

# **INFORME N° 12**

## **MARZO 2015**

Ing. Orlando M. Bande

# Contenido

1.	Introducción .....	4
1.1.	Objetivos de este estudio .....	4
1.2.	Reunión Del Comité Técnico De La Cuenca Del Río Juramento Salado .....	6
1.3.	Estaciones Automáticas Instaladas .....	6
1.3.1.	Colonia Dora (B1) – (Azud Nivelador de Colonia Dora).....	7
1.3.2.	Malbrán (B1).....	7
1.3.3.	San Ramon (B1) – (Estación Hidrométrica Límite Interprovincial).....	8
1.3.4.	Tostado RPNº95 (B2).....	8
1.3.5.	Salado RPNº13 (B1) .....	8
1.3.6.	Paso De Las Piedras (B2) – (RPNº39).....	9
1.4.	Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica.....	9
1.4.1.	Provincia de Salta.....	10
1.4.2.	Provincia de Santiago del Estero .....	10
1.4.3.	Provincia de Santa Fe .....	10
1.4.4.	Estaciones de Aforos Existentes .....	11
1.4.5.	Estaciones de Aforos a Implementar .....	12
2.	Ubicación de Estaciones de Aforos .....	13
2.1.	Croquis .....	13
2.2.	Imagen Satelital Google: Localización de Estaciones de Aforos .....	14
2.3.	Información Hidroclimática (SMN).....	14
2.3.1.	Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Acumulada .....	14
2.3.2.	Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Anomalía .....	15
3.	Control de Datos de Caudales y Aforos.....	16
3.1.	Río Juramento en El Tunal.....	16
3.1.1.	Ubicación de de Sección de Aforos .....	16
3.1.2.	Ploteo de Aforos.....	17
3.2.	Río Salado en Canal de Dios .....	18
3.2.1.	Ubicación de la Sección de Aforos .....	18
3.2.2.	Ploteo de Aforos.....	19
3.2.3.	Análisis Histórico De Los Aforos .....	20
3.2.4.	Curva de Descarga.....	21
3.2.5.	Gráfico Comparativos de Caudales con El Tunal.....	22
3.3.	Río Salado en El Arenal.....	23
3.3.1.	Ubicación de la Sección de Aforos .....	23
3.3.2.	Ploteo de Aforos.....	24
3.4.	Dique Nestor Kichner (Figueroa - El Cero) .....	24
3.5.	Canal Jume Esquina.....	26
3.5.1.	Ubicación del Canal y el Aforador .....	27
3.5.2.	Transvase Canal Jume Esquina Al Río Salado .....	28
3.5.3.	Ploteo de aforos – Aforador El Barrialito .....	29
3.6.	Río Salado en Suncho Corral .....	29
3.6.1.	Ubicación De La Sección de Aforos .....	29
3.6.2.	Ploteo de Aforos.....	30
3.7.	Río Salado en RNNº92 – Añatuya.....	31
3.7.1.	Ubicación de la Estación de Aforos .....	31
3.7.2.	Ploteo de Aforos.....	32

3.7.3.	Hidrograma de la Estación .....	32
3.8.	Río Salado en Tacón Esquina.....	33
3.8.1.	Ubicación de la Estación.....	33
3.8.2.	Ploteo de Aforos.....	33
3.9.	Río Salado en Pinto.....	34
3.9.1.	Ubicación de la Estación.....	34
3.9.2.	Ploteo de Aforos.....	35
3.10.	Río Salado en Malbrán .....	36
3.10.1.	Ubicación De La Sección.....	36
3.10.2.	Curva de Descarga.....	37
3.10.3.	Hidrograma.....	38
3.11.	Río Salado Límite Interprovincial en Ea. San Ramón.....	39
3.11.1.	Ubicación de la Estación.....	39
3.11.2.	Alturas Hidrométricas .....	40
3.11.3.	Ploteo de Aforos.....	40
3.12.	Río Salado en RNN <sup>95</sup> (Tostado).....	41
3.12.1.	Ploteo de Aforos.....	41
3.13.	Azud Tostado.....	41
3.13.1.	Caudales Erogados .....	41
3.13.2.	Curva de Descarga Vertedero Azud .....	43
3.14.	Río Salado en RNN <sup>39</sup> .....	43
4.	Control de Alturas Hidrométricas y Cotas de Embalses.....	44
4.1.	Cotas de Embalse de Cabra Corral y El Tunal.....	44
4.2.	Alturas Hidrométricas Río Juramento en El Tunal .....	45
4.3.	Alturas Hidrométricas Azud Colonia Dora.....	46
4.4.	Alturas Hidrométricas Y Cotas De Embalse En Tostado .....	48
4.5.	Alturas Hidrométricas Río Salado en RPN <sup>39</sup> (Santa Fe) .....	49
5.	Planilla Red Básica Hidrométrica.....	49

