

# **INFORME N° 6**

## **SETIEMBRE 2014**

Ing. Orlando M. Bande

# Contenido

1.	Introducción .....	3
1.1.	Estaciones Automáticas .....	5
1.1.1.	Paso De Las Piedras (B2): .....	5
1.1.2.	Malbrán (B1) .....	5
1.1.3.	Tostado RPNº95 (B2) .....	5
1.1.4.	Salado RPNº13 (B1) .....	6
1.2.	Instalación de Estaciones .....	6
1.2.1.	Azud Nivelador de Colonia Dora.....	6
1.2.2.	Estación Hidrométrica Límite Interprovincial.....	7
1.3.	Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica .....	7
1.3.1.	Provincia de Salta.....	8
1.3.2.	Provincia de Santiago del Estero .....	8
1.3.3.	Provincia de Santa Fe .....	9
1.3.4.	Estaciones de Aforos .....	10
1.3.5.	Estaciones de Aforos a Implementar .....	10
2.	Ubicación de Estaciones de Aforos .....	12
2.1.	Croquis .....	12
2.2.	Imagen Satelital Google: Localización de Estaciones de Aforos .....	13
2.3.	Pronóstico Climático Trimestral (SMN).....	13
3.	Control de Datos de Caudales y Aforos.....	14
3.1.	Aforos Río Juramento en El Tunal .....	14
3.2.	Río Salado en Canal de Dios .....	16
3.3.	Río Salado en El Arenal.....	18
3.4.	Río Salado en Suncho Corral .....	19
3.5.	Río Salado en RNNº92 – Añatuya.....	21
3.6.	Río Salado en Tacón Esquina.....	23
3.7.	Río Salado en Pinto.....	24
3.8.	Río Salado en Malbrán .....	25
3.8.1.	Curva de Descarga.....	25
3.8.2.	Ubicación de la sección .....	26
3.8.3.	Hidrograma.....	26
3.9.	Río Salado Límite Interprovincial en Ea. San Ramón.....	27
3.10.	Río Salado en RNNº95 (Tostado).....	28
3.11.	Azud Tostado.....	29
4.	Control de Alturas Hidrométricas y Cotas de Embalses.....	29
4.1.	Cotas de Embalse de Cabra Corral y El Tunal.....	29
4.2.	Alturas Río Juramento en El Tunal .....	30
4.3.	Alturas Hidrométricas Azud Colonia Dora.....	32
4.4.	Alturas Hidrométricas Y Cotas De Embalse En Tostado .....	33
5.	Planilla Red Básica Hidrométrica.....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

Objetivos de este estudio:

- disponer de una red básica de estaciones para realizar mediciones sistemáticas.
- lograr continuidad en la obtención de datos de registros hidrológicos en dicha red.
- sistematizar los datos obtenidos en una única Base de Datos
- realizar el control, análisis y tratamiento de la información

La sistematización consiste en el procesamiento de los datos de las variables medidas en cada estación hidrométrica; esto se realiza en la medida que se reciben los datos; luego se almacenan. La información almacenada en la base de datos permite conocer el comportamiento del río en la cuenca (media e inferior) en todo momento, en tiempo real o en períodos relativamente cortos, dependiendo del método de observación o medición en cada lugar. Además **permite analizar y cuantificar sus diferentes usos en diferentes tramos del Río monitoreando su aprovechamiento. De este modo se abre la posibilidad de planificar los usos del agua (caudales a extraer en diferentes lapsos), en forma conjunta con los responsables de cada provincia, con el propósito de racionalizar su aprovechamiento en situaciones de estiaje críticas; o de tomar las medidas de prevención y control en caso de crecidas.**

Por el momento no ha sido posible este trabajo conjunto ya que no hay Responsables Técnicos oficialmente designados por las Provincias de Salta y Santiago del Estero, para participar en este trabajo, lo cual dificulta su avance y el alcance de los objetivos previstos para el presente contrato.

Es importante destacar que la sistematización de la información histórica y la actual, facilitará la implementación de modelos hidrológicos necesarios para la formulación de Programas de Aprovechamiento Múltiple, el Proyecto de Obras Hidráulicas y permitirá avanzar progresivamente hacia la implementación de Modelos de Operación del Sistema de Obras, los que permitirán **definir pautas de**

**operación de obras de regulación y control, particularmente para crecidas y estiajes del Río.**

Se trabaja mensualmente en el almacenamiento de datos, su procesamiento y control, y además se realizan cambios parciales en el ***Diseño Básico De Red De Medición Hidrométrica Mínima*** conforme van surgiendo necesidades de estudios necesarios para caracterizar el comportamiento del río en tiempo real, usando estaciones que actualmente funcionan adecuadamente, y proponiendo estaciones hidrométricas complementarias que se estiman necesarias para este cometido.

Las Estaciones de esta Red proporcionan datos de Alturas Hidrométricas, Cotas de Embalses y Caudales Aforados y Calculados, estos son los parámetros básicos con que está implementada la red.

El objetivo posterior será configurar una Red De Estaciones Pluviométricas, Freatímetros y demás parámetros meteorológicos, dentro del área de estudio, necesarios para el conocimiento del comportamiento hidrológico de la cuenca.

En este Informe N°6, se presenta la tabla de la Red Básica Mínima del Río Juramento – Salado actualizada con los datos disponibles del mes de **Setiembre de 2014**, se realiza un análisis de la información de **Caudales, Alturas y Cotas de Embalse**, graficando datos históricos con los del corriente año, destacando el dato correspondiente a Setiembre, e incluyendo un somero análisis e interpretación sobre correlación de los datos, especialmente el del mes en curso.

Se incluyen en este informe, imágenes (Google Earth Pro con Licencia propia adquirida) de las secciones de aforos que presentan dispersión de pares de valores de Altura – Caudal. En estas escenas es posible observar la zona de emplazamiento de estaciones, mientras se esperan las monografías correspondientes.

Además, se analizan Hidrogramas de estaciones limnimétricas y su correlación con estaciones cercanas o compatibles, como así también los niveles de embalses en las obras que se encuentran en la zona de estudio.

### 1.1. Estaciones Automáticas

A partir del mes de agosto, se incluyen datos de estaciones con sensores remotos que transmiten en tiempo real por la Red Orbcomm, pertenecientes al MASPyMA.

La descripción de la Estación y su clasificación en base al sensor la realicé en el informe N° 5 de Agosto.

Recordamos las estaciones comprendidas en este sistema:

#### 1.1.1. Paso De Las Piedras (B2):

Corresponde al **Río Salado en RPN°39**, Provincia de Santa Fe y se recibe información desde el 06/08/2014.

Los datos de este sensor corresponden a datos tomados a las 0:00 hs y mide Alturas Hidrométricas y Oxígeno Disuelto.

Recordamos que además de recibir información en tiempo real del sensor, el MASPyMA envió datos de Alturas Medias Diarias y Caudales Medios Diarios desde el 19/05/2011 al 31/03/2014. Los datos correspondientes al año 2014 fueron grabados en la Planilla de la Base de Datos. Las Alturas Medias Diarias y los Caudales son valores calculados por curva. Cuando se dispone de Aforo, se le da prioridad a este valor.

#### 1.1.2. Malbrán (B1)

Corresponde a datos de alturas hidrométrica del **Río Salado en el Puente El Chañar sobre la RP N°43 Malbrán – Bandera** localizada en la Provincia de Santiago del Estero; se recibe información desde 08/08/2014, con interrupciones. Dado que no registra valores en horarios fijos, se toman como referentes los más próximos a las 09:00 hs (OMM).

#### 1.1.3. Tostado RPN°95 (B2)

Corresponde a datos de Alturas Hidrométricas del Río Salado en el puente sobre la RNN°95 en la ciudad de Tostado, Provincia de Santa Fe.

Si bien **esta sección posee observador**, a partir del 04 de Agosto se reciben datos de la estación automática en tiempo real, controlándose los datos de ambos registros.

#### 1.1.4. Salado RPN°13 (B1)

Corresponde a alturas hidrométricas del canal Arroyo Saladillo en la RP N°13, en la Provincia de Santa Fe y se reciben datos desde el 07/08/2014.

El sensor se ubica sobre el canal Arroyo Saladillo, que además de captar los excedentes de su cuenca, capta los desbordes que produce el Salado, en su intersección con la RPN°13, hacia el sur (5 km), y que son de gran magnitud, comparado con los caudales que van sobre el cauce propio del Río Salado.

**La información de este sensor se tomará como control mientras se implementa sobre el cauce principal del Río Salado.**



*Ubicación del sensor sobre la Ruta Provincial N° 13*

## 1.2. Instalación de Estaciones

### 1.2.1. Azud Nivelador de Colonia Dora

El MASPMA continúa la instalación de una estación limnopluiográfica nueva, en inmediaciones del Azud Nivelador de Colonia Dora, provista con sensores limnigráficos, pluviográficos y equipo de adquisición, almacenamiento y transmisión de datos.

Respecto a los sensores limnigráficos en este lugar, se instalarán dos (2) sensores de nivel, uno ubicado en el cuenco para medir el nivel del embalse y otro en una sección del cauce situada unos 200 m aguas abajo de la presa, donde se encuentra instalada una escala hidrométrica y en donde se han realizado algunos aforos.

Se reitera que la información hidrométrica en esta estación se completó con datos del observador en el período 24/01/2014 al 31/03/2014, tanto en hidrómetro situado en el “cuenco” (aguas arriba), como en el situado inmediatamente aguas abajo, lugar nombrado “Ala Vertedero” y que figuran como **Cota (9 hs) Embalse (m) y Cota (9hs) A. Abajo (m)** respectivamente en la Planilla de la Base de Datos.

### 1.2.2. Estación Hidrométrica Límite Interprovincial

Se realizó la instalación de la estación hidrométrica automática en el Límite Interprovincial Santiago del Estero – Santa Fe, provista de un sensor de presión, e implementándose como Estación de Aforos sistemática, que servirá para cuantificar el caudal que ingresa a la Provincia de Santa Fe y al Azud Nivelador de Tostado.

En estos momentos se están realizando tareas de calibración del sensor y control de la transmisión de datos por la Red Orbcmm, para ser incluidas en los parámetros que el MASPyMA transmite diariamente.

### 1.3. Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica

En este informe, como en los anteriores, presento la planilla Anexa correspondiente a la **Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica**, con datos recopilados a partir del 1º de enero del corriente año (Ver COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.xls). El término “**preliminar**” significa que aún no fue aprobado su diseño, ya que está previsto analizar y acordar su estructura, con los representantes técnicos designados por las provincias de Santiago del Estero y Salta.

