



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA**

**APLICACION DE RELACIONES HIDROMETRICAS
PARA EL ANALISIS DE DATOS – HIDROMETRIA
INTEGRADA ETAPA II**

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Informe Final

REALIZADO POR:

SEQUOIA LTDA.

S.I.T. N° 350

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2014

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
Ministro de Obras Públicas
Sr. Alberto Undurraga Vicuña

Director General de Aguas
Sr. Carlos Estévez Valencia

Jefe División de Hidrología
Ing. Sr. Javier Narbona Naranjo

Inspector Fiscal
Ing. Sr. Brahim Nazarala Grez

Profesionales participantes
Ing. Sr. Erwin Garrido Germakova

NOMBRE CONSULTORES:

Jefe de Proyecto
Ing. Sr. Germán Munita Cristi

Profesionales:
Ing. Sr. Germán Munita Cristi

HIDROMETRÍA INTEGRADA – MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Informe Final

C O N T E N I D O

I. Introducción.....	1
II. Elementos Básicos a Analizar y Definir.....	2
1. Antecedentes Generales de la Cuenca y Estaciones.....	2
2. Formación de Grupos de Estaciones.....	2
3. Preparación de Consultas Universales.....	2
III. Protocolo de Análisis.....	4
4. Revisión de Mediciones y Detección de Anomalías.....	4
5. Investigación y Determinación de la Causa.....	4
6. Solución de la Anomalía.....	5
IV. Resumen Práctico.....	7
1. Flujo de Actividades.....	7
2. Cartilla Resumen.....	9
3. Presentación Power Point.....	10
V. Informes a la Oficina Central.....	15
1. Introducción.....	15
2. Informes para el Supervisor de HI.....	15
3. El Sistema SAPES.....	17
VI. Recomendaciones.....	18
1. Organización de apoyo.....	18
2. Ajustes en la Base de Datos BNA.....	23
3. Parámetros del Sistema Satelital.....	25
4. Caudales Medios Mensuales Históricos.....	27
5. Integración de Información sobre Plataforma SIG.....	27

ANEXO 1 – Mantenimiento de Caudales Medios Mensuales Históricos	30
----------------------------------------------------------------------------------	-----------

I. Introducción

Antecedentes

La **Hidrometría Integrada (HI)** es un moderno enfoque del análisis hidrológico que consiste en revisar de manera integral las mediciones hidrométricas de un conjunto de estaciones relacionadas, con el fin de verificar la consistencia de sus datos

El método nace de la necesidad de entregar valores confiables a los usuarios finales de la información, de manera que la rapidez de acceso que hay actualmente gracias a las tecnologías de la información vaya acompañada de una óptima calidad de datos. Esos usuarios son severos vigilantes de que la información que reciben no contenga errores ni inconsistencias, ya que disponen de múltiples vías de acceso a las mediciones, de herramientas computacionales para analizarlas y comparalas, y tienen las destrezas para ello

La aplicación del método de **Hidrometría Integrada (HI)** exige que los encargados de las mediciones no solo estén pendientes de la calidad individual de ellas, sino que sean conocedores profundos de las cuencas, adoptando una perspectiva panorámica de toda su hidrología. Con ese fin deberán compenetrarse de la interacción entre los componentes del fenómeno hídrico captados a través de las mediciones de caudales, precipitaciones y otras variables, así como del efecto de la intervención humana producto de embalses y canalizaciones

Objetivos del Manual

Este manual contiene una pauta detallada de cómo aplicar el método de **HI** desde un punto de vista práctico y de gestión. Está preparado para ser consultado por Analistas Hidrológicos de Santiago y de Regiones, por los Supervisores de **HI**, y por todos los que necesiten informarse acerca de la aplicación de la metodología. Su contenido supone que el lector está familiarizado con el documento *Hidrometría Integrada - Manual de Análisis*, ya que se hace permanente referencia a sus diferentes capítulos.

También la capacitación del personal que asume por primera vez funciones en el ciclo de **HI** podrá apoyarse en el presente documento, así como el reforzamiento de los procedimientos de trabajo de aquellos que ya están ejerciendo esas labores

Un punto no menor es que este manual quede disponible a través de la intranet de la División de Hidrología de la DGA como un nuevo aporte a la transparencia y divulgación de las funciones que ella cumple, tal como lo está haciendo su "*Manual de Gestión de Datos Hidrométricos*", instalado en ese medio desde el año 2007

II. Elementos Básicos a Analizar y Definir

En este capítulo se revisan los antecedentes que es conveniente tener a mano para iniciar el estudio de una cuenca con la metodología de Hidrometría Integrada. Todos ellos fueron presentados en detalle en el [Manual de Análisis de Hidrometría Integrada](#). También se indica cómo formar los Grupos de estaciones que se usarán para verificar la consistencia de las mediciones

1. Antecedentes Generales de la Cuenca y Estaciones

Para realizar un buen análisis hidrológico se debe disponer todos los antecedentes posibles de las condiciones imperantes en la zona, desde el punto de vista geográfico, hidrometeorológico, de derechos y uso de las aguas, y de estaciones de medición. En la DGA hay varias fuentes para recabar esa información, la que puede agruparse en

- Cartografía de las cuencas
- Derechos de Aguas
- Características del suelo
- Antecedentes de las estaciones (Qmedios Hist, Qmedios mes, Q Extremos)
- Probabilidades de Excedencia de Caudales
- Obtención de Diagramas Unifilares

Todos ellos se detallan en el el capítulo V. *Elementos de Apoyo para Aplicar la HI* del [Manual de Análisis de Hidrometría Integrada](#)

2. Formación de Grupos de Estaciones

Esta etapa tiene por finalidad establecer las estaciones que se consideran hidrológicamente relacionadas, para después comparar sus mediciones y así comprobar su consistencia. Los grupos pueden ser de una o varias estaciones, cercanas o distantes, y pueden medir diferentes parámetros (Altura LM, Precipitación o Nivel de Embalse-Lago), siempre que se estime que los fenómenos medidos en ellas tengan alguna relación de causalidad. Esa condición se puede dar incluso en estaciones de cuencas vecinas.

3. Preparación de Consultas Universales

Como se vio en el [Manual de Análisis de Hidrometría Integrada](#) y específicamente en la documentación del ANEXO 2 - *Sistema de Consulta Universal*, esta nueva herramienta computacional facilita el análisis de las mediciones en los Grupos de estaciones definidos en el paso anterior, porque

- Permite operar hasta con 6 estaciones simultáneamente para comparar gráficamente sus mediciones
- Tiene la flexibilidad de trabajar indistintamente con datos del sistema BNA como Satelital

- Puede operar con parámetros "Genéricos" (no importa la fuente o instrumento de medición) o "Específicos" (se indica expresamente el instrumento cuyas mediciones se desea analizar)
- También permite graficar los cálculos resultantes de Fórmulas de Verificación preparadas para el sistema BNA o el Satelital
- A petición del usuario, puede almacenar las especificaciones detalladas de una consulta para no tener que volver a ingresarlas en un uso posterior; la lista de consultas almacenada se ha denominado "Patrones de Consulta"

Con este esquema, bastará con presionar un botón para avanzar de una consulta almacenada a otra, desplegándose rápidamente los gráficos

- Hace muy cómodo el registro de anomalías en las mediciones, al presentar una pantalla de "Observaciones" de fácil llenado para su descripción por el usuario

En resumen, la Consulta Universal se considera una herramienta imprescindible para el análisis de Hidrometría Integrada

III. Protocolo de Análisis

4. Revisión de Mediciones y Detección de Anomalías

En esta etapa se debe controlar la calidad con que se están registrando las mediciones, para lo cual se usarán todas las herramientas y métodos disponibles, pero donde la Consulta Universal ocupa un lugar preferente pues registra automáticamente la actividad de revisión y además facilita el registro de anomalías en las mediciones

Todas estas herramientas computacionales están descritas en el [Manual de Análisis de Hidrometría Integrada](#), capítulo V.2d) Gráficos Rotativos y V.2 f) Consulta Universal :

- Sistema de Pantallas Rotativas Centrales
- Pantallas Rotativas Individuales
- Presentaciones Rotativas
- Consulta Universal

La identificación de mediciones incorrectas se realiza identificando en los gráficos los valores de mediciones distintos a los esperados según la lógica del balance hídrico de la zona en estudio. Cuando se usa una Fórmula de Verificación, ella representa dicha lógica, por lo que una medición pasa a ser cuestionable si muestra un valor demasiado distinto a la fórmula.

En el capítulo III.2. *Ejemplos de Análisis Gráfico de las Relaciones* del [Manual de Análisis de Hidrometría Integrada](#) se muestran varias situaciones con los resultados esperables según las condiciones hidrológicas, meteorológicas y el entorno geográfico de una zona.

En los capítulos VI.2 *Simple observación de gráficos*, VI.3 *Uso de Fórmulas de Desigualdades* y VI. 4 *Uso de Fórmulas de Verificación*, se muestran casos de mediciones anormales detectadas por simple comparación entre estaciones relacionadas, y por diferencia de valores con lo calculado por Fórmulas de Verificación

5. Investigación y Determinación de la Causa

Los orígenes de las fallas en las mediciones pueden ser muy variados, y algunos de ellos se darán con mayor frecuencia que otros. Sin embargo, es conveniente tener siempre presente un abanico de posibilidades para recorrerlo en forma metódica en los casos más complejos. Un buena aproximación es revisar mentalmente todo el recorrido de la información desde se captura en terreno hasta que se presenta a los usuarios finales, y determinar el punto en que podría radicar la falla, según las características de ésta. Naturalmente, la experiencia y el conocimiento de todas las etapas de la cadena de tratamiento son fundamentales para obtener pronto resultados.

La que sigue es una lista de las posibles causas de mediciones anormales, que podrá ser completada más en detalle si se lleva un registro sistemático de los resultados con el sistema SAPES, como se propone en este documento:

- Problemas en la sección de medición o en las instalaciones de la estación
Es el caso de socavación, acumulación de material vegetal, embanques, destrucción de la caseta, y otras situaciones de alteración física del entorno o de la propia estación.

