	2.10	-4.80	8.0
188	12/08/11 15:04:15	32.71	7.81	0.07	9.66	100.00	-8.70	304.0
189	12/08/11 15:04:15	33.05	7.74	0.10	9.68	100.20	-8.70	299.0
190	12/08/11 15:04:16	33.27	7.69	0.12	9.69	100.40	-8.70	298.0
191	12/08/11 15:04:17	33.50	8.99	0.16	9.72	100.50	-8.70	293.0
192	12/08/11 15:04:18	33.54	8.98	0.23	9.73	100.50	-8.70	284.0
193	12/08/11 15:04:19	33.56	8.97	0.31	9.74	100.50	-8.70	280.0
194	12/08/11 15:04:20	33.55	8.98	0.40	9.73	100.50	-8.70	271.0

Tabla 7. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	DateTime	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
195	12/08/11 15:04:21	33.53	12.14	0.45	9.72	100.50	-8.70	274.0
196	12/08/11 15:04:22	33.51	12.15	0.51	9.71	100.50	-8.70	274.0
197	12/08/11 15:04:23	33.48	12.16	0.58	9.70	100.50	-8.70	272.0
198	12/08/11 15:04:24	33.41	12.18	0.69	9.66	100.50	-8.70	262.0
199	12/08/11 15:04:25	33.31	14.79	0.79	9.60	100.40	-8.70	261.0
200	12/08/11 15:04:26	33.18	14.85	0.90	9.23	100.40	-8.70	262.0
201	12/08/11 15:04:27	32.24	15.24	1.03	9.04	99.80	-8.70	263.0
202	12/08/11 15:04:28	31.64	15.50	1.16	8.92	99.40	-8.70	264.0
203	12/08/11 15:04:29	31.12	16.14	1.28	8.77	99.10	-8.70	264.0
204	12/08/11 15:04:30	30.80	16.28	1.41	8.63	99.00	-8.70	265.0
205	12/08/11 15:04:31	30.63	16.36	1.53	8.55	98.80	-8.70	266.0
206	12/08/11 15:04:32	30.60	16.38	1.64	8.51	98.80	-8.70	266.0
207	12/08/11 15:04:33	30.61	13.66	1.73	8.47	98.80	-8.70	267.0
208	12/08/11 15:04:34	30.60	13.66	1.80	8.45	98.80	-8.70	268.0
209	12/08/11 15:04:35	30.58	13.67	1.86	8.42	98.80	-8.70	269.0
210	12/08/11 15:04:36	30.55	13.68	1.92	8.40	98.80	-8.70	271.0
211	12/08/11 15:04:37	30.52	9.98	1.97	8.37	98.80	-8.70	283.0
212	12/08/11 15:04:38	30.49	9.99	2.01	8.34	98.80	-8.70	283.0
213	12/08/11 15:04:39	30.45	10.00	2.03	8.31	98.80	-8.70	283.0
214	12/08/11 15:04:40	30.42	10.01	2.06	8.27	98.70	-8.70	283.0
215	12/08/11 15:04:41	30.40	7.28	2.07	8.24	98.70	-8.70	284.0
216	12/08/11 15:04:42	30.37	7.28	2.09	8.21	98.70	-8.70	284.0
217	12/08/11 15:04:43	30.36	7.28	2.10	8.17	98.70	-8.70	285.0
218	12/08/11 15:04:44	30.34	7.29	2.11	8.14	98.70	-8.70	285.0
219	12/08/11 15:04:45	30.34	5.43	2.11	8.11	98.70	-8.70	285.0
220	12/08/11 15:04:46	30.33	5.43	2.12	8.08	98.60	-8.70	286.0
221	12/08/11 15:04:47	30.32	5.43	2.12	8.04	42.60	-2.00	286.0
222	12/08/11 15:04:48	30.32	5.43	2.12	8.02	44.40	2.90	286.0
223	12/08/11 15:04:49	30.31	4.18	2.12	7.99	46.00	5.50	287.0
224	12/08/11 15:04:50	30.31	4.18	2.13	7.96	45.20	7.20	287.0
225	12/08/11 15:04:50	30.31	4.18	2.13	7.95	45.20	7.80	287.0
226	12/08/11 15:04:52	30.30	4.18	2.13	7.91	44.30	10.60	287.0
227	12/08/11 15:04:52	30.30	4.18	2.13	7.90	44.50	11.10	288.0
228	12/08/11 15:04:53	30.30	3.30	2.13	7.89	44.80	11.50	288.0
229	12/08/11 15:04:54	30.30	3.30	2.13	7.87	44.80	11.70	288.0
230	12/08/11 15:04:54	30.30	3.30	2.13	7.86	44.60	11.60	288.0
231	12/08/11 15:04:55	30.29	3.30	2.13	7.84	44.00	11.80	288.0
232	12/08/11 15:04:56	30.29	3.31	2.13	7.83	43.90	12.00	288.0
233	12/08/11 15:04:57	30.29	2.68	2.13	7.82	44.10	12.60	289.0

Tabla 8. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	Date Time	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
234	12/08/11 15:04:58	30.29	2.68	2.13	7.80	44.00	12.70	289.0
235	12/08/11 15:04:59	30.28	2.68	2.13	7.79	44.00	12.80	289.0
236	12/08/11 15:04:59	30.28	2.68	2.13	7.78	44.00	12.70	289.0
237	12/08/11 15:05:00	30.28	2.68	2.13	7.77	43.80	12.50	289.0
238	12/08/11 15:05:01	30.28	2.24	2.13	7.76	43.50	12.20	289.0
239	12/08/11 15:05:01	30.28	2.24	2.13	7.75	43.00	12.20	290.0
240	12/08/11 15:05:02	30.28	2.24	2.13	7.75	42.80	12.30	290.0
241	12/08/11 15:05:03	30.27	2.24	2.13	7.73	42.50	12.10	290.0
242	12/08/11 15:05:03	30.27	2.24	2.13	7.73	42.30	12.10	290.0
243	12/08/11 15:05:04	30.27	2.24	2.13	7.72	41.60	12.00	290.0
244	12/08/11 15:05:05	30.27	1.90	2.13	7.71	41.30	12.00	290.0
245	12/08/11 15:05:05	30.27	1.90	2.13	7.70	40.80	12.00	291.0
246	12/08/11 15:05:06	30.27	1.90	2.13	7.70	40.40	11.80	291.0
247	12/08/11 15:05:07	30.27	1.90	2.13	7.69	39.60	11.80	291.0
248	12/08/11 15:05:07	30.26	1.90	2.13	7.68	39.30	12.00	291.0
249	12/08/11 15:05:08	30.26	1.90	2.13	7.68	39.30	12.10	291.0
250	12/08/11 15:05:08	30.26	1.90	2.13	7.67	39.10	12.30	291.0
251	12/08/11 15:05:09	30.26	1.63	2.13	7.66	38.60	12.10	291.0
252	12/08/11 15:05:10	30.26	1.63	2.13	7.65	38.10	11.60	292.0
253	12/08/11 15:05:11	30.26	1.63	2.13	7.64	37.70	11.00	292.0
254	12/08/11 15:05:12	30.26	1.63	2.13	7.63	37.90	10.60	292.0
255	12/08/11 15:05:13	30.26	1.41	2.13	7.62	37.60	10.30	292.0
256	12/08/11 15:05:14	30.26	1.41	2.13	7.61	37.20	10.00	292.0
257	12/08/11 15:05:15	30.26	1.41	2.13	7.61	36.90	9.70	292.0
258	12/08/11 15:05:16	30.26	1.41	2.13	7.60	36.90	9.40	292.0
259	12/08/11 15:05:17	30.26	1.23	2.13	7.59	36.40	9.00	292.0
260	12/08/11 15:05:17	30.26	1.23	2.13	7.59	36.10	8.70	292.0
261	12/08/11 15:05:18	30.26	1.23	2.13	7.58	35.80	8.70	293.0
262	12/08/11 15:05:19	30.26	1.23	2.13	7.58	35.60	8.70	293.0
263	12/08/11 15:05:20	30.27	1.23	2.13	7.57	35.50	8.80	293.0
264	12/08/11 15:05:20	30.27	1.23	2.13	7.57	35.60	9.40	294.0
265	12/08/11 15:05:21	30.26	1.08	2.13	7.56	35.90	10.40	295.0
266	12/08/11 15:05:22	30.26	1.08	2.13	7.56	36.10	9.00	296.0
267	12/08/11 15:05:23	30.26	1.08	2.13	7.55	37.00	6.30	298.0
268	12/08/11 15:05:24	30.25	1.08	2.13	7.54	37.70	3.70	300.0
269	12/08/11 15:05:25	30.25	0.97	2.13	7.53	38.20	2.70	310.0
270	12/08/11 15:05:26	30.24	0.97	2.13	7.52	39.40	0.30	314.0
271	12/08/11 15:05:27	30.22	0.97	2.13	7.50	40.40	-1.80	315.0
272	12/08/11 15:05:28	30.21	0.97	2.13	7.49	40.20	-1.20	315.0