Las Estaciones y los parámetros que componen esta estructura actualizada pertenecen a:

- Provincia de Salta
- Provincia de Santiago del Estero
- Provincia de Santa Fe

### 1.3.1. Provincia de Salta

SALTA	CAUDALES DIARIOS	AES CABRA CORRAL	Cota Embalse (m)
			Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)
		AES TUNAL	Cota Embalse (m)
			Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)
	AFOROS	SSRHN TUNAL	H (m)
			Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)
	AFOROS	SSRHN CANAL DE DIOS (AA)	H (m)
			Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)
	AFOROS	S. del Agua Salta Tomas de Riego	Sumatoria de Q. Aforados MI (m <sup>3</sup> /s)
			Sumatoria de Q. Aforados MD (m <sup>3</sup> /s)

### 1.3.2. Provincia de Santiago del Estero

SGO. DEL ESTERO	AFOROS	SSRHN EL ARENAL	H (m)
			Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)
	AFOROS	SSRHN CANAL DE LA PATRIA	H (m)
			Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)
	CAUDALES DIARIOS	SRH S. del Estero DIQUE FIGUEROA	Cota Embalse (m)
			Canal Gini
			Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)
			Canal S Jorge
			Q. Erogado MI (m <sup>3</sup> /s)
			Vertedero
	AFOROS	SRH S. del Estero (Corp Riego R. Dulce) Canal Jume Esquina	H (m)
			Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)
		SSRHN SUNCHO CORRAL	H (m)
			Q aforado (m <sup>3</sup> /s)
	AFOROS	SRH S. del Estero Azud Melero	Canal El Sauce
			Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)
			Canal Melero
	AFOROS	SSRHN RPN°92 - AÑATUYA	Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)
			H (m)
	ALTURAS	SSRHN AZUD COLONIA DORA (La Niveladora)	Cota (9 hs)
Cota (9hs) A.Abajo (m)			
AFOROS	S del A MASP y MA TACÓN ESQUINA	H (m)	
		Q aforado (m <sup>3</sup> /s)	
AFOROS	SSRHN PINTO	H (m)	
		Q aforado (m <sup>3</sup> /s)	
AFOROS	S del A MASP y MA MALBRAN	H (m)	
		Q aforado (m <sup>3</sup> /s)	



### 1.3.3. Provincia de Santa Fe

SANTA FE	AFOROS	S del A MASPyMA	H (m)	
		LIMITE INTERPROVINCIAL	Q aforado (m3/s)	
	CAUDALES DIARIOS	SRT Bombeo Acueducto		Q. Bombeo (m3/s)
			Coop de A Potable Tostado Acueducto	Q. Bombeo (m3/s)
		MASPyMA Canal de Bombeo RP 91 S		Q. Bombeo (m3/s)
		MASPyMA	Cota Embalse (m)	
		AZUD TOSTADO	Q. Erogado (m3/s)	
	AFOROS	SSRHN TOSTADO - RNNº95		H (m) Obs
				Q aforado (m3/s)
		MASPyMA	H (m)	
		RPNº13	Q aforado (m3/s)	
		MASPyMA	H (m)	
RNNº39	Q aforado (m3/s)			

Con respecto al análisis de la información, y en el contexto de verificar lo que se ingresa numéricamente a la Base de Datos, considero de mucha importancia los gráficos, que nos muestran tendencias, variaciones, errores, y nos permiten analizar también, las características de una Estación Hidrométrica, y sus aciertos o defectos para cuantificar el parámetro que está midiendo. Los Gráficos permiten “ver” el dato en un contexto histórico y evaluarlo desde este punto de vista.

Un ejemplo característico es la observación de las alturas hidrométricas en la sección de la Ruta Provincial Nº 92 – Añatuya (ver punto 3.5).

Este seguimiento periódico permite que los valores grabados sean los correctos, detectando errores en forma inmediata, facilitando su corrección por el organismo que lo generó. El término inmediato corresponde al tiempo transcurrido desde que se recibe la información hasta que se la analiza.

Reitero la necesidad de contar con monografías y estudios de Curvas de Descarga en donde los hubiera, para optimizar el desarrollo y mejorar el resultado de este trabajo; los mismos son necesarios para facilitar el control de datos de aforos, y de variaciones temporales en cada sección provocadas por cambios de lugar, cambios en las escalas hidrométricas, procesos erosivos, etc.

Hasta tanto se vaya recopilando la información de otras secciones de control identificadas en la Base de Datos, continuamos con la carga de datos disponibles

en las Estaciones de Aforos localizadas en la Cuenca Media del Río Juramento – Salado, en su cauce principal:

### **1.3.4. Estaciones de Aforos**

Continúo con el análisis de los aforos, comparando los datos históricos con los del 2014 (*Fuente Base de Datos Hidrológica Integrada – SSRHN, APRH de S del Estero, MASPyMA Santa Fe*), y análisis limnigráficos de estaciones hidrométricas y de embalses, detectando anomalías en algunos casos o sugiriendo controles en otros.

Las Principales Estaciones son:

Nº	Estación	Provincia	Parámetro
1	Tunal (SSRHN)	Salta	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
2	Canal De Dios (SSRHN) Límite Interprovincial	Salta	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
3	El Arenal (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
4	Suncho Corral (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
5	RPNº92 - Añatuya (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
6	Tacón Esquina (MASP Y MA)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
7	Pinto (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
8	Malbrán (MASP y MA)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
9	Límite Interprovincial San Ramón (MASP Y MA)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
10	Tostado – RN 95 (SSRHN)	Santa Fe	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)

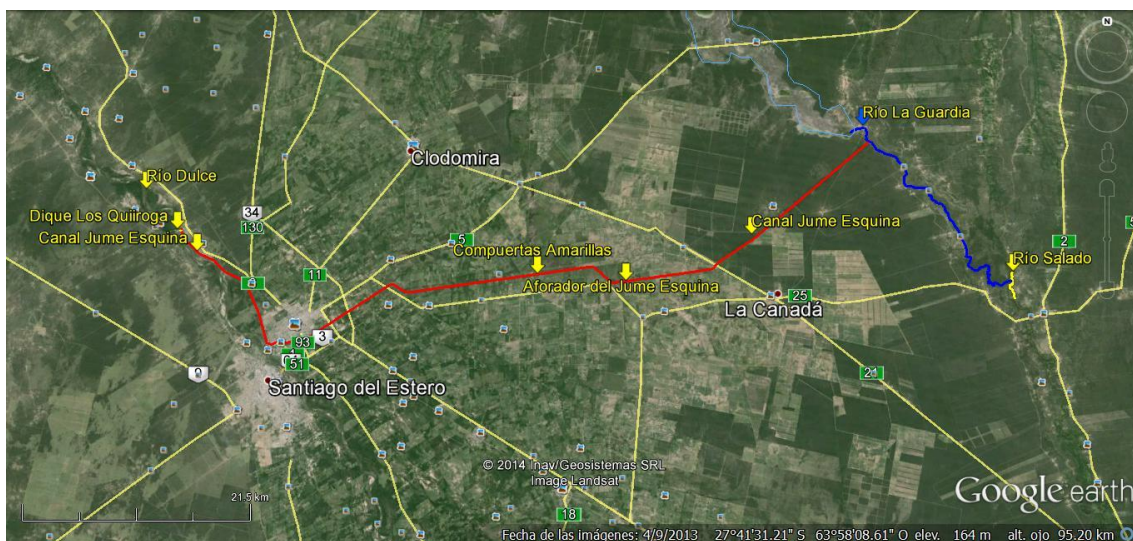
### **1.3.5. Estaciones de Aforos a Implementar**

Estación	Organismo
1. Tomas De Riego de M. Izquierda y Derecha	S. Del Agua Salta
2. Canal De La Patria	SSRHN
3. Dique Figueroa – El Cero (están instaladas - falta que envíen los datos registrados)	SRH S. Del Estero
4. Canal Jume Esquina	SRH S. Del Estero (Corp Riego R. Dulce)
5. Azud Melero	SRH S. Del Estero
6. Azud Nivelador Colonia Dora (se está realizando su instalación)	SRH S. Del Estero

Con respecto a Estaciones de Aforos a Implementar o transitoriamente sin información disponible, se está trabajando para recopilar la información faltante e ir incorporándola a medida que se obtenga.

Detalle a continuación, algunas características de estas estaciones:

- **Tomas De Riego de M. Izquierda y Derecha:** aforarlas va a ser importante para cuantificar el agua que se utiliza para riego en este tramo del río. **Las mediciones de caudales realizadas por aforos aguas arriba (El Tunal) y aguas abajo (Canal de Dios) de esta zona nos indican que aproximadamente el 80% del caudal del río, para los estados de agua observados durante el mes de Setiembre de 2014, se van por estas tomas.**
- Las estación de aforo de la RPN<sup>o</sup>13 en Santa Fe posee aforos, pero por el momento no hay una serie de datos como para realizar un análisis. Se incluyen en la planilla y controlan mensualmente.
- Sobre la RPN<sup>o</sup> 39, se presentan los datos generados por el MASP<sup>o</sup>MA
- Canal Jume Esquina: Los responsables técnicos de la SRH de Santiago del Estero, están interesados en poner un sensor de presión para poder calcular caudales erogados hacia el Río La Guardia, y por intermedio de éste, al Salado, ya que el canal posee un vertedero aforador.



*Foto Google. En rojo el canal Jume Esquina. En azul Río La Guardia*

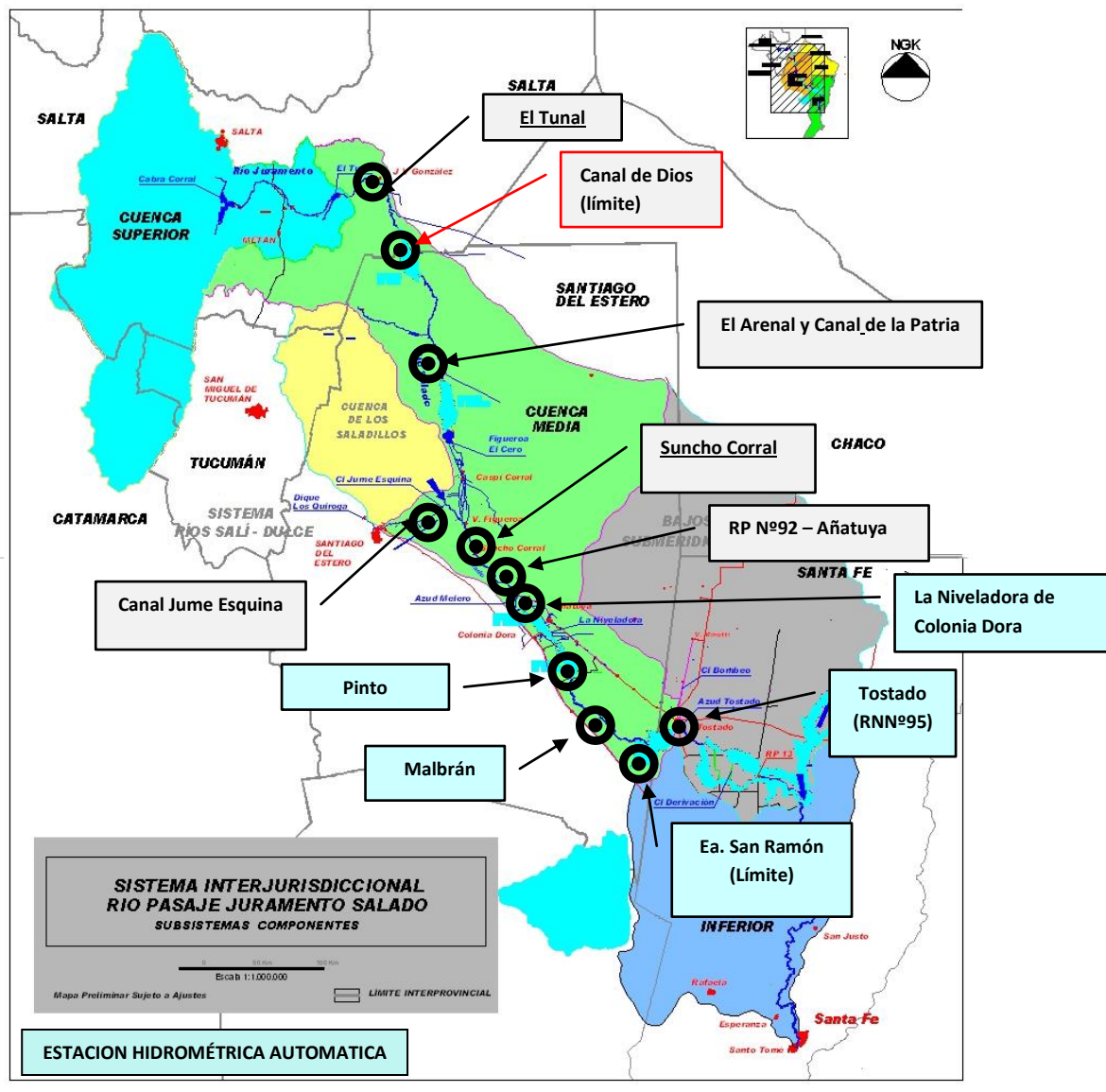
**Cabe destacar que la situación en el norte de la Provincia de Santa Fe, debido a los bajos caudales del Río Salado, durante el mes de Setiembre, fue favorecida por el aporte de caudales del Canal Jume Esquina.**

- Canal de la Patria, hasta el momento no se han conseguido aforos. De mantenerse esta situación, o no se implementa como estación de aforos sistemática, a partir del próximo informe lo deberé eliminar de la planilla

de la Base de datos, a pesar de que considero importante dicho lugar para tener información hidrométrica de control.

