



IDEAM

**INSTITUTO DE HIDROLOGIA,
METEOROLOGIA Y
ESTUDIOS AMBIENTALES**

DOCUMENTO METODOLÓGICO

**ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS
NIVEL DE LOS RÍOS - CAUDAL LÍQUIDO**

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 2 de 70

DOCUMENTO METODOLÓGICO

ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS NIVEL DE LOS RÍOS - CAUDAL LÍQUIDO

1.	ANTECEDENTES	7
2.	DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA.....	8
2.1.	DISEÑO TEMÁTICO/METODOLÓGICO.....	8
2.1.1.	Necesidades de información	8
2.1.2.	Objetivos	10
2.1.3.	Alcance	10
2.1.4.	Marco de referencia.....	11
2.1.5.	Diseño de indicadores.....	27
2.1.6.	Plan de resultados.....	27
2.1.7.	Diseño del formulario o cuestionario.....	31
2.1.8.	Normas, especificaciones o reglas de validación consistencia e imputación.....	31
2.1.9.	Nomenclatura y clasificaciones utilizadas.....	33
2.2.	DISEÑO ESTADISTICO.....	33
2.2.1	Componentes básicos del diseño estadístico.....	34
2.2.2	Unidades estadísticas.....	37
2.2.3	Periodo de referencia y recolección	37
2.2.4	Diseño muestral (aplica en investigaciones por muestreo)	38
2.3.	DISEÑO DE LA EJECUCION.....	40
2.3.1	Sistema de capacitación.....	40
2.3.2	Actividades preparatorias	40
2.3.3	Diseño de instrumentos	40
2.3.4	Recolección de la información.....	40
2.4.	DISEÑO DE SISTEMAS	42
2.4.1.	SOFTWARE.....	43
2.4.2.	Base de Datos	47
2.4.3.	Seguridad.....	48
2.5.	DISEÑO MÉTODOS Y MECANISMOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD	48
2.6.	DISEÑO DE PRUEBAS PILOTO	60
2.7.	DISEÑO DEL ANALISIS DE RESULTADOS	60

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 3 de 70

2.8.	DISEÑO DE LA DIFUSION	60
2.8.1.	Administración del repositorio de Datos	60
2.8.2.	Productos e instrumentos de difusión	61
2.9.	DISEÑO DE LA EVALUACIÓN.....	62
3.	DOCUMENTACION RELACIONADA	63

Lista de Graficas

Gráfico 1.	Ciclo Hidrológico.....	12
Gráfico 2.	Molinetes con aditamentos.	15
Gráfico 3.	Perfilador Acústico –ADCP en Mediciones.....	15
Gráfico 4.	Calculo de aforos Método Semi-sección.....	20
Gráfico 5.	Calculo de aforos Método Semi-sección.....	20
Gráfico 6.	Curva de Gastos o Curva de Calibración.	21
Gráfico 7.	Salidas Valores Medios Diarios de Niveles año 2010.....	29
Gráfico 8.	Salidas Valores Medios Mensuales de Niveles periodo 2010 - 2015.....	29
Gráfico 9.	Salidas Valores Medios Diarios de Caudales año 2010.	30
Gráfico 10.	Salidas Valores Medios Mensuales de Caudales periodo 2010 - 2015.	30
Gráfico 11.	Tipo de errores.	32
Gráfico 12.	Territorio colombiano.	35
Gráfico 13.	Módulos de la plataforma DHIME. Fuente “2.4.01_DocArquitectura v1.5.docx”	42
Gráfico 14.	Procesos apoyados por DHIME. Fuente “2_Manual_usuario.docx” DHIME.....	43
Gráfico 15.	Modulo Personalizado Registro Niveles.....	49
Gráfico 16.	Modulo Personalizado Registro Niveles.....	49
Gráfico 17.	Modulo Personalizado Registro Niveles.....	50
Gráfico 18.	Modulo Personalizado.	51
Gráfico 19.	Modulo Personalizado.	51
Gráfico 20.	Modulo Personalizado Captura Aforo Líquido.	52
Gráfico 21.	Modulo Personalizado Carga Aforo Líquido.	52
Gráfico 22.	Modulo Personalizado Almacenamiento Información Aforo Líquido.....	53
Gráfico 23.	Modulo Personalizado Almacenamiento Información Aforo Líquido.....	53
Gráfico 24.	Grafico N°15 Modulo Personalizado Como ver la información.....	54
Gráfico 25.	Modulo Personalizado datos almacenados de Aforo Líquido.	54
Gráfico 26.	Modulo Personalizado Perfil de aforo líquido.....	55
Gráfico 27.	Modulo Personalizado Lista de Tablas de Calibración.....	56
Gráfico 28.	Modulo Personalizado Valores Curva de Gastos.....	56
Gráfico 29.	Modulo Personalizado Lista de Tablas de Calibración.....	57
Gráfico 30.	Modulo Personalizado de Valores Nivel Caudal	57
Gráfico 31.	Modulo Personalizado Curva de Gastos	58
Gráfico 32.	Modulo Personalizado Generación Tabla de Calibración	58
Gráfico 33.	Modulo Personalizado Resumen de Aforos	59
Gráfico 34.	Modulo Personalizado Consolidado Aforos Líquidos.....	59
Gráfico 35.	Flujo de la Información	61

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 4 de 70

Lista de Tablas

Tabla 1.	Métodos de Medición de Caudal (Aforo Líquidos). Fuente: IDEAM.....	16
Tabla 2.	Formato de Captura. Cartera de Aforos.....	19
Tabla 3.	Tabla de Calibración.....	22
Tabla 4.	Marco legal de la operación estadística en Colombia.	25
Tabla 5.	Metodología para hallar variables hidrológicas.	36
Tabla 6.	Frecuencia Recolección Variables Hidrológicas.....	38
Tabla 7.	Análisis y Periodo de Referencia	38
Tabla 8.	Criterios para selección de sitio emplazamiento para una Estación Hidrológica.....	39
Tabla 9.	Program. Informáticos utilizados en las diferentes etapas de la operación estadística	46
Tabla 10.	Infraestruct. informática utilizada en las diferentes etapas de la operación estad.	47
Tabla 11.	Esquemas Base de Datos utilizadas en las diferentes etapas de la operación estadíst.	48
Tabla 12.	Calendario difusión información hidrológica.	62

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 5 de 70

PRESENTACIÓN

Conforme con lo dispuesto en la Ley N° 99 de 1993 artículo 17, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM, es un establecimiento público de carácter nacional adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con autonomía administrativa, personería jurídica y patrimonio independiente, encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento del territorio.

El artículo 2.2.8.7.1.2 del Decreto N° 1076 de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, define como objeto del IDEAM:“(…) suministrar los conocimientos, los datos y la información ambiental que requieren el MADS y demás entidades del SINA; realizar el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país; establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio; obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación; realizar estudios e investigaciones sobre recursos naturales, en especial la relacionada con recursos forestales y conservación de suelos; realizar los estudios e investigaciones ambientales que permitan conocer los efectos del desarrollo socioeconómico sobre la naturaleza, sus procesos, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y proponer indicadores ambientales; acopiar, almacenar, procesar, analizar y difundir datos y allegar o producir la información y los conocimientos necesarios para realizar el seguimiento de la interacción de los procesos sociales, económicos y naturales y proponer alternativas tecnológicas, sistemas y modelos de desarrollo sostenible; dirigir y coordinar el SIAC y operarlo en colaboración con las entidades científicas vinculadas al MADS, con las Corporaciones y demás entidades del SINA (...)”.

Adicionalmente, los artículos 2.2.8.7.1.5 y 2.2.8.7.1.8 del Decreto N° 1076 de 2015 establecen que el IDEAM es un:“(…) organismo de apoyo técnico y científico del MADS, para lo cual dentro del ámbito de su competencia definirá los estudios, investigaciones, inventarios y actividades de seguimiento y manejo de información que sirvan al Ministerio para fundamentar la toma de decisiones en materia de política ambiental y suministrar las bases para el establecimiento de las normas, disposiciones y regulaciones para el ordenamiento ambiental del territorio, el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables (...)”, al cual le corresponde “(...) promover y realizar estudios e investigaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables, conjuntamente con las entidades científicas vinculadas al MADS, con los centros de investigación ambientales, con las universidades públicas y privadas, así como con las demás entidades y sectores económicos y sociales que hacen parte del SINA (...)” y que “(...) colaborará para lograr el intercambio y apoyo mutuo, científico y técnico, de los centros de investigaciones ambientales de las universidades y entidades públicas y privadas y en especial de las establecidas en la Ley 99 de 1993 (...)”.

De acuerdo con las funciones establecidas en el Decreto 1277 de 1994 (junio 21) y Decreto 292 de 2004 (enero 29), las cuales son: Obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 6 de 70

información básica sobre hidrología, en especial las que en estos aspectos, con anterioridad a la Ley 99 de 1993 venían desempeñando el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras –HIMAT; Realizar los estudios e investigaciones sobre hidrología y meteorología que con anterioridad a la Ley 99 de 1993 venía desempeñando el HIMAT; Participar en todos los programas nacionales e internacionales que contemplen aspectos relacionados con sus objetivos y en especial en el Programa Hidrológico Internacional -PHI- de la UNESCO, los programas de hidrología y de meteorología de la Organización Meteorológica Mundial -OMM-, el Programa de Meteorología de la Organización de Aviación Civil Internacional -OACI-; Ser la fuente oficial de información científica en las áreas de su competencia y autoridad máxima en las áreas de hidrología y meteorología.

En el Decreto 291 de 2004 (enero 29) Artículo 12, son funciones de la Subdirección de Hidrología; Diseñar e implementar las metodologías de obtención de información hidrológica; analizar, procesar y validar la información que genera la red hidrológica del país; determinar la demanda del recurso hídrico por los diferentes usuarios; y obtener y generar información sobre la calidad de las aguas lluvias, superficiales y subterráneas a través del Laboratorio de Calidad Ambiental, y en casos especiales del aire y del suelo; Aportar los criterios para la operación y mantenimiento de la red hidrológica nacional y estructurar la información hidrológica, observando variables de cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas, así como también sobre su demanda; Generar información sobre el estado del recurso hídrico que permita realizar pronósticos, avisos y alertas a la comunidad en general, y en particular a aquellos que adelanten estudios especiales de diversos sectores, previa solicitud; Investigar y determinar el origen, distribución, oferta, demanda y calidad del recurso hídrico del país y así determinar su estado actual; Desarrollar, aplicar y validar modelos hidrológicos en términos de cantidad y calidad de aguas; Establecer los mecanismos para conformar y operar el Sistema de Información Ambiental en lo referente al recurso hídrico y aportar los datos, la información y el conocimiento para la prestación del servicio de pronósticos, alertas y prevención de eventos hidrológicos; Definir los planes y programas para la concentración, manejo, difusión e intercambio de observaciones y predicciones de los fenómenos hidrológicos en la jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, y de otras entidades en materia de toma de datos y manejo de información hidrológica en tiempo real; Supervisar el funcionamiento de la red de estaciones hidrológicas del IDEAM y de las otras entidades que las posean en el país y mantener el catálogo respectivo; Aportar los conocimientos del estado y evolución del recurso hídrico como base para la zonificación y ordenamiento ambiental del territorio; Hacer el seguimiento de la evolución de los recursos hídricos en cantidad y calidad; Producir el informe sobre el estado de los recursos hídricos para el balance anual sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables; Operar el laboratorio de calidad ambiental y acopiar y procesar los resultados con objeto de conocer el estado de los recursos biofísicos de la Nación; Producir y proponer modelos e indicadores ambientales en el campo de la hidrología y de los recursos hídricos.

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 7 de 70

INTRODUCCIÓN

Al ser el IDEAM integrante del SEN y una entidad productora de información estadística relevante para el país, la realización de una evaluación de la calidad de las operaciones estadísticas “Variables Hidrológicas”, resultados que se requieren para la construcción de la Cuenta Satélite Ambiental y, como parte de las cuentas nacionales le proveerá importantes beneficios en términos de confiabilidad, objetividad y oportunidad.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, desarrolla el proyecto de planificación y armonización estadística dentro del cual se encuentra el componente de aseguramiento de la calidad estadística estratégica, cuyo objetivo es evaluar y realizar seguimiento a los procesos de las operaciones estadísticas con concepto favorable para certificación, bajo el marco de los principios internacionales y las buenas prácticas contribuyendo al mejoramiento de la calidad, confianza y transparencia del SEN. De acuerdo a lo establecido por el artículo 17 del Decreto 262 de 2004, la Dirección de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización –DIRPEN del DANE tiene como función, entre otras, la de certificar la información estadística.

El artículo 160 de la Ley 1753 de 2015 creó el Sistema Estadístico Nacional SEN y designó al DANE como ente rector y por tanto coordinador y regulador del SEN, para tal fin, la Ley establece las condiciones y características que deberán cumplir las estadísticas oficiales en Colombia, respetando los estándares internacionales que usen las entidades productoras de estadísticas. De igual forma, se establecen las obligaciones de los integrantes del SEN en términos de la implementación de lineamientos, buenas prácticas, estándares y normas técnicas que el DANE defina para la producción y difusión de estadísticas oficiales y para el aprovechamiento estadístico de los registros administrativos. En desarrollo del artículo 160 de la Ley 1753 de 2015 y en el marco del SEN, las operaciones estadísticas que generen estadísticas oficiales deben estar incorporadas en el Plan Estadístico Nacional y haber aprobado la evaluación de la calidad estadística establecida para el SEN. Mediante el Decreto 1743 de 2016, el Gobierno Nacional reglamentó el artículo 160 de la Ley 1753 de 2015 y adicionó el título 3 de la parte 2 del libro 2 del Decreto 1170 de 2017, único del Sector Administrativo de Información Estadística, estableciendo en el capítulo 2 lo relacionado con la producción y difusión de estadísticas oficiales.

1. ANTECEDENTES

El IDEAM es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Fue creado en 1993 por la Ley 99, tomando las funciones de manejo y estudio de la hidrología y la meteorología, que tenía el antiguo Instituto de Hidrología Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT (y antes el Servicio Colombiano de Hidrología y Meteorología SCHM); las funciones en investigación ambiental que tenía el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente IDERENA; algunas otras funciones que ejercían en cuanto a geografía básica biofísica el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC y en el tema de aguas subterráneas el Instituto colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS, actualmente Servicio Geológico Colombiano - SGC; además de las que directamente le asignó dicha ley.

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 8 de 70

En Colombia antes del año de 1969, han funcionado redes hidrométricas en algunas regiones del país. Debido a su ubicación, esta red brindaba información solo con fines específicos, la interpretación y los datos no eran homogéneos y la medición en las estaciones era muy limitada.

En el año 1969, el Gobierno decidió crear el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología SCMH, con el objetivo de organizar y desarrollar actividades de hidrología y meteorología a escala nacional. Para cumplir dicho objetivo, de acuerdo a las recomendaciones de la OMM y el análisis de varios factores nacionales, se estableció inicialmente que en Colombia se requería una red óptima de aproximadamente 1700 estaciones hidrométricas. (SCMH, 1971).

En el 2017, el IDEAM de acuerdo con su misión cuenta con una red básica nacional de 2639 estaciones hidrometeorológicas activas, compuesta por 711 estaciones hidrológicas 1287 pluviométricas y 641 climatológicas. Actualmente estas estaciones cuentan con registros convencionales (cerca del 90% son estaciones convencionales), sin embargo en los últimos años esta red ha venido adquiriendo equipos automáticos que permiten registros de mayor calidad y en tiempo real.

2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA

A partir del monitoreo de las variables hidrológicas se genera conocimiento sobre su variación en múltiples escalas temporales. Es así como se puede conocer el comportamiento del clima y de los cuerpos de agua en el largo plazo, lo cual es necesario para análisis de cambio climático, mientras que existen aplicaciones que utilizan escalas temporales más detalladas como es el caso de los sistemas de alertas, el diseño de obras civiles o la administración del recurso hídrico.

En las redes hidrológicas se miden niveles de los cuerpos de agua, a partir de los cuales se calculan los caudales. Los usos principales de los datos de caudal son el conocimiento de la oferta para la administración del recurso hídrico, la estimación de la magnitud y la predicción de fenómenos extremos. Si bien las variables necesarias son similares para los dos tipos de uso, su registro tiene algunos requisitos diferentes. Para el conocimiento con propósitos de administración son de gran importancia la alta precisión de los datos y su recopilación recurrente mientras que la predicción requiere sobre todo que la información sea oportuna. Esta diferencia implica la necesidad de contar con instrumentos diferenciados de medición, transmisión y mecanismos de difusión de los datos (World Meteorológica Organization, 2012).

2.1. DISEÑO TEMÁTICO/METODOLÓGICO

2.1.1. Necesidades de información

En el actual contexto del desarrollo, la información y el conocimiento han adquirido una especial relevancia, y se han convertido, si no en el principal, al menos en uno de los más estratégicos elementos para una acertada toma de decisiones. Producir información oportuna, confiable, consistente y comparable, y generar cada vez mayor conocimiento y entendimiento sobre el estado

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 9 de 70

y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente de Colombia, ha sido el reto del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), convirtiéndose desde su creación y durante los diez años de su existencia, en la institución pública de apoyo técnico y científico del Sistema Nacional Ambiental.

En este sentido, el fortalecimiento de la red se hace necesario para mejorar la planificación y operación de las instituciones del SINA, entidades territoriales, institutos de investigación y usuarios privados, así como para los sectores de agua potable, agropecuario, energético, transporte, seguridad y defensa. Estos utilizan la información generada en ejercicios de modelación para la zonificación de amenazas hidrometeorológicas que hace parte del ordenamiento territorial, la generación de alertas ante eventos extremos, el diseño de obras de infraestructura, la prevención de la contaminación al medio marino, el conocimiento y administración de los recursos naturales, y la navegación y seguridad aérea, fluvial y marítima, entre otros.

La evaluación de los recursos naturales, especialmente el agua como elemento vital para la existencia de los seres humanos y para su bienestar, es una herramienta indispensable para interpretar los procesos dinámicos que modifican el ambiente, para evaluar la oferta y la demanda, amén de ordenar sus usos. La variabilidad de las condiciones hidroclimáticas, cuya consecuencia es la presencia de eventos extremos muy acentuados de déficit y excesos de agua, hace necesario una continua medición, evaluación y divulgación del estado de los elementos naturales que caracterizan y definen estas variaciones y sus consecuencias para la población.

Como cualquier otro país, Colombia tiene la urgente necesidad de contar con información actualizada y cada vez más precisa sobre los elementos atmosféricos que definen la distribución regional y local de sus disponibilidades del preciado recurso hídrico (agua) y caracterizan el clima, a fin de establecer sus potencialidades (aprovechamiento) y sus riesgos. Una buena síntesis es el balance hídrico nacional y la clasificación climática, a lo cual se llega con la disponibilidad de información obtenida con rigurosidad. Sin embargo, a diferencia de lo que se presenta comúnmente en la literatura sobre el tema, el clima no es simplemente la temperatura y la precipitación, sino que lo definen otros elementos como la evaporación, la velocidad y dirección del viento, la humedad relativa, entre otros.

El método para llegar a ese conocimiento es la evaluación e interrelación de todas las variables hidrológicas basado en las series hidrometeorológicas históricas. Los datos de observación relativos al comportamiento y fluctuación de los niveles, se recopilan por medio de las redes de observación y sistemas de transmisión de datos y de predicción, que mantienen a los encargados de formular políticas informados acerca de la situación del medio ambiente, de manera que se encuentran en mejores condiciones para prevenir su ulterior degradación, además de establecer modelos de planeación y prevención de riesgos y desastres.

Los principales usuarios de los resultados de estas operaciones estadísticas son los organismos que conforman el Sistema Nacional Ambiental –SINA, entre los cuales tenemos: Presidencia de la Republica, Ministerio del Interior, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, Unidad Nacional de Gestión del Riesgo – UNGR, las Corporaciones Autónomas Regionales-CARs, Federaciones del Sector Agrícola, Asociaciones de empresarios, los institutos de investigación de las universidades, y los organismos internacionales como la Organización Mundial Meteorológica –OMM., entre otros.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 10 de 70

2.1.2. Objetivos

a. Objetivo general

Generar información oportuna, confiable, consistente y comparable, relacionadas con las variables hidrometeorológicas que permitan generar cada vez mayor conocimiento y entendimiento sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente de Colombia, garantizando su calidad, oportunidad, replicabilidad, interoperabilidad y disponibilidad, para los actores sociales, gremiales e institucionales que lo requieran

b. Objetivos específicos

Contar con una moderna Base de Datos Hidrometeorológicos, mediante los cambios y el desarrollo necesarios para hacer que ésta sea realmente operativa y responda con total e inmediata disponibilidad de los datos, informaciones y productos derivados de los mismos, de manera local o remota.

Aumentar el beneficio de la información mediante el mejoramiento del contenido, la calidad y la oportunidad y forma para su difusión y diseminación de productos de pronóstico y vigilancia meteorológica, climatológica e hidrológica, con informaciones oportunas y de alto valor estratégico para todos los sectores de la economía, las autoridades y la población en general en respuesta al cambio climático global.

Realizar el monitoreo y seguimiento del comportamiento y fluctuación de los niveles de la red nacional de estaciones hidrológicas para la generación de información hidrológica de alta calidad con el fin de orientar y alertar a la comunidad nacional sobre condiciones hidrológicas de las cuencas hidrográficas.

2.1.3. Alcance

Asegurar la cobertura y calidad de la medición de las variables del ciclo hidrológico de lo cual dependen los datos que alimentan los procesos que permiten generar información útil y productos derivados como pronósticos, estudios, diseños, y otros, mediante una modernización y sostenibilidad operativa de las redes de observación.

El IDEAM, como entidad asesora del gobierno nacional y como responsable por la disciplina hidrológica en Colombia, debe producir información sobre la atmósfera, el tiempo y el clima del país, para el conocimiento y seguimiento del estado físico y químico de la atmósfera y de los eventos detonantes de la precipitación sobre las cuencas hidrográficas, la oferta y variabilidad del recurso hídrico, así como el desabastecimiento de agua, en la resolución espacio-temporal suficiente que garantice un adecuado grado de certidumbre en la toma de decisiones de política económica, social y ambiental del país (IDEAM, 2008).

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 11 de 70

En particular, la cobertura temática de la operación estadística de variables hidrológicas, deberá servir para que el IDEAM brinde apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental -SNA generando conocimiento, produciendo información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general (IDEAM, 2017).

2.1.4. Marco de referencia

a. Marco teórico

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea nuestro planeta. Además de contener el aire, incluye partículas sólidas y líquidas en suspensión o aerosoles y nubes. La composición de la atmósfera y los procesos que en ella se desarrollan tienen gran influencia en la actividad humana y en la variabilidad ambiental en general. Estos afectan, en uno u otro grado, los procesos de producción, intercambio y consumo de bienes y servicios, el bienestar y la seguridad de la población, las relaciones sociedad naturaleza y los procesos en otras esferas del medio natural. De ahí la necesidad de hacer seguimiento continuo de la dinámica de la atmósfera, su circulación, las variaciones en su composición y de los fenómenos que en ella ocurren. La dinámica de la atmósfera al distribuir la masa (vapor de agua y otros gases) y la energía (calor y movimiento) genera variaciones espaciotemporales de, entre otros, la temperatura, la presión y la humedad, lo cual produce en un lugar y tiempo determinados condiciones cálidas o frías, húmedas o secas, de cielo nublado o de cielo despejado, generando situaciones de lluvia sobre las cuencas. Estos fenómenos se conocen como estado del tiempo o temperie (IDEAM, 2005).

Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, este se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación, denominados elementos climáticos, estos componentes son los detonantes principales para la fluctuación y variaciones de los niveles en el ciclo Hidrológico. A través de la historia, se han presentado fluctuaciones del clima en escalas de tiempo que van desde años (variabilidad climática interanual) a milenios (cambios climáticos globales). Estas variaciones se han originado por cambios en la forma de interacción entre los diferentes componentes del sistema climático y en los factores forzantes (IDEAM, 2005).

Los factores determinantes del clima se refieren a ciertas condiciones, en general físico-geográficas, que son relativamente constantes y no sufren cambios horarios, diurnos o anuales y tienen gran influencia en el clima por el papel que juegan en la transferencia de energía y calor. Entre los factores determinantes se destacan la latitud, la altitud y la distancia al mar. Debido a las variaciones de la latitud y a las diferencias en la absorción de energía por la superficie terrestre se forman contrastes de temperatura y de presión atmosférica que dan el inicio al movimiento que redistribuye la energía (calor) y la masa (vapor de agua) en la atmósfera del planeta. Es así como la radiación solar constituye el empuje inicial de la circulación general de la atmósfera y el factor determinante del clima (IDEAM, 2005).

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 12 de 70

Para establecer cuál es el estado del recurso hídrico, se estudia en el espacio y en el tiempo, el ciclo hidrológico (balance hídrico entre la precipitación, evaporación, escorrentía superficial y subterránea y almacenamientos) y gracias al entendimiento de leyes físicas y al soporte en el monitoreo y seguimiento minucioso del comportamiento del agua en todas sus formas de existencia, se puede llegar al conocimiento de la variabilidad hidrológica que forma parte de nuestra vida cotidiana. Ver Gráfico 1. Ciclo Hidrológico.

Para calcular el valor de una variable física con una exactitud determinada, se deben reunir ciertas condiciones relacionadas con la exposición del instrumento, su calibración, la graduación de la escala, la pericia del observador, etc. Dado que la medición de las variables hidrológicas, conlleva la aplicación de un conjunto de criterios y de normas específicas, se deben considerar múltiples aspectos de carácter técnico, metodológico y humano, que faciliten este propósito (IDEAM, 2005).