Según el caso, estos hechos provocarán diferentes síntomas en las mediciones alteradas que captará el analista

- Problemas con los instrumentos
Estos se refieren a inconvenientes en los sensores, en cuanto a desplazamiento de su ubicación, rotura o desperfectos en su funcionamiento
- Descalibración o alteraciones de sincronismo
Se trata de alteraciones de los valores base que tienen los instrumentos, y que en el caso de la transmisión satelital o GPRS, tienen además que estar coordinados con los sistemas informáticos centrales que reciben las señales. Los desajustes pueden ser causados por errores humanos o por fallas
- Fallas u olvidos de ciertos procesos
Una vez que los datos crudos llegan a las instalaciones centrales, son validados y sometidos a procesos computacionales que son activados en forma automática (Ej: conversión de escala del valor recibido) o manual (Ej: extensión de la vigencia de las Curvas de Descarga). También en estos casos las fallas pueden ser humanas, accidentales (Ej: cortes masivos de energía) o provocadas involuntariamente por terceros (Ej: Bases de Datos fuera de servicio debido a mantención)
- Error en los sistemas informáticos
Esta opción no puede descartarse, sobre todo si en algún punto del proceso se están usando sistemas relativamente nuevos, ya que aun pueden contener algunos errores de programación. Para la detección de estos casos convendrá contar con la asesoría cercana de expertos en los sistemas

6. Solución de la Anomalía

La solución a las mediciones anormales dependerá de su origen o causa:

- Problemas en la sección de medición o en las instalaciones de la estación
Corresponderá enviar personal para efectuar las reparaciones, despejes o reconstrucciones necesarias. Se deberá contar con un protocolo para verificar en terreno si los instrumentos quedaron operando correctamente después de esos trabajos
- Problemas con los instrumentos
Los elementos defectuosos deberán ser retirados y reparados o reemplados. Según la seriedad de la falla, esto podrá realizarlo el hidromensor o bien deberá concurrir personal especializado desde Santiago. Igualmente debe aplicarse un protocolo para verificar el funcionamiento
- Descalibración o alteraciones de sincronismo
Los hidromensores deberán saber aplicar un procedimiento para recalibrar los sensores o instrumentos, así como para – en el caso de estaciones Satelitales o GPRS - reprogramar las unidades de registro de la estación para que vuelvan a estar en sincronía con los seteos en los sistemas de recepción en Santiago
- Fallas u olvidos de ciertos procesos

Los mismos especialistas que detectaron las causas del error debieran corregir los procesos mal realizados. De ser necesario, ellos pueden solicitar que se ajusten los sistemas para que tengan controles internos que impidan o adviertan de posibles errores humanos de la operación

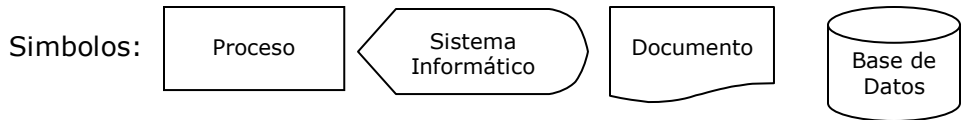
- Error en los sistemas informáticos
Igual que en el punto anterior, el mismo especialista debiera corregir la falla o solicitar a los contratistas que lo hagan

Todas estas acciones correctivas deberán ser registradas en el sistema SAPES por quienes las realicen, para que los interesados puedan efectuar el seguimiento del estado de avance de las soluciones. Si el avance se demora o se detiene, la unidad o persona bajo cuya responsabilidad están los resultados finales, debiera urgir pronto resultados, es decir debe adoptar una actitud decidida y proactiva

IV. Resumen Práctico

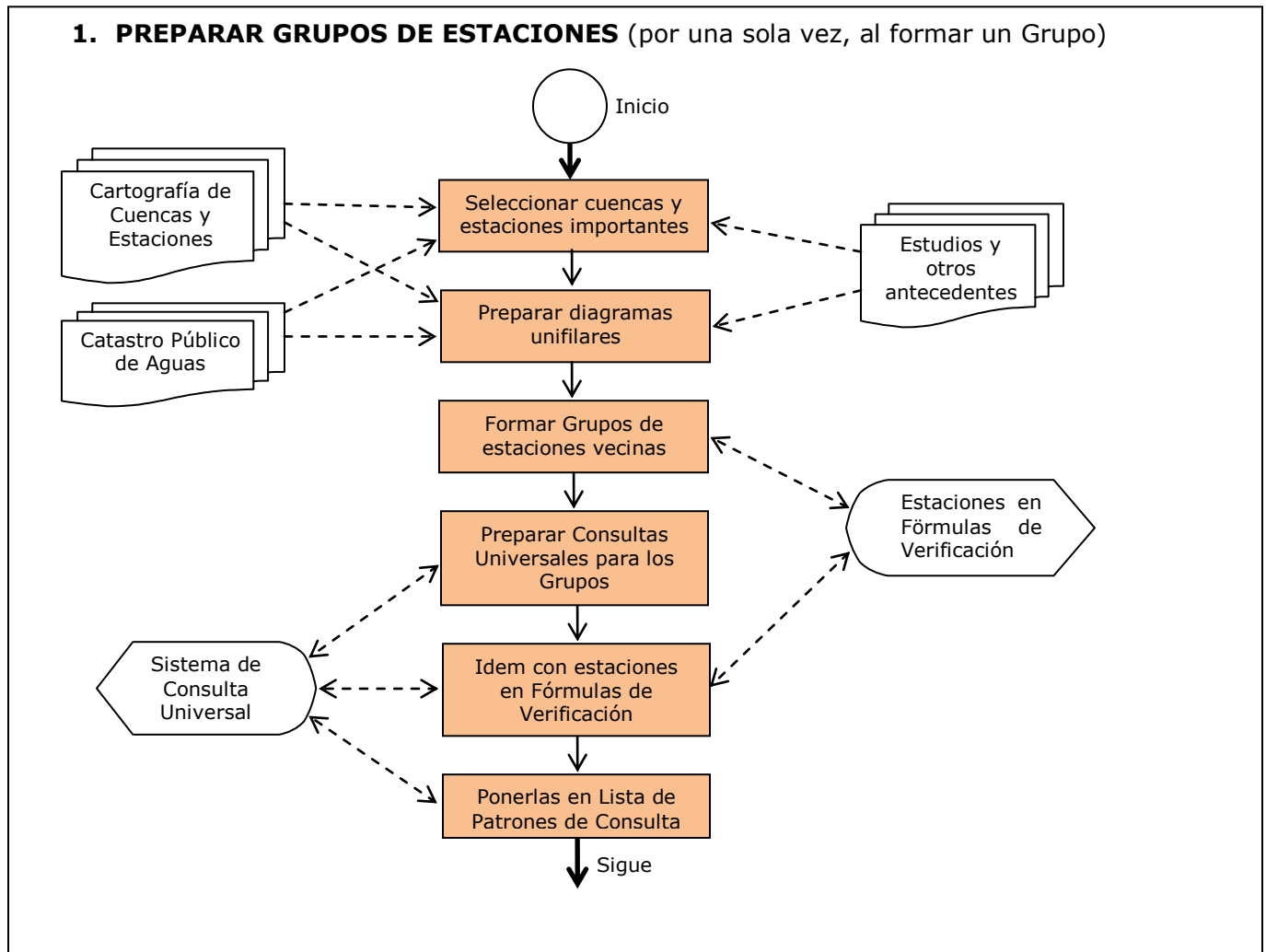
Este capítulo es un compendio de los antecedentes anteriores, presentado de forma sencilla, didáctica y directa, con la idea de facilitar su aplicación práctica

1. Flujo de Actividades

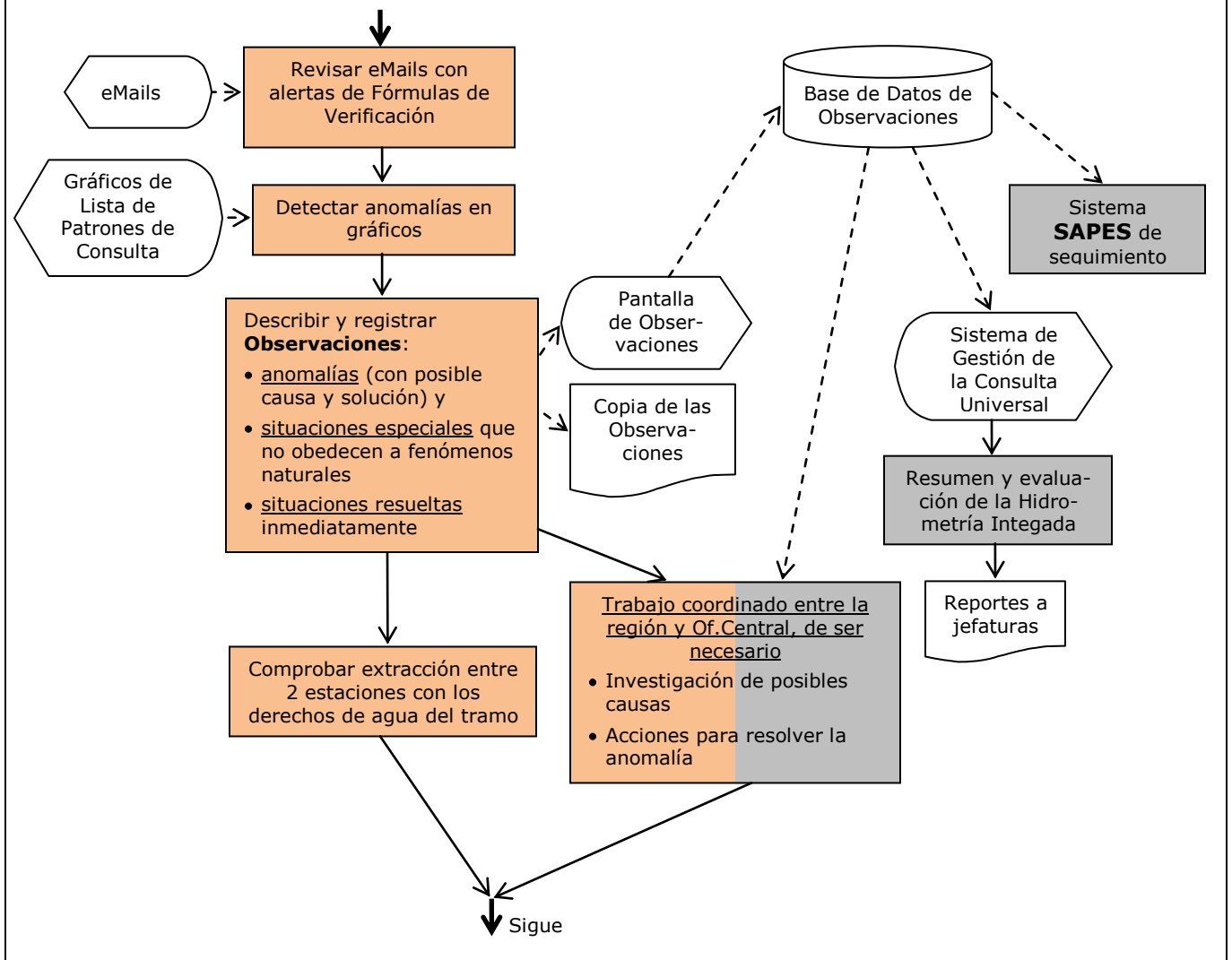


Las actividades de las Oficinas Regionales en color forman el eje central del procedimiento.