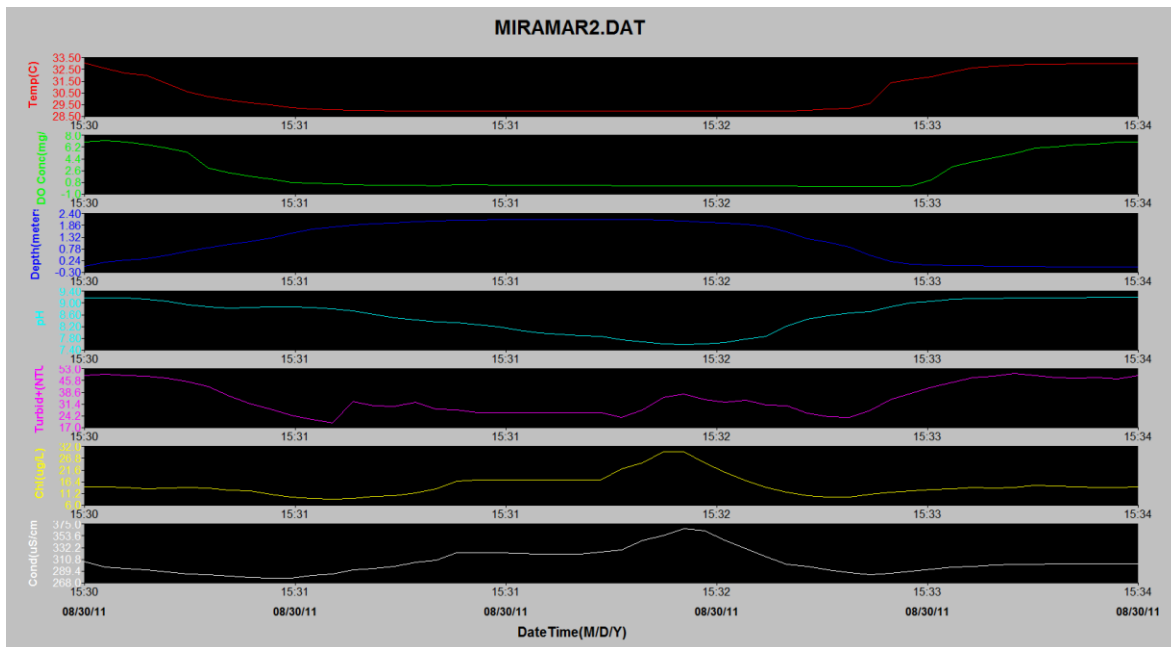
Tabla 9. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	DateTime	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
273	12/08/11 15:05:29	30.19	0.92	2.13	7.48	39.80	1.00	315.0
274	12/08/11 15:05:30	30.18	0.92	2.13	7.46	39.40	3.40	315.0
275	12/08/11 15:05:31	30.16	0.92	2.13	7.45	39.30	6.30	316.0
276	12/08/11 15:05:32	30.15	0.92	2.13	7.44	39.30	9.10	316.0
277	12/08/11 15:05:33	30.14	0.93	2.13	7.43	39.60	12.00	317.0
278	12/08/11 15:05:34	30.14	0.93	2.13	7.41	39.40	14.40	317.0
279	12/08/11 15:05:35	30.13	0.93	2.13	7.40	39.30	16.30	318.0
280	12/08/11 15:05:36	30.12	0.93	2.13	7.39	39.00	17.70	318.0
281	12/08/11 15:05:37	30.12	0.85	2.13	7.38	38.70	18.90	319.0
282	12/08/11 15:05:38	30.12	0.85	2.13	7.37	38.60	20.00	319.0
283	12/08/11 15:05:39	30.11	0.85	2.13	7.36	39.40	21.00	320.0
284	12/08/11 15:05:39	30.11	0.85	2.13	7.36	39.90	21.40	320.0
285	12/08/11 15:05:40	30.11	0.85	2.13	7.35	40.80	22.30	320.0
286	12/08/11 15:05:41	30.11	0.75	2.13	7.35	41.00	22.90	321.0
287	12/08/11 15:05:42	30.11	0.75	2.13	7.34	40.90	23.80	321.0
288	12/08/11 15:05:43	30.10	0.75	2.13	7.33	40.70	24.70	322.0
289	12/08/11 15:05:44	30.10	0.75	2.13	7.33	40.60	25.80	322.0
290	12/08/11 15:05:45	30.10	0.67	2.13	7.32	41.00	24.30	322.0
291	12/08/11 15:05:46	30.10	0.67	2.12	7.32	45.80	20.20	323.0
292	12/08/11 15:05:46	30.10	0.67	2.12	7.31	49.40	18.30	323.0
293	12/08/11 15:05:47	30.10	0.67	2.10	7.31	56.20	14.70	321.0
294	12/08/11 15:05:48	30.10	0.67	2.08	7.31	57.00	13.20	320.0
295	12/08/11 15:05:49	30.11	0.61	2.06	7.31	68.70	13.10	318.0
296	12/08/11 15:05:49	30.11	0.61	2.05	7.31	67.90	13.40	306.0
297	12/08/11 15:05:50	30.13	0.61	2.01	7.31	67.20	13.20	311.0
298	12/08/11 15:05:51	30.13	0.61	1.98	7.31	66.80	12.60	297.0
299	12/08/11 15:05:52	30.15	0.61	1.91	7.31	67.90	11.50	283.0
300	12/08/11 15:05:53	30.18	0.56	1.84	7.32	66.30	11.10	281.0
301	12/08/11 15:05:53	30.19	0.56	1.79	7.32	65.30	10.80	281.0
302	12/08/11 15:05:54	30.21	0.56	1.71	7.33	63.70	10.40	276.0
303	12/08/11 15:05:55	30.22	0.56	1.66	7.34	62.80	10.10	276.0
304	12/08/11 15:05:56	30.25	0.56	1.55	7.35	61.20	9.70	269.0
305	12/08/11 15:05:56	30.27	0.56	1.50	7.36	60.30	9.50	268.0
306	12/08/11 15:05:57	30.29	0.48	1.45	7.37	60.40	9.10	268.0
307	12/08/11 15:05:58	30.34	0.48	1.36	7.40	59.20	8.70	268.0
308	12/08/11 15:05:58	30.39	0.48	1.31	7.42	58.70	8.50	268.0
309	12/08/11 15:05:59	30.55	0.47	1.21	8.04	59.00	8.30	267.0
310	12/08/11 15:06:00	31.73	0.46	1.11	8.34	64.00	8.10	265.0
311	12/08/11 15:06:01	31.86	0.39	1.05	8.62	64.80	7.70	264.0

Tabla 10. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Julio – Agosto por el software “Ecowatch”