Por tanto, cumplir con las demandas de información de la sociedad en relación con el estado de la atmósfera, el tiempo y el clima, se cuenta con un sistema de observación, medición y vigilancia Hidrometeorológica, el cual se ocupa de la generación y el acopio permanente de la información y de la dinámica y estado del medio natural. Mediante la operación de la red de estaciones de medición y observación hidrológica, es así como, el IDEAM puede orientar a la comunidad nacional sobre la mejor utilización de las bondades del recurso clima y de las condiciones favorables de los procesos hidrometeorológicos para contribuir al bienestar de la población (IDEAM, 2005).

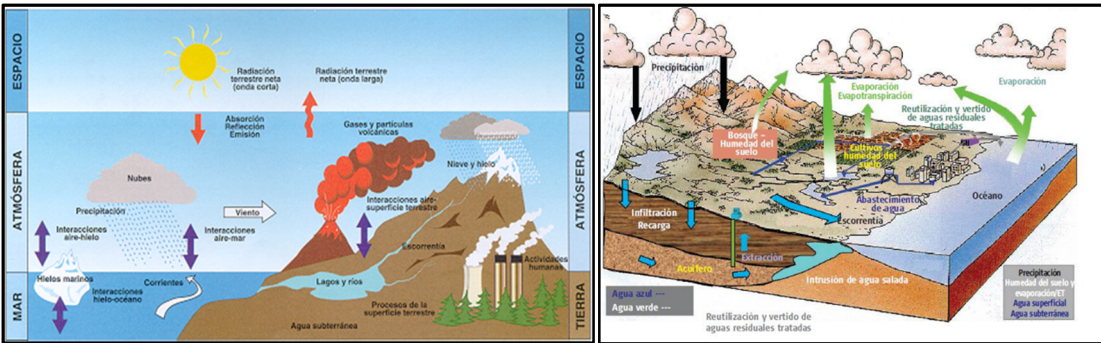


Gráfico 1. Ciclo Hidrológico
Fuente: OMM

b. Marco conceptual

El marco conceptual se consolida a partir de aspectos básicos que soportan el monitoreo del agua con las variables hidrológicas considerando las prioridades, intereses y las necesidades de los usuarios, en cualquier contexto de seguimiento del agua que se adelante ya sea en cantidad (niveles y caudales).

Se parte del ciclo hidrológico para conocer el comportamiento del agua como elemento presente en la naturaleza y se relacionan las prácticas de monitoreo para explicar las relaciones que tiene el agua con su entorno. El ciclo hidrológico y su balance de agua para entender el funcionamiento de los sistemas hídricos y sus interacciones. La compleja interacción entre la atmósfera y los procesos superficiales y subsuperficiales (naturales y antrópicos) afectan el régimen, la cantidad,

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 13 de 70

la distribución y la calidad del agua en las unidades hidrográficas, además, se enmarca en la Política para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, por tanto, se aborda desde el concepto de integralidad y enfoque ecosistémicos de los ciclos y procesos de la naturaleza y, reconoce al agua como elemento vital, estructurante del medio natural y decisivo en la dinámica de procesos sociales y productivos. El análisis de los aspectos cuantitativos y cualitativos de los componentes del ciclo hidrológico en escala nacional presupone una evaluación que contemple procesos y variaciones en variables que determinan la dinámica del ciclo para unidades espaciales y temporales representativas a esta escala. (ENA 2014).

Comprender la funcionalidad del estado y la dinámica del agua –variables hidrológicas- con adecuadas relaciones espaciales y temporales asociadas a propósitos y tomas de decisiones de nivel nacional, regional o local, implican un seguimiento permanente integral, oportuno, asequible, sistematizado y soportado en principios y métodos científicos de las variables que gobiernan el ciclo hidrológico y que determinan el estado de calidad del recurso hídrico, conocido como monitoreo del agua. El monitoreo se puede realizar por métodos directos de observación ya sea en puntos estratégicos, estaciones y redes físicas definidas en un programa de monitoreo, o por estaciones espaciales o por métodos indirectos mediante sensores remotos.

En Colombia se han implementado redes que permiten coleccionar información sobre los recursos hídricos, convirtiéndose en la principal herramienta utilizada para una adecuada gestión del agua. Este tipo de redes obedecen a tres niveles jerárquicos: redes nacionales, redes regionales y las redes locales y/o específicas, las cuales se organizan dependiendo de sus ámbitos de intervención, las competencias institucionales, objetivos, densidades de puntos de observación, frecuencia de observación y otras especificidades propias de cada nivel.

Los niveles y caudales en ríos, quebradas, lagos, lagunas o embalses y, los niveles de descenso de los glaciares, constituye un modo de control y seguimiento de la cantidad de agua superficial sobre la superficie de la tierra. La mayor parte de la información, se obtiene de puntos de observación y de medición ubicados en los ríos y cuerpos de agua, denominados estaciones hidrométricas, las cuales pueden estar constituidas por instrumentos de medición automática como Limnigrafos o los de lectura directa como es la mira hidrométrica o Limnómetro, el Limnicontacto y el Maxímetro.

El nivel de agua (o altura en cm.) es la elevación de la superficie de una corriente fluvial, lago u otra masa de agua respecto de un valor de referencia, y su medición puede utilizarse directamente para: (1) Conocer el caudal o volumen de agua que pasa por un sitio durante un periodo dado de tiempo. (2) Conocer la amenaza que las crecidas de la corriente representan para las instalaciones o actividades humanas existentes o previstas en las proximidades del cauce, la cual puede manifestarse en forma de inundaciones, destrucción de infraestructuras, viviendas, cultivos, pastos, animales, etc. (3) Soportar programas de protección de fuentes hídricas frente a amenazas de origen antrópico, como intervención de cauces, erosión y sedimentación. (4) Conocer el nivel de agua alcanzado por los eventos máximos anuales a efectos de determinar el componente hidrológico-hidráulico de la ronda hídrica.

La variable Caudal (Q) consiste en el volumen de agua que pasa por un punto (sección transversal) en la unidad de tiempo (m^3/s), es decir la cantidad de agua que escurre por un río en la unidad

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 14 de 70

de tiempo. El caudal (m^3/s) de una corriente (rio) está asociada a la variable nivel (cm), es decir que para cada Nivel (H) pasa un determinado valor de Caudal (Q). Para lograr cuantificar la cantidad de agua que aporta un rio, se requiere realizar mediciones periódicas del comportamiento de las velocidades de flujo de lecho del rio, utilizando instrumentos convencionales o de tecnología de punta, tales como los correntómetros (Molinetes o micromolinetes). Ver figura No. 01., y los perfiladores Acústicos (ADCP); ver Figura No. 02., una vez conocido la velocidad de flujo de la sección transversal, se procede a medir el ancho y la profundidad en la sección transversal del rio, con estos datos se calcula el caudal que pasa por la sección transversal, mediante la ecuación de continuidad de masas (Protocolo del Monitoreo y Seguimiento del Agua).

Por tanto, el caudal no se mide en forma directa, sino que depende generalmente de la medición de la velocidad de la corriente y del área de la sección. Para calcular el caudal líquido, la mayoría de los métodos de aforo requieren conocer dos variables: la velocidad de la corriente y el área de la sección de aforo. De esta manera, el caudal se estima mediante la relación:

$$Q = v \times A$$

Q = Caudal (m^3/s)

V = Velocidad (m/s)

A = área de la sección del rio (m^2): = Pxb

b = Ancho de la sección del rio (m)

P = Profundidad media (m): =A/b

H = Nivel (cm)

Las mediciones de caudal o aforo líquido, se pueden realizar por diferentes tipos de aforo, el más sencillo y practico es por Vadeo, que consiste en realizar las mediciones atravesando el ancho del rio a pie, realizando el abscisado del ancho del rio con mediciones constantes, en cada una de estas abscisas se procede a medir la profundidad de la lámina del agua (Calado) y a su vez se mide en cada vertical la velocidad del flujo superficial, a una profundidad de 0.6 de acuerdo con la profundidad del lecho del rio, o a 0.2 -0.8, teniendo en cuenta las recomendaciones técnicas definidas en las Guías prácticas hidrológicas, Molinetes: (Norma ISO 2537 de 1988-OMM) estos métodos de mediciones están acordes con el tipo de molinetes que se utilicen. También, existe el tipo de aforo por Suspensión, el cual consiste en medir el caudal del rio, desde un puente o desde una canastilla (Tarabita) suspendida sobre un cable o dos cables que permite avanzar a lo ancho del rio, donde previamente se ha abscisado el puente o el cable a medidas constantes para poder realizar las mediciones en cada abscisa y poder obtener en cada vertical (ordenada) la profundidad de la lámina del agua y la velocidad del flujo del agua de acuerdo con el método seleccionado. Ver Tabla 1.

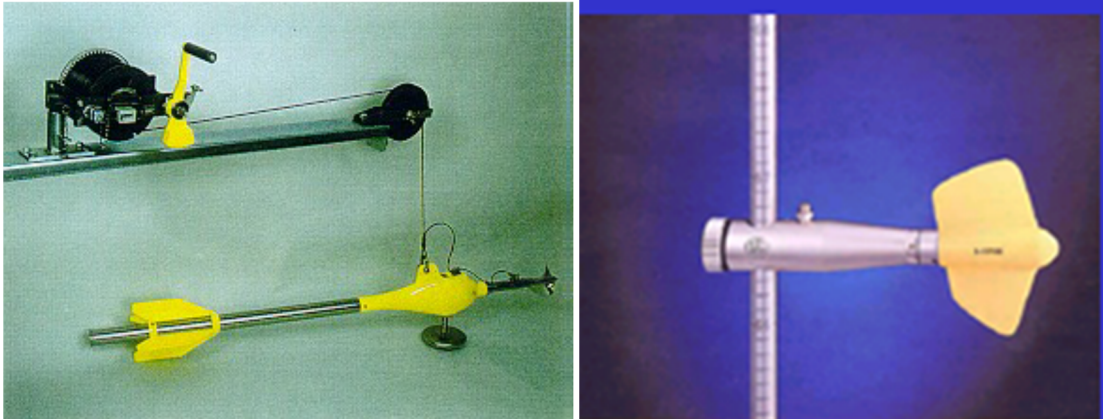


Gráfico 2. Molinetes con aditamentos.

Fuente IDEAM



Gráfico 3. Perfilador Acústico –ADCP en Mediciones.

Fuente: HRomero. IDEAM

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES			
IDEAM			
SUBDIRECCION DE HIDROLOGIA			
METODOS DE MEDICION DE CAUDAL (AFORO LIQUIDO)			
METODOS	TIPO AFORO	INSTRUMENTO	TIPO DE INSTRUMENTO
Area -Velocidad	VADEO	Minimolinetes o Micromolinetes con rotor (hélice)	Electromecánicos
	SUSPENSION	Molinete	Electromecánicos ó Electromagnético
	ANGULAR		
	BOTE CAUTIVO		
	FLOTADORES	Flotadores superficiales	Manual - $Q = (0.85) A \times V_s$. Vel. sup = e.t. Area = P.b
	PERFILADOR DE CORRIENTE ACUSTICO DOPPLER	ADCP-Mide la velocidad, temperatura y perfila el lecho del rio	Electrónico
	ULTRASONICO-ELECTROMAGNETICO	Sensor -Mide la velocidad y perfila el lecho del rio	Electrónico
AREA - PENDIENTE	Teorico. Se determina la pendiente, rugosidad del lecho del rio	Manual. Ecuaciones de Manning, Stevens o Chezy	
VOLUMETRICO	MEDICION DEL VOLUMEN	Mediante aforado y cronometraje	Manual. Se calcula el volumen en el tiempo de llenado
METODO QUIMICO	INYECCION DE UNA DILUCION DE SUSTANCIA AL AGUA EN UN RIO-QUEBRADA	Cálculo tiempos entre la inyección y detección de la dilución, en un tramo conocido del rio. Se mide tiempo con cronometro y dilución con un Phmetro o Conductímetro.	Manual - $Q = (0.85) A \times V_s$. Vel. sup = e.t. Area = P.b e= espacio (tramo del rio) t = tiempo b = ancho del rio Profundidad media del rio
ESTRUCTURAS AFORADORAS	VERTEDEROS RECTANGULARES TRAPEZOIDAL TRIANGULAR CANALETA TIPO PARSHALL CANALETA TIPO BALLOFET CANALETA SIN CUELLO	Estructuras calibradas para medir el paso del volumen de agua	Mecánico

Tabla 1. Métodos de Medición de Caudal (Aforo Líquidos). Fuente: IDEAM

El Molinete, mini molinete o micromolinte son instrumentos que permiten medir la velocidad del agua, consiste en rotor (Álabe o hélice) que gira en un determinado tiempo (estándar 50 segundos) y se contabiliza el número de revoluciones, esta hélice o rotor tiene asociado una ecuación de velocidades, previamente calibrado del laboratorio de hidráulica de fábrica, mediante una certificación denominada Carta Bargo. Cada molinete cuenta con un cuerpo donde permite retener el rotor y una cola estabilizadora. Es importante resaltar que las hélices o rotores, poseen un único número y está asociado a este una única ecuación. Norma ISO 1100-1 (1996) y ISO 748(1997). Ver figura N° 01

$$V_p = a \times bN \pm k$$

V_p = Velocidad puntual
 a = constante hidráulica
 b = constante rotor

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 17 de 70

- n** = número de revoluciones
t = tiempo (50 segundos)
N = Frecuencia = $n/50$ segundos.
K = Constante hidráulica

La velocidad media en la vertical (VMV) del agua en un río se mide de acuerdo con la profundidad del lecho del río, existen ocho métodos para poder obtener la velocidad media en la vertical.

1. Velocidad superficial = VMV
2. Velocidad superficial, y a 0.6 de la profundidad de la lámina de agua. Para el método de un punto: el valor de VMV es la velocidad en 0.6.
3. Velocidad superficial, a 0.20 y a 0.80 de la profundidad del lecho del río, la velocidad media de la vertical se calcula como el promedio de los dos valores de velocidad a 0.2 y 0.8.
4. Veloc. Superficial, a 0.20, a 0.60 y a 0.80 de la profundidad del lecho del río: la velocidad media de la Vertical es: $VMV = 0.25 (V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8})$
5. Velocidades puntuales (cada 0.10 % de la profundidad del lecho del río) = $VMV = 0.1 (V_{Sup} + V_{0.1} + V_{0.2} + V_{0.3} + V_{0.4} + V_{0.5} + V_{0.6} + V_{0.7} + V_{0.8} + V_{0.9})$
6. Método un punto: a 0.60 por ciento de la profundidad del lecho del río. el valor de VMV es la velocidad en 0.6.
7. Método a dos puntos: a A 0.20 y 0.80. $VMV = (0.20 + 0.8)/2$
8. Método a tres puntos: a 0.20, 0.60, 0.80. $VMV = 0.25 (V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8})$

Para el aforo líquido existe una plantilla (Cartera de Aforo), formato 32-08-86 en el cual se consigna todos los datos referenciados al código de la estación, nombre de la estación, nombre la corriente, fecha, hora, numero del molinete, nivel inicial y final, condiciones de la ecuación. Igualmente, los datos de las distancias desde el Punto de Referencia (PR) y profundidades, y método del aforo, número de revoluciones y tiempo.

Además de los datos básicos de la estación el formato contiene las casillas para la información calculada de acuerdo a los siguientes campos: Norma ISO 3455 de 1976-OMM. Ver Tabla N° 02.

- **ABSC (m)**: Corresponde a la distancia que hay desde el punto de referencia (PR), hasta cada una de las verticales; para la primera y última vertical puede darse el caso que haya profundidad, valor que debe ser consignado en la columna de profundidad total (PT), en ningún caso para estas dos verticales podrá haber dato velocidad o revoluciones. A partir de la segunda vertical y hasta la penúltima habrá profundidad y medición de la velocidad (revoluciones) para cada uno de los puntos de medición según método y equipo utilizado.
- **PT (m)**: Profundidad en metros corresponde a la profundidad total en cada vertical, medida desde la superficie hasta el fondo, diligenciada previamente en el formato de captura.
- **MET**: Frecuencia que más se repite en la medición, tiene en cuenta todas las verticales.
- **PA (m)**: Profundidad de aforo, cuando se identifica el método, el programa calculará para la salida esta profundidad para cada uno de los puntos de medición. (Cinco posiciones – dos enteros dos decimales)
- **REV (n)**: En esta columna se muestran el número de revoluciones para cada una de las mediciones ingresadas en el módulo de captura.
- **TIEM (s) (t)**: Se muestra el tiempo de duración de la medición. Normalmente se usa 50 segundos.

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 18 de 70

- **FREC (N):** Frecuencia (R/T) - (Revoluciones / tiempo), resultante de dividir las revoluciones entre el tiempo, (un entero tres decimales). Debe ir vacío cuando hemos ingresado directamente el valor de la velocidad puntual - VP.
- **VP (m/s):** Velocidad Puntual, es el resultado de reemplazar (Rev / Tiemp) en la ecuación de la hélice ó el valor medido directamente. (Un entero tres decimales).
- **VMV (m/s):** Velocidad media en la vertical, depende del método empleado en la medición. No tiene en cuenta la velocidad superficial. Un entero tres decimales.
- **PM (m):** Profundidad media, dada en metros (dos enteros tres decimales), es igual al área total de la sección – AS, dividido entre el ancho de la sección - AT.
- **AP (m):** Ancho de cada una de las secciones en metros. Resultante de realizar la resta entre abscisas sucesivas (n+1 – n) (tres enteros tres decimales).
- **AREA (m²):** Área parcial, se obtiene de multiplicar la profundidad media - PM por el ancho parcial - AP en cada una de las secciones parciales. (Cuatro enteros tres decimales).
- **QPAR (m³/s),** caudal parcial: Es el resultado de multiplicar el área parcial - AP por la velocidad media de la sección - VMS (cuatro enteros tres decimales).

Igualmente, se pueden calcular los siguientes parámetros del aforo: parámetros hidráulicos que se utilizan para construir la Curva de Gastos y extrapolar la curva cuando no existen mediciones para valores de niveles máximos o hasta las cotas de desbordamiento.

- **Ancho total de la sección (AT):** se mide en metros, (cuatro enteros tres decimales). Corresponde al ancho mayor menos el ancho menor independiente de la orilla de inicio y del PR, es decir, la última vertical menos la primera vertical o la primera menos la última, dependiendo de la orilla de inicio.
- **Área total: Área Total de la sección (AS):** se mide en m² (cinco enteros tres decimales) y es el resultado de la sumatoria de las áreas parciales.
- **Caudal Total (QT):** corresponde a la sumatoria de los caudales parciales dado en m³/seg. (Cinco enteros tres decimales).
- **Velocidad media:** Resulta de dividir el caudal total (QT) sobre área total de la sección (AS) se expresa en m/s. (un entero tres decimales).
- **Profundidad media:** Dada en metros (dos enteros tres decimales) es igual al área total de la sección – AS, dividido entre el ancho de la sección - AT.
- **Perímetro mojado:** Se calcula a partir del perfil del aforo, sin incluir la línea de nivel de agua (cuatro enteros tres decimales).
- **Radio Hidráulico (R):** Se expresa en metros (un entero tres decimales), es el resultado de dividir en área total (AS) entre el perímetro mojado. Ver Tabla 2.



Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

**DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS
VARIABLES HIDROLÓGICAS**

Código: M-GCI-M-M017

Versión: 01

Fecha: 16/05/2018

Página 19 de 70

DEAM										CARTERA DE AFOROS										HOJA: 4	
																				DE: 2	
CODIGO		CORRIENTE						ESTACION				REG.									
2303771		NAGALOMA						Pto SALGAR				110									
FECHA AFOROS		HORA INICIAL		HORA FINAL		NIVEL INICIAL		NIVEL FINAL		FACTOR DE CONVERSION		Nº DE OBS.									
AÑO MES DIA		HORA MINUTOS		HORA MINUTOS		C.M.		C.M.		Nº DE VERTICAL		A P									
2003 10 05		10 30		13 30		225		217330		0.85		091									
TITULO DE MOLINETE		Nº MOLINETE		Nº ROTOR		Nº AFOROS															
UA		807J3		2#17261								325									
CONDICION		SI N < CONDICION -> VP*				SI N > CONDICION -> VP*															
. . . 330		. . . 4213N+.027				. . . 0.4832N+.0005															
CONDICION		SI N > CONDICION -> VP*				SI N < CONDICION -> VP*															
		. . . N -				Cada 38m 266.30				22830											
AFORADORES										OBSERVACIONES											
DPR (m)		NIVEL INTERMEDIO C.M.		AS (m)		AA		LS+C1 (m)		PT (m)		METODO		REVOLUC.		TIEMPO (Seg.)					
305.70		225								00.00						127					
267.70										2.05						127					
										.14						2144					
229.70										2.17						148					
										. . .						2139					
191.70		220								2.22						82					
										. . .						2107					
153.70										. . .						8104					
										2.33						140					
										. . .						2147					
715.70		218								3.00						103					
										. . .						2106					
77.70										3.31						897					
										. . .						2130					
										. . .						8107					
37.70										1.80						148					
										. . .						2142					
5.70										0.00						8122					
										. . .											
										. . .											

CONVENCIONES

(1) SECCION	(2) METODO DE AFORO	(3) TIPO DE AFORO	(4) TIPO DE MOLINETE
-En la primera casilla debe ir el número de la sección y en la segunda el número total de secciones que componen el aforo.	1: Superficial 2: Sup., 6 3: Sup., 2, 8 4: Sup., 2, 6, 8	1: Vagado 2: Suspensión 3: Angular 4: Lancho móvil	UA: Universal-Aot1 US: Universal-Sebo AA: Arkansas-Aot1 PB: Pizca-Baso S. Base
-Si el aforo es con ángulo de arrastre			

Tabla 2. Formato de Captura. Cartera de Aforos.
Fuente IDEAM

Una vez realizado el levantamiento de los datos de campo de acuerdo con la Cartera de Aforos, se procede a calcular el aforo, de acuerdo con el aplicativo establecido para tal fin. Sin embargo, se puede calcular manualmente según el método de la sección media Ver gráfico 4., o el método de la semi-sección. Ver gráfico 5.

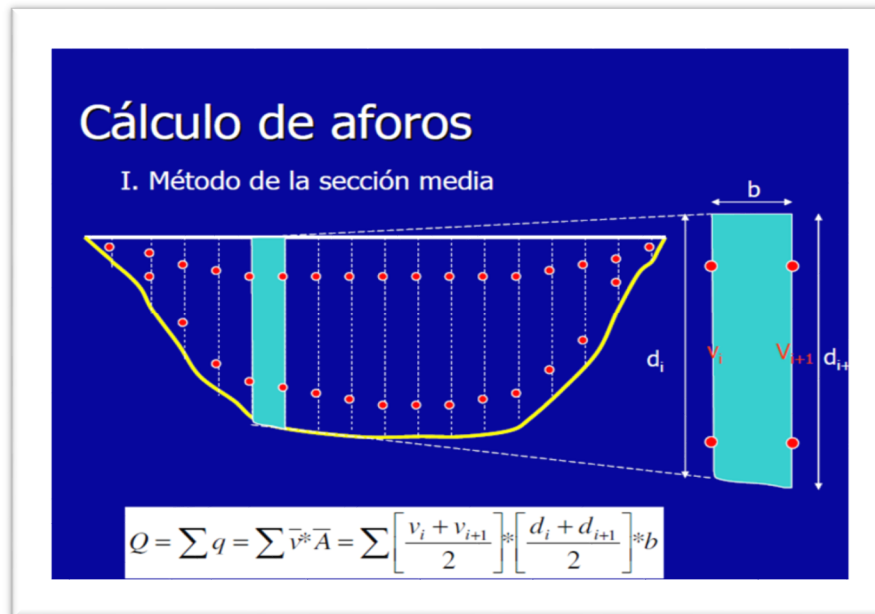


Gráfico 4. Cálculo de aforos Método Semi-sección.
Fuente IDEAM

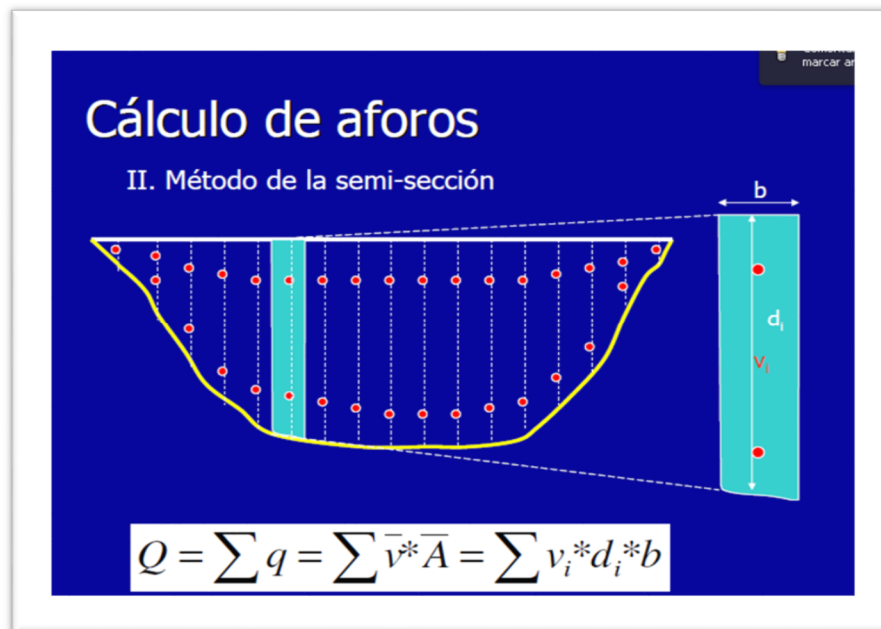


Gráfico 5. Cálculo de aforos Método Semi-sección.
Fuente IDEAM

Las anteriores consideraciones garantizan una buena definición y permanencia de la curva de calibración de la sección de aforos, la cual relaciona los caudales con los niveles así: $Q = f(H)$. En donde: Q es el caudal resultante de los aforos y H es el nivel promedio durante cada aforo.