## 1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de la redacción de cada informe es intentar que sean unitarios en sí mismos, y que la repetición de conceptos vertidos en algunos puntos sirva para que los interesados puedan leerlo como una unidad independiente sin necesidad de recurrir a informes anteriores para su interpretación, salvo para casos especiales o para la búsqueda de algún dato puntual.

### 1.1. 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, control y evaluación de los datos de las variables medidas en cada estación hidrométrica a medida que se reciben, y su almacenamiento en la planilla base de datos. Esto permite conocer el comportamiento del río en la cuenca (media e inferior) en todo momento, con datos analizados, en tiempo real o en períodos relativamente cortos, dependiendo del método de observación o medición en cada lugar. Además permite analizar y cuantificar el uso del recurso en diferentes tramos del río monitoreando su aprovechamiento. Se abre así la posibilidad de planificar los diferentes usos del agua, 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.

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.**

Mensualmente, se trabaja 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, tal como se planteó en la Reunión Del Comité Técnico De La Cuenca Del Río Juramento Salado (Punto 1.2).

La configuración actual y los parámetros básicos con que está implementada la red, proporcionan datos de Alturas Hidrométricas, Cotas de Embalses y Caudales Aforados y/o Calculados.

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

En este Informe, se presenta la tabla de la Red Básica Mínima del Río Juramento – Salado actualizada con los datos disponibles del mes de **Marzo de 2015**, 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 al mes en que se realiza el informe, 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 imágenes es posible observar la zona de emplazamiento de estaciones, mientras se van agregando las monografías correspondientes a medida que se van recibiendo.

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.

## **1.2. Reunión Del Comité Técnico De La Cuenca Del Río Juramento Salado**

En informes anteriores, mencioné la última reunión del Comité Técnico del 30 de octubre de 2014, en la cual se suscribió un Acta que se encuentra en consideración.

En dicha reunión, se estuvo de acuerdo en la conformación de una **Unidad Operativa** que tendría a su cargo el registro de caudales de la cuenca del Río Juramento-Salado, y remitirlos para su integración progresiva a la Base de Datos en proceso de implementación. En este sentido las autoridades hídricas de Salta (telefónicamente) y Santiago del Estero, designaron a sus respectivos Responsables Técnicos en dicha Unidad.

Actualmente, esta Unidad Operativa está creada como “entidad virtual”, aunque no se haya firmado el acta, lo que me permite solicitar información a organismos de las provincias como coordinador de esa Unidad.

Se propuso además, implementar nuevas estaciones y sistematizar observaciones en otras ya instaladas, para optimizar el conocimiento del comportamiento del río y enriquecer la información en la Base de Datos.

En este sentido, sería de mucha utilidad para lograr optimizar la coordinación de los trabajos relativos a la información, que los organismos involucrados en la Red del Pasaje-Juramento-Salado, den aviso o informen a esta Unidad Operativa, previamente al levantamiento o instalación de nuevas estaciones.

Las estaciones propuestas actualmente se detallan más adelante (Punto 1.4).

## **1.3. Estaciones Automáticas Instaladas**

Desde hace unos meses, incluyo datos de estaciones con sensores remotos que transmiten en tiempo real por la Red Orbcomm, pertenecientes al MASPyMA.

La descripción de cada Estación y su clasificación en base al sensor la realicé en el informe N° 5 de Agosto de 2014.

Recordamos las estaciones comprendidas en este sistema, las que fueron reordenadas en su numeración desde aguas arriba hacia aguas abajo:

### **1.3.1. Colonia Dora (B1) – (Azud Nivelador de Colonia Dora)**

En este lugar, se instaló un sensor de precipitación y 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 (no sistemáticos).

