



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

ELABORACION DEL ESTUDIO DE LA BATIMETRIA EN LA LAGUNA DE FUQUENE

CRISTIAN CAMILO MARTINEZ RODRIGUEZ

CÓDIGO: 2165892

TUTOR:

HUGO LADINO VARGAS

VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES
CENTRO DE ATENCIÓN UNIVERSITARIO BOGOTÁ

BOGOTÁ D.C

2019

Tabla de contenido

| | | |
|------|--|----|
| 1. | LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 7 |
| 2. | ANTECEDENTES..... | 10 |
| 3. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 13 |
| 4. | JUSTIFICACION..... | 16 |
| 5. | OBJETIVOS..... | 17 |
| 5.1 | OBJETIVO GENERAL | 17 |
| 5.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 17 |
| 6. | METODOLOGIA | 18 |
| 6.1 | CARACTERISTICAS DEL EQUIPO SONTEK - M9..... | 20 |
| 7. | PLAN DE ACCION EJECUCION DE ACTIVIDADES DE BATIMETRIA..... | 24 |
| 8. | PRESUPUESTO ESTIMADO..... | 26 |
| 9. | DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO | 28 |
| 10. | METODOLOGIA TOMA DE MUESTRA POR EL RIVERSURVEYOR..... | 30 |
| 11. | RESULTADOS Y ANÁLISIS..... | 31 |
| 11.1 | INFORME DE VISITAS | 31 |
| 11.2 | Asistentes: | 31 |
| 11.2 | Desarrollo de la Visita:..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 11.3 Aspectos relevantes de la visita: | 32 |
| 11.4 Evaluación Técnica: | 32 |
| 11.5 SECTOR 1. | 33 |
| 11.6 SECTOR 2. | 35 |
| 11.7 SECTOR 3. | 37 |
| 12. CONCEPTO TÉCNICO | 40 |
| • 12.1 Sector 1..... | 40 |
| • 12.2 Sector 2..... | 40 |
| • 12.3 Sector 3..... | 41 |
| 13. MODELACIÓN DE PROFUNDIDADES DE LOS SECTORES 1,2, 3 DE LA LAGUNA DE FÚQUENE..... | 43 |
| 13.1 Sector 1..... | 43 |
| 13.2 Sector 2..... | 44 |
| 13.3 Sector 3..... | 45 |
| 14. EXPERIENCIA LABORAL..... | 47 |
| 15. CONDICIONES FAVORABLES Y DESFAVORABLES | 47 |
| 15.1 FAVORABLES: | 47 |
| 15.2 DESFAVORABLES..... | 47 |
| 16. CONCLUSIONES | 48 |
| 17. RECOMENDACIONES | 49 |

| | |
|--------------------|----|
| 18. GLOSARIO..... | 50 |
| Bibliografía | 52 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Plan de acción ejecución de actividades de batimetría | 25 |
| Tabla 2. Presupuesto estimado para el desarrollo de la pasantía. Fuente: Costos manejados por la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental..... | 27 |
| Tabla 3. Asistentes en las Batimetrías realizadas en la laguna de Fúquene. Fuente, Autor propio. | 31 |
| Tabla 4.Toma de muestras por sectores. | 33 |
| Tabla 5. Toma de muestras por sectores. | 35 |
| Tabla 6. Toma de muestras por sectores. | 37 |
| Tabla 7.Volumen Laguna de Fúquene (medición equipo M9). | 40 |
| Tabla 8.Volumen Laguna de Fúquene | 41 |
| Tabla 9.Volumen Laguna de Fúquene | 41 |

Lista de Figuras

| | |
|--|---|
| Figura 1. Localización general laguna de Fúquene..... | 8 |
| Figura 2. Subcuencas que conforman la cuenca alta del río Suárez | 8 |
| Figura 3. Sub cuencas ubicadas en la Cuenca Alto Rio Suárez | 9 |

| | |
|---|----|
| Figura 4. Sobre la fotografía aérea del año 1997, se puede observar el límite de la laguna (línea roja), así como el sistema hídrico que la abastece y el conjunto de obras hidráulicas que hacen parte del canal perimetral y del Distrito de Riego Fúquene – Cucunubá (líneas azules). .. | 11 |
| Figura 5. Hidrología Laguna de Fúquene. | 12 |
| Figura 6. Manual de Protocolo del Equipo RiverSurveyor M9. | 19 |
| Figura 7. ADP Multi-frecuencia M9. | 21 |
| Figura 8. PCM GPS Rover..... | 21 |
| Figura 9. Antena GPS | 21 |
| Figura 10 HydrBoard de SonTek | 22 |
| Figura 11. Estación ensamble final. | 22 |
| Figura 12. Localización general área de estudio, fuente Universidad de Manizales Análisis Multitemporal del espejo de Agua Laguna de Fúquene. Fuente: (Manizales) | 29 |
| Figura 13. Metodología toma de muestra por el RiverSurveyor. Fuente, autor propio. | 30 |
| Figura 14. Perfil Software RiverSurveyor. | 34 |
| Figura 15. Perfil Software RiverSurveyor | 36 |
| Figura 16. Perfil Software RiverSurveyor | 39 |
| Figura 17. Perfiles tomados en la laguna de Fúquene..... | 43 |
| Figura 18. Perfiles tomados en la laguna de Fúquene..... | 44 |
| Figura 19. Perfiles tomados en la laguna de Fúquene..... | 45 |

Lista de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo No 1. La Watermaster es posible navegar y acercarse a puntos de operación inalcanzables, donde se permite adelantar labores de pilotaje, excavación, rastrillado y dragado por succión. Labores que tienen como objetivo optimizar el trabajo que antes era realizado por cuatro máquinas similares y de menor alcance..... | 54 |
| Anexo No 2. Excavadora Anfibia LINK-BELT LS2800C Motor de 6 Cil. con Turbo. Equipada con Cabina, orugas flotantes y brazo largo (15 metros). La máquina denominada Watermaster V, funciona para apoyar la limpieza de ríos, lagunas y humedales. Dentro de sus principales ventajas, la Corporación destaca la precisión y versatilidad entre sus herramientas que son intercambiables según los requerimientos de los distintos complejos lagunares donde es utilizada. | 55 |
| Anexo No 3. Ellicot 1870 es una maquina ideal para realizar dragados en zonas profundas, el casco de cinco piezas permite el transporte por camiones, motores separados para bomba de dragado y Sistema hidráulico y generador..... | 56 |
| Anexo No 4. Mediciones en la zona 1, con el equipo de batimetría M9 SonTek Software RiverSurveyor..... | 57 |
| Anexo No 5. Mediciones en la zona 2, con el equipo de batimetría M9 SonTek Software RiverSurveyor..... | 58 |
| Anexo No 6. Mediciones en la zona 3, con el equipo de batimetría M9 SonTek Software RiverSurveyor..... | 59 |

INTRODUCCIÓN

La Laguna de Fúquene es un cuerpo de agua ubicado en el departamento de Cundinamarca; municipio de fúquene, a 125 km de la ciudad de Bogotá vía Chiquinquirá Boyacá, cuyo ecosistema se ha visto alterado durante más de seis décadas por acciones antrópicas por tanto su cambio es notorio a simple vista, lo que ha suscitado el interés de diferentes entidades y organizaciones, tanto de orden público como privado, quienes han venido desarrollando variedad de estudios que involucran la observación y medición de parámetros dentro de dicho ecosistema y que por consiguiente han generado recomendaciones para evitar su continuo deterioro.

Por tal razón en este documento se presentará la metodología empleada durante el proceso de recuperación de la Laguna en su fase inicial, donde particularmente se expondrán hallazgos de batimetrías, las cuales permitieron realizar una valoración de las actividades de dragado por parte de la CAR en el marco de la recuperación del espejo de agua en tres tramos de la laguna de fúquene.

1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El complejo de humedales Fúquene, Cucunubá y Palacio se encuentra ubicado en la cuenca hidrográfica de segundo orden de los ríos Ubaté y Suárez que a su vez, hace parte de la cuenca media del río Magdalena.

El área de estudio comprende cinco (5) subcuencas como se observa en la tabla 10, que son: 1) Río Suta, 2) Río Alto Ubaté, 3) Laguna de Cucunubá, 4) Río Lenguazaque y 5) Río Bajo Ubaté. De estas, hacen parte once (11) municipios, total o parcialmente, estos son: 1) Carmen de Carupa, 2) Ubaté, 3) Cucunubá, 4) Lenguazaque, 5) Sutatausa, 6) Ráquira, 7) Guachetá, 8) San Miguel de Sema, 9) Fúquene, 10) Suesca y 11) Tausa, que suman un total de 95.501 hectáreas.

El complejo de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio da origen al Río Suárez aproximadamente a 2550 m.s.n.m, cuyas aguas son ampliamente utilizadas para las actividades agrícolas del valle alto del mismo río, principalmente en los municipios de Simijaca en Cundinamarca y Chiquinquirá, San Miguel de Sema y Saboya en Boyacá. (En el Corregimiento de Garavito en Saboya (2540 m.s.n.m.), el Río Suárez abandona el Altiplano Cundiboyacense para ser un río de ladera y correr primariamente dirección sur-norte hasta la confluencia con el Río Umpalá en el Departamento de Santander, aproximadamente a 340 m.s.n.m., donde empieza a llamarse Río Sogamoso. Desde allí el río corre esencialmente de suroriente a noroccidente, hasta su desembocadura en l Río Magdalena, entre los municipio de Barrancabermeja y Puerto Wilches en Santander a 70 m.s.n.m.

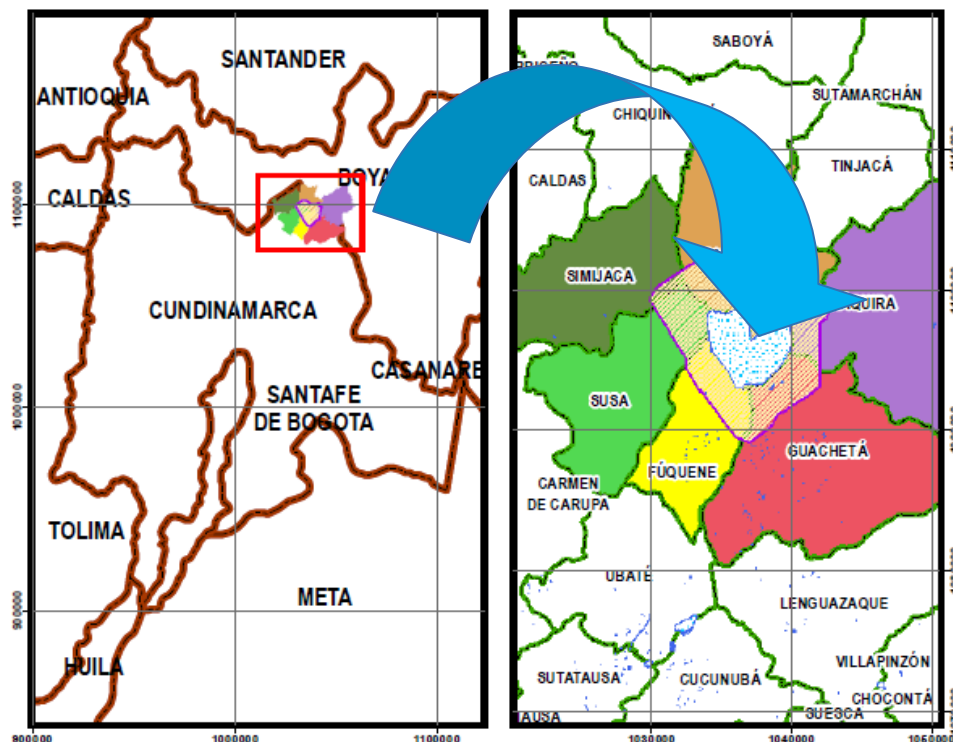


Figura 1. Localización general laguna de Fúquene.