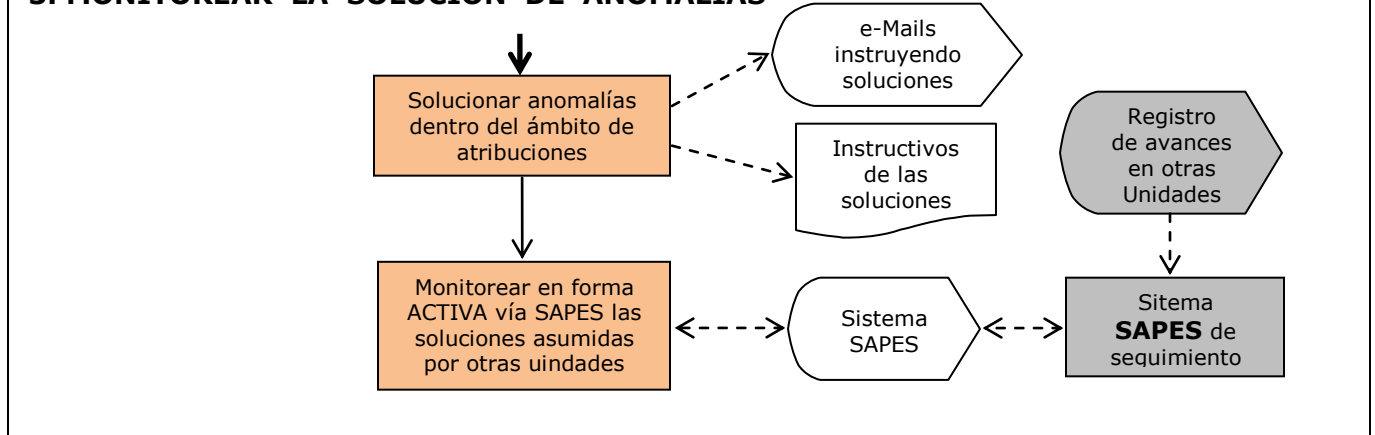
Aquellas identificadas con son ejecutadas en la Oficina Central de la División de Hidrología



2. DETECTAR ANOMALÍAS Y SITUACIONES ESPECIALES (ejecución periódica)



3. MONITOREAR LA SOLUCIÓN DE ANOMALÍAS



2. Cartilla Resumen

Esta es una pauta de consulta rápida para los Analistas Hidrológicos, que describe en forma breve los pasos a seguir en la aplicación de la **Hidrometría Integrada**

1. **PREPARAR GRUPOS DE ESTACIONES** (por una sola vez, al formar un Grupo)

- seleccionar las cuencas importantes de la región y las estaciones que más interesan
- conseguir o preparar *Diagramas Unifilares* de esas cuenca, que incluyan
 - ✓ los afluentes con mediciones hidrométricas y meteorológicas
 - ✓ derechos de agua por sección de la cuenca, con indicaciones del régimen de extracción usual (calendario)
 - ✓ los canales que captan o restituyen caudal
- identificar la posición de las Estaciones con mediciones hidrométricas y meteorológicas
- formar Grupos de Estaciones vecinas con mediciones hidrológicamente relacionadas
- en cada Grupo poner las mediciones relevantes en una **Consulta Universal** (Q, Pp, Volumen de Lago/Embalse)
- preparar una Consulta Universal con las Fórmulas de Verificación disponibles en la cuenca, incluyendo las estaciones aguas arriba que participan (lado derecho de la Fórmula)
- agregarlas las Consultas anteriores a la Lista de Patrones de Consultas

2. **DETECTAR ANOMALÍAS Y SITUACIONES ESPECIALES** (ejecución periódica)

- Diariamente
 - ✓ revisar eMails con mensajes de alerta de las *Fórmulas de Verificación* y preparar para análisis las estaciones con medición real fuera de los límites indicados para la fórmula
 - ✓ recorrer los gráficos de la Lista de *Patrones de Consultas* detectando las anomalías entre Caudales y Precipitaciones de estaciones relacionadas, y analizando sus posibles causas
 - ✓ en la pantalla de *Observaciones*, describir cada anomalía detectada con las Fórmulas de Verificación o con los gráficos, y esbozar un procedimiento de solución
 - ✓ guardar la copia en archivo de texto de las Observaciones generadas, en carpetas con una adecuada clasificación
- También registrar metódicamente en *Observaciones* las situaciones especiales de las que se tenga conocimiento y que afectan a las mediciones pero que no corresponden a fenómenos naturales, o bien aquellas que fueron resueltas de inmediato:
 - ✓ operación de embalses aguas arriba
 - ✓ periodicidad y estacionalidad de las extracciones por riego, bajo condiciones normales, de escasez o de excedente de agua
 - ✓ alteraciones a las extracciones por obras de mantención o de construcción (las *Observaciones* anotadas ingresan automáticamente al sistema **SAPES** de seguimiento)
- Comprobar que las diferencias de caudales debido a extracciones entre 2 estaciones sucesivas sea consistente con los derechos de agua otorgados para el tramo en esa época del año

3. **MONITOREAR LA SOLUCIÓN DE ANOMALÍAS**

- Resolver las anomalías, cuando las medidas de solución estén dentro de las atribuciones
- Si la solución cae fuera del dominio técnico o administrativo, llevar un seguimiento ACTIVO de las acciones que otros deben ir tomando. Usar el sistema **SAPES** o monitoreo telefónico con los responsables

3. Presentación Power Point

A continuación se muestran las diapositivas compactadas de la presentación Power Point preparada para capacitar en la metodología de Hidrometría Integrada a los analistas hidrológicos de la Div.de Hidrología. Ella fue utilizada en reuniones explicativas con el personal de la Of.Central y en las 2 visitas a regiones, fue instalada en los PCs de los analistas e incorporada además al CD adjunto a la entrega del presente proyecto

1. Conceptos Básicos

Se dispone de mediciones hidrométricas en los principales campos de agua de un acuífero

1. Conceptos Básicos

Midiendo varias geometría usando diámetro de medición y de ancho de canal

1. Conceptos Básicos

Las mediciones se almacenan en una Base de Datos "SQL" para "Excel"

1. Conceptos Básicos

Desde donde se extrae la información Geográfica y Regiones, lo cual está en "GICNT"

1. Conceptos Básicos

Para hoy las mediciones Hidrométricas usan la Método Inercial

1. Conceptos Básicos

Hoy más de 3,000 usuarios registran parámetros en su sistema

1. Conceptos Básicos

Con tres detectores de agua proyectados a ingerir los datos, Investigador, etc

1. Conceptos Básicos

Para el acceso a los Hidrométricos se usó una App para celulares

1. Conceptos Básicos

¿Cómo se garantiza que los usuarios reciben mediciones confiables?

- Con estaciones en lugares adecuados y bien operados
- Con trabajos confiables sin errores y buena capacitación al personal
- Con buena red de comunicación y buena red de mediciones
- Haciendo análisis y corrigiendo rápidamente usando la conexión de HIDROMETRÍA INTEGRADA

Hidrometría Integrada

Proyecto División de Hidrología de la DGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Conceptos Básicos
2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?
3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación
4. Herramienta para HI - Consulta Universal
5. Aplicaciones reales
6. Protocolo para la HI - Cartilla
7. Resumen Final

13

2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?

¿En qué consiste la HIDROMETRÍA INTEGRADA?

- Relaciones matemáticas de un tipo de estación de caudal para
- Comparar las caudales de la estación de caudal y detectar anomalías en los registros, así como mediciones mal concluidas.

Se usará el **RUJON (RUJON/1)**

Requerimientos básicos

14

2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?

En una situación real indica la cual de las estaciones de caudal es la más adecuada para:

15

2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?

Resultados gráficos en las relaciones entre estación de caudal

16

2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?

Ejemplo para cuenca del Itapalo

17

2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?

Ejemplo para cuenca del Itapalo

18

2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?

Comparando el Caudal medido con el obtenido con una Fórmula de Verificación

19

Hidrometría Integrada

Proyecto División de Hidrología de la DGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Conceptos Básicos
2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?
3. **Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación**
4. Herramienta para HI - Consulta Universal
5. Aplicaciones reales
6. Protocolo para la HI - Cartilla
7. Resumen Final

20

3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación

Se relaciona líneas de PLU en los cuadros de la estación de un Grupo

$Q_{med}(t) = 1.2016 Q_{med}(t) + 0.4724 Q_{med}(t) + 26.7934$

Desarrolla el ODC en ambas métricas de verificación y se genera como un archivo en Formato de Texto

Se usará el **RUJON (RUJON/1)**

Fórmula de verificación - línea de caudal

21

3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación

100 Fórmulas de verificación para las estaciones de caudal (por línea de caudal)

22

3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación

Una fórmula se aplica a todos los registros que se ingresan en la Base de Datos las mediciones de TODAS las estaciones de caudal

en Tiempo Real (Sistema Saphiro) y Opción (sistema ODC)

23

3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación

Vista de una Fórmula en Hidrometría Integrada

- Puede mostrarse en un modo de verificación o en modo de Selección de Parámetros

- Los análisis se genera en un archivo en Formato de Texto de los datos

24

3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación

Ejemplo para cuenca del Itapalo

25

3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación

Ejemplo para cuenca del Itapalo

26

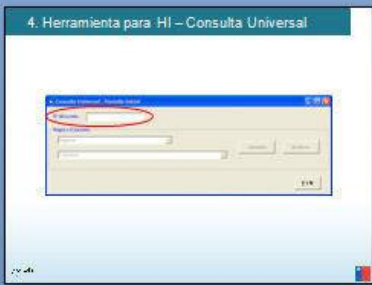
Hidrometría Integrada

Proyecto División de Hidrología de la DGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Conceptos Básicos
2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?
3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación
4. **Herramienta para HI - Consulta Universal**
5. Aplicaciones reales
6. Protocolo para la HI - Cartilla
7. Resumen Final

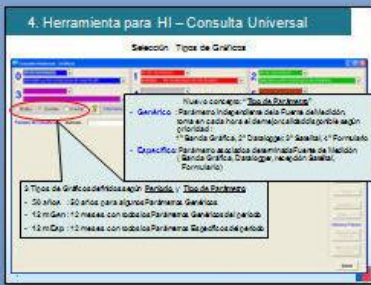
27



28



29



30



31



32



33

4. Herramienta para HI - Consulta Universal

Patrones de Consultas

Una Consulta se crea desde un grupo de relaciones de las "Relaciones de Consultas".

