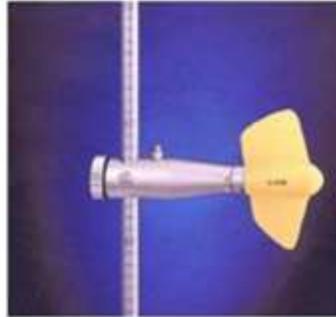




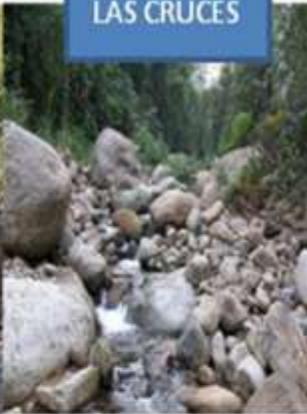
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales



LA
PARAMERA



LAS CRUCES



LOS MEDIOS



ARAGUA



CASCAJALES



LA VERDE



MAYO
2010

INFORME FINAL PLANEACIÓN DEL DISEÑO MONTAJE Y OPERACIÓN
DE LA RED DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DEL PARQUE
NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUIES

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

**INFORME FINAL PLANEACIÓN DEL DISEÑO MONTAJE Y OPERACIÓN DE
LA RED DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DEL PARQUE NACIONAL
NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUIES**

LUIS CARLOS QUINTERO LEÓN

Profesional Recursos Hídricos- Contratista PNN SERRANÍA DE LOS YARIGUIES

Orden de Servicios No. T- 001 de 2009

Bucaramanga, Mayo de 2010

LUIS CARLOS QUINTERO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| ANTECEDENTES..... | 1 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 5 |
| OBJETIVO | 7 |
| Propuesta de OBJETIVOS | 7 |
| Objetivos Específicos..... | 7 |
| MARCO TEÓRICO | 9 |
| MARCO CONCEPTUAL | 10 |
| MARCO JURÍDICO..... | 13 |
| METODOLOGÍA | 16 |
| ALCANCE | 18 |
| 1.ACTIVIDADES..... | 22 |
| 1.1CAPACITACIÓN SOBRE SITIOS O PUNTOS DE MEDICIÓN, PROTOCOLOS, ESTÁNDARES DE MEDICIÓN..... | 22 |
| 2. DISEÑO DE LA RED | 24 |
| 2.1 MONTAJE Y OPERACIÓN DE LA RED | 24 |
| 2.2 FACTORES A TENER EN CUENTA | 25 |
| 2.3CRITERIOS PARA LAS ESTACIONES DE RÉGIMEN GENERAL DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUIES | 25 |
| 2.4CONSIDERACIONES A TENER PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LAS ESTACIONES..... | 26 |
| 3.EMPLAZAMIENTO ESTACIONES METEOROLÓGICAS | 27 |
| 4. PROBLEMÁTICA HÍDRICA | 28 |
| 4.1RÍOS DE YARIGUIES..... | 28 |
| 5. PLANIFICACIÓN | 35 |

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

| | |
|--|----|
| 5. DISEÑO DEFINICIÓN DE VARIABLES Y FRECUENCIA DE MONITOREO CON BASE EN LOS OBJETIVOS | 35 |
| 5.2 LEVANTAMIENTO Y FLUJO DE INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL MONITOREO..... | 37 |
| 6.CARTOGRAFÍA..... | 42 |
| 7. CONCLUSIONES | 43 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 47 |
| INFORME FINAL TOPÓGRAFO | 48 |
| MEMORIAS DE CAPACITACIÓN..... | 64 |
| ACLARACIONES AL DOCUMENTO FINAL..... | 78 |

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

LISTA DE ANEXOS

Actas de reunión Municipio de Simacota Carteras de Campo y descripciones
Listado de asistencia a las capacitaciones
Evaluaciones a funcionarios de Simacota
Actas de reunión Municipio de San Vicente de Chucurí
Evaluación a Funcionarios de San Vicente de Chucurí
Conclusiones de las Evaluaciones
Herramientas pedagógicas
Presentación Caracterización del recurso hídrico
Presentación metodología de planificación para el diseño de la red de hidrología del PNN Serranía de los Yariguies
Presentación Plan de diseño, Montaje y operación de la Red de estaciones hidrológicas del PNN Serranía de los Yariguies
Presentación Mediciones Hidrométricas
Carteras de Campo y descripciones
Estaciones costado occidental del Serranía de los Yariguies
Cuenca Río Opón
Microcuenca Honduras Alto
Microcuenca La Vergelana
Microcuenca Honduras
Microcuenca La Cristalina
Microcuenca Cascajales
Microcuenca la Verde
Microcuenca La Araya
Microcuenca La Aragua
Cuenca Río Sogamoso

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

Microcuenca la San Guillerma

Microcuenca Chucurí

Microcuenca Las Cruces

Microcuenca Los Medios

Microcuenca La Paramera

Estaciones costado oriental Serranía de los Yariguies

Cuenca Río Suárez

Microcuenca Santa Rosa/Guamacá-Puente-La-Hoya

Microcuenca Santa Rosa/Guamacá-La Vega

Microcuenca SantaRosa/SantaRosa-Puente-Peatonal-EI-Salto

Microcuenca Santa Rosa/Santa Rosa-Est-Ojo-de-Agua

Microcuenca La chimera

Microcuenca La Cinco Mil El Mango

Microcuenca La cinco Mil-La-Rinconada

Pluviómetro

Presupuesto montaje de una estación hidrométrica

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

RESUMEN

La necesidad del montaje y operación de la red hidrológica ha surgido dentro la misión, visión y mejoramiento continuo institucional, como autoridad ambiental y generadora de bienes y servicios ambientales.

La planeación del diseño montaje y operación de la red de estaciones hidrológicas del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües, se realizó con la totalidad del personal de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales con sede en los municipios de San Vicente, El Carmen de Chucurí y Simacota, a partir del estudio sobre la caracterización y estrategias de monitoreo del recurso hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües realizado en el año 2008.

En la Serranía de los Yarigües jurisdicción de Parque Nacional Natural con extensión de 59063 Ha., nacen parte de las cuencas Opón, Suárez y Sogamoso, de acuerdo al estudio en comento, se genera un caudal promedio proporcional al área de 37.198 m³/s.; ante el inminente requerimiento de control y seguimiento de monitoreo indefinido, verificar su comportamiento espacio temporal siguiendo la normatividad de estandarización y homogenización de la información, para la toma de decisiones, administrar, controlar y preservar del recurso entre otros, el Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües tomó la determinación de realizar el montaje de estaciones hidrométricas e iniciar la creación de la red hidrometeorológica como respuesta a los requerimientos de monitoreo del recurso y en atención a su consideración como valor objeto de conservación.

Para la planificación y montaje de la red de hidrológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües se tomó el marco legal, teórico y conceptual, los contenidos en la Guía de prácticas hidrológicas: parte A capítulos 1-5, parte B capítulos 6-18 y parte C capítulos 19 – 25, quinta edición de la Organización Mundial de Meteorología publicada por el IDEAM, además la práctica del contratista en hidrometría en las cuencas Catatumbo, Arauca, Alto Lebrija y Magdalena Medio, entidades del Himat y CDMB.

Se espera que el documento sirva de guía y soporte de consulta de emplazamiento y operación de estaciones hidrométricas del área natural protegida de la Serranía de los Yarigües, jurisdicción de Parques Nacionales Naturales.

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

LISTADO DE PALABRAS CLAVE

El listado de palabras clave de este documento surgió del léxico utilizado durante la capacitación y fue extraído de las consultas más frecuentes de los participantes, no obstante algunas de estas palabras fueron motivo de profundización y están contenidas en las exposiciones, ver anexos.

Abcisa: Es una coordenada horizontal en plano cartesiano que expresa la distancia entre un punto y el eje vertical. En Hidrometría es cada uno de los sitios de observación de la velocidad de la sección.

Aferente: En hidrología se utiliza para referirse al área de las aguas que caen en las periferias o divisorias y conducen a un centro o entrega de la unidad cuenca

Avenida: En hidrología es la máxima cantidad de agua de esorrentía. Son caudales extraordinarios excesivamente altos que se pueden presentar, con una determinada frecuencia o no, en un sitio determinado.

Cíclico: Que se repite periódicamente. El ciclo hidrológico no se repite periódicamente

Curva de gastos: Es el resultado de formar una curva en un plano cartesiano de una estación hidrométrica a partir de los resultados de caudal para la línea horizontal X y de nivel en metros del eje vertical Y, con información suficiente de caudales (aforos) para niveles máximos, mínimo y medios, en un tiempo dónde la variabilidad de las

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

condiciones morfométricas son estables. La curva de gastos define la relación entre el nivel y el caudal

- Estiaje:** Es el nivel más bajo o caudal que presenta un río, quebrada, arroyo o cuerpo de agua (Laguna, lago) ocasionada por la disminución de precipitación que ocurre en ciertas épocas del año.
- Experticia:** Experto con capacidad de emitir conceptos bajo normatividad homogenización y estandarización en un determinado tema y que sirve como prueba pericial.
- Hidrología:** Es la ciencia que trata con las aguas de la tierra, su ocurrencia, circulación, distribución, sus propiedades químicas y físicas y su interacción con medio ambiente. Teniendo en cuenta que el agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- Hidrometeorología:** Estudio de la hidrología y la meteorología (fenómenos de la atmósfera)
- Hidrometría:** Obtiene y provee datos relacionados con la distribución espacial y temporal del recurso hídrico. Base sobre la cual se apoyan los estudios hidrológicos, planeación y manejo de los recursos hídricos.
- Isoyeta:** Es una línea trazada sobre un mapa, que representa igual cantidad de precipitación y se elabora con base en registros representativos de pluviosidad del área.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

Maxímetro: Es un instrumento asociado al limnómetro que permite conocer el máximo nivel alcanzado posterior a la ocurrencia del evento. Uno de los más económicos y usados es el consistente en una serie de vasos colocados entre un tubo con perforaciones que permite la entrada y el registro del nivel. De lectura directa.

Mística: Entusiasmo que se pone en ciertas actividades o idealización y carácter absoluto que se da a una ideología, doctrina, actuación, etcétera.

Resilencia: Es la capacidad de un ecosistema después de ser alterado, de volver a su estado de equilibrio. Reacciona de una manera positiva, creativa, gracias a múltiples cambios y reajustes, pero que en ocasiones dependiendo de la gravedad puede tardar varios años en lograrlo.

Vadear: Pasar una corriente de agua por el vado, donde se pueda hacer a pie.

Vado: Parte de un río con fondo firme y poco profundo.

Uso consuntivo: Implica que el agua es extraída de los cursos de agua, hasta los asentamientos humanos, los distritos de riego, las cabañas ganaderas, las industrias, los establecimientos de servicios, las termoeléctricas y retorna a las fuentes trasportando los productos residuales de las actividades referidas.

Uso no consuntivo: No compite con los demás usos ya que retorna a las fuentes con alteraciones no muy significativas en sus condiciones de calidad inicial. Es el agua empleada en generación de energía eléctrica, transporte fluvial, recreación y pesca comercial.

LUIS CARLOS QUINTERIO LEÓN
Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales
T.P. No. 68875004286STD

DISEÑO MONTAJE Y OPERACIÓN DE LA RED DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUIES

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene información de carácter general sobre las actividades relativas a la administración cuantitativa del agua, bajo las normas y reglas establecidas de la institucionalidad nacional.

Así mismo se refiere al diseño participativo y emplazamiento de la red hidrométrica del área del Parque Nacional Serranía de los Yariguies, a los instrumentos y métodos de observación hidrométricos y al emplazamiento de pluviómetros en el Parque Nacional Serranía de los Yariguies.

El documento es el resultado del trabajo participativo realizado con la totalidad de personal disponible en las sedes de San Vicente de Chucurí y Simacota; en cada una de las sedes, se trabajaron dos fases: Una teórica y otra práctica, de ellas: Una con acompañamiento y la otra de resultados; producto de diligenciamiento de carteras de campo, descripciones y fotografías de los lugares.

ANTECEDENTES

El agua es un recurso de valor inestimable y a medida que aumenta la competencia por el agua, aumenta la utilidad de la información hidrológica.

El Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies dentro de su programa de planeación encaminado a la eficiencia de la administración y control del recurso hídrico ha venido realizando proyectos escalonados tendientes a implementar capacitación a sus funcionarios, compra de insumos y equipo de monitoreo para el control y seguimiento de la calidad del agua; del mismo modo en el año 2008 hizo un estudio a partir de información secundaria sobre “Caracterización y Estrategias

de Monitoreo del recurso hídrico del Parque Serranía de los Yariguies” con resultados que a continuación se resumen:

En el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, tiene ocurrencia parte del nacimiento de tres cuencas (todas tributarias por la margen derecha sobre el río Magdalena), que están subdivididas como unidad de estudio, en microcuencas. Son ellas:

- a) La cuenca del río Opón con 20 microcuencas; de ellas, 8 nacen en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.
- b) La cuenca del río Sogamoso con 24 microcuencas; de ellas, 5 nacen en Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies y
- c) La cuenca del río Suárez con 24 microcuencas; de ellas, 4 nacen en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

Río Opón

| | |
|--|-----------------|
| Área total | 385.440 Ha |
| Número de microcuencas | 20 |
| Nacen dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yariguies | 8 |
| Área dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yariguies | 33.398 Ha |
| Porcentaje de área | 8.7 % del total |

| Microcuenca | Código | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|----------------|---------|----------------|----------------|
| Honduras | 2314216 | 70,7 | 4699,6 |
| Vergelano | 2314217 | 4106,7 | 529,8 |
| Honduras Alto | 2314218 | 4633,3 | 625,1 |
| La Cristalina | 2314428 | 705,3 | 5783,5 |
| Cascajales | 2314429 | 7065,4 | 3640,1 |
| La Aragua | 2314419 | 8698,1 | 2559,4 |
| La Verde | 2314425 | 2005,6 | 16283,8 |
| La Araya | 2314426 | 6113,4 | 5115,3 |
| Totales | | 33398,5 | 39236,6 |

Río Suárez

| | |
|---|-----------------|
| Área total | 403.880 Ha |
| Número de microcuencas | 24 |
| Nacen dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 4 |
| Área dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 14.634 Ha |
| Porcentaje de área | 3.6 % del total |

| Microcuenca | Código | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|-------------------|---------|----------------|---------------|
| Chimera | 2401116 | 3645 | 20435 |
| Santa Rosa | 2401114 | 3858 | 6956 |
| Cinco Mil | 2401113 | 6179 | 12002 |
| Chiriviti | 2405111 | 952 | 30240 |
| Totales | | 14634 | 69633 |

Río Sogamoso

| | |
|---|-----------------|
| Área total | 338.397 Ha |
| Número de microcuencas | 24 |
| Nacen dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 5 |
| Área dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 10.972 Ha |
| Porcentaje de área | 3.2 % del total |

| Microcuenca | Código | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|----------------------|---------|----------------|---------------|
| Los Medios | 2405526 | 1417 | 4875,7 |
| Las Cruces | 2405529 | 2259 | 3438 |
| La Paramera | 2405530 | 1285 | 6836 |
| Chucurí | 2405531 | 2262 | 4755 |
| San Guillerma | 2405532 | 3749 | 3773 |
| Totales | | 10972 | 23677,7 |

El promedio anual de producción de agua que nace en jurisdicción del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies es de 37.198 m³/s.,

Teniendo en cuenta que la producción de agua es proporcional al área de cada cuenca que nace en Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, la que produce más caudal por tener mayor superficie corresponde a la cuenca del río Opón con 33.398 Ha, le sigue la cuenca del Suárez con 14.634 Ha., y finalmente la cuenca del río Sogamoso con 10.972 Ha.

Habida consideración de los intereses del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, en esencia de administrar el recurso hídrico del área de su jurisdicción, se tomó como punto de partida para monitorear el recurso, los sitios de convergencia de las aguas más próximos a los linderos del parque.

En esas condiciones se definieron cartográficamente los sitios de emplazamiento, de tal manera que la información hidrológica ha adquirir sea de utilidad, no solo para atender lo concerniente al Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, sino que opere adecuadamente en la articulación de la bases de datos de otras entidades que la requieren, como la (CAS), Corporación Autónoma de Santander y el (SINA) Sistema de Información Nacional Ambiental, entre otras.

A partir de esta información el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, determina la necesidad de implementar su operatividad de la administración del recurso hídrico en cuanto a cantidad, distribución, espacio temporal con el diseño, montaje y operación de una red de estaciones hidrológicas, y capacitación a la totalidad de funcionarios en todo el proceso.

JUSTIFICACIÓN

Sin duda uno de los problemas que el Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües debe atender, es el manejo, control y seguimiento de sus recursos hídricos en lo que tiene que ver con cantidad, distribución espacial, temporal y sus tendencias en cada uno de esos ítems, enmarcados en los protocolos de homogenización y estandarización que las normas institucionales exigen, como autoridad ambiental y en cumplimiento de sus funciones misionales.