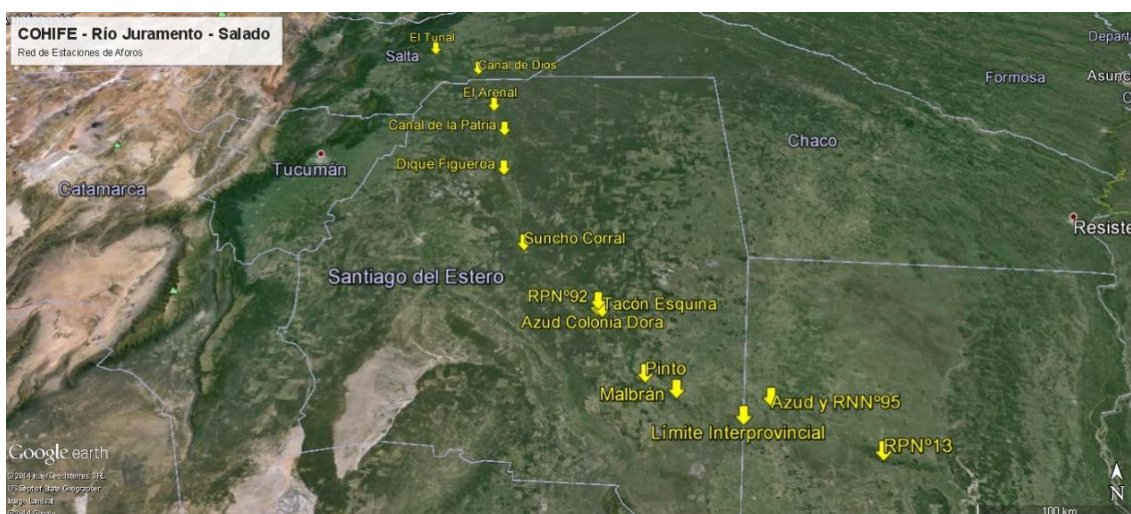
## 2. UBICACIÓN DE ESTACIONES DE AFOROS

### 2.1. Croquis

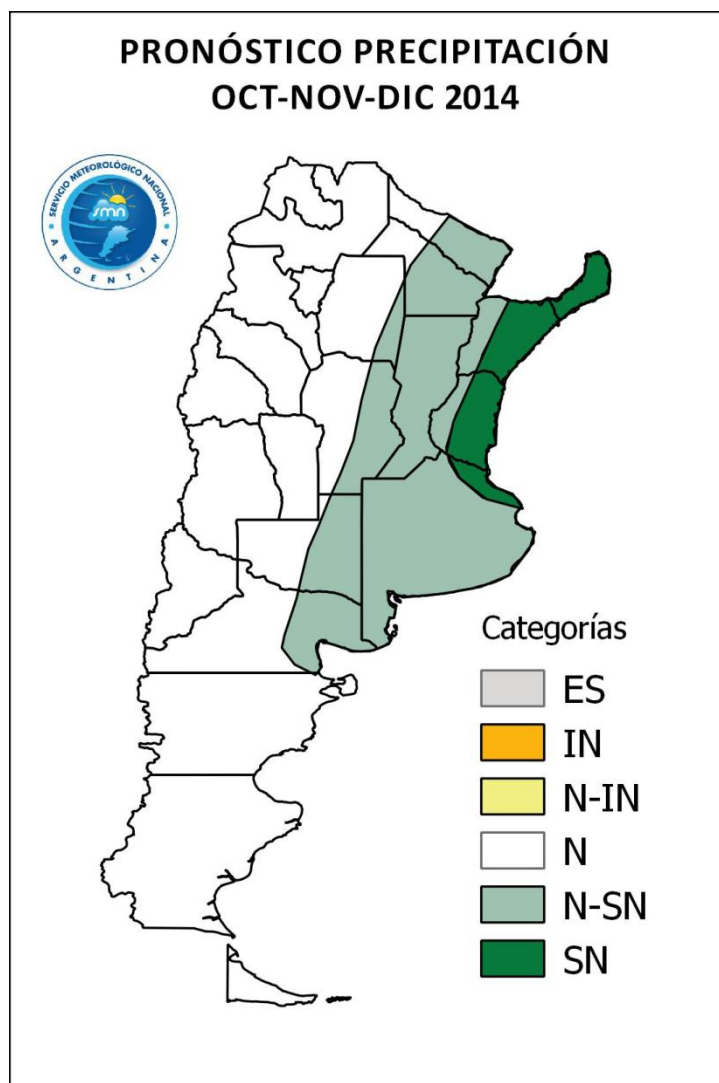




## 2.2. Imagen Satelital Google: Localización de Estaciones de Aforos



## 2.3. Pronóstico Climático Trimestral (SMN)



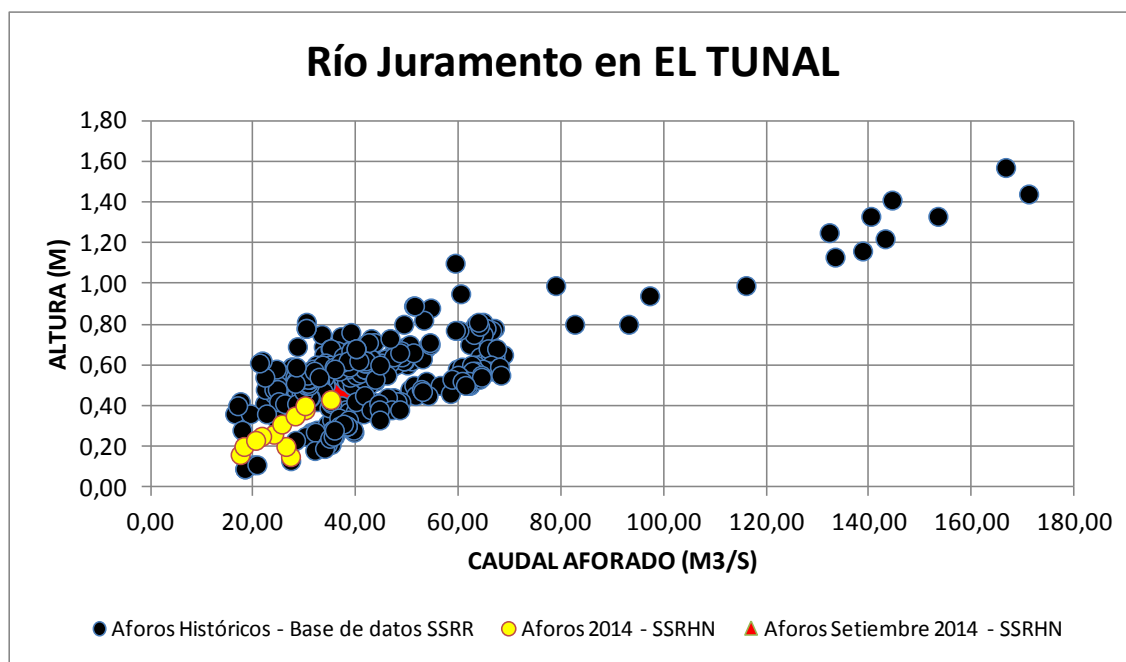
*ES estación seca, IN inferior a lo normal, N-IN normal o inferior a lo normal, N normal, N-SN normal o superior a lo normal, SN superior a lo normal*

Como en el informe anterior, considero importante incorporar estudios que pueden ayudar a analizar la situación de la cuenca, teniendo en cuenta el estiaje producido durante el mes de Setiembre, en donde diversas variables entraron en juego para restar o sumar caudales del sistema.

El estudio representado en el mapa, pertenece al Servicio Meteorológico Nacional y muestra la tendencia climática trimestral. Es llevada a cabo por especialistas climatólogos de diversas Instituciones del país, sobre la base del análisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas globales y regionales previas, así como también de las previsiones numéricas experimentales de los principales modelos globales de simulación del clima. Por esta razón, la previsión se expresa en términos cualitativos, tiene carácter experimental y un simple sentido orientador.

### 3. CONTROL DE DATOS DE CAUDALES Y AFOROS

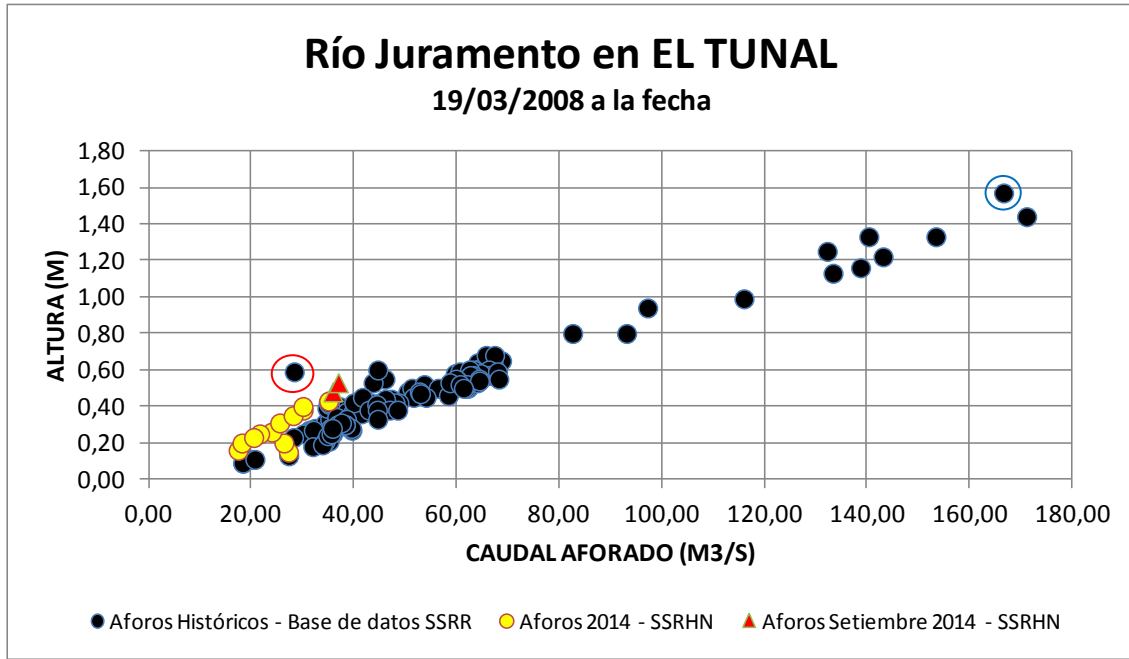
#### 3.1. Aforos Río Juramento en El Tunal



*Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 1998/2013. En amarillo los aforos del año 2014. En rojo los aforos de Setiembre de 2014.*

Analizando temporalmente los datos, se detecta el cambio a partir de Marzo de 2008.

Se grafican a continuación los aforos desde esta fecha.

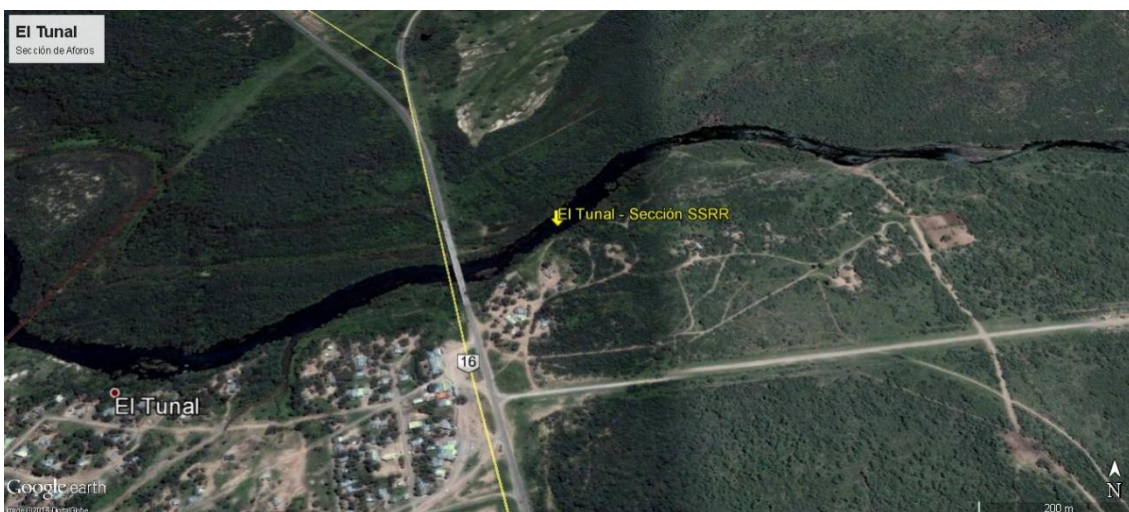


Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2008/2013. En amarillo los aforos del año 2014. En rojo el aforo de Setiembre de 2014.