	Date Time	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
285	12/08/11 15:05:40	30.11	0.85	2.13	7.35	40.80	22.30	320.0
286	12/08/11 15:05:41	30.11	0.75	2.13	7.35	41.00	22.90	321.0
287	12/08/11 15:05:42	30.11	0.75	2.13	7.34	40.90	23.80	321.0
288	12/08/11 15:05:43	30.10	0.75	2.13	7.33	40.70	24.70	322.0
289	12/08/11 15:05:44	30.10	0.75	2.13	7.33	40.60	25.80	322.0
290	12/08/11 15:05:45	30.10	0.67	2.13	7.32	41.00	24.30	322.0
291	12/08/11 15:05:46	30.10	0.67	2.12	7.32	45.80	20.20	323.0
292	12/08/11 15:05:46	30.10	0.67	2.12	7.31	49.40	18.30	323.0
293	12/08/11 15:05:47	30.10	0.67	2.10	7.31	56.20	14.70	321.0
294	12/08/11 15:05:48	30.10	0.67	2.08	7.31	57.00	13.20	320.0
295	12/08/11 15:05:49	30.11	0.61	2.06	7.31	68.70	13.10	318.0
296	12/08/11 15:05:49	30.11	0.61	2.05	7.31	67.90	13.40	306.0
297	12/08/11 15:05:50	30.13	0.61	2.01	7.31	67.20	13.20	311.0
298	12/08/11 15:05:51	30.13	0.61	1.98	7.31	66.80	12.60	297.0
299	12/08/11 15:05:52	30.15	0.61	1.91	7.31	67.90	11.50	283.0
300	12/08/11 15:05:53	30.18	0.56	1.84	7.32	66.30	11.10	281.0
301	12/08/11 15:05:53	30.19	0.56	1.79	7.32	65.30	10.80	281.0
302	12/08/11 15:05:54	30.21	0.56	1.71	7.33	63.70	10.40	276.0
303	12/08/11 15:05:55	30.22	0.56	1.66	7.34	62.80	10.10	276.0
304	12/08/11 15:05:56	30.25	0.56	1.55	7.35	61.20	9.70	269.0
305	12/08/11 15:05:56	30.27	0.56	1.50	7.36	60.30	9.50	268.0
306	12/08/11 15:05:57	30.29	0.48	1.45	7.37	60.40	9.10	268.0
307	12/08/11 15:05:58	30.34	0.48	1.36	7.40	59.20	8.70	268.0
308	12/08/11 15:05:58	30.39	0.48	1.31	7.42	58.70	8.50	268.0
309	12/08/11 15:05:59	30.55	0.47	1.21	8.04	59.00	8.30	267.0
310	12/08/11 15:06:00	31.73	0.46	1.11	8.34	64.00	8.10	265.0
311	12/08/11 15:06:01	31.86	0.39	1.05	8.62	64.80	7.70	264.0
312	12/08/11 15:06:02	32.16	0.39	0.94	8.95	65.60	7.20	263.0
313	12/08/11 15:06:02	32.32	0.39	0.89	9.05	66.20	6.90	262.0
314	12/08/11 15:06:03	32.61	0.38	0.76	9.24	66.80	6.50	260.0
315	12/08/11 15:06:04	32.87	0.38	0.65	9.27	69.70	6.30	261.0
316	12/08/11 15:06:05	32.98	0.43	0.55	9.31	73.60	6.10	262.0
317	12/08/11 15:06:06	32.99	0.43	0.50	9.33	74.10	5.70	262.0
318	12/08/11 15:06:07	33.01	0.43	0.40	9.36	76.30	5.20	263.0
319	12/08/11 15:06:07	33.02	0.43	0.35	9.39	77.80	5.00	263.0
320	12/08/11 15:06:08	33.08	0.43	0.27	9.44	80.20	4.60	288.0
321	12/08/11 15:06:09	33.20	3.32	0.20	9.48	78.60	3.50	8.0
322	12/08/11 15:06:10	33.30	3.31	0.15	9.51	72.50	1.10	6.0
323	12/08/11 15:06:11	33.34	3.31	0.11	9.53	66.70	-1.50	5.0

- PERIODO AGOSTO - SEPTIEMBRE:



Gráfica 2. Reporte gráfico de la ciénaga Miramar en el periodo Agosto - Septiembre por el software "Ecowatch".

MIRAMAR2.DAT
-- Statistical Report --

=====				
From 08/30/11 15:30 to 08/30/11 15:34				
Number of samples: 52				

Parameter	Min	Max	Mean	Std
Temp (C)	28.93	33.02	30.30	1.63
DO Conc (mg/L)	0.12	7.11	2.19	2.63
Depth (meters)	-0.04	2.11	1.13	0.87
pH ()	7.58	9.19	8.58	0.54
Turbid+ (NTU)	20.00	50.00	35.23	9.54
chl (ug/L)	8.60	29.50	14.56	4.61
Cond (uS/cm)	277.0	366.0	305.3	21.5
=====				

Tabla 11. Reporte estadístico de la ciénaga Miramar en el periodo Agosto - Septiembre por el software "Ecowatch"

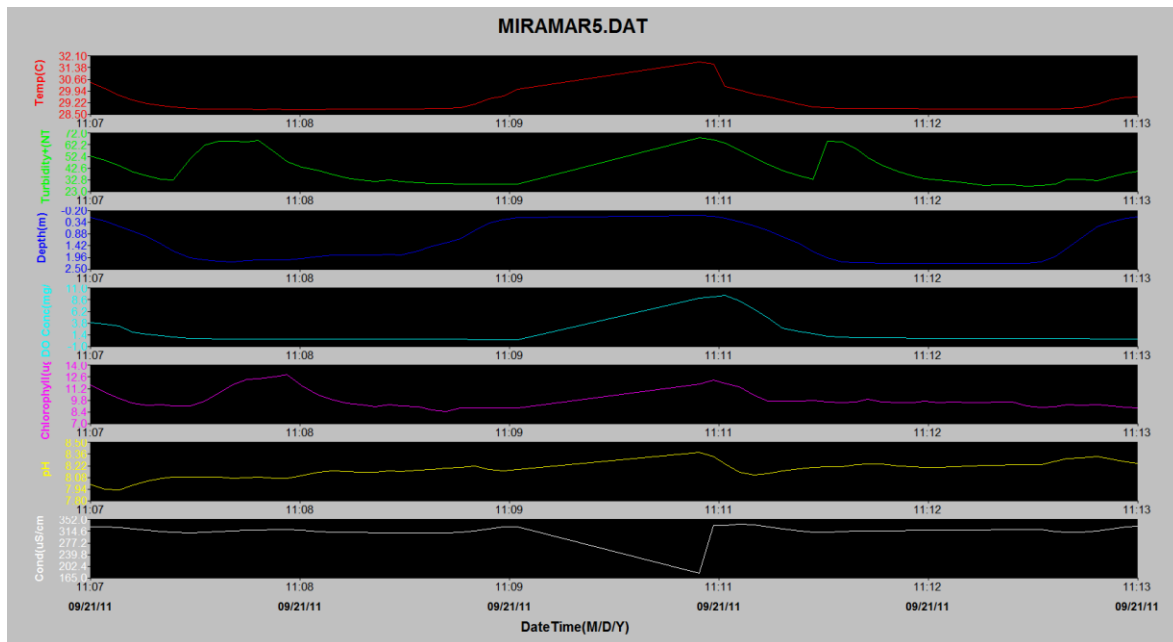
Tabla 12. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Agosto – Septiembre por el software “Ecowatch”