La curva gastos o de conversión nivel-caudal, a partir de la interpolación y extrapolación de los aforos líquidos medidos en la estación en función del Nivel, se verifica la vigencia de la curva, se revisa la tendencia, se analizan los perfiles transversales y se revisan cada uno de los aforos líquidos de manera detallada, con el objeto de detectar posibles inconsistencia en los aforos.

De tal manera que la relación entre los valores de Caudal (QT) y Nivel (N) es la base para consolidar series temporales de caudal con base en las series de nivel. De este par de datos se construye la Curva de Gastos o Curva de Calibración que consiste en la relación entre la altura del agua (Nivel) y el caudal de un curso de agua en una estación hidrométrica. Ver gráfico 6.

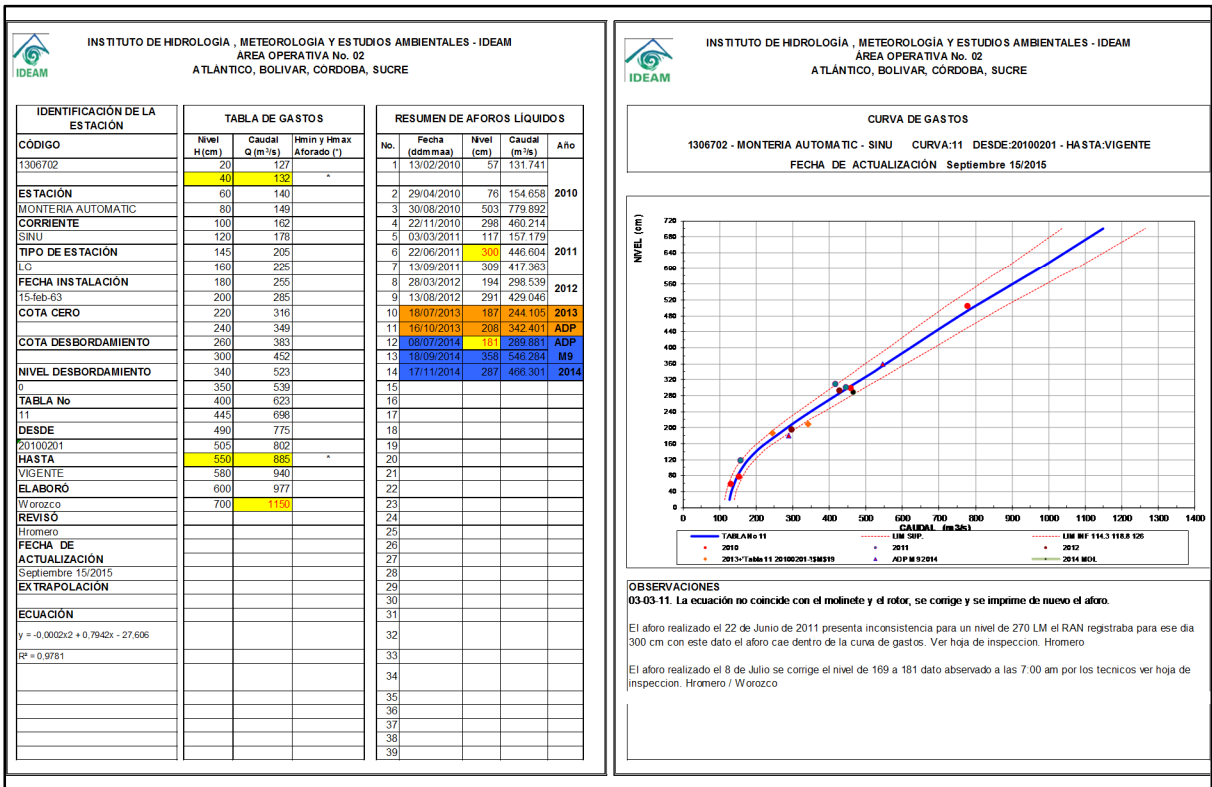


Gráfico 6. Curva de Gastos o Curva de Calibración.
Fuente IDEAM

La tabla de calibración se puede construir manual o automática, se elabora extrayendo los pares de datos, nivel - caudal de la curva de calibración, de tal manera que los espacios entre valores definidos coincidan con puntos de quiebre pronunciados, especialmente para el tramo de niveles bajos de la curva y que correspondan a valores redondos (5, 10, 15 centímetros etc.) a fin de facilitar su interpolación. Para niveles altos se pueden extender estos intervalos en la medida que la curva de calibración se vaya aplanando. Luego se digitan para ser indexados al programa donde se hace el proceso de transformación de niveles a caudales. Esta tabla se conoce también con el nombre: Tabla o Ecuación de Conversión "N-Q" con esta tabla se obtiene los caudales horarios, diarios y las derivadas de caudales medios diarios y medios mensuales y anuales. Ver Tabla 3.

**** ACTUALIZACION INTERACTIVA DE TABLAS DE CALIBRACION ****
20150729 hid14

Estacion	13067020	MONTERIA AUTOMATICA	Instalada	FEB-1963
Tabla No.	11		Suspendida	
Fecha-Inicial	20100201		Categoria	LG
Fecha-Final			Entidad	01 IDEAM

A-NIVEL-CAUDAL A-NIVEL-CAUDAL A-NIVEL-CAUDAL A-NIVEL-CAUDAL A-NIVEL-CAUDAL

20	127.0	*	40	132.0	60	140.0	80	149.0	100	162.0
120	178.0	145	205.0	160	225.0	180	255.0	200	285.0	
220	316.0	240	349.0	260	383.0	300	452.0	340	523.0	
350	539.0	400	623.0	445	698.0	490	775.0	505	802.0	

Tabla 3. Tabla de Calibración.

Fuente IDEAM

Asimismo, la medición del caudal en conjunto con el aforo líquido permite obtener la variable del transporte o carga total de sedimento en un río.

c. Marco legal

La pertinencia de disponer de información sobre el recurso hídrico, la responsabilidad de adquirirla y el enfoque integral de dicha información, como soporte de decisiones en la gestión ambiental en el país, tiene su fundamento legal con la expedición del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto - Ley 2811 de 1974), el cual estableció en su artículo 20 que:

“Se organizará y mantendrá al día un sistema de información ambiental, con los datos físicos, económicos, sociales, legales, y en general, concernientes a los recursos naturales renovables y al medio ambiente” (subrayado fuera del texto). Condición que denota la necesidad de disponer de información representativa en la dimensión temporal.

En el marco del mencionado Sistema de Información, el Código de Recursos Naturales Renovables estableció que mediante el sistema de información ambiental, se procesarán y analizarán, entre otras especies de información relacionadas con el recurso hídrico, las referidas a: “(...); b) Hidrometeorológica, hidrológica, hidrogeológica y climática; (...), h) La información legal a que se refiere el Título VI, Capítulo I, Parte I del Libro II; i) Los niveles de contaminación por regiones; j) El inventario de fuentes de emisión y de contaminación” (Decreto Ley 2811 de 1974; Artículo 21. Subrayado fuera del texto).

Con la expedición de la Ley 99 de 1993, mediante la cual se crea el Ministerio de Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y se establecen lineamientos para fortalecer el Sistema Nacional Ambiental (SINA); se establecen las

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 23 de 70

principales funciones relacionadas con la información ambiental (que, como se señaló anteriormente incluye el agua en todas sus formas) de la siguiente manera:

- Al Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible): “Coordinar, promover y orientar las acciones de investigación sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables, establecer el Sistema de Información Ambiental, y organizar el inventario de la biodiversidad y de los recursos genéticos nacionales; promover la investigación de modelos alternativos de desarrollo sostenible; ejercer la Secretaría Técnica y Administrativa del Consejo del Programa Nacional de Ciencias y del Medio Ambiente y el Hábitat” (Ley 99 de 1993, Artículo 4, numeral 20; subrayado fuera del texto).
- Al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM): “El IDEAM deberá obtener, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación y tendrá a su cargo el establecimiento y funcionamiento de infraestructuras meteorológicas e hidrológicas nacionales para proveer informaciones, predicciones, avisos y servicios de asesoramiento a la comunidad (...)” (Ley 99 de 1993, Artículo 17, inciso 2; subrayado fuera del texto).

Además de las regulaciones de la Organización Meteorológica Mundial -OMM, contenidos en las Guías No. 168 y 1044 y resoluciones, además, de la normatividad relacionada para el sector en Colombia, esta es muy numerosa y abarca desde leyes especiales hasta las políticas, decretos y resoluciones de diversos organismos que regulan los temas relacionados con la Gestión del Recurso Hídrico. Una síntesis de la normatividad aplicable en el tema se presenta en la Tabla 4., a continuación:

Norma	Importancia
Constitución Política de Colombia	Capítulo 3 - De los derechos colectivos y del ambiente.
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 2858 de 1981	Por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978.
Ley 99 de 1993	Sistema Nacional Ambiental - Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.
Ley 164 de 1994	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.
Decreto 1277 de 1994	Organización IDEAM - Por el cual se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM
Decreto 1600 de 1994	Sistemas nacionales de investigación ambiental y de información ambiental - Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional

Norma	Importancia
	Ambiental (SINA) en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.
Decreto 1603 de 1994	Organización institutos HUMBOLDT, SINCHI y NEUMANN - Por el cual se organizan y establecen los Institutos de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", el Instituto Amazónico de Investigaciones "Sinchi" y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John von Neumann". Artículo 2. "...Operar bajo la dirección del IDEAM, el Sistema de Información Ambiental, en coordinación con las Corporaciones, entes territoriales, centros poblados y demás instituciones del SINA, de acuerdo con las directrices que fije el Ministerio del Medio Ambiente."
Decreto 948 de 1995	Establece el reglamento de protección y control de la calidad del aire. Define, entre otras responsabilidades, la correspondiente a las AA de realizar la observación y seguimiento constante, medición, evaluación y control de los fenómenos de contaminación del aire y definir los programas regionales de prevención y control.
Ley 489 de 1998	Estatuto básico de la administración pública. El Art. 37 dispone que los sistemas de información sirven de soporte al cumplimiento de la misión, objetivos, funciones, desempeño institucional y evaluación de la gestión pública de las entidades de la administración pública; a la vez que permiten la interacción del Estado con la ciudadanía y el intercambio de información entre entidades públicas.
Decreto 291 de 2004	Asigna a la Subdirección de Meteorología del IDEAM, entre otras, la función de establecer los mecanismos para conformar y operar el Sistema de Información Ambiental en lo referente a información meteorológica y climática, producir el informe sobre el estado y la evolución del clima para el balance anual sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables que debe presentar el Director General al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, aportar los criterios técnico-científicos para la instalación y operación de las estaciones meteorológicas de todo tipo: sinópticas, climatológicas, aeronáuticas, agrometeorológicas, de ecosistemas y deslizamientos, de radiosonda y especiales, del Instituto. supervisar el funcionamiento de la red de estaciones meteorológicas del IDEAM y de las otras entidades que las posean en el país y mantener el catálogo respectivo, elaborar las guías y manuales sobre normalización y estándares de las observaciones meteorológicas y de los instrumentos, así como de las prácticas, procedimientos y metodologías para la toma de datos, etc.
Decreto 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Incorpora en un único decreto las disposiciones sobre el SIAC en cuanto al acceso a la información ambiental, la organización del IDEAM (Dec. 1277/1994) y del Sistema de Información Ambiental

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 25 de 70

Norma	Importancia
	– SIA (Dec. 1600/1994).

Tabla 4. Marco legal de la operación estadística en Colombia.

Fuente: Adaptado de (DANE, 2013).

d. Referentes internacionales

Las redes de observación hidrometeorológicas y oceanográfica –HMO-, son una de las fuentes de información básica para los servicios nacionales de hidrología y meteorología que existen en 187 países; la organización institucional en cada país es diferente de acuerdo con sus características específicas, en algunos casos estos servicios son prestados por las mismas instituciones y en otros, por instituciones separadas. No obstante, los servicios toman como referencia las orientaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y las experiencias de otros países que son compartidas a través de esta misma organización. Estas instituciones deben responder a las necesidades nacionales de protección de la vida, la propiedad y el ambiente frente a las amenazas naturales, contribuir con información esencial para la planeación territorial, el desarrollo de energía sostenible, el acceso al agua potable y la producción de alimentos, además, promover observaciones de largo plazo y captura de datos meteorológicos, hidrológicos y climáticos, incluyendo datos ambientales, cumplimiento de compromisos internacionales y contribución a la cooperación (World Meteorological Organization, 2015).

El IDEAM se rige y ciñe a los estándares y normas internacionales establecidos para las variables hidrológicas por la Organización Mundial Meteorológica -OMM, entidad de las Naciones Unidas con sede en Ginebra (Suiza), creada en 1946 para apoyar los servicios meteorológicos de los países, promover la cooperación entre ellos y estandarizar los instrumentos de medida y los métodos de observación. Colombia, como país signatario del convenio desde el 5 de enero de 1962, debe cumplir con sus regulaciones en estas materias.

Mediante resoluciones y recomendaciones, la OMM fija políticas sobre la práctica del intercambio de datos y productos meteorológicos y afines, incluidas las directrices sobre relaciones en actividades meteorológicas comerciales, intercambio de datos y productos hidrológicos, métodos de observación, etc.

e. Referentes nacionales

En Colombia antes del año de 1969, han funcionado redes hidrométricas en algunas regiones del país. Debido a su ubicación, esta red brindaba información solo con fines específicos, la interpretación y los datos no eran homogéneos y la medición en las estaciones era muy limitada.

En el año 1969, el Gobierno decidió crear el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología SCMH, con el objetivo de organizar y desarrollar actividades de hidrología y meteorología a escala nacional. Para cumplir dicho objetivo, de acuerdo a las recomendaciones de la OMM y el análisis de varios

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 26 de 70

factores nacionales, se estableció inicialmente que en Colombia se requería una red óptima de aproximadamente 1700 estaciones hidrométricas. (SCMH, 1971).

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM–, opera dos tipos de estaciones hidrológicas en Colombia: la red básica nacional con fines de estudios con proyecciones anuales y multianuales (a largo plazo) y la red básica específica nacional con fines de pronósticos hidrológicos y alertas en tiempo real por crecidas y sequías hidrológicas; ambas soportan decisiones del nivel nacional. La red hidrológica básica nacional para estudios con proyecciones a largo plazo fue implementada en forma amplia a finales de la década de los años 60 en las instancias del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SCMH, con el acompañamiento de científicos internacionales, tarea auspiciada por la Organización Meteorológica Mundial. Posteriormente, en la década de los 70 y 80, durante la existencia del Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras – HIMAT, la red fue mejorando en cantidad y calidad de datos, procurando con ello atender los requerimientos de los diversos sectores productivos del país, con énfasis en el sector de agricultura. Actualmente, el IDEAM (autoridad máxima en Hidrología y Meteorología, según Decreto 1277 de 1994) es la entidad encargada de operar y mantener la red básica hidrológica nacional.

En el 2017, el IDEAM de acuerdo con su misión cuenta con una red básica nacional de 2639 estaciones hidrometeorológicas activas, compuesta por 711 estaciones hidrológicas 1287 pluviométricas y 641 climatológicas.

Actualmente estas estaciones cuentan con registros convencionales (cerca del 90% son estaciones convencionales), sin embargo en los últimos años esta red ha venido adquiriendo equipos automáticos que permiten registros de mayor calidad y en tiempo real.

La red hidrológica específica con fines de alertas hidrológicas tuvo su inicio en el año 1976 con la asesoría de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI). El sistema funcionaba a través de radios localizados en algunas estaciones hidrológicas y de allí la información era transmitida por el observador a centros regionales o áreas operativas, para posteriormente retransmitirla al centro nacional de comunicaciones vía radio o teléfono a la oficina central del Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT) en Bogotá. A principios de la década de los 90 se instalaron en las principales cuencas del país cerca de 50 estaciones hidrológicas automáticas, que recibían información horaria en tiempo real; el software utilizado era el Pcbase2, el cual recibía la información directamente del satélite GOES (IDEAM, 2005). A partir del 2004 con recursos del crédito otorgado por el gobierno de Suiza al gobierno de Colombia, se inició la renovación de los equipos e instalación de las nuevas estaciones automáticas en aquellas cuencas con ausencia de información hidrológica en tiempo real. El software utilizado actualmente es el HYDRAS, que igualmente recibe información horaria de niveles en tiempo real a través de la antena receptora ubicada en las instalaciones centrales del IDEAM en Bogotá y facilita su procesamiento y análisis básico (IDEAM).

Actualmente, la red de estaciones automáticas, que opera el IDEAM con transmisión vía satélite, tiene una cobertura nacional, y está diseñada básicamente para cubrir los grandes ríos del país, principalmente el Magdalena, – Cauca y Catatumbo; su objetivo principal es alertar a las poblaciones ribereñas sobre la probabilidad del aumento o disminución de los niveles del agua.

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 27 de 70

Además de la información horaria en tiempo real proveniente de las estaciones automáticas, se complementa dicha información con más de 50 estaciones hidrológicas que transmiten la información vía fax, teléfono o internet en las primeras horas de la mañana de cada día (IDEAM, 2005). A nivel regional, en los últimos años, algunas autoridades ambientales, empresas del sector eléctrico, del sector petrolero y en general entidades del sector ambiental han celebrado convenios con el IDEAM para la operación de las nuevas estaciones automáticas, así como también han instalado estaciones automáticas de acuerdo con sus necesidades particulares. Es el caso de algunas estaciones ubicadas en la cuenca del río Combeima en el Tolima; las operadas por las Empresas Públicas de Medellín -EPM, Empresas Petroleras en el Piedemonte Llanero, y las estaciones instaladas en los cerros orientales de la ciudad de Santa Fe de Bogotá por parte del UPES del Distrito Capital, así como también las estaciones que opera la CVC, la CAR, CRC, CORNARE, CORANTIOQUIA, CORPOGUAVIO, CORPONOR, CORPOGUAJIRA, CDMB, CORPOCESAR, CORPONARIÑO Y CORPORINOQUIA entre otras.

2.1.5. Diseño de indicadores

Las variables Niveles y Caudales son registros continuos, tanto, en el espacio (Territorio colombiano) como en el tiempo (365 días), por tanto, no se requiere de indicadores.

2.1.6. Plan de resultados

Los datos de niveles una vez realizado el análisis y control de calidad del dato, estos son incorporados a las series de datos del IDEAM con sus respectivos parámetros estadísticos:

- **Datos de Niveles horarios**, son los datos obtenidos del observador, y de los registradores automáticos y sensores de presión horaria, con estos datos se obtienen los siguientes agregados:
- **Valores de Niveles Medios Diarios**: valores que se obtienen del resultado de promediar dos, tres o 24 lecturas diarias.
- **Valor de Nivel Máximo absoluto diario**: es el valor de nivel máximo observado o registrado en un día.
- **Valor de Nivel Mínimo absoluto diario**: es el valor de nivel mínimo observado o registrado en un día.
- **Valores de Niveles Medios Mensuales**: es el resultado de promediar los niveles de los 28, 30 o 31 días del mes.
- **Valor de Nivel Máximo Medio Mensual**: es el valor máximo medio de los niveles de 28, 30., o 31 días del mes.
- **Valor de Nivel Mínimo Medio Mensual**: es el valor mínimo medio de los niveles de los 28, 30., o 31 días del mes.
- **Valores de Niveles Medios Anual**: consiste en el valor promedio de niveles de los doce meses del año.
- **Valores de Niveles Medios Mensual Multianual**: consiste en el valor promedio mensual de niveles de un periodo de años.

 <p> IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales </p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 28 de 70

- **Datos de Caudales horarios (Nivinco)**, son los datos de los niveles horarios convertidos a caudales horarios de conformidad con la Tabla de conversión.
- **Valores de Caudales Medios Diarios**: valores que se obtienen del resultado de promediar dos, tres o 24 datos de caudales diarios.
- **Valor de Caudal Máximo absoluto diario**: es el valor de caudal máximo observado o registrado en un día.
- **Valor de Caudal Mínimo absoluto diario**: es el valor de caudal mínimo observado o registrado en un día.
- **Valores de Caudales Medios Mensuales**: es el resultado de promediar los datos de caudales de 28, 30 o 31 días del mes.
- **Valor de Caudal Máximo Medio Mensual**: es el valor máximo medio de los caudales para los 28, 30., o 31 días del mes.
- **Valor de Caudal Mínimo Medio Mensual**: es el valor mínimo medio de caudal para los 28, 30., o 31 días del mes.
- **Valores de Caudal Medios Anual**: consiste en el valor promedio de los caudales para doce meses del año.
- **Valores de Caudales Medios Mensual Multianual**: consiste en el valor promedio mensual de caudal para un periodo de años.
- **Valores de Caudales Máximo Mensual Multianual**: consiste en el valor máximo mensual de caudal para un periodo de años.
- **Valores de Caudales Mínimo Mensual Multianual**: consiste en el valor mínimo mensual de caudal para un periodo de años.

Los datos diarios, mensuales y anuales de variables: niveles y caudales quedan disponibles para que los usuarios internos y externos los puedan utilizar en sus operaciones estadísticas.

- **Diseño de cuadros de salida o de resultados**

El IDEAM cuenta con la plataforma Aquarius, la que contiene toda la información de la red hidrológica en la que se puede consultar las variables de nivel y caudal. A continuación se puede observar una salida de resultados de la estación 25027020 El Banco – Magdalena. Imagen N° 01: Variable Niveles (Valores medios diarios de niveles para el año 2010), Gráfico 7. (Valores medios mensuales de niveles periodo de 2010 -2015), Imagen N° 03, Variable Caudales (Valores medios diarios de caudales para el año 2010) y Gráfico 8., (Valores medios mensuales de caudales periodo de 2010 -2015) de la misma estación.

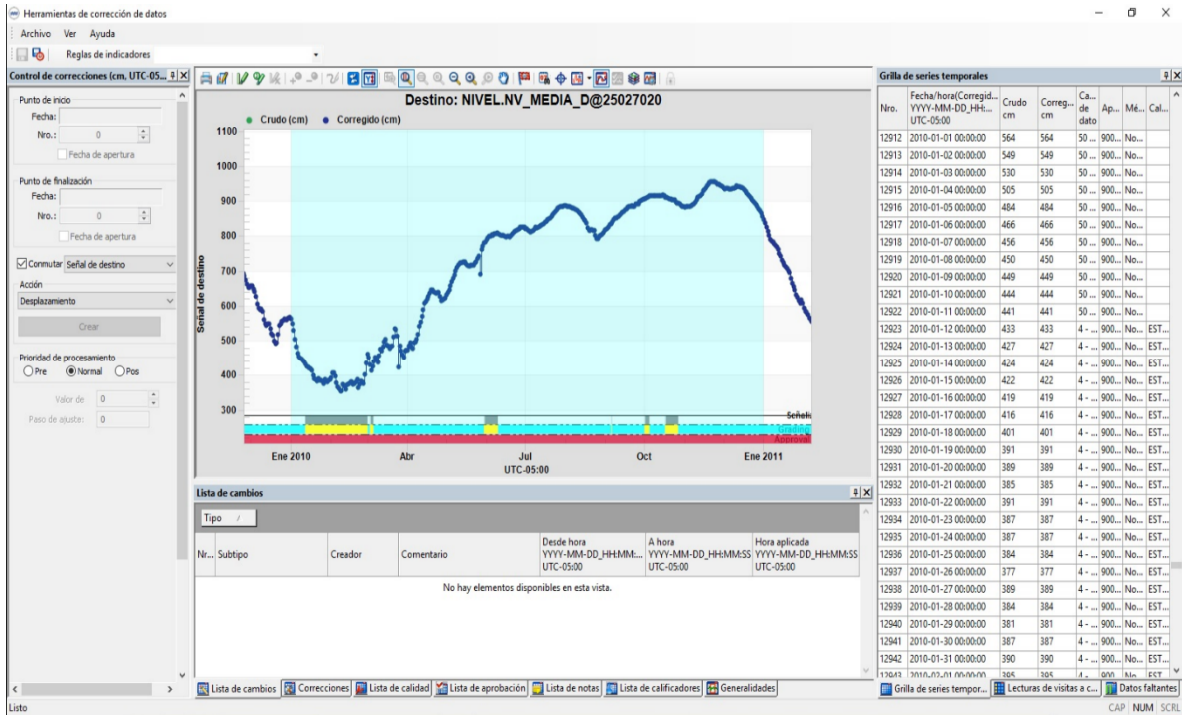


Gráfico 7. Salidas Valores Medios Diarios de Niveles año 2010.