Se recibe información de estos sensores por la red Orbcomm desde el **27/11/2014**, y si bien actualmente se encuentra en período de calibración, se graban los datos generados, previo análisis y control de los mismos con la estación del hidrómetro situado en el “ala vertedero” aguas abajo del azud, valores que forman parte de la planilla de datos. El hidrograma generado se puede ver **punto 4.3**.

Recordamos que de esta estación, recibimos además, información hidrométrica del observador con una periodicidad semanal, con tres lecturas diarias (9, 15, 21hs), pudiendo aumentar la frecuencia de envío cuando se lo solicita. Esta observación se realiza en el hidrómetro situado en el embalse o “cuenco” (aguas arriba), 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, y **a partir del 01 de Febrero de 2015, también se observa el hidrómetro a 200 m aguas abajo del azud, coincidente con el nuevo sensor.**

En resumen, esta sección quedó implementada con **5 lecturas hidrométricas**, 2 en el embalse (sensor y observador), y 3 aguas abajo (Ala vertedero y 200 m aguas abajo del observador y 200 m aguas abajo Azud del sensor). Se complementa con un sensor de precipitación.

A la confección de este informe, se está esperando confirmación oficial del levantamiento de las observaciones hidrométricas del embalse y pie de presa.

### **1.3.2. Malbrán (B1)**

Corresponde a datos de alturas hidrométrica del **Río Salado en el Puente El Chañar sobre la RPNº43 Malbrán – Bandera** localizada en la Provincia de Santiago del Estero; se recibe información desde 08/08/2014, con interrupciones que bajan el Índice de

Disponibilidad al **40%**. Dado que no registra valores en horarios fijos, se toman como referentes los más próximos a las 09:00 hs (OMM). **(Ver Punto 3.10)**.

### **1.3.3. San Ramon (B1) – (Estación Hidrométrica Límite Interprovincial)**

Corresponde a datos de alturas hidrométricas del Río Salado en Ea. San Ramón, en el límite interprovincial Sgo. Del Estero – Santa Fe. **Considero que la información es buena con pocas interrupciones**. Esta estación está provista con un sensor de presión, y se la está implementando como Estación de Aforos Sistemática, que servirá para cuantificar el caudal que ingresa a la Provincia de Santa Fe. Se recibe la información sistemática desde el 24/09/14 por la Red Orbcomm. (Ver punto 3.11).

### **1.3.4. Tostado RPNº95 (B2)**

Corresponde a datos de Alturas Hidrométricas del Río Salado en el puente sobre la RNNº95 en la ciudad de Tostado, Provincia de Santa Fe. Está provista de dos sensores, uno de presión y otro para medir Oxígeno Disuelto.

Si bien **esta sección posee observador**, a partir del **04 de Agosto de 2014** se reciben datos de la estación automática en tiempo real, controlándose los datos de ambos registros. **(Ver Punto 3.12)**

### **1.3.5. Salado RPNº13 (B1)**

Corresponde a alturas hidrométricas del canal Arroyo Saladillo en la RP Nº13, 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 RPNº13, 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 toma como control mientras se implementa sobre el cauce principal del Río Salado.

**Lamentablemente este sensor, de difícil acceso, tiene problemas y transmite siempre el mismo valor (-0,10) o esta “Off” desde Agosto de 2014. De todos modos, el personal técnico del MASPyMA está buscando solucionar este problema.**



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

### **1.3.6. Paso De Las Piedras (B2) – (RPN°39)**

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

Los datos de alturas hidrométricas grabados en la Planilla de la Base de Datos corresponden a valores registrados a las 09:00hs o el valor registrado más cercano a dicha hora. El sensor mide Alturas Hidrométricas y Oxígeno Disuelto.

### **1.4. Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica**

La planilla Anexa a este informe corresponde a la **Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica**, integrada con datos que fue posible recopilar y sistematizar a partir del 1º de enero del 2014 (Ver *COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.pdf*). El término **“preliminar”** significa que aún no fue aprobado su diseño, ya que está previsto analizar y acordar su estructura, con los representantes técnicos ya designados por las provincias de Santiago del Estero y Salta.

Las Estaciones y los parámetros que componen esta estructura actualizada pertenecen a las Provincias de Salta, Santiago del Estero y Santa Fe, y se detallan a continuación en el formato original de la planilla.