	DateTime	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
0	08/30/11 15:30:15	33.02	6.95	-0.03	9.16	48.90	14.20	306.0
1	08/30/11 15:30:20	32.56	7.11	0.16	9.16	49.80	14.00	296.0
2	08/30/11 15:30:25	32.19	7.00	0.25	9.16	48.80	13.70	294.0
3	08/30/11 15:30:30	31.98	6.54	0.32	9.13	48.20	13.30	292.0
4	08/30/11 15:30:35	31.27	6.01	0.47	9.05	47.00	13.40	288.0
5	08/30/11 15:30:40	30.57	5.39	0.66	8.94	45.20	13.70	284.0
6	08/30/11 15:30:45	30.21	2.93	0.83	8.86	42.20	13.40	283.0
7	08/30/11 15:30:50	29.87	2.19	0.98	8.82	36.40	12.70	280.0
8	08/30/11 15:30:55	29.66	1.67	1.12	8.83	31.70	12.30	278.0
9	08/30/11 15:31:00	29.46	1.28	1.25	8.86	28.20	10.70	277.0
10	08/30/11 15:31:05	29.25	0.79	1.48	8.87	24.30	9.70	277.0
11	08/30/11 15:31:10	29.10	0.63	1.67	8.83	21.90	8.90	282.0
12	08/30/11 15:31:15	29.06	0.51	1.76	8.80	20.00	8.60	284.0
13	08/30/11 15:31:20	29.03	0.43	1.87	8.72	32.80	9.10	291.0
14	08/30/11 15:31:25	28.99	0.35	1.92	8.61	30.20	9.90	294.0
15	08/30/11 15:31:30	28.98	0.33	1.97	8.50	29.70	10.10	298.0
16	08/30/11 15:31:35	28.97	0.31	2.01	8.42	32.50	11.30	305.0
17	08/30/11 15:31:40	28.97	0.28	2.04	8.36	28.20	13.30	309.0
18	08/30/11 15:31:45	28.97	0.40	2.08	8.33	27.90	16.40	323.0
19	08/30/11 15:31:50	28.96	0.43	2.10	8.27	26.00	17.00	322.0
20	08/30/11 15:31:55	28.96	0.38	2.11	8.18	26.00	17.00	322.0
21	08/30/11 15:32:00	28.97	0.34	2.11	8.08	26.00	17.00	321.0
22	08/30/11 15:32:05	28.96	0.31	2.11	7.99	26.00	17.00	320.0
23	08/30/11 15:32:10	28.96	0.31	2.11	7.93	26.00	17.00	320.0
24	08/30/11 15:32:15	28.96	0.31	2.11	7.89	26.00	17.00	320.0
25	08/30/11 15:32:20	28.96	0.30	2.11	7.86	26.00	17.00	324.0
26	08/30/11 15:32:25	28.96	0.28	2.11	7.75	23.30	22.00	328.0
27	08/30/11 15:32:30	28.96	0.27	2.11	7.67	27.70	24.80	345.0
28	08/30/11 15:32:35	28.96	0.26	2.09	7.61	35.40	29.40	354.0
29	08/30/11 15:32:40	28.95	0.26	2.05	7.58	37.50	29.50	366.0
30	08/30/11 15:32:45	28.94	0.25	1.99	7.60	34.30	24.60	363.0
31	08/30/11 15:32:50	28.93	0.25	1.95	7.64	32.40	20.40	345.0
32	08/30/11 15:32:55	28.95	0.24	1.88	7.77	33.80	16.70	330.0
33	08/30/11 15:33:00	28.96	0.24	1.79	7.87	30.70	13.80	315.0
34	08/30/11 15:33:05	28.98	0.21	1.55	8.20	30.20	11.70	302.0
35	08/30/11 15:33:10	29.00	0.18	1.24	8.44	25.60	10.20	298.0
36	08/30/11 15:33:15	29.14	0.16	1.07	8.57	23.70	9.70	291.0
37	08/30/11 15:33:20	29.22	0.15	0.88	8.65	23.10	9.60	287.0
38	08/30/11 15:33:25	29.62	0.13	0.49	8.70	27.30	10.80	283.0

Tabla 13. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Agosto – Septiembre por el software “Ecowatch”

	DateTime	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbid+	Chl	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	meters		NTU	ug/L	uS/cm
13	08/30/11 15:31:20	29.03	0.43	1.87	8.72	32.80	9.10	291.0
14	08/30/11 15:31:25	28.99	0.35	1.92	8.61	30.20	9.90	294.0
15	08/30/11 15:31:30	28.98	0.33	1.97	8.50	29.70	10.10	298.0
16	08/30/11 15:31:35	28.97	0.31	2.01	8.42	32.50	11.30	305.0
17	08/30/11 15:31:40	28.97	0.28	2.04	8.36	28.20	13.30	309.0
18	08/30/11 15:31:45	28.97	0.40	2.08	8.33	27.90	16.40	323.0
19	08/30/11 15:31:50	28.96	0.43	2.10	8.27	26.00	17.00	322.0
20	08/30/11 15:31:55	28.96	0.38	2.11	8.18	26.00	17.00	322.0
21	08/30/11 15:32:00	28.97	0.34	2.11	8.08	26.00	17.00	321.0
22	08/30/11 15:32:05	28.96	0.31	2.11	7.99	26.00	17.00	320.0
23	08/30/11 15:32:10	28.96	0.31	2.11	7.93	26.00	17.00	320.0
24	08/30/11 15:32:15	28.96	0.31	2.11	7.89	26.00	17.00	320.0
25	08/30/11 15:32:20	28.96	0.30	2.11	7.86	26.00	17.00	324.0
26	08/30/11 15:32:25	28.96	0.28	2.11	7.75	23.30	22.00	328.0
27	08/30/11 15:32:30	28.96	0.27	2.11	7.67	27.70	24.80	345.0
28	08/30/11 15:32:35	28.96	0.26	2.09	7.61	35.40	29.40	354.0
29	08/30/11 15:32:40	28.95	0.26	2.05	7.58	37.50	29.50	366.0
30	08/30/11 15:32:45	28.94	0.25	1.99	7.60	34.30	24.60	363.0
31	08/30/11 15:32:50	28.93	0.25	1.95	7.64	32.40	20.40	345.0
32	08/30/11 15:32:55	28.95	0.24	1.88	7.77	33.80	16.70	330.0
33	08/30/11 15:33:00	28.96	0.24	1.79	7.87	30.70	13.80	315.0
34	08/30/11 15:33:05	28.98	0.21	1.55	8.20	30.20	11.70	302.0
35	08/30/11 15:33:10	29.00	0.18	1.24	8.44	25.60	10.20	298.0
36	08/30/11 15:33:15	29.14	0.16	1.07	8.57	23.70	9.70	291.0
37	08/30/11 15:33:20	29.22	0.15	0.88	8.65	23.10	9.60	287.0
38	08/30/11 15:33:25	29.62	0.13	0.49	8.70	27.30	10.80	283.0
39	08/30/11 15:33:30	31.34	0.12	0.21	8.87	34.10	11.70	285.0
40	08/30/11 15:33:35	31.62	0.21	0.08	9.00	38.00	12.40	289.0
41	08/30/11 15:33:40	31.87	1.22	0.03	9.06	41.50	13.00	293.0
42	08/30/11 15:33:45	32.28	3.12	0.01	9.11	44.60	13.10	296.0
43	08/30/11 15:33:50	32.65	3.87	0.02	9.14	47.40	13.70	298.0
44	08/30/11 15:33:55	32.74	4.55	-0.02	9.15	48.40	13.60	300.0
45	08/30/11 15:34:00	32.84	5.17	-0.03	9.16	50.00	13.90	301.0
46	08/30/11 15:34:05	32.91	5.99	-0.04	9.16	49.00	14.80	302.0
47	08/30/11 15:34:10	32.94	6.26	-0.04	9.17	47.70	14.40	303.0
48	08/30/11 15:34:15	32.96	6.49	-0.04	9.17	47.30	14.20	303.0
49	08/30/11 15:34:20	32.97	6.65	-0.04	9.18	47.40	13.70	303.0
50	08/30/11 15:34:25	32.98	6.90	-0.04	9.19	46.90	13.90	303.0
51	08/30/11 15:34:30	32.98	6.97	-0.04	9.18	48.70	14.00	303.0

- PERIODO SEPTIEMBRE - OCTUBRE:



Gráfica 3. Reporte gráfico de la ciénaga Miramar en el periodo Septiembre – Octubre por el software “Ecowatch”.

MIRAMAR5.DAT
-- Statistical Report --

From 09/21/11 11:07 to 09/21/11 11:13				
Number of samples: 63				
Parameter	Min	Max	Mean	Std
Temp (C)	28.81	31.74	29.17	0.61
Turbidity+ (NTU)	27.8	67.9	41.5	12.9
Depth (m)	0.034	2.214	1.435	0.779
DO Conc (mg/L)	0.41	9.46	1.55	2.25
Chlorophyll (ug/L)	8.4	12.9	9.9	1.1
pH (°)	7.93	8.38	8.17	0.09
Cond (uS/cm)	180.8	335.8	315.3	18.5

Tabla 14. Reporte estadístico de la ciénaga Miramar en el periodo Septiembre - Octubre por el software “Ecowatch”