Fuente, Documentó CAR resumen ejecutivo recuperación hidráulica y ambiental del complejo lagunar Fúquene Cucunubá y Palacio.

| Subcuenca | Número CAR | Área total | Porcentaje para el área | Municipios |
|--------------------|------------|------------------|-------------------------|---|
| Río Alto Ubaté | 2401-02 | 22.274,50 | 23 | Carmen de Carupa y Ubaté |
| Río Suta | 2401-03 | 11.194,11 | 12 | Tausa, Sutatausa y Ubaté |
| Laguna de Cucunubá | 2401-04 | 9.878,38 | 10 | Cucunubá, Sutatausa, Ubaté y Lenguazaque |
| Río Bajo Ubaté | 2401-06 | 26.243,19 | 27 | Guachetá, Fúquene, Ráquira y San Miguel de Sema |
| Río Lenguazaque | 2401-05 | 25.911,39 | 27 | Lenguazaque, Guachetá, Suesca y Cucunubá |
| TOTAL | | 95.501,58 | 100 | 11 |

Figura 2. Subcuenclas que conforman la cuenca alta del río Suárez

Fuente: Elaboración propia

A continuación podemos ver reflejada cada una de las subcuencas en el mapa.

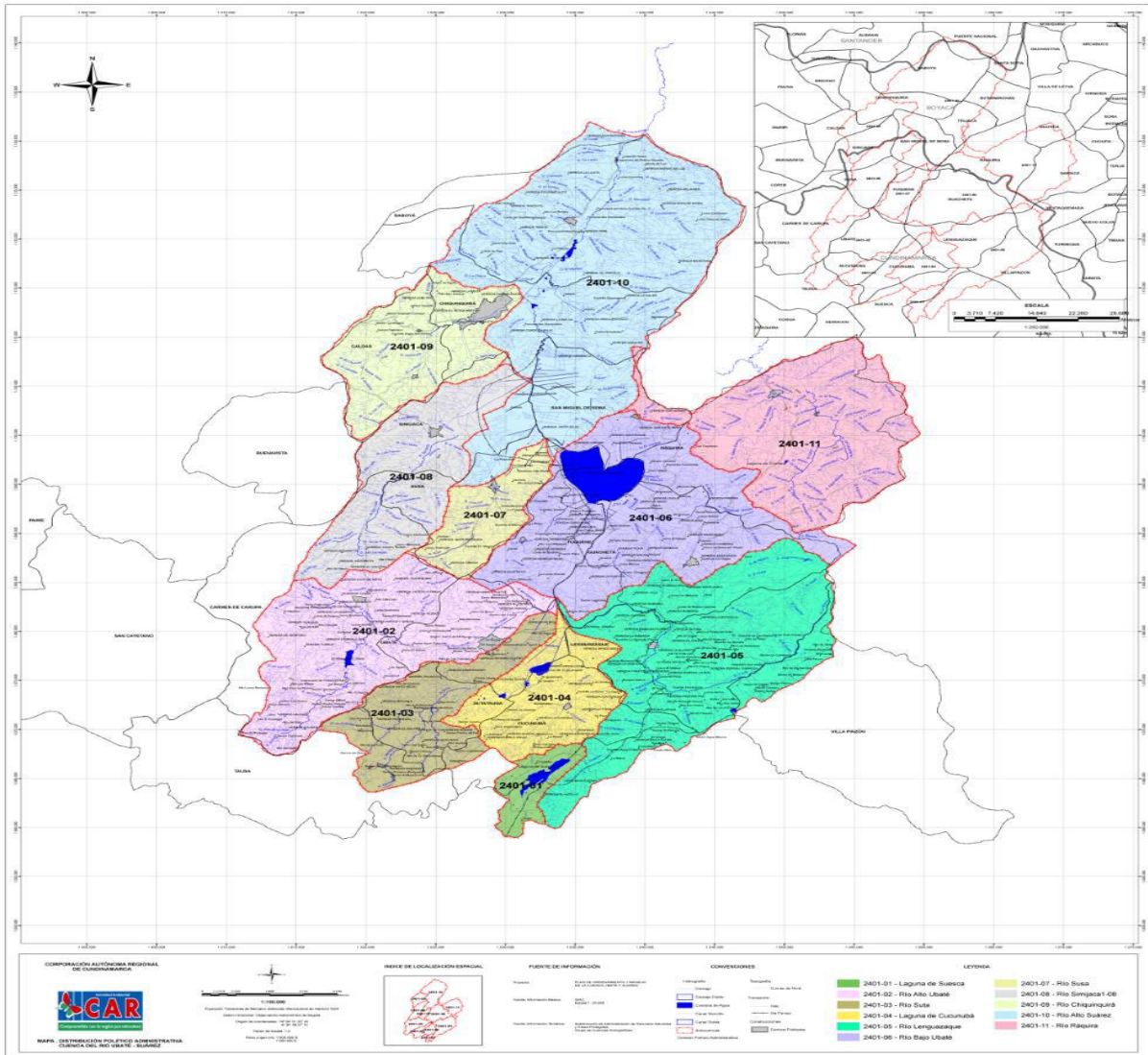


Figura 3. Sub cuencas ubicadas en la Cuenca Alto Río Suárez

Fuente, Documentó CAR resumen ejecutivo recuperación hidráulica y ambiental del complejo lagunar Fúquene Cucunubá y Palacio. (C. A. CAR)

2. ANTECEDENTES

La Laguna de Fúquene en el año 1822 contaba con un área aproximada de 13.000 hectáreas, sin embargo, la Política Nacional apuntaba hacia la desecación de los humedales del país, por considerarlos como terrenos subutilizados y no sanos para la salud humana, por ser la fuente de mosquitos y otras enfermedades debido al carácter de sus aguas estancadas. Esto fundamentó la idea de su desecación para el desarrollo de la agricultura y la ampliación de la frontera urbana.

La Laguna de Fúquene se encuentra ubicada en la cuenca del río Ubaté y Suarez al nororiente de la jurisdicción CAR, limita con los municipios de Simijaca, Susa, Fúquene y Guachetá en Cundinamarca y con Ráquira y San Miguel de Sema del departamento de Boyacá. Es un cuerpo lacustre que se encuentra incrustado en el Altiplano Cundiboyacense entre los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, da origen al Río Suárez aproximadamente a 2550 m.s.n.m.

La cuenca media, corresponde a la laguna de Fúquene, que recibe al oriente numerosos afluentes secundarios que drenan directamente a la laguna como las quebradas Honda y Monroy, y al occidente el río Fúquene, y descargas directas compuestas por corrientes superficiales y canales de drenaje. Gran parte de la Laguna de Fúquene se encuentra bordeada por un canal perimetral, que captura un alto porcentaje de los afluentes naturales drenados directamente al río Suárez, sin permitir su ingreso directo a la Laguna.

Debido a su injerencia, La CAR ha venido desarrollando programas donde se ha vinculado con otras organizaciones para determinar el grado de deterioro de algunos ecosistemas dentro de su

jurisdicción y en este caso de estudio, la Laguna de Fúquene, donde se propuso alternativas en pro de la recuperación de cada uno de los ecosistemas.

Buscando como fin último la recuperación del cuerpo de agua, empleando estrategias y metodologías que incluyen no solo tecnología de punta sino también la inclusión de comunidades bajo la influencia antrópica; por ende el cuidado del medio ambiente a través de la sensibilización y saber tradicional.

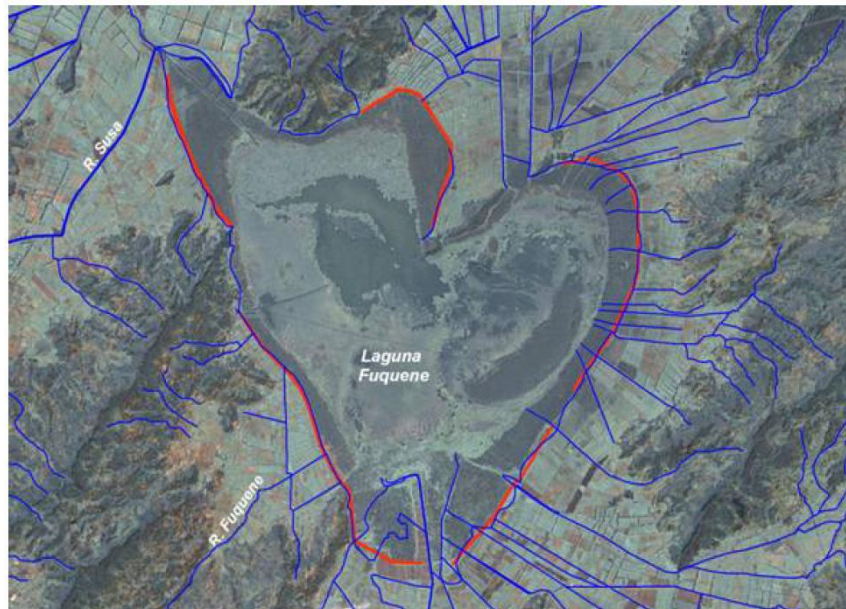


Figura 4. Sobre la fotografía aérea del año 1997, se puede observar el límite de la laguna (línea roja), así como el sistema hídrico que la abastece y el conjunto de obras hidráulicas que hacen parte del canal perimetral y del Distrito de Riego Fúquene – Cucunubá (líneas azules).

Fuente: CAR - estudios técnicos para delimitar la ronda hídrica de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y palacio en el marco del CONPES 3451 de 2006 – estrategia para el manejo ambiental de la cuenca Ubaté - Suárez. Contrato no 1151 de 2014.