Administración de los Patrones de Consultas

- se maneja un solo por usuario
- una consulta se crea eliminando la

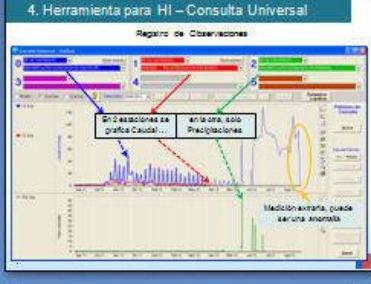
Uso de los Consultas

- al realizar mediciones grafico y de onda se actualiza
- se pueden hacer el secuencia de acciones en un solo

34



35



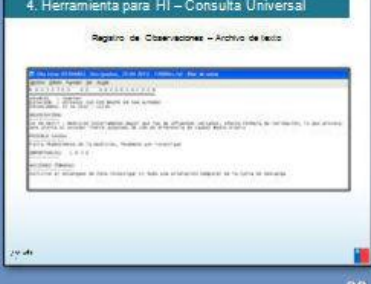
36



37



38



39

Hidrometría Integrada

Proyecto División de Hidrología de la OGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Conceptos Básicos
2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?
3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación
4. Herramienta para HI - Con
5. Aplicaciones reales
6. Protocolo para la HI - Cartilla
7. Resumen Final

40

Hidrometría Integrada

Proyecto División de Hidrología de la OGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Conceptos Básicos
2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?
3. Herramienta para HI - Fórmulas de Verificación
4. Herramienta para HI - Con
5. Aplicaciones reales
6. Protocolo para la HI - Cartilla
7. Resumen Final

41

6. Protocolo para la HI - Cartilla

Protocolo para Aplicar el Método Integrado

PREPARACIÓN DEL DISEÑO

- Selección de las relaciones de las región de acciones de medición
- Formar Grupos de relaciones entre las mediciones de acciones relacionadas
- En cada Grupo crear las mediciones reales en un formato Universal (O, P, S, M, T, R, L, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z)
- Agregar a la Lista de Consultas

LECTURA DE LOS DATOS

- Diagrama
- Realizar el flujo de datos desde de la Fórmula de Verificación
- Realizar gráfica de la Lista de Consultas y de las relaciones de las acciones de medición
- Identificar acciones causales por relación de las mediciones de acciones de medición

APLICACIONES REALES

- Reportar la lista y el tipo de datos para su uso en un sistema de datos
- Actuar la solución de problemas de un seguimiento de acciones

42

Hidrometría Integrada

Proyecto División de Hidrología de la DGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Conceptos Básicos
2. ¿Qué es y cómo aplicar la Hidrometría Integrada?
3. Herramienta para H - Fórmulas de Verificación
4. Herramienta para H - Con
5. Aplicaciones reales
6. Protocolo para la HI - Centra
7. Resumen Final

43

7. Resumen Final

HIDROMETRÍA INTEGRADA:

- Su aplicación permite registrar automáticamente los datos de flujo
- Se evita el error humano en la transcripción de los datos
- Se evita el error humano en la transcripción de los datos
- Se evita el error humano en la transcripción de los datos

44

FIN

Muchas gracias

Germán Munita Cristi
gmunita@sequoia.cl

45

Hidrometría Integrada – Consulta Universal y su Gestión

Proyecto División de Hidrología de la DGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Sistema de Consulta Universal
2. Cómo usarlo en Regiones
3. Gestión de la Consulta Universal
4. Organización

19

3. Gestión de la Consulta Universal

Use la Bitácora automática generada en la **Consulta Universal** la cual:

- registra los gráficos desplegados con el **Parámetro de Consultas** (o bien definidos manualmente) que incluyen alguna Estación con resultados finales de **Flujo**, **Caudales** y **Volumenes de Embalses**
- Incluye **Recherchero** y **Usuario** de la Consulta
- registre con todos sus detalles las **Observaciones anexas**

Beneficios:

- ✓ Para el personal de Regiones, la generación de la Bitácora es imperceptible, no le intermite ni le quita tiempo
- ✓ Permite verificar día a día si se han efectuado las revisiones para hidrometría integrada en los ríos y embalses pertinentes
- ✓ Se incluye Alertas que informan los resultados finales a revisar en la HI, Caudales y Volumenes de Embalses
- ✓ Se es disponible para la OI-Centra
- ✓ Resultado en Excel en archivo .xls para posterior manipulación

20

3. Gestión de la Consulta Universal

Panel de Inicio

21

3. Gestión de la Consulta Universal

Panel Resumen en Excel

22

3. Gestión de la Consulta Universal

Panel Resumen en Excel

23

3. Gestión de la Consulta Universal

Panel Resumen en Excel

24

3. Gestión de la Consulta Universal

Panel Resumen en Panel de Inicio

25

3. Gestión de la Consulta Universal

Panel Resumen en Panel de Inicio

26

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Consultas - mostrar las de un Día en una Estación

27

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Consultas de Día y Estación seleccionada

28

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Observaciones - mostrar las de un Día en una Estación

29

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Observaciones de Día y Estación seleccionada

30

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Consultas - marcar las de varios días seleccionados en Pantalla Príncipe

Marcas Consultas - Seleccionar días - Clicar "Guardar"

☆ 31

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Consultas en varios días seleccionados

32

3. Gestión de la Consulta Universal

Consultas en varios días seleccionados - Imprimir en archivo .xls

33

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Observaciones - marcar las de varias Estaciones seleccionadas en Pantalla Príncipe

Marcas Observaciones - Seleccionar Estaciones - Clicar "Guardar"

☆ 34

3. Gestión de la Consulta Universal

Detalle de Observaciones en las Estaciones seleccionadas

35

3. Gestión de la Consulta Universal

Observaciones en Estaciones seleccionadas - Imprimir en archivo .xls

36

Hidrometría Integrada – Consulta Universal y su Gestión

Proyecto División de Hidrología de la DGA (Mayo - Noviembre 2014)

CONTENIDO

1. Sistema de Consulta Universal
2. Cómo usarlo en Regiones
3. Gestión de la Consulta Unives
4. Organización

37

4. Organización

Necesidad de crear el cargo de "Supervisor de Hidrometría Integrada"

Sus funciones:

1. **Mesa de Ayuda:** resolver en las instancias las anomalías reportadas por Regiones, o bien derivarlas a los Encargados Zonales, atender consultas sobre el uso de los sistemas
2. **Revisión:** datos y manual de las pantallas de Gestión de la Consulta Universal, preparar reportes para jefaturas
3. **Capacitación:** preparar o reforzar al personal en los conceptos y uso de la Hidrometría Integrada
4. **Colección de estudios:** recoger metódicamente situaciones interesantes que signifiquen acumulación de experiencia
5. **Divulgación:** realizar presentaciones, actualizar Power Point con casos interesantes, preparar material para informes especiales

38

FIN

Muchas gracias
 Germán Munita Cristi
 gmunitac@sequoia.cl

39

V. Informes a la Oficina Central

1. Introducción

Los Informes deben ser el reflejo del cumplimiento en la Región de sus actividades para cautelar la calidad de la información hidrométrica generada en la zona bajo su responsabilidad. Para simplificar su preparación en las Regiones, en esta etapa del proyecto fue construido el sistema de ***Gestión de la Consulta Universal*** que aprovecha toda la información generada automáticamente cuando los encargados regionales usan el *Sistema de Consulta Universal*, tanto al realizar una simple consulta como al registrar en él una *Observación*.

En efecto, la *Consulta Universal* es muy cómoda para registrar las actividades de las Oficinas Regionales, pues almacena la identificación del usuario, de la estación, y la fecha y hora de una consulta sin que el usuario siquiera se percate de ello. En el caso de una *Observación* solo se tiene que agregar un texto descriptivo mínimo y marcar algunas opciones, ahorrándose la preparación y envío de otro tipo de mensajes.

La Div.de Hidrología determinó que la comodidad y sencillez de este sistema de *Gestión de la Consulta Universal* cubre las necesidades de información para supervisar la aplicación de la **HI**. Por esa razón no se diseñarán otros informes ni formularios de llenado manual, e incluso se suspenderá en envío de los informes actuales relativos a la **HI**

Como elemento complementario se ha decidido ajustar el sistema **SAPES** (*Sistema de Administración de Problemas de Estaciones Satelitales*) para que capture directamente de la Base de Datos el registro inicial de una *Observación*. Posteriormente, consultando al SAPES a través de la intranet, se podrá realizar el seguimiento de las acciones tomadas para corregir la anomalía, ya que todas las unidades de la Div.de Hidrología que participen en la solución de un problema deben registrar en ese sistema las tareas que le correspondió efectuar

2. Informes para el Supervisor de HI

El sistema de *Gestión de la Consulta Universal* solo podrá ser operado por los **Supervisores de Hidrometría Integrada** de la Of.Central asignados a las Regiones. Las funciones de estos supervisores son absolutamente fundamentales para la puesta en marcha y posterior operación regular de la HI, ya que ellos serán los encargados de impulsar las acciones iniciales, y posteriormente velar por que se cumplan los pasos del Protocolo descrito en capítulos anteriores. En el capítulo [VI Recomendaciones](#) se incorpora la descripción detallada de funciones de los [Supervisores de HI](#).