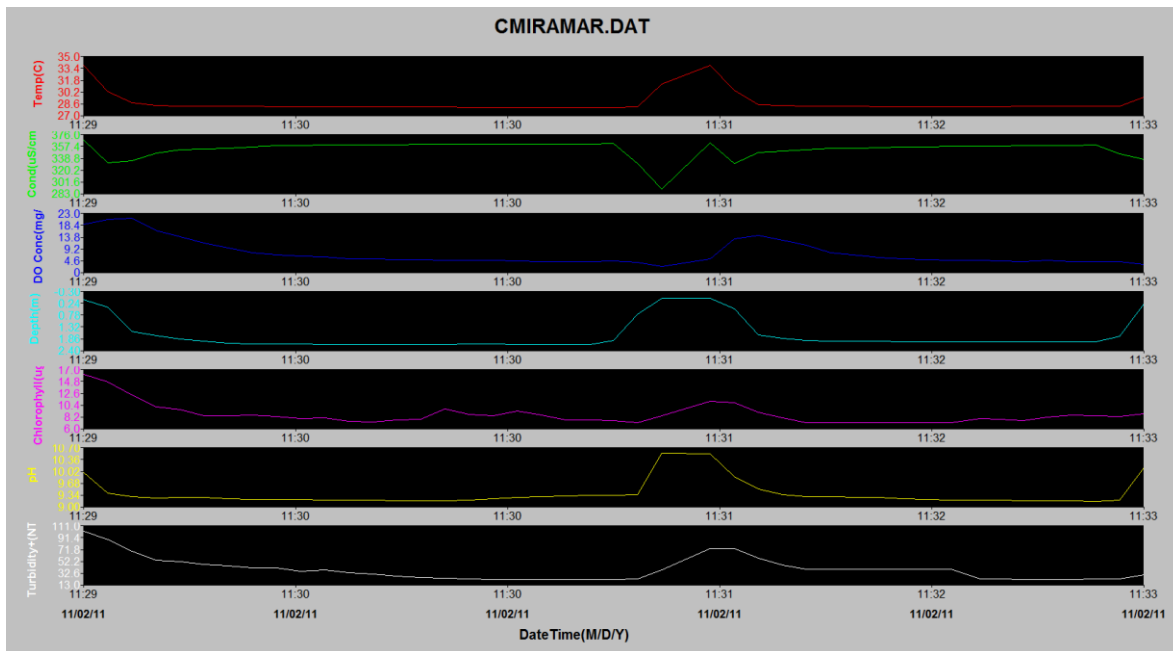
Tabla 15. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Septiembre - Octubre por el software "Ecowatch"

	DateTime	Temp	Turbidity+	Depth	DO Conc	Chlorophyll	pH	Cond
	M/D/Y	C	NTU	m	mg/L	ug/L		uS/cm
0	09/21/11 11:07:32	30.45	52.4	0.114	3.93	11.7	8.00	327.2
1	09/21/11 11:07:37	30.09	48.9	0.282	3.65	10.7	7.94	328.5
2	09/21/11 11:07:42	29.66	44.7	0.512	3.12	10.0	7.93	325.6
3	09/21/11 11:07:47	29.39	39.4	0.744	1.89	9.5	7.99	321.5
4	09/21/11 11:07:52	29.17	35.8	1.007	1.48	9.2	8.04	316.3
5	09/21/11 11:07:57	29.03	32.9	1.344	1.17	9.2	8.07	312.7
6	09/21/11 11:08:01	28.93	32.7	1.655	0.95	9.1	8.08	309.8
7	09/21/11 11:08:07	28.86	50.2	1.959	0.70	9.1	8.08	308.9
8	09/21/11 11:08:12	28.83	61.6	2.070	0.62	9.7	8.08	311.1
9	09/21/11 11:08:17	28.83	65.3	2.139	0.57	10.6	8.08	313.1
10	09/21/11 11:08:22	28.82	65.3	2.161	0.55	11.6	8.07	315.4
11	09/21/11 11:08:27	28.81	64.7	2.101	0.55	12.3	8.07	317.0
12	09/21/11 11:08:31	28.81	65.9	2.071	0.54	12.4	8.08	317.9
13	09/21/11 11:08:37	28.81	55.1	2.056	0.53	12.6	8.07	318.6
14	09/21/11 11:08:41	28.81	48.0	2.051	0.52	12.9	8.07	318.9
15	09/21/11 11:08:46	28.81	43.7	1.988	0.52	11.6	8.10	316.9
16	09/21/11 11:08:52	28.81	40.5	1.896	0.52	10.4	8.14	313.6
17	09/21/11 11:08:57	28.82	37.3	1.853	0.51	9.8	8.15	311.0
18	09/21/11 11:09:02	28.82	34.1	1.845	0.50	9.4	8.15	310.2
19	09/21/11 11:09:07	28.82	32.4	1.844	0.48	9.2	8.14	309.9
20	09/21/11 11:09:12	28.82	31.4	1.832	0.48	9.0	8.14	309.5
21	09/21/11 11:09:17	28.82	32.4	1.824	0.47	9.2	8.15	308.8
22	09/21/11 11:09:21	28.82	31.2	1.830	0.46	9.1	8.15	308.5
23	09/21/11 11:09:27	28.84	30.3	1.658	0.46	9.0	8.16	308.3
24	09/21/11 11:09:32	28.86	29.7	1.434	0.46	8.7	8.18	308.5
25	09/21/11 11:09:37	28.89	29.5	1.270	0.45	8.4	8.19	308.9
26	09/21/11 11:09:42	28.91	28.9	1.090	0.45	8.8	8.20	310.0
27	09/21/11 11:09:47	29.11	28.9	0.710	0.43	8.8	8.21	315.4
28	09/21/11 11:09:52	29.43	29.0	0.371	0.42	8.8	8.18	322.7
29	09/21/11 11:09:57	29.61	29.0	0.212	0.42	8.8	8.15	327.5
30	09/21/11 11:10:02	30.04	29.1	0.115	0.41	8.8	8.18	328.7
31	09/21/11 11:11:06	31.74	67.9	0.034	8.96	11.7	8.38	180.8
32	09/21/11 11:11:11	31.61	66.4	0.046	9.23	12.2	8.33	332.3
33	09/21/11 11:11:15	30.19	63.5	0.148	9.46	11.8	8.24	331.9
34	09/21/11 11:11:20	29.99	57.8	0.300	8.29	11.4	8.14	335.8
35	09/21/11 11:11:25	29.74	51.7	0.505	6.62	10.4	8.11	333.9
36	09/21/11 11:11:30	29.57	45.5	0.718	4.85	9.6	8.12	328.6
37	09/21/11 11:11:35	29.37	40.5	0.990	2.71	9.7	8.15	322.3
38	09/21/11 11:11:41	29.14	35.9	1.313	2.07	9.7	8.18	315.8

Tabla 16. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Septiembre - Octubre por el software "Ecowatch"

	DateTime	Temp	Turbidity+	Depth	DO Conc	Chlorophyll	pH	Cond
	M/D/Y	C	NTU	m	mg/L	ug/L		uS/cm
24	09/21/11 11:09:32	28.86	29.7	1.434	0.46	8.7	8.18	308.5
25	09/21/11 11:09:37	28.89	29.5	1.270	0.45	8.4	8.19	308.9
26	09/21/11 11:09:42	28.91	28.9	1.090	0.45	8.8	8.20	310.0
27	09/21/11 11:09:47	29.11	28.9	0.710	0.43	8.8	8.21	315.4
28	09/21/11 11:09:52	29.43	29.0	0.371	0.42	8.8	8.18	322.7
29	09/21/11 11:09:57	29.61	29.0	0.212	0.42	8.8	8.15	327.5
30	09/21/11 11:10:02	30.04	29.1	0.115	0.41	8.8	8.18	328.7
31	09/21/11 11:11:06	31.74	67.9	0.034	8.96	11.7	8.38	180.8
32	09/21/11 11:11:11	31.61	66.4	0.046	9.23	12.2	8.33	332.3
33	09/21/11 11:11:15	30.19	63.5	0.148	9.46	11.8	8.24	331.9
34	09/21/11 11:11:20	29.99	57.8	0.300	8.29	11.4	8.14	335.8
35	09/21/11 11:11:25	29.74	51.7	0.505	6.62	10.4	8.11	333.9
36	09/21/11 11:11:30	29.57	45.5	0.718	4.85	9.6	8.12	328.6
37	09/21/11 11:11:35	29.37	40.5	0.990	2.71	9.7	8.15	322.3
38	09/21/11 11:11:41	29.14	35.9	1.313	2.07	9.7	8.18	315.8
39	09/21/11 11:11:46	28.97	33.4	1.689	1.64	9.8	8.20	311.0
40	09/21/11 11:11:51	28.89	65.3	1.980	1.04	9.6	8.21	310.6
41	09/21/11 11:11:56	28.87	64.5	2.149	0.87	9.5	8.21	313.0
42	09/21/11 11:12:01	28.86	58.9	2.195	0.79	9.6	8.23	314.6
43	09/21/11 11:12:05	28.86	51.3	2.207	0.80	9.9	8.24	315.1
44	09/21/11 11:12:10	28.86	44.9	2.211	0.81	9.6	8.23	315.4
45	09/21/11 11:12:16	28.86	39.6	2.212	0.76	9.5	8.22	315.7
46	09/21/11 11:12:21	28.85	36.0	2.213	0.73	9.5	8.20	315.9
47	09/21/11 11:12:25	28.85	33.9	2.213	0.70	9.7	8.20	316.1
48	09/21/11 11:12:30	28.85	32.6	2.213	0.68	9.5	8.20	316.5
49	09/21/11 11:12:35	28.85	31.3	2.213	0.65	9.6	8.20	317.0
50	09/21/11 11:12:41	28.85	29.5	2.214	0.64	9.5	8.21	317.6
51	09/21/11 11:12:46	28.84	28.0	2.214	0.63	9.5	8.22	318.1
52	09/21/11 11:12:51	28.84	28.7	2.214	0.62	9.6	8.23	318.5
53	09/21/11 11:12:56	28.84	28.5	2.214	0.62	9.6	8.23	318.8
54	09/21/11 11:13:01	28.84	27.8	2.214	0.62	9.1	8.23	319.2
55	09/21/11 11:13:06	28.84	28.1	2.175	0.62	8.9	8.23	318.4
56	09/21/11 11:13:11	28.83	29.2	1.925	0.62	9.0	8.27	313.5
57	09/21/11 11:13:15	28.85	32.8	1.547	0.62	9.3	8.30	311.3
58	09/21/11 11:13:20	28.91	33.1	1.054	0.59	9.2	8.32	310.9
59	09/21/11 11:13:26	29.13	32.3	0.528	0.57	9.3	8.33	315.3
60	09/21/11 11:13:31	29.41	35.5	0.313	0.54	9.1	8.29	322.6
61	09/21/11 11:13:36	29.56	38.1	0.136	0.54	8.9	8.26	328.2
62	09/21/11 11:13:40	29.60	40.0	0.079	0.54	8.9	8.25	330.9