Con la puesta en marcha del montaje de estaciones hidrométricas y colección de información se contribuye con:

- ✓ El análisis integrado de la oferta y demanda de agua en cada una de las microcuencas que nacen el Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües y, proporciona información sobre la tendencia de desarrollo y conservación;
- ✓ El valor, identificación y definición de la distribución del recurso hídrico superficial.
- ✓ Facilitar el estudio y cálculo de la Oferta/demanda de las aguas superficiales de su jurisdicción
- ✓ Optimizar habilidad destreza y capacitación en el diseño de la red y monitoreo del recurso hídrico.

Con respecto a la oferta hídrica, es bien importante y necesario reconocer que sobre el recurso son numerosos los interrogantes que es pertinente dilucidar.

- ✓ No existe información primaria con relación a la (Cantidad) oferta de agua del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

- ✓ No existe ninguna estación de nivel y caudal que genere información a lo largo del año de cantidad que permita un conocimiento de la variación espacial y temporal

- ✓ Se requiere realizar el montaje y operación de una red de monitoreo para el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

Es de gran importancia el conocimiento del personal sobre las características requeridas y las adaptaciones posibles en el montaje y operación de la red de estaciones hidrométricas, de tal manera que en el momento de reconstrucción o adecuación de una estación hidrométrica, manejo de instrumentos y operatividad, el funcionario este en capacidad de tomar decisiones adecuadas que posibiliten la continuidad de generación de información ininterrumpida.

De otro lado es de gran utilidad el interés y compromiso que la administración le imprima al proyecto para consolidar el arranque y puesta en marcha de la red de estaciones hidrométricas.

OBJETIVO

“Establecer una red de estaciones hidrométricas con la participación de los funcionarios del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies que contribuya en la administración del recurso hídrico”

Propuesta de OBJETIVOS para la red hidrométrica Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies

- Evaluar globalmente el potencial hídrico: determinar la variación espacio temporal de las características hidrológicas, (Condición y evolución cantidad y calidad de los recursos hídricos), el potencial para el desarrollo de este recurso y la capacidad de satisfacer la demanda actual y futura. (Diagnostico, evaluar tendencias temporales y espaciales)
- Controlar y vigilar: permite conocer las condiciones de cantidad y disponibilidad de agua para los diferentes usos y evaluar los efectos que sobre el recurso tienen los diferentes proyectos que lo utilizan.
- Determinar datos en sitios de aprovechamiento de interés del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies. Visualizar necesidades de predicción y alertas hidrológicas.
- Establecer prioridades en el aprovechamiento.

Objetivos Específicos

- 1- Determinar de manera cuantitativa el estado del recurso hídrico y su dinámica espacio temporal a partir de la medición de variables que satisfagan indicadores mínimos satisfactorios cuya naturaleza y desarrollo se enmarquen en un protocolo único nacional



2- Reconocer las limitaciones en el monitoreo para formular acciones y estrategias que posibiliten la implementación óptima en cada una de las estaciones de la red, para el procesamiento y manejo de la información que responda tanto a los propósitos como del monitoreo y seguimiento como a la consolidación de un sistema de información.

3- Contar con información estandarizada y homologada en relación con el recurso hídrico en un sistema de información disponible para usuarios y toma de decisiones institucionales.

MARCO TEÓRICO

El marco teórico se basó en esencia de la información contenida en la Guía de prácticas hidrológicas: parte A capítulos 1-5, parte B capítulos 6-18 y parte C capítulos 19 – 25, quinta edición de la Organización Mundial de Meteorología publicada por el IDEAM, y en la experiencia del contratista en montaje y operación de estaciones en las cuencas del Catatumbo, Alto Lebrija y Magdalena Medio, como funcionario del HIMAT y CDMB; adicionalmente se consultó la bibliografía: Guía para el Monitoreo y Seguimiento del Agua, IDEAM, INVEMAR, DANE, Bogotá D.C. 2004; Aforos con Molinete y Actividad de las Comisiones de Aforo del SCMH, publicación aperiódica 1969 segunda edición, Apuntes de Clase para el Curso de Hidrología Práctica del HIMAT, publicación aperiódica 1987, y ley 99 de 1993 entre otros.

Con esta información se retomó el estudio sobre Caracterización y Estrategia de monitoreo del Recurso Hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, esta información sirvió de empalme para iniciar la capacitación teórica con resúmenes de presentaciones en power point sobre: Caracterización del recurso hídrico en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Metodología de Planificación para el diseño de la red de hidrológia del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Plan de diseño, montaje y operación de la red de estaciones hidrológicas del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Protocolo del Monitoreo del Agua y Mediciones Hidrométricas (ver anexos)

Con la anterior información se abordaron conceptos explícitos e implícitos sobre el montaje de estaciones hidrométricas, conceptualización operacional, relaciones sobre teorías y conceptos adoptados, del mismo modo con base en análisis teórico se efectuó la práctica, donde se adoptó por características técnicas o se descartó por factores estructurantes, condicionantes o limitantes.

MARCO CONCEPTUAL

Con el grupo que conformará la red hidrológica de Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, se reflexionó e impartió conocimiento y análisis del ciclo hidrológico, de las relaciones del agua con su entorno y cómo las modificaciones en términos de calidad y cantidad debidas al aprovechamiento, pueden afectar a los distintos componentes del ciclo y al medio ambiente.

Recordamos que a pesar de la inmensa cantidad de agua que existe sobre la superficie de la tierra, solo el 2,53 % es agua dulce, el resto es agua salada presente en mares y océanos.

Aproximadamente las $\frac{2}{3}$ partes del agua dulce se encuentra inmovilizada en glaciares y nieves perpetuas y solo la tercera parte se encuentra en los continentes. De esta agua presente en los continentes, el 98,9 % son aguas subterráneas, el 1 % son aguas superficiales y el 0.1 % hace parte del agua atmosférica.

Este 1 % de aguas superficiales, aparentemente pequeña, reviste una importancia biológica significativamente grande.

Los procesos básicos que incluye el ciclo hidrológico en el continente son: Evapotranspiración, precipitación, infiltración, percolación y esorrentía. La evapotranspiración se produce a través de la evaporación del agua presente en la superficie terrestre y en los mares, ríos y lagos y la transpiración procedente de la tierra a través de los seres vivos en especial de las plantas. Esta evapotranspiración determina la formación de vapor atmosférico que al condensarse, bajo determinadas condiciones, retorna en parte a la superficie continental en forma de precipitación líquida o sólida. Parte de esa precipitación se infiltra en el suelo, desde donde se vuelve a evapotranspirar o percolar en el

subsuelo, y otra parte escurre superficialmente por la red de drenaje (escorrentía superficial directa) hasta alcanzar la red fluvial.

El agua infiltrada en el subsuelo, y que no se evapotranspira, se acumula en los poros grietas y fisuras de los materiales del terreno que, por sus características físicas, tienen capacidad de almacenar el agua. Las formaciones geológicas que tienen capacidad para almacenar o transmitir agua se denominan con carácter general, acuíferos. La parte del agua que, mediante la percolación, recarga los acuíferos y vuelve a salir, diferida en el tiempo, a la red fluvial, se denomina escorrentía subterránea o flujo base.

Los usos que se le pueden dar al agua son muy diversos, así como pueden ser muy variadas las características de calidad idónea para cada uno de ellos. Ligeras variaciones en el contenido de alguna de las sustancias presentes en el agua, pueden variar sensiblemente sus propiedades y hasta convertirla en no apta, para determinados usos. No necesariamente las aguas en su estado natural son aptas para los usos y no necesariamente la contaminación (con origen antrópico) es la que cambia esta condición.

Es por ello que se hace indispensable la toma de datos en redes de medidas y/o control, tanto para conocer la calidad intrínseca del agua como para determinar la afectación que un vertimiento producto de acciones antrópicas causa sobre un cuerpo de agua y evaluar cuantitativa y cualitativamente su evolución en el tiempo.

El anterior marco conceptual conllevó a la necesidad de plantear la obtención de un conocimiento espacio temporal del recurso hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, el cual puede ser logrado a partir del monitoreo del agua, bajo una normalización de las variables y parámetros contemplados en la “Guía para Monitoreo y Seguimiento del Agua” publicada por el IDEAM, el cual fue



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

la base documental en el presente proyecto, para asegurar la calidad de los resultados.

Adicionalmente es necesario que el personal de Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües comprometido, con el diseño, montaje, operación y manejo de la red hidrometeorológica tenga en cuenta: las publicaciones, informes de observaciones y estadísticas, y la comparación de información levantada entre los diferentes organismos nacionales, regionales o locales, que participan en el control y evaluación de los recursos hídricos.

MARCO JURÍDICO

Las siguientes son algunas de las disposiciones, reglamentos y acuerdos más relevantes de carácter obligatorio en el ejercicio de las funciones encomendadas que tienen que ver con el proyecto del montaje y operación de estaciones hidrométricas que el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies que requiere implementar.

La creación y objetivos del Ministerio de Ambiente se encuentra en la ley 99 de 1993 en su artículo 2. En la ley 790 de 2002, se hace fusión de entidades y organismos nacionales y de ministerios y aparece el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT.

En concordancia con el marco de la modificación de funciones del Viceministerio de Ambiente (Decreto 3137 de 2006), relacionadas con la formulación e implementación de políticas en materia de Gestión Integral del Recurso Hídrico, fue creado el Grupo de Recurso Hídrico, mediante Resolución 2160 de 2007. Una de sus funciones principales es:

Promover la gestión integral del recurso hídrico a través de la definición de políticas en materia de información, planificación, administración y control y seguimiento.

La pertinencia técnica de elaboración de protocolos para aguas continentales esta sustentada en el marco legal ambiental que le atribuye funciones específicas al IDEAM. Esa política nacional apoya los lineamientos internacionales acordados en la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo” celebrada en Río de Janeiro a principios de Junio de 1992, la cual a su vez recoge los resultados de las agendas internacionales posteriores sobre medio ambiente

realizadas en Dublín, abril de 1997 y Estocolmo, Mayo de 1999. De manera particular en el acuerdo de Río se reconoce la necesidad de realizar un seguimiento constante de las fuentes, la cantidad, la calidad y la fiabilidad del agua, así como las actividades humanas que afectan ese recurso.

Legislación en lo referente a la protección de los recursos naturales de la parte continental, Colombia tiene el principal marco jurídico en el código de los recursos naturales – decreto 2811-1974.

En el decreto 1594 de 1984 se reglamenta el uso del agua y los vertimientos líquidos, aborda el tema de las descargas de sustancias de interés sanitario según los usos del recurso hídrico.

El decreto 1277 prevé que el IDEAM asesorará las CAR en la implementación y operación del sistema de información ambiental de acuerdo con las directrices trazadas por el MAVDT.

En el decreto 1600 de 1994 se reglamenta parcialmente el SINA en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental, se contempla que el IDEAM propondrá al MAVDT, protocolos, metodologías, normas y estándares para el acopio de datos, el procesamiento, transmisión, análisis y difusión de la información que sobre el medio ambiente y los recursos naturales realicen los institutos de investigación ambiental, las corporaciones y demás entidades que hacen parte del Sistema Nacional Ambiental SINA.

En ese mismo decreto se establece al IDEAM, la función de llevar los registros de vertimientos emisiones y demás factores que afecten el agua, el suelo, el aire, el clima y la biodiversidad, en coordinación con las Corporaciones, los entes de

control ambiental urbano y las instituciones de investigación relacionadas con los recursos mencionados.

Adicionalmente se añade que Colombia es miembro de la Organización Meteorología Mundial OMM, desde hace 35 años.

Específicamente para el protocolo de monitoreo del agua tenemos:

La Ley 373 sobre el uso eficiente del Agua

Decreto 155 de enero 22 de 2004 sobre las tasas por usos del agua.

Decreto 1729 de 2002 sobre el ordenamiento y manejo de cuencas.

Decreto 1400/2002 estable quienes están obligados a recoger en los municipios los datos hidrometeorológicos.

Resoluciones 240 marzo 8 de 2004, 865 del 22 de julio de 2004 y la Resolución 1096 de 2000- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, definen las bases técnicas para el manejo de las microcuencas consideradas críticas por el IDEAM para abastecimiento de agua potable para consumo humano y producción agropecuaria.

Estos antecedentes en materia jurídica constituyen la justificación de planear el diseño, montaje y operación de una red de estaciones hidrometeorológicas para el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

METODOLOGÍA

Se realizó a partir del vasto conocimiento territorial del área por parte de los funcionarios, de la reflexión en el marco conceptual y de la inminente necesidad de implementar una red de hidrometría con el emplazamiento de estaciones hidrométricas y utilizando el conocimiento del resumen sobre el estudio de caracterización y estrategia de monitoreo del recurso hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies; Se extrajo lo más relevante en teoría del proyecto, se hicieron y presentaron resúmenes en power point sobre:

- ✓ Metodología de planificación para el diseño de la red de hidrológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies
- ✓ Plan de diseño, montaje y operación de la red de estaciones hidrológicas del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies
- ✓ Protocolo del Monitoreo del Agua
- ✓ Mediciones Hidrométricas

En razón a la dificultad por motivos de logística de reunir a la totalidad del personal en una sola sede, para impartir la capacitación; fue necesario ofrecer dos formaciones teórico prácticas a dos grupos de personal (uno de seis personal y otro de tres), lo cual sirvió para no perder de vista las dificultades de aprendizaje o deficiencias en la instrucción.

Con la práctica de campo realizada en cada una de las sedes se consolidó el aprendizaje y se ratificó con las experiencias realizadas en cada una de las comisiones conformadas para levantar la información con criterio de cada uno de los funcionarios instruidos en el emplazamiento de estaciones hidrométricas.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

Para evaluar los conocimientos teóricos después de cada jornada de capacitación se realizaron evaluaciones sobre cada uno de los temas, resolviendo inquietudes o reafirmando conceptos que presentaron algunas inconsistencias o bien por interpretación de la pregunta o por alguna duda no resuelta en su momento.

Del mismo modo se construyó el glosario o palabras clave de este documento que se manejó durante la capacitación o transferencia de tecnología en el montaje de estaciones hidrométricas y la creación de la red hidrométrica del Parque Nacional

Natural Serranía de los Yariguies, también se levantó acta del trabajo adelantado en cada jornada y se hizo un resumen fotográfico que evidencian la actividad en cada jornada. Ver anexos

ALCANCE

El proyecto de Planeación del Diseño Montaje Y Operación de la Red de Estaciones Hidrológicas del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, se enfocó bajo una estrategia prospectiva y considerando el documento Plan Estratégico 2007-2019 de Parques Nacionales; este plan institucional, encuadra el proyecto “Establecer una red de estaciones hidrométricas con la participación de los funcionarios del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies que contribuya en la administración del recurso hídrico” principalmente en la línea estratégica 3, denominada **Fortalecimiento de capacidades para la administración y posicionamiento del Sistema de Parques Nacionales Naturales**, que tiene como programa Capacidad Organizacional para la administración del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

Además y muy específicamente en los subprogramas:

3.1.3 Desarrollo y gestión de instrumentos económicos, financieros y estrategias de organización empresarial que tiene como gerencia el Área de Sostenibilidad y Servicios Ambientales.

Esta estrategia tiene como objetivo. Adelantar acciones instrumentales para el aprovechamiento sostenible de los servicios ambientales e incrementar los recursos generados por el sistema de Parques Nacionales Naturales.

Con este proyecto el personal requiere aprender, operar, tener habilidad y ser competente en el manejo de instrumentos, que posibiliten y contribuya en la adecuada administración sostenible del recurso hídrico.

Del mismo modo el proyecto se enmarca en el subprograma.

3.1.4 Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y de la administración y uso de los sistemas de información, la gerencia se denomina Coordinación de Planeación y Seguimiento. El objetivo es: Consolidar los sistemas de información para el uso coordinado y efectivo de la información para la toma de decisiones.

Indiscutiblemente con el presente proyecto el personal requiere y adquirirá fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y de administración de los sistemas de información, en lo que tiene que ver con el recurso hídrico.

El proyecto también esta presente en el subprograma.

3.1.5 Fortalecimiento de la capacidad del recurso humano. La gerencia se denomina Subdirección Administrativa. Los objetivos son: Contar con talento humano calificado y con alto sentido de pertenencia hacia la entidad; y Dotar al recurso humano de los equipos e implementos necesarios para el cumplimiento de misión institucional.

Del mismo modo el proyecto contribuye con el fortalecimiento de la capacidad del recurso humano, pues se espera al finalizar el proyecto talento humano calificado, además que la administración dote los equipos necesarios para el cumplimiento de la misión institucional en lo referente al recurso hídrico.

Igualmente el proyecto responde a consideraciones definidas en el subprograma:

3.1.6 Instrumentos de planificación y calidad de la gestión, bajo la gerencia denominada Coordinación de Planeación y Seguimiento con los siguientes objetivos: Contar con un sistema de planeación institucional y mecanismos de

evaluación efectivos que faciliten el cumplimiento de los fines misionales y Mejorar la eficacia institucional mediante el diseño e implementación de sistemas de calidad de la gestión.

Como se puede apreciar todo el proyecto esta estrechamente relacionado con el Plan estratégico 2007 2019 y particularmente en instrumentos de Planificación y calidad de la gestión, toda vez que esta regido por la normatividad institucional vigente para esta actividad.

La prospectiva participativa se proyectó a partir de la reflexión del marco conceptual del ciclo hidrológico que se realizó a todos los actores potenciales ejecutores de la red hidrológica del área del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, antes del diseño y operación de la red de estaciones hidrométricas.