Como vemos y salvo el aforo remarcado en el círculo rojo, la correlación desde Marzo/2008 a la fecha es muy buena. Podemos observar que los aforos de Setiembre se encuentran ubicados en la nube de puntos.

La sección de aforos se encuentra 180 m aguas abajo del puente de la RNN<sup>o</sup>16. Dichos aforos se realizan en forma sistemática mediante el sistema de cable-vagoneta (Imagen Google Earth Pro).

Según el aforador, la sección no ha cambiado considerablemente, pese a que el día 19/03/2008, se produjo una crecida importante, con una altura de 1.57 m y un caudal aforado de 167 m<sup>3</sup>/s (círculo azul) produciendo, al parecer, un corrimiento en la correlación de datos, por lo que considero importante representar estas dos gráficas.



Sección de aforos sistemática del Río Juramento en El Tunal. Se utiliza el sistema de Cable – Vagoneta



### 3.2. Río Salado en Canal de Dios

Presentamos en este informe la ubicación exacta de las secciones de aforos del Río Salado en Canal de Dios y la sección del propio Canal. Se muestra además la ubicación exacta del hidrómetro sobre el Río Salado



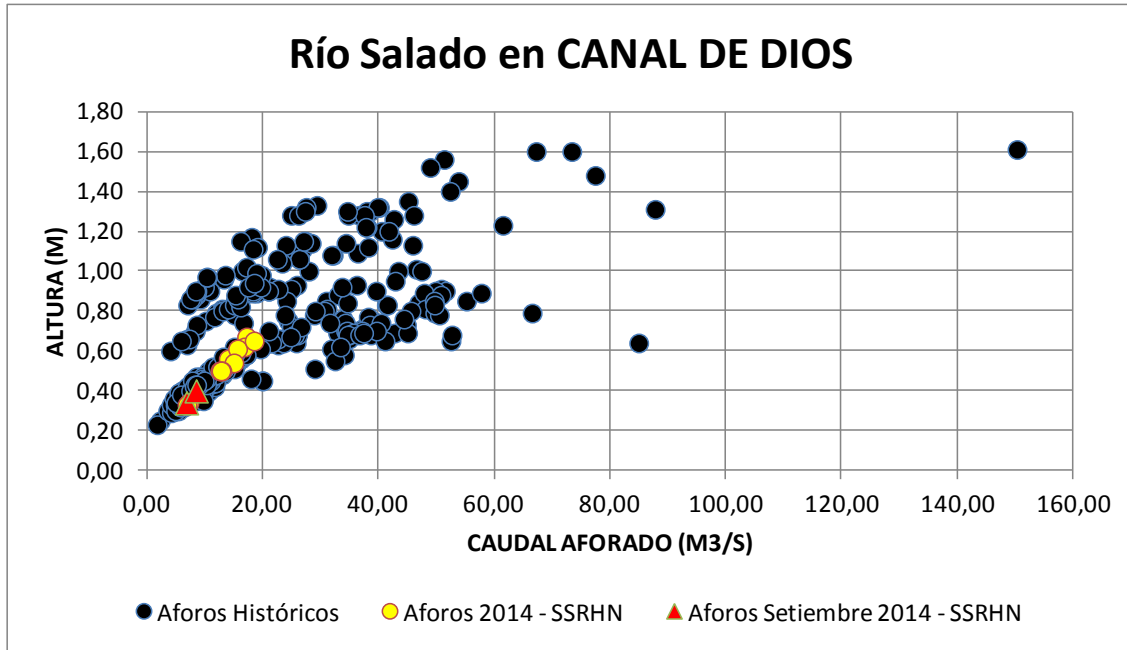
Como vemos, la sección de aforos sistemática del Río Salado en Canal de Dios está ubicada aguas abajo de la entrada al Canal de Dios, pertenece a la Provincia de Salta y está ubicada a unos 13 km por el río antes de llegar al límite con Santiago del Estero. Además, vemos la ubicación del hidrómetro cuyas lecturas corresponden a los aforos realizados sobre el Río Salado. La misma se encuentra aguas arriba de la sección de aforos, a la altura de la sección sobre el Canal (ver foto siguiente)

Realizo esta aclaración para que no queden dudas de la actual ubicación de las secciones en esta zona y agradezco al personal técnico de Eversa Tucumán (Sr. Marigliano) por las explicaciones brindadas.



*Ubicación de la sección de aforos sobre el Canal de Dios y el Hidrómetro sobre el Río Salado.*





*Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 1998/2013. En rojo los aforos de Setiembre 2014.*

Del análisis de esta gráfica surge que los aforos en esta estación forman pares de valores agrupados, conformando al parecer, distintas secciones de aforos, pero que van variando con el tiempo, sin (al menos en este primer análisis) una lógica. Es necesario contar con la monografía, para verificar estos cambios.

#### **Nota sobre comportamiento actual del Río**

De la misma forma que en el informe anterior consideré la importancia de los valores aforados en esta sección; quiero resaltar también la información de esta zona durante el mes de Setiembre, ya que la obra de El Tunal erogó un promedio de **36.72 m<sup>3</sup>/s**, 12 km aguas abajo se aforaban caudales similares (sección de aforos El Tunal - SSRHN), pero en la sección de Canal de Dios, situada en el límite de Santiago del Estero y a 135 km aguas abajo de la sección anterior, se aforaban **entre 7 y 8,5 m<sup>3</sup>/s, o sea el 20% del caudal erogado desde El Tunal.**

Paralelamente, en Suncho Corral se aforaron entre **15 y 17 m<sup>3</sup>/s**, lo que implica que esta diferencia fue aportada por el Río La Guardia, con caudales casi excluyentes del canal Jume Esquina.

De no existir este aporte, la el estiaje observado en el norte de Santa Fe sería de una magnitud superior a la existente.

Coincidió con el personal de la APRH de Santiago del Estero en la necesidad de contar con un sensor de presión en el canal Jume Esquina, para tener datos en tiempo real e incorporarlos a la base de datos.

***Teniendo en cuenta el estiaje crítico que afecta el norte de la Provincia de Santa Fe iniciado a partir del mes de setiembre, el tema amerita no solo un análisis técnico sino político, dado que este estado en gran medida depende de las políticas de operación, aplicadas a la principales obras de regulación y control, que regulan el flujo por el río y las extracciones de agua con fines múltiples.***

### 3.3. Río Salado en El Arenal

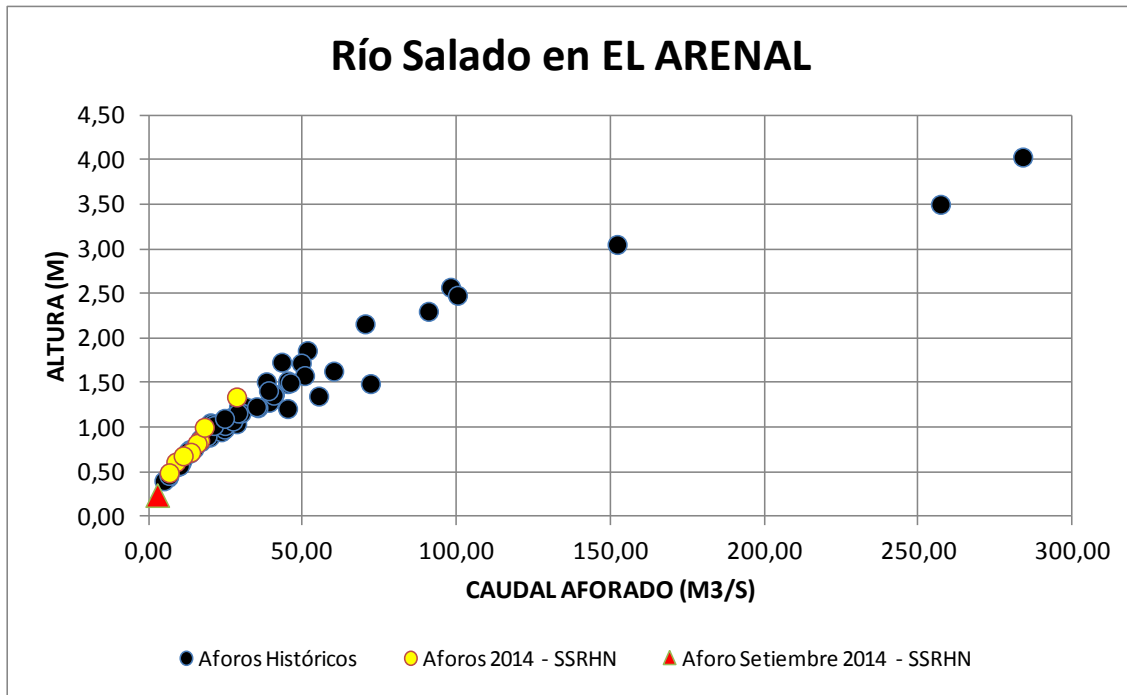
#### Ubicación



*Secciones de Aforos en El Arenal (Santo Domingo)*

La ubicación exacta (o la monografía) se solicitó a Evarsa debido a que en la Base de Datos Hidrológica Integrada de la SSRHN la sitúa según la Latitud y Longitud, en la zona de Santo Domingo.

Consultado el personal de la SRH de Sgo. Del Estero, confirman que solamente hacen algunos aforos de control en la sección de Santo Domingo, pero la sección sistemática está ubicada unos 20 km aguas abajo, sección que capta el caudal del Río Horcones.



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2010/2013. En rojo el aforo de Setiembre 2014.

Como vemos, existe buena correlación de datos, manteniéndose la tendencia sin dispersión para caudales cercanos a los 300 m<sup>3</sup>/s.

Los aforos de este año, si bien son de caudales bajos, especialmente el del mes de setiembre, poseen una buena correlación.

#### 3.4. Río Salado en Suncho Corral

Considero importante reiterar conceptos vertidos en informes anteriores respecto a esta sección de aforos.