Las principales características del sistema de *Gestión de la Consulta Universal* a usar por los Supervisores del nivel central son:

- las consultas que hagan los usuarios de la *Consulta Universal* con gráficos que incluyan los parámetros definitorios de un análisis de **HI** (Caudales o Volúmenes de Lagos-Embalses) quedan registradas automáticamente en una Base de Datos; lo mismo sucede con el contenido de la pantalla de *Observaciones*

(Ver detalle de la operación de la *Consulta Universal* en el el documento *Hidrometría Integrada - Manual de Análisis*, en el *ANEXO 2 – Sistema de Consulta Universal*)

- con el fin de verificar la frecuencia con que en las Of.Regionales controlan las mediciones bajo la óptica de la **HI**, el sistema de *Gestión de la Consulta Universal* permite a los supervisores del nivel central visualizar las revisiones que se hayan hecho de las estaciones y que quedaron anotadas en la Base de Datos, en una pantalla resumen del tipo

The screenshot shows a software interface with a title bar 'HIDROMETRÍA INTEGRADA - CONSULTA UNIVERSAL (Gestión de uso en Regiones)'. It features several control panels: 'Consultar o generar planilla Excel', 'Período a revisar' (Mes / Año: 04/2012), 'Filtros de Estaciones evaluadas' (Región: TODOS, Usuario: ipasten), and 'Detalle' (Consultas, Observaciones). Below these is a table titled 'Estaciones revisadas en el período'. The table has columns for station codes and names, and a grid of days from 1 to 31. Colored numbers (1, 2, 3) are placed in the grid cells to indicate the number of reviews for each station on that day.

Además, el supervisor puede analizar el detalle de las Consultas y Observaciones en pantallas del tipo

The screenshot shows a software interface titled 'HIDROMETRÍA INTEGRADA - CONSULTA UNIVERSAL - Detalle de Consultas y Observaciones'. It includes 'Imprimir' and 'Cerrar' buttons. The main area is a table with the following columns: Estación, Usuario, Fecha - Hora, Observaciones, Posible causa, Importancia, and Acciones tomadas. The table lists several observation records for different stations, including details on causes like 'Falla en estación' or 'Defecto en Fórmula de Verificación', and actions taken such as 'Iremos a terreno' or 'Se solicitó reparación'.

3. El Sistema SAPES

El *Sistema de Administración de Problemas en Estaciones Satelitales* permite registrar la descripción de situaciones problemáticas y llevar un seguimiento de sus etapas de solución. Originalmente fue concebido para funcionar solo en relación con las estaciones Satelitales, pero con mínimas modificaciones puede ampliarse para abarcar todo tipo de estaciones y toda la gama de anomalías detectadas en las mediciones, incluyendo las que son propias de la Hidrometría Integrada, es decir, las inconsistencias entre los registros de varias estaciones.

Las funciones del SAPES se describen en un documento al que se accede por la intranet de la Div.de Hidrología con las opciones

Documentos > Documentos > Sistema Satelital > Guía de Uso SAPES

y se pueden resumir en

- Ingreso de Problemas
- Listado de Problemas Pendientes
- Listado de Problemas Solucionados
- Historia de Problemas por Estación

A la fecha del presente informe, el SAPES se encuentra en etapa de revisión para que pueda operar en forma integrada y como sistema de seguimiento de las acciones tomadas, después de registrar una *Observación* usando la *Consulta Universal*. Los ajustes al SAPES son menores, están siendo realizados directamente por personal de la Div.de Hidrología, y abarcan las siguiente actividades:

- Capturar directamente de la Base de Datos como "Ingreso de Problemas" las situaciones registradas como *Observaciones* usando la *Consulta Universal*. Esto incluye problemas en estaciones no satelitales
El SAPES continuará aceptando el ingreso de casos en forma directa, a través de su opción de "Ingreso de Problemas"
- Uniformar la nomenclatura de los elementos descriptivos de una *Observación*

VI. Recomendaciones

En el desarrollo del proyecto afloraron en diversos ámbitos algunas situaciones que este consultor considera conveniente corregir para que la puesta en práctica de la metodología de **Hidrometría Integrada** llegue a buen término.

1. Organización de apoyo

La Oficina Central de la División de Hidrología debe brindar todo el apoyo posible a las Oficinas Regionales para que puedan cumplir con su responsabilidad de vigilar la calidad de la información que ellas generan. Se visualiza aquí la necesidad de otorgarle a ellas un respaldo amplio, centralizado y con la máxima capacidad ejecutiva para que no tengan la más mínima barrera en la aplicación de la metodología

Con ese fin se recomienda asignar en forma clara y explícita las siguientes funciones a uno o más profesionales de la Of.Central que cumplirán una función de **Supervisores de Hidrometría Integrada** :

- Dar soporte en el uso de las herramientas de análisis de HI
 - Revisar en forma diaria el contenido de las planillas Excel
 - Resolver las anomalías sencillas reportadas por Regiones
 - Monitorear y coordinar las medidas correctivas
 - Informar a las jefaturas sobre los resultados de la aplicación de la HI
 - Recopilar Casos de Estudio
 - Capacitar al Personal
 - Preparar Material y participar en la Divulgación
- **Dar soporte en el uso de las herramientas de análisis de HI** usadas en diferentes etapas del análisis por parte de las Of.Regionales. Esto se refiere a operar como una *Mesa de Ayuda* para atender una amplia gama de situaciones, como son
- ✓ resolver dudas en el uso del sistema de *Consulta Universal*. Sobre todo durante la puesta en marcha de la HI en regiones, convendrá llevar un control o una especie de estadística de las preguntas más frecuentes, para corregir la forma en que se está capacitando al personal o bien mejorar la calidad de la documentación o instructivos que se le proporcionan
- Por ejemplo, si hay muchas consultas sobre la interpretación de las opciones de las *Posibles causas* al llenar la pantalla de *Observaciones* de la *Consulta Universal*, estudiar la modificación de dicha clasificación o mejorar la documentación para que su llenado sea más fácil
- ✓ dar soporte para las aplicaciones de *Presentaciones Rotativas* y de *Pantallas Rotativas*, tanto para explicar la mejor forma de aprovecharlas, como para dejar claro que ellas pueden ser adaptadas, dentro de un cierto margen, por especialistas de la Of.Central a solicitud del usuario de regiones. En esos casos los Supervisores interpretarán las solicitudes de modificación, las traspasarán a los especialistas mencionados, y se ocuparán de que las modificaciones queden correctamente instaladas en los equipos de la región
 - ✓ ayudar a interpretar los resultados de las *Fórmulas de Verificación*, entregando a los usuarios que los soliciten las expresiones algebraicas de las fórmulas y otros

antecedentes que pueden encontrarse en las *Memorias* disponibles para la mayoría de ellas

Esta interacción con el personal de regiones debiera incluir comentarios acerca de la utilidad o pertinencia de utilizar determinada fórmula, y de ahí podrá surgir la necesidad de desarrollar fórmulas nuevas o de modificar algunos aspectos de las existentes. Este último caso puede abarcar situaciones de distintos grados de complejidad, como por ejemplo

- el usuario no recibe por correo electrónico las alertas de una fórmula o, al revés, recibe alertas que no le interesan: simplemente habrá que modificar la lista de destinatarios de las alertas
- el nombre de la fórmula es confuso y necesita cambiarse
- se aprecia que la fórmula opera bien para cierto período del año pero no para otro: habrá que restringir su período de aplicación, y construir otra fórmula para el período complementario
- la fórmula es funcional para cierto nivel de caudales pero no para otro: habrá que aumentar la cantidad de Tramos de Caudales que maneja
- definitivamente la fórmula no aporta nada de interés para el análisis de un grupo de estaciones: deberá eliminarse o al menos dejarla en calidad de *Inactiva* hasta tomar una decisión definitiva
- se han instalado nuevas estaciones que permiten formar nuevos Grupos de ellas y se hace factible preparar nuevas fórmulas o modificar sustancialmente una ya existente: corresponderá realizar los estudios estadísticos correspondientes y preparar las nuevas fórmulas siguiendo la metodología definida en la documentación del proyecto de Sequoia Ltda. "*Actualización e Implementación de Modelos Hidrológicos Computacionales – Etapa Aplicaciones*", de Agosto de 2011

Otro tipo de eventos que deberán explicar los Supervisores puede estar relacionado con el mecanismo informático con que operan las *Fórmulas de Verificación*, respecto a lo cual cabe recordar 2 aspectos fundamentales que pueden generar confusión en los usuarios:

- (a) las *Fórmulas de Verificación* de los sistemas BNA y Satelital solo pueden calcularse cuando todos los elementos al lado derecho de la ecuación (variables independientes de la regresión) están disponibles en la Base de Datos. Basta que falte la medición en una sola de las estaciones del lado derecho para que la fórmula no pueda ser calculada; y si una de las estaciones falla y no presenta mediciones, en ese mismo período sin datos la fórmula aparecerá sin valores
- (b) algunas *Fórmulas de Verificación* tienen condiciones especiales de cálculo según el Tramo de Caudales en que se encuentra la Estación Base o según los meses del año, aspectos que no están disponibles para el usuario final. Esto implica que en los gráficos hay períodos en que no aparece el resultado de la Fórmula, a pesar de estar ella vigente. Parte de esto podría solucionarse modificando el sistema para que entregue más información acerca de la fórmula al mostrar el globo cuando en el gráfico se posiciona el cursor sobre la línea de la fórmula

De acuerdo a los puntos anteriores, los Supervisores deberán encargarse de todos los aspectos estadísticos, hidrológicos y computacionales del manejo del sistema de *Fórmulas de Verificación* para lograr que el resultado disponible para el usuario final

sea aceptable, considerando siempre las limitaciones de que se trata de modelos lineales muy simples

- ✓ apoyar la solución de los problemas de plataforma informática que pudieran estar impidiendo el uso de las herramientas de HI. Entendemos esta actividad no como de tipo técnico sino que administrativo, pues se trata de que los Supervisores incentiven al personal de Regiones a que les informen los inconvenientes que pudieran estar teniendo con la plataforma, para después los transmitan directamente a los especialistas encargados de resolverlos. Sin embargo, este paso inicial – y aparentemente burocrático – es fundamental para que la Región cuente con un aliado en la Of.Central que no solo monitoree pasivamente el proceso de solución, sino que actúe proactivamente empujando la secuencia de acciones requeridas.