El proyecto del montaje de estaciones Integró los lineamientos básicos a tener en cuenta del programa de monitoreo del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies., Uno de los pilares del proyecto es el marco conceptual que reconoce la importancia del control y seguimiento sistemático del estado del recurso en cantidad, con base en indicadores de oferta y demanda e impacto por actividad antrópica.

La red hidrométrica e información a adquirir en forma indefinida de las cuencas Opón, Suárez y Sogamoso, del área de su jurisdicción, ha pretendido crear y obtener mediante la presente planificación participativa un equipo de trabajo con solides en el marco conceptual, herramienta e insumos que conlleven a legitimizar y optimizar la toma de decisiones y el diseño de políticas orientadas a garantizar la sostenibilidad del recurso y la red hidrométrica.

La planificación involucró los protocolos para el monitoreo, estandarización de métodos y procedimientos en cumplimiento de las normas establecidas en cuanto a seguimiento de cantidad del recurso que debe adelantar el Parque Nacional Natural como autoridad ambiental.

Los protocolos a aplicar en referencia son los elementos necesarios para consolidar un sistema de información del recurso hídrico, como herramienta básica de articulación con instituciones que operen como autoridad ambiental y guía en la gestión del agua.

Adicionalmente el proyecto tiene trascendencia en el cumplimiento de las funciones misionales de conservación, protección, recuperación, administración del recurso y como autoridad ambiental, y especialmente en la aplicación de los instrumentos económicos previstos para su uso y conservación.

La red de estaciones a emplazar y operar, durante la presente fase, comprende lo relacionado a cantidad de agua superficial, y la instalación de un pluviómetro; queda pendiente lo concerniente a calidad, aguas subterráneas, precipitación, evapotranspiración, temperatura, viento, luminosidad, humedad y radiación solar.

1. ACTIVIDADES

1.1 CAPACITACIÓN SOBRE SITIOS O PUNTOS DE MEDICIÓN, PROTOCOLOS, ESTÁNDARES DE MEDICIÓN

La capacitación teórica o transferencia tecnológica realizada a los funcionarios con sede en San Vicente de Chucurí y Simacota, constó como se dijo antes de los siguientes temas: Resumen Caracterización Recurso Hídrico Parque Nacional Natural Serranía de Los Yariguies, Metodología de Planificación del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Plan de Diseño Montaje y Operación- Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Protocolo de Monitoreo del Agua y Mediciones Hidrométricas a través de presentaciones

Las presentaciones de esta información se entregaron en documentos magnéticos a cada uno de los funcionarios participantes en el evento. Antes de iniciar cada tema se informó y discutió el contenido, se consideró pertinente entre otras: realizar acta interna de lo visto y consignado, compromisos y acuerdos a llevar a cabo por cada uno de los integrantes; del mismo modo se hicieron evaluaciones diarias del tema visto el día anterior; se consolidó un glosario del léxico de palabras considerado pertinente o claves; igualmente se facilitó bibliografía y enlaces de Internet para enriquecer los conocimientos sobre el tema. (Ver evidencias en anexos)

Contando con la participación de todos los integrantes del grupo y con la intervención del administrador del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, se planearon las prácticas de campo con discusiones enriquecedoras y con argumentos de distinta índole, pero en especial, en el conocimiento de los operarios en lo atinente a vías, carreteras, caminos y hospedaje; en consenso se optó y programó el itinerario de salidas de campo. Del mismo modo se planeó la

logística, transporte, alojamientos, requerimientos de papelería, equipo, e insumos a utilizar durante los recorridos.

Para la zona occidental del área natural protegida, los funcionarios elegidos, para realizar la práctica de campo y al mismo tiempo buscar técnicamente el emplazamiento de las estaciones Pluviométrica e hidrométricas de las microcuencas fueron: Irwin Duarte (Biólogo investigador), Armando Santamaría (Técnico Control y Vigilancia), Jorge Eliécer Zarate (Contratista Control y Vigilancia) y Fabio José García Zarate (Contratista Educador Ambiental). Participaron en la capacitación teórica: Jaime Eduardo Quintana (profesional Administrativo) y Astrid Vanegas Florez (Contratista Auxiliar Administrativa)

Para la zona Oriental del parque los funcionarios: Ivonne Patricia Uribe Correa (Técnico Administrativa), José Miguel Velasco Cordero (Operario grado II) y Oscar Armando Villarreal (Operario Contratista) además de la participación de Jaime E. Quintana (Profesional del Parque).

2. DISEÑO DE LA RED

Lo ideal para el montaje y operación de estaciones hidrológicas es, realizarlo a la unidad, en este caso la microcuenca, con el objeto de efectuar el monitoreo en el sitio dónde se colecta la totalidad de la escorrentía y hace entrega a otra microcuenca o a un cauce principal, pero ninguna microcuencas que nacen en Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, esta completa. Razón por la cual se optó por la propuesta realizada en el estudio **“Caracterización y Estrategia de Monitoreo del Recurso Hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies”**, con base en las características hidrológicas de cauces que aglutinen la mayor cantidad de fuentes provenientes del área de jurisdicción del Parque Nacional Natural, más próximas al lindero del parque y que reunieran las condiciones técnicas adecuadas que permitan un monitoreo ajustado a la normatividad de protocolos vigentes para estos propósitos. Toda esta información se discutió con los funcionarios, analizó y evaluó con la cartografía hidrológica existente de las tres cuencas, Sogamoso, Suarez y Opón.

2.1 MONTAJE Y OPERACIÓN DE LA RED

Para el montaje y operación de la red, luego de practicada la capacitación en lo que tiene que ver con el marco conceptual, emplazamiento, características que se deben tener en cuenta; y visualizada la cartografía con la hidrografía de cada una de las microcuencas de las cuencas del Opón, Suárez y Sogamoso, se hicieron prácticas de campo, se tomaron fotografías, se diligenciaron carteras de campo

para evidenciar registros consolidar los conocimientos y en forma conjunta se decidieron y descartaron los sitios de emplazamiento, además de lo que significa el valor pedagógico de la actividad y en lo introductorio y académico del ejercicio.

Del mismo modo se programó y efectuó la capacitación de topografía en lo que tiene que ver con base medida, puntos de referencia derechos e izquierdos, cero de la mira, perfiles transversales y longitudinales de las secciones de mira y aforos líquidos, igualmente se hizo el levantamiento topográfico en cada estación elegida.

2.2 FACTORES A TENER EN CUENTA

Para el desarrollo de las actividades del diligenciamiento o toma de información primaria en la cartera de campo establecida por el IDEAM y suministrada a los participantes se hizo énfasis en observar, analizar y considerar durante la práctica de campo los siguientes factores:

- **Fundamentales o Estructurantes:** Determinar el porqué y el para qué de la localización y características de cada una de las estaciones.
- **Condicionantes:** Los referidos a las limitaciones propias de cada localización, cómo: Dificultad de acceso, seguridad de los equipos, presencia de obstrucciones que aumenten errores, voluntad y disposición para autorizar la instalación, disponibilidad de observadores locales (calidad, continuidad y confiabilidad).
- **Limitantes:** Se refiere al equipo de medición, al tipo de estación, capacidad, precisión, exactitud, rangos, limitaciones etc., los cuales pueden restringir las posibilidades de establecer los datos requeridos.

2.3 CRITERIOS PARA LAS ESTACIONES DE RÉGIMEN GENERAL DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUIES

Es necesario que la administración de la red de estaciones a conformar para monitorear; determine en forma confiable la realidad, y la densidad de estaciones. En esto juega papel preponderante el plan estratégico de Parques nacionales

Naturales 2007-2019 y la disponibilidad de recursos para la instalación y operación.

Es necesario tener en cuenta que las estaciones hidrométricas a instalar se ocuparán del seguimiento de variables (niveles y caudal) que dependen solo del régimen hidroclimático; porque son cuencas relativamente pequeñas.

2.4 CONSIDERACIONES A TENER PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LAS ESTACIONES

- Estabilidad de la sección
- Problemas de orden público
- Que la estación cumpla con el objetivo propuesto

Se propone instalación de estaciones de régimen General esto es: para el suministro de información básica (niveles y caudales).

Para la selección de la ubicación de las estaciones se contó con:

- Planos topográficos de la corriente seleccionada.
- Georeferenciación del punto de instalación con coordenadas X, Y y Z dentro del Sistema Geodésico Nacional.
- Batimetría del tramo seleccionado y perfiles (nivelados con alta precisión) de sus secciones características.
- Fotografías características del tramo.



3. EMPLAZAMIENTO ESTACIONES METEOROLÓGICAS

En cuanto a fenómenos atmosféricos (precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, brillo solar, radiación solar, dirección y cantidad de vientos; durante el presente proyecto, solo se contempla la instalación de un pluviómetro, no obstante se requiere como mínimo la instalación de no menos de cuatro pluviómetros distribuidos en la zona alta de los cuatro costados del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, en razón a la falta de información primaria de la zona alta de la Serranía.

Durante esta actividad de campo se identificaron varios sitios en la zona alta del parque para posteriores emplazamientos y se decidió instalar pluviómetro en la microcuenca San Guillerma en el sitio conocido como Manchurrias jurisdicción del municipio del Carmen de Chucurí (ver en anexos mas especificaciones)

4. PROBLEMÁTICA HÍDRICA

4.1 RÍOS DE YARIGUIES

Son ríos que se caracterizan por la alta velocidad de la corriente, a menudo tienen un cauce poco profundo e irregular y pueden ser obstruidos por cantos rodados y escombros, tienen pendiente transversal, nivel de agua irregular y transportan grandes y variadas cantidades de piedras y guijarros. En la selección del lugar para la estación de aforo, es necesario evitar esos fenómenos siempre que sea posible.

Sería conveniente para algunas fuentes equipar la estación con un puente de aforo o puente hidrométrico.

Las mediciones con molinete hidrométrico deben comprender por lo menos 15 verticales. La medición de la profundidad de los ríos de montaña con barra de molinete no conduce, en la práctica, a errores sistemáticos. Sin embargo, el uso de una sonda hidrométrica de peso con aleta direccional puede hacer que se subestime la profundidad, si se trata de profundidades pequeñas.

El método más aconsejado para medir la velocidad con el molinete es el de dos puntos.

Esquema de localización de la sección de aforo en la estación hidrométrica de Suárez



Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC Universidad del Valle

Es importante tener en cuenta que en los sitios dónde no se cuenta con puente hidrométrico las secciones de miras y aforos están muy expuestos a variaciones periódicas ocurridas por el arrastre de grandes rocas, situación que implica modificaciones y reconstrucción permanente de estructuras de anclaje de miras, sección de aforos y maxímetros.

La abundancia hídrica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariquíes, es relativa, aunque con el estudio “Caracterización y estrategia de Monitoreo del Recurso Hídrico en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariquíes”, se obtuvieron registros (dentro de su jurisdicción) de caudal promedio anual de: 37.198 m³/seg., desglosados así: la cuenca del río Opón, produce un promedio de 20.785 m³/s; la cuenca del río Suárez 11.443 m³/s; y la cuenca del río Sogamoso 4.97 m³/s.



Se puede inferir con claridad que el caudal producido es proporcional al área; esa investigación concebida mediante información secundaria, requiere el respectivo análisis, por cuanto que, esta determinada por limitaciones temporales y espaciales que demandan precisarse mediante monitoreo sistemático indefinido.

Existen diferentes causas que limitan la calidad y cantidad de agua, algunas por causas naturales otras por la intervención antrópica con las diferentes actividades socioeconómicas que buscan mejoramiento en la calidad de vida; no obstante la deforestación es una de las principales causas de la perturbación de la regulación hídrica y el Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües hace esfuerzos para contrarrestar esta práctica generalizada en el país y sensible en la subregión.

Una de las principales dificultades para determinar los sitios de ubicación de las estaciones hidrométricas del área de jurisdicción del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües en extensión de 59.063 ha, radica en que no cuenta con una unidad de cuenca completa.

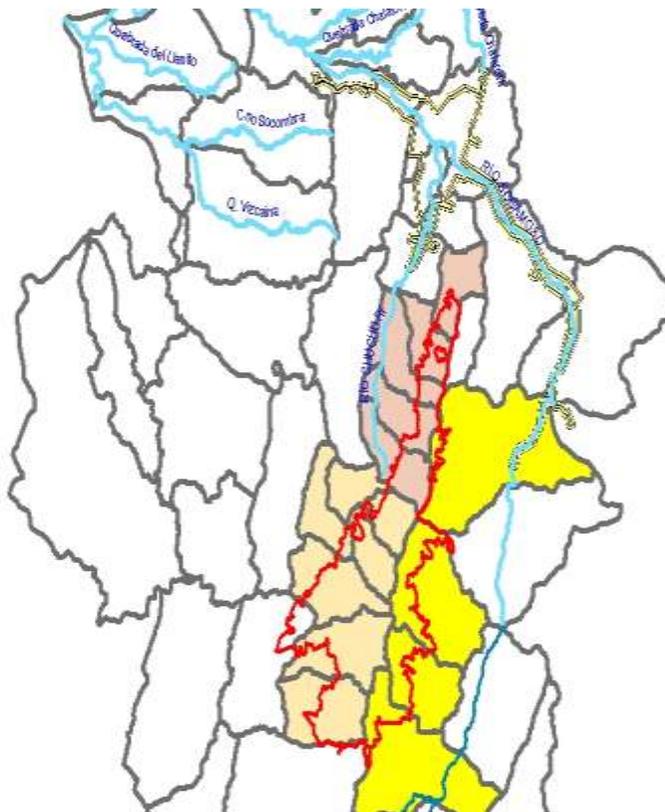
Cuencas Sogamoso, Opón y Suarez



Observe en la gráfica las áreas de cada parte de los nacimientos de las cuencas que nacen dentro del área del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariques, demarcada con tinta roja; En la gráfica siguiente las microcuencas del río Sogamoso están en color piel y son: Los Medios, Las Cruces, La Paramera, Chucurí y San Guillerma; Las microcuencas del río Opón en color amarillo tenue son: Honduras, Vergelano, Honduras Alto, Cristalina, Cascajales, La Verde (color

blanco), La Aragua y La Araya; Las microcuencas del río Suárez se visualizan en color amarillo encendido son: La Chimera, Santa Rosa, Cinco Mil y Chiriviti.

Microcuencas de las cuencas Sogamoso, Opón y Suarez



A simple vista se detecta que menos de la mitad del área de cada microcuenca se encuentra en jurisdicción de Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yariguies, excepto las microcuencas Vergelano, Honduras Alto, Cascajales y La Aragua de la cuenca del río Opón.

Durante visitas de campo se pudo detectar que la zona localizada fuera del parque ha sido muy intervenida, con el consecuente deterioro ambiental. Particularmente

esta situación contribuye a la disminución y regulación de caudales superficiales y en especial a caudales mínimos.

Igualmente hay que tener en cuenta que de acuerdo con el análisis del drenaje hídrico cartográfico, el agua que nace en Serranía de los Yariguies es muy disgregada, distribuida en cientos de fuentes; situación que imposibilita la colección de agua en un solo cauce y en el lindero del parque de cada una de sus microcuencas.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que el área de Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yariguies, se localiza en la gran cuenca conocida como Magdalena–Cauca que tiene una extensión de 274.000 km² y equivale al 24,8 % del área del territorio nacional. Este territorio aporta el 10.6 % de la oferta hídrica del país, soporta el 70 % de la población y genera el 85 % del PIB

Este hecho, debido a la creciente demanda de agua frente a la exigua oferta del entorno, avizora en un tiempo no muy lejano, fuerte presión de querencia de agua para uso consuntivo, consumo humano e industria principalmente, seguramente en la modalidad de trasvase de una cuenca a otra.

Del mismo modo los sistemas de captación para los diversos usos, en su mayoría tienen ocurrencia aguas abajo del lindero del área de jurisdicción de Parques Nacionales Naturales Yariguies, bajo la administración de la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS y naturalmente los emolumentos de servicio ambiental por uso del agua se reducen considerablemente.

Es relevante mencionar que aún queda una superficie importante con población (que para su sustento requiere realizar actividades agropecuarias) ubicada en la parte alta y media montaña de Parques Nacionales Naturales Serranía de los



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

Yariguies, que requiere control y seguimiento de sus actividades agropecuarias y socioeconómicas, para evitar impactos desfavorables de regulación de caudal y calidad del recurso.

De momento no se observa explotación minera o petrolera que coadyuve al deterioro del recurso, al propiciar mayores volúmenes de sedimentos o descargas de vertimientos que se integren al flujo del agua.

5. PLANIFICACIÓN

5.1 DISEÑO DEFINICIÓN DE VARIABLES Y FRECUENCIA DE MONITOREO CON BASE EN LOS OBJETIVOS

¿Qué es la red Hidrológica Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies? Es el estudio y análisis de fenómenos hidrológicos de series de datos obtenidos de sitios o estaciones de medición sobre el área del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies. Para la puesta en marcha de esta labor, se requiere de un grupo técnico con la experticia necesaria que se responsabilice de la operación, monitoreo y mantenimiento; bajo estándares y protocolos, utilizando los equipos adecuados para administrar la red hidrológica.