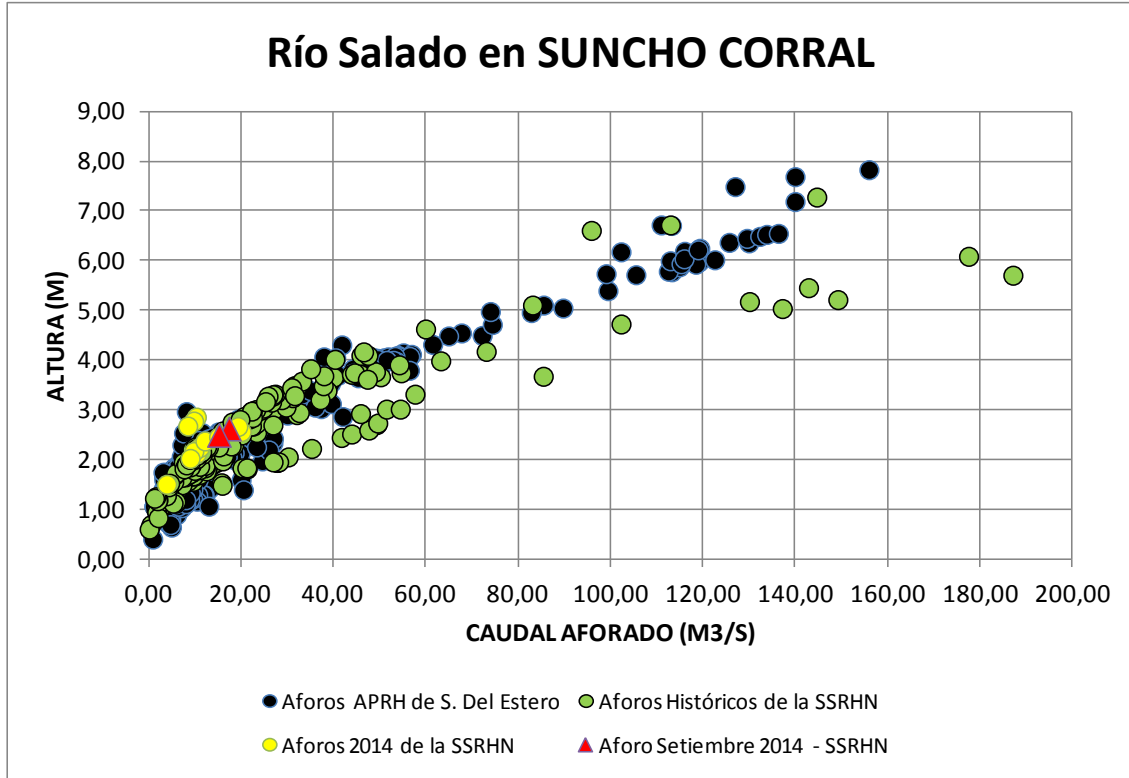
La sección de aforos se encuentra sobre el Puente Metálico que cruza el Río Salado en Suncho Corral. Aforan simultáneamente la Administración Provincial de Recursos Hídricos de Sgo. del Estero, sobre el lateral de aguas arriba, y la SSRHN de la Nación, sobre el lateral de aguas abajo.

Como en todas las estaciones, se debería tener la monografía, que incluya el perfil topobatimétrico de la sección para poder analizar la dispersión en la nube de puntos aforados en los históricos de la SSRHN para caudales altos.

Hay buena correlación en los datos de la APRH de S. del Estero, y los aforos de este año se alinean sobre esta tendencia, pero tanto los aforos de Junio como los de Julio, nos muestran caudales menores a los correspondientes, pudiendo ser el motivo

trabajos reiniciados en la construcción del **nuevo puente**, situado a 460 m aguas abajo de la sección de aforos (ver Imagen Google).

*Nota: No se poseen aforos del año 2014 de la A.P.R.H. de Santiago del Estero.*



*Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2004/2013 (verde) y a la APRH de S. del Estero, período 1984/2013 (negro). En amarillo los aforos de la SSRHN 2014 y en Rojo los aforos de Setiembre 2014*



*Sección de aforos del Río Salado en Suncho Corral y construcción nuevo puente.*

En la imagen del Google Earth Pro de Nov/2013 se puede apreciar la zona de obras del puente nuevo, a 460 m aguas abajo sobre el río, lo que podría estar provocando una curva de remanso, influyendo en los datos de los aforos.



Hay que destacar que los resultados de los aforos realizados por EVARSA en Setiembre, indican valores en apariencia elevados y contrastantes con el estado general de comportamiento que presenta el Río, particularmente en las secciones situadas aguas arriba de Suncho Corral, específicamente con los muy bajos ingresos de agua a la provincia de Santiago del Estero, observados en la estación Canal de Dios. Estos valores son justificables por la transferencia de caudales del Canal Jume Esquina.

**De acuerdo a lo solicitado por la SRH de Santiago del Estero, se está estudiando la forma de instalar un sensor de presión en dicho canal, para obtener información de caudales e incorporarlos a la base de datos en forma sistemática.**

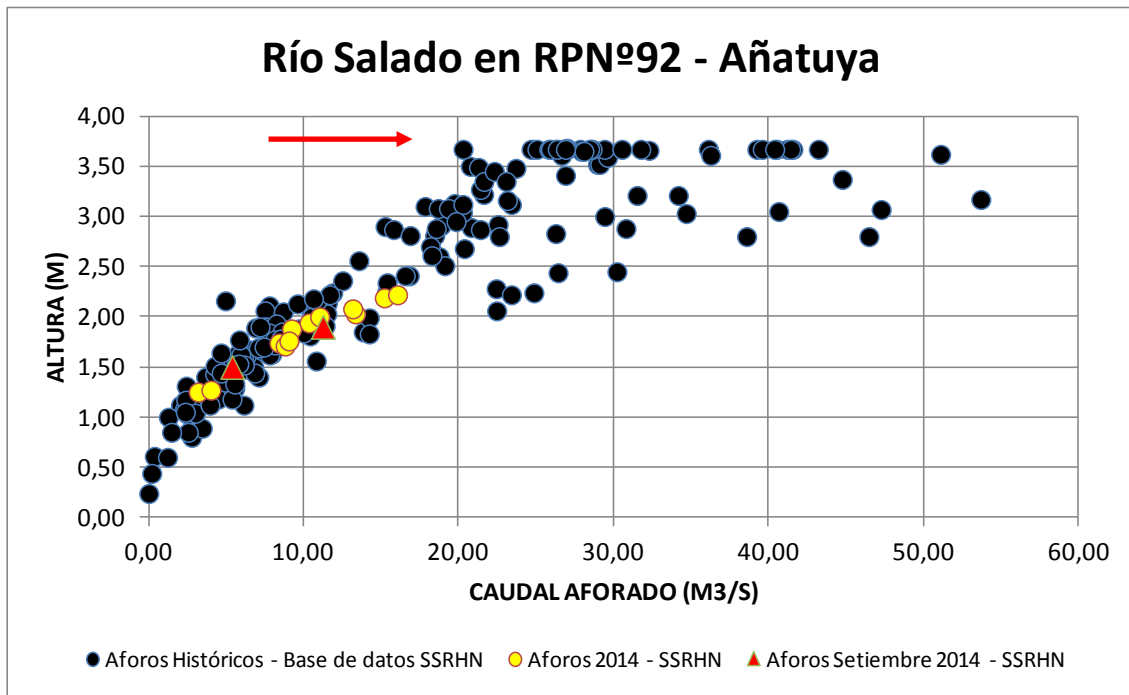
### **3.5. Río Salado en RNN<sup>o</sup>92 – Añatuya**

- Localización de la Estaciones de Aforos Puente RPN<sup>o</sup> 92 Colonia Dora – Añatuya y Pasarela Tacón Esquina



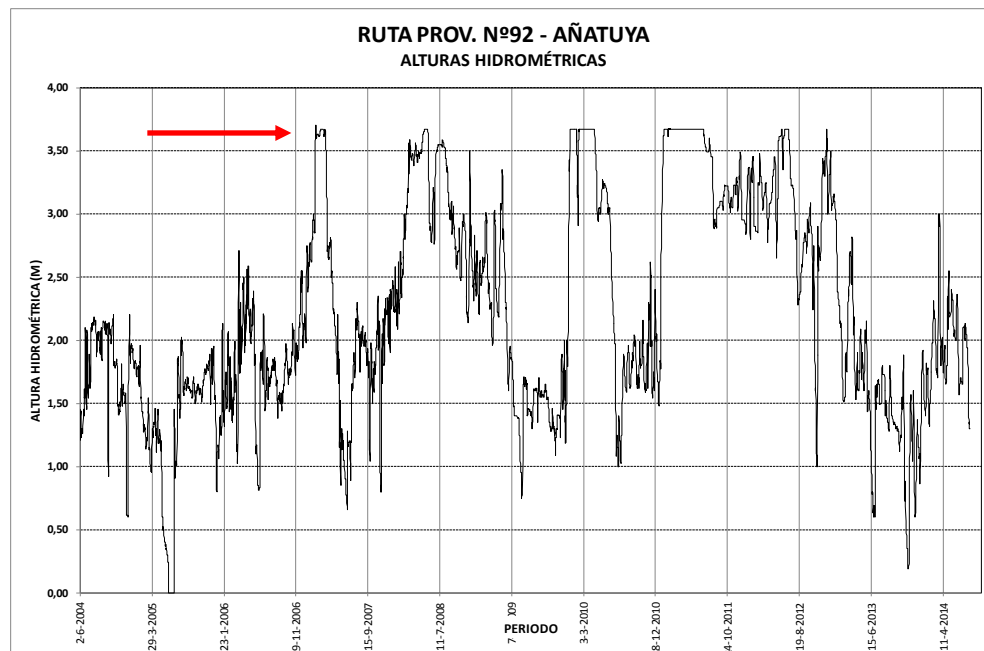
Como ya analizamos en informes anteriores, para alturas superiores a 2 m existe una gran dispersión que debe ser analizada, pero para alturas superiores a los 3,5 m ya la considero una anomalía. En este rango para una misma altura hidrométrica se aforan caudales que van desde los 20 m<sup>3</sup>/s hasta los 50 m<sup>3</sup>/s.

Se debe contar con la monografía del hidrómetro, ya que las alturas hidrométricas no superan los **3,67 m**.



*Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2004/2013. En Rojo los aforos de Setiembre 2014*

Se presentan a continuación, la gráfica de las lecturas del período Junio 2004 / Julio 2014, en donde se aprecia dicha anomalía. Con respecto a esta sección, se grabaron en la Base de Datos (Planilla Red Básica) las alturas hidrométricas correspondientes a las 09:00 hs del período 01/01/2014 – 31/07/2014, respetándose en las celdas correspondientes, las alturas observadas del aforo de cada fecha.



*Datos pertenecientes a la Base de Datos Hidrológica Integrada de la SSRHN. Período 01/06/2004 – 31/07/2014*

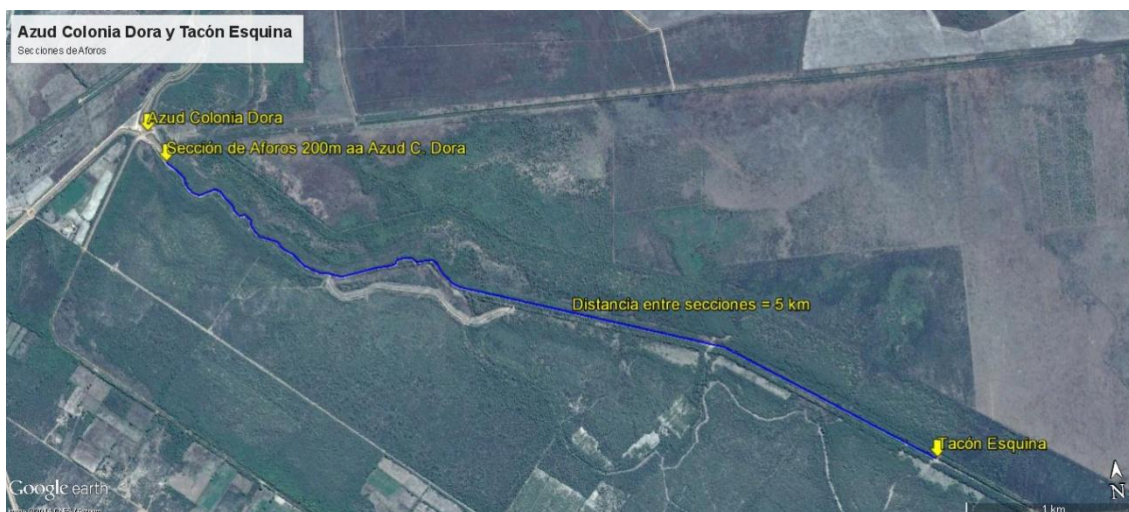
### 3.6. Río Salado en Tacón Esquina

En esta zona se aforan dos secciones, una situada a unos **200 m** aguas abajo del Azud Nivelador de Colonia Dora y desde esta sección, a 5 km aguas abajo (por el río), en una pasarela del Paraje **Tacón Esquina**. Cada una tiene su escala hidrométrica, y **se instalaron marcando la misma altura** del pelo de agua. Se deberá dar cota IGN a los cerros de cada hidrómetro.