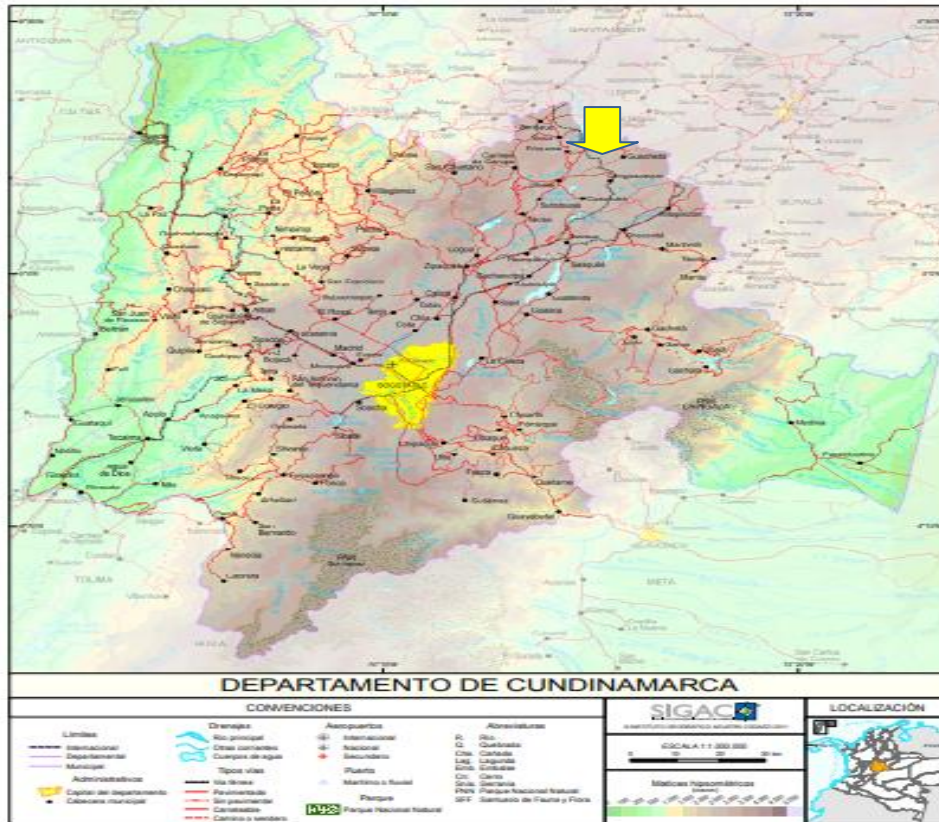


Figura 5. Hidrología Laguna de Fúquene.

Fuente Igac: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/mapas-departamentales-fisicos-de-uso-escolar>

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Laguna es un valioso cuerpo de agua natural que sostiene el equilibrio del complejo sistema hídrico de la región, el cual mantiene estrecha relación con las aguas freáticas, la fertilidad de los suelos y la estabilidad climática de los valles de Ubaté y Chiquinquirá; Existe un interés creciente por la conservación y recuperación de la región, por cuanto las actividades agropecuarias que en ésta se sustentan son de gran importancia tanto para sus habitantes, como para el resto del país.

Sin embargo, el agua en ésta región no ha sido utilizada de manera satisfactoria; los vertimientos provenientes de la ganadería, la industria y la vivienda, causan la contaminación de las aguas superficiales e incrementan la proliferación de malezas acuáticas que reducen la capacidad de almacenamiento, afectan su calidad y la vida acuática que allí se encuentra.

Las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio han sufrido constantes afectaciones naturales y antrópicas. En primer lugar, el incremento de los niveles de agua por eventos de precipitación es bastante notorio, situación que se ha visto severamente modificada debido al fenómeno del cambio climático que afronta el país y la región objeto de estudio. En segundo lugar, la pérdida del espejo de agua ha sido muy rápida y marcada, debido a la introducción de especies invasoras como el buchón, al aporte de sedimentos provenientes de la industria minera aguas arriba de la cuenca y al avance de la población humana al interior de la laguna. Por consiguiente, el presente deterioro ambiental de las tres lagunas exigió la necesidad de delimitar sus rondas hídricas, como parte de los insumos requeridos para definir las pautas de manejo ambiental.

Por otro lado se ha observado que en las últimas décadas el impacto de las lluvias o de la sequía se agudiza cuando se presentan los Fenómenos del Niño y de la Niña. No obstante, los conflictos ambientales del complejo lagunar no solo se deben a los aspectos hidroclimatológicos como se menciona anteriormente, sino que mayormente a una fuerte presión antrópica que se ha venido efectuando en la región desde hace más de un siglo, lo cual se suma al conflicto que existe entre las normas legales que la regulan.

Para dar solución a esta problemática se viene desarrollando el proyecto de recuperar hidráulica y ambientalmente el complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio, mediante la remoción de vegetación acuática y remoción de sedimentos adelantada por la CAR, con el objeto de dar solución a la problemática de pérdida de la capacidad hidráulica y del espejo de agua. Como complemento se realizará el aprovechamiento de la vegetación y sedimentos extraídos del cuerpo lagunar mediante compostaje, para ser usado posteriormente en la recuperación de suelos degradados o alterados en la cuenca del complejo lagunar.

Con el retiro de sedimentos excedentes se busca recuperar la dinámica hidráulica de todo el sistema, incluyendo el río Suárez para mejorar la asimilación de caudales excedentes y garantizar la distribución del recurso hídrico en toda la región, así mismo aprovechar el material retirado para recuperar zonas degradadas natural y antrópicamente. Así mismo, se busca disminuir las cargas contaminantes que aceleran el proceso de eutrofización con la construcción de plantas de tratamiento, fortalecimiento de la autoridad ambiental y optimización de actividades productivas por medio de educación ambiental de la mano con la comunidad y entes territoriales.

El conocimiento de la dinámica ambiental del ecosistema es una de las principales actividades que se desarrollaran para evaluar entre otros datos, el flujo y transporte de los sedimentos al interior del cuerpo lagunar; por otra parte se seleccionarán predios con vocación de protección ambiental para desarrollar actividades complementarias al dragado hidráulico y a la consolidación de la zona de protección ambiental en el perímetro de la laguna.

La Corporación tiene como plan de acción la adecuación de obras de infraestructura tendientes a mejorar el espejo de agua a través del dragado en zonza críticas, sin embargo no se ha podido establecer con exactitud las condiciones actuales de los tramos intervenidos que sirvan como insumo para el seguimiento y control de las obras de dragado. En este sentido, la batimetría por su tecnología de efecto Doppler que a través de ondas ultrasónicas, permite obtener velocidades y profundidades del cauce y poder así conocer el estado de las obras del dragado de la Laguna de Fúquene, para su seguimiento y recuperación.

4. JUSTIFICACION

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR tiene como eje de importancia la conservación, protección y recuperación de ecosistemas hídricos tales como: nacimientos, cauces de agua, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general.

Dentro de las actividades de recuperación a estos cuerpos hídricos se encuentran: dragado, limpieza de jarillones, recuperación de la ronda, conservación de la fauna y la flora etc.

Actualmente, se cuenta con tecnología de medición de efecto Doppler que permite conocer la configuración del vaso o lecho de los cuerpos hídricos, y su aplicación es utilizada para la modelación y monitoreo de cuerpos hídricos. Sin embargo, esta tecnología representa una opción interesante y efectiva para el seguimiento de actividades de adecuación hidráulica y recuperación de cauces. Teniendo en cuenta el dragado y disposición adecuada de los desechos, lo cual aportara mediciones de altura máxima, altura mínima, altura promedio y distancia de la medición.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico a través de estudios Batimétricos en la laguna de Fúquene, localizada en los departamentos Cundinamarca y Boyacá.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los perfiles de los sectores priorizados por medio de la Batimetría. En la zona de estudio.
- Análisis de la Información de cada uno de los sectores por medio del estudio batimétrico en la laguna de fúquene.
- Emitir un concepto técnico pots proceso de dragado por metodología batimétrica en cada uno de los sectores priorizados de la laguna.

6. METODOLOGIA

Se realizó la medición batimétrica con el equipo RiverSurveyor de Sontek un equipo robusto, de alta precisión y de fácil manejo; el cual se basa en el principio físico del Efecto Doppler Acústico, diseñado para medir caudal, velocidad, profundidad, temperatura, entre otros parámetros los cuales ayudaron a la realización de la Batimetría en la Laguna de Fúquene. Cuenta con un sistema de multi-frecuencia (alta, media y baja), permitiendo medir desde pocas a altas profundidades cambiando automáticamente las frecuencias, realizando verticales de medición.

El sistema se calibra individualmente durante el proceso de fabricación. Dado que no hay partes móviles y las vigías están incorporadas en el cabezal ADP, la recalibración no es necesaria a menos que el M9 este físicamente dañado.

Este dispositivo está diseñado para medir el caudal de los ríos, corrientes de agua en forma tridimensional, profundidades y batimetría, desde una embarcación fija o estacionaria. El funcionamiento del equipo se basa en la técnica del efecto Doppler con un software que puede ser usado en un PC o en dispositivo móvil. La alta exactitud y la facilidad de usar sin tener que cambiar parámetros medida para diferentes tipos de ríos.

- Comunicación por Bluetooth: Permite comunicación en el dispositivo y un PC, el máximo rango para este tipo de comunicación es 200 m. Con un dispositivo móvil 60 m. estas aproximaciones están calculadas para sitios despejados sin obstrucciones.
- Comunicación vía radio: Es para establecer comunicación entre el dispositivo y el PC. El rango de operación para este tipo de comunicación es de 2 km.

- Componentes GPS: El equipo está ocupado con un GPS que ofrece una exactitud de más o menos 3cm.

La toma de mediciones se efectuó de manera transversal y longitudinalmente tomando los diferentes puntos de la laguna; esto de acuerdo a la necesidad. Se apoyó de información fotográfica con el objeto de conocer el equipo de medición con el cual se van a realizar la batimetría.

Equipo: River Surveyor

Marca: Sontek

Modelo: M9

Peso ADP: 2,3 Kg

Capacidad de almacenamiento: 8 GB



Figura 6. Manual de Protocolo del Equipo RiverSurveyor M9.

Fuente (Caldas)

6.1 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO SONTEK - M9

Equipo SonTek - M9 con Software RiverSurveyor, es un equipo robusto, de alta precisión y de fácil manejo; el cual se basa en el principio físico del efecto Doppler acústico. Diseñado para medir caudal, velocidad, profundidad, temperatura, entre otros parámetros. Cuenta con un sistema de multi-frecuencia (alta, media y baja), permitiendo medir el río desde pocas hasta altas profundidades cambiando automáticamente las frecuencias, realizando verticales de medición a lo largo del río donde cada vertical presenta celdas en forma de diamantes autoajustables según la dirección y el perfil del río para una mayor precisión en la medición.