Acciones realizadas: Realizado el trabajo de campo a los posibles sitios según cartografía apropiados para el emplazamiento de estaciones hidrométricas, se verificó, levantó y consignó la información en formatos (formas IDEAM), para el análisis respectivo con los siguientes resultados.

- a. Se estableció emprender el montaje de estaciones hidrométricas inicialmente para aforos por vadeo (toda vez a que en la actualidad no se cuenta con el equipo requerido para ejecuciones de aforo por suspensión) las variables a medir son: niveles y caudal en cada estación.
- b. Se detectaron las limitantes condicionantes y estructurantes que de momento imposibilitan el montaje de algunas estaciones hidrométricas en el Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yariguies,
- c. Se gestionó la consecución de insumos, (cemento, hierro, tablas, madera, rieles, puntillas, pintura, brochas, gasolina, y herramienta para el montaje de esas estaciones) amojonamiento, Punto de Referencia Derecho y Punto de Referencia Izquierdo e instalación de miras de las estaciones La Bodega y el 18 sobre las

microcuencas La San Guillerma y Chucurí respectivamente de la cuenca del río Sogamoso.

- d. Se contribuyó con los términos del contrato del topógrafo con equipo, para montaje y formación en operación y mantenimiento de miras y maxímetro, las estaciones elegidas para operar en la primera fase fueron de la cuenca del Opón las microcuencas Vergelano (1) y Cascajales (1), de la cuenca Suarez las microcuencas Chimera (1) Santo Rosa (2) y Cinco Mil (2), de la cuenca Sogamoso las microcuencas Las Cruces (1) Chucurí (1) y San Guillerma (1), sin embargo solo fue posible el montaje para niveles y aforo por vadeo de las estaciones Chucurí, San Guillerma y Chucurí de las diez elegidas, no obstante se hicieron perfiles longitudinales y transversales a todas las estaciones, para que en la medida de la disponibilidad presupuestal, el personal de Parques Nacionales Naturales instale los limnímetros respectivos y programe realización de aforos. (mas especificaciones informe contrato topógrafo y carteras de campo anexos)
- e. Se adquirió a través del IDEAM y la CDMB la papelería, (hojas de campo, hojas de inspección, libreta de lecturas de mira, cartera de campo de aforos líquidos)
- f. Se determinaron estaciones que requieren infraestructura para aforos por suspensión desde tarabita. (Ver anexos)
- g. Se consolidó el conocimiento de tiempos y modos para los itinerarios de desplazamiento a cada una de las estaciones hidrométricas definidas.
- h. Se requiere definir el personal responsable para atender la administración de la red hidrométrica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

El personal que sea encargado de producir información, operar hacer mantenimiento, monitorear, capturar, coleccionar, procesar, almacenar, tomar decisiones, y publicar información; cualquiera que sea su nivel académico es el recurso más valioso a tener en cuenta en el desarrollo de la planificación y puesta

en marcha de la red hidrométrica prevista a entrar en funcionamiento en el área e jurisdicción del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

Con respecto a la captación y proceso de datos se requiere de un programa de adiestramiento a todo el equipo de la red hidrométrica de principios básicos y formación sobre procedimientos de servicio estructurado, es fundamental por cuanto que determina la calidad final de la información.

La puesta en marcha de la red hidrométrica Implica modificación a funciones y compromisos de los funcionarios, asignación presupuestal, para equipos, papelería, logística y capacitación. Nuevo grupo estructural en la dinámica de gestión.

5.2 LEVANTAMIENTO Y FLUJO DE INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL MONITOREO.

➤ Estrategia de monitoreo

El montaje y puesta en funcionamiento de la red hidrométrica esta encaminada a administrar el recurso hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies de manera eficaz y eficiente, siguiendo los protocolos técnicos y lineamientos normativos.

Es necesario tener en cuenta que el factor económico es fundamental para la definición y puesta en marcha de la red en cuanto a la adquisición del conocimiento hidrológico; la forma, exactitud y frecuencia de las mediciones, sin olvidar que es un proceso continuo y dinámico.

De otro lado es pertinente contemplar la articulación de la información a compartir y difundir con usuarios, otras entidades locales, regionales y nacionales en cuanto a estandarización, homologación, estadística y correlación de protocolización existente en la normatividad.

➤ **¿Cuál es el objetivo de la red?**

- a. Evaluar globalmente el potencial hídrico: determinar la variación espacio temporal de las características hidrológicas, (Condición, evolución y cantidad de los recursos hídricos), el potencial para el desarrollo de este recurso y la capacidad de satisfacer la demanda actual y futura. (Diagnostico, evaluar tendencias temporales y espaciales)
- b. Controlar y vigilar: permite conocer las condiciones de cantidad y disponibilidad de agua para los diferentes usos y evaluar los efectos que sobre el recurso tienen los diferentes proyectos que lo utilizan.
- c. Visualizar necesidades de predicción y alertas hidrológicas
- d. Establecer prioridades en el aprovechamiento.
- e. Determinar características hidrológicas

➤ **¿Qué variables se deben observar?**

Variable de cuantificación - Esguerrimiento superficial

Nivel (m), velocidad de la corriente m/s., ancho de la sección (m), profundidad (m), Área (m²), Caudal (m³/Seg.)

Variable de precipitación

Para determinar crecientes súbitas y sequías

➤ **¿Donde se deben observar las variables definidas?**

- a. De acuerdo a las especificaciones del programa de medición y sus objetivos.
- b. Teniendo en cuenta la metodología de reconstrucción de hidrogramas anuales a partir de curvas de gasto.
- c. Considerando las condiciones de accesibilidad y la disponibilidad de observadores de campo

➤ **¿Cómo debe ser el programa de observaciones?**

Son suficientes dos lecturas diarias (para niveles de mira) una a las 6 de la mañana y otra las 6 de la tarde con registros de lecturas extraordinarias por crecidas súbitas, para el propósito de Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yariguies, además utilizando maxímetro en cada estación.

Para lecturas de precipitación es suficiente el pluviómetro de lecturas de precipitación acumulada cada 24 horas. De momento no se tendrá en cuenta la predicción de crecidas.

Se medirán caudales con láminas de agua inferiores a 0.80 metros, Las estaciones quedaron definidas para aforo por vadeo y algunas por suspensión dónde existen puentes para este fin (no obstante se requiere la adquisición de equipo e insumos), se prevé un aforo mensual y visita técnica de control y seguimiento que incluye: adecuación de sitios de aforo, aforos por vadeo o por suspensión dónde sea viable, reparaciones de cero de la mira e instalación de tramos caídos o averiados.

➤ **¿Cuán exactas deben ser las mediciones?**

- b. La exactitud de las mediciones esta estrechamente relacionada con el costo/beneficio. A mayor número de mediciones para cubrir el rango de niveles, mayor grado de precisión de la información generada.
- c. Capacitación del personal involucrado en la red.
- d. Implementación de herramientas con avances tecnológicos

➤ **¿Por cuánto tiempo debe trabajar la red?**

De acuerdo a la misión y visión institucional la red requiere iniciar operaciones a la mayor brevedad y por tiempo indefinido, en tanto que demanda administrar el recurso no solo en cantidad sino en calidad que también aspira a implementar.

➤ **¿Cuántos puntos de mediación deben ser instalados?**

La red hidrométrica esta prevista implementar paulatinamente iniciando con el emplazamiento y materialización de estaciones limnimétricas para aforos por vadeo y por suspensión dónde exista posibilidad, con el objeto primero del control de caudales y niveles medios a bajos en cada una de las microcuenca Sogamoso, Opón y Suárez.

➤ **¿Cuál debe ser la frecuencia de medición?**

Para determinar el número y la distribución de mediciones de caudal a lo largo del año se debe tener en cuenta la estabilidad de la relación nivel-caudal y las características y variación del caudal estacional. Se recomiendan mínimo 10

mediciones durante el año aforando caudales mínimos, medios y máximos. (¿Se pueden realizar?)

Es fundamental tomar adecuadamente caudales durante las crecidas por eso es preciso programar mediciones de caudal no rutinario, si no oportunas de

acuerdo a las circunstancias y en la medida que se adecuen puentes y tarabitas para aforos por suspensión.

La exactitud de las mediciones de caudal depende de la fiabilidad de calibración del instrumento de medición, de las condiciones del río y del número de mediciones; el error típico es del 5 % para un nivel de confianza del 95 % realizando entre 20 y 25 verticales.

➤ **¿Qué tratamiento analítico debe aplicarse a los datos obtenidos a través de la red?**

Para asegurar la calidad de los datos se tiene las siguientes actividades básicas: entrada (captura), procesamiento, salida (difusión)



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

6. CARTOGRAFÍA

En este documento se utilizó la misma cartografía del estudio caracterización y estrategia de monitoreo del recurso hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, tomando de este documento la propuesta de emplazamiento, el cual fue revisado y verificado en el terreno; a partir de aquí se analizaron las características ofrecidas, consolidando las características técnicas o descartando estaciones por factores estructurantes, condicionantes o limitantes en cada sitio.

Esos emplazamientos son ampliamente descritos y evidenciados con fotografías de cada sitio, además de testimonio cartográfico, son herramienta ante situaciones similares de otros escenarios que permiten evaluar y decidir una localización hidrométrica, con base en lo teórico y lo práctico.

7. CONCLUSIONES

- 1) El Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies requiere con urgencia socializar con la CAS, la codificación y espacialización de las microcuencas propuestas en el estudio de caracterización y estrategias de monitoreo del recurso hídrico, para articular la información con intereses agrupados a la base de datos y reportarla al SIA en forma unificada.
- 2) En el montaje de las estaciones hidrométricas hay que destacar la alta torrencialidad del flujo de sus aguas, concretamente en épocas de alta pluviosidad, lo que propicia el arrastre de material, moviendo rocas gigantes, en ocasiones que sobrepasan diámetros de dos metros y peso de más de una tonelada, debiéndose tomar medidas frente a riesgos de la infraestructura y del personal.
- 3) Esta situación conlleva a prever la necesidad de realizar adecuaciones e incluso reubicaciones y cambios de secciones de aforo e instalación de miras, con frecuencia; después de cada avenida o crecida que se presente en la estación seleccionada, esa inestabilidad es motivada por el arrastre de grandes rocas.
- 4) La variación y frecuencia de cambios en las secciones de aforo y miras tienen ocurrencia después de cada creciente o avenida, cuando los niveles de agua media superan 1.50 metros, para cuando llega de nuevo la calma o disminución de caudal la sección ha cambiado drásticamente, para aforos y lecturas de niveles, en épocas de estiaje.
- 5) De acuerdo a lo anterior, efectuar aforos por vadeo, con láminas de agua que superen los 0.80 metros es absurdo, no solo por lo peligroso para el operario sino por la imposibilidad de aguantar el embate de la fuerza del flujo, razón por la

cual es necesario de infraestructura para realizar aforos a estas corrientes con las siguientes alternativas: Tarabita, Puente hidrométrico o Instalación para aforo desde la orilla.

6) Habida consideración, a que la comprensión y práctica de la formación del comportamiento hídrico, estabilidad y características de cada uno de los sitios de estaciones seleccionadas, es de observación y análisis progresivo y teniendo en cuenta el hecho de que el personal requerido para realizar el montaje de las estaciones en el tiempo establecido no está disponible por tener ocupaciones propias de su cargo, es pertinente iniciar el montaje también en forma paulatina o por fases.

7) El personal capacitado requiere de acompañamiento en especial en lo referente adquisición de datos que comprende: concentración de datos, Trasmisión de datos. Proceso de Datos que comprende: almacenamiento y proceso de datos, análisis de datos, preparación de datos operacionales y de datos del proyecto este tema se vio en la capacitación tangencialmente en razón a que no se cuenta con información.

8) El presupuesto para el montaje de las estaciones es flexible, en la medida en que se de la implementación, exactitud y sofisticación de equipo para captura de información, en tiempo real o no; que Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yarigües determine, pero igualmente ajustado a la profesionalización del grupo de trabajo.

9) De momento es importante que los funcionarios tengan seguridad y certeza no solo de la necesidad de la implementación del montaje, sitios de emplazamiento, y operación y mantenimiento; sino los objetivos y formas de

administrar a partir de la cuantificación del recurso temporal y espacial de cada una de las microcuencas del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

10) El presupuesto pormenorizado de insumos para el montaje de una estación hidrométrica, para aforos por vadeo, (sin contabilizar el topógrafo, alquiler del equipo, valla de identificación y el transporte) está por el orden de \$ 1'085.000 (ver presupuesto en anexos).

11) Los funcionarios están en la capacidad de realizar montaje de estaciones, pero se requiere la consecución del equipo de topografía, herramienta e insumos.

12) Es necesario contemplar el costo de las lecturas de los niveles en cada una de las estaciones que está por el orden de \$40.000 CUARENTA MIL PESOS mes/ estación, lo mismo que para la estación pluviométrica.

13) Es imperioso prever cuantas visitas por estación se contemplan para operación, mantenimiento, control y seguimiento, lo mismo que los insumos y personal requerido.

14) Los costos de instalación de tarabitas los está suministrando el IDEAM, pero esa información se oficializa directamente de entidad a entidad.

15) De momento el personal de cuatro (4) funcionarios requeridos por Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yariguies para asumir la responsabilidad del control y operación de la red no esta definido, para atender las operaciones y actividades que son permanentes e indefinidas y en la actualidad el personal capacitado cumple con sus funciones propias de sus cargos.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

16) Se requiere Incorporar indicadores de calidad apropiados para reconocer la efectividad de la aplicación de instrumentos económicos previstos en la ley para garantizar la descontaminación y renovabilidad del recurso hídrico en el Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yariguies.

BIBLIOGRAFÍA

Aforos con Molinete y Actividad de las Comisiones de Aforo; segunda edición SCMH, publicación aperiódica 1969,

Apuntes de Clase para el Curso de Hidrología Práctica del HIMAT, publicación aperiódica 1987,

3 Catalogo de publicaciones del IDEAM

Guía de Prácticas Hidrológicas; ADQUISICIÓN Y PROCESO DE DATOS, ANALISIS, PREDICCIÓN Y OTRAS APLICACIONES; Quinta Edición; Organización Meteorológica Mundial 1994.

Guía para el Monitoreo y Seguimiento del Agua; IDEAM, INVEMAR, DANE; Bogotá D.C. 2004.

Informe final Contrato topógrafo Julio Martin Hernández

1. Mediciones hidrométricas
Procesamiento y Calidad de la Información Hidrológica Básica; IDEAM, Bogotá D.C. Junio de 1999
2. Tasas por utilización del agua

Enlaces WEB

<http://www.ideam.gov.co/publica/index4.htm>

<http://www.ideam.gov.co/temas/guiaagua/Anexo%206.pdf>

http://www1.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/dir_agua_potable_saneam_basico/recurso_hidrico/tasas_por_utilizaci%F3n_del_agua.htm



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

INFORME FINAL

ORDEN DE SERVICIOS No. T - 002 DE 2009

PNN SEYA

JULIO MARTIN HERNANDEZ CIFUENTES

BUCARAMNAGA ABRIL DE 2010

OBJETO

UBICACION Y EMPLAZAMIENTO DE LOS PUNTOS DEFINIDOS DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANIA DE LOS YARIGUIES EN LOS PUNTOS DE LAS QUEBRADAS LOS MEDIOS, LAS CRUCES, PARAMERA, CHUCURI, SAN GUILLERMA, VERGELANO, HONDURAS ALTO, CASCAJALES, CINCO MIL Y SANTA ROSA.

ACTIVIDADES

1. ASISTIR A LA CAPACITACIÓN SOBRE PLANIFICACIÓN Y MONTAJE DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA DEL PNN SEYA.
2. APOYAR LA PRIORIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y/O INSTALACIÓN DE 11 ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS
3. REALIZAR BATIMETRÍA A CADA SECCIÓN DE ESTACIÓN LIMNIMÉTRICA
4. AMOJONAMIENTO DE BM , PRD, PRI Y SECCIÓN DE AFOROS
5. APORTAR LOS ELEMENTOS TÉCNICOS DE PREINSTALACIÓN DE MAXIMETRO EN LAS ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS SELECCIONADAS.
6. CAPACITAR AL PERSONAL DE PARQUES EN LO RELACIONADO CON INSTALACIÓN DE ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS
7. APOYAR LAS ACTIVIDADES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO COOPERACIÓN ORGANISMO AUTÓNOMO DE ESPAÑA DE MANERA CONJUNTA CON EL PROFESIONAL ENCARGADO DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE RECURSO HÍDRICO.

EJECUCION DE LA OS T – 002 DE 2009

El desarrollo de la actividad inicia con la capacitación del personal del parque, localizado en el municipio de San Vicente.

Se inició la charla con las definiciones básicas correspondientes a la hidrología.