- PERIODO OCTUBRE - NOVIEMBRE:



Gráfica 4. Reporte gráfico de la ciénaga Miramar en el periodo Octubre - Noviembre por el software "Ecowatch".

CMIRAMAR.DAT
-- Statistical Report --

=====				
From 11/02/11 11:29 to 11/02/11 11:33				
Number of samples: 44				

Parameter	Min	Max	Mean	Std
Temp (c)	28.10	33.82	28.68	1.29
Cond (uS/cm)	290.8	367.5	353.1	12.9
DO Conc (mg/L)	2.34	21.11	7.45	4.71
Depth (m)	0.005	2.110	1.725	0.644
Chlorophyll (ug/L)	7.1	16.0	8.6	1.9
pH ()	9.16	10.54	9.36	0.33
Turbidity+ (NTU)	21.7	102.1	38.2	18.6
=====				

Tabla 17. Reporte estadístico de la ciénaga Miramar en el periodo Octubre - Noviembre por el software "Ecowatch"

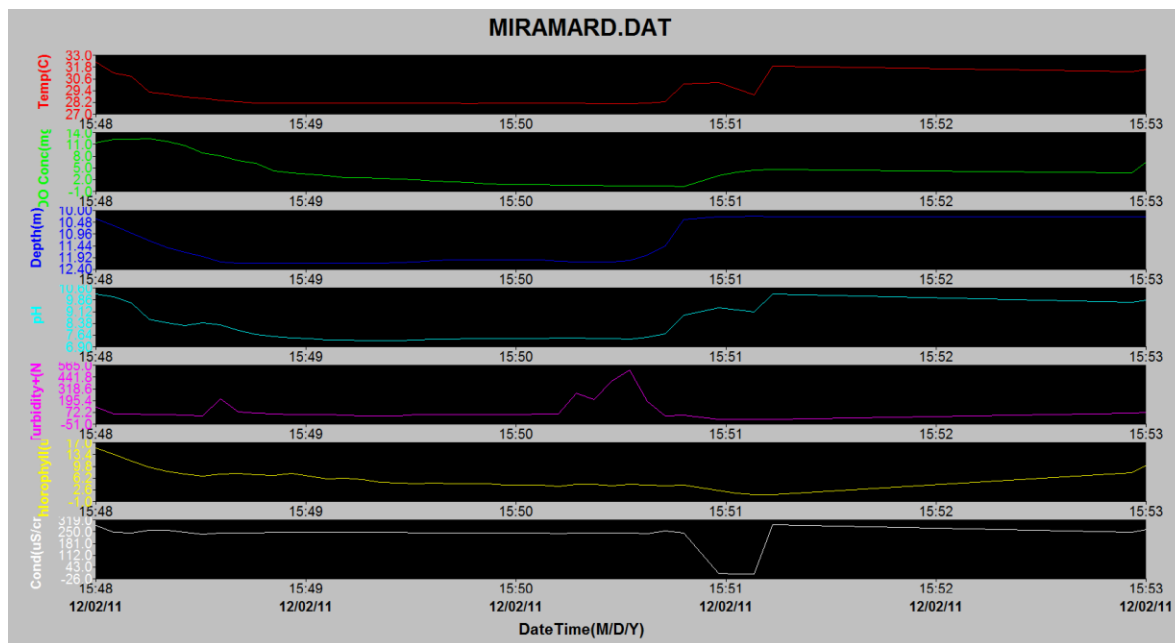
Tabla 18. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Octubre - Noviembre por el software "Ecowatch"

	DateTime	Temp	Cond	DO Conc	Depth	Chlorophyll	pH	Turbidity+
	M/D/Y	C	uS/cm	mg/L	m	ug/L		NTU
0	11/02/11 11:29:31	33.82	367.5	18.68	0.084	16.0	9.99	102.1
1	11/02/11 11:29:36	30.26	332.1	20.51	0.434	14.7	9.40	88.3
2	11/02/11 11:29:41	28.76	335.3	21.11	1.535	12.3	9.29	68.5
3	11/02/11 11:29:46	28.41	347.3	16.38	1.710	10.1	9.25	54.1
4	11/02/11 11:29:51	28.29	352.6	13.84	1.883	9.6	9.26	51.1
5	11/02/11 11:29:56	28.24	353.0	11.44	1.973	8.4	9.27	46.6
6	11/02/11 11:30:01	28.25	354.1	9.72	2.045	8.4	9.23	44.7
7	11/02/11 11:30:06	28.24	356.8	7.68	2.094	8.6	9.21	41.8
8	11/02/11 11:30:11	28.23	358.4	6.82	2.106	8.3	9.21	41.0
9	11/02/11 11:30:16	28.22	359.0	6.45	2.108	7.8	9.21	35.5
10	11/02/11 11:30:21	28.21	359.5	5.97	2.110	8.1	9.20	37.7
11	11/02/11 11:30:26	28.22	359.8	5.37	2.110	7.4	9.20	33.2
12	11/02/11 11:30:31	28.23	360.1	5.26	2.110	7.3	9.19	30.9
13	11/02/11 11:30:36	28.21	360.3	5.11	2.110	7.7	9.18	28.1
14	11/02/11 11:30:41	28.18	360.3	4.99	2.110	7.7	9.17	25.7
15	11/02/11 11:30:46	28.16	360.3	4.81	2.110	9.7	9.17	24.2
16	11/02/11 11:30:51	28.14	360.5	4.72	2.109	8.7	9.20	23.1
17	11/02/11 11:30:56	28.13	360.6	4.65	2.109	8.4	9.24	22.5
18	11/02/11 11:31:01	28.12	360.6	4.60	2.110	9.3	9.28	22.2
19	11/02/11 11:31:06	28.11	360.6	4.33	2.110	8.5	9.30	22.0
20	11/02/11 11:31:11	28.10	360.8	4.32	2.110	7.6	9.32	21.8
21	11/02/11 11:31:16	28.10	360.6	4.32	2.110	7.6	9.33	21.7
22	11/02/11 11:31:21	28.10	361.9	4.43	1.937	7.5	9.33	22.2
23	11/02/11 11:31:26	28.20	330.1	3.91	0.735	7.1	9.35	23.3
24	11/02/11 11:31:31	31.29	290.8	2.34	0.005	8.4	10.54	37.7
25	11/02/11 11:31:41	33.82	362.8	5.42	0.029	11.2	10.53	73.8
26	11/02/11 11:31:46	30.41	330.9	13.07	0.483	10.8	9.87	72.9
27	11/02/11 11:31:51	28.50	348.1	14.37	1.672	9.1	9.52	57.1
28	11/02/11 11:31:56	28.33	349.7	12.62	1.847	8.0	9.34	46.5
29	11/02/11 11:32:01	28.29	352.0	10.52	1.934	7.1	9.30	39.0
30	11/02/11 11:32:06	28.28	353.8	7.66	1.958	7.1	9.29	39.0
31	11/02/11 11:32:12	28.24	354.8	6.74	1.968	7.1	9.28	38.9
32	11/02/11 11:32:16	28.22	355.6	5.90	1.975	7.1	9.27	38.9
33	11/02/11 11:32:21	28.23	356.7	5.45	2.000	7.1	9.24	38.9
34	11/02/11 11:32:26	28.22	357.0	5.12	2.007	7.1	9.22	38.9
35	11/02/11 11:32:31	28.22	357.6	4.88	2.009	7.1	9.20	38.9
36	11/02/11 11:32:37	28.22	357.7	4.75	2.009	7.9	9.19	23.1
37	11/02/11 11:32:41	28.23	358.0	4.57	2.009	7.7	9.19	22.7
38	11/02/11 11:32:46	28.23	358.4	4.20	2.009	7.6	9.18	22.1