Fuente: IDEAM

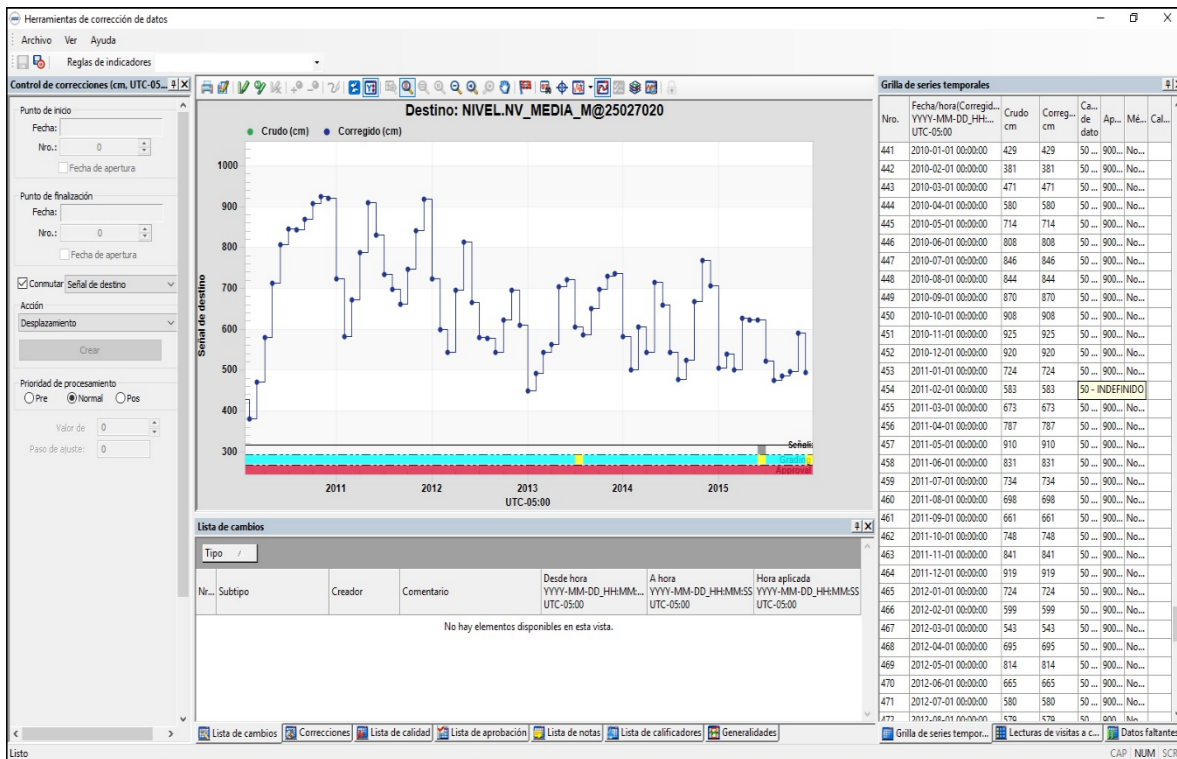


Gráfico 8. Salidas Valores Medios Mensuales de Niveles periodo 2010 - 2015.

Fuente: IDEAM

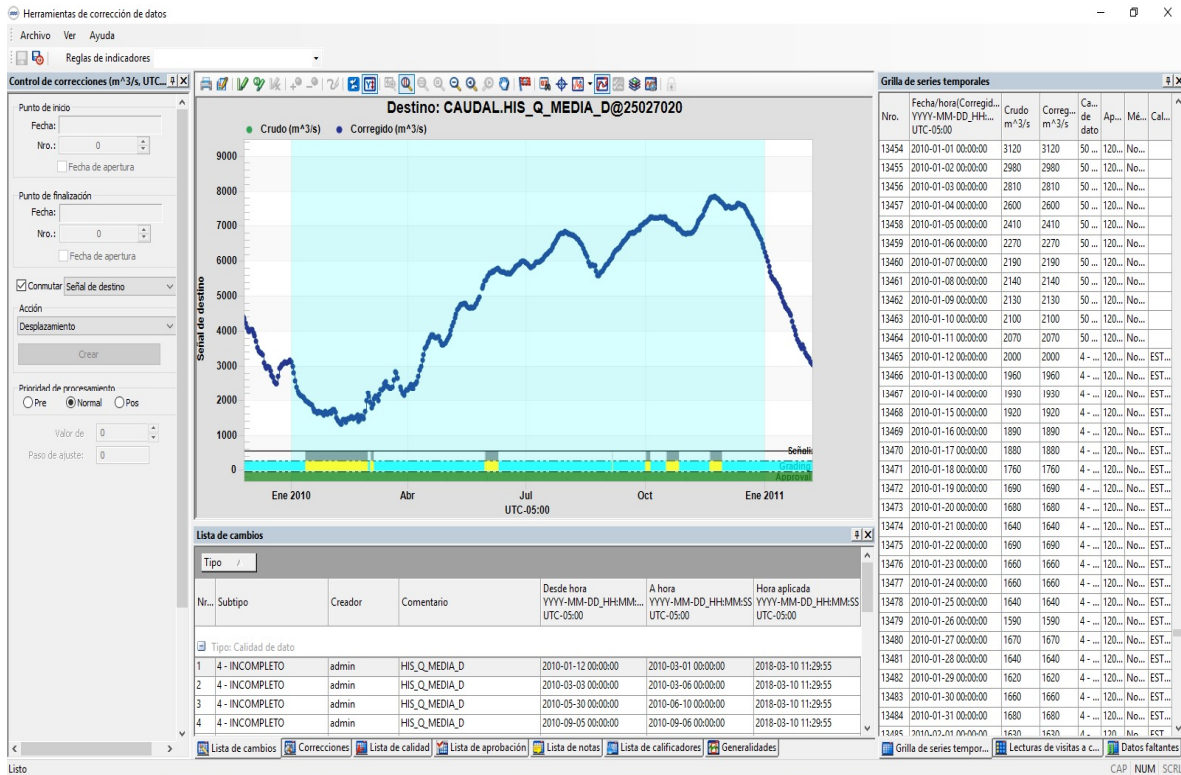


Gráfico 9. Salidas Valores Medios Diarios de Caudales año 2010.
Fuente: IDEAM

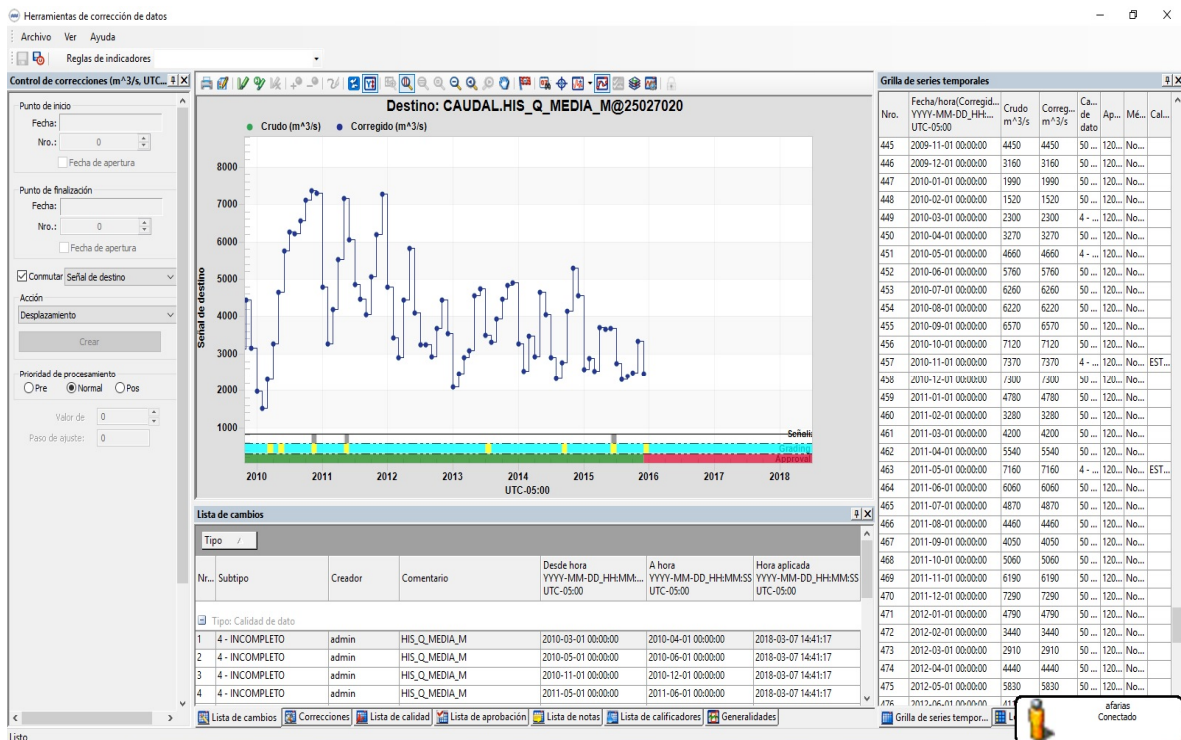


Gráfico 10. Salidas Valores Medios Mensuales de Caudales periodo 2010 - 2015.
Fuente: IDEAM

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 31 de 70

2.1.7. Diseño del formulario o cuestionario.

El IDEAM emplea para el registro de los datos de niveles los formatos establecidos para recopilar la información en campo la libreta con el formato F-34-27-79 "Libreta para observaciones mensuales de niveles, Temperaturas y Muestreo de Sedimentos en Suspensión" igualmente, para efectos de retiro del dato de niveles, estos datos se transcriben al formato F-34-28-84 denominado "Lecturas fluviométricas mensuales". Así mismo, se registra en el formato F-34-19-89 "Acta de Inspección a la estación" registro histórico sobre las actividades realizadas a la estación. Las estaciones convencionales que cuentan con instrumentos y registradores mecánicos y las estaciones automáticas o de la red de Alertas para fines de pronósticos, utilizan los mismos formatos enumerados anteriormente.

2.1.8. Normas, especificaciones o reglas de validación consistencia e imputación

Según el Protocolo de Monitoreo y seguimiento del agua (IDEAM, 2007 y 2017), se deben efectuar verificaciones y controles de calidad del dato, con el objetivo de asegurar que los valores son razonables de acuerdo al comportamiento de las variables hidrológicas, y aquellos datos que no cumplan los controles de calidad serán rechazados. Para tal efecto, existen las guías, manuales orientados por la OMM (Guías Prácticas WMOSPA VOL 1 y 2 -261-291_Calidad de los datos), los Protocolos de Monitoreo y Seguimiento del Agua (IDEAM 2007 y 2017), aplicativos de control de calidad en Excel hoy plataforma Aquarius - Time Series.

Los límites de tolerancia aplicados para la aceptación de los datos de las variables hidrológicas de Niveles se pueden evidenciar en el gráfico No...relacionados con la incertidumbre y error aceptable en los niveles, para el caso de las lecturas de niveles, el error aceptable por es un centímetro (1 cm); con respecto a los caudales medidos con molinetes, los errores máximos aceptables en las mediciones, oscilan alrededor del 10% entre verticales y del 15% en la curva de gastos.

- **Exactitud de las mediciones hidrológicas. Principios básicos.** Teóricamente, no es posible determinar mediante mediciones los valores verdaderos de los elementos hidrológicos, ya que no es posible eliminar completamente los errores de medición. La incertidumbre de las mediciones tiene un carácter probabilístico que puede definirse como el intervalo en que se espera que esté situado el valor verdadero con una cierta probabilidad o nivel de confianza. La anchura del intervalo de confianza se denomina también franja de error.

Si las mediciones son independientes entre sí, es posible obtener una estimación de la incertidumbre de los resultados de las mediciones efectuando un mínimo de 20 a 25 observaciones y calculando la desviación típica resultante para, a continuación, determinar el nivel de confianza de los resultados. Por lo general, no es posible aplicar este procedimiento en las mediciones hidrométricas, debido a la variación del valor que se desea medir durante el período de medición. Por ejemplo, con los molinetes, una serie numerosa de mediciones consecutivas del caudal a altura constante es claramente impracticable en condiciones reales. Por ello, es necesario efectuar una estimación de la incertidumbre examinando las diversas fuentes de error asociadas a la medición. Otro problema a la hora de aplicar métodos estadísticos

a los datos hidrológicos radica en el supuesto de que las observaciones son variables aleatorias independientes de una distribución estadística predeterminada. Esta situación rara vez se da en las mediciones hidrológicas.

El flujo de la corriente –superficial-, es, por naturaleza, de carácter imperfectamente aleatorio. Depende de los valores precedentes (Precipitación). Suele aceptarse que, en ciertos aspectos, la desviación de los datos hidrológicos respecto del concepto teórico de error no es muy acentuada. Sin embargo, conviene señalar que ningún análisis estadístico puede reemplazar un conjunto de observaciones correctas, en particular porque los errores espurios y sistemáticos no pueden ser eliminados mediante ese tipo de análisis. Solo los errores aleatorios pueden ser caracterizados por medios estadísticos (Reglamento Técnico (OMM-N° 49), Volumen III – Hidrología, y en la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos (OMM-N° 8). Ver Gráfico 11.

- **Incertidumbre de los datos:** Los usuarios de los datos estarán interesados en conocer la exactitud de éstos, ya que esta información determinará la confianza que podrán depositar en ellos y en los datos de ellos obtenidos. La exactitud puede expresarse por muy distintos medios, en muchos casos de manera imprecisa y, en ocasiones, ambigua. La incertidumbre estadística permite expresar objetivamente la “exactitud” mediante un intervalo de valores o en términos porcentuales, con una probabilidad de suceso dada.

Varias de las normas ISO sobre técnicas hidrométricas abordan los aspectos de incertidumbre respecto de las distintas áreas temáticas. A ese respecto, se recomienda la publicación de la ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (1995). En el Reglamento Técnico (OMM-N° 49), Volumen III, anexo, parte VIII, se ofrecen directrices para la estimación de la incertidumbre en las mediciones de caudal.

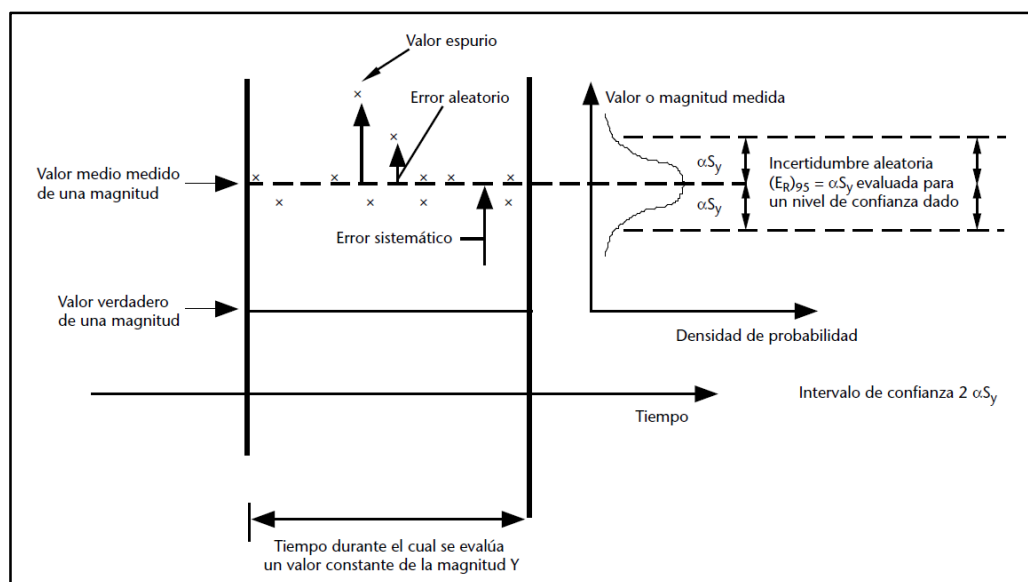


Gráfico 11. Tipo de errores.

Fuente: OMM

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 33 de 70

2.1.9. Nomenclatura y clasificaciones utilizadas

Se hace uso de conceptos estandarizados siguiendo los lineamientos técnicos de la OMM y de la Decisión 699 de 2008 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). Los principales conceptos estandarizados que se usan son: Niveles, Caudales, temperatura, precipitación, y las operaciones que de ellos se derivan, tales como los valores extremos, máximos y mínimos; igualmente las clasificaciones que se utilizan, como la División Política Administrativa-DIVIPOLA (DANE), la Zonificación Hidrográfica y la clasificación de estaciones (IDEAM).

2.2. DISEÑO ESTADISTICO

El monitoreo hidrológico de los niveles en las cuencas hidrográficas (ríos), se inició en Colombia en la década de los años 30 por algunas entidades, en particular por las empresas con proyectos hidroeléctricos, tales como Electroaguas, ICEL, CVC, etc. Y, por entidades del sector oficial como IGAC.

Sin embargo, es en el año 1969 cuando se crea el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrológica - SCMH, encargado de obtener los datos de la red hidrológica y meteorológica y que en los primeros años instaló más de 300 estaciones hidrométricas en el país con base en la asesoría suministrada por la Organización Mundial Meteorológica-OMM.

La OMM es el organismo especializado de las Naciones Unidas que actúa como portavoz autorizado acerca del estado y el comportamiento de la atmósfera terrestre, su interacción con los océanos, el clima que produce y la distribución resultante de los recursos hídricos. Se creó en 1950 y se convirtió en el organismo para la meteorología (tiempo y clima), la hidrología operativa y las ciencias geofísicas conexas. Asimismo, proporciona el marco en el que se desarrolla la cooperación internacional para el desarrollo de la meteorología y la hidrología operativa y los beneficios derivados de su aplicación. Colombia es país miembro desde el 5 de enero de 1962 y el representante oficial del país ante la OMM es el IDEAM (Cancillería, 2017).

Uno de los propósitos de la Organización consiste en fomentar la normalización y estandarización de las observaciones meteorológicas y afines, en particular, las que se aplican a las prácticas y los estudios hidrológicos. Por tanto, los miembros deberán seguir o poner en práctica sus regulaciones en los servicios meteorológicos y climatológicos (Cancillería, 2017). Entre el conjunto de publicaciones de la OMM, las que enmarcan de forma general la operación estadística de variables hidrológicas están la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos (OMM, 2010), que tiene como objetivo establecer los requerimientos que deben cumplir las estaciones, sus instrumentos y las observaciones realizadas por sus operarios, y la Guía de Prácticas Hidrológicas (OMM, 2011), cuyo fin es dar lineamientos en la gestión e interpretación de datos hídricos.

En el año de 1976 el SCMH se transforma en el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras – HIMAT que continua con la implementación y fortalecimiento de la Red Hidrometeorológica del país, hasta que en el año de 1994 a través del decreto 1277, se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM, que recibe las funciones del HIMAT entre éstas obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 34 de 70

información básica sobre hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación.

Desde su creación, el IDEAM ha encaminado acciones con el objeto de fortalecer la red básica nacional de monitoreo para:

- Generar información confiable y oportuna de variables hidrológicas, como el nivel y caudal de los ríos, transporte y concentración de sedimentos.
- Generar datos básicos para el seguimiento continuo del comportamiento de los niveles de los ríos a través de las estaciones automáticas de transmisión satelital.
- Consolidar información hidrológica histórica, con más de 30 años de registros de niveles y caudales.

Esta información ha permitido dar continuidad a estudios como: El estado de los recursos naturales en Colombia, Estudio Nacional del Agua, cotas de inundación; así mismo se ha ofrecido información a consultores, estudiantes, investigadores para el desarrollo de proyectos de ingeniería en el país. Busca establecer el universo de estudio, la población objetivo y el marco estadístico sobre los cuales se fundamenta la operación estadística. Muestra la metodología para la construcción y el mantenimiento o actualización del marco estadístico, así como la definición del tipo de operación mediante el cual se obtiene la información (censo, encuesta por muestreo, operación estadística basada en registros administrativos o estadística derivada). Fija los niveles de cobertura y desagregación geográfica, y presenta la definición de las unidades estadísticas: observación, análisis y de muestreo (DANE, 2009).

A continuación se describen las principales componentes del diseño estadístico.

2.2.1 Componentes básicos del diseño estadístico

- **Universo:** El universo de estudio está conformado por la red hidrográfica de Colombia, contenida en la extensión del territorio colombiano, con una superficie continental e insular es de 1'141.748 km², según IGAC. Constituido por el conjunto Áreas, Zonas y Subzonas hidrográficas de puntos que representan las ubicaciones susceptibles de realizar medición de variables Hidrológicas de interés, enmarcado en las siguientes coordenadas: latitud norte 13°23'40.2", latitud sur - 4°23'40.2", longitud este -66°50'58" y longitud oeste -81°44'8.2" determinadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y acordes con la Política Hídrica Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNHGIRH 2010 del MVDT hoy MADS y a los decretos 1640 de 2012 y al decreto único 1076 de 2015.
- **Población objetivo:** No aplica, debido a que nuestro universo de estudio es continuo, por tanto, la población objetivo es la red hidrográfica del territorio nacional en toda su extensión continental e insular, el cual limita con cinco países en sus fronteras territoriales, 32 departamentos, 1102 municipios según DIVIPOLA del DANE.

- **Marco estadístico:** No aplica, por cuanto, nuestro universo de estudio es continuo (cada coordenada del territorio en la cual es posible realizar mediciones de las variables de interés), se relaciona con la red hidrográfica de Colombia, en el marco muestral para el caso de la operación estadística de variables hidrológicas, corresponde como se mencionó anteriormente a cada uno de los puntos donde es teórica y técnicamente es viable, realizar mediciones hidrológica enmarcados dentro del territorio colombiano. Ver Gráfico 12.

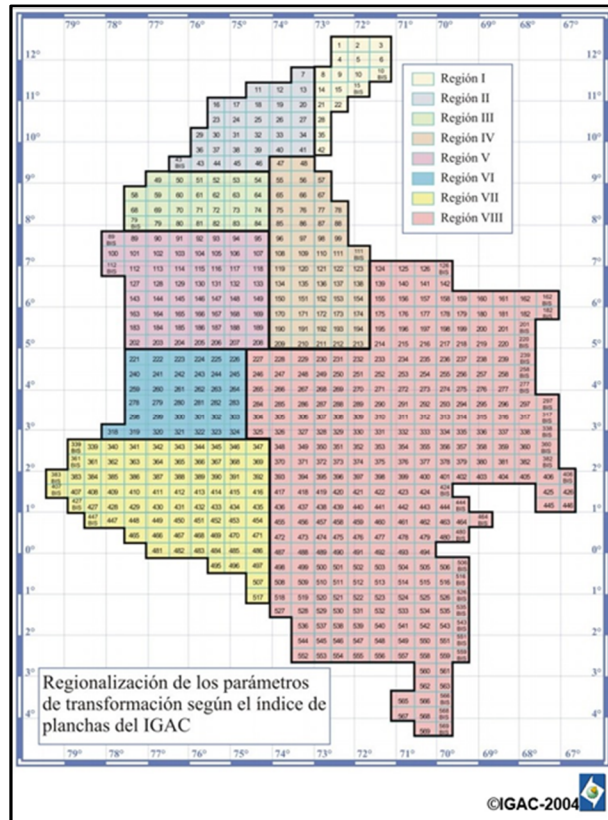


Gráfico 12. Territorio colombiano.

Fuente: IGAC, 2014

Los sistemas de coordenadas y la georreferenciación de los puntos NP geodésicos, están de acuerdo con la Resolución 68 de 2005 en el cual el país adopta el sistema Magna Sirgas (Marco Geocéntrico de Referencia Nacional, referido al sistema Sirgas), como sistema de referencia para la cartografía oficial del país. En concordancia con esta norma, el sistema de referencia que se usará para la generación de todos los productos cartográficos de este estudio será el Sistema Magna-Sirgas. Dado que la mayoría de los productos cartográficos a generar abarcan todo el territorio nacional la información se manejará en coordenadas geográficas, así como las salidas finales. Para el cálculo de áreas y longitudes en los casos que sean necesarios se usará el sistema de proyección Magna origen Bogotá. Los NP son bases materializados y georreferenciados con coordenadas y cotas reales (alturas en msnm) instalados por el IGAC (Guía Metodológica para la obtención de las alturas sobre el nivel medio del mar utilizando GPS, IGAC. 1997) y a partir de estos puntos se enlazan y georreferencian los BMs que instale el IDEAM en las estaciones hidrométricas, también se cuentan con BMs con cota arbitraria.

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 36 de 70

- **Indicadores de cobertura del marco estadístico:** No aplica. Teniendo en cuenta que los indicadores de cobertura permiten establecer qué porcentaje del marco muestral está cubierto por la operación estadística. El marco muestral de la operación estadística, se define, como se mencionó anteriormente, a partir del límite oficial del territorio nacional generado por el Ministerio del Interior. Por lo tanto, la cobertura operativa es del 100% debido a que es posible realizar la medición de las variables en cualquier Zona Hidrográfica del país.
- **Definición de variables:** En la Tabla a continuación, se compilan las metodologías para el desarrollo de las operaciones estadísticas en la recolección, procesamiento e interpretación de las variables Hidrológicas definidas bajo el criterio del IDEAM (IDEAM, 2008). Ver Tabla 5.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES					
IDEAM					
SUBDIRECCION DE HIDROLOGIA					
COMPILACIONES DE METODOLOGIA PARA DETERMINAR LAS VARIABLES HIDROLOGICA					
VARIABLE	DEFINICION	UNIDADES DE MEDICION	METODOS DE MEDICION	INSTRUMENTOS	EXACTITUD
NIVELES	Elevación o altura de la superficie del agua en un punto determinado, el cual está ligado topográficamente a un origen de referencia identificado con una cota arbitraria o al nivel medio del mar de los cuerpos Lénticos o Lóticos	centímetros (cm)	Observación directa o registro automático	LIMNIMETRO LINNIGRAFO MAXIMETRO LIMNICONTACTO RADAR SENSOR DE PRESION	10 - 20 mm
CAUDALES	Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en una unidad de tiempo.	m ³ /s o l/s	Ver tabla No. XX	Molinetes, Minimolinetes, Micromolinetes, Perfilador Acústico Doppler -ADCP	5%

Tabla 5. Metodología para hallar variables hidrológicas.

Fuente: IDEAM.

- **Fuente de datos:** La red nacional de Colombia es de tipo básico, es decir, está destinada al conocimiento general de la climatología y de la hidrología. Dicha red está conformada por estaciones que obtienen los datos mediante observaciones y mediciones. Estas mismas están dotadas de instrumental de diversos tipos y en diferentes cantidades, según los propósitos. La más sencilla es la estación Limnométrica, que cuenta con un instrumento de lectura directa (Limnómetro). A otras estaciones se les agregan medidores y/o registradores, tales como un Limnógrafo mecánico o automático (Sensor de presión o Radar) (Estaciones Limnográficas).

Las estaciones son atendidas por observadores voluntarios (no son empleados) a quienes se les "compra" la información obtenida por ellos y que es anotada en libretas proporcionadas por el IDEAM para este propósito.