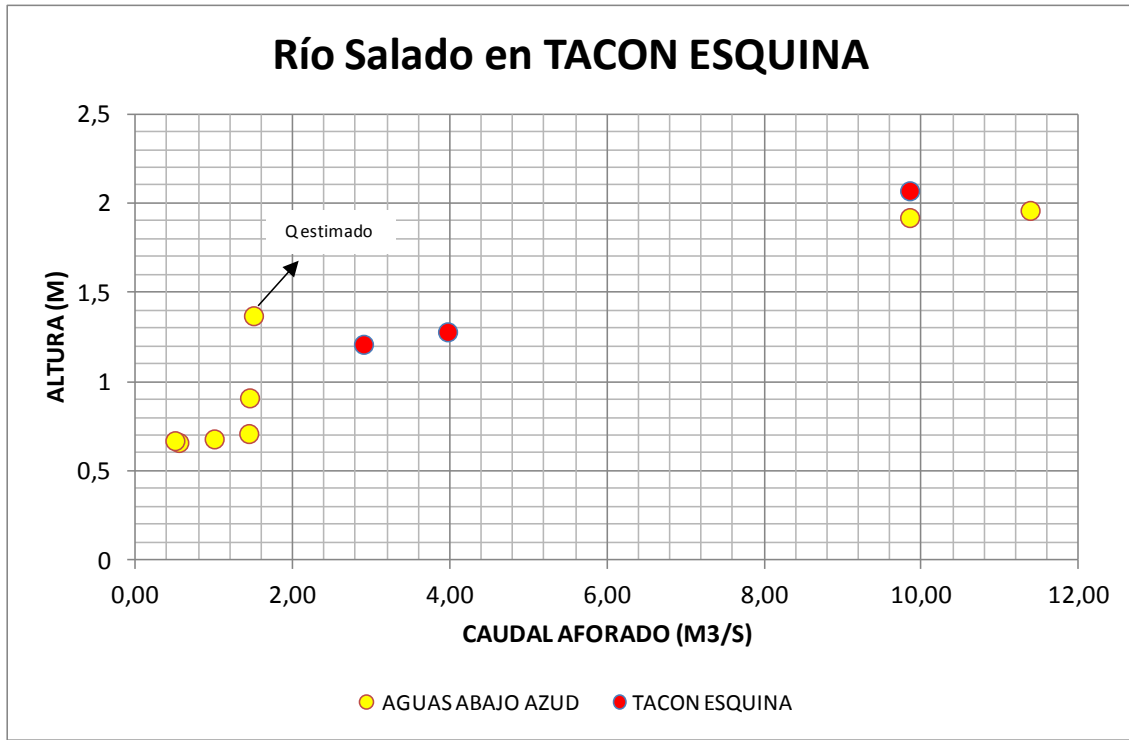
El último aforo planteado es del 17/09/2014 con  $H= 0.71\text{m}$  y  $Q= 1.44 \text{ m}^3/\text{s}$

Se iniciaron los trabajos para instalar una estación hidrométrica automática en inmediaciones del Azud Nivelador de Colonia Dora. Está previsto instalar un sensor de alturas hidrométricas en la sección situada 200 m aguas debajo de esta obra y otro dentro del cuenco.

Ubicación de las secciones de aforos aguas abajo del Azud y Tacón Esquina

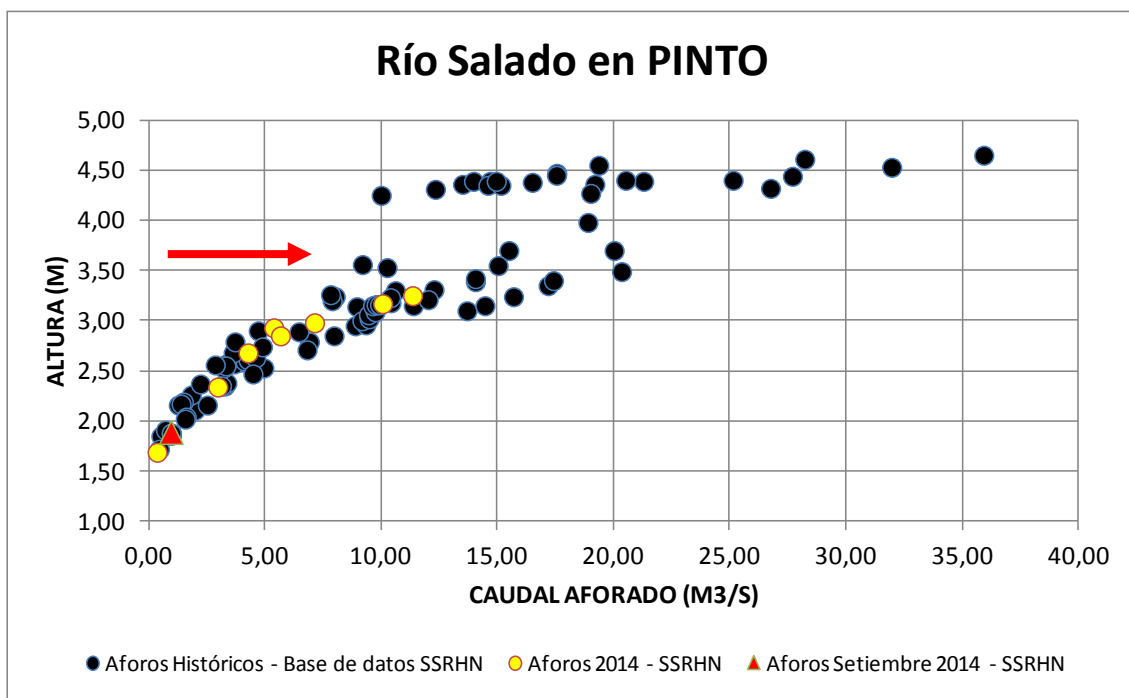


La información existente hasta el momento se representa en la siguiente gráfica:



### 3.7. Río Salado en Pinto

Los caudales aforados durante el año 2014, se ajustan perfectamente a la nube de puntos para ese rango. Se deberá analizar las condiciones topográficas y batimétricas de la sección de aforos para estudiar la dispersión para alturas superiores a los 3 m.



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2009/2013. En Rojo aforo de Setiembre 2014.



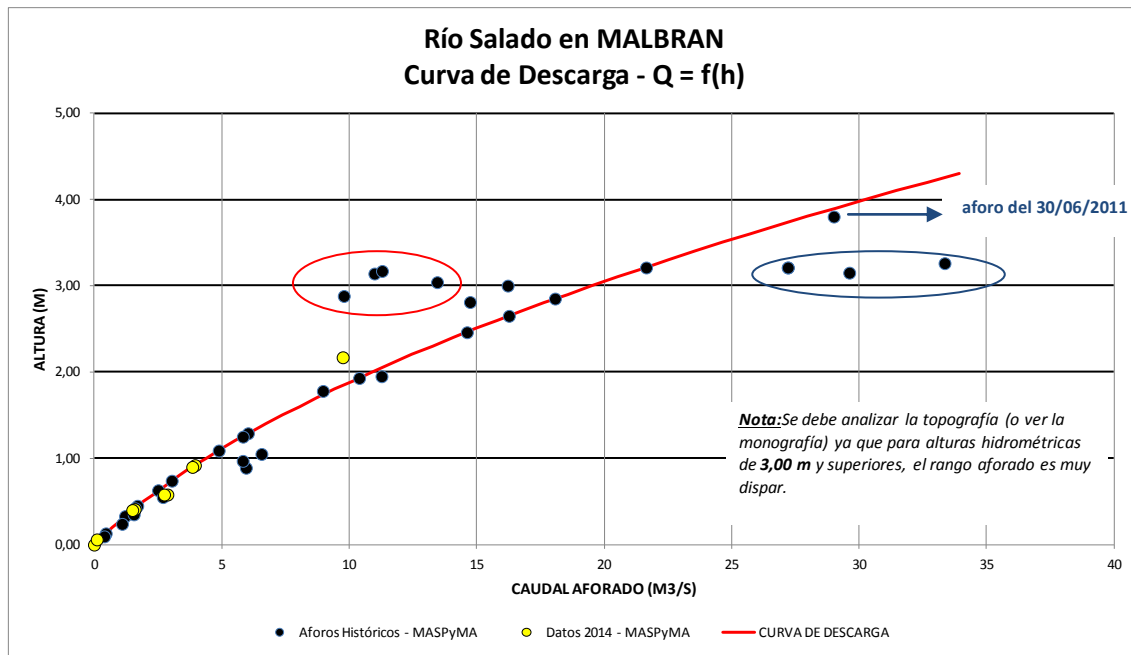
### 3.8. Río Salado en Malbrán

#### 3.8.1. Curva de Descarga

Debido al estiaje del mes de Setiembre, y con el fin de brindar una herramienta más que permitiera estimar caudales que ayuden a los técnicos del MASPyMA al seguimiento del comportamiento del Río Salado, elaboré, a solicitud de los mismos, una primera estimación de una curva de descarga en esta sección que permite relacionar alturas hidrométricas medidas con el sensor y caudales.

Debe usarse como método de cálculo estimativo y de uso interno, ya que no se puede tomar en forma oficial hasta no tener los perfiles topobatimétricos de la sección y poder realizar los ajustes para los tramos superiores. Como vemos en los círculos rojo y azul, hay una dispersión por encima de los 3 m hidrométricos.

Como señalé en el informe anterior, los aforadores del MASPyMA señalan que para estos niveles, comienzan a trabajar los aliviadores del puente, cuestión que deberá tenerse en cuenta para el análisis.



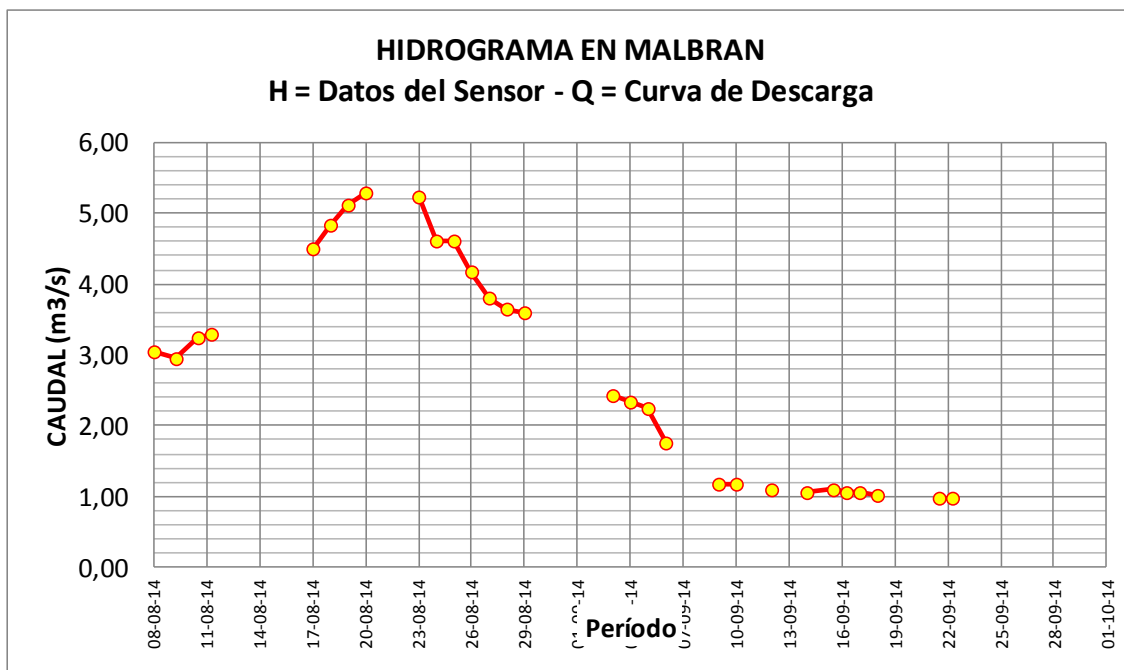
Curva de Descarga Estimada de la forma  $Q=1,06H^2+3,33H$

### 3.8.2. Ubicación de la sección



Sección de Aforos del Río salado en Puente Malbrán- Bandera (foto Google)