### 1.4.1. Provincia de Salta

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

### 1.4.2. Provincia de Santiago del Estero

SGO. DEL ESTERO											
AFOROS		AFOROS		CAUDALES DIARIOS				AFOROS			
SSRHN EL ARENAL		SSRHN CANAL DE LA PATRIA		SRH S. del Estero DIQUE FIGUEROA				SRH S. del Estero (Corp. Riego R. Dulce) Canal Jume Esquina (Aforador Barrialito)		SSRHN SUNCHO CORRAL	
H (m)	Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)	Cota Embalse (m)	Canal Gini Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)	Canal S Jorge Q. Erogado MI (m <sup>3</sup> /s)	Vertedero Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. Aforado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)

SGO. DEL ESTERO												
AFOROS		AFOROS		ALTURAS			AFOROS		AFOROS		AFOROS	
SRH S. del Estero Azud Melero		SSRHN RPN°92 - AÑATUYA		SSRHN AZUD COLONIA DORA (La Niveladora)			S del A MASP y MA TACÓN ESQUINA		SSRHN PINTO		S del A MASP y MA MALBRAN	
Canal El Sauce Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)	Canal Melero Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)	Cota (9 hs) Embalse (m)	Cota (9hs) A. Abajo (m)	Altura 200 m A. Abajo (sensor)	H (m)	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. aforado y calculado (m <sup>3</sup> /s)

### 1.4.3. Provincia de Santa Fe

SANTA FE												
AFOROS		CAUDALES DIARIOS			CAUDALES DIARIOS		AFOROS		AFOROS		AFOROS	
S del A MASP y MA LIMITE INTERPROVINCIAL		SRT Bombeo Acueducto	Coop de A Potable Tostado Acueducto	MASPyMA Canal de Bombeo RP 91 S	MASPyMA AZUD TOSTADO		SSRHN TOSTADO - RNN°95		MASPyMA RPN°13		MASPyMA RPN°39	
H (m)	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)	Q. Bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Q. Bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Q. Bombeo (m <sup>3</sup> /s)	Cota Embalse (m)	Q. Erogado (m <sup>3</sup> /s)	H (m) Obs	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Q. aforado (m <sup>3</sup> /s)

Con respecto al análisis de la información, y en el contexto de verificar lo que se ingresa numéricamente a la Base de Datos, incluyo gráficos que nos muestran tendencias, variaciones, errores, y nos permiten analizar también las características de una Estación Hidrométrica, 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.

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:

#### **1.4.4. Estaciones de Aforos Existentes**

Las Principales Estaciones actuales 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. Afo. Y Calc. (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)
11	RPNº39	Santa Fe	H (M) Y Q. Afo. y Calc. (M3/S)

Continúo con el análisis de los aforos, comparando los datos históricos con los del 2014 y 2015 (*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.

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

De acuerdo a lo analizado y propuesto en la reunión del Comité Técnico realizada en Santa Fe a fines de Octubre de 2014, dichas estaciones serían:

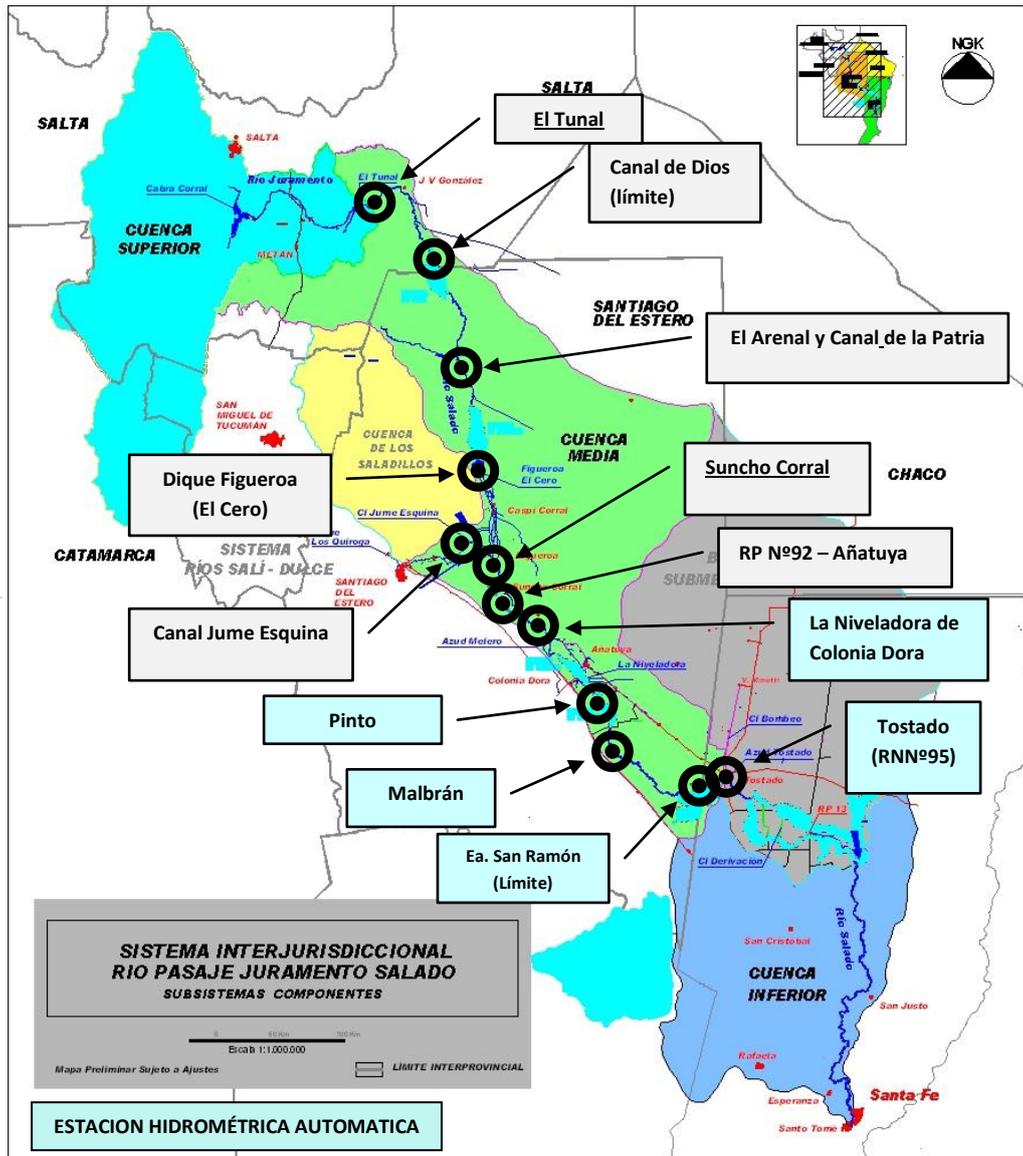
1. *Río Salado en Canal de Dios (está funcionando)*
2. *Río Salado en Santo Domingo*
3. *Río Salado en Santos Lugares*
4. *Río Salado en Canal de la Patria (el caudal del Horcones se estimará por diferencia)*
5. *Arranque del Canal Gini*
6. *Canal Gini en Ruta 5*
7. *Río Salado (cárcava) en Ruta 5*
8. *Canal Jume Esquina / La Guardia en Barrialito*
9. *Río Salado en Suncho Corral (está funcionando)*
10. *Río Salado en Añatuya-Ruta 92 (con ajuste por efecto remanso) (Melero y Sauce por diferencia) (está funcionando)*
11. *Río Salado en Malbrán (está funcionando)*
12. *Río Salado en Pinto (para estimar las pérdidas en el bañado Navicha) (está funcionando)*

**Nota:** a mi criterio, se deberán agregar aforos para evaluar caudales en la **Tomas De Riego de M. Izquierda y Derecha de Salta**, en el tramo comprendido entre El Tunal y la sección del Río Salado en Canal de Dios.

Se comenzaron a recibir algunos datos solicitados del Canal Gini y del embalse del **Dique Figueroa – El Cero**.