Además, el equipo presenta dos software; el continuo live que permite un aforo para pasar el equipo en un movimiento continuo por una sección transversal y el estacionario que es un análogo del molinete. Su uso es ideal para la medición en canales, hidroeléctricas, ríos, quebradas, lagunas y cualquier cuerpo de agua con buenas condiciones climatológicas.

El manual del equipo RiverSurveyor nos muestra detalladamente los componentes del sistema, su instalación, configuración, funcionamiento, configuración del software, cuidados y demás aspectos de importancia, necesarios de conocimiento por el usuario para hacer uso del equipo. (Caldas)

Figura 7. ADP Multi-frecuencia M9.

Fuente: Manual de protocolo del equipo RiverSurveyor de Sontek – M9.



Figura 8. PCM GPS Rover

Fuente: Manual de protocolo del equipo RiverSurveyor de Sontek – M9



Figura 9. Antena GPS

Fuente: Manual de protocolo del equipo RiverSurveyor de Sontek – M9

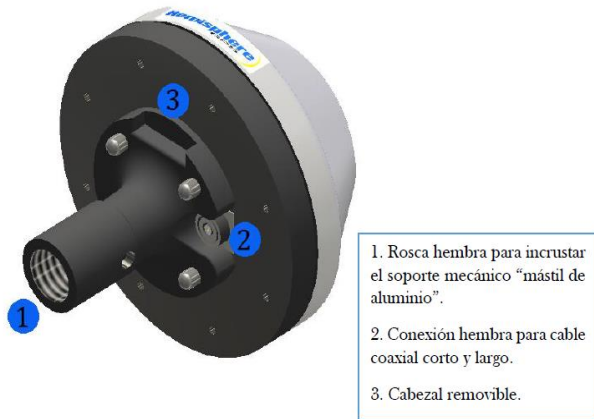


Figura 10 HydrBoard de SonTek

Fuente: Manual de protocolo del equipo RiverSurveyor de Sontek – M9

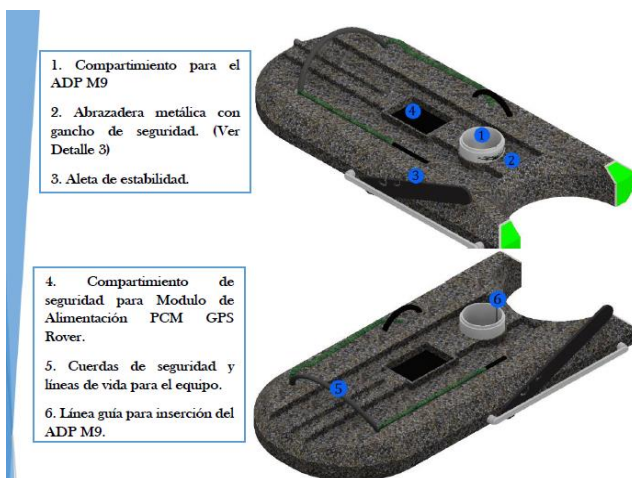


Figura 11. Estación ensamble final.

Fuente: Manual de protocolo del equipo RiverSurveyor de Sontek – M9



(Caldas)

Los dispositivos que se muestran en cada imagen; hacen parte del sistema RiverSurveyor, podemos observar que es un equipo robusto, de alta precisión y de fácil manejo; el cual se basa en el principio físico del Efecto Doppler Acústico. Diseñado para medir caudal, velocidad, profundidad, temperatura, entre otros parámetros. Es una estructura ligera diseñada para contener el sistema M9, el PCM y la antena GPS con sus respectivos soportes, facilitando su uso y mayor alcance de medida.

7. PLAN DE ACCION EJECUCION DE ACTIVIDADES DE BATIMETRIA

| Actividades | Pasos principales para la acción | Procedimiento | Responsable |
|---|---|--|---|
| <p style="text-align: center;">Ejecución de actividades de Batimetría.</p> | <p>Verificación del equipo M9. Realización de calibración del equipo M9. Realización de Batimetrías en 3 diferentes sectores de la Laguna de Fúquene.</p> | <p>Ingresar al software Riversurveyor, por medio de bluetooth se debe reconocer el equipo y luego conectar. Posteriormente se ingresa la información del equipo y la descripción del lugar donde se realizara la medición Finalmente se realiza la calibración del equipo y luego iniciamos la medición.</p> | <p>Ing. Guillermo González. Practicante: Cristian Camilo Martínez Rodríguez.</p> |
| <p>Descarga de información del equipo de batimetría del equipo M9.</p> | <p>Registrar de forma clara las mediciones completas en el programa Riversurveyor. Seleccionar las batimetrías guardadas en el programa.</p> | <p>Se descarga la información a través del software mediante unos códigos que se deben guardar en el momento de la medición, dichos códigos serán importantes para la búsqueda de cada una</p> | <p>Ing. Guillermo González. Practicante: Cristian Camilo Martínez Rodríguez.</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | de las mediciones realizadas en el área determinada de la Laguna. | |
| Elaboración de informe pasantía y resultados de Batimetría. | Descarga de información recolectada en las mediciones realizadas con el equipo de Batimetría M9. | Seleccionar la información recolectada en cada una de las mediciones realizadas y realizar informe de los tres tramos intervenidos. | Ing. Guillermo González. Practicante: Cristian Camilo Martínez Rodríguez. |

Tabla 1. Plan de acción ejecución de actividades de batimetría

Fuente: Autor propio.

8. PRESUPUESTO ESTIMADO

| Presupuesto estimado para la realización de Batimetría en la Laguna de Fúquene | | |
|---|--|--------------|
| Servicio | Descripción del Servicio | Costo |
| Cotización Alquiler equipo de Batimetría | Cuenta con equipo de batimetría de SonTek m9 con software RiverSurveyor, una RTK, plataforma Hydroboard (bote), computador portátil y demás accesorios del equipo. | \$ 5.000.000 |
| Transporte | Camioneta doble cabina de platón 4x4 y conductor. | \$ 1.500.000 |
| Mano de Obra | Profesionales Especializados con conocimiento en el equipo de Batimetría y su funcionamiento. | \$ 3.200.000 |
| Informe de la Batimetría | Recopilación de la información de mediciones | \$ 2.000.000 |

| | | |
|--------|--|----------------------|
| | realizadas en las áreas de la laguna seleccionadas y entrega de informe con sus respectivos perfiles de la Batimetría. | |
| Total: | | \$ 11.700.000 |

Tabla 2. Presupuesto estimado para el desarrollo de la pasantía. Fuente: Costos manejados por la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental

Fuente: CAR.

9. DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

La laguna de Fúquene, tiene una superficie promedio de 3100 ha y una profundidad media estimada de 2.3m, tiene un volumen máximo operativo de 36.8 millones de metros cúbicos, correspondiente a una cota de 2539 m.s.n.m y sus coordenadas geográficas son 5°28' latitud norte y 73° 45' longitud oeste. El sistema lagunar es el principal componente del sistema hidrográfico de esta región y se considera una reserva ecológica, económica, social y cultural de importancia nacional; ubicado en el valle de Ubaté, se han realizado transformaciones a diferentes escalas espaciales y temporales, todas ellas encaminadas a la desecación de la laguna y adecuación de tierras para usos económicos, con un alto impacto negativo sobre el ecosistema. En la actualidad la cuenca del río Ubaté se caracteriza por evidenciar índices de escasez y vulnerabilidad del recurso hídrico. En el valle del río Ubaté, en épocas de verano los caudales se reducen y en épocas de invierno los mismos aumentan produciendo inundaciones, dada la baja capacidad de drenaje, producto de las condiciones naturales del terreno. El marcado déficit hídrico que en épocas de verano llega en algunas áreas a 15.85 millones de m³/año, está asociado principalmente a la baja capacidad de regulación del recurso hídrico en la cuenca. Los principales usos de la laguna son el abastecimiento para distritos de riego para cultivos de pastos, trigo, cebada, maíz, entre otros y para la ganadería; la demanda total de agua para los acueductos municipales involucra el uso doméstico, institucional e industrial, incluyendo áreas urbanas y rurales.

El sistema hidrográfico del Valle de Ubaté y Chiquinquirá, contiene tres secciones: alta, media y baja. La parte alta está conformada al sur desde el nacimiento del río Ubaté, uniéndose aguas abajo con otros tributarios mayores como los ríos Suta y Lenguazaque, y drenajes provenientes

de la Laguna Cucunubá y Palacio, hasta descargarse en la Laguna de Fúquene. La construcción del canal perimetral en la laguna de Fúquene ha generado una disminución del agua que entra a la laguna ya que los canales son interceptados por dicho canal, convirtiéndose en un ecosistema que acumula altas concentraciones de nutrientes que generan una de las principales problemáticas, la proliferación de malezas acuáticas como el buchón y la elodea. El cuerpo hídrico objeto de este estudio se encuentra ubicado en el municipio de Fúquene, al norte del departamento de Cundinamarca, a una distancia de 116 km de la ciudad de Bogotá, además de la cabecera municipal se ubica la Inspección de policía de Capellanía y Nuevo Fúquene.

A continuación se presenta la localización del área de estudio:

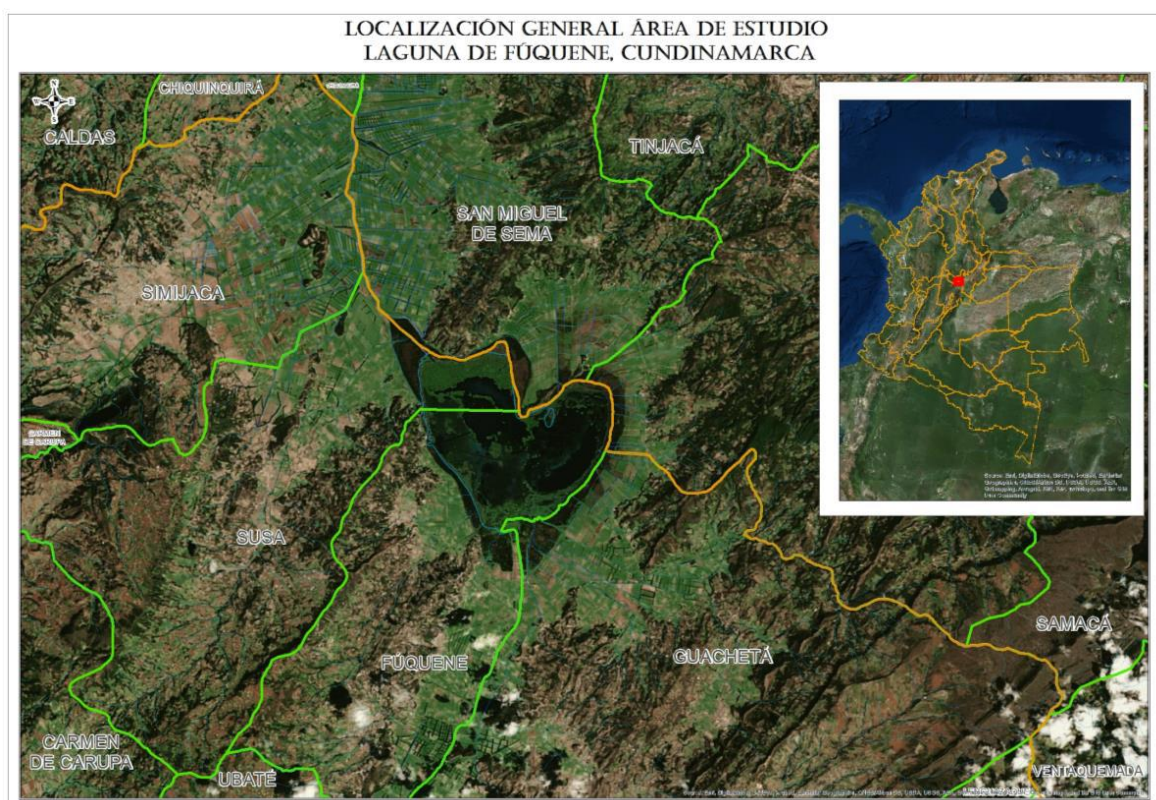


Figura 12. Localización general área de estudio, fuente Universidad de Manizales Análisis Multitemporal del espejo de Agua Laguna de Fúquene. Fuente: (Manizales)