Dentro de la red de estaciones específicas (Red de Alertas), el IDEAM monitorea estas estaciones para obtener datos en tiempo real, en las demás estaciones, se debe esperar a que los funcionarios (inspectores y técnicos) programen las actividades de operación y recolección de los datos.

 <p> IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales </p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 37 de 70

- **Cobertura geográfica:** La cobertura geográfica para la operación estadística es nacional, que comprende 32 departamentos, 1102 municipios según DIVIPOLA del DANE, permitiendo presentar información de todo el territorio nacional.
- **Desagregación geográfica:** No aplica. Los fenómenos hidrometeorológicos son independientes a la desagregación o división territorial que pueda realizarse.
- **Desagregación temática:** No aplica. Los fenómenos hidrometeorológicos son independientes a la desagregación temática que pueda realizarse.

2.2.2 Unidades estadísticas

- **Unidad de Observación:** La unidad de observación corresponde a cada punto espacialmente ubicado de sobre las cuencas hidrográficas del territorio nacional, en el cual es posible realizar medición de las variables hidrológicas. Delimitado por las coordenadas 13°23'40.2" latitud norte, latitud sur -4°23'40.2", longitud este - 66°50'58" y longitud oeste -81°44'8.2".
- **Unidad de Información:** Está constituida por cada una de las estaciones hidrológicas a partir de las cuales se obtiene el dato correspondiente a la variable de interés.
- **Unidad de Análisis:** Corresponde a las variables objeto de estudio, mencionadas en el numeral 2.2.1. Definición de variables.

2.2.3 Periodo de referencia y recolección

- **Periodo de recolección y periodicidad:** Las observaciones se realizan de acuerdo con los propósitos y el tipo de instrumental de cada estación. La hora oficial de observación es la hora fijada por la OMM y el IDEAM de acuerdo con las necesidades nacionales e internacionales. Para el caso de las estaciones hidrológicas se hacen lecturas dos veces al día; además, algunas lecturas extraordinarias a diferentes horas, de acuerdo con las condiciones y comportamiento de los ríos. Se cuenta con instrumental que registra niveles de forma minutal u horaria, efectuada según los registradores.

A continuación se presentan la periodicidad de medición para las variables de la operación estadística: Ver Tabla 6.

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 38 de 70

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES		
IDEAM		
SUBDIRECCION DE HIDROLOGIA		
FRECUENCIA RECOLECCIÓN VARIABLES HIDROLOGICA		
VARIABLE	RECOLECCIÓN	FRECUENCIA
NIVELES	Continua, diaria con Limnómetros, Limnigráfos, Maximetros, Radar, Sensores de presión	Minutal, horaria, 06:00 y 18:00. Lecturas extraordinarias.
CAUDALES	Obedece a los Requerimientos Minimos de Operación de la Red Hidrológica.	Mensual, trimetral o semestral

Tabla 6. Frecuencia Recolección Variables Hidrológicas.
Fuente: IDEAM

Es importante resaltar que las mediciones de la variable Niveles, se realizan diariamente de manera continua, desde la instalación de la estación hasta la actualidad.

- **Periodo de referencia:** El periodo de referencia para la operación estadística a partir de la recolección de los datos Hidrológicos, depende del tipo de análisis al que pueda estar sujeto. A continuación se presentan los dos periodos de referencia para la operación. Ver Tabla 7.

Tipo de análisis	Periodo de referencia
Hidrológico	Desde el año de emplazamiento de la estación de forma continua, hasta la actualidad. (1971-actualidad)

Tabla 7. Análisis y Periodo de Referencia
Fuente: IDEAM

2.2.4 Diseño muestral (aplica en investigaciones por muestreo)

No aplica para las mediciones realizadas por el IDEAM. Sin embargo, la operación se define como un tipo de muestreo no probabilístico, debido a que no se toma en cuenta algún algoritmo aleatorio para la selección de los puntos de emplazamiento de las estaciones; es decir, no es posible conocer las probabilidades de selección a priori. Por tanto, se tienen en cuenta criterios para el emplazamiento y diseño de la red de estaciones descritos a continuación: Tabla 8.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
- Propósito de las mediciones	<p>Corresponde a la respuesta en datos o información a diversas necesidades:</p> <p>a.) La preparación en tiempo real de análisis hidrológicos.</p> <p>b.) Las predicciones y avisos de crecientes súbitas.</p> <p>c.) Estudio Nacional del Agua</p> <p>d.) Vulnerabilidad del recurso Hídrico</p> <p>e.) Desabastecimiento de agua</p> <p>f.) Fines de investigación proyectos hidroeléctricos</p>
Escala de los fenómenos hidrológicos de la red	<p>La clasificación de la escala se presenta a continuación (Organización Meteorológica Mundial, 2015):</p> <p>a.) Microescala (menos de 100 m) para meteorología agrícola.</p> <p>b.) Topoescala o escala local (100 m a 3 km)</p> <p>c.) Mesoescala (3 km a 100 km)</p> <p>d.) Gran escala (100 km a 3.000 km), corresponde a fenómenos sinópticos</p> <p>e.) Escala planetaria (más de 3.000 km), por ejemplo, ondas largas de la troposfera superior.</p>
- Condiciones de infraestructura de la red de estaciones meteorológicas	<p>El IDEAM en el "Manual para la Operación, Inspección y Mantenimiento de Estaciones Meteorológicas", establece los siguientes requisitos que deben satisfacer los sensores meteorológicos (APCYTEL-IDEAM, 2008)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Exactitud 2. Sensibilidad 3. Especificidad de respuesta 4. Linealidad de la respuesta 5. Confiabilidad
- Locación	<p>La representatividad de la red a partir de los siguientes criterios de locación:</p> <p>a.) La determinación de estaciones redundantes permite a los administradores de las redes considerar posibles opciones para optimizarlas.</p> <p>b.) La densidad y distribución de las estaciones hidrológicas que se establecerán en una red terrestre de una zona dada dependen de los elementos hidrológicos que vayan a observarse, la topografía y la utilización de las tierras en la zona y las necesidades de información de los elementos climáticos concretos en cuestión.</p> <p>c.) Las estaciones deberán estar localizadas de manera que proporcionen características hidrológicas representativas que se ajusten a todos los tipos de terreno.</p>
- Emplazamiento	<p>Consideraciones que se aplican a la elección del emplazamiento (Organización Meteorológica Mundial, 2014):</p> <p>a.) Los instrumentos deberían instalarse en lechos de ríos de tramos longitudinales paralelos, el doble del ancho.</p> <p>b.) El flujo de la corriente debería estar lo más posible uniforme</p> <p>c.) El emplazamiento debería estar en lo posible cerca a una vivienda</p> <p>d.) El Lecho del río debería estar uniforme, sin resallos o caídas.</p> <p>La posición de una estación indicada en el modelo del geoide terrestre 1996 (EGM96) del Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS-84) debe conocerse y registrarse con precisión. Las coordenadas de una estación son:</p> <p>a. la latitud en grados, minutos y segundos enteros;</p> <p>b. la longitud en grados, minutos y segundos enteros;</p> <p>c. <u>la altura de la estación sobre el nivel medio del mar¹, es decir, la elevación de la estación, en metros hasta el segundo decimal.</u></p> <p>La Estación debe contar con un BM materializado, un punto de Referencia (PR)</p>

Tabla 8. Criterios para selección de sitio de emplazamiento para una Estación Hidrológica

Fuente: IDEAM

2.2.5. Ajustes de cobertura

El ajuste de cobertura representa el factor de corrección y el factor de expansión, con el fin de corregir un posible sesgo en la operación. Para este caso no aplica, ya que el valor para un punto requiere una serie de consideraciones físicas entre la medición y la estimación.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 40 de 70

2.3. DISEÑO DE LA EJECUCION

2.3.1 Sistema de capacitación

Se programan conferencias y capacitaciones a las diferentes fuentes de información (estaciones), en las que se sensibilizan sobre la importancia y necesidad de la toma del dato.

2.3.2 Actividades preparatorias

La recolección del dato de Niveles, es realizada por parte de los observadores diariamente y durante los 365 días del año a las horas determinadas (06:00 -18:00); los datos son consignados en la libreta para observaciones mensuales de niveles (formato 34-27-79).

Dependiendo de la variable a recolectar, existen diferentes instrumentos y métodos. En algunas estaciones, dependiendo del tipo de información, esta se obtiene a partir de gráficas.

La recolección de la información se hace a través de instrumentos meteorológicos que se pueden dividir en dos clases:

Instrumentos de lectura directa: son los que no inscriben las mediciones en una faja de papel, por lo general son más precisos, pero, cada medición requiere de una lectura. Como apoyo para esta actividad se cuenta con el Manual del Observador.

Aparatos registradores: Se refieren a instrumentos en los cuales el movimiento de las partes móviles se amplía por palancas, que actúan sobre una plumilla que inscribe sobre una banda de papel enrollado alrededor de un tambor movido por un mecanismo de relojería. Estas bandas están graduadas para poder determinar la hora exacta de cada punto de la curva registrada.

2.3.3 Diseño de instrumentos

Hay dos tipos de estaciones: convencionales o automáticas, dependiendo de esto se diligencian los formatos:

- Libreta de inspección de estaciones Hidrológicas
- Libreta de observaciones diarias Hidrológicas
- Libreta de Lecturas Fluviométricas

2.3.4 Recolección de la información

Periodo de recolección del dato de nivel: esta se realiza en forma horaria y diaria dependiendo de la variable y del instrumento que se encuentre instalado en la estación.

Periodicidad de recolección: el acopio de la información de niveles, se realiza en algunas estaciones hidrométricas de la red nacional del IDEAM en tiempo real (horarios) que son almacenados y

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 41 de 70

transmitidos vía satelital o GPRs cada quince minutos (Red de Alertas) a la plataforma central (hydras3) del IDEAM y otras estaciones suministran datos horarios puntuales (06:00 -18:00), datos que son recepcionados por un funcionario vía radio o telefónicamente (Celular) en las oficinas regionales y retransmitido a través de la plataforma SSHM hoy DHIME, a las oficinas centrales.

Existe otra red de estaciones hidrométricas que debido a la dificultad de comunicaciones y de acceso al sitio de monitoreo, estos datos de niveles se recopilan directamente de la libreta del observador voluntario (formato 34-27-79), quien ha estado tomando el dato horario (06:00 -18:00 y datos extraordinarios) y los consigna en la mencionado libreta y son recopilados periódicamente, de acuerdo con la programación anual de operación y mantenimiento a la red hidrológica por parte de los grupos de comisión del Programa de Redes Ambientales, con base a los Requerimientos Mínimos orientados por el Grupo de Monitoreo Hidrológico, de la Subdirección de Hidrología.

Así mismo, el grupo técnico, retira los datos de niveles que haya en formato digital cuando la estación de monitoreo cuenta con los sistemas y sensores de almacenamiento y transmisión, que han sido almacenados, que fueran enviados directamente a una central de recepción de datos y que se encuentran en repositorios que se destinan específicamente para tal objetivo (oficina de sistemas) seguridad de la información.

La recolección de los datos de niveles, se realiza mediante actividades operativas y logísticas periódicas entre 3 y 4 visitas a cada una de las estaciones de la red básica de monitoreo, en estas visitas se adelantan las siguientes actividades:

- Control y seguimiento de calidad del dato
- Mantenimiento preventivo y correctivo de la estación (limpieza, pintura)
- Verificación del correcto funcionamiento de los instrumentos instalados en la estación.
- Descarga de la información de niveles, en caso que los registradores de nivel sean electrónicos o retiro de las gráficas de Limnógrafo en caso de que estos sean mecánicos.
- Transcripción en el formato 34012007 y dotación y retiro de la libreta de niveles del observador voluntario cuando se haya completado.

Dependiendo de la variable a recolectar, existen diferentes instrumentos y métodos. En algunas estaciones, dependiendo del tipo de información, esta se obtiene a partir de gráficas y la recolección de la información se hace a través de instrumentos hidrológicos que se pueden dividir en dos clases:

- Instrumentos de lectura directa: son los que no inscriben las mediciones en una faja de papel, por lo general son más precisos, pero, cada medición requiere de una lectura directa por una persona.
- Aparatos registradores: Se refieren a instrumentos en los cuales el movimiento de las partes móviles se amplía por palancas, que actúan sobre una plumilla que inscribe sobre una banda de papel enrollado alrededor de un tambor movido por un mecanismo de relojería. Estas bandas están graduadas para poder determinar la hora exacta de cada punto de la curva registrada. También, se cuenta con instrumentos registradores automáticos, que almacenan los registros en un dataloger o son retransmitidos vía GPRs ó satelital.

Por último, el control flujo de la información se realiza desde la fuente en la etapa de pre-verificación, posteriormente mediante los controles del programa de captura y en la Subdirección de Hidrología que consolida los reportes de información a partir de la revisión del inventario de la información de las estaciones que le corresponden a cada Área Operativa y la verificación (comparar la libreta con el banco de datos, consistencia interna de parámetros).

2.4. DISEÑO DE SISTEMAS

El Sistema de información que soporta todo el proceso de la operación estadística está basado en la plataforma DHIME.

Qué es el DHIME? Sistema de Gestión de Datos Hidrológicos y Meteorológicos.

Es el desarrollo e implementación de una solución tecnológica integrada que le permite al IDEAM generar impacto en sus procesos de negocio, asociados a la información hidrológica, meteorológica y para la administración y operación de la red Hidrometeorológica, con la cual se mejora la organización y gestión de la información. El DHIME es un una plataforma compuesta por diferentes módulos. Gráfico 13.

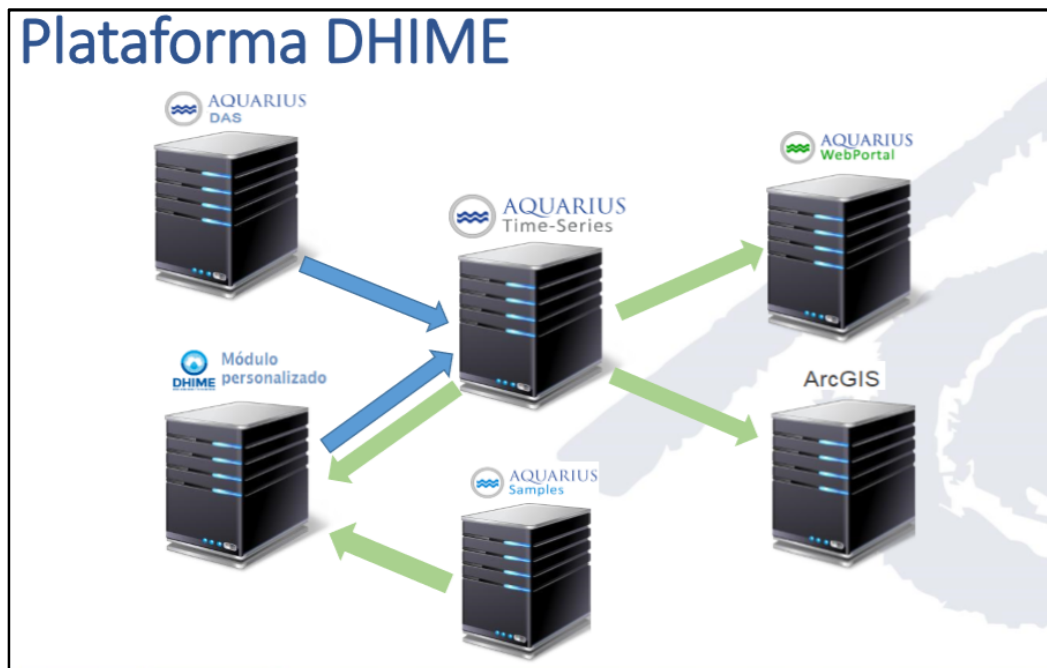


Gráfico 13. Módulos de la plataforma DHIME. Fuente "2.4.01_DocArquitectura v1.5.docx"
FUENTE: IDEAM

La plataforma integra diferentes productos de software:

1. Aquarius de la firma Aquatics Informatics, como líder global en el desarrollo de software para la gestión de datos hidrometeorológicos. Dado que es un software propietario no se tiene la documentación de su desarrollo, se cuenta con los manuales de usuario y técnico de la solución.

2. ArcGIS que es la plataforma líder a nivel mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG).

3. Módulo personalizado para extender las funcionalidades a la medida de los usuarios, las cuales no son cubiertas por los anteriores productos, las funcionalidades con las que cuenta este modulo son: Catálogo de estaciones, Módulo de administración y operación de red, Módulo de capturas de datos, Funcionalidades para el equipo de hidrología y meteorología y Reportes personalizados. El módulo en general desarrolló los requerimientos definidos por los usuarios institucionales.

2.4.1. Software

Para la implementación de la operación estadística se cuenta con diversos recursos informáticos para el desarrollo del proceso.

El siguiente Gráfico 14. Resume los procesos de la operación estadística que son apoyados por el DHIME

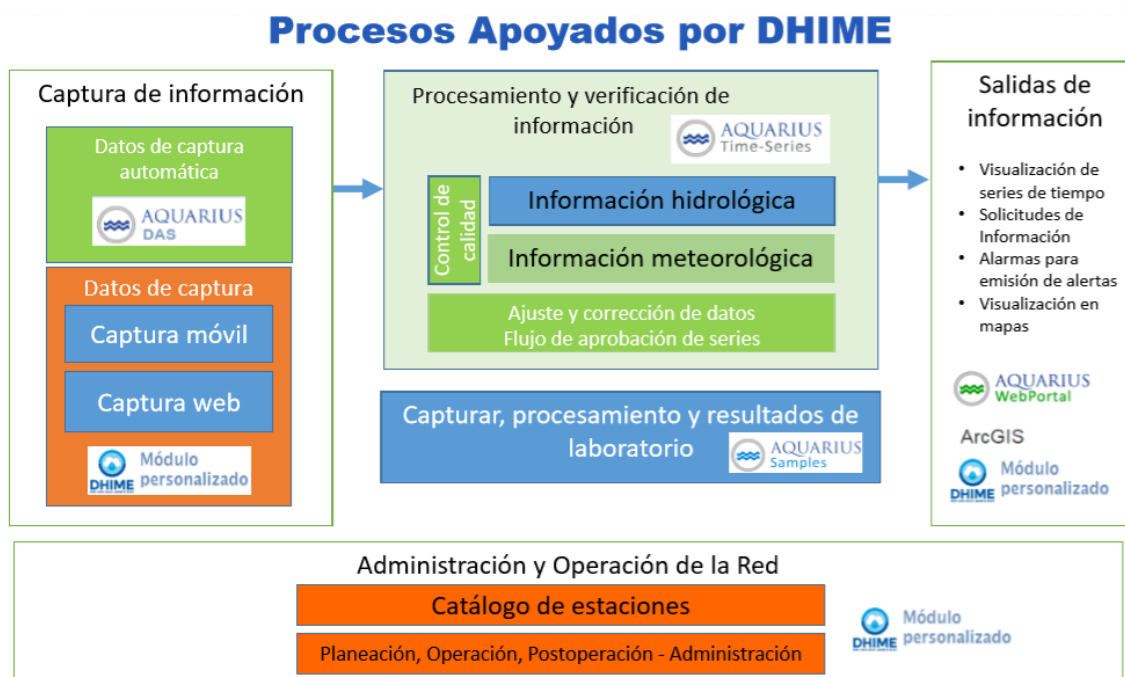


Gráfico 14. Procesos apoyados por DHIME. Fuente "2_Manual_usuario.docx" DHIME FUENTE: IDEAM

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 44 de 70

2.4.1.1 Módulo Personalizado

Es el componente de software encargado de realizar entre otras la captura de las variables de la operación estadística, y realiza el proceso de control y validación de los datos, que se desarrolló e implemento de acuerdo con el levantamiento de requerimiento planteados en los diferentes casos de usos. Ver anexos DHIME. Casos de usos meteorología donde están definido los procesos de captura, validación, procesamiento y consultas de las variables Hidrológicas, adicional (ver anexo DHIME - Manual de Usuario.pdf) donde se detallan los procesos de captura de las variables y sus validaciones.

- **AQUARIUS**

Solución comercial, que proporciona al IDEAM una única fuente para todos sus datos ambientales de series temporales, de visita de campo y muestras de laboratorio, facilitando la administración de las operaciones diarias. La plataforma AQUARIUS cuenta con los siguientes módulos para la operación estadística específica de Variables Hidrológicas, los cuales se describen a continuación y adicionalmente en las tablas 12, y 13 se muestra un resumen del software e infraestructura tecnológica que soporta la operación.

- **AQUARIOS Time-Series**

Es un software de gestión de datos de series temporales ambientales. Se encarga de:

- Consolidar la información hidrológica y meteorológica que se captura desde distintas fuentes (observadores en campo, registradores o por telemetría) y que se emite desde las distintas estaciones automáticas, convencionales, sinópticas o de alertas.
- Permitir a los profesionales de hidrología y meteorología, ya sea en las distintas áreas de operación o en las subdirecciones, realizar la validación y verificación de las variables, corregir fácilmente y controlar la calidad en los datos.
- Realizar el procesamiento y cálculo de las variables hidrológicas, que se obtienen a partir de la información validada.
- Automatizar flujos de trabajo y agilizar la producción de los datos.
- Construir curvas de calibración para la generación de caudales.
- Consolidar las muestras de sedimentos.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 45 de 70

- Consolidar la información resultante de los aforos líquidos y sólidos.
- Importar series de tiempo de forma manual desde el formato CSV.

Ver anexo AQUARIUS 2017.4 Admin Guide.pdf).

- **AQUARIOS WebPortal**

Es una herramienta de consulta, que permite el acceso en tiempo real a la información hidrológica y meteorológica cuya calidad ya fue asegurada. Provee a los distintos usuarios, paneles de control personalizado, estadísticas complejas, mapas intuitivos, alertas e informes en tiempo real, lo que les permite tomar mejores decisiones en cualquier lugar. A continuación, se describe en mayor detalle las características que ofrece este módulo de consulta:

- Permitir la configuración de dashboard para visualización de información, de cualquier variable hidrológica o meteorológica.
- Consultar datos históricos y resumirlos a través de estadísticas agregadas: diariamente, mensualmente, anualmente, etc.
- Exportación de datos a pdf, Excel o csv.

Ver anexo _AQUARIUS WebPortal System Administration Guide.pdf)

- **Módulo de Consulta**

Es el portal de consulta y descarga de información, que utiliza el software geográfico ESRI que es un módulo del gran sistema DHIME que se utiliza para la presentación de la información de forma espacial, este módulo permite el acceso a los usuarios externos para realizar consultas por diferentes criterios y obtener información de series de tiempo, frecuencias de acuerdo con la variable y criterios seleccionados.

El módulo permite adicionalmente si existe información generada para una estación en particular entrar directamente y descargar dicha información, para más información ver anexo (Consulta y Descarga de datos hidrometeorológicos.pdf, Consulta_Catalogo_de_Estaciones.pdf)

Resumen de software e infraestructura que componen el desarrollo informático. Ver Tabla 9.

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 46 de 70

Software			
AQ Time-series	AQ WebPortal	AQDAS	Modulo personalizado
AQ Time-series server	AQUARIUS WebPortal Application (AQ-WP)	AQUARIUS Data Acquisition System	DHIME
AQUARIUS Licence Manager (AQ-LM)	AQUARIUS Licence Manager (AQ-LM)	AQUARIUS Licence Manager (AQ-LM)	DIME_Servicio
AQUARIUS Integration Service (AQIS)			DIME_ServicioWindows
Sistema Operativo: WS2012-R2	Sistema Operativo: WS2012-R2	Sistema Operativo: WS2012-R2	Sistema Operativo: WS2012-R2
Licencia Pruebas 50k time series, 30 users, 15 rating development users: F140-EDF9-A0A7-A26C-1603 (31 users) 4BF1-EEA2-70E9-1D00-3675 (15 rating users) 46C0-2D77-8074-6661-0352 (AQ-TS-Server-50K)	Licencia: 581A-C35E-8304-52F0-2174	Licencia: FB75-C49F-532E-8CF9-1057	Internet Infomation Server
Versión: v2017.3 (64-bit)	Versión : v2016.3.171 (64-bit)	Versión : v2016.5 (64-bit)	

Tabla 9. Programas informáticos utilizados en las diferentes etapas de la operación estadística.
Fuente IDEAM

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 47 de 70

Infraestructura						
Nombre Servidor: AQTS-PRD	Nombre Servidor: AQWP-PRD	Nombre Servidor: AQDAS-PRD	Nombre Servidor: AQDB-PRD	Nombre Servidor: AQDB-PRD	Nombre Servidor: AQMP-PRD	Nombre Servidor: AQDB-PRD
Descripción: Servidor de Producción Aquarius Time-Series	Descripción: Servidor de Producción de Aquarius Web Portal	Descripción: Servidor de Producción de AODAS	Descripción: Base de datos Oracle de Producción Aquarius	Descripción: Base de datos Oracle de Producción Aquarius	Descripción: Servidor de Producción de Módulo Personalizado IDEAM	Descripción: Base de datos Oracle de Producción módulo personalizado
IP:	IP:	IP:	IP:	IP:	IP:	IP:
RAM 32 GB	RAM 32 GB	RAM 32GB	RAM: 16GB	RAM: 16GB	RAM 16 GB	RAM: 16GB
CORES: 8	CORES:8	CORES:8	CORES:4	CORES:4	CORES:4	CORES:4
DD: 500 GB (E.)	DD: 500 GB (E.)	DD: 500 GB (E.)	Tamaño: 1TB	Tamaño: 500GB	DD: 100 GB	Tamaño: 500GB
			SID: AQTS	SID: AQWP		SID: Dhime

Tabla 10. Infraestructura informática utilizada en las diferentes etapas de la operación estadística
Fuente IDEAM

2.4.2. Base de Datos

En los Anexos (Diagram_ER_Dhime.jpeg y diccionario_Datos_dhime.xls), se incluye el modelo “entidad relación” o modelo de datos, relacionado con la implementación del componente personalizado del gran sistema DHIME, así como el diccionario de datos de este componente. Ver Tabla 11.