“LOS FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS SE ESTUDIAN MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA SERIE DE DATOS OBTENIDOS EN SITIOS O ESTACIONES DE MEDICIÓN DISTRIBUIDOS SOBRE EL ÁREA DE LA REGIÓN EN ESTUDIO Y QUE A SU VEZ ESTE GRUPO DE PUNTOS DE MEDICIÓN EN CONJUNTO CON EL INSTRUMENTAL, LOS PROTOCOLOS, ESTÁNDARES DE MEDICIÓN Y EL EQUIPO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE OPERACIÓN CONFORMAN LO QUE SE DENOMINA LA “RED HIDROMETEOROLÓGICA”, LA CUAL SE CONSTITUYE EN UN SISTEMA ORGANIZADO, DINÁMICO Y OPERABLE BAJO LAS CONDICIONES ESPECIFICAS EN QUE PUEDE TRABAJAR”

De igual manera se les hizo conocer los objetivos generales motivo de este contrato:

- ESTRUCTURAR E IMPLEMENTAR LA RED HIDROMETEOROLÓGICA PARA LAS CUENCAS DEL PARQUE SERRANÍA DE LOS YARIGUIES.
- TENER LOS CONOCIMIENTOS BASICOS PARA LA IMPLANTACION DE LAS ESTACIONES LIMNIMETRICAS

También se les hablo de la Hidrometría según el IDEAM

SEGÚN EL IDEAM, “LA HIDROMETRÍA PRETENDE PROVEER DATOS RELACIONADOS CON LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL AGUA SOBRE LA TIERRA”...; POR LO QUE LA BASE SOBRE LA CUAL SE APOYAN LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS SON LAS MEDICIONES DE CADA UNO DE LOS PARÁMETROS, Y CUALQUIERA QUE SEAN LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS, SU PRECISIÓN SE VERÁ LIMITADA POR DICHAS MEDICIONES

Se les dio a conocer los diferentes dispositivos usados para hacer las mediciones hidrológicas y como se hacen dichas mediciones.

Los medidores de niveles son:

- **De observación directa**

MIRA HIDROMÉTRICA O LIMNÍMETRO, EL LIMNICONACTO Y EL MAXÍMETRO

- **De registro continuo**

LIMNÍGRAFOS

Se les dio a conocer que es una mira limnimetrica y se le s hizo una indicación teórica de cómo se instalan en las micro cuencas.

LAS MIRAS HIDROMÉTRICAS DIRECTAS SE INSTALAN SOBRE LA ORILLA MÁS PRÓXIMA AL SECTOR MÁS PROFUNDO; EL PLANO (0) DEBE QUEDAR 0.5 METROS POR DEBAJO DE LA PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL NIVEL DE AGUA PARA RÍOS PEQUEÑOS, Y EN LO POSIBLE POR DEBAJO DEL NIVEL

DE AGUAS MÍNIMAS, EN RÍOS GRANDES. EL EXTREMO SUPERIOR DEL LIMNÍMETRO DEBE SOBREPASAR POR LO MENOS EN UN METRO EL NIVEL MÁXIMO DE LA CRECIENTE



Se les hablo de los maxi metros y de su fabricación cacera.

SE PUEDE LLAMAR MAXÍMETRO A CUALQUIER INGENIO ASOCIADO A UNA MIRA LIMNIMÉTRICA QUE PERMITA CON POSTERIORIDAD DETERMINAR EL NIVEL ALCANZADO POR LAS AGUAS. TAMBIÉN SE DENOMINAN INSTRUMENTOS MEDIDORES DE CRECIENTES EN LOS RÍOS, EN EL CUAL QUEDA SEÑALADO EL NIVEL ALCANZADO; SEGÚN EL TIPO DE MAXÍMETRO, ÉSTA SE DEPOSITA EN UNA SERIE DE RECIPIENTES QUE SE ENCUENTRAN COLOCADOS DENTRO DE UN TUBO CON PERFORACIONES LATERALES QUE PERMITEN LA ENTRADA DEL AGUA, O BORRA UNA SEÑAL PREVIAMENTE PINTADA O DEJAN UNA HUELLA (CORCHO) ADHERIDA A LAS PAREDES INTERIORES DE UN TUBO.



EL LIMNIGRAFO

El limnógrafo es un instrumento que registra continuamente los niveles de agua en el transcurso del tiempo.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales



LOS AFOROS

SE CONSIDERA QUE LOS AFOROS SON PROCESOS MEDIANTE LOS CUALES SE DETERMINA EL VOLUMEN DEL AGUA QUE CIRCULA POR UNA SECCIÓN EN LA UNIDAD DE TIEMPO.



SELECCIÓN DEL NÚMERO DE VERTICALES:

LA PRECISIÓN DE LAS MEDICIONES DEL CAUDAL DEPENDE EN GRAN PARTE DEL NÚMERO DE VERTICALES EN QUE SE HAGAN MEDICIONES DE PROFUNDIDAD Y VELOCIDAD, COMO LO CONTEMPLA EL IDEAM, LAS VERTICALES DE OBSERVACIÓN DEBEN IDENTIFICARSE DE MODO QUE SE PUEDA DEFINIR DEBIDAMENTE LA VARIACIÓN EN ELEVACIÓN DEL LECHO DE LA CORRIENTE Y LA VARIACIÓN HORIZONTAL EN VELOCIDAD. EN GENERAL, EN EL ESPACIO ENTRE VERTICALES DEBE SER AQUELLA DISTANCIA QUE PERMITA QUE ENTRE CADA UNA DE ELLAS NO ESCURRA MÁS DEL 10 % DEL CAUDAL TOTAL.

DETERMINACION DEL SITIO

PARA LA DETERMINACION DEL SITIO SE DEBE TENER EN CUENTA LO SIGUIENTE:

- EL TRAMO DE RÍO, DONDE SE UBICARÁ LA ESTACIÓN, DEBE SER RECTO.
- LA LONGITUD DEL TRAMO DEBE SER EQUIVALENTE A CINCO VECES EL ANCHO DE LA SECCIÓN EN PERIODO DE ESTIAJE (nivel de caudal mínimo que alcanza un río en algunas épocas del año),
- EL ANCHO DE LA SECCIÓN, Y EN LO POSIBLE SU FORMA, DEBEN SER UNIFORMES A LO LARGO DEL TRAYECTO SELECCIONADO;
- EL TRAMO Y LA SECCIÓN DONDE SE UBICARÁ LA ESTACIÓN DEBE SER ESTABLES
- EN LO POSIBLE LA SECCIÓN DEBE SER DE FORMA REGULAR, SIN PLANICIE DE INUNDACIÓN (O QUE EL FLUJO DE LA CORRIENTE NO SE

SALGA DEL LECHO PRINCIPAL) Y ESTAR LIBRE DE VEGETACIÓN ACUÁTICA;

- EL PUNTO DE MEDICIÓN NO PUEDE ESTAR AFECTADO POR FENÓMENOS DE REMANSO
- EN EL TRAYECTO DONDE SE UBICARÁ LA ESTACIÓN NO DEBEN EXISTIR BOCATOMAS NI VERTIMIENTOS

Después de hacer una pequeña introducción a la hidrología y a los aspectos básicos de la instalación de la estación limnimétrica se habló de los aspectos topográficos, del desarrollo de los trabajos de topografía preliminares necesarios para la implantación de la estructura de medición.

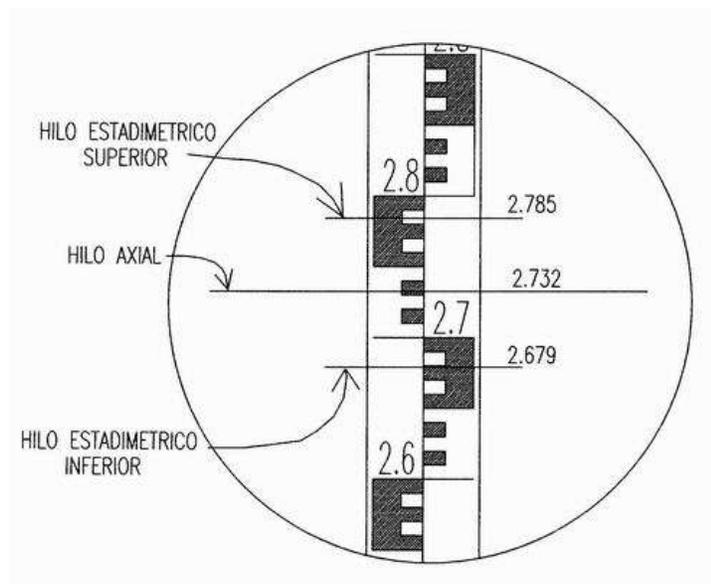
Se les dio a conocer los equipos utilizados para tomar la información de campo y como se utilizan dichos equipos.

Nivel de precisión:

EN TODA OBRA DE ARQUITECTURA O INGENIERÍA, YA SEA PARA UNA VIVIENDA, UN EDIFICIO O LA APERTURA DE UNA CALLE SE REQUIERE TOMAR NIVELES O MEDIR DESNIVELES. ESTA OPERACIÓN SE REALIZA CON EL NIVEL DE ANTEOJO, QUE APOYA SOBRE UN TRÍPODE Y PUEDE GIRAR EN FORMA HORIZONTAL. SE CENTRA Y SE NIVELA EL INSTRUMENTO CON UN NIVEL DE BURBUJA INCORPORADO CIRCULAR O TUBULAR.



La lectura de niveles se realiza apuntando el hilo axial del nivel de anteojo sobre una 'mira' o regla graduada en centímetros y resaltada con colores rojo y negro debe permanecer perfectamente vertical al momento de las lecturas



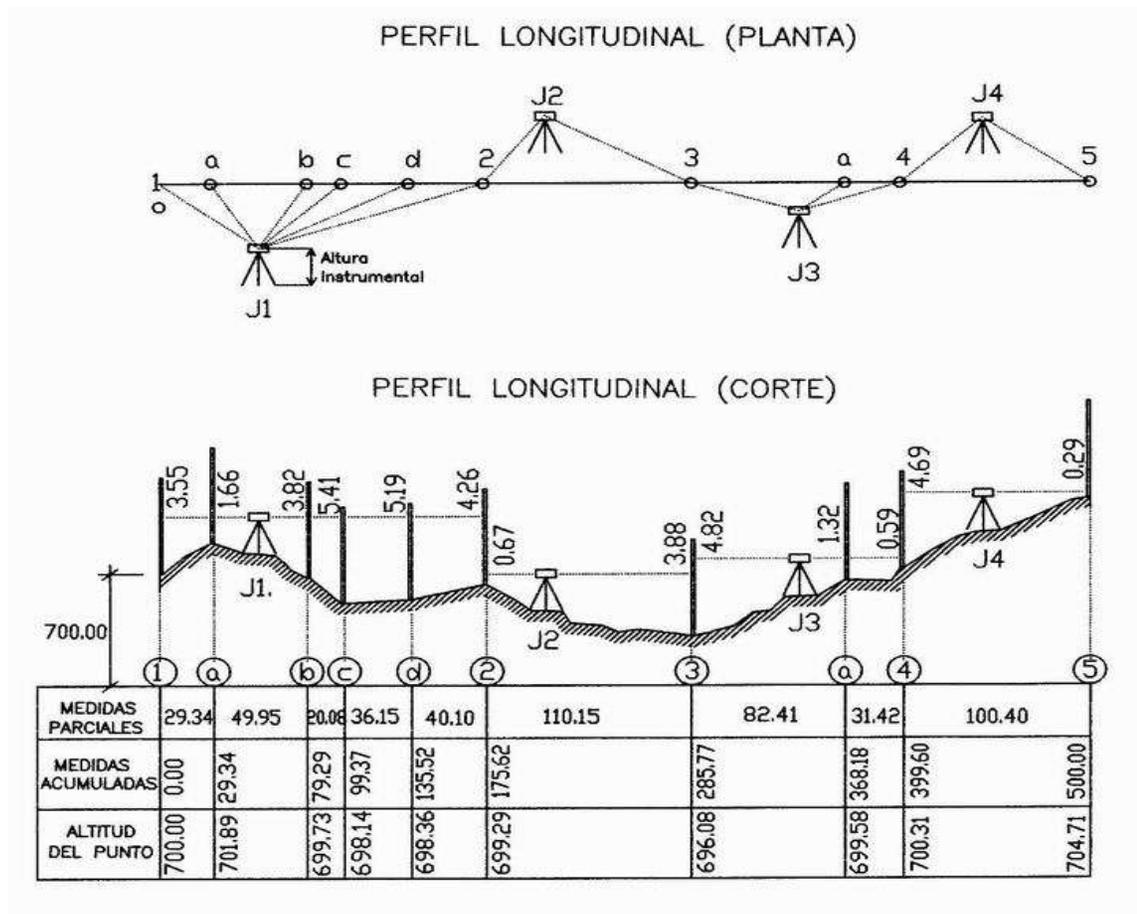
El desnivel entre dos puntos muy distantes entre sí se realiza por etapas o 'estaciones'. Cada posicionamiento del instrumento se llama 'estación'. lo ideal es

ir posicionando el instrumento entre medio de los puntos ya que de esa manera se disminuye el error de paralaje del instrumento (si lo tuviere) y la curvatura de la tierra.

Levantamiento de perfiles

A diferencia de los desniveles, para obtener un perfil longitudinal del terreno todos los puntos medidos deben estar contenidos en el mismo plano, y las lecturas se van haciendo por 'radiación' como muestra la figura. Vemos que en el perfil se hacen 4 estaciones (j1 a j4) sobre los puntos 1 a 5 y los puntos intermedios a, b, c, d (entre 1 y 2) y a (entre 3 y 4).

GRAFICO DE LEVANTAMIENTO DE PERFIL LONGITUDINAL



Condiciones De Accesibilidad Y De Observadores

Para el cumplimiento de estas condiciones, se debe tomar en cuenta ciertos criterios y materiales que facilitarán la elección y la accesibilidad del punto más adecuado, teniendo en cuenta lo siguiente:

- PLANOS TOPOGRÁFICOS DEL TRAMO DE CORRIENTE SELECCIONADO Y DE SU RESPECTIVO ENTORNO;
- GEOREFERENCIACIÓN DEL PUNTO DE INSTALACIÓN CON COORDENADAS X,Y,Z" DENTRO DEL SISTEMA GEODÉSICO NACIONAL;
- BATIMETRÍA DEL TRAMO SELECCIONADO Y PERFILES (NIVELADOS CON ALTA PRECISIÓN)
DE SUS SECCIONES CARACTERÍSTICAS;
- FOTOGRAFÍAS DE LAS SECCIONES CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO.
- EN CUANTO A LOS OBSERVADORES DEBEN ESTAR CAPACITADOS PARA ESTA TAREA SEGÚN LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - a. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS, CON DIAGRAMAS;
 - b. REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RUTINA DE LOS INSTRUMENTOS Y MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE AVERÍAS O DEFECTOS GRAVES;
 - c. PROCEDIMIENTOS PARA HACER LAS OBSERVACIONES;
 - d. HORAS ESTABLECIDAS DE OBSERVACIÓN;
 - e. FORMA DE RELLENAR LOS CUADERNOS DE TERRENO O LOS DIARIOS DE LAS ESTACIONES;
 - f. ENVÍO DE LOS INFORMES A LA OFICINA CENTRAL.

Después de la capacitación teórica se desarrollo la práctica en campo,

Se hizo la instalación de la mira limnométrica en la micro cuenca la san Guillerma. Se indicó como era la instalación, se repasaron los aspectos vistos en teoría y se aplicaron en campo.

Se determinó el sitio de la instalación y se procedió a su instalación, para poder desarrollar esta actividad fue necesario llevar al sitio algunos equipos para poder desarrollar la actividad adecuadamente.

Se alquilo una planta eléctrica y con la ayuda de un taladro se hicieron las perforaciones en la roca para poder hacer los anclajes de la estructura, una vez se hizo esta actividad se instaló la mira limnométrica de 2 metros de alto adherida a un listón de madera.

Una vez instalada la mira, se procedió al levantamiento topográfico del eje del micro cuenca para poder obtener la información y elaborar el grafico correspondiente, de igual manera se hizo el levantamiento de la sección transversal en el sitio donde se hace el aforo.

En la micro cuenca del chucuri en el 18 se desarrollo la misma actividad.

Se perforó la cimentación del puente para en ella hacer la instalación de la mira, el trabajo de campo es igual al desarrollado en la San Guillerma.

En este sitio el personal de PNN SEYA desarrollo la actividad de topografía, haciendo la práctica de nivelación, haciendo las lecturas tanto de la mira limnométrica como la de topografía, sirviendo esto como una evaluación practica de lo visto en teoría, obteniendo muy buenos resultados entre los funcionarios que participaron en esta actividad.

Los demás estudios topográficos de las diferentes micro cuencas se desarrollaron de la misma manera, tomando los datos en las micro cuencas de La Chimera, La Guamaca, Santa Rosa, La Cinco mil, La Vega, La Paramera, Cascajales, Honduras Alto y El vergelano, dando por terminado el trabajo de campo.

En estas micro cuencas no se pudo instalar las miras limnimetricas pues no había material para su instalación.