2. **UBICACIÓN DE ESTACIONES DE AFOROS**

2.1. **Croquis**

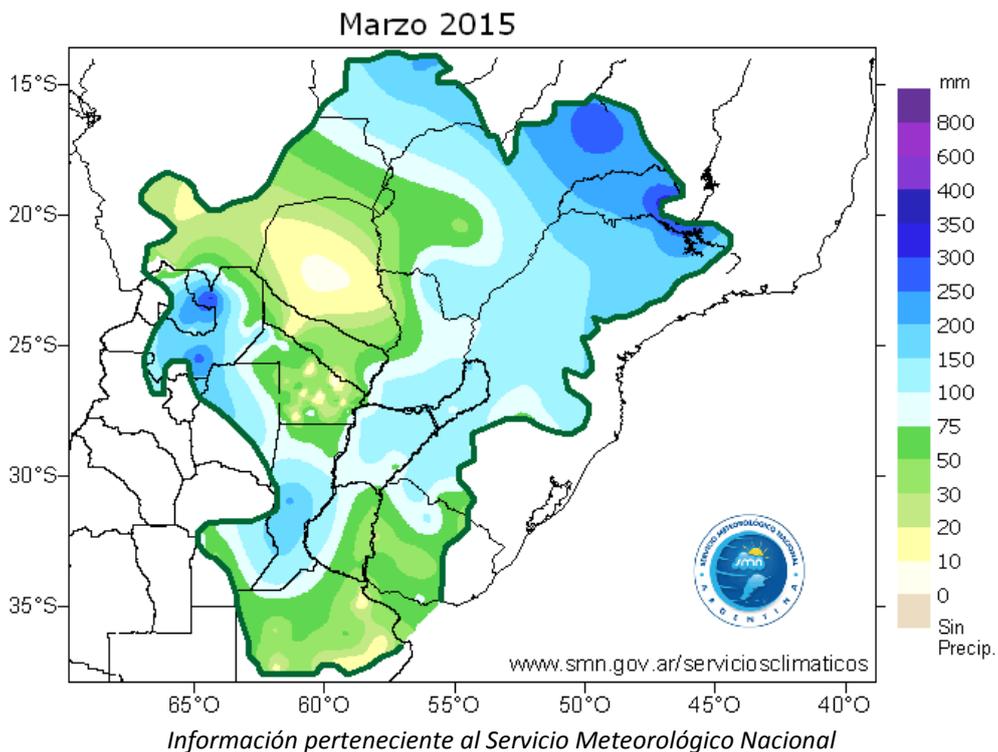


## 2.2. Imagen Satelital Google: Localización de Estaciones de Aforos

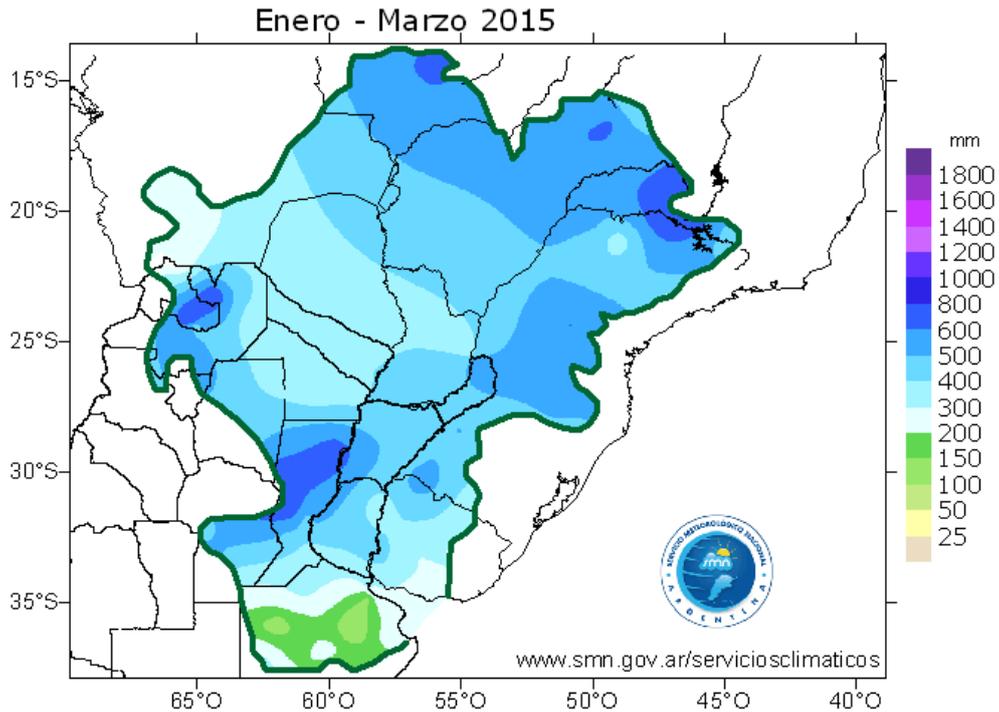