Esquemas Bases de Datos		
Base de Datos AQ Time-Series	Base de Datos WebPortal	BD Personalizado
AQUARIUS Time-Series Database	AQUARIUS WebPortal Database	DHIME
Oracle	Oracle	Oracle
Sistema Operativo: Red-Hat Linux x86-64	Sistema Operativo: Red-Hat Linux x86-64	Sistema Operativo: Red-Hat Linux x86-64

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 48 de 70

Version BD: Oracle 12cR1 (12.1.0.2) Standar Edition2 - Non-CDB, No Spatial, With Multimedia, XMLDB, JVM, AL32UTF8 Charset	Version BD: Oracle 12cR1 (12.1.0.2) Standar Edition2 - Non-CDB, No Spatial, With Multimedia, XMLDB, JVM, AL32UTF8 Charset	Version BD: Oracle 12cR1 (12.1.0.2) Standar Edition2 - Non-CDB, No Spatial, With Multimedia, XMLDB, JVM, AL32UTF8 Charset
---	---	---

Tabla 11. Esquemas Base de Datos utilizadas en las diferentes etapas de la operación estadística
Fuente IDEAM

2.4.3. Seguridad

La información de las bases de datos de la operación estadística cuenta con los mecanismos de seguridad y respaldos implementados por el IDEAM para garantizar la recuperación y la integridad de la base de datos. Los cuales se describen en los anexos (6_A-GI-P005 ALMACENAMIENTO Y RESPALDO.pdf, 7_A-GI-M002 PLAN DE SEGURIDAD Y PRIVACIDAD DE LA INFORMACIÓN IDEAM.pdf, y 8_Politica de seguridad y privacidad de la información del IDEAM.pdf, respectivamente).

Adicionalmente el DHIME cuenta con una guía para la seguridad del sistema, con el fin de determinar la forma de acceso de cada módulo.

Para un mejor entendimiento de la arquitectura de la solución y del componente personalizado, referirse al anexo "DocArquitectura v1.5.docx".

2.5. DISEÑO MÉTODOS Y MECANISMOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

Modulo Personalizado Registro de Niveles

La calidad de los datos de niveles, es un proceso continuo, que inicia desde la fuente de producción del dato en la estación, luego el técnico encargado de la operación de la estación, realiza un control y verifica que los datos consignados correspondan al periodo y a los instrumentos instalados, posteriormente, el hidrólogo en la oficina, realiza un seguimiento de calidad del dato, verificando que las series mensuales de datos de niveles no aparezcan datos inconsistentes (outlier) para lo cual se apoya con la información incorporada a la plataforma DHIME. Ver gráfico 15.

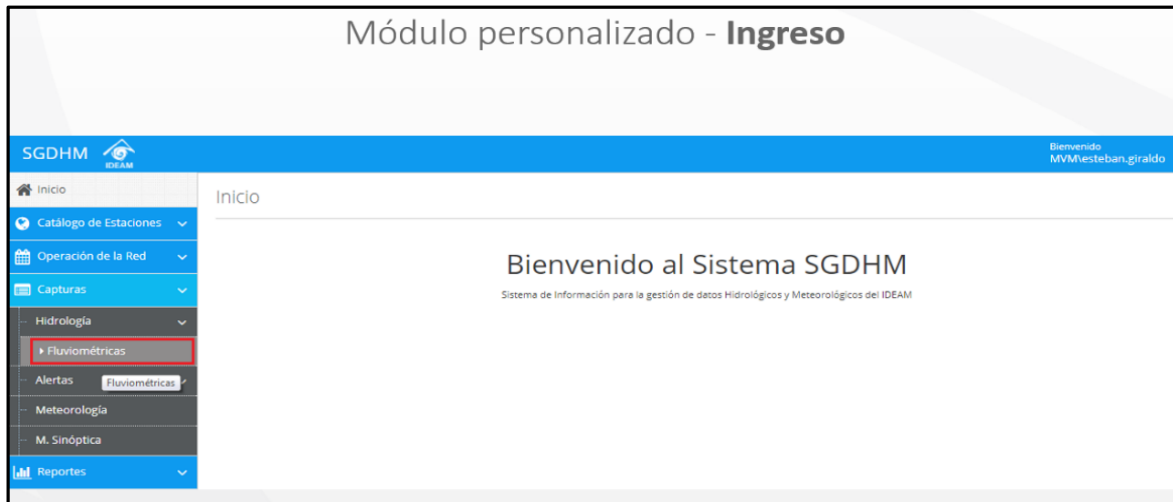


Gráfico 15. Modulo Personalizado Registro Niveles

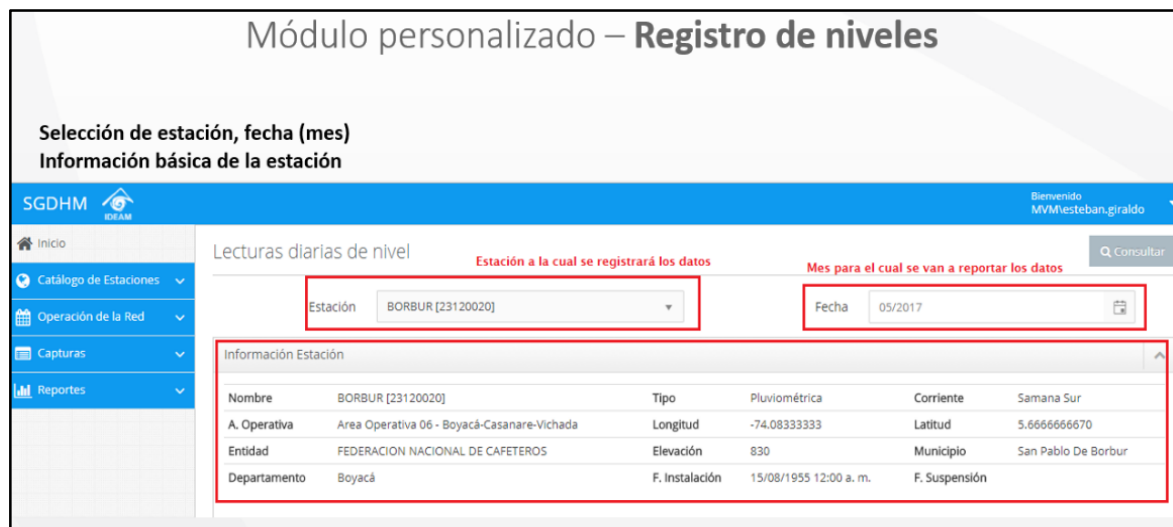


Gráfico 16. Modulo Personalizado Registro Niveles

Módulo personalizado – Registro de niveles

Ingresar datos 6am-6pm, calificadores y lecturas extraordinarias

Observador: PABLO ENRIQUE RAMIREZ ACERO

EXPORTAR A EXCEL

Hora	Valor	Observación
Día: 1		
06	120.00	Valor de nivel 6AM-6PM
18	125.00	
Día: 2		
06		Rio Seco
18		Mira no tiene dato
Día: 3		
06		Ausencia del observador
18		
Día: 4		
06		

Gráfico 17. Modulo Personalizado Registro Niveles.

Serie básica donde se almacenan los datos: NVLM_CON: Los datos de observador, en el nuevo sistema (DHIME) son almacenados en la misma serie de tiempo, ya sean tomados por la red de alertas, o registrados cuando se cargan las lecturas traídos de campo. Ver gráficos No.10 y 11.

Modificaciones desde pantalla: Desde la pantalla se capturan los datos, mientras no se haya dado GUARDAR se pueden hacer modificaciones. *Cuando los datos ya hayan sido enviados a Time, ya no se puede hacer modificaciones a los datos.* Todas las correcciones se deberán realizar a través del Data Correction. Ver Gráficos 15. a 17.

Consistencia con datos preexistentes

Si para la estación y fecha, ya se tienen datos de lectura de observador, son mostrados en pantalla sin poder editar. Por ejemplo, estaciones de la red de alertas.

Visitas de Campo Aforos Líquidos – Carga de Cartera de Aforo Líquido. Ver gráficos No. 14 al 18.

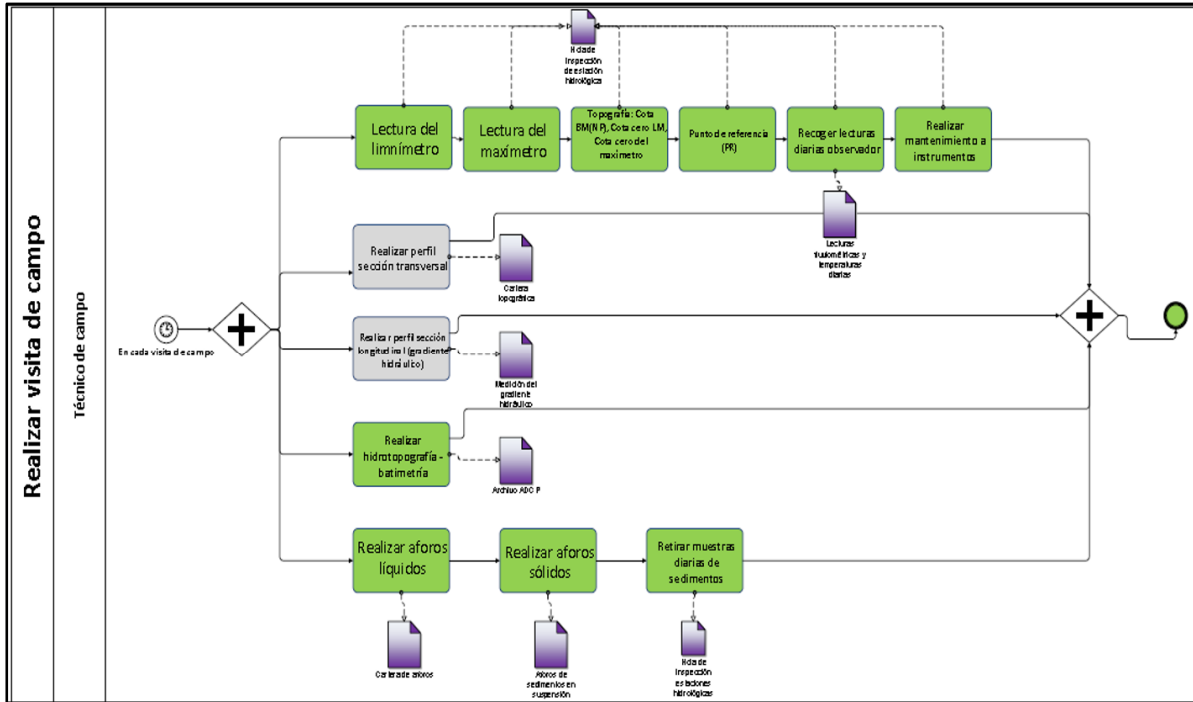


Gráfico 18. Modulo Personalizado.

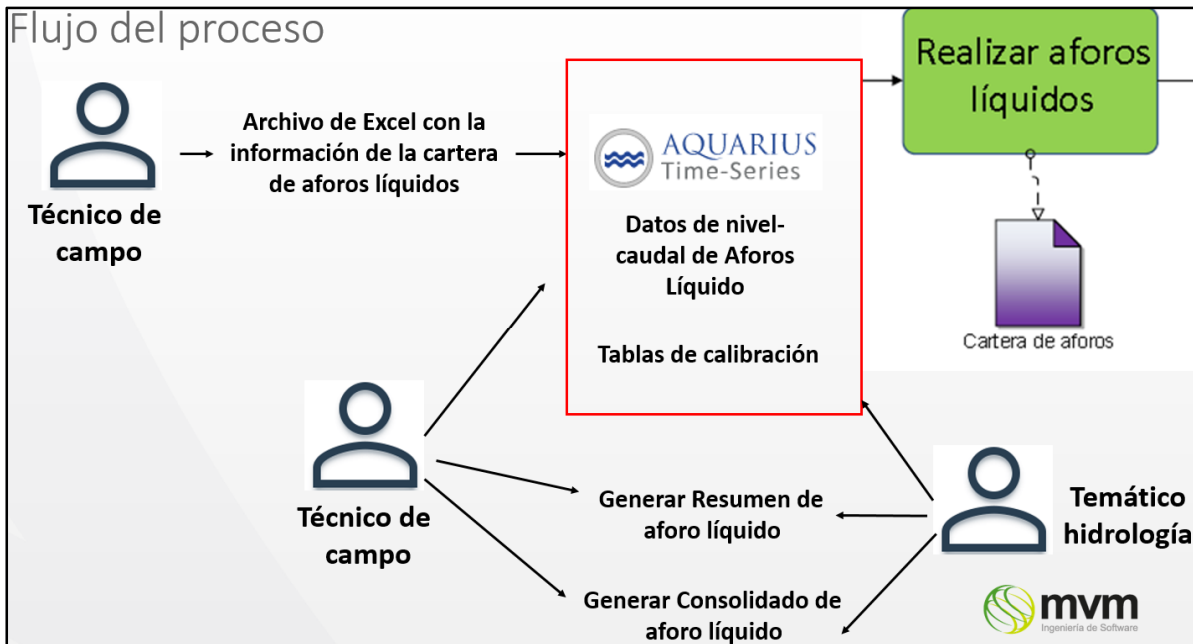



Gráfico 19. Modulo Personalizado.

Plantilla definida para carga de cartera de aforo líquido



CARTERA DE AFOROS

Código estación	DDMMYY	Corriente	Lista de corrientes	Estación	
Fecha Aforo	DDMMYY	Hora Inicial	HH:MM	Hora Final	HH:MM
Nivel Inicial		Nivel Final		Método aforo	Lista de métodos de aforos
Tipo aforo	Lista de tipos de aforos	Orilla	Lista de orillas (Izquierda/Derecha)		
Tiene ángulo de arrastre?	Check	Tiene pilotes?	Check		
Aforadores					
Observaciones	Lista de observaciones				
Otra. Cuál?					
Tipo de molinete	Lista de tipos de molinetes	No. Molinete		No. Rotor	

Ecuaciones					
Ecuación 1		Ecuación 2		Ecuación 3	
Rango inicial	0,0000	Rango inicial	0,0000	Rango inicial	0,0000
Rango final	1,9800	Rango final	0,0000	Rango final	0,0000
Constante a	0,3117	Constante a	0,0000	Constante a	0,0000
Constante b	0,0002	Constante b	0,0000	Constante b	0,0000
0,3117 N + 0,0002 (0,00 < N <= 1,980)					

DPR (m)	NIVEL INTERMEDIO (cms)	AS (m)	AA	LS+C1 (m)	PT (m)	METODO	Revoluciones	Tiempo (seg)
0,00		##			0,00	0,00	Lista de métodos	50
0,00		##			0,00	0,00		50
0,00		##			0,00	0,00		50
0,00		##			0,00	0,00		50

Restricciones: Corriente y Estación deben ser diligenciados y no consultados.

Campos normalizados: selección de valores check de valores

Restricción Aquarius: No usar superficial junto con otros métodos en la misma DPR

Gráfico 20. Modulo Personalizado Captura Aforo Líquido.

¿Cómo se realiza la carga?

1. Ingresar a Aquarius Time Series
2. Buscar estación (código y/o nombre)
3. Ingresar a pestaña Visita
4. Opción Seleccionar archivos
5. Buscar archivo (plantilla Excel) diligenciado con la información de la cartera del aforo líquido
6. Confirmar la carga

Locations

There are 8324 locations. You can grant User Access by location folder.

Find Locations

35067030 UBALA [35067...]

New Location

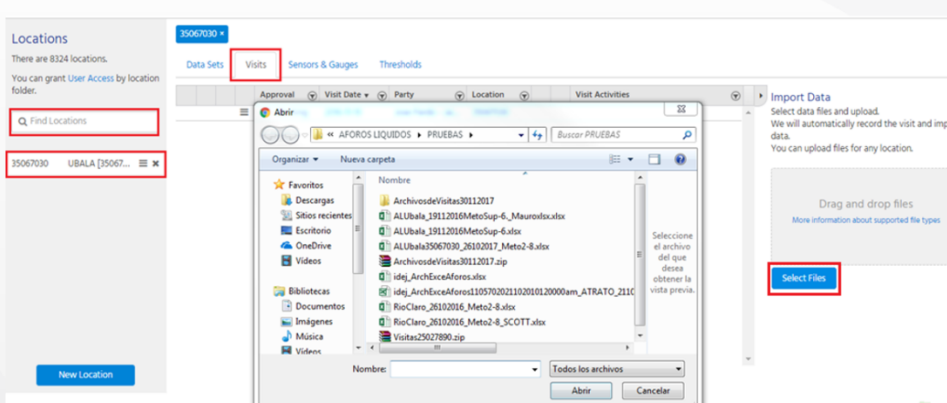
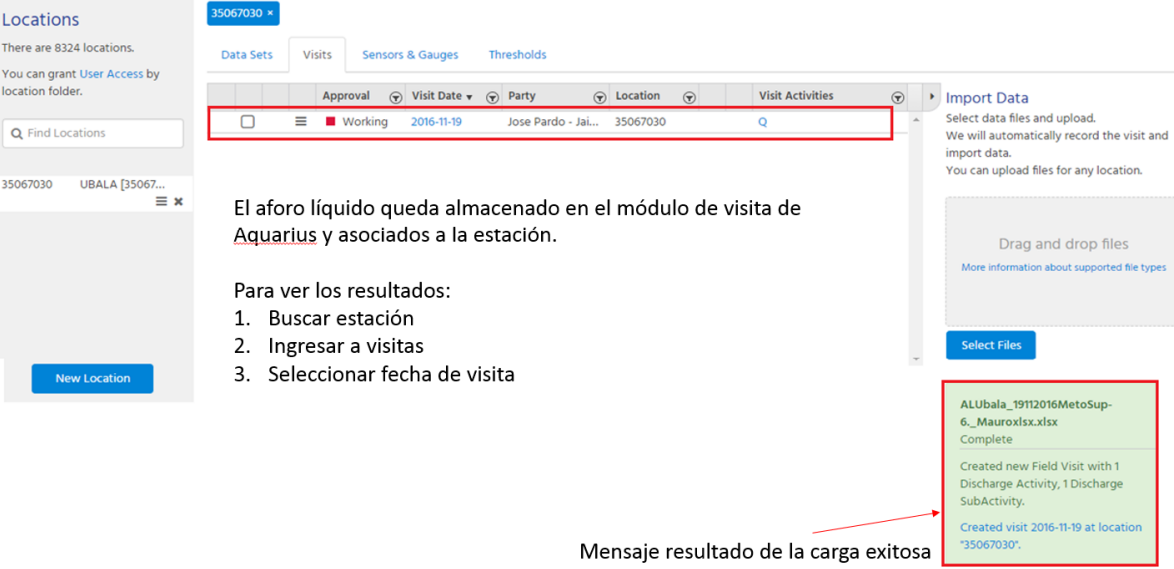


Gráfico 21. Modulo Personalizado Carga Aforo Líquido.

¿Dónde quedan almacenados el aforo líquido y cómo ver la información, desde Time Series?



The screenshot shows the 'Locations' module with a search for '35067030'. A table lists visit activities, with one entry highlighted: 'Working' on '2016-11-19' by 'Jose Pardo - Jair...' at location '35067030'. A message box on the right states: 'ALUbala_19112016MetoSup-6_Mauroxlsx.xlsx Complete. Created new Field Visit with 1 Discharge Activity, 1 Discharge SubActivity. Created visit 2016-11-19 at location "35067030".'

El aforo líquido queda almacenado en el módulo de visita de Aquarius y asociados a la estación.

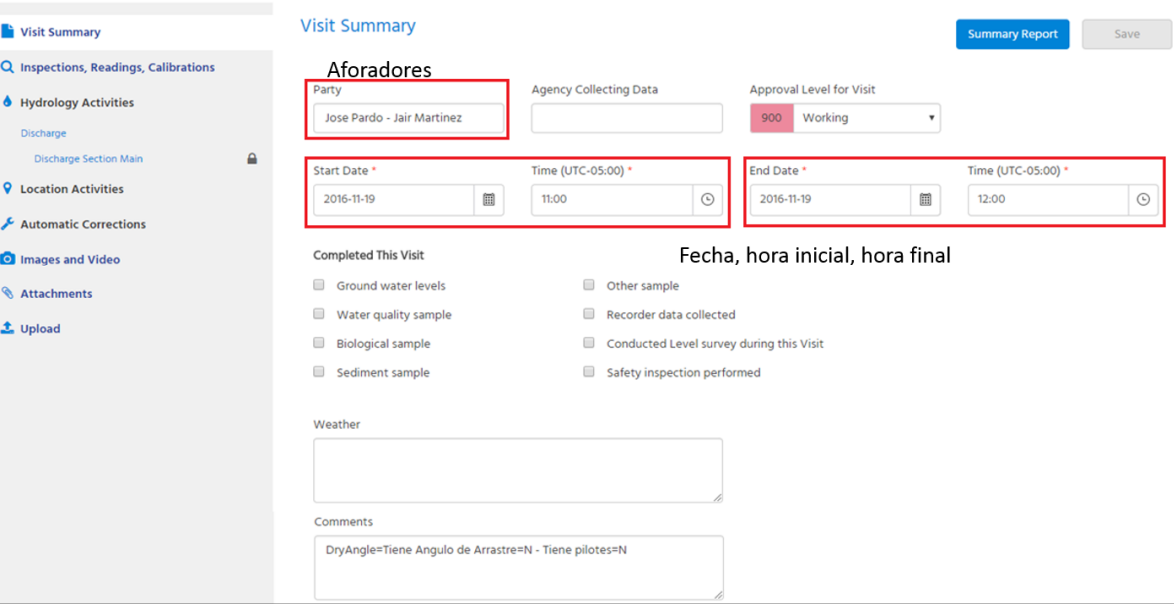
Para ver los resultados:

1. Buscar estación
2. Ingresar a visitas
3. Seleccionar fecha de visita

Mensaje resultado de la carga exitosa

Gráfico 22. Modulo Personalizado Almacenamiento Información Aforo Líquido.

¿Dónde quedan almacenados los datos y cómo ver la información del aforo líquido, desde Time Series?



The screenshot shows the 'Visit Summary' form for a discharge activity. Key fields are highlighted with red boxes: 'Party' (Jose Pardo - Jair Martinez), 'Start Date' (2016-11-19), 'Time (UTC-05:00)' (11:00), 'End Date' (2016-11-19), and 'Time (UTC-05:00)' (12:00). The form also includes checkboxes for 'Completed This Visit' (Ground water levels, Water quality sample, Biological sample, Sediment sample, Other sample, Recorder data collected, Conducted Level survey during this Visit, Safety inspection performed), a 'Weather' text area, and a 'Comments' text area containing 'DryAngle=Tiene Angulo de Arrastre=N - Tiene pilotes=N'.

Fecha, hora inicial, hora final

Gráfico 23. Modulo Personalizado Almacenamiento Información Aforo Líquido.

¿Dónde quedan almacenados los datos y cómo ver la información del aforo líquido, desde Time Series?

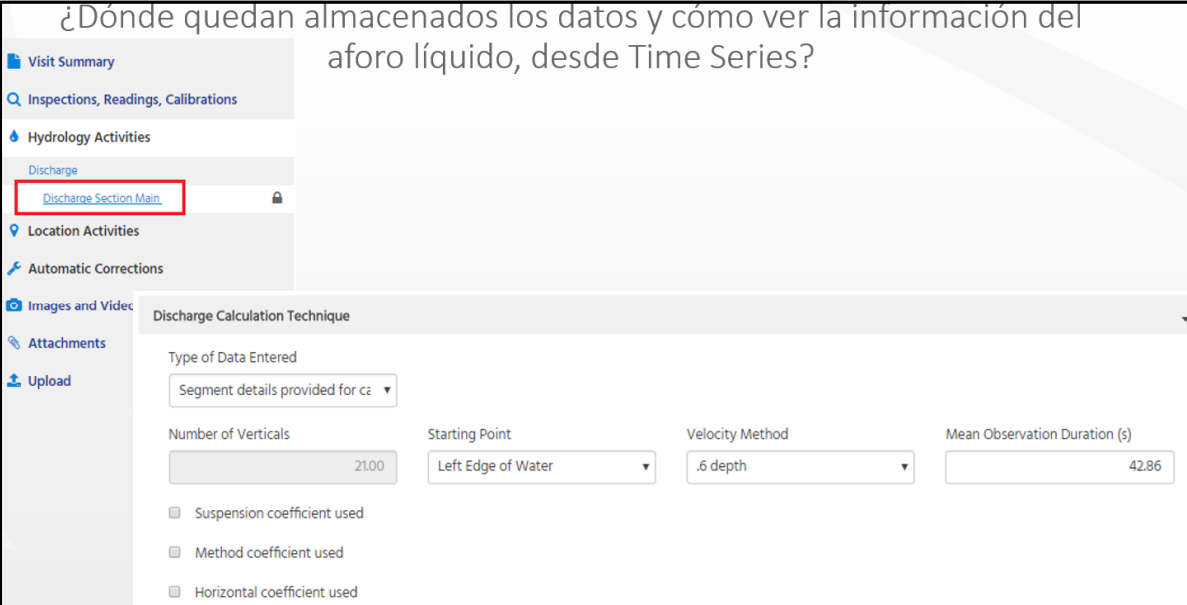


Gráfico 24. Grafico N°15 Modulo Personalizado Como ver la información.

¿Dónde quedan almacenados los datos y cómo ver la información del aforo líquido, desde Time Series?