Cuadro de geo referenciacion de los estudios topográficos

- Micro cuenca Honduras Alto
Coordenadas: N =1'227.431 E = 1'065.401
- Micro cuenca La Vergelana
Coordenadas: N =1'228.705 E = 1'066.113
- Micro cuenca La San Guillerma
Coordenadas: N =1'232.386 E = 1'069.732
- Micro cuenca Chucuri
Coordenadas: N =1'239.684 E = 1'070.507
- Micro cuenca Santa Rosa/Guamacá
Coordenadas: N =1'209.835 E = 1'076.884
- Micro cuenca Santa Rosa/Santa Rosa
Coordenadas: N =1'212.248 E = 1'079.688
- Micro cuenca: La Chimera

Coordenadas: N =1'191.364 E = 1'075.428

- Micro cuenca: Cinco Mil

Coordenadas: N =1'209.498 E = 1'081.882

- Micro cuenca: La vega

Coordenadas: N =1'209.835 E = 1'076.884

Nota: datos suministrados por el señor Luis Carlos Quintero

ANEXOS

- CARTERAS DE CAMPO
- PERFILES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
- ARCHIVOS FOTOGRAFICOS
- PRESENTACIÓN TEORICA POWER POINT
- FORMATO CARTERA DE NIVELACION

BIBLIOGRAFIA

- Documento:
ESTRUCTURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED
HIDROMETEOROLÓGICA PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PAMPLONITA,
ZULIA, ALGODONAL Y TÁCHIRA, EN EL DEPARTAMENTO NORTE DE
SANTANDER.
- Experiencias propias



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

INFORME FINAL PLANEACIÓN DEL DISEÑO MONTAJE Y OPERACIÓN DE LA RED DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUIES



Grupo de participantes a la Capacitación sobre Planeación del Diseño Montaje y Operación de la Red de Estaciones Hidrológicas Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües Municipio de San Vicente de Chucuri

MEMORIAS DE CAPACITACIÓN

Introducción

La importancia de una red de estaciones hidrométricas en la administración del recurso hídrico entre otras, radica en el conocimiento bajo los protocolos y estándares establecidos, que permiten determinar cantidad en el espacio y en el tiempo de una determinada área. Si se conoce: qué se tiene, dónde y en qué época del año, con información compatible; se puede: apreciar, valorar, conservar, preservar, cuidar, planear, distribuir, asignar y tomar decisiones con mayor precisión y dentro de la normatividad vigente.

La capacitación sobre Planeación del Diseño Montaje y Operación de la Red de Estaciones Hidrológicas inicialmente estaba concebida para un grupo numeroso, incluía empleados de otros parques, y otras organizaciones cercanas al Parque Nacional Serranía de los Yariguies, pero finalmente la administración del evento determinó fuese solo para empleados y contratistas de los municipios de San Vicente de Chucuri, El Carmen de Chucuri y Simacota. En total fueron 9 personas, divididos en dos grupos de trabajo; uno de tres personas con asentamiento en Simacota y el otro de seis en San Vicente de Chucuri.

La capacitación sobre Planeación del Diseño, Montaje y Operación de la Red Hidrológica se realizó con los instructores Luis Carlos Quintero León Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales y Julio Martin Hernández, topógrafo, bajo la coordinación del Administrador del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies Libardo Suarez Fonseca.

En concordancia con la orden de trabajo y ante la inexistencia de una red, se dio énfasis a lo que tiene que ver con Planeación Participativa del diseño y montaje de una red de estaciones hidrométricas, de otra parte la necesidad del montaje de otras redes en otras áreas de la institución; en cuanto a la operación y mantenimiento de la red, los educandos adquirieron lo básico, constituido en la instalación de miras, impartir instrucciones al observador de niveles y en realizar aforos líquidos por vadeo.

OBJETIVO

Capacitar a los funcionarios de Parques Nacionales Naturales Serranía de los Yariguies responsables de la administración del recurso hídrico para implementar y apoyar el emplazamiento y montaje de una red hidrométrica que posibilite la toma de información compatible bajo parámetros homologados y estandarizados de la normatividad vigente regulada en el Sistema de Información Nacional Ambiental SINA

METODOLOGÍA

La esencia del trabajo de capacitación se centró más allá de cumplir con una orden de trabajo, en preparar adecuadamente y motivar a los participantes en la necesidad de consolidar la red de estaciones hidrométricas que posibilite una mejor administración del recurso hídrico del área de jurisdicción de Parques Nacionales Serranía de los Yariguies

El desarrollo de la capacitación se realizó en cuatro etapas en cada una de las sedes administrativas Simacota y San Vicente de Chucuri; las dos primeras se refirieron a lo relacionado con planeación del diseño y Montaje, la tercera a la topografía y la cuarta a la práctica de aforos líquidos.

1. Se empezó por socializar los resultados y conclusiones del documento Caracterización y Estrategias de Monitoreo realizado al Parque Nacional Serranía de los Yariguies en el año 2008, en esta etapa por insinuación de los participantes se construyó un glosario con conceptos técnicos de cada uno de los temas relevantes que aparecen en el documento del informe final como palabras clave; en esta misma etapa se prosiguió impartiendo aprendizaje teórico con la participación de todos y cada uno de los integrantes, resolviendo interrogantes dudas y proyectando situaciones; del mismo modo como forma de incentivo se planteó y definió verificar el nivel de aprendizaje mediante evaluaciones de las experiencias del día inmediatamente anterior; esto permitió no solo evaluar las respuestas sino la pregunta, pues en algunas ocasiones la pregunta se prestó para interpretarla en forma diferente a la planteada, lo cual permitió generar discusiones y finalmente reafirmar conceptualizaciones.

2. Esta etapa se efectuó mediante la práctica de campo. El cronograma y planeación de salidas de campo se ejecutó a partir de la propuesta realizada en el año 2008 con base en información cartográfica y teniendo en cuenta el conocimiento de los educandos en lo que se refiere a vías, hospedaje y tiempos de desplazamiento entre otros; el acompañamiento fue esencial para despejar dudas y propiciar confianza en toma de decisiones objetivas; posteriormente el ejercicio se hizo sin acompañamiento, pero con revisión de resultados para consolidar decisiones de emplazamiento con base en la información primaria de campo adquirida y evidencias fotográficas y cartográficas. Esta práctica permitió consolidar los conocimientos del posicionador satelital, en la búsqueda de coordenadas establecidas

Es de destacar que las visitas de campo con propósitos de emplazamiento de estaciones hidrométricas se lograron realizar en épocas de estiaje, lo cual es recomendado para esta actividad

3- La instrucción topográfica se ofreció inicialmente teórica y seguidamente práctica con los montajes de las estaciones hidrométricas definidas. Esta práctica permitió mostrar la cantidad de detalles e insumos requeridos que se requiere prever en la planeación para el montaje operación y/o mantenimiento de una estación Limnimétrica. De otro lado se pudo resumir las actividades más importantes de la siguiente manera:

- REALIZAR BATIMETRÍA A CADA SECCIÓN DE ESTACIÓN LIMNIMÉTRICA
- AMOJONAMIENTO DE BM , PRD, PRI Y SECCIÓN DE AFOROS
- APORTAR LOS ELEMENTOS TÉCNICOS DE PREINSTALACIÓN DE MAXIMETRO EN LAS ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS SELECCIONADAS.
- CAPACITAR AL PERSONAL DE PARQUES EN LO RELACIOANDO CON INSTALACIÓN DE ESTACIONES LIMNIMETRICAS
- APOYAR LAS ACTIVIDADES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO COOPERACIÓN ORGANISMO AUTÓNOMO DE ESPAÑA DE MANERA CONJUNTA CON EL PROFESIONAL ENCARGADO DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE RECURSO HÍDRICO.

Vale la pena mencionar que por la inexperiencia en el tema se observó la subjetividad de un neófito en la materia para indicar el emplazamiento de una sección de miras y de aforos, al no considerar turbulencias, remolinos y remansos.

4- Durante la práctica se estrenó el equipo de aforos o molinete o correntómetro marca OTT referencia C-31, que viene con dos rotores para aforos a corrientes de alta y baja velocidad, además trae un contador digital con múltiples funciones y conexión para bajar información a CPU. La práctica de aforos líquidos fue muy limitada, pues el equipo llegó al finalizar la orden de trabajo situación que no permitió desarrollar todo lo previsto en la orden. El conocimiento del costo del

equipo en el mercado fue un insumo que avisa del cuidado y mantenimiento requeridos en la operación, transporte y almacenamiento que se deben considerar para su conservación y aprovechamiento eficaz. Cualquier golpe puede ser fatal.

Durante cada temática se pidió a los participantes que prestaran especial atención a los puntos vitales, del mismo modo se informó que los conocimientos adquiridos son validos para desarrollar en cualquier institución a lo largo y ancho del país, por lo tanto toda las temáticas fueron manejadas bajo estándares establecidos nacional e internacionalmente, lo cual garantiza el desarrollo de los módulos.

Como complemento a la temática se brindo a los participantes capacitación sobre meteorología como uno de los insumos del marco conceptual de medición de parámetros en cada una de las fases del ciclo hidrológico en una cuenca hidrográfica.

Se detecta en los participantes cierta apatía de éxito en la consolidación de la red de estaciones hidrométricas por los costos no solo de recurso humano sino de equipos e insumos o ven incertidumbre de posibilidades de su implementación. Al mismo tiempo se evidencia el temor de una carga de trabajo adicional por la responsabilidad que ello implica y las metas y objetivos que en la actualidad tienen pactados para desarrollar. A este respecto es fundamental que la Administración del Parque apoyada por la Dirección Territorial Norandina, internalice todos los resultados obtenido y posibilite el ajuste de compromisos laborales de los funcionarios y/o términos de referencia para la contratación de personal por contrato.

En cierta forma se presenta una dualidad con la implantación de la red de estaciones hidrométricas, de un lado los funcionarios ven la necesidad de esta herramienta; mas sin embargo es indudable que a pesar de la importancia estratégica del manejo administración y conservación del recurso hídrico existen y se observan debilidades institucionales, técnicas y personales, que deben ser superadas dada la trascendencia y la coyuntura de las inversiones institucionales para la administración manejo y conservación del parque Nacional natural

Serranía de los Yariguies; es allí donde la institucionalidad deberá ser consecuente con la importancia que representa el recurso hídrico como valor objeto de conservación; situación que obligará a ajustes directos en los procesos de planeación presentes y futuros del área natural protegida. De momento existe un proceso de planeación de compromisos laborales que responden a concertaciones que en su momento poco o nada tienen que ver con la red de estaciones hidrométricas, situaciones que deberán ser ajustadas y/o modificadas considerando la prioridad establecida por la Institución

Resumen caracterización Yariguies

Luego de realizada la presentación del resumen sobre caracterización estrategias de monitoreo se pudo concluir.

En primer lugar que el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies no ha adelantado la gestión de socializar con la CAS la propuesta de clasificación y codificación de microcuencas compartidas como resultado de este estudio y que debe ser una condición para interactuar las autoridades ambientales, en atención a que existen limitaciones frente a las jurisdicciones y responsabilidades institucionales, tal es el caso que en el desarrollo técnico del proceso se ha mencionado y que hace relación a la unidad de cuenca cuya relación con el parque limita su actuación, toda vez que la CAS tiene la mayor jurisdicción y responsabilidad siendo obligante la interacción para una actuación responsable. Ya que dentro de las microcuencas (como unidad de estudio) establecidas que nacen dentro del área del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies no hay ninguna cuenca completa. Siendo la mayor la Cuenca del Opón en especial la microcuenca Honduras Alto. Esta circunstancia es un aspecto estructurante que limita o condiciona el emplazamiento de una estación hidrométrica, aquí cobra

especial interés la coordinación interinstitucional, no solo con la CAS sino con el IDEAM e incluso los Municipios de la jurisdicción.

Igualmente se encontró una limitación importante en la internalización de los resultados y la socialización del avance del primer estudio de caracterización del recurso hídrico que es base fundamental para el logro de los propósitos presentes y futuros de la administración y conservación del recurso hídrico no solo en la marco de lo institucional sino interinstitucional y social por la interdependencia de todos los factores asociados al desarrollo en la región. Es importante mencionar que el primer estudio muestra la proporcionalidad de área de cada una de las cuencas Opón, Suarez y Sogamoso versus la producción de agua promedio con base en las áreas. La oferta hídrica en las diferentes épocas del año y el comportamiento de la precipitación en el área del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies.

Río Opón

| | |
|--|-----------------|
| Área total | 385.440 Ha |
| Número de microcuencas | 20 |
| Nacen dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yariguies | 8 |
| Área dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yariguies | 33.398 Ha |
| Porcentaje de área | 8.7 % del total |

| Microcuenca | Código | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|----------------|---------|----------------|----------------|
| Honduras | 2314216 | 70,7 | 4699,6 |
| Vergelano | 2314217 | 4106,7 | 529,8 |
| Honduras Alto | 2314218 | 4633,3 | 625,1 |
| La Cristalina | 2314428 | 705,3 | 5783,5 |
| Cascajales | 2314429 | 7065,4 | 3640,1 |
| La Aragua | 2314419 | 8698,1 | 2559,4 |
| La Verde | 2314425 | 2005,6 | 16283,8 |
| La Araya | 2314426 | 6113,4 | 5115,3 |
| Totales | | 33398,5 | 39236,6 |

Río Suárez

| | |
|---|-----------------|
| Área total | 403.880 Ha |
| Número de microcuencas | 24 |
| Nacen dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 4 |
| Área dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 14.634 Ha |
| Porcentaje de área | 3.6 % del total |

| Microcuenca | Código | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|-------------------|---------|----------------|---------------|
| Chimera | 2401116 | 3645 | 20435 |
| Santa Rosa | 2401114 | 3858 | 6956 |
| Cinco Mil | 2401113 | 6179 | 12002 |
| Chiriviti | 2405111 | 952 | 30240 |
| Totales | | 14634 | 69633 |

Río Sogamoso

| | |
|---|-----------------|
| Área total | 338.397 Ha |
| Número de microcuencas | 24 |
| Nacen dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 5 |
| Área dentro de Parques Nacionales Naturales Serranía de Yarigües | 10.972 Ha |
| Porcentaje de área | 3.2 % del total |

| Microcuenca | Código | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|-------------------|---------|----------------|---------------|
| Los Medios | 2405526 | 1417 | 4875,7 |
| Las Cruces | 2405529 | 2259 | 3438 |

Planificación para el diseño de la red de hidrología del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües

El objetivo de la implementación de la red hidrométrica quedó claro entre los participantes, y son conscientes de la inversión que ello implica, atender el conocimiento cuántico sin descuidar la necesidad del complemento del monitoreo sobre calidad del recurso hídrico.

La planificación se realiza en forma participativa siguiendo la metodología de las preguntas establecidas en la orden de trabajo y teniendo en cuenta las variables y parámetros previamente definidos.

Se definió en concordancia con el programa de observaciones de la guía del protocolo IDEAM que las variables que se deben contemplar son: Nivel en metros, velocidad de la corriente en m/s, ancho de la sección en metros, profundidad en metros, área en m² y caudal en m³/s.

¿Dónde se deben observar las variables definidas? Las variables a observar se previeron ejecutar en las estaciones hidrométricas seleccionadas, en razón a sus características técnicas favorables y de accesibilidad que permiten cuantificar esas variables dentro de los programas de medición, con miras a construir hidrogramas a partir de curvas de gasto, ofrecidas en la relación nivel - caudal.

Dentro del programa de observaciones las preguntas ¿Dónde se va a medir? y ¿Cuándo se va medir? Es una respuesta de toma de decisión a nivel directivo por cuanto implica manejo presupuestal que dentro de los participantes no hubo, razón por la cual se optó por tomar la menos costosa o más viable económicamente, con la pretensión de dar inicio a la operación de ellas, con miras a que en la medida del conocimiento y de las necesidades, se jalone y se pueda ir implementando, por ello se convino en el montaje de estaciones para aforo por vadeo, descartando los aforos por suspensión que requieren puente hidrométrico

o tarabita e implementos para la utilización del molinete o correntómetro como son la cola direccional, el malacate y el escandallo de 50 y 100 libras.

De todo lo anterior se infiere que el proceso que el parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies ha venido desarrollando responde a un ejercicio priorizado con un componente fuerte de recuperación y construcción de conocimiento así como de ajuste profesionalización y actualización de los equipos de trabajo ubicados en cada una de las microcuencas sobre las que el área natural ejerce gobernabilidad y control; es un avance y una inversión que deberá ser sostenida a mediano y largo plazo teniendo en cuenta que para la UAESPNN el tema de la regulación y manejo del recurso hídrico es una temática vertebral presente y futura asociada a la administración de los recursos naturales objeto de su misión institucional y será un baluarte determinante para la búsqueda de la sostenibilidad financiera para las áreas naturales protegidas.

Aún así no existe rubro presupuestal de personal, insumos, equipo de topografía compra de información para empezar la operación de la red hidrológica con 3 estaciones montadas y siete mas referenciadas, analizadas con levantamiento topográfico y dispuestas para su montaje y operación; situación que podrá observarse más claramente en los anexos del documento central dónde se podrá ver a detalle los contenidos las implicaciones y los costos que le son inherentes a un desarrollo tan importante como el que construye el área natural con el recurso hídrico .

Inicialmente se acordó que para la institución, es pertinente emplazar una estación por microcuenca, es decir 5 de la cuenca Sogamoso, 8 de cuenca del Opón y 4 de la cuenca del Suárez, sin embargo existen factores estructurantes, condicionantes y limitantes que de momento condicionan la posibilidad, que podrían atenuarse con decisiones conjuntas con la CAS, doliente común de esa administración del recurso, con jurisdiccionalidad en esas microcuencas. Por

ejemplo para el caso de las microcuencas Araya y Aragua dónde en la actualidad no solo se dificulta el acceso la calidad y posibilidad de observador, sino que los costos del montaje de una estación dónde se requiera puente o tarabita son muy puntuales, de otro lado juegan los intereses de la CAS, en atención a sus responsabilidades jurisdiccionales que requiere procedimientos administrativos mucho más complejos como lo podría ser una licitación en atención a sus inversiones, estas consideraciones resultan siendo determinantes si nos atenemos a los alcances que la red se proponga dentro de cada una de sus fases de desarrollo.