10. METODOLOGIA TOMA DE MUESTRA POR EL RIVERSURVEYOR

| METODOLOGIA TOMA DE MUESTRA POR EL RIVERSURVEYOR | SEMANA 1 | SEMANA 2 | SEMANA 3 | SEMANA 4 | SEMANA 5 | SEMANA 6 |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| | 10 - 14 Dic de 2018 | 17 - 22 Dic de 2018 | 24 - 28 Dic de 2018 | 31 Dic 2018 - 04 Enero de 2019 | 07 - 12 Ene de 2019 | 14 - 19 Ene de 2019 |
| Identificacion de los puntos donde se realizara la Batimetria y lectura de documentacion cientifica. | | | | | | |
| Ejecucion de actividad de Batimetria | | | | | | |
| Descarga de informacion del equipo de Batimetria (M9) RiverSurveyor | | | | | | |
| Clasificacion y Homologacion de la informacion. | | | | | | |
| Elaboracion de informe pasantia y resultados de Batimetria. | | | | | | |

Figura 13. Metodología toma de muestra por el RiverSurveyor. Fuente, autor propio.

11. RESULTADOS Y ANÁLISIS

11.1 INFORME DE VISITAS

Las visitas se realizaron a partir del día 10 de diciembre de 2018 hasta el 18 de enero del año 2019, en el municipio de Fúquene. Se realizaron batimetrías en tres sectores de la laguna por los siguientes asistentes de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR:

11.2 Asistentes:

| NOMBRE | CARGO |
|------------------------------------|---------------------------|
| Cristian Camilo Martínez Rodríguez | Contratista CAR y Pasante |
| Ricardo Fiquitiva Rincón | Funcionario DLIA-CAR |
| Linardo Espitia | Contratista DLIA-CAR |

Tabla 3. Asistentes en las Batimetrías realizadas en la laguna de Fúquene. Fuente, Autor propio.

11.2 Desarrollo de la Visita:

La comisión de batimetría se desplazó desde el día 10 de diciembre de 2018 hasta el 18 de enero del presente año desde las instalaciones de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la CAR, ubicado en el Centro Empresarial Santo Domingo Manzana C, Bodega 13 Avenida Troncal Occidente Mosquera # 18-76, hasta el municipio de Fúquene en la Laguna de Fúquene, Cundinamarca.

Se inicia la medición en la zona 1(Embarcadero), seguido se hace medición en la zona 2 (Túnel Férreo), y termina en la zona 3. Los puntos de medición de batimetría fueron indicados por los funcionarios de Dirección de Infraestructura Ambiental - DIA-CAR.

11.3 Aspectos relevantes de la visita:

Se realizó la comisión con el objeto de efectuar la batimetría en tres tramos de la Laguna de Fúquene, en el municipio del mismo nombre. La batimetría se solicitó con el objetivo de conocer el estado de las obras del dragado en tres sectores de la Laguna de Fúquene, para el seguimiento al proyecto de dragado y recuperación de la Laguna. Para esto fue utilizado el equipo M9 – en la plataforma Hydroboard (software RiverSurveyor).

11.4 Evaluación Técnica:

En las mediciones realizadas con el equipo M9 y el software RiverSurveyor, se permite visualizar los perfiles de cada una de las secciones en cada tramo.

Se presenta el resumen de las mediciones realizadas a la Laguna Fúquene y se ilustran en los siguientes cuadros, determinando la altura máxima, altura mínima, alturas promedio y distancia de medición, es importante tener en cuenta que la precisión de los datos obtenidos puede verse afectada por la interferencia de los satélites causada sobre el GPS del equipo.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que, debido a la mínima profundidad en algunos puntos, no fue posible realizar las mediciones, ya que el equipo y software utilizados exigen una

profundidad mínima de 30 centímetros (este espesor debe corresponder únicamente a la porción líquida del cuerpo de agua, se exceptúa el lecho lodoso).

11.5 SECTOR 1.

Tabla 4.Toma de muestras por sectores.

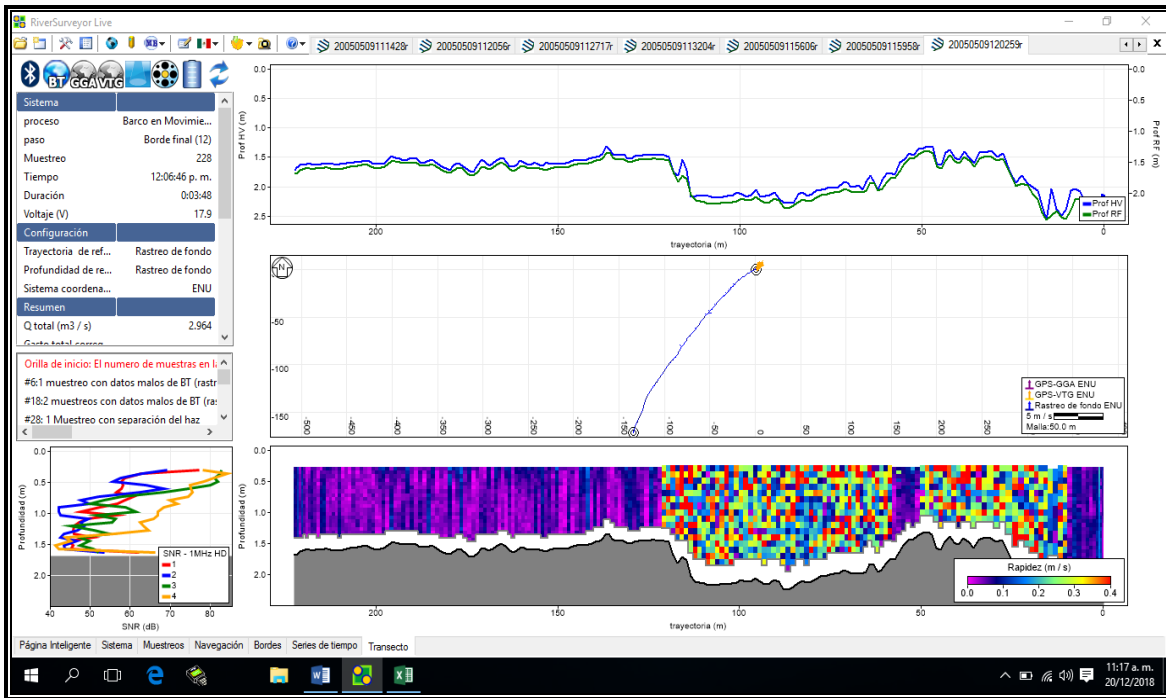
| LAGUNA DE FÚQUENE | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| MEDICIÓN No | PROFUNDIDAD MAXIMA (m) | PROFUNDIDAD MINIMA (m) | PROMEDIO PROFUNDIDAD (m) | DISTANCIA DE MEDICIÓN (m) |
| 1 | 1,53 | 0,96 | 1,26 | 166 |
| 2 | 1,70 | 0,90 | 1,31 | 270,1 |
| 3 | 1,54 | 0,87 | 1,24 | 279,5 |
| 4 | 1,71 | 0,87 | 1,36 | 339,8 |
| 5 | 3,58 | 1,20 | 1,75 | 310,7 |
| 6 | 2,55 | 1,25 | 1,75 | 313,7 |
| 7 | 2,67 | 0,83 | 1,41 | 416 |
| 8 | 3,16 | 0,73 | 1,56 | 421,07 |
| PROMEDIO | 2,10 | 1,01 | 1,44 | 302,76 |
| PROMEDIO | 2,92 | 0,78 | 1,48 | 418,9 |

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

En los promedios que se presentan en la tabla anterior, no se tiene en cuenta las mediciones de los ítems 7 y 8 de la tabla, ya que esta es la se realizó a lo largo de la laguna. Y la distancia de la medición No 1, no se tiene en cuenta, ya que se realizó en un sector donde había material vegetal y no permitía realizar la medición.

Se determinó un área de la Laguna de Fúquene a la cual se le están realizando intervenciones de dragado, el área se dividió en tres (3) sectores de las cuales se van a determinar así: Sector 1, Sector 2 y Sector 3. En el sector uno (1) se realizaron seis (6) mediciones longitudinales y dos (2) mediciones transversales las cuales arrojaron los datos que se indicaron anteriormente en la tabla número 4, donde en cada medición se determina profundidad máxima, profundidad mínima, promedio de profundidad y distancia. Se determinó el valor máximo, el valor mínimo, el promedio y la distancia del recorrido que realizó la plataforma con el Sensor M9. Toda la información se genera en el Software RiverSurveyor que se puede visualizar a continuación:

Figura 14. Perfil Software RiverSurveyor.



Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

11.6 SECTOR 2.

Tabla 5. Toma de muestras por sectores.