Caudal líquido		Velocidad media		Área total		Ancho Total				
Total Discharge: 2.56 m ³ /s		Mean Velocity: 0.901 m/s		Total Area: 2.84 m ²		Total Width: 11.00 m				
Actions	Vertical	Tagline Position (m)	Effective Depth (m)	Velocity Method	Mean Velocity (m/s)	Segment Width (m)	Segment Velocity (m/s)	Segment Area (m ²)	Segment Discharge (m ³ /s)	% of Total Discharge
	1	8.80	0.00	Surface velocity	0.000	3.50	0.645	0.40	0.260	10.14
	2	12.30	0.23	Surface velocity	0.968	0.50	0.987	0.11	0.109	4.24
	3	12.80	0.21	Surface velocity	1.006	0.30	1.179	0.09	0.101	3.94
	4	13.30	0.28	Surface velocity	1.109	0.30	1.170	0.09	0.109	4.25
	5	13.60	0.29	Surface velocity	1.250	0.25	1.221	0.09	0.107	4.17
	6	13.90	0.33	.6 depth	1.089	0.25	1.205	0.10	0.120	4.71
	7	14.15	0.30	.6 depth	1.186	0.25	1.234	0.10	0.125	4.88

Add Vertical

Gráfico 25. Modulo Personalizado datos almacenados de Aforo Líquido.

¿Dónde quedan almacenados los datos y cómo ver la información del aforo líquido, desde Time Series?

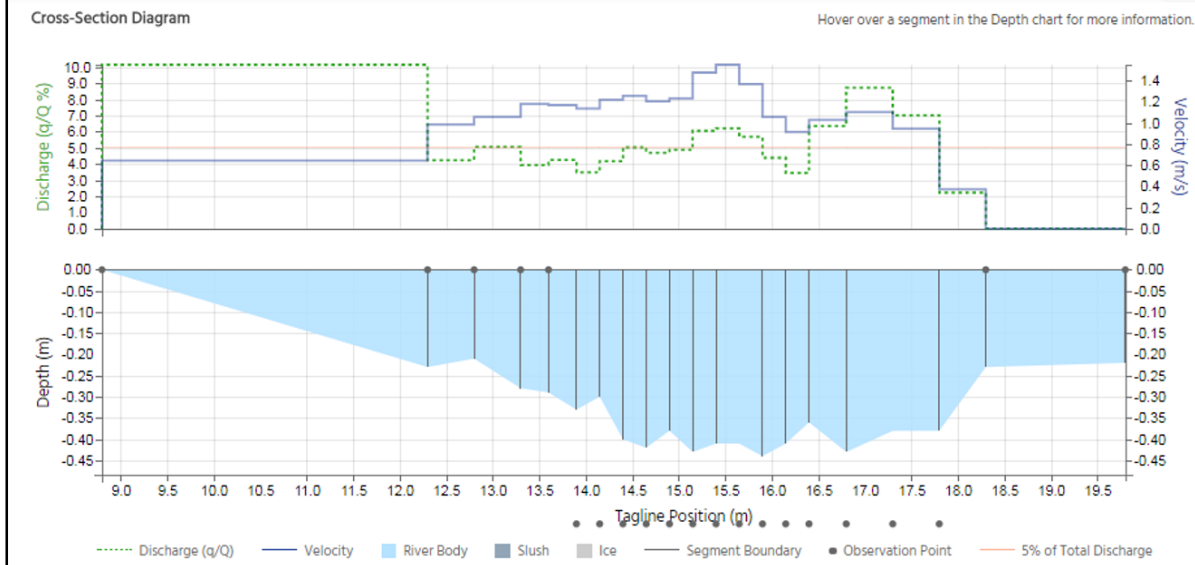


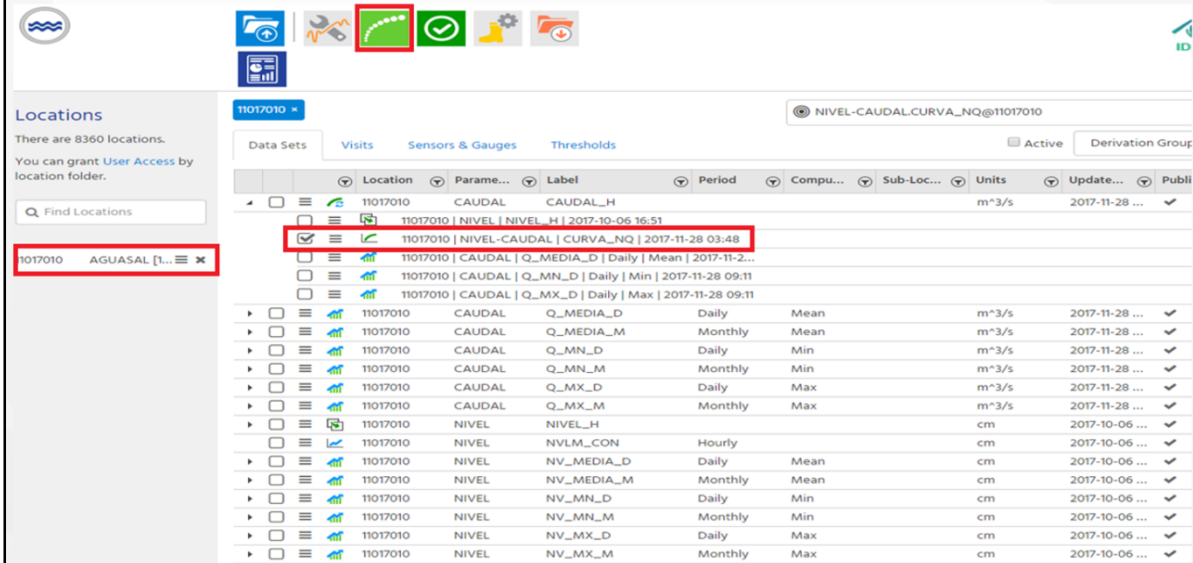
Gráfico 26. Modulo Personalizado Perfil de aforo líquido.

Generar Curvas de Calibración y Resumen de Aforos Líquidos

1. Listado de Tablas de Conversión con Vigencias y Datos, Curvas de Calibración para una estación → Rating Models.
2. Generación de la tabla de calibración (nivel, caudal)
3. Reporte: Generar resumen de aforo líquido para una estación
4. Reporte: Consolidado de aforos líquidos para una estación. Ver Gráficos 21. al 26.

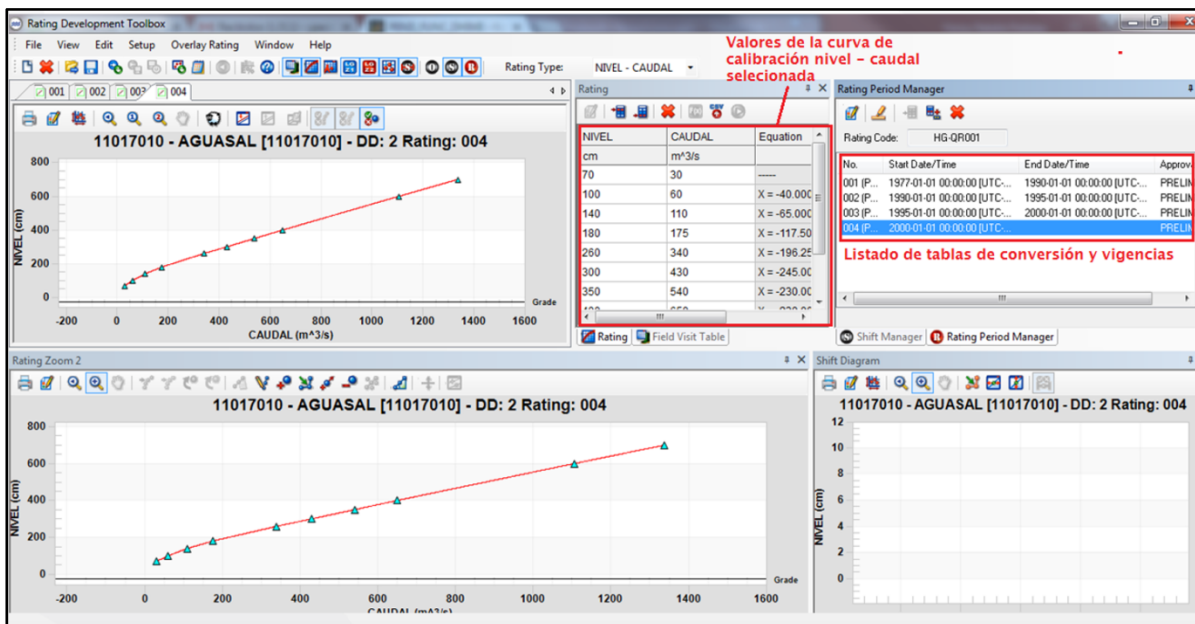
1. Listado de tablas de conversión con vigencias y datos

Estación: 11017010 AGUASAL [11017010]



Location	Parame...	Label	Period	Compu...	Sub-Loc...	Units	Update...	Publ
11017010	CAUDAL	CAUDAL_H				m ³ /s	2017-11-28 ...	
11017010	NIVEL	NIVEL_H	2017-10-06 16:51					
11017010	NIVEL-CAUDAL	CURVA_NQ	2017-11-28 03:48					
11017010	CAUDAL	Q_MEDIA_D	Daily	Mean		m ³ /s	2017-11-28 ...	
11017010	CAUDAL	Q_MN_D	Daily	Min		m ³ /s	2017-11-28 ...	
11017010	CAUDAL	Q_MX_D	Daily	Max		m ³ /s	2017-11-28 ...	
11017010	CAUDAL	Q_MN_M	Monthly	Min		m ³ /s	2017-11-28 ...	
11017010	CAUDAL	Q_MX_M	Monthly	Max		m ³ /s	2017-11-28 ...	
11017010	NIVEL	NIVEL_H				cm	2017-10-06 ...	
11017010	NIVEL	NVLM_CON	Hourly			cm	2017-10-06 ...	
11017010	NIVEL	NV_MEDIA_D	Daily	Mean		cm	2017-10-06 ...	
11017010	NIVEL	NV_MEDIA_M	Monthly	Mean		cm	2017-10-06 ...	
11017010	NIVEL	NV_MN_D	Daily	Min		cm	2017-10-06 ...	
11017010	NIVEL	NV_MN_M	Monthly	Min		cm	2017-10-06 ...	
11017010	NIVEL	NV_MX_D	Daily	Max		cm	2017-10-06 ...	
11017010	NIVEL	NV_MX_M	Monthly	Max		cm	2017-10-06 ...	

Gráfico 27. Modulo Personalizado Lista de Tablas de Calibración.



Valores de la curva de calibración nivel - caudal seleccionada

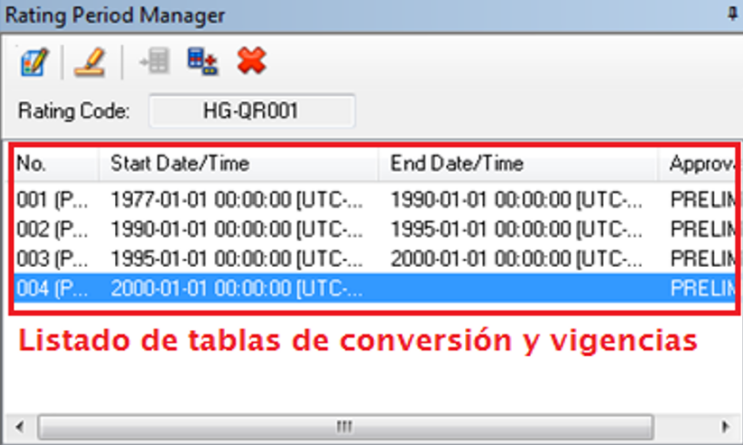
NIVEL	CAUDAL	Equation
70	30	
100	60	X = -40.00C
140	110	X = -85.00C
180	175	X = -117.50
260	340	X = -196.25
300	430	X = -245.00
350	540	X = -230.00

Listado de tablas de conversión y vigencias

No.	Start Date/Time	End Date/Time	Approv
001 (P...	1977-01-01 00:00:00 [UTC...	1990-01-01 00:00:00 [UTC...	PRELIN
002 (P...	1990-01-01 00:00:00 [UTC...	1995-01-01 00:00:00 [UTC...	PRELIN
003 (P...	1995-01-01 00:00:00 [UTC...	2000-01-01 00:00:00 [UTC...	PRELIN
004 (P...	2000-01-01 00:00:00 [UTC...		PRELIN

Gráfico 28. Modulo Personalizado Valores Curva de Gastos.

Menú principal
View -> Rating Period Manager



Rating Code: HG-QR001

No.	Start Date/Time	End Date/Time	Approv.
001 (P...	1977-01-01 00:00:00 [UTC-...	1990-01-01 00:00:00 [UTC-...	PRELIN
002 (P...	1990-01-01 00:00:00 [UTC-...	1995-01-01 00:00:00 [UTC-...	PRELIN
003 (P...	1995-01-01 00:00:00 [UTC-...	2000-01-01 00:00:00 [UTC-...	PRELIN
004 (P...	2000-01-01 00:00:00 [UTC-...		PRELIN

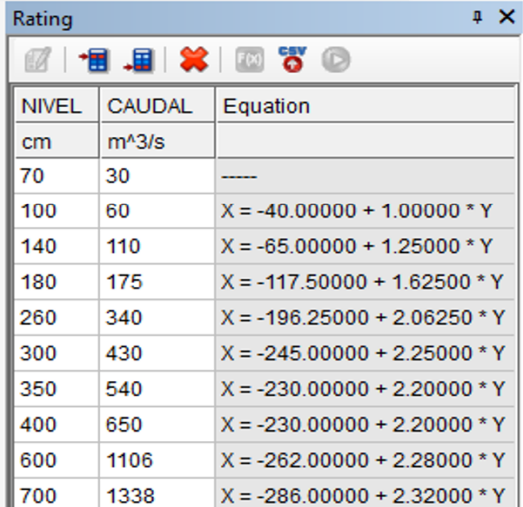
Listado de tablas de conversión y vigencias

- No. Consecutivo de la tabla de calibración
- Fecha inicial de vigencia
- Fecha fin de vigencia
- Si no se tienen fecha fin, significa que esta es la curva vigente para la estación
- Al seleccionar una tabla, se puede ver los datos de nivel caudal y la curva.

Gráfico 29. Modulo Personalizado Lista de Tablas de Calibración.

Valores nivel caudal de la tabla de calibración

Menú principal
View -> Rating



NIVEL	CAUDAL	Equation
cm	m ³ /s	
70	30	----
100	60	$X = -40.00000 + 1.00000 * Y$
140	110	$X = -65.00000 + 1.25000 * Y$
180	175	$X = -117.50000 + 1.62500 * Y$
260	340	$X = -196.25000 + 2.06250 * Y$
300	430	$X = -245.00000 + 2.25000 * Y$
350	540	$X = -230.00000 + 2.20000 * Y$
400	650	$X = -230.00000 + 2.20000 * Y$
600	1106	$X = -262.00000 + 2.28000 * Y$
700	1338	$X = -286.00000 + 2.32000 * Y$

Equation -> representa la ecuación resultante de la pareja de puntos, según la curva




Gráfico 30. Modulo Personalizado de Valores Nivel Caudal

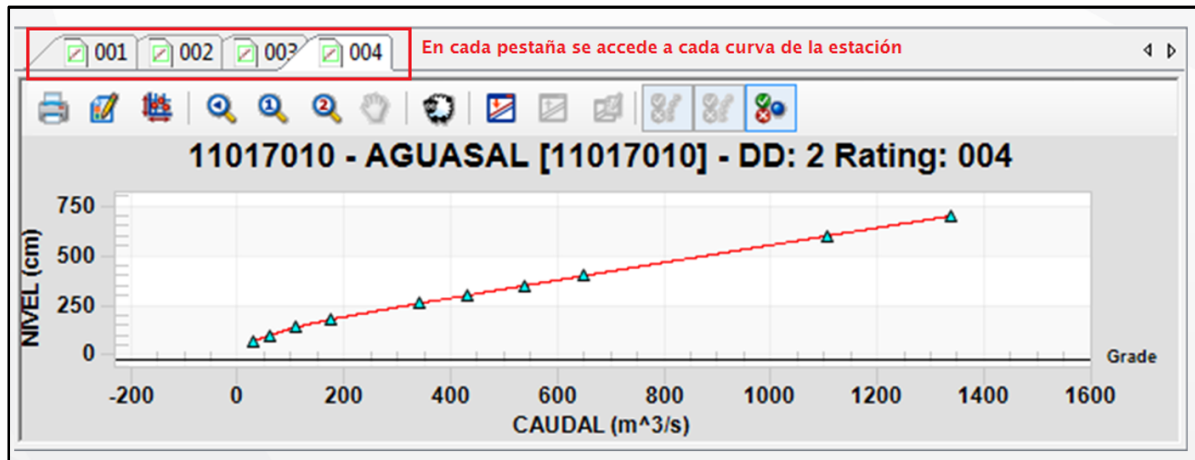


Gráfico 31. Modulo Personalizado Curva de Gastos

2. Generación de tabla de calibración (nivel, caudal)

Menú -> File -> Expanded Rating Table Setup

2. Determinar la precisión de la curva:
0,1 – 0,01 – 0,001

4. Archivo con la tabla de calibración resultante,
nivel-caudal

Expanded Rating Table Setup

Rating: **1. Seleccionar la curva a exportar**

Base: Rating: 004

Shifted Date/Time: Rating: 001

Specified: Rating: 002

Shift: Rating: 001

3. Ruta para almacenar la tabla

Saving File: C:\Users\natalia.pedraza\Documents\ExT table.txt

Export in column format:

ExTable.txt: Bloc de notas

Station Number: 11017010 AGUASAL [11017010]

Latitude: 9.97361087799072 Longitude: -76.5377502441406

Date Processed: 2017-11-29 15:47:28 UTC-05:00 By admin

Rating for CAUDAL (m³/s)

*****Shifted for 2017-11-29 15:42:30 UTC-05:00 *****

Created by "Migration" on 2017-11-28 08:48:08 [UTC-05:00], updated by "Migration" on 2017-11-28 08:48:08 [UTC-05:00]

Remarks:

NIVEL (cm)	CAUDAL (m³/s)									Diff In Q Per .1 units	
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08		.09
70.00	30.00*	30.01	30.02	30.03	30.04	30.05	30.06	30.07	30.08	30.09	0.100
70.10	30.10	30.11	30.12	30.13	30.14	30.15	30.16	30.17	30.18	30.19	0.100
70.20	30.20	30.21	30.22	30.23	30.24	30.25	30.26	30.27	30.28	30.29	0.100
70.30	30.30	30.31	30.32	30.33	30.34	30.35	30.36	30.37	30.38	30.39	0.100
70.40	30.40	30.41	30.42	30.43	30.44	30.45	30.46	30.47	30.48	30.49	0.100
70.50	30.50	30.51	30.52	30.53	30.54	30.55	30.56	30.57	30.58	30.59	0.100
70.60	30.60	30.61	30.62	30.63	30.64	30.65	30.66	30.67	30.68	30.69	0.100
70.70	30.70	30.71	30.72	30.73	30.74	30.75	30.76	30.77	30.78	30.79	0.100
70.80	30.80	30.81	30.82	30.83	30.84	30.85	30.86	30.87	30.88	30.89	0.100
70.90	30.90	30.91	30.92	30.93	30.94	30.95	30.96	30.97	30.98	30.99	0.100
71.00	31.00	31.01	31.02	31.03	31.04	31.05	31.06	31.07	31.08	31.09	0.100
71.10	31.10	31.11	31.12	31.13	31.14	31.15	31.16	31.17	31.18	31.19	0.100
71.20	31.20	31.21	31.22	31.23	31.24	31.25	31.26	31.27	31.28	31.29	0.100
71.30	31.30	31.31	31.32	31.33	31.34	31.35	31.36	31.37	31.38	31.39	0.100
71.40	31.40	31.41	31.42	31.43	31.44	31.45	31.46	31.47	31.48	31.49	0.100
71.50	31.50	31.51	31.52	31.53	31.54	31.55	31.56	31.57	31.58	31.59	0.100
71.60	31.60	31.61	31.62	31.63	31.64	31.65	31.66	31.67	31.68	31.69	0.100

*" indicates a rating descriptor point

ID	Starting Date	Ending Date	Aging	Comments
004	2000-01-01 00:00:00 [UTC-05:00]		900	

Gráfico 32. Modulo Personalizado Generación Tabla de Calibración

Se pueden verificar ratings en las estaciones:

- 11017010 - AGUASAL
- 11027070 – BORAUDO - AUT
- 13037010 – ANGOSTURA DE URRRA
- 21037020 – SAN MARCOS
- 32097010 - MAPIRIPAN
- 35197070 – PUENTE LAS CANAS
- 44037030 – EL DIAMANTE
- 54017040 – TADO – AUT

3. Reporte: Generar resumen de aforo líquido para una estación

Resumen de Aforos Líquidos

Estación: Fecha: Hora:

Información Estación					
Nombre	EL PROFUNDO - AUT [21197010]	Tipo	Limnigráfica	Corriente	Sumapaz
A. Operativa	Area Operativa 11 - Cundinamarca-Amazonas-San Andrés	Longitud	-74.50427778	Latitud	4.0283611110
Entidad	INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	Elevación	1860	Municipio	Cabrera
Departamento	Cundinamarca	F. Instalación	15/04/1954 12:00 a. m.	F. Suspensión	

Información del Aforo					
Hora Inicial	15:15	Hora Final	16:45	Nivel Inicial	258
Nivel Final	250	Método Aforo	Tipo Aforo	2	Aforadores
					E.HERNANDEZ/E.RIVERA Orilla I
Tipo Molinete	US	No. Molinete	1712	No. Rotor	1311707
Ecuaciones $0 < n \leq 0.65 \cdot 0.2453n + 0.0160$ $0.65 < n \leq 0.2607n + 0.0060$ $n > 0$ $n + 0$					
Observaciones					

Resumen del Aforo Líquido					
Ancho Sección	38.2	Área Sección	51.952	Caudal	34.51
Velocidad Media	0.664	Profundidad Media	1.36	Perímetro Mojado	38.725
Radio Hidráulico	1.342	Factor Geométrico	1.216	Factor Hidráulico	0.546

Gráfico 33. Modulo Personalizado Resumen de Aforos

4. Reporte: Consolidado de aforos líquidos para una estación

Consolidado de Aforos Líquidos

Estación:

Información Estación					
Nombre	AGUASAL [11017010]	Tipo	Limnigráfica	Corriente	Andagueda
A. Operativa	Area Operativa 01 - Antioquia-Chocó	Longitud	-76.537750	Latitud	5.4736111110
Entidad	INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	Elevación	75	Municipio	Lloró
Departamento	Chocó	F. Instalación	15/05/1976 12:00 a. m.	F. Suspensión	

Consolidado de Aforo Líquido

[EXPORTAR A EXCEL](#)

No.	Fecha...	Hora	Nivel ...	Ancho ...	Área ...	Profu...	Veloci...	Caud...	Perím...	Radio...	Facto...	F.
10204	27/08/2014...	09:00	242	77	180.4350	2.3430	1.4680	264.93	77.6050	2.3250	1.7550	0
10203	18/06/2014...	10:50	154.5	71.55	118.1210	1.6510	0.8550	101.0170	71.8850	1.6430	1.3920	0
10202	15/11/2013...	09:30	256.5	77.20	186.78	2.4190	1.6910	315.7540	77.8280	2.40	1.7930	0
10201	30/06/2013...	11:00	251.5	76.70	177.6240	2.3160	1.6010	284.3760	77.27	2.2990	1.7420	0
10200	23/07/2011...	11:40	202.5	74.10	158.8270	2.1430	1.2170	193.3560	74.5990	2.1290	1.6550	0
10199	27/02/2011...	10:00	219.5	69.70	165.2050	2.37	1.4450	238.7290	70.6950	2.3370	1.7610	0
10198	13/10/2010...	09:45	167	69.40	139.1320	2.0050	1.1020	153.3740	69.9630	1.9890	1.5810	0
10197	23/06/2010...	10:18	169.5	72.40	137.1950	1.8950	1.1220	153.94	72.8890	1.8820	1.5240	0
10196	11/02/2008...	10:20	163.5	82.90	128.2990	1.5480	1.0460	134.2580	83.4330	1.5380	1.3320	0

Gráfico 34. Modulo Personalizado Consolidado Aforos Líquidos

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p>DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS</p>	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 60 de 70

2.6. DISEÑO DE PRUEBAS PILOTO

Los datos recolectados y obtenidos en campo de las estadísticas hidrológicas por parte del IDEAM, se distinguen por que son muestreos permanentes y continuos en el tiempo; por tanto, no requiere que se realicen pruebas de Piloto.

2.7. DISEÑO DEL ANALISIS DE RESULTADOS

De conformidad con lo contemplado en el capítulo anterior, no aplicaría para el IDEAM el desarrollo de este capítulo, dado que, las estadísticas hidrológica que se levantan son muestreos continuos y permanente, por tanto, no requiere de diseño de análisis estadístico de resultados, como tampoco de contexto, ni comités de expertos.

2.8. DISEÑO DE LA DIFUSION

2.8.1. Administración del repositorio de Datos

La administración de la información en términos tecnológicos lo realiza la Oficina de Informática del IDEAM, la cual se encarga de gestionar el almacenamiento y operatividad de la base de datos a través de la infraestructura que soporta el DHIME.

Los microdatos y los metadatos se encuentran centralizados en bases de datos localizadas en el servidor del IDEAM y sometidos a copias de respaldo periódicas a cargo de la Oficina de Informática de la Entidad.

La Plataforma DHIME como se describió en el numeral 2.4.1 cuenta con un módulo de consulta que permite la difusión de la información. El control y acceso esta definidos por los requerimientos y bajo las Políticas de seguridad y privacidad de la información con que cuenta el instituto.