No sobra mencionar que los costos para una estación limnométrica para aforo por vadeo que fue la finalmente adoptada a montar, también pueden ajustarse, ya que pueden operar sin maxímetro, con miras o reglillas de variada calidad con precios que oscilan entre \$30.000 y \$60.000, la madera los rieles la pintura tornillería y demás elementos son precios muy variables.

Estas particularidades se van asumiendo y aprendiendo a partir de la operación de la red, pero también de la experticia que vayan adquiriendo los funcionarios en su desempeño y en los intereses institucionales para el manejo y análisis de la información.

Dentro de la capacitación se ofreció un detallado listado de insumos y equipo pormenorizado de los elementos requeridos para el montaje de una estación hidrométrica, detalles mayores pueden ser observados en el documento anexo.

Los análisis asociados a la calidad de la información implica el abordar presupuestos que definen la exactitud de las mediciones, pues a mayor número de mediciones de caudal por estación para cubrir los diferentes niveles, habrá mayor grado de precisión, pero implica mayores costos en la operación de la red. De otro lado la implementación de equipos sofisticados con respuestas en tiempo real son también de más valor ¿Por cuánto tiempo trabajaría la red? La variabilidad de las

fases del ciclo hidrológico que permiten determinar el comportamiento de la escorrentía o cantidad de agua que nos ocupa requiere un tiempo no menor a 10 años por cuanto que ese procedimiento no es cíclico, sin embargo amerita considerar un estudio investigativo de tiempo indefinido, dadas las circunstancias de variabilidad presentes, con mayor frecuencia y hoy teniendo en cuenta la drasticidad con la que los fenómenos de cambio climático muestran sus efectos en el territorio lo cual amerita a lo indefinido de los tiempos de operación de una red.

El tema de actividades de la red hidrológica se dejó plasmado pero no se profundizó en razón a que no se dispone de información primaria la cual determina los alcances y las necesidades futuras de la operación de la red, es por ello que las inversiones aquí realizadas son una fase preliminar del proceso el cual deberá ser fortalecido y como se menciona en las conclusiones del documento, es un capítulo que requiere adiestramiento especializado, equipo, base de datos, software para cálculo de aforos entre otros.

La Red Hidrológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies

Para la concepción de la red hidrológica del Parque Nacional Serranía de los Yariguies se partió del marco conceptual del ciclo hidrológico para obtener el balance hídrico de una cuenca típica de una región subhúmeda. Se pudo observar la complejidad del movimiento de las variables afluente, Almacenamiento y efluente, para finalmente detenernos en el efluente de caudal superficial.

Del mismo modo se evidencio la importancia de la conformación de la red y la responsabilidad y dedicación necesarios para atender una red hidrológica que requiere de la armonía de todo un equipo de trabajo con diferentes funciones para apoyar la administración del recurso hídrico.

Los criterios para el establecimiento de las estaciones de aforo por vadeo se fundamentan en el suministro de información básica del programa de observación de niveles y caudales, ancho de la sección, profundidades de la sección de aforos, velocidad del agua y propiciar la base de estudios estadísticos.

Los factores para el establecimiento de estaciones hidrométricas fundamentales o estructurantes como: el porqué y el para qué de la localización y las características de la estación, condicionantes como la estabilidad de la sección, problemas de orden público, accesibilidad, falta de observadores y limitantes como falta de equipos para aforos por suspensión, puentes, tarabitas, se tuvieron en cuenta para optar por establecer estaciones para aforo por vadeo.

En cuanto a la infraestructura y equipo requeridos en una estación hidrométrica se vieron los diferentes tipos de aforo como son: suspensión, angular, bote cautivo, vadeo, volumétrico, flotadores y lancha en movimiento, sin embargo para operar en las estaciones elegidas se contemplan aforos por vadeo; y en suspensión, de momento dónde haya puente.

Protocolo del monitoreo del agua

La importancia del monitoreo del protocolo del agua de calidad y cantidad radica en la estandarización y homologación de información compatible que permita intercambio y utilización de esa información interinstitucional, local, regional, nacional e internacional a través del SIA organización del Sistema de Información Ambiental del IDEAM que orienta y valida esta acción.

Se dio a conocer el marco legal en dónde va inmerso el uso de la información requerida cuya obligatoriedad recae en las instituciones encargadas misionalmente de la administración del recurso hídrico a nivel nacional, entre ellas

la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) y su relación con el propósito de proveer y mantener bienes y servicios ambientales

Del mismo modo se informó que el IDEAM es la institución encargada de suministrar la guía oficial a nivel nacional para llevar a cabo el monitoreo y seguimiento del agua, documento disponible en la página www.ideam.gov.co, de donde se sacó la información para suministrar al personal capacitado.

No sobra mencionar que todo el desarrollo técnico y jurídico está asociado a la responsabilidad institucional que el IDEAM tiene para con el recurso hídrico y toda la normatividad asociada tiene relación con jurisprudencia y normas establecidas para la funcionalidad de dicha instancia y soporta particularidades establecidas en desarrollos jurídicos internacionales definidos para estos propósitos; todos estos elementos fueron compartidos dentro del ejercicio del programa de capacitación.

ACLARACIONES AL DOCUMENTO FINAL

Diseño de la red hidrológica del parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies

OPON

| Microcuenca | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|---------------|----------------|---------------|
| Honduras | 70,7 | 4699,6 |
| Vergelano | 4106,7 | 529,8 |
| Honduras Alto | 4633,3 | 625,1 |
| La Cristalina | 705,3 | 5783,5 |
| Cascajales | 7065,4 | 3640,1 |
| La Aragua | 8698,1 | 2559,4 |
| La Verde | 2005,6 | 16283,8 |
| La Araya | 6113,4 | 5115,3 |
| Totales | 33398,5 | 39236,6 |

SUÁRE

| Microcuenca | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|-------------|----------------|---------------|
| Chimera | 3645 | 20435 |
| Santa Rosa | 3858 | 6956 |
| Cinco Mil | 6179 | 12002 |
| Chiriviti | 952 | 30240 |
| Totales | 14634 | 69633 |

SOGAMOSO

| Microcuenca | Área Dentro Ha | Área Fuera Ha |
|---------------|----------------|---------------|
| Los Medios | 1417 | 4875,7 |
| Las Cruces | 2259 | 3438 |
| La Paramera | 1285 | 6836 |
| Chucuri | 2262 | 4755 |
| San Guillerma | 3749 | 3773 |
| Totales | 10972 | 23677,7 |

De las 17 microcuencas con que cuenta el Parque Nacional Serranía de los Yariguies distribuidas así: 8 de la cuenca del Opón, 4 de la cuenca del Suárez y 5 de la cuenca del Sogamoso, el proceso del diseño de la planeación montaje y operación de la red de estaciones hidrométricas participativo para llegar a proponer en concreto el montaje y operación de 8 estaciones señaladas en el gráfico (Microcuencas Vergelano y cascajales de la cuenca del Opón; Chimera, Santa Rosa y Cinco Mil de la cuenca del Suárez y Las Cruces, Chucuri y San Guillerma de la cuenca del Sogamoso) están justificadas en concordancia con los conocimientos teóricos prácticos de análisis y discusión con los participantes de la información primaria colectada con evidencias fotográficas de cada una de las microrcuencas de jurisdicción del parque (ver anexos); en esta actividad se tuvo en cuenta las condiciones técnicas en lo que tiene que ver con el marco conceptual, emplazamiento, (sitio apropiado con escenario de estabilidad y encajonamiento de las márgenes del cauce, observar que aguas arriba de la sección elegida tenga una longitud de 5 veces el ancho en forma recta, donde se divise uniformidad y homogeneidad de velocidad, sin que sea demasiado brusca o de remanso, inexistencia de vegetación dentro del cauce), visualización

cartográfica (Consiste en observar el comportamiento físico de la red hidrológica de cada sector, dónde se perciba el sitio de colección de fuentes más representativo y cercano al lindero del parque, en algunos sectores amerita dos estaciones), topografía relacionada con perfiles, longitudinales, batimetría, transversales (determina la morfometría y pendientes de los lechos transversal y longitudinal de la sección del sitio elegido dónde se realizaran las lecturas de nivel del cauce y los aforos líquidos y posible sitio de ubicación del maxímetro), base medida, punto de referencia derecho, punto de referencia izquierdo, (estos son sitios materializados que requieren ser visualizados por el operario de la estación que contienen información topográfica de altura sobre el nivel del mar y coordenadas de ubicación satelital) cero de la mira de las secciones de mira y de aforo (es información que debe aparecer en la base de datos y memorias de cada estación junto con la anterior información para realizar reinstalaciones o mantenimiento de las secciones de aforo y de limnómetro o de mira)

Otros criterios tenidos en cuenta para la selección ideal de una estación de aforos son los siguientes:

La corriente total debe estar confinada en un solo cauce para todos los niveles y no pueden existir corrientes subterráneas.

El lecho del río no debe estar sujeto a socavaciones ni rellenos y debe estar libre de plantas acuáticas.

Las orillas deben ser permanentes lo suficientemente altas para contener las crecidas y deben estar libres de arbustos.

Debe haber controles naturales inalterables (estabilidad) afloramiento de rocas en el fondo o un cañón estable durante el estiaje.

El sitio de aforo debe estar lo suficientemente aguas arriba de la confluencia con otro río para evitar toda influencia variable que puedan ejercer sobre el nivel en el sitio de la estación.

Se debe disponer de una longitud de tramo suficiente para medir el caudal a todos los niveles dentro de una razonable proximidad de la estación de aforo. No es

necesario que las mediciones para aguas altas y bajas se efectúen en la misma sección transversal del río;

El sitio debe ser fácilmente accesible para facilitar la instalación y el funcionamiento de la estación de aforo;

El sitio debe disponer de instalaciones de telemetría o transmisión por satélite, si se requieren;

Adicional a esto se tuvo en cuenta los factores fundamentales o estructurantes es decir el porqué y el para qué de la localización de cada una de las estaciones.

Aquí es importante destacar que habida consideración a que dentro del área de jurisdicción del Parque Nacional Serranía de los Yariguies no existe una unidad de cuenca o microcuenca completa o es compartida, su ordenación y manejo requiere una comisión conjunta en este caso con la Corporación Autónoma Regional de Santander de acuerdo al decreto 1729 del 2002.

El porqué está referido a que el sitio elegido para emplazar la estación hidrométrica de acuerdo al protocolo establecido, reúne las condiciones técnicas, operativas, estructurantes, condicionantes (son los referidos a las limitaciones propias de cada localización, cómo: Dificultad de acceso, seguridad de los equipos, presencia de obstrucciones que aumenten errores, voluntad y disposición para autorizar la instalación, disponibilidad de observadores locales (calidad, continuidad y confiabilidad), y limitantes (Se refiere al equipo de medición, al tipo de estación, capacidad, precisión, exactitud, rangos, limitaciones etc., los cuales pueden restringir las posibilidades de establecer los datos requeridos).que garantizan la obtención de información compatible con los protocolos de homogenización y estandarización.

Es de mencionar que este ítem en razón al equipo adquirido (molinete o correntómetro) se planteó la posibilidad de iniciar la primera fase de operación de ocho estaciones hidrométricas con instalación de estaciones para aforo por vadeo, de ellas, quedaron instaladas sin maxímetro, tres: Las Cruces Chucurí y San

Guillerma. El costo pormenorizado de este tipo de estación esta por el orden de \$1'085.000 (ver anexos)

Es importante tener en cuenta que encontrar un sitio que satisfaga todos los criterios no es muy fácil por lo tanto es necesario seleccionar el más conveniente.

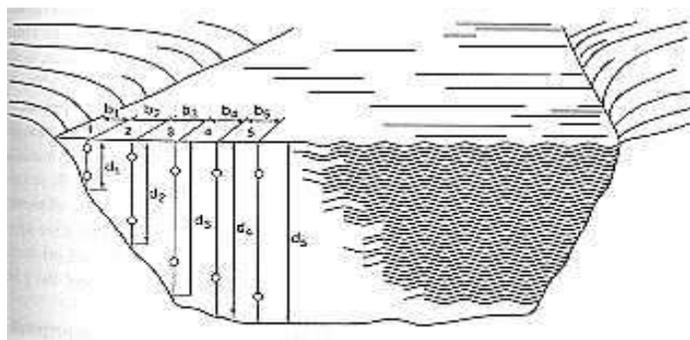
Definidos los sitios o lugares de emplazamiento de las estaciones que conforman la red de hidrometría (medir el agua), se establecieron las secciones (sector del rio cauce o quebrada) de aforo y de mira o limnometro y se establecieron las variables a observar.

El objetivo de la estación hidrométrica o de aforos es suministrar registros sistemáticos de aforos y niveles. Como es difícil realizar una medición continúa de caudal, los registros de caudal se calculan con ayuda de la relación de nivel y caudal, pero se requieren aforos a diferentes niveles (altos, medios y bajos).

Las variables a observar en la estación hidrométrica proyectada a operar es:

De cuantificación: Escorrentía superficial

(Se denomina **escorrentía superficial** al agua procedente de la lluvia que circula por la superficie de los cauces. La escorrentía superficial es función de las características topográficas, geológicas, climáticas y de vegetación de la cuenca y está íntimamente ligada a la relación entre aguas superficiales y subterráneas de la cuenca).



Vista de la sección transversal de un río en el que se muestra la ubicación de los puntos de observación

Selección del sitio de aforo

No es necesario que la medición del caudal se haga en el lugar exacto en que se ha instalado la estación de aforo, ya que el caudal es normalmente el mismo en las proximidades de la estación. Los sitios seleccionados para las mediciones de caudal deben tener las siguientes características:

- a) velocidades paralelas en todos los puntos y que formen ángulo recto con la sección transversal de la corriente;
- b) curvas regulares de distribución de velocidad en la sección, en los planos vertical y horizontal;
- c) velocidades superiores a 0,150 m s⁻¹;
- d) lecho del río uniforme y estable;
- e) profundidad superior a 0,300 m;
- f) ausencia de plantas acuáticas;

Para realizar esta medición se tiene en cuenta las secciones del río (previamente definidas) para aforar y medir los niveles de la lámina de agua que pasa por esa sección, de modo que se mide en metros el ancho y las profundidades de cada una de las abscisas (puntos de observación de la velocidad del agua). Entre una y otra abscisa no debe pasar más del 10 % del total del caudal de la fuente; el número de abscisas para un aforo está por el orden de 15 incluyendo los extremos del ancho de la fuente, río o quebrada.

La profundidad se mide desde la superficie; desde nivel del agua hacia el fondo del cauce. A partir de esta información se aplican los diferentes métodos (ver anexos) utilizados de observación de la velocidad (molinete o correntómetro) de la corriente que permite determinar la velocidad media de cada vertical o abscisa.

Otro elemento requerido para el cálculo del aforo o caudal que pasa por una determinada sección de aforo lo constituye el área de la lámina de agua que se debe medir en metros cuadrados y corresponde al perímetro del polígono formado por el nivel del agua y la profundidad del lecho del cauce en el sitio de la sección de aforos que esta demarcado entre el punto de referencia derecho y el punto de

referencia izquierdo materializado en la toma de información topográfica; ese comportamiento es fluctuante por los cambios ocurridos después de una avenida o fuerte aumento de caudal, al arrastrar material o depositar en la sección de aforos. Finalmente la cuantificación de la escorrentía ha determinado nivel de profundidad de la lámina de agua en el momento de realizar la meda del caudal se da en metros cúbicos por segundo m^3/seg . Y corresponde a la sumatoria de caudales de cada una de las secciones entre abscisas que está dada por la formula $Q = A \cdot V$

$Q =$ Caudal en m^3/seg

$A =$ Área en m^2 corresponde al polígono formado por la lámina de agua ente dos abscisas el nivel de la lámina de agua y la profundidad del lecho de la fuente.

$V =$ Velocidad dada en m/seg corresponde a la velocidad media producto del cálculo del promedio de las velocidades medias entre las verticales o abscisas de cada sección.

Para hallar la velocidad de la vertical de cada una de ellas se utiliza el correntómetro o molinete, teniendo en cuenta el método más apropiado que está en función de la lámina de agua que se quiere medir (ver anexos)

La velocidad se calcula a partir de las revoluciones o vueltas que da el molinete durante el tiempo de observación (50 segundos) cada molinete tiene una ecuación de acuerdo al rotor con el que se opere y dependiendo del rango de revoluciones establecido en cada instrumento.

La otra variable a observar es la correspondiente al nivel limnimétrico o de mira y corresponde al programa de observaciones que consiste en adiestrar, comprometer, revisar y vigilar la calidad de las observaciones en la transcripción de la información en la papelería disponible para esta actividad que debe realizarse todos los días a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde; cuando no sea posible hacer la lectura a la hora convenida anotar la hora exacta de la toma para posteriores ajustes.