El rango de complejidad de este soporte puede ser muy amplio, pero como ejemplo de situaciones que pudieran necesitar este tipo de apoyo central, visualizamos las siguientes:

- en la región las aplicaciones computacionales para HI presentan algunas fallas; los Supervisores tratan de reproducirlas en la Of.Central, pero ellas no se presentan, lo que invita a pensar que la región no tiene instalada la última versión de los programas: los Supervisores solicitarán a los encargados de Soporte Informático que se la instalen
 - la región desea instalar la aplicación de *Presentaciones Rotativas*: los Supervisores le informarán de los requisitos para ello: un PC dedicado conectado a Internet, determinado sistema operativo y aplicación instalados en ese equipo, una selección de imágenes adecuada a las necesidades de la región, la opción de diseñar nuevas imágenes, etc.
- **Revisar en forma diaria el contenido de las planillas Excel** emitidas por el sistema de *Gestión de la Consulta Universal*, así como otros reportes recibidos. Se comprobará si las principales estaciones de cada región han sido examinadas por los usuarios responsables. Cuando ello no suceda - lo cual se reconoce claramente en la planilla porque esas estaciones tendrán casillas vacías en los días en que no fueron examinadas - el Supervisor deberá contactarse con la Of.Regional, comentar los casos y determinar con ella si requiere algún tipo de apoyo adicional para cumplir cabalmente con esa actividad

También corresponderá analizar las *Observaciones* registradas por las Of.Regionales y analizar con ellas y los Encargados de Zona cuando estas anotaciones no estén siendo bien utilizadas en el sentido de

- ✓ dejar constancia de eventos importantes y no de comentarios poco relevantes
 - ✓ registrar solo la detección inicial de una anomalía y no el seguimiento de su solución, ya que éste debe llevarse con el sistema *SAPES*
 - ✓ utilizar adecuadamente la clasificación de *Posibles causas* de una *Observación* o, en su defecto, llenar correctamente la casilla de *Otras* para aquellas no clasificadas
 - ✓ llenar con una explicación clara y pertinente la casilla de *Acciones tomadas*, de modo que se entienda cuál será el próximo paso en la corrección de la anomalía
- **Resolver las anomalías sencillas reportadas por Regiones**, o bien derivarlas a los Encargados Zonales. Con la revisión diaria de las *Observaciones* registradas, los Supervisores irán ganando conocimiento acerca de las fallas más frecuentes, de manera que al cabo de algunos meses ellos puedan dar solución a las situaciones más sencillas y

frecuentes. Con ello se obtendrán soluciones más rápidas y se aliviará el trabajo de análisis de los Encargados de Zona.

Esta recomendación queda condicionada a un análisis que habrá que hacer algunos meses después de iniciado el uso masivo de la HI, de modo de compatibilizar y diferenciar adecuadamente entre las funciones de los *Supervisores de HI* y las de los *Encargados de Zona*. Cuando se adopten las decisiones finales, deberán evitarse la duplicidad de funciones y una visión confusa desde la perspectiva del personal de Regiones: para ellos debe quedar muy claro en qué circunstancias deben recurrir a los *Supervisores* unos o a los *Encargados*.

- **Monitorear y coordinar las medidas correctivas** que se adopten. Si bien el seguimiento de las soluciones será facilitado por el sistema *SAPES*, el que estará accesible para todos los que participan en ellas, para asegurar y acelerar su puesta en práctica consideramos conveniente que las soluciones sean impulsadas por los *Supervisores de HI*. Ello se justifica pues las personas involucradas, si bien son especialistas en sus respectivos campos, debido a sus otras responsabilidades no siempre están compenetrados del sentido de urgencia y la responsabilidad última implícitos en la Hidrometría Integrada, consistentes en entregar mediciones confiables en y forma permanente. Este es el caso de los Hidromensores y los encargados de Hidrometría de las regiones, de los técnicos de la Unidad de Redes, de los analistas Encargados de Zona y del personal de la Oficina Satelital

Al radicar la solución efectiva de las anomalías en los *Supervisores de HI* se evita una asignación difusa de responsabilidades y se libera a los especialistas mencionados de las actividades de monitoreo y coordinación que caen fuera de su foco principal.

- **Informar a las jefaturas sobre los resultados de la aplicación** de la Hidrometría Integrada, en forma verbal cada semana y mensualmente mediante informes escritos.

Se reportará una evaluación general de la aplicación de los conceptos de la HI por parte de las regiones, en el sentido de si la aplicación de los procedimientos se traducen realmente en una mejor identificación de anomalías. La cantidad de éstas que sean detectadas por los Encargados de Zona será un indicador negativo para la región, ya que significa que no está revisando las mediciones en forma acuciosa pues están dejando pasar situaciones extrañas que son detectadas por otros analistas

Desde un punto de vista más formal, corresponde informar si en las regiones están revisando diariamente las cuencas y estaciones más importantes, y si esa tarea la realizan los usuarios asignados. Estos antecedentes fluyen directamente de las planillas Excel que emite el sistema de *Gestión de la Consulta Universal*, de las cuales podrá prepararse un resumen ejecutivo que abarque estadísticas de cumplimiento de todas las regiones, y comentarios especiales sobre casos de aciertos importantes en el uso de la metodología o, al contrario, de falencias notorias. En esta última situación corresponderá detectar las causas y adoptar las medidas correctivas en conjunto con el encargado en la Of.Regional (capacitar mejor al personal, aclarar o hacer más explícitos o perentorios los procedimientos, cambiar al personal, etc.)

- **Recopilar Casos de Estudio** para contar con ejemplos prácticos a usar en la capacitación y divulgación de la metodología de **Hidrometría Integrada**. Los Supervisores de HI tendrán acceso inmediato a estos eventos al revisar el contenido de las *Observaciones*, mediante el sistema de *Gestión de la Consulta Universal*. Les corresponderá seleccionar las situaciones

más interesantes a usar como modelo, y documentar metódicamente sus características una vez que se hayan aclarado y solucionado las causas.

Como parte del trabajo de documentación del caso, los Supervisores deberán tomar contacto tanto con la Of.Regional a la que corresponden las mediciones en falla, como con los Encargados de Zona o el personal que mantiene los equipos en las estaciones, de quienes obtendrán todos los antecedentes prácticos de terreno, hidrológicos, o técnicos de instrumentación, que expliquen lo acontecido y su solución posterior.

Para poner los *Casos de Estudio* al alcance de todo el personal técnico, convendrá diseñar un formato tipo para su registro y eventualmente proceder a registrarlos en la Intranet de la División de Hidrología. Este registro materializará el acervo de experiencia que se irá acumulando con la aplicación del método, dejándolo permanentemente accesible a quien lo requiera. Dependiendo del caso, el formato en cuestión podría contemplar elementos como

- ✓ Identificación de la estación y su entorno hidrológico
- ✓ Fecha del evento
- ✓ Condiciones naturales (hidrológicas y meteorológicas) del momento
- ✓ Condiciones no naturales (extracciones y aportes de caudal, operación de embalses)
- ✓ Gráficos o informes que permitieron la identificación de la anomalía
- ✓ Procedimiento de análisis que llevó a identificar las causas
- ✓ Solución adoptada

Los *Casos de Estudio* representan el mejor argumento de la utilidad de la metodología, por lo que los Supervisores tendrán la responsabilidad de incorporar una selección de ellos en el material de capacitación y de divulgación

- **Capacitar al Personal** que recién se incorpora a las labores de revisión hidrométrica en la División y reforzar las habilidades de aquellos que ya utilizan la metodología de HI. Aun cuando el concepto básico de la Hidrometría Integrada es muy sencillo y las herramientas que se han diseñado para su aplicación también son de fácil uso, el personal nuevo y aquel que no las utiliza en forma permanente requiere de un reforzamiento periódico de los conceptos, aplicaciones computacionales y procedimientos. Esto es especialmente válido para el personal de regiones o aquel que cumple varias otras funciones además del control de la calidad de las mediciones

Dentro de esta actividad, a los Supervisores de HI les corresponderá mantener el material relacionado en permanente revisión y mejora (presentaciones Power Point, documentación del método y de los sistemas computacionales)

- **Preparar Material y participar en la Divulgación.** Esta actividad consistirá principalmente en respaldar las actividades de divulgación de la Hidrometría Integrada que realicen las jefaturas u otras personas, pero también en realizar directamente algunas charlas. Para ello los Supervisores deberán revisar y mejorar en forma permanente las presentaciones de Power Point y actualizarlas con los *Casos de Estudio*, y también preparar material para informes especiales que se les solicite

2. Ajustes en la Base de Datos BNA

Durante las pruebas del sistema de **Consulta Universal** se trabajó con una copia de la Base de Datos BNA obtenida en Junio de 2012. En ella se encontraron unas pocas inconsistencias que pueden afectar los resultados que se entregan, si es que no han sido corregidas con posterioridad a esa fecha. En todo caso, cabe destacar que ellas fueron detectadas porque provocaron caídas durante las pruebas de los programas. Las sugerencias para ajustar los casos son:

- Regularizar en el BNA la tabla de Parámetros por Estación
En la Base de Datos de 2012 hay 61 estaciones con mediciones de Nivel y Volumen de Embalses y Lagos en tabla "TD_VOL_EMBALSE_DET". Sin embargo, en la tabla "TR_PARAM_ESTACION" aparece solo una (Embalse La Paloma), con datos hasta Agosto 2011

Se propone construir un programa que analice la consistencia entre la tabla de Parámetros por Estación ("TR_PARAM_ESTACION") y las tablas de datos de los correspondientes parámetros