El DHIME cuenta con un Portal Geográfico que sirve como punto de encuentro de usuarios donde se accede a la información de microdatos y metadatos de la operación estadística, consultas que pueden ser realizadas de acuerdo a diferentes criterios de selección temporales y geográficos, que pueden ser descargadas en archivos planos para facilitar el uso por parte de los usuarios finales. Ver Gráfico 27. al 34.

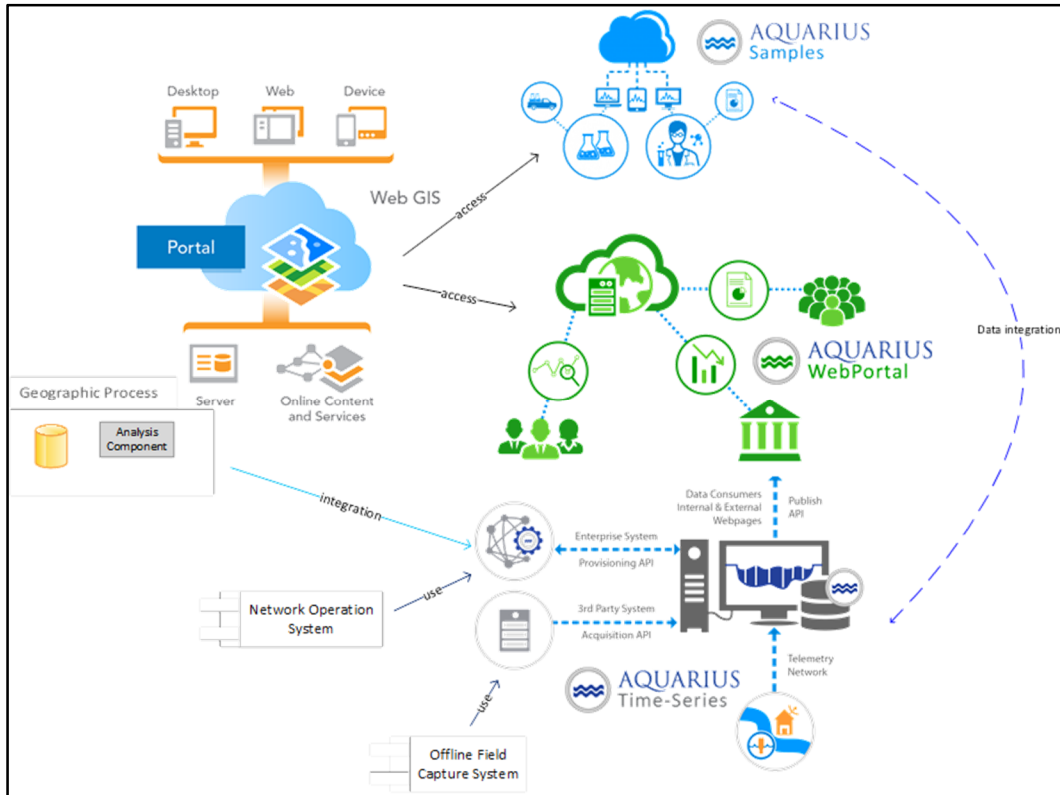


Gráfico 35. Flujo de la Información

Grafico N° 25 Esquema flujo Información DHIME. Fuente "2.4.01_DocArquitectura v1.5.docx"

2.8.2. Productos e instrumentos de difusión

Los productos hidrológicos disponibles para los usuarios del SINA, sector Académico y al público en general son los siguientes:

- Niveles Horarios
- Niveles Medios Diarios
- Niveles Medios Mensuales
- Niveles Máximos Medios Mensuales
- Niveles Mínimos Medios Mensuales
- Niveles Medios Mensuales Multianuales
- Niveles Máximos Medios Multianuales
- Niveles Mínimos Medios Multianuales
- Caudales horarios
- Caudales Medios Diarios
- Caudales Medios Mensuales
- Caudales Máximos Medios Mensuales

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 62 de 70

- Caudales Mínimos Medios Mensuales
- Caudales medios Multianuales
- Caudales Máximos Medios Multianuales
- Caudales Mínimos Medios Multianuales

Los productos de las variables de Niveles y Caudales, pueden ser consultados en la plataforma institucional del IDEAM –DHIME, igualmente, mediante solicitud de los datos a través del Link: [www.ideam.gov.co/Solicitud de información](http://www.ideam.gov.co/Solicitud%20de%20informaci3n). Ver tabla No. 15.



 CALENDARIO PARA LA DIFUSION DE INFORMACIÓN DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA VARIABLES HIDROLÓGICAS		
ITEM	PRODUCTO	Fecha límite Publicación
1	Variables niveles Horarios	información en tiempo real (cada 15 minutos) para Pronósticos y Alertas
2	Variable Niveles: Niveles Medios Diarios, Niveles Medios Mensuales y Medios Multianuales; Niveles Máximos Mensuales y Niveles Mínimos Mensuales.	dentro de los seis (6) meses siguientes
3	Variable Caudales, Valores medios Mensuales de Caudales, Valores Maximos Medios Mensuales de Caudales, Valores Mínimos Medios Mensuales de Caudales	dentro de los seis (6) meses siguientes

Tabla 12. Calendario difusión información hidrológica.
Fuente: IDEAM

El IDEAM publica y difunde en tiempo Real los datos adquiridos de las estaciones de monitoreo hidrológico, a través de la plataforma Fewes: fewes.ideam.gov.co, donde se coloca datos diarios de la variable Niveles de la red de monitoreo nacional, igualmente, en el portal institucional del IDEAM: www.ideam.gov.co/Boletines, donde la información de niveles de la red de Alertas se difunde para los propósitos de pronósticos y alertas.

Además, el IDEAM para publicar información de los datos que genera (por ejemplo, boletines, diarios, mensuales, anuales), utiliza y alimenta la plataforma del SIRH – Sistema de Información del Recurso Hídrico, para ello este sistema cuenta con un modelo de datos que fue creado con el fin de emplear términos comunes y listas controladas para la caracterización de la información. El modelo de datos se puede consultar en <http://sirh.ideam.gov.co:8230/Sirh/pages/inicio.html>. Cabe recordar que el SIRH continúa en proceso de construcción y mejoramiento.

2.9. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN

La evaluación de la operación estadística Hidrológica, se realiza de forma permanente mediante el seguimiento a las actividades del procesamiento estadístico establecidas en los documentos:

 <p> IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales </p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 63 de 70

- Protocolo para el control de calidad de la información hidrológica en las etapas de obtención, evaluación, verificación, calculo y procesamiento (IDEAM, 2007) y 2017.
- Manual de formación de IDEAM para el software de aplicación HYDRAS3 (IDEAM, 2004).
- Nota técnica "Control de Calidad Datos Hidrológicos" (IDEAM, 2007).
- Manual para la Operación, Inspección y Mantenimiento de Estaciones (IDEAM, 2008).
- Plataforma DHIME-AQUARIUS.
- Manuales y Guías Técnicas de la OMM.

Adicionalmente, en estos se describen las acciones inmediatas a posibles desviaciones en las actividades y estrategias establecidas para la difusión de los productos del manejo estadístico.

3. DOCUMENTACION RELACIONADA

GLOSARIO

- **Afluente:** Curso de agua que desemboca en un curso de agua mayor o en un lago.
- **Aforo con flotador:** Medición de la velocidad de una corriente de agua mediante un flotador o una barra lastrada.
- **Aforo Líquido o de caudales:** Conjunto de operaciones para determinar el caudal en un curso de agua para un nivel observado
- **Aforo en un vadeo:** Método de determinación del caudal que consiste en atravesar el lecho de un curso de agua a pie y medir las profundidades (Calado) y velocidades.
- **Aforo por dilución:** Método para determinar el caudal de un curso de agua por medición del grado de dilución de un trazador introducido en el agua.
- **Agradación:** Proceso de acumulación de materiales transportados por el agua.
- **Agua superficial:** Agua que fluye o se almacena en la superficie del terreno.
- **Alerta de crecida:** Difusión de aviso ante la posible ocurrencia de una crecida a corto plazo en una estación o cuenca fluvial determinada.
- **Archivo de datos:** Almacenamiento de datos en un conjunto de ficheros catalogados que se guardan en un soporte de reserva que permite su conservación, y no necesariamente de forma permanente en línea.
- **Balance hídrico:** Evaluación de los aportes y descargas de agua de un acuífero o una cuenca hidrográfica para un período de tiempo determinado.
- **Base de Medición ó Cota (BM):** Es un punto de referencia materializado en una estación hidrológica, georreferenciado a coordenadas y altura arbitraria o real
- **Carga de sedimentos de fondo:** Sedimento en contacto casi continuo con el lecho de un curso de agua que es arrastrado por rodadura, deslizamiento o saltos.
- **Carga de sedimentos en suspensión:** Parte del total de sedimentos transportados que se mantiene en suspensión por la turbulencia del agua en movimiento durante períodos de tiempo considerables sin tocar el lecho del cauce que se mueve a la misma velocidad que el agua y habitualmente se expresa como masa o volumen por unidad de tiempo.

 <p> IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales </p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 64 de 70

- **Caudal líquido:** Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en una unidad de tiempo.
- **Caudal a sección llena:** Caudal que puede circular por un curso de agua sin producir desbordamiento.
- **Caudal de base:** Caudal que se incorpora a una corriente de agua, procedente principalmente de aguas subterráneas, aunque también de lagos y glaciares, durante periodos largos en los que no se produce ni precipitación ni fusión de nieve.
- **Caudal de estiaje:** Caudal de un río en época de estiaje que es alimentado exclusivamente por aguas subterráneas.
- **Caudal máximo:** Caudal máximo instantáneo de una determinada corriente de agua representado en un Hidrograma de caudales para un fenómeno específico.
- **Caudal sólido:** Caudal de sedimentos en una sección transversal dada de una corriente de agua.
- **Ciclo hidrológico:** Sucesión de fases por las que pasa el agua en su movimiento de la atmósfera a la Tierra y en su retorno a la misma: evaporación del agua del suelo, del mar y de las aguas continentales, condensación en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o en masas de agua y reevaporación.
- **Corrección:** valor que procede agregar al resultado de una medición de modo que se tengan en cuenta todos los errores sistemáticos conocidos y se obtenga, de ese modo, una aproximación mayor al valor verdadero.
- **Control de calidad de los datos:** Procedimiento para comprobar la compatibilidad de la exactitud de las medidas con la precisión.
- **Cota Cero (0) LM:** Es el plano a partir del cual se inicia las lecturas de los niveles en un Limnómetro o mira hidrométrica.
- **Cuenca hidrográfica:** por cuenca u hoya hidrográfica el de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o cauces naturales, caudal continuo o intermitente, confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural aguas, en un pantano o directamente en el mar. (Decretos 2811/2010, Decreto 1076/2015. MADS).
- **Cauce natural.** Faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias. (Decreto 1076 de 2015. MADS)
- **Cauce artificial (Canales).** Conductos descubiertos, construidos por el ser humano para diversos fines, en los cuales discurre agua de forma permanente o intermitente. (Decreto 1076 de 2015. MADS)
- **Cuerpo de agua.** Sistema de origen natural o artificial localizado, sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento. (Decreto 1076 de 2015. MADS)
- **Corriente de agua:** Masa de agua que fluye en un cauce natural superficial.
- **Cuenca:** Área que tiene una salida única para su escorrentía superficial.
- **Cuenca hidrogeológica:** Unidad fisiográfica que contiene un acuífero de gran extensión o varios acuíferos conectados o interrelacionados cuyas aguas fluyen hacia una misma zona de descarga.
- **Curva de calibración:** Curva que muestra la relación entre la altura y el caudal de un curso de agua en una estación hidrométrica.

 <p> IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales </p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 65 de 70

- **Drenaje:** Evacuación de agua superficial o subterránea de una zona determinada mediante medios naturales o artificiales.
- **Efluente:** Derivación de un curso de agua principal o de un lago.
- **Erosión:** Desgaste y transporte de suelos y rocas por el paso de corrientes de agua, glaciares, vientos y olas.
- **Erosión de cauce:** Proceso de recogida y transporte del material del lecho y de las orillas de un cauce.
- **Error:** diferencia entre el resultado de una medición y el valor verdadero de la magnitud medida. Este término se utiliza también para designar la diferencia entre el resultado de una medición y la aproximación óptima al valor verdadero, en lugar del valor verdadero propiamente dicho. La aproximación óptima puede ser una media de varias mediciones, o de un gran número de ellas.
- **Error aleatorio:** parte del error que varía de manera impredecible, en magnitud y en signo, cuando se efectúan mediciones de una misma variable en condiciones idénticas.
- **Error sistemático:** parte de un error que: a) permanece constante a lo largo de una serie de mediciones de un mismo valor de una magnitud dada; o bien, b) varía obedeciendo a una ley explícita cuando cambian las condiciones.
- **Exactitud:** grado en que una medición concuerda con el valor verdadero. Presupone la aplicación previa de todas las correcciones conocidas.
- **Escorrentía:** Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno hacia un curso de agua (escorrentía de superficie) o en el interior del suelo.
- **Estación automática:** Estación cuyos instrumentos registran, y en algunos casos transmiten, observaciones automáticamente.
- **Estación de aforo:** Lugar en un curso de agua en el que se mide el nivel y/o el caudal de forma sistemática.
- **Estaciones Hidrológicas:** Se entiende como estación hidrológica el sitio donde se hacen observaciones y mediciones puntuales de las diferentes variables hidrológicas, usando instrumentos apropiados, con el fin de establecer el comportamiento y fluctuación del nivel en las diferentes zonas hidrográficas del país (IDEAM, 2005).
- **Estaciones Limnimétricas (LM):** Es la red de cubrimiento a nivel nacional y la componen 670 estaciones activas, donde se hace la medición de la variable de Niveles con registros continuos en tiempo cuasireal o por lectura directa dos veces al día (06:00-18:00), es el sitio donde se realizan observaciones diarias directas al comportamiento y fluctuación de los niveles del agua de un río, y que consiste en: la instalación dentro del lecho del río de un instrumento hidrométrico conformado por una lámina esmaltada graduada en centímetros o en láminas de aluminio en alto relieve, dispuesta en tramos normalmente de un metro (1 m.) de longitud, empotrada sobre rieles de acero o en listones de madera que se utiliza para medir las fluctuaciones instantáneas de los niveles del agua en un punto determinado de una corriente o de un cuerpo de agua, su instalación obedece a unos requerimientos técnicos específicos (Manual on Stream Gauging. Volumen I. OMM No. 1044. 2010).
- **Estaciones Limnigráficas (LG):** es el conjunto de estaciones que contiene instrumentos registradores tipo Limnigráfos (LG) mecánicos o digitales (RAN), son las mismas estaciones Limnimétricas (LM) complementadas con equipos de registro mecánico, automático o con sensores de registro continuo. Las estaciones hidrométricas del IDEAM se georreferencian con coordenadas geográficas ó planas, elevación, nombre del municipio, departamento, nombre

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 66 de 70

de la cuenca y código de la estación y un punto materializado de referencia (NP o BM) a partir del cual se referencia y se empalma los tramos de los Limnímetros. El código de la estación consiste en un identificador numérico (Resolución 0337 de 1978 y (Zonificación y codificación de Unidades Hidrográficas e Hidrogeológicas de Colombia. IDEAM. 2013) que permite reconocer e identificar la estación hidrométrica, así como conocer el Area, Zona, Subzona Hidrográfica y la cuenca subsiguiente (Decretos 1640/2012 y 1076/2015 MADS) donde se encuentran instaladas las estaciones.

- **Hidrología:** es la "ciencia que estudia las aguas superficiales y subterráneas de la Tierra, y su aparición, circulación y distribución, tanto en tiempo como en el espacio, sus propiedades biológicas, químicas y físicas, sus reacciones con el entorno, incluyendo su relación con las Incertidumbres: Grado de aproximación entre los cálculos, estimaciones o mediciones y los valores exactos o verdaderos.
- **Infiltración:** Flujo de agua que penetra en un medio poroso a través de la superficie del suelo.
- **Inundación:** Elevación, generalmente rápida, del nivel de agua de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor.
- **Lago:** Masa de agua continental de considerable extensión.
- **Lecho del río:** Parte inferior de un valle fluvial conformada por el flujo de agua y a lo largo de la cual se mueven la mayor parte del caudal y los sedimentos.
- **Léntico:** Dícese de un hábitat de agua dulce caracterizado por aguas en calma o quietas.
- **Limnógrafo:** Dispositivo que registra automáticamente el nivel de agua detectado por un sensor, ya sea de forma continua o en intervalos de tiempo regulares.
- **Llanura aluvial:** Llanura formada por deposición de materiales aluviales erosionados en zonas más elevadas.
- **Lótico:** Característica de un hábitat de agua dulce fluvente.
- **Medidor de carga de fondo:** Dispositivo utilizado para recoger y/o medir el caudal de sedimentos a lo largo del lecho de un curso de agua.
- **Método de área-velocidad:** Método de medición del caudal de un curso de agua mediante la determinación de la velocidad del flujo y de la profundidad del agua en un número determinado de puntos de la sección transversal, y la suma de los productos de las velocidades medias por las áreas elementales resultantes.
- **Molinete:** Instrumento para medir la velocidad del agua en un punto.
- **Muestreador de sedimentos:** Dispositivo de muestreo para determinar la concentración de los sedimentos.
- **Nivel:** Elevación o altura de la superficie del agua en un punto determinado, el cual está ligado topográficamente a un origen de referencia identificado con una cota arbitraria o al nivel medio del mar.
- **La medición del nivel del agua (NV):** es un registro de tipo no probabilístico, que consiste en obtener información sobre el comportamiento (fluctuación y variación) de los niveles en los cuerpos de agua naturales o artificiales (cuencas) monitoreadas por el IDEAM, a partir de la red nacional de estaciones hidrométricas establecidas para tal fin. Las estaciones hidrométricas, se clasifican en **Limnimétricas (LM)** y en **Limnigráficas (LG)**, se entiende por estación hidrométrica. (Protocolo de Monitoreo y seguimiento del agua, 2008 y 2017. IDEAM).
- **Limnómetro ó Mira (Lm):** La mira hidrométrica o Limnómetro es una regla graduada dispuesta en tramos de (1) metro, que se utiliza para medir las fluctuaciones de los niveles del agua en un punto determinado de una corriente o de un cuerpo de agua.

 <p> IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales </p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 67 de 70

- **Limnógrafo (Lg):** Es un instrumento que registra continuamente los niveles de agua en el transcurso del tiempo y está conformado fundamentalmente por tres dispositivos: el primero corresponde al elemento sensible, que puede ser un flotador y contrapeso o un manómetro, el segundo es el sistema que traduce a escala y registra los niveles del agua (eje helicoidal, poleas de escala y mecanismo de registro), y el tercero proporciona una escala de tiempo, basado en un mecanismo de relojería y alimentado mecánicamente (cuerda) o por medio de baterías (pilas). Existen gran variedad de Limnógrafos de tipo digital y radar que almacenan y envían los datos vía satelital. (IDEAM 2017).
- **Maxímetro (Mx):** Se llama máxímetro a cualquier dispositivo asociado a una mira Limnimétrica, que permita con posterioridad determinar el nivel máximo alcanzado por el agua. También se denominan instrumentos medidores de crecientes en los ríos, por cuanto en ellos queda registrado el nivel máximo alcanzado. Según el tipo de máxímetro, el agua puede depositarse en un conjunto de recipientes que se encuentran colocados dentro de un tubo con perforaciones laterales que permiten la entrada del agua, borra una señal previamente pintada o deja una huella (corcho) adherida a las paredes interiores de un tubo.
- **Histéresis (instrumentos):** propiedad de un instrumento consistente en que éste arroja diferentes valores de medición de un mismo valor real, dependiendo que tal valor haya sido alcanzado tras un aumento o disminución continuo de la variable.
- **Límite de tolerancia:** valor límite inferior o superior especificado respecto de una característica cuantitativa.
- **Medición:** operación que tiene por objeto asignar un número (valor) a una cantidad física en unidades explícitamente indicadas.
- **Nivel de confianza:** probabilidad de que el intervalo de confianza contenga el valor verdadero (figuras...).
- **Punto de Numeración - number point – Cota Real (NP):** es un punto de georreferenciación establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC con coordenadas y cota real.
- **Rango:** intervalo entre los valores mínimo y máximo de la cantidad que se desea medir, que refleja los límites que condicionan la construcción, ajuste o configuración de un instrumento. Puede expresarse como un cociente entre los valores máximo y mínimo medibles.
- **Red Hidrológica:** es el conjunto de estaciones hidrométricas (**Limnimétricas y Limnigráficas**), convenientemente distribuidas, en las que se observan, miden y/o registran los diferentes fenómenos y elementos que ocurren en una cuenca hidrográfica y que son necesarios en la determinación del estado del recurso hídrico en una región, para su posterior aplicación a diversos usos y objetivos (IDEAM, 2005) y (Guide to Hydrological Practices. Volumen I. OMM No. 168. 2008).
- **Respuesta de una cuenca:** Forma en que una cuenca responde a un fenómeno o a una serie de fenómenos meteorológicos.
- **Sección de aforo:** Sección transversal de un cauce abierto en el que se realizan mediciones de velocidad y/o profundidad
- **Sección longitudinal:** Sección vertical a lo largo de la línea central de un cauce.
- **Sedimento:** Material transportado por el agua en suspensión o como arrastre de fondo desde su lugar de origen al de depósito.
- **Sedimentos en suspensión:** Sedimentos que permanecen en suspensión por la turbulencia del agua en movimiento durante un período de tiempo considerable sin entrar en contacto con el lecho.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 68 de 70

- **Sistema de recogida de datos:** Sistema coordinado para la recogida de observaciones procedentes de una red hidrológica y su posterior transmisión a un centro de proceso de datos.
- **Socavación de cauce:** Degradación de un cauce como resultado de la erosión.
- **Tiempo de concentración:** Tiempo necesario para que la escorrentía de tormenta llegue hasta el desagüe desde el punto de la cuenca con mayor tiempo de recorrido.
- **Transporte de fondo:** Cantidad (en peso, masa o volumen) de arrastre de fondo transportada a través de una sección transversal de un curso de agua por unidad de tiempo.
- **Transporte de sedimentos:** Flujo de sólidos transportados por un flujo de agua mediante cualquier tipo de mecanismo.
- **Tratamiento primario de datos:** Contraste, verificación y corrección de datos brutos para su uso en análisis y cálculos.
- **Tratamiento secundario de datos:** Análisis, después del tratamiento primario, de una única serie o de una combinación de series de datos
- **Variable hidrológica:** Valor resultante de una medición hidrológica que varía en el espacio y en el tiempo.
- **Velocidad:** Velocidad en una sección transversal determinada, que se obtiene dividiendo el caudal por el área de la sección transversal de la corriente de agua.
- **Velocidad superficial:** Velocidad a la que se desplaza un líquido en un punto dado de la superficie.
- **Zonificación hidrográfica:** De la estructura para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos, establece la siguiente estructura hidrográfica:
 1. Áreas Hidrográficas o Macrocuencas.
 2. Zonas Hidrográficas.
 3. Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente.
 4. Microcuencas y Acuíferos.

BIBLIOGRAFIA

Castano, E., y Martínez, J. (2008). Uso de la función de correlación cruzada en la identificación de modelos ARMA. Revista Colombiana de Estadística, (2), 293–310. Recuperado de <http://www.emis.ams.org/journals/RCE/ingles/V31/bodyv31n2/v31n2a10> CastanoMartinez.pdf

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2017). Plan Estadístico Nacional 2017 -2022: Sistema Estadístico Nacional –SEN. <https://www.dane.gov.co/index.php/>.

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2014). Metodología de Evaluación y certificación de la Calidad del Proceso Estadístico. DIRPEN. <https://www.dane.gov.co/index.php/>.

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2014). Lineamientos para documentar la metodología de operaciones estadísticas, censos y encuestas por muestreo. DIRPEN. Código: DSO-020-LIN-01. Versión 3. <https://www.dane.gov.co/index.php/>.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 69 de 70

DNP - Departamento Nacional de Planeación (2014). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Todos por un Nuevo País. Versión preliminar para discusión del Consejo Nacional de Planeación. Obtenido de <https://colaboración.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Nacional%20de%20Desarrollo%202014-2018.pdf> Bases%20Plan%20

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2006). Guía y protocolos del monitoreo y seguimiento del agua, Informe final Contrato de servicios de Consultoría C-0427 -05, Sánchez F. Bogotá.

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento
IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2014). Estudio Nacional del Agua. Bogotá: IDEAM

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2007). Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Recurso Hídrico. Bogotá: IDEAM

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2017). Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Recurso Hídrico. Bogotá: IDEAM

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2013b). Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Bogotá: IDEAM.

OMM - Organización Meteorológica Mundial (2012). Standardized Precipitation Index User Guide. WMO N°1090. Ginebra.

OMM - Organización Meteorológica Mundial (2010). Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Hidrológicos. Genève.

OMM - Organización Meteorológica Mundial (2011). Guía de Prácticas Hidrológicas. Genève.

OMM- Organización Meteorológica Mundial. (2015). El valor del tiempo y el clima: evaluación económica de los servicios meteorológicos e hidrológicos. OMM-N° 1153. Ginebra.

Unesco - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). International Glossary of Hydrology. WMO-No. 385 Ginebra, WMO.

Unesco - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1982). Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur. Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe ROSTLAC.

	DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	Código: M-GCI-M-M017
		Versión: 01
		Fecha: 16/05/2018
		Página 70 de 70

HISTORIAL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
01	16/05/2018	Creación del documento

ELABORÓ: Equipo Subdirección de Hidrología	REVISÓ: Nelson Omar Vargas Subdirector de Hidrología	APROBÓ: Nelson Omar Vargas Subdirector de Hidrología
---	--	--