Tabla 19. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Octubre - Noviembre por el software "Ecowatch"

	DateTime	Temp	Cond	DO Conc	Depth	Chlorophyll	pH	Turbidity+
	M/D/Y	C	uS/cm	mg/L	m	ug/L		NTU
5	11/02/11 11:29:56	28.24	353.0	11.44	1.973	8.4	9.27	46.6
6	11/02/11 11:30:01	28.25	354.1	9.72	2.045	8.4	9.23	44.7
7	11/02/11 11:30:06	28.24	356.8	7.68	2.094	8.6	9.21	41.8
8	11/02/11 11:30:11	28.23	358.4	6.82	2.106	8.3	9.21	41.0
9	11/02/11 11:30:16	28.22	359.0	6.45	2.108	7.8	9.21	35.5
10	11/02/11 11:30:21	28.21	359.5	5.97	2.110	8.1	9.20	37.7
11	11/02/11 11:30:26	28.22	359.8	5.37	2.110	7.4	9.20	33.2
12	11/02/11 11:30:31	28.23	360.1	5.26	2.110	7.3	9.19	30.9
13	11/02/11 11:30:36	28.21	360.3	5.11	2.110	7.7	9.18	28.1
14	11/02/11 11:30:41	28.18	360.3	4.99	2.110	7.7	9.17	25.7
15	11/02/11 11:30:46	28.16	360.3	4.81	2.110	9.7	9.17	24.2
16	11/02/11 11:30:51	28.14	360.5	4.72	2.109	8.7	9.20	23.1
17	11/02/11 11:30:56	28.13	360.6	4.65	2.109	8.4	9.24	22.5
18	11/02/11 11:31:01	28.12	360.6	4.60	2.110	9.3	9.28	22.2
19	11/02/11 11:31:06	28.11	360.6	4.33	2.110	8.5	9.30	22.0
20	11/02/11 11:31:11	28.10	360.8	4.32	2.110	7.6	9.32	21.8
21	11/02/11 11:31:16	28.10	360.6	4.32	2.110	7.6	9.33	21.7
22	11/02/11 11:31:21	28.10	361.9	4.43	1.937	7.5	9.33	22.2
23	11/02/11 11:31:26	28.20	330.1	3.91	0.735	7.1	9.35	23.3
24	11/02/11 11:31:31	31.29	290.8	2.34	0.005	8.4	10.54	37.7
25	11/02/11 11:31:41	33.82	362.8	5.42	0.029	11.2	10.53	73.8
26	11/02/11 11:31:46	30.41	330.9	13.07	0.483	10.8	9.87	72.9
27	11/02/11 11:31:51	28.50	348.1	14.37	1.672	9.1	9.52	57.1
28	11/02/11 11:31:56	28.33	349.7	12.62	1.847	8.0	9.34	46.5
29	11/02/11 11:32:01	28.29	352.0	10.52	1.934	7.1	9.30	39.0
30	11/02/11 11:32:06	28.28	353.8	7.66	1.958	7.1	9.29	39.0
31	11/02/11 11:32:12	28.24	354.8	6.74	1.968	7.1	9.28	38.9
32	11/02/11 11:32:16	28.22	355.6	5.90	1.975	7.1	9.27	38.9
33	11/02/11 11:32:21	28.23	356.7	5.45	2.000	7.1	9.24	38.9
34	11/02/11 11:32:26	28.22	357.0	5.12	2.007	7.1	9.22	38.9
35	11/02/11 11:32:31	28.22	357.6	4.88	2.009	7.1	9.20	38.9
36	11/02/11 11:32:37	28.22	357.7	4.75	2.009	7.9	9.19	23.1
37	11/02/11 11:32:41	28.23	358.0	4.57	2.009	7.7	9.19	22.7
38	11/02/11 11:32:46	28.23	358.4	4.20	2.009	7.6	9.18	22.1
39	11/02/11 11:32:51	28.24	358.8	4.68	2.007	8.1	9.17	21.9
40	11/02/11 11:32:56	28.24	358.9	4.35	2.006	8.5	9.17	22.0
41	11/02/11 11:33:01	28.24	359.3	4.32	2.007	8.4	9.16	23.0
42	11/02/11 11:33:06	28.24	345.3	4.20	1.750	8.3	9.19	23.0
43	11/02/11 11:33:11	29.45	337.0	3.13	0.266	8.8	10.12	29.8

- PERIODO NOVIEMBRE - DICIEMBRE:



Gráfica 5. Reporte gráfico de la ciénaga Miramar en el periodo Noviembre - Diciembre por el software "Ecowatch".

MIRAMARD.DAT
-- Statistical Report --

From 12/02/11 15:48 to 12/02/11 15:53				
Number of samples: 40				
Parameter	Min	Max	Mean	Std
Temp (C)	28.07	32.28	28.87	1.24
DO Conc (mg/L)	0.29	12.44	4.08	3.90
Depth (m)	10.236	12.154	11.588	0.734
pH ()	7.28	10.23	8.10	0.96
Turbidity+ (NTU)	0.8	513.4	84.5	103.0
chlorophyll (ug/L)	1.0	15.2	5.8	3.0
cond (uS/cm)	2.9	289.5	228.9	65.1

Tabla 20. Reporte estadístico de la ciénaga Miramar en el periodo Noviembre - Diciembre por el software "Ecowatch"

Tabla 21. Reporte de cada uno de los parámetros muestreados de la ciénaga Miramar en el periodo de Noviembre – Diciembre por el software “Ecowatch”