- Revisar y regularizar en el BNA otras inconsistencias encontradas, como
 - ✓ en tabla TD_VOL_EMBALSE_DET, en la estación 08394001 hay valores de Noviembre y Junio con día "31" en los años 1975, 1976 y otros. Hubo que poner instrucciones especiales para evitar que se cayera el programa debido a este error
 - ✓ Lago Lanalhue: el nivel se midió sobre base = 0, salvo una medición en Agosto de 1990, en que se tomó la altura en [msnm]. Este valor disparado deforma la escala gráfica
 - ✓ Laguna de la Laja: al revés de Lanalhue, el nivel se midió en [msnm], salvo una medición en Abril de 2009, en que se tomó Nivel = 0. Este valor disparado deforma la escala gráfica
 - ✓ en la tabla TD_VOL_EMBALSE_DET hay 52 estaciones que presentan registros con valores de Volumen = 0 (aunque la mayoría tiene valores > 0), pero cuyas mediciones de Nivel son > 0. Queda la duda si esos valores no tienen Curva de Almacenamiento o bien fueron descartados por alguna razón
 - ✓ En la estación 05710001 Maipo en El Manzano, para el 19 de Abril de 2012 aparece una precipitación de 238 [mm] en la tabla TD_SATELITAL_DET, pero no aparece ese valor al consultar directamente la medición satelital; posible error al traspasar datos del Sistema Satelital al BNA
 - ✓ En la tabla TD_DATALOGGER_DET, para el parámetro 200 = precipitación aparecen más de 20.000 valores horarios < 0, los que corresponden a más de 50 estaciones diferentes. El programa de Consulta Universal fue ajustado para mostrar esos valores como = 0.0, sin alterar el registro original de la tabla
 - ✓ En la tabla TD_VIENTO_DET aparece un Código de Estación = 'ADOLFO M'
 - ✓ Estación 10704002 - Río Futaleufú Ante Junta Río Malito:
Entre fines de Enero y Marzo de 2011 muestra Caudales Medios Diarios tomados de la tabla TD_CAUDAL_MEDIO; sin embargo, no hay mediciones para caudales registradas para ese período en ninguna de las tablas del Sistema Satelital ni del BNA (TD_ALTURA_DET , TD_DATALOGGER_DET, TD_SATELITAL_DET)
- Rellenar datos
El embalse Huasco en Santa Juana tiene una sola medición del Nivel por mes entre los años 2003 y 2009; entre 2010 y 2011 tiene 1 medición por día laboral, y de 2012 en adelante tiene mediciones diarias. Por lo anterior, al graficar el período entre 2003 y 2009 aparece 1

solo punto por mes, el cual es casi invisible pues ocupa 1 solo pixel, y al graficar entre 2010 y 2011 aparece una línea segmentada pues no hay mediciones los fines de semana. Como el análisis gráfico es la herramienta fundamental de la Hidrometría Integrada, para mejorar y hacer más visibles las mediciones en los gráficos, para este y otros embalses o lagos, se recomienda rellenar los valores diarios faltantes con interpolaciones lineales

- Revisar vigencias de las Curvas de Descarga
Se presentó la siguiente situación, por lo que se sugiere revisar mediante un programa las vigencias registradas:
En la estación 05410005 "Río Aconcagua en San Felipe" aparecían en la Base de Datos de Junio 2012
 - ✓ para curva #440, fecha Inicial = 18/02/2011, fecha Final = 31/12/2100
 - ✓ para curva #441 (posterior), fecha Inicial = 12/09/2011, fecha Final = 07/05/2012A raíz de esto, la rutina de cálculo de caudales, que analiza las curvas en secuencia de su N°, siempre tomaba la curva #440 para fechas posteriores al 18/02/2011, nunca tomaba la #441

3. Parámetros del Sistema Satelital

El registro de Parámetros en este sistema se inició en 1998 con unos 50 elementos, y en la actualidad opera con más de 100. En estos años se han agregado varios instrumentos de medición y nuevos tipos de sensores que miden variables similares que, para diferenciarlos de los ya existentes, se les ha asignado un nuevo N° de Parámetro. Con ello se ha producido una mezcla (o confusión) entre el concepto de "Parámetro" (= variable medida) y el de "Instrumento de Medición"

Además, en varios Parámetros nuevos no se ha llenado adecuadamente el campo de "Tipo de Medición", que se usa en los programas computacionales para determinar el tipo de cálculo asociado al Parámetro. Por ejemplo, el Parámetro #65 "Nivel de Agua 2" no tiene Tipo de Medición y no se sabe si se usará para calcular caudales. En efecto, el Tipo de Medición = 5 que hipotéticamente debiera habersele asignado, significa que se trata de una altura de Limnómetro de la que se derivarán caudales usando una Curva de Descarga

Para estas situaciones se visualizan 2 tipos de soluciones: una provisoria y otra definitiva.

La solución provisoria consiste simplemente hacer más metódica la actualización de los Parámetros por la vía de registrar sus detalles en una bitácora que se almacene en un lugar conocido (por ej., en la intranet de la División de Hidrología). La bitácora podría contener:

- ✓ datos de la Creación del Parámetro: descripción, autor, fecha, solicitado por, tabla del Sistema Satelital donde se almacena, complemento con otros Parámetros, etc.
- ✓ Tipo de Medición que indique el cálculo a que estará afecto el Parámetro en los programas computacionales. La documentación de la tabla SCBD0802 de la Base de Datos Satelital de abajo indica el significado de este campo en términos generales:

Llave	Campo	Tipo	Long	Valor nulo	Observaciones
¶	Correla_802	smallint	2		Nro correlativo del Parámetro
	Nombre_802	char	25	SÍ	Nombre del Parámetro
	NAbrev_802	char	10	SÍ	Abreviatura para títulos
	UniMed_802	char	20	SÍ	Unidad de medida
	TablaBD_802	char	12	SÍ	Nombre de la tabla de la Base de Datos que contiene las mediciones del Parámetro
	TipMed_802	tinyint	1	SÍ	Tipo de Medición (0=normal / 1=PpAcum / 2=PpInst / 3=NvAcum / 4=NvInst / 5=Caudal y VolEmb / 6=Q Pronost / 7=PpDiaAcum / 8=PpDia / 9=NvDiaAcum / 10=NvDia / 11=Q Régimen Natural)
	ParmBNA_802	int	4	SÍ	Nro del Parámetro en el sistema BNA2000
	Coment_802	char	25	SÍ	Comentario

El detalle de los cálculos asociados a cada Tipo de Medición se podrá revisar en el código de los programas, cada vez que se usa este campo

- ✓ uso del nuevo Parámetro: programas de consulta en que aparecerá, principales usuarios finales, etc

- ✓ relación con el BNA: mediciones equivalentes del BNA y nombre de tabla en que se almacenará (si la hay), condiciones para el traspaso de mediciones satelitales a dichas tablas, etc.

Al disponer de esta bitácora al menos quedarán documentadas las características del Parámetro, quienes lo auspiciaron, y la idea original que hubo detrás de su creación

Para una solución definitiva corresponderá rediseñar la Base de Datos Satelital, para disponer de una tabla que describa los Parámetros en forma genérica (en su calidad de "Variable Medida") y de otra en que se anote el instrumento o sensor utilizado en cada instalación, esquema que es utilizado en la Base de Datos del BNA. Esto implicará adaptar las aplicaciones para los *Descriptores de DCPS* y todas aquellas que manejan de forma específica cada Parámetro

Este no será un trabajo menor y el mejor momento para realizarlo será cuando se trasladen los sistemas a una nueva plataforma en que se tenga que repensar el diseño de las actuales Bases de Datos

4. Caudales Medios Mensuales Históricos

Estos valores han sido calculados en base a estadísticas de 30 años en algunas estaciones y son muy valiosos para comparar los Caudales de cualquier período bajo análisis. Utilizando una opción del sistema "**Administración General de D C P**" es posible actualizarlos para estaciones del Sistema Satelital.

En primer término, se recomienda retomar las tareas de ingreso y actualización de Qs Medios Históricos, ya que en la actualidad **solo hay 24 estaciones** del Sistema Satelital que cuentan con dicho valor. Como el sistema de *Consulta Universal* permite graficar el Q Medio Histórico de cualquier estación, en la gran mayoría de ellas el valor simplemente no aparece, como consecuencia de la falta de datos, afectando las expectativas del usuario respecto del sistema.

En segundo lugar, estos valores debieran poder ingresarse para todas las estaciones hidrométricas y no solo las Satelitales. Ello no resultaría tan difícil pues en esencia habría que aislar la actual aplicación inserta en el sistema de "**Administración General de D C P**", y adaptarla para que opere con la Base de Datos BNA.

En el [ANEXO 1 - Mantenición de Caudales Medios Mensuales Históricos](#) se incluye la actual documentación, en la que se aprecia lo sencillo que es la actualización de esos valores.

5. Integración de Información sobre Plataforma SIG

Los **SIG** (Sistemas de Información Geográficos o GIS en inglés) han ganado rápidamente terreno como base para construir sistemas de acceso a información que se origina en diversas fuentes. Tienen la enorme ventaja de ser muy visuales e intuitivos para analizar zonas geográficas y todos los datos relacionados con ella. Parte de esos beneficios se están aprovechando con el uso de Google Earth y ARCGIS presentados en el documento [Manual de Análisis de Hidrometría Integrada](#), donde lo más interesante es la aplicación en línea de ARCGIS para ubicar las estaciones de medición de todo el país, disponible a través del sitio de la DGA.