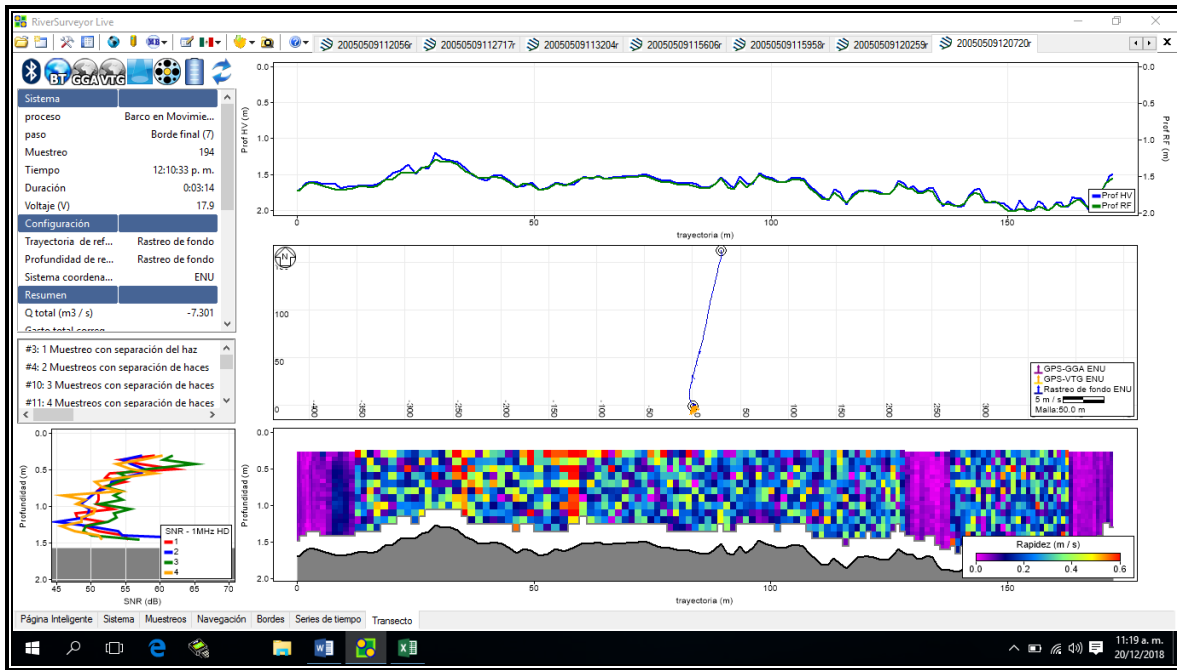
| LAGUNA DE FÚQUENE | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| MEDICIÓN No | PROFUNDIDAD MAXIMA (m) | PROFUNDIDAD MINIMA (m) | PROMEDIO PROFUNDIDAD (m) | DISTANCIA DE MEDICIÓN (m) |
| 1 | 1,92 | 0,70 | 1,41 | 249,55 |
| 2 | 2,11 | 0,74 | 1,45 | 470 |

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

En este sector se realizaron dos mediciones, cubriendo toda el área que se requiere para conocer el estado de las obras del dragado. De acuerdo al área de medición se determinó hacerla en forma de zigzag y la otra medición en forma transversal, esta decisión se toma por criterio de los funcionarios encargados del dragado de la Laguna de Fúquene.

Toda la información se genera en el Software RiverSurveyor que se puede visualizar a continuación:

Figura 15. Perfil Software RiverSurveyor



Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

11.7 SECTOR 3.

Tabla 6. Toma de muestras por sectores.

| LAGUNA DE FÚQUENE | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| MEDICIÓN No | PROFUNDIDAD MAXIMA (m) | PROFUNDIDAD MINIMA (m) | PROMEDIO PROFUNDIDAD (m) | DISTANCIA DE MEDICIÓN (m) |
| 1 | 2,06 | 1,35 | 1,74 | 83,6 |
| 2 | 1,74 | 1,24 | 1,57 | 93,69 |
| 3 | 1,83 | 1,31 | 1,56 | 96,5 |
| 4 | 1,94 | 1,48 | 1,70 | 108,5 |
| 5 | 2,13 | 1,30 | 1,76 | 102,1 |
| 6 | 2,07 | 1,72 | 1,90 | 104,4 |
| 7 | 2,28 | 1,27 | 1,81 | 104,2 |
| 8 | 2,49 | 0,48 | 1,82 | 107,3 |
| 9 | 1,89 | 1,14 | 1,50 | 105,9 |
| 10 | 1,99 | 1,05 | 1,58 | 91,6 |
| 11 | 1,93 | 1,21 | 1,52 | 30,7 |
| 12 | 1,53 | 1,19 | 1,34 | 41,9 |
| 13 | 2,41 | 0,54 | 1,71 | 92,4 |
| PROMEDIO | 2,02 | 1,30 | 1,65 | 99,11 |

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

De acuerdo a lo que se muestra en la tabla 6. Toma de muestras por sectores, es necesario aclarar que la distancia de las mediciones No 11 y 12, no se tiene en cuenta, ya que se realizó en

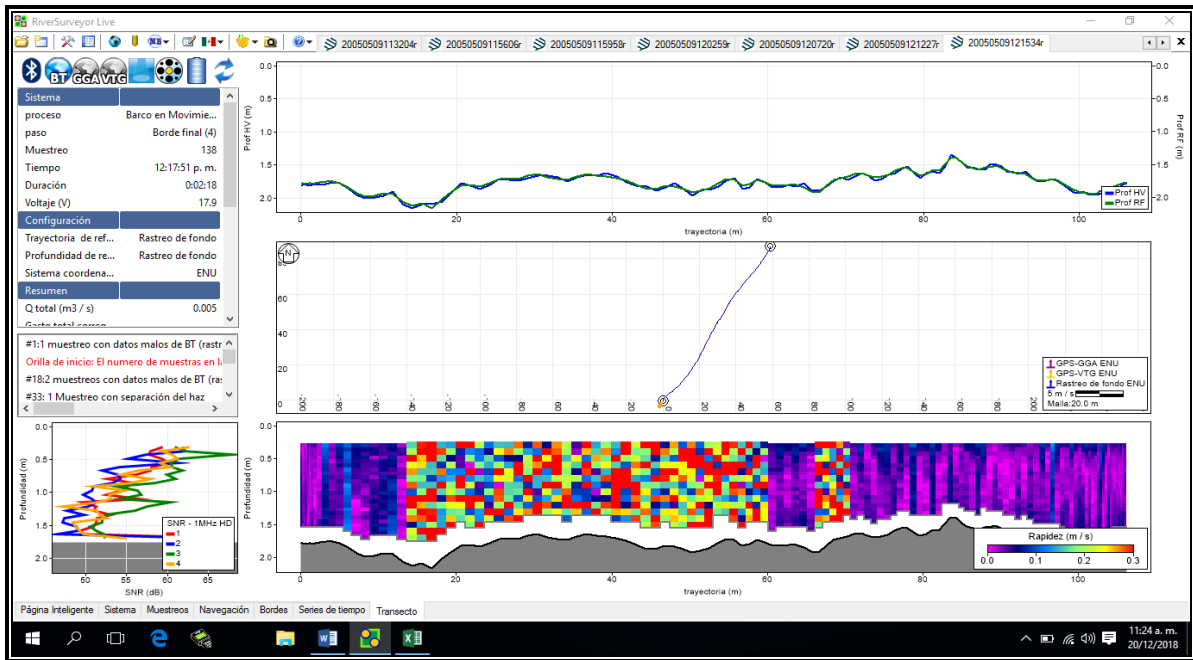
un sector donde predominaba material vegetal y por ende la medición no fue adecuada y significativa.

La distancia a lo largo de todas las mediciones del sector 3, se determina por la coordenada de la medición 1 y coordenada final de la medición 13, dando como resultado una distancia de 420 m a lo largo.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las batimetrías realizadas en la Laguna de Fúquene, se registran los promedios de profundidad, promedio de distancia a lo ancho del tramo de dragado y distancia a lo largo de la misma. Finalmente, además se presenta el volumen aproximado del cuerpo de agua, donde como se mencionó anteriormente, los datos de medición pueden verse afectados por las interferencias de los satélites causada sobre el GPS del equipo.

Toda la información se genera en el Software RiverSurveyor que se puede visualizar a continuación:

Figura 16. Perfil Software RiverSurveyor



Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

12. CONCEPTO TÉCNICO

Los tres Sectores o áreas de la laguna que se les realizaron dragados, se hicieron levantamientos batimétricos con el perfilador DOPPLER, calculando así el volumen aproximado de agua que hay en cada uno de estos sectores.

- **12.1 Sector 1.** En el sector 1 tenemos que posee un espejo de agua de 126,826.16 m², y una profundidad promedio de 1.44 m. El volumen útil sin contemplar la acumulación de lodos es de 182,629.7 m³ para este sector de la laguna de Fúquene.

Tabla 7. Volumen Laguna de Fúquene (medición equipo M9).

| VOLUMEN LAGUNA DE FÚQUENE | |
|---|-----------|
| PROMEDIO PROFUNDIDAD (m) | 1.44 |
| PROMEDIO ANCHO LAGUNA (m) | 302.76 |
| DISTANCIA A LO LARGO (m) | 421.07 |
| VOLUMEN LAGUNA DE FÚQUENE (m ³) | 182,629.7 |

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

- **12.2 Sector 2.** En el sector 2 se observa que la Laguna posee un espejo de agua de 117,288.5 m², y una profundidad promedio de 1.45 m. El volumen útil sin contemplar la acumulación de lodos es de 170,068.3 m³ para este sector de la laguna de Fúquene.

Tabla 8.Volumen Laguna de Fúquene

| VOLUMEN LAGUNA DE FÚQUENE | |
|---|-----------|
| PROMEDIO PROFUNDIDAD (m) | 1.45 |
| PROMEDIO ANCHO LAGUNA (m) | 249.55 |
| DISTANCIA A LO LARGO (m) | 470 |
| VOLUMEN LAGUNA DE FÚQUENE (m ³) | 170,068.3 |

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

- **12.3 Sector 3.** En el sector 3 se observa que la Laguna posee un espejo de agua de 41626.2 m², y una profundidad promedio de 1.65 m. El volumen útil sin contemplar la acumulación de lodos es de 68,683.2 m³ para este sector de la laguna de Fúquene.

Tabla 9.Volumen Laguna de Fúquene

| VOLUMEN LAGUNA DE FÚQUENE | |
|---|----------|
| PROMEDIO PROFUNDIDAD (m) | 1.65 |
| PROMEDIO ANCHO LAGUNA (m) | 99.11 |
| DISTANCIA A LO LARGO (m) | 420 |
| VOLUMEN LAGUNA DE FÚQUENE (m ³) | 68,683.2 |

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

En términos generales establecer una estructura del cuerpo de agua de acuerdo a las batimetrías realizadas y reconociendo como partida que el proceso de recuperación se encuentra en fases iniciales no sería apropiado, ya que estudios de este tipo buscan medir de manera armónica todas las condiciones y no solo el componente hidrológico tal como lo muestra Murillo en su trabajo de pasantía (2006). Sino que también deben ser incluidos otros factores medio ambientales analizados y tenidos en cuenta a través de una estructura espacio temporal.