	DateTime	Temp	DO Conc	Depth	pH	Turbidity+	Chlorophyll	Cond
	M/D/Y	C	mg/L	m		NTU	ug/L	uS/cm
0	12/02/11 15:48:06	32.28	11.46	10.350	10.22	125.4	15.2	287.2
1	12/02/11 15:48:11	31.19	12.30	10.628	10.02	53.3	13.4	245.1
2	12/02/11 15:48:16	30.83	12.30	10.925	9.67	54.5	11.4	241.6
3	12/02/11 15:48:21	29.24	12.44	11.241	8.62	51.3	9.4	258.4
4	12/02/11 15:48:26	29.01	11.69	11.507	8.40	50.2	8.1	260.4
5	12/02/11 15:48:31	28.75	10.70	11.691	8.24	43.7	7.4	246.2
6	12/02/11 15:48:36	28.62	8.67	11.876	8.39	38.3	6.6	232.2
7	12/02/11 15:48:41	28.39	8.02	12.093	8.28	216.1	7.4	241.7
8	12/02/11 15:48:46	28.23	6.89	12.137	7.93	75.2	7.6	243.7
9	12/02/11 15:48:51	28.14	6.04	12.149	7.69	67.4	7.1	244.5
10	12/02/11 15:48:56	28.13	4.31	12.153	7.55	55.2	7.0	244.9
11	12/02/11 15:49:01	28.12	3.75	12.154	7.46	52.7	7.7	245.2
12	12/02/11 15:49:06	28.10	3.34	12.154	7.40	50.7	6.6	245.6
13	12/02/11 15:49:11	28.11	3.02	12.154	7.35	46.8	5.9	245.9
14	12/02/11 15:49:16	28.12	2.57	12.154	7.32	41.7	6.1	246.2
15	12/02/11 15:49:21	28.12	2.40	12.154	7.30	37.2	5.6	246.6
16	12/02/11 15:49:26	28.11	2.26	12.154	7.28	33.9	4.9	247.0
17	12/02/11 15:49:31	28.13	2.15	12.116	7.28	32.8	4.6	246.2
18	12/02/11 15:49:36	28.11	2.04	12.098	7.31	47.9	4.5	243.9
19	12/02/11 15:49:41	28.10	1.68	12.040	7.35	49.1	4.7	242.4
20	12/02/11 15:49:46	28.08	1.42	12.021	7.38	49.9	4.4	242.3
21	12/02/11 15:49:51	28.07	1.19	12.016	7.40	52.4	4.5	242.3
22	12/02/11 15:49:56	28.08	0.89	12.010	7.41	52.0	4.3	242.1
23	12/02/11 15:50:01	28.08	0.80	12.009	7.42	52.1	4.1	241.8
24	12/02/11 15:50:06	28.09	0.79	12.013	7.42	52.2	4.0	241.7
25	12/02/11 15:50:11	28.09	0.68	12.021	7.44	53.5	4.0	241.3
26	12/02/11 15:50:16	28.09	0.59	12.060	7.45	55.7	3.7	238.6
27	12/02/11 15:50:21	28.08	0.62	12.083	7.44	272.4	4.1	241.3
28	12/02/11 15:50:26	28.07	0.53	12.090	7.42	203.6	4.3	241.3
29	12/02/11 15:50:31	28.07	0.35	12.094	7.40	397.4	3.9	241.2
30	12/02/11 15:50:36	28.07	0.33	12.035	7.39	513.4	4.2	240.8
31	12/02/11 15:50:41	28.13	0.32	11.813	7.49	182.6	4.0	238.4
32	12/02/11 15:50:46	28.25	0.34	11.456	7.70	36.8	3.8	255.6
33	12/02/11 15:50:51	30.08	0.29	10.372	8.89	44.4	4.0	243.2
34	12/02/11 15:51:01	30.23	2.95	10.250	9.35	1.5	2.4	4.9
35	12/02/11 15:51:06	29.55	3.83	10.240	9.24	1.0	1.5	3.1
36	12/02/11 15:51:11	28.99	4.42	10.236	9.08	0.8	1.0	2.9
37	12/02/11 15:51:16	31.85	4.59	10.246	10.23	0.9	1.0	289.5
38	12/02/11 15:52:57	31.32	3.70	10.266	9.71	60.2	7.8	245.6
39	12/02/11 15:53:01	31.55	6.53	10.247	9.82	71.7	10.0	261.9

Anexo 4. Informe mensual de resultados de pruebas de muestras de agua –
Sanambiente – Proanálisis Ltda.

Anexo 5. Características de la sonda multiparamétrica YSI 6600 V2. ⁵⁵

Figura 3. Sonda multiparametros YSI 6600 V2



Fuente: <https://www.ysi.com/productsdetail.php?6600V2-1>

- La sonda multiparamétrica 6600 V2, mide los siguientes parámetros: oxígeno disuelto(mg/L), turbidez (NTU), clorofila($\mu\text{g/L}$), conductividad($\mu\text{S/cm}$) y pH. Además mide la profundidad (en metros).
- La YSI utiliza un nuevo diseño de sensores ópticos y un control antisuciedad con un limpiador que simula a un limpiaparabrisas para dar una mayor fiabilidad durante los muestreos prolongados.

⁵⁵ <https://www.ysi.com/productsdetail.php?6600V2-1>

- Sensores ópticos de autolimpieza con limpiadores integrados que eliminan los residuos biológicos manteniendo una alta exactitud en los datos registrados.
- Sensores reemplazables que hacen que sean rápidas las salidas de campo.

La sonda cuenta con una “hand held” que muestra en tiempo real, lo que la sonda mide en el agua, además estos datos son resgistrados para posteriormente poder visualizarse en un software llamado “Ecowatch”, el cual genera distintos reportes estadísticos y discrimina mediante tablas y gráficos los muestreos realizados.

La sonda cuenta con 5 sensores: conductividad, pH, clorofila, turbidez, oxígeno disuelto. La sonda también mide profundidad. Los sensores se consideran calibrados si los valores registrados en la “Hand Held” son iguales o muy cercanos a lo que aparacen en cada solución específica para el sensor en calibración.

- Conductividad: Para calibrar este sensor, se utilizaron dos soluciones; de 10.000 uS/cm y de 1000 uS/cm, respectivamente.
- pH: Para calibrar este sensor, se pueden utilizar las tres soluciones existente, o dos de las tres soluciones exitentes (solución pH 7, solución pH 4, solución pH 10), siempre se usa la solución pH 7 (neutra) y la segunda depende del cuerpo hídrico a muestrear. Generalmente se usa la solución de pH 4.
- Clorofila: Para calibrar este sensor, se usa inicialmente agua destilada o desionizada y el valor que se agrega en la “Hand Held” es de 0. Posteriormente, se utiliza como reactivo la Rodamina en una doble dilución. Inicialmente, se diluye 5mL de rodamina en 1000 mL de agua destilada o desionizada. De esta primera solución, se toma 5 mL y se diluye en 1000 mL de agua destilada o desionizada. Esta segunda solución es la que se utiliza para calibrar el sensor. El valor que se ingresa en la Hand Held, dependerá de la temperatura del ambiente, así, para una temperatura de 25°C, el valor a ingresar es de 108.
- Turbidez: Para calibrar este sensor, se utilizan dos soluciones, la inicial es una solución de 0 NTU. Luego de calibrar con la primera solución, se utiliza una segunda solución de 126 NTU, ingresando este valor a la Hand Held.

- Oxígeno Disuelto: Para calibrar este sensor, no se requiere de usar soluciones, sólo con la presión barométrica que es tomada con la misma Hand Held. Se realiza por % de saturación teniendo en cuenta la presión barométrica.

Toma de muestras de agua para el posterior análisis de laboratorio

Para este proceso se procedió a tomar cada una de las muestras y posteriormente, dichas muestras fueron embaladas en una cava con hielo y enviadas a la ciudad de Bucaramanga (Laboratorio Proanálisis Ltda.) para su análisis. Al siguiente mes se enviaron los resultados del laboratorio y se realizó el análisis de la información obtenida. Los parámetros para el análisis de laboratorio fueron: Sólidos suspendidos, totales y sedimentables, DQO, DBO₅, grasas y aceites, metales en general, coliformes totales y coliformes fecales.

- Sólidos suspendidos, totales y sedimentables: Se toma 1000 mL de muestra en un envase de plástico y se refrigera.
- DQO: Se toma 500 mL de muestra en un envase de vidrio y se le adiciona ácido sulfúrico hasta que el pH sea menor a 2.
- DBO₅: Se toma 1000 mL de muestra en un envase de plástico y se refrigera.
- Grasas y Aceites: Se toma 500 mL de muestra en un envase de vidrio y se le adiciona ácido clorhídrico hasta que el pH sea menor a 2.
- Metales en general: Se toma 500 mL de muestra en un envase de vidrio, se filtra y se le adiciona ácido nítrico hasta que el pH sea menor a 2.
- Coliformes totales y fecales: Se toma 200 mL respectivamente en envases de plástico y se refrigera.⁵⁶

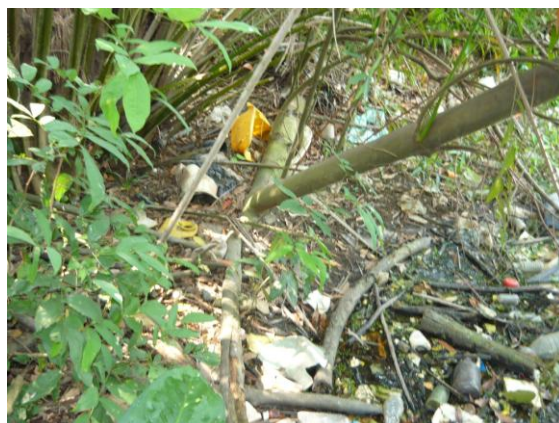
⁵⁶ <http://pslproanalisis.com:9080/portal/productotran.do?categoria=3>

Anexo 6. Registro Fotográfico.

Evidencia de material vegetal flotante (Buchón de agua o Taruya)



Evidencia de contaminación antrópica en las orillas y alrededores del cuerpo de agua.



Evidencia de peces muertos en el cuerpo de agua.