En nuestra opinión la Div.de Hidrología debiera orientar su desarrollo informático futuro a que todas sus aplicaciones (o la mayoría de ellas) funcionen sobre una plataforma SIG como la principal interfase con el usuario, ya que a ella se pueden acoplar muchos tipos de aplicaciones hidrológicas y clases de información alojadas en diferentes Bases de Datos. Algunos de los efectos de ello serían

- ✓ Los mapas serían el elemento central de todos los elementos de información
- ✓ Todos los accesos a datos de estaciones se harían ubicando éstas primero en el mapa y no en un lista de selección
- ✓ Se da por sentado que existirán facilidades para elegir la zona y la escala de representación, así como para seleccionar los tipos de estaciones y de los detalles mostrados en los mapas gracias al manejo de layers (capas)
- ✓ También existirá la facilidad de representar un área en 3D
- ✓ Se podrían tener enlaces con herramientas de simulación hidrológica propias o bien disponibles comercialmente para efecto de pronósticos o de análisis de cuencas
- ✓ Las series históricas de mediciones almacenadas en sus actuales Bases de Datos también serían accesibles desde el SIG, así como los modelos de Fórmulas de Validación

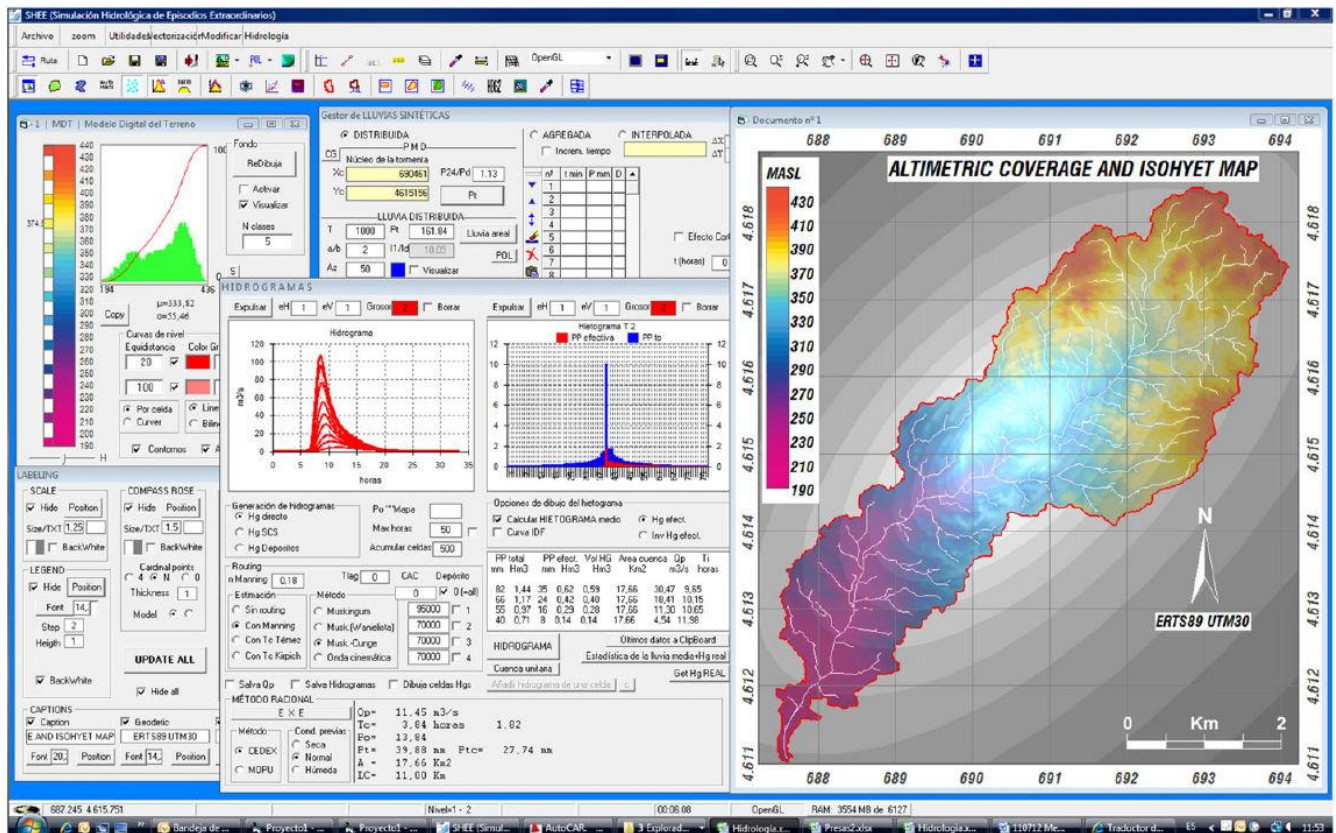
- ✓ los antecedentes sobre Derechos de Agua también podrían enlazarse con el SIG aprovechando que el CPA cuenta con las coordenadas geográficas de los puntos de captación y restitución
- ✓ incluso documentos (de la propia DGA o de otras entidades) con estudios sobre ciertas zonas podrían relacionarse con el SIG y desplegarse en paneles especiales

Con este enfoque, la Div.de Hidrología se pondría en línea con las directrices del MOP que, a través de la Dirección de Planeamiento, viene desarrollando hace varios años en forma de un **Sistema de Información Territorial** (SIT - MOP Territorial), "orientado a representar la infraestructura pública de competencia del ministerio, así como la gestión de los recursos hídricos continentales". Al respecto, esa Dirección ha organizado talleres y preparado normas para elaborar mapas estandarizados en cuanto al uso de herramientas, simbología, nomenclatura, imagen institucional única, etc. (Ver documento "Guía Básica para la Confección de Cartografía Temática del MOP" - versión 2.0 - Diciembre 2011). En otras palabras, ya existe en el MOP una organización que puede respaldar con recomendaciones técnicas, normas y organizaciones de usuarios, además de asesorar con su experiencia, las decisiones que la Div.de Hidrología decida tomar a futuro en esta materia.

Algunos ejemplos del aspecto que tendría la interfase vía SIG que manejaría el usuario pueden apreciarse en las siguientes imágenes:

Caso 1

Pantalla del software SHEE (**S**imulation of **H**ydrological **E**xtrême **E**vents), que es una herramienta para el análisis de procesos hidrológicos: paneles con distintos tipos de información se disponen en torno al mapa de la zona en estudio



En EEUU, el USGS (U.S: Geological Service) reconoció hace tiempo las dificultades y costos que significaban para sus usuarios el recolectar, para los casos no estándar, todos los datos requeridos para sus reportes e investigaciones. Se abordó el tema mediante reuniones de la CDI (USGS Community for Data Integration) y, como resultado de ello, se desarrolló el NWIS Web Services Snapshot Tool for ArcGIS (NWIS = National Water Information System).

El siguiente es un ejemplo de esa herramienta usada para estudiar la calidad de aguas en el Colorado Mineral Belt, donde también se distribuyen varios paneles alrededor del mapa central

The screenshot shows the ArcMap interface with the NWIS Snapshot tool. The main map displays a colorful geological map of the Colorado Mineral Belt with black triangles representing water quality sites. The interface includes a Table of Contents, a Layers panel, and an Identify window.

Layers Panel:

- NWIS Sites
 - Surface Water Sites
 - Groundwater Sites
 - Springs Sites
 - Atmospheric Sites
 - Other Sites
- Strahler order 1 and 2 streams
- Colorado Mineral Belt
- Boundary
- Region
- Geology
 - Rock Types
 - Carbonate
 - Clastic
 - Coarse-detrital
 - Gneiss
 - Hypabyssal
 - Metasedimentary
 - Plutonic
 - Volcanic

In this example, the NWIS Web Services Snapshot Tool is used to retrieve surface water-quality data for sites in the Colorado Mineral Belt. Water-quality data are integrated with data from NHDPlus and the USGS National Geologic Map database to evaluate metal mobility in areas affected by historical mining, or that have mineralized or hydrothermally altered rocks (after Wanty and others, 2009).

Identify

Identify from: NWIS Sites

Location: -105.423050 39.931653 Decimal Degrees

Field	Value
OBJECTID	15333
Shape	Point
Site Number	06729300
Station Name	SOUTH BOULDER CREEK AT PINECLIFFE, CO.
Agency Code	USGS
Site Type Code	ST - Stream
Latitude	39.9316534
Longitude	-105.42305
NWIS Web URL	http://waterdata.usgs.gov/nwis/inventory?af

ANEXO 1 – Mantenimiento de Caudales Medios Mensuales Históricos

Las páginas que siguen son una réplica de la documentación **HTML** disponible para el Sistema Satelital. Ella funciona como página web y está diseñada para ser consultada en un PC, ya que cuenta con enlaces (subrayados en azul) para navegar de un tema a otro

Mantenimiento de Caudales Medios Mensuales Históricos

<< [Anterior](#) [Superior](#) [Siguiente](#) >>

[Antecedentes](#)

[Controles y Operación](#)

Antecedentes

Los **Caudales Medios Mensuales Históricos** son valores definidos para varias estaciones, para cada uno de los 12 meses del año. Se basan en estadísticas de los últimos 30 años, y son tilizados para comparar con ellos los valores instantáneos, diarios o medios mensuales, tanto en gráficos del sistema central como de internet. Sus valores son bastante estables en el tiempo, por lo que su mantención significa (a) el ingreso de estos valores por primera vez para una estación, o (b) modificaciones muy esporádicas, según lo determinene los analistas hidrológicos

Se entra a la pantalla de Mantenimiento de Caudales Medios Históricos presionando el **Caudales Medios Mensuales** en la pantalla **"Administración General de D C P "** :

Administración General de D C P - C/Repetidor Ver 1.1 b

Estaciones ND Satelitales:

01000001-7 Río Caquena en Guacolo (Ca) Definición de Parámetros de DCP E I N

Después de ingresar nuevas Estaciones o Curvas de Descarga en el sistema "Aguas", ejecute "Actualización de Estaciones y Curvas de Descarga"

Estaciones Satelitales:

01201003-6 Río Lluta en Alceireca Descriptor de la DCP Parámetros para DCPs

Recálculo y Anulación Ajuste Manual de Valores

Caudales Medios mensuales Planilla Excel

Consultas e Informes Gráficos

Estaciones Ficticias (para pruebas):

Fecha inicial (dd/mm/aaaa) 01/10/2009 Generar/Eliminar Datos de Prueba

Fecha final (dd/mm/aaaa) 31/10/2009

Estación Datos de Prueba Tabla Datos de P dd/mm/aaaa

a) Para todas las Estaciones ficticias
b) De los primeros 11 Parámetros, Descriptores y Curvas de Desc. ficticias
c) Borra datos anteriores

La pantalla de **Mantenimiento de Caudales Medios mensuales** es

Caudales Medios mensuales (m3/seg)	
Enero	22.600
Febrero	19.600
Marzo	18.700
Abril	18.100
Mayo	21.000
Junio	30.300
Julio	35.900
Agosto	31.600
Septiembre	28.000
Octubre	27.100
Noviembre	29.500
Diciembre	29.700

Controles y Operación

Para efectuar la mantención se operan los siguientes controles :

Lista "Estación":

para seleccionar la estación en la que se registrarán por primera vez los Caudales Medios Históricos, o se modificarán los ya existentes

Casillas de "Caudales Medios mensuales (m3/seg)":

una casilla por mes, para ingresar los valores determinados por las estadísticas de los últimos 30 años

Botón "Grabar Datos":

para grabar los valores ingresados o modificados, los que se almacenan
 (a) en la tabla [SCBD0319](#) de la Base de Datos satelital (RDDS00) y además
 (b) en la tabla [DGA_QMes](#) de la Base de Datos Internet (www-DGA)

Botón "Cerrar":

cierra la sesión y retorna a la pantalla **"Administración General de D C P"**