A pesar de esto es apropiado mencionar que los sectores determinadas para la realización del proceso muestran condiciones variables de cambio muy favorables para la recuperación de la laguna esto medido principalmente por los volúmenes promedios registrados y la variabilidad de los mismos entre los sectores. Lo cual según Murillo 2006, es normal y tiende a la mejora ya que comparativamente con su estudio; donde uno de los cuerpos de agua analizados presento 3,30m de profundidad media, sin embargo, para afirmarlo con contundencia se hace necesario un análisis multitemporal del sistema.

Adicionalmente y de acuerdo con lo concluido por Murillo los criterios hidrológicos son altamente dependientes del sistema a estudiar. Es necesario considerar aspectos particulares asociados al tipo de información primaria y secundaria disponible, a la calidad de series espacios temporales de variables hidrometereológicas y sobre todo diferencias hidráulicas e hidrológicas particulares del sistema.

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

A continuación, podemos ver la modelación de las profundidades en cada una de los sectores donde se realizó la batimetría:

13. MODELACIÓN DE PROFUNDIDADES DE LOS SECTORES 1,2, 3 DE LA LAGUNA DE FÚQUENE

13.1 Sector 1.

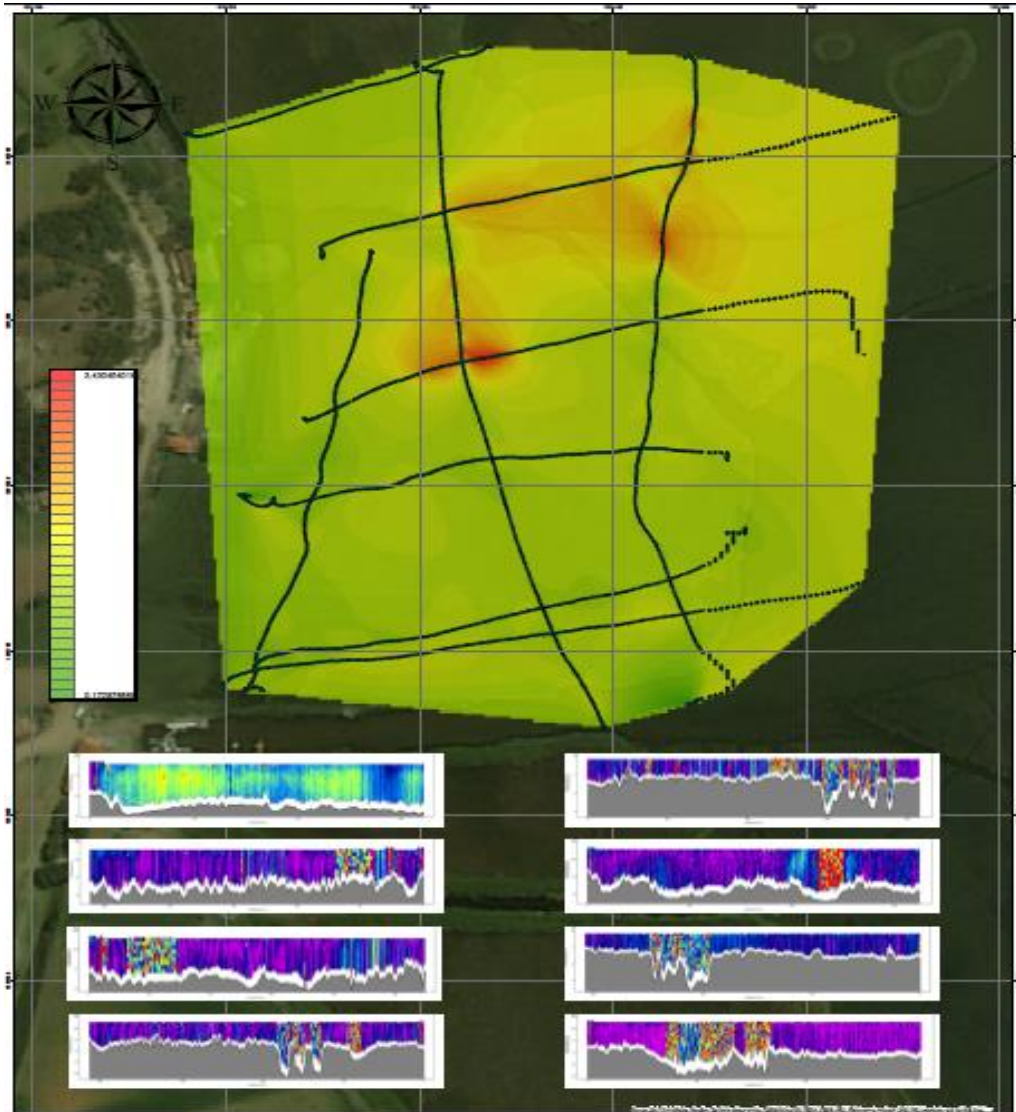


Figura 17. Perfiles tomados en la laguna de Fúquene

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

13.2 Sector 2.

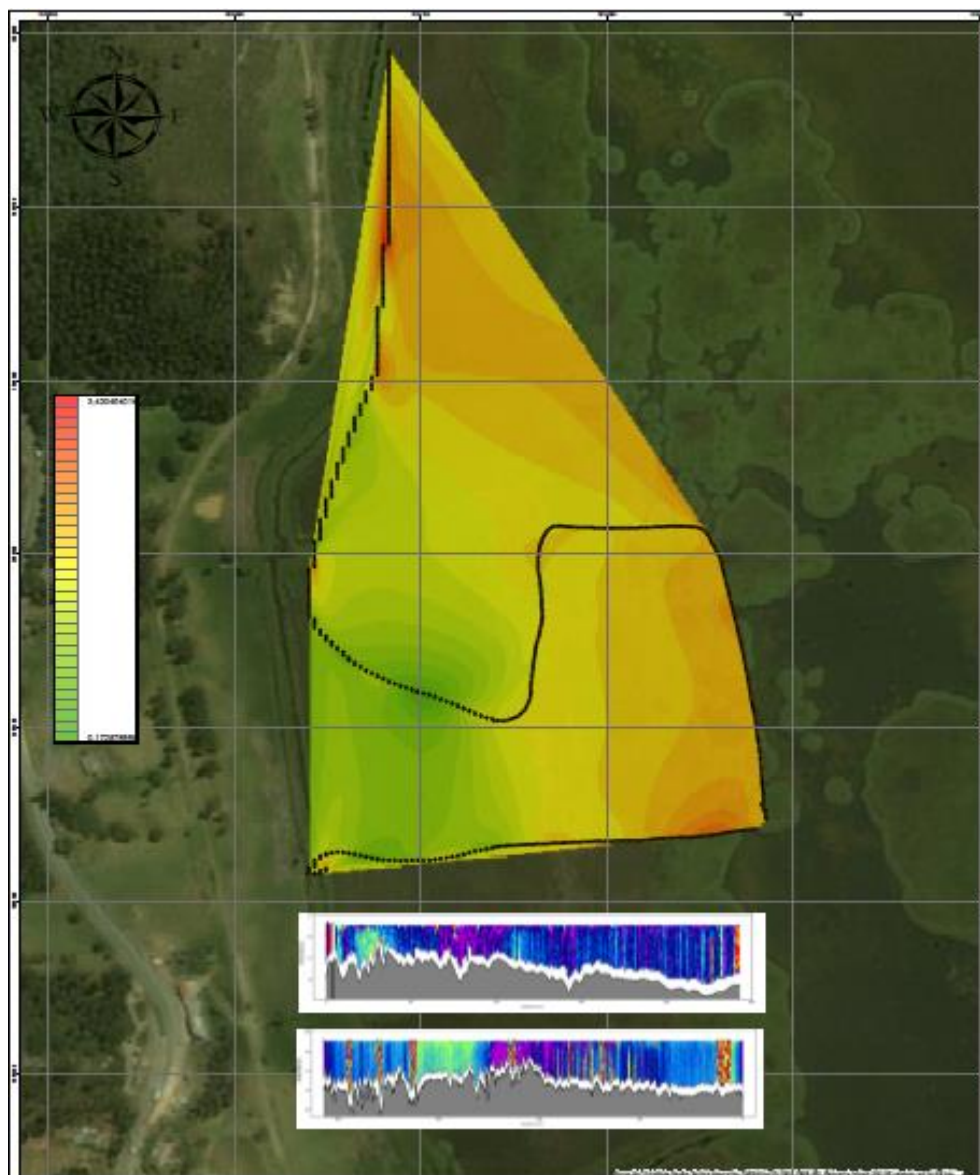


Figura 18. Perfiles tomados en la laguna de Fúquene

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

13.3 Sector 3.

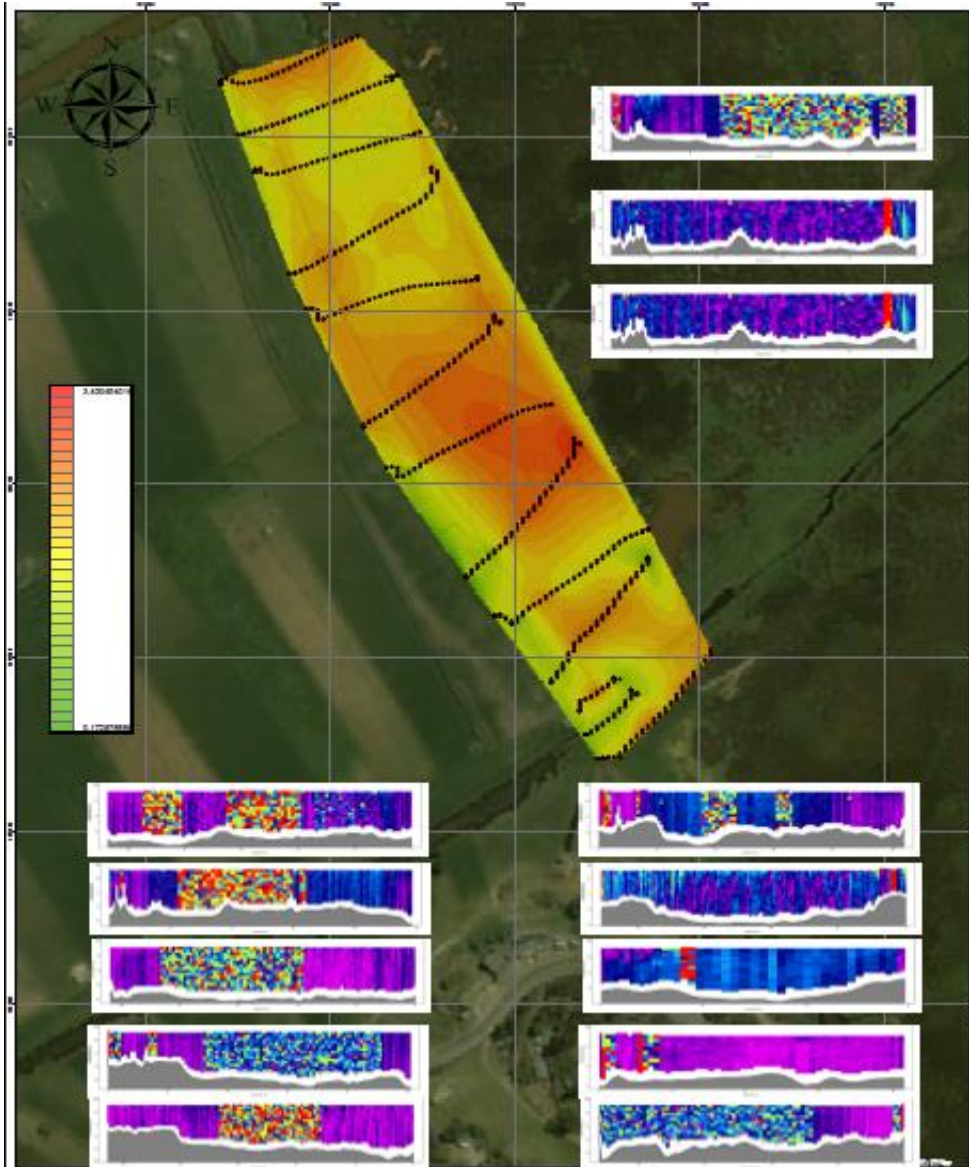


Figura 19. Perfiles tomados en la laguna de Fúquene

Fuente: Informe Técnico No. 457 DEL 2018-05-24 Dirección de Laboratorio E Innovación Ambiental 2018.

El levantamiento batimétrico se efectuó para verificar los perfiles de dragado que se están realizando en estos sectores de la Laguna y estimar el volumen de agua.

Como se puede apreciar en las figuras 1, 2 y 3, se ilustra la modelación de las profundidades registradas en la laguna de Fúquene, seguido de los perfiles tomados con el M9, se tomó la diferencia entre la altura de la lámina de agua y las profundidades registradas en cada punto, y se puede observar que la coloración amarilla representa las profundidades más bajas, y las de color rojos más oscuro representa las profundidades más altas, se puede estimar en que sectores requiere intensificar el dragado.

Este informe se realiza en conjunto con el Ingeniero Juan Carlos Ochoa, funcionario del Laboratorio CAR, quien realiza la modelación de profundidades de la Laguna.

14. EXPERIENCIA LABORAL

En cuanto a la experiencia laboral en el desarrollo de la pasantía se obtuvieron diferentes conocimientos en cuanto al equipo RiverSurveyor sus características, herramientas y funcionamiento.

Conocimiento acerca del programa del equipo y su funcionamiento en la realización de las mediciones.

Clasificación de la información obtenida en las batimetrías y realización de informes con la información recolectada en las mediciones clasificadas.

15. CONDICIONES FAVORABLES Y DESFAVORABLES

15.1 FAVORABLES:

Desarrollo del perfil como administrador ambiental y de los recursos naturales en ámbitos reales.

Aplicación de conceptos adquiridos durante el proceso educativo.

Aporte de conocimiento y soluciones a una problemática ambiental.

Disponibilidad de recursos para la ejecución del proyecto.

15.2 DESFAVORABLES

Tiempo de ejecución de actividades.
Tramitología administrativa entre entidades.

16. CONCLUSIONES

Tal como se muestra en el desarrollo del presente proyecto se logró establecer y conocer el estado de dragado de sedimentos en tres sectores representativos dentro de la laguna de Fúquene, evidenciando una recuperación apropiada para el tipo de sistema, esto de acuerdo a los resultados de las batimetrías efectuadas en cada uno de los puntos, sin embargo, es de anotar que el proyecto requiere de muchos más esfuerzos de dragado ya que se encuentra en fases iniciales.

Las mediciones en donde se realizaron las batimetrías fue en el sector conocido como el hotel, sector el cual se priorizó debido a la cantidad de sedimentos presentados en esta área los cuales fueron seleccionados y caracterizados por la Corporación, específicamente por la Dirección de Infraestructura Ambiental – DIA esto debido a la pertinencia y utilidad requerida por ellos.

Se identificaron los perfiles teniendo en cuenta los datos arrojados por el software RiverSurveyor de cada una de las mediciones obtenidas, para luego tener la modelación de las profundidades en cada una de las zonas donde se realizó la batimetría.

Tras realizar las batimetrías en cada una de las zonas se descargaron los datos, fueron tabulados y expuestos según necesidad, transformándolos en conceptos acerca de la pertinencia y esfuerzo del dragado.

17. RECOMENDACIONES

Se aconseja realizar una limpieza de material vegetal para que el equipo no tenga inconvenientes en el momento de realizar la medición.

Se recomienda darles continuidad a los procesos de batimetría en las distintas zonas e identificar la variabilidad en los puntos con el fin de establecer cuál ha sido la eficiencia del dragado en cuanto a la remoción de los sedimentos, teniendo en cuenta una escala espacio temporal.

Se recomienda que la Universidad dé continuidad a este tipo de procesos y se puedan implementar otros proyectos, como, por ejemplo, la disposición del material vegetal y de lodos productos de la extracción del dragado de la laguna.

Se recomienda realizar un nuevo dragado en las 3 zonas ya que se encontró que en algunos puntos no cuenta con la profundidad adecuada de acuerdo al proyecto del dragado.

18. GLOSARIO

Batimetría: Conjunto de técnicas para la medición de las profundidades del mar, los ríos, etc., y el estudio de la distribución de las plantas y animales en sus diversas capas o zonas.

Laguna: Depósito natural de agua generalmente dulce de menores dimensiones sobre todo en profundidad que un lago. Las que están separadas del mar por una barrera son conocidas como lagunas costeras y las que están conectadas con él como albuferas.

Ecosistema lentic: Los ambientes lenticos son cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir. Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua; es decir, aguas estancadas sin ningún flujo de corriente, como los lagos, las lagunas, los esteros y los pantanos.

Dragado El dragado es la operación que consiste en la limpieza y el ahondamiento de un cuerpo de agua, a partir de la remoción de rocas y sedimentos. Se lleva a cabo para aumentar la profundidad de un canal navegable o de un río, con el fin de incrementar la capacidad de transporte de agua, con lo que se evitan las inundaciones aguas abajo.

Efecto Doppler: Aumento o disminución de la frecuencia de una onda sonora cuando la fuente que la produce y la persona que la capta se alejan la una de la otra o se aproximan la una a la otra. "el efecto Doppler fue descubierto por el físico austríaco Christian Doppler en 1842".

Material Vegetal: En la circulación de las plantas se cumple la función de transportar nutrientes y otras sustancias como el agua y sales minerales, entre otros. Se realiza de un modo peculiar, diferente al de los animales.

Medición: Un método de medición; los topógrafos efectuaron una medición del terreno; la medición de los efectos de una campaña no se realiza en un plano individual, sino colectivo.

Bibliografía

López, Y. P., Vanegas, N. A. (2018). Manual de Protocolo del equipo “RIVERSURVEYOR de SONTEK–M9” con funcionamiento de tecnología satelital del laboratorio de servicios públicos 98. Bogotá, D.C. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2012). Estudio de diagnóstico, prospectiva y formulación cuenca del Río Negro 17. Introducción informe POMCA. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2015). Recuperación hidráulica y ambiental del complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio 64. Resumen ejecutivo. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2018). Manual del Sistema de la Gestión Integrada de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental 68. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2018). Prospectiva y diseño de escenarios cuenca Río Negro 94. Informe POMCA. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2012). Diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica del Río Negro 281. Delimitación y localización de las cuencas. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2012). Diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica del Río Negro 299. Delimitación y localización de las cuencas. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/). Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental (2018). Informe Técnico de batimetría 9. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental (2018). Informe Técnico de batimetría 39. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

González, N., y González, A. (2015). Análisis multitemporal del espejo de agua en la Laguna de Fúquene (Trabajo de Grado, Universidad de Manizales, Manizales, Colombia). Recuperado de <http://ridum.umanizales.edu.co/>.

Secretaría Distrital de Ambiente (2014). Fondo de Desarrollo Local de Usaquén 15. Recuperado de [http:// www.ambientebogota.gov.co/](http://www.ambientebogota.gov.co/).

SONTEK. (2015). Manual de Protocolo del equipo “RIVERSURVEYOR de SONTEK–M968 98. Recuperado de [http:// www.car.gov.co/](http://www.car.gov.co/).

Anexos

WaterMaster



Anexo No 1. La Watermaster es posible navegar y acercarse a puntos de operación inalcanzables, donde se permite adelantar labores de pilotaje, excavación, rastrillado y dragado por succión. Labores que tienen como objetivo optimizar el trabajo que antes era realizado por cuatro máquinas similares y de menor alcance.

Fuente Propia.



Anexo No 2. Excavadora Anfibia LINK-BELT LS2800C Motor de 6 Cil. con Turbo. Equipada con Cabina, orugas flotantes y brazo largo (15 metros). La máquina denominada Watermaster V, funciona para apoyar la limpieza de ríos, lagunas y humedales. Dentro de sus principales ventajas, la Corporación destaca la precisión y versatilidad entre sus herramientas que son intercambiables según los requerimientos de los distintos complejos lagunares donde es utilizada.

Fuente Propia.

https://www.google.com/search?q=link+belt+anfibia&rlz=1C1GTPM_esCO736CO736&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjYjMHO9IXjAhXOtVkJHTyGDQYQ_AUIECgB&biw=1366&bih=657



Anexo No 3. Ellicot 1870 es una maquina ideal para realizar dragados en zonas profundas, el casco de cinco piezas permite el transporte por camiones, motores separados para bomba de dragado y Sistema hidráulico y generador.

Con la ayuda de esta maquinaria se busca el restablecimiento del área de espejo de agua que ha sido perdida en las últimas décadas por la acumulación de sedimentos generados por cuenta de actividades agropecuarias, mineras, urbanas, industriales y naturales de la cuenca hidrográfica. De este modo, los mencionados equipos de recuperación y limpieza lagunar, buscan aumentar la capacidad de regulación del cuerpo hídrico frente a crecientes de agua, administrar su volumen de almacenamiento, mejorar la calidad de la misma y permitir que los habitantes de la cuenca del río Suárez, y las personas que se benefician de manera directa e indirectamente del vital recurso, cuenten con un espacio hídrico adecuado para sus actividades, y a su vez, contribuyan al equilibrio eco sistémico de la fauna y la flora presente en el lugar.

Fuente Propia.



Anexo No 4. Mediciones en la zona 1, con el equipo de batimetría M9 SonTek Software RiverSurveyor.

Fuente Propia.



Anexo No 5. Mediciones en la zona 2, con el equipo de batimetría M9 SonTek Software RiverSurveyor.

Fuente Propia.



Anexo No 6. Mediciones en la zona 3, con el equipo de batimetría M9 SonTek Software RiverSurveyor.

Fuente Propia.