### 3.8.3. Hidrograma

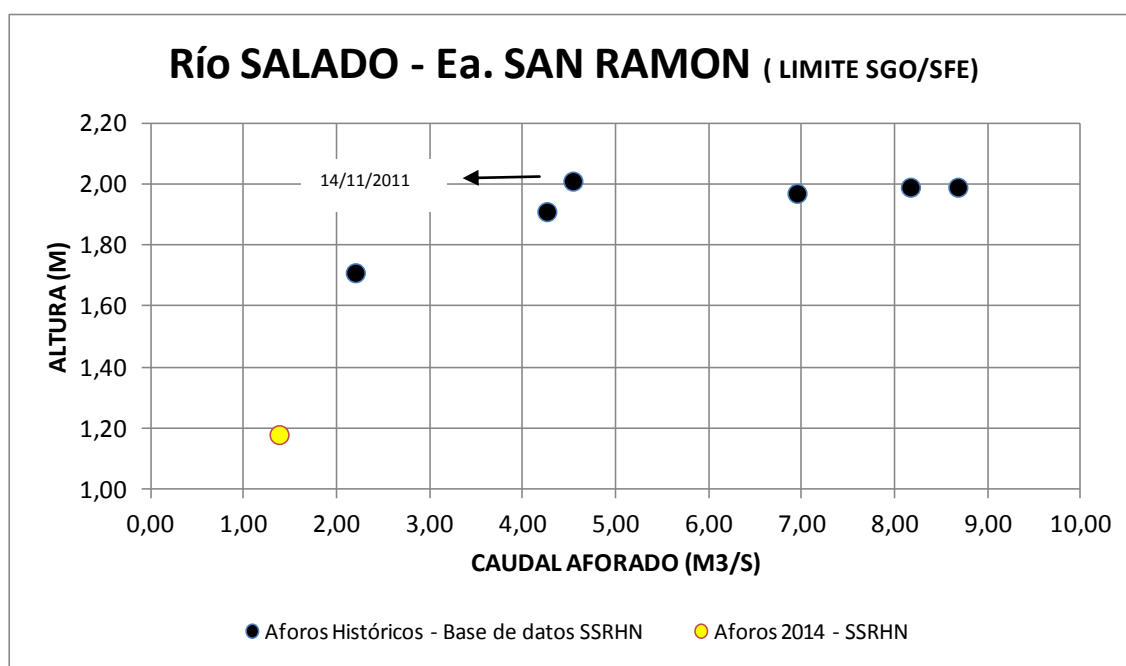


Hidrograma calculado con alturas registradas por el sensor y caudales calculados por la curva de descarga. Período 08/08/2014 al 30/09/2014

A partir del 8 de Agosto, se reciben **datos en tiempo real** del sensor de presión instalado en esta sección, conocida como Puente el Chañar de la RP 43 Malbrán – Bandera. Se está en período de calibración y los datos recibidos deben ser cuidadosamente seleccionados.

Reitero la necesidad de organizar los trabajos tendientes a realizar una monografía de la estación, que incluya perfiles topobatimétricos completos del puente y sus aliviadores, todo referido a cota IGN.

### 3.9. Río Salado Límite Interprovincial en Ea. San Ramón



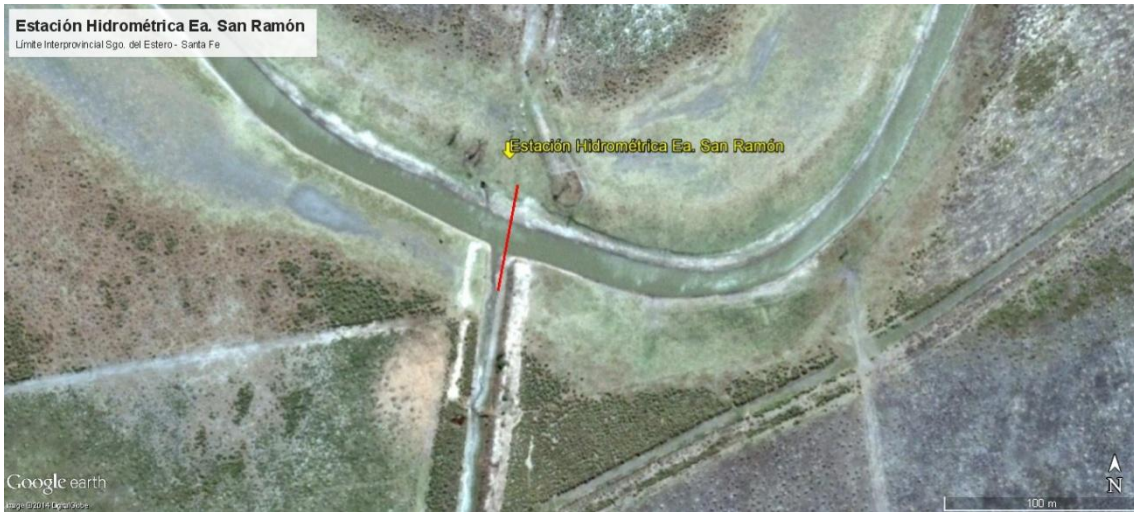
*Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2010/2011. En Amarillo aforo de Setiembre de 2014.*

Esta estación hidrométrica automática ya fue instalada, se iniciaron los trabajos de calibración del sensor y se están realizando las gestiones para incluirla en la transmisión de datos en tiempo real de la Red Orbcomm.

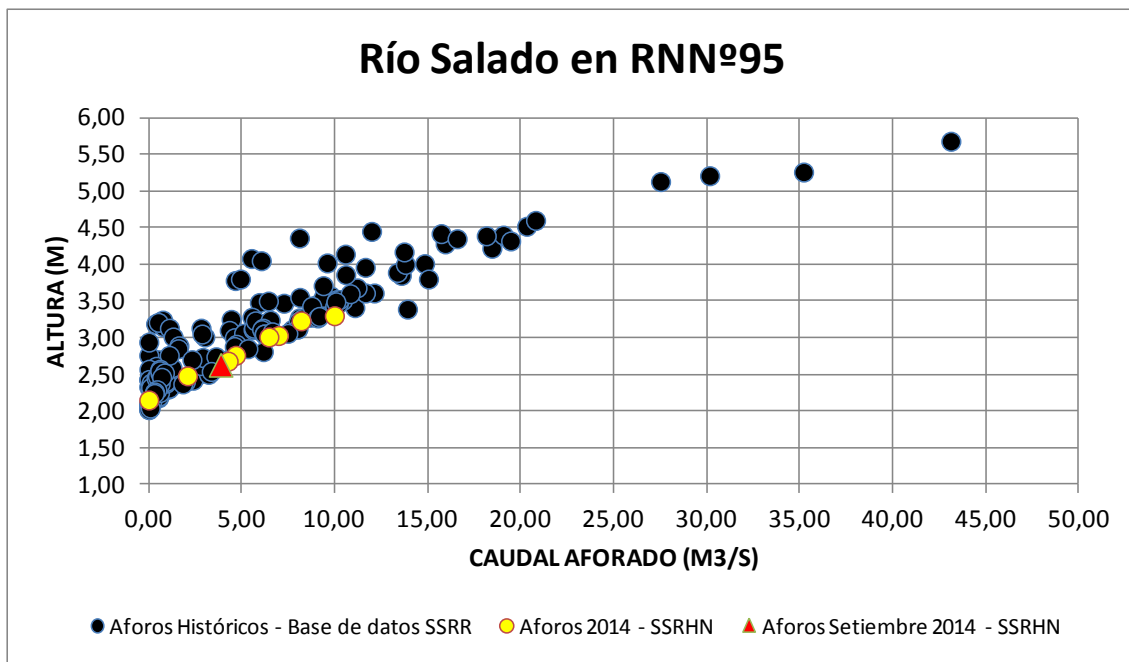
Está localizada en el Límite Interprovincial Santiago del Estero – Santa Fe, y servirá para cuantificar el caudal que ingresa a esta Provincia y al Azud Nivelador Tostado.

A partir de este momento, se deberán realizar aforos para poder consolidar una curva de descarga.

Localización de la Estación de Aforos en Límite Interprovincial Est. San Ramón



**3.10. Río Salado en RNN<sup>95</sup> (Tostado)**



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2004/2013. En Rojo el aforo de Setiembre 2014.

Como vemos en círculos amarillos, los caudales aforados durante el 2014 se sitúan sobre el límite inferior de la nube de puntos histórica, pero se deberá tener en cuenta, y deberá formar parte de la monografía de la estación, la puesta en funcionamiento del Azud Nivelador de Tostado que se encuentra inmediatamente aguas arriba de esta sección. El aforo de Setiembre se sitúa sobre esta tendencia.

### **3.11. Azud Tostado**

A partir de este mes, se incluyen en la planilla de datos caudales erogados por el Azud Nivelador de Tostado, datos aportados por el Sr. Hugo Rochia de la Coop. De Agua De Tostado.

- **Canal de Bombeo RPNº91s – EBNº1:** cada bomba (2) extrae entre 500.000 y 750.000 lts/hora y están las 24 hs funcionando en condiciones normales del río.
- **El Acueducto** de la Coop de Agua Potable Tostado bombea 250.000 lts/h cuando está activa la bomba.
- **Otras erogaciones** corresponden a la Soc. Rural de Tostado (SRT), carga de camiones, etc., y de acuerdo a la Cooperativa de Agua Potable de Tostado, se puede estimar en 30.000 lts/h promedio.
- **Caudal Erogado por Vertedero:** a partir de Setiembre, se incluyen caudales erogados por vertedero. Estos valores son "estimados" por una curva de descarga provisoria (cálculo hidráulico flujo por vertedero?) pero sirven de apoyo a los técnicos del MASPyMA.

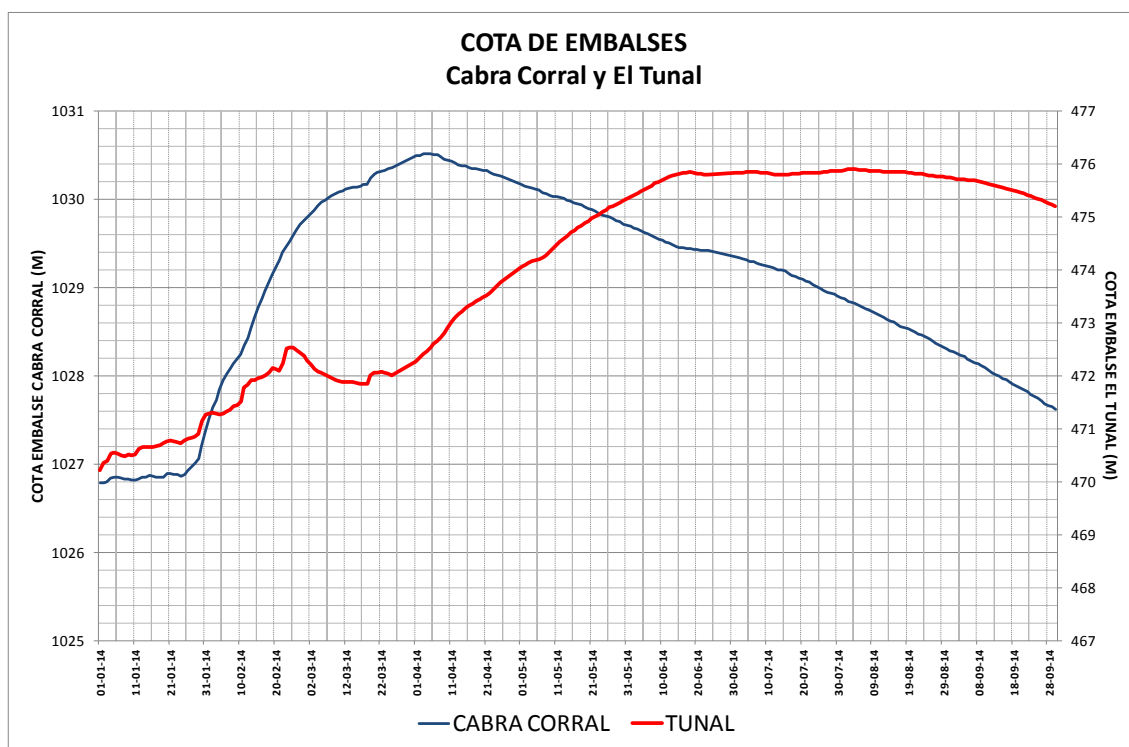
## **4. CONTROL DE ALTURAS HIDROMÉTRICAS Y COTAS DE EMBALSES**

### **4.1. Cotas de Embalse de Cabra Corral y El Tunal**

En el siguiente gráfico, se pueden apreciar los movimientos de embalses en ambas represas a partir de enero de 2014. Cabra Corral, con un embalse en aumento hasta principios de Abril y luego disminuyendo hasta la fecha.