Los observadores deberán estar equipados con libretas y/o planillas diarias de la estación formato Ideam en donde las observaciones puedan ser registradas en el

mismo momento de ser efectuadas. Los formularios deben ser de forma que el observador pueda registrar las observaciones diarias. El cuaderno de notas o el diario de la estación debe permanecer en poder del observador, en caso de que se pierda en la transmisión a un centro de proceso de datos.

Los formularios de informe deberán estar diseñados de manera que se puedan copiar con facilidad los resultados anotados en el cuaderno de terreno o el diario de la estación. Una buena solución es tener el formulario de informe idéntico a una página del cuaderno de terreno o al diario de la estación. Al menos, los distintos elementos deberían estar en las mismas columnas o filas en ambos. Debería permitirse un espacio adicional en el diario y tal vez en el formulario de informe, para conversiones o correcciones que deban ser aplicadas a las lecturas originales.

Asimismo, un cuaderno de observaciones con papel carbón entre páginas sucesivas permitirá la fácil preparación de un original para ser despachado a la oficina central, y una copia para el registro de la estación. Este no es un procedimiento satisfactorio si el cuaderno se lleva sobre el terreno, pues la humedad puede hacer fácilmente ilegibles las entradas. Los datos pueden ser directamente insertados en una computadora portátil o fija, ubicada en el sitio de recolección.

El valor de los datos puede ser muy mejorado o devaluado según la calidad de la documentación que los acompañan. Los observadores deben acostumbrarse a hacer comentarios sobre cualquier influencia externa que pueda afectar las observaciones que estén relacionadas con el equipo, la exposición, o que sean influencias transitorias. Además, los formatos de entrada y los formularios deben ser lo suficientemente flexibles para permitir adicionar comentarios junto con los datos finales.

Es importante que los comentarios publicados sean expresados en una terminología normalizada, y es preferible también que se utilice un correcto vocabulario en los informes de terreno.

Sería útil también establecer sistemas de proceso de datos, como la codificación y el marcaje de la calidad de las mediciones, que se lleven a cabo a medida que se hagan las observaciones.

Esto es aplicable particularmente a las observaciones manuales porque obligará al observador a formular una opinión mientras las condiciones están siendo observadas. Los avances recientes que minimizan errores en el proceso de datos procedentes de los libros de mediciones de terreno (lectores ópticos y computadoras de terreno portátiles) permiten la entrada directa de las observaciones en la memoria de la computadora. Estos aparatos permiten un control automático de la calidad de los datos.

Frecuencia en la medición del caudal

Los factores que se deben tener en cuenta para determinar el número y la distribución de mediciones del caudal a lo largo del año, son:

- a) estabilidad de la relación nivel-caudal;
- b) características y variación del caudal estacional;
- c) accesibilidad a la sección de aforo en los diferentes comportamientos de pluviosidad durante el año.

Es necesario efectuar muchas mediciones del caudal en una estación nueva para definir la relación nivel-caudal a través de todos los niveles de la escala. Se requieren pues mediciones periódicas para seguir los cambios en la relación nivel-caudal. Se recomienda un mínimo de 10 mediciones anuales del caudal como mínimo.

Es fundamental determinar adecuadamente el caudal durante las crecidas; además, es esencial que el programa previsto incluya mediciones no rutinarias del caudal en esos momentos.

En época de lluvias, la frecuencia de las mediciones depende del clima, la accesibilidad, el tamaño del río, las características de la escorrentía con pluviosidad alta, y la exactitud requerida.

Recolección de datos

Una vez que se ha completado la fase de diseño de red, que se ha establecido la ubicación general de los sitios de recolección de datos en función de las necesidades operacionales y se han definido los tipos de instrumentos, se da inicio a la operación de la red y es posible acudir a modificaciones que pueden ser necesarias para garantizar la calidad de los datos, por ejemplo la estabilización y limpieza del lecho de un río.

Cuando un sitio ha sido seleccionado y los instrumentos han sido instalados, dos tipos de información serán recopilados: la descripción en detalle del sitio y su ubicación, así como los parámetros hidrológicos que se medirán.

Una vez establecido el sitio, la instalación debe funcionar y mantenerse según los objetivos previstos. En general, esto incluye la ejecución de un plan adecuado de inspección y mantenimiento para garantizar la continuidad y la fiabilidad de los datos, la realización de las mediciones de control y calibraciones periódicas para garantizar la exactitud requerida de los datos.

Identificación de la estación

Para que las series de datos recogidos en un sitio estén suficientemente documentadas debería crearse un sistema de identificación y un archivo de la información descriptiva.

Descripción de una estación

Con base en la información primaria tomada en campo se realizaron descripciones exactas comenzando por el nombre de la microcuenca, fuente, código, nombre de la estación, tipo de estación, ubicación de cada una de ellas con coordenadas, nombre del observador, (ver anexos) igualmente se mencionan las distancias que separan la estación de puntos de referencia de las sedes administrativas del parque. Además se mencionan los trabajos pendientes por realizar

Es importante mencionar que estos puntos se referenciaron con elementos permanentes y claramente identificados.

Debería también estar registrada la fecha en que la estación hizo su primera recolección de datos y aquella en que fue establecida.

En un futuro las estaciones que miden el flujo fluvial y la calidad del agua, la información sobre la ubicación debería también incluir descripciones del caudal aguas arriba y aguas abajo de la estación, la profundidad del agua, una descripción de los bancos en ambos lados del caudal, el material del lecho, así como cualquier irregularidad morfológica que pueda afectar al flujo de agua o su calidad (una curva en un río, una ampliación o reducción del canal, la presencia de una isla, saltos de agua o rápidos o la entrada de un afluente cerca de la estación). Una descripción de los bancos debería incluir la pendiente del curso, la composición y la extensión de la vegetación. El lecho o sedimento puede ser descrito como rocoso, lodoso, arenoso, cubierto de vegetación, etc. La descripción de los alrededores de la ubicación de la estación debería mencionar cambios de pluviosidad que pueden obstaculizar la recolección de datos en el año. Toda

información adicional sobre las condiciones, naturales o no, que pueden influir en los resultados de la medición debería estar registrada. Las modificaciones pasadas y previstas del terreno y fuentes de contaminación deberían estar mencionadas, por ejemplo, fuego de bosques, construcción de caminos, trabajos en minas viejas y uso existente y previsto del suelo.

Operación y Mantenimiento de la red hidrométrica

Las siguientes actividades de mantenimiento deberían ser realizadas en los sitios de recolección de datos a intervalos determinados para garantizar la calidad de la información que se registra. Estas actividades deberían ser efectuadas principalmente por los operarios o inspector encargado de las estaciones.

En todas las estaciones de recopilación de datos se deben llevar a cabo las siguientes actividades: Para las estaciones de medición de caudales:

- a) controlar la estabilidad de los márgenes, si es necesario;
- b) controlar el nivel del agua y la garita de los aparatos, si procede;
- c) controlar y efectuar el servicio a los aparatos de medición de flujo (teleféricos, etc.), si es necesario;
- d) controlar y reparar las estructuras de control, si es necesario;
- e) hacer estudios relativos a las condiciones que predominan en determinado momento y fotografiar los principales cambios de la estación después de que se produzcan fenómenos importantes, de cambios en la vegetación o en el uso de las tierras;
- f) registrar, por escrito, todas las actividades anteriores y sus resultados;
- g) inspeccionar el terreno en los alrededores y aguas arriba, y registrar cualquier cambio importante del uso del suelo o de las características hidrológicas.
- h) dar mantenimiento adecuado a los instrumentos (Miras molinete)
- i) reemplazar o mejorar los instrumentos, según proceda;

Generalidades sobre el diseño de la red

La red de aguas superficiales del Parque Nacional Serranía de los Yariguies está encaminada a realizar un conjunto de las actividades relativas a la recolección de datos, de nivel y caudal, diseñados y procesados para lograr un objetivo que consiste en evaluar cantidad en el tiempo y en el espacio del recurso hídrico para generar información homologada y estandarizada compatible, que permita valorar, conservar, preservar, cuidar, planear, distribuir, asignar y tomar decisiones con mayor precisión y dentro de la normatividad vigente, como una contribución y apoyo a la administración del recurso hídrico.

Por otro lado, la red puede en un futuro operar la red de precipitaciones o red de calidad de aguas al incluir los instrumentos requeridos, es de mencionar que algunos de ellos se encuentran disponibles en el almacén de la institución. Igualmente podría operar en función de alerta de crecidas.

El diseño de red se basó en la necesidad del conocimiento cuántico de la generación de caudal del parque utilizando el protocolo normatizado y teniendo en cuenta los resultados de la cuantificación a partir de información secundaria que generó un caudal promedio de $37.198 \text{ m}^3/\text{seg}$

El análisis socioeconómico de la red además de las ciencias sociales y económicas, esta parte de la estructura del diseño de la red incluye la ciencia política e incluso la política. Esta última desempeña un papel muy importante al realzar los beneficios potenciales del agua, así como también los valores definitivos de la información de la red. Este parte de la estructura ha recibido la menor consideración en el diseño de la red y es probablemente atribuible a dos causas: el tema es difícil de examinar en una forma matemática, objetiva; un examen sustantivo requiere la síntesis de la información proveniente de varias disciplinas, además de la hidrología o la ingeniería de los recursos hídricos. De

esta forma, un diseño de red que incluya un análisis socioeconómico importante resultara probablemente costoso y requerirá mucho tiempo.

El diseño de la red hidrológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües tiene características de red básica y red mínima

Red Básica

El valor de los datos que se derivaran de la red tiene que ver con la utilización ulterior. Sin embargo, muchos de los usos de los datos hidrológicos no son evidentes en el momento del diseño de la red y, por ello, no pueden ser usados para justificar la recolección de datos específicos que, posteriormente, pueden ser de gran valor. De hecho, si a *priori* fueran requeridas justificaciones económicas, se recogerían unos pocos datos hidrológicos. No obstante, la sociedad considera la información como una mercancía que, como los seguros, debe ser adquirida para protegerse ante un futuro incierto.

Esta inversión en el caso de los datos hidrológicos corresponde a una red básica, que fue establecida para proveer la información hidrológica necesaria para futuras decisiones no previstas en materia de recursos hídricos. La red básica suministrará un nivel de información hidrológica de suficiente aplicabilidad, para evitar cualquier error grave en la toma de decisión relativa a los recursos hídricos.

Para conseguir esto, por lo menos tres criterios deben abarcarse:

- a) se debería disponer de un sistema para transferir la información hidrológica desde los sitios en los que se recogen los datos hasta cualquier otro lugar en el área;
- b) también debería existir un medio para estimar la cantidad de información hidrológica en cualquier sitio (o de lo contrario la incertidumbre); y
- c) el conjunto de decisiones debería incluir la opción de recoger más datos antes de que se tome la decisión final.

La red mínima

La primera fase, en la creación de la red hidrológica, fue para el establecimiento de una red mínima. Esta red está compuesta por un mínimo número de estaciones que la experiencia colectiva de servicios hidrológicos de diversos países ha indicado como necesaria para iniciar la planificación del desarrollo económico de los recursos hídricos.

La red mínima evitará serias deficiencias en el desarrollo y explotación de recursos hídricos en una escala equivalente al nivel de desarrollo económico del país. Debe ser desarrollada tan rápidamente como sea posible, incorporando las estaciones existentes según proceda. En otras palabras, la red mínima proporcionará la estructura básica de la red en expansión y el empoderamiento de sus operarios y responsables de la actividad para atender futuras necesidades en ámbitos específicos. Cabe destacar que la red mínima no permite la formulación de planes de desarrollo detallados ni puede responder a las numerosas necesidades desarrollada en materia de explotación y gestión de los recursos hídricos.

Una vez que la red opere, pueden formularse relaciones hidrológicas regionalizadas, interpretarse la información obtenida y los modelos matemáticos, para estimar las características hidrológicas generales, incluidas las precipitaciones y las escorrentías en cualquier lugar. La red básica de estaciones de observación deberá ser ajustada permanentemente hasta que las relaciones hidrológicas junto con la CAS puedan ser desarrolladas en zonas desaforadas para que proporcionen el nivel apropiado de información. Este ajuste resultará lo más posible en un incremento de la densidad de estaciones hidrológicas. Es posible también que pueda reducirse el nivel de datos recogidos con la red básica unificada.

Almacenamiento de datos originales

Los datos brutos, ya sean carteras de campo, (gráficos) o informes deben quedar disponibles luego del procesamiento.

Algunos errores cometidos al hacer los informes y el procesamiento pueden no salir a la luz hasta que los usuarios los examinen. Puede ser necesario también revisar las transcripciones del original o volver a analizar la interpretación de un signo dudoso hecha por el operario.

Los registros de un emplazamiento en particular pueden ser recapturados en respuesta a un desarrollo futuro, o incluso los cambios en la tecnología pueden resultar en una elevación de las normas. En ambos casos, se requiere un nuevo procesamiento de los datos. Por lo tanto, los datos originales deben ser archivados en forma segura. El almacenamiento debe mantenerse separado de la base de datos electrónica y debe estar en un lugar seguro.

Los datos brutos deberían ser accesibles para cualquier usuario. A este efecto, y para comodidad del usuario, el material puede ser archivado en microfilms.

Gestión y almacenamiento de datos procesados

Generalidades

Una descripción completa de los procedimientos recomendados para almacenar y clasificar datos climatológicos figura en la *Guía de prácticas climatológicas [1]* de la OMM. Los datos hidrológicos requieren un tratamiento algo diferente en materia de eficiencia en el almacenamiento, pero se pueden aplicar muchas de las mismas consideraciones. Un breve resumen de los puntos más importantes de la *Guía de prácticas climatológicas* se incluye acá, así como algunas notas relativas a los

nuevos equipos que no figuran en esa *Guía* y concernientes a los datos hidrológicos.

Numerosos países recolectan grandes cantidades de datos climatológicos e hidrológicos, pero no pueden almacenar de todos los datos originales. Sin embargo, antes de destruir los originales, se pueden hacer copias en medios que requieren una pequeña fracción del espacio demandado por los documentos originales. Por ejemplo, un microfilm de datos (en forma de cifras o gráficos) ocupa casi 300 veces menos del espacio de almacenamiento de los registros originales.

La mayoría de los datos digitales son archivados en cintas o discos magnéticos. Como una cinta magnética de 2 500 pies (762 metros), con una densidad de 800 caracteres por pulgada (25 milímetros), puede contener la información de cerca de 250 000 de tarjetas perforadas, el espacio de almacenamiento requerido en la actualidad es una fracción muy pequeña del espacio requerido antes. Copias duplicadas de cintas magnéticas se pueden hacer en minutos, con un costo muy bajo. Del mismo modo, las cintas de papel perforado, utilizadas cada vez menos como forma de almacenamiento permanente en los últimos años, se pueden destruir una vez que los datos han sido transferidos a la cinta magnética, si el espacio de almacenamiento constituye un problema. A menudo se utiliza el microfilm para archivar los datos de manera permanente luego de que se han hecho todas las correcciones. Algunos países almacenan datos en discos CD-ROM, que pueden contener grandes volúmenes de datos y con un fácil acceso.

Las condiciones de almacenamiento para cualquiera de estos soportes deben minimizar la destrucción de registros archivados por efectos del calor excesivo, variaciones de temperatura, alta humedad, polvo, insectos u otros animales dañinos, radiación y fuego. Las cintas magnéticas se deben proteger de las influencias electromagnéticas. En la microfilmación se deben utilizar películas no

inflamables. Cuando sea posible, se debe tener vanas copias de los registros, unas en el centro de captación principal y otras en los centros regionales o en las oficinas o domicilios de los observadores.

A pesar de su prodigioso poder de procesamiento, las microcomputadoras están apenas en el principio de su capacidad por cuanto se refiere al manejo de grandes volúmenes de datos. Por esta razón, se considera que una minicomputadora central o unidad central compartida conviene más para los sistemas de inventario hidrológico a nivel del parque. Sin embargo, parece haber cierta ventaja en la distribución de las tareas de entrada de datos y la validación en los centros equipados con microcomputadores de terreno. Esta estrategia se recomienda porque:

- a) concentra las capacidades limitadas del centro en personal calificado para efectuar las principales actividades de procesamiento de datos;
- b) permite al personal de terreno trabajar en computadores y conocer las técnicas relacionadas. Esto deberá favorecer el desarrollo a gran escala de las capacidades informáticas en el sector hidrológico.

El producto del control de calidad inicial y las etapas de procesamiento abarcan archivos intermedios que pueden ser usados para actualizar ficheros permanentes de bases de datos. Los procedimientos de actualización deberían minimizar el número de actualizaciones que se ejecutan y proteger la integridad de los datos contenidos en los ficheros maestros. Además, la eficiencia con la que se pueden ejecutar las actualizaciones y las extracciones de datos depende de la organización física y lógica de los archivos. Esta sección abordará estos temas, pero consideraremos en primer lugar la cuestión general de controlar el flujo de datos a través de todas las etapas del procesamiento.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Organismo Autónomo Parques Nacionales

Como se puede observar este tema se vio durante la capacitación en forma muy superficial amerita adiestramiento adicional y la consecución de equipos software para cálculo de aforos entre otros que eventualmente podría ser solicitado a instituciones gubernamentales que cuentan con estos insumos como las Car's o el Ideam.