El Tunal, aguas abajo de Cabra Corral, presenta una tendencia creciente de embalse desde principio de año hasta junio, y luego estabilizándose.

El manejo de los embalses y su manejo, debería ser motivo de análisis a nivel interprovincial con autoridades oficiales especialmente de Salta, Santiago del Estero y Santa Fe.



Los datos corresponden al período 01/01/2014 – 30/09/2014 con interrupciones que fueron interpoladas para la gráfica.

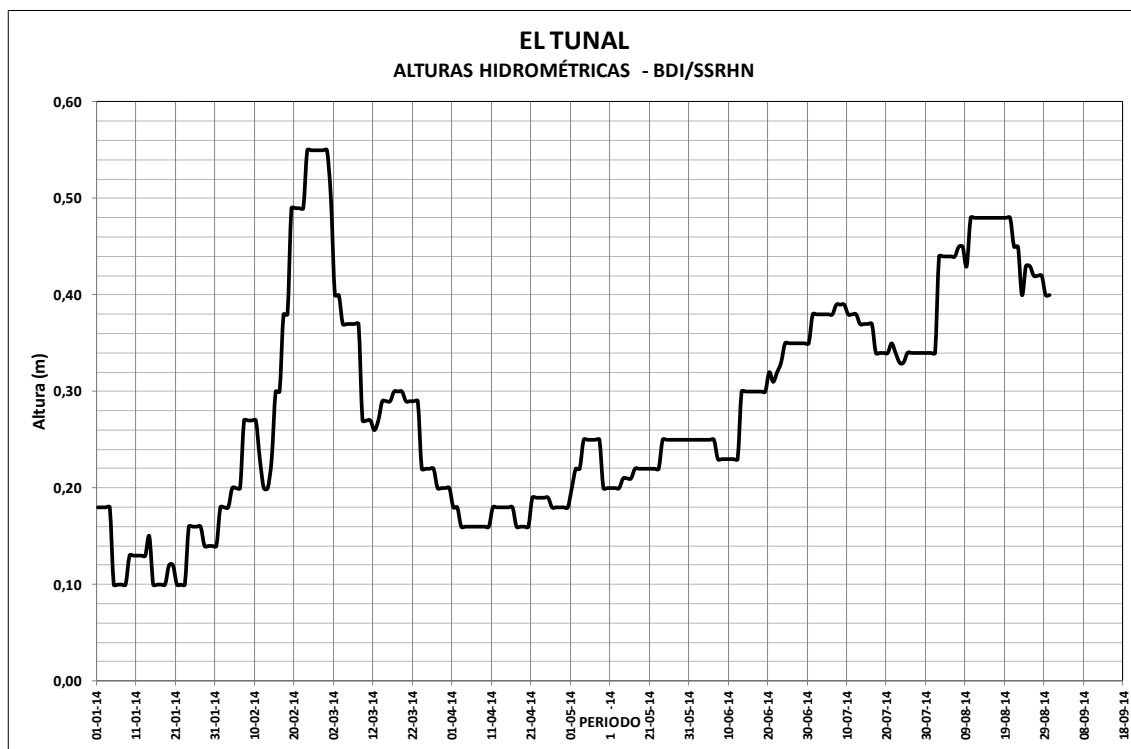
#### 4.2. Alturas Río Juramento en El Tunal

Se presentan en este informe los datos de alturas hidrométricas extraídas de la Base de Datos de la SSRHN, desde el 1 de enero hasta el 30 de Agosto del 2014, última actualización a la fecha de confeccionar este informe.

Se observan 3 lecturas diarias (9-15-21hs), extrayendo el dato de las 9 hs para nuestra planilla.

Los valores fueron controlados con los observados por el aforador, coincidiendo en todos los casos.

Se presenta a continuación la gráfica de alturas durante el corriente año.

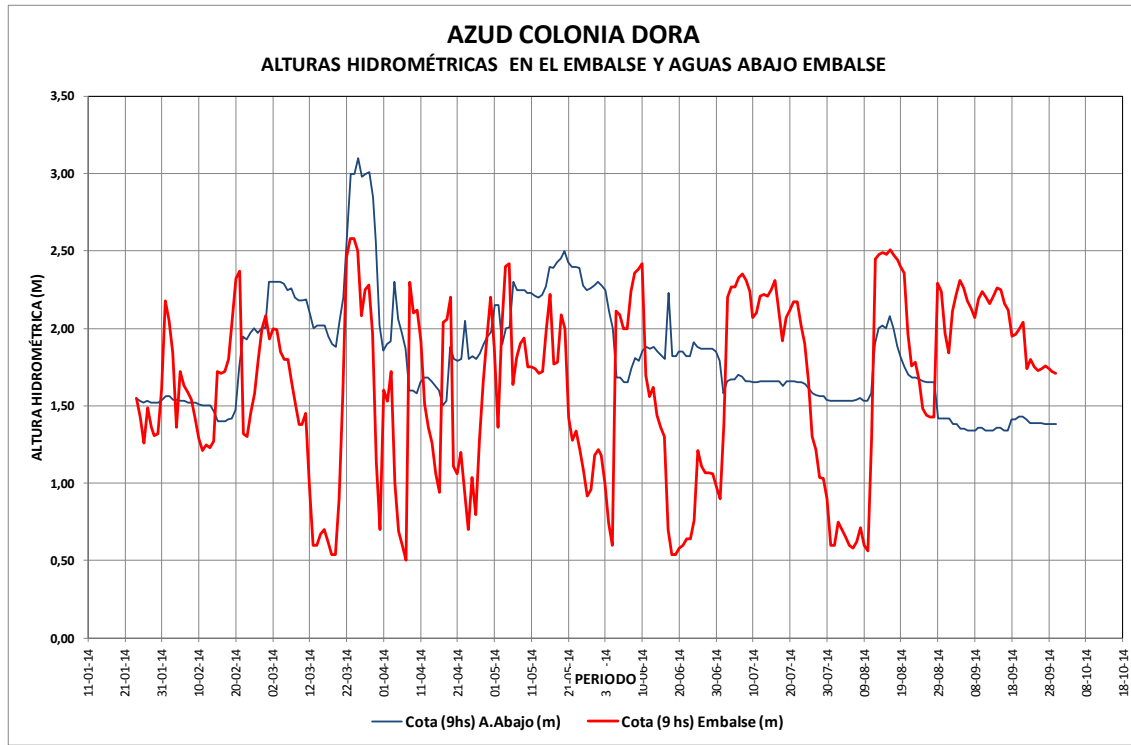


Nota:

Además de las alturas hidrométricas del Río Juramento en El Tunal, también se grabaron las alturas hidrométricas del **Río Salado en Canal de Dios**, hasta el 30 de Agosto, última fecha grabada en la BDI (Base de Datos Integrada de la SSRHN), por eso no figuran en la planilla de Setiembre.

Va a ser importante analizar el comportamiento de estas dos estaciones en los próximos informes, para conocimiento de las autoridades de la COHIFE.

### 4.3. Alturas Hidrométricas Azud Colonia Dora



*Información correspondiente al período 24/01/2014 – 30/09/2014*

Los valores corresponden a alturas hidrométricas del embalse (Cuenco) del Azud Colonia Dora (**La Niveladora**) y del hidrómetro situado inmediatamente aguas abajo, lugar nombrado “Ala Vertedero” y que figuran como **Cota (9 hs) Embalse (m)** y **Cota (9hs) A. Abajo (m)** respectivamente en la Planilla de la Base de Datos.

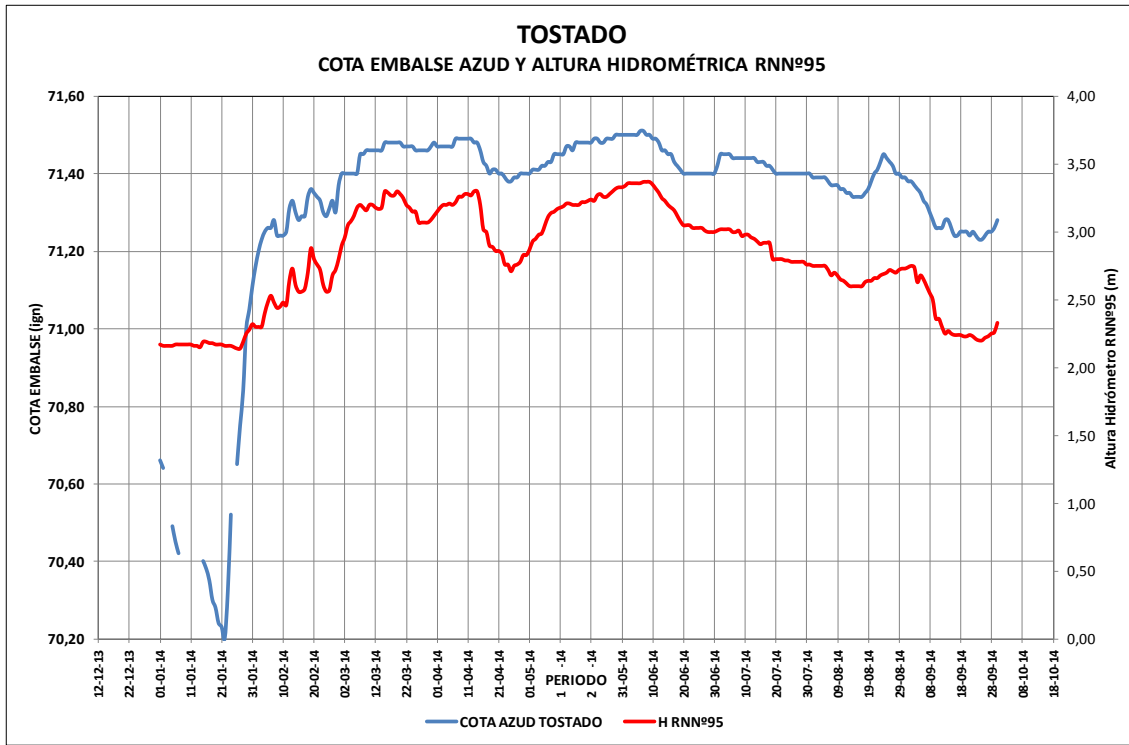
Se observan variaciones en las alturas del embalse como consecuencia de políticas de riego y la derivación de agua por los canales.

Para una mejor comprensión del sistema, deberían ser analizadas en conjunto con el Responsable Técnico que designe la Provincia de Santiago Del Estero.

Con la próxima instalación del sensor de presión en el cuenco, se dispondrán de datos continuos de la variable.



#### 4.4. Alturas Hidrométricas Y Cotas De Embalse En Tostado



En este gráfico vemos las variaciones en los niveles del embalse y en el hidrómetro de la RNNº95, correspondientes al período 01/01/2014 – 30/09/2014.

A diferencia de correlaciones de cotas de niveles de embalses del sistema respecto a alturas de hidrómetros situados aguas abajo de los mismos, la tendencia en este caso es que las variaciones de niveles son similares, existiendo una buena correlación.

Cabe acotar que la cota de umbral de vertedero es 71,20m (IGN).

#### 5. PLANILLA RED BÁSICA HIDROMÉTRICA

Se adjunta a este informe como Anexo la Planilla de la Red Hidrométrica con la información recibida (**COHIFE - PLANILLA RED BASICA.XLS**).

Ing. Orlando Bande  
Setiembre de 2014

# INFORME N° 6

## ANEXO PLANILLA

*(COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.xls)*

# SETIEMBRE 2014

Ing. Orlando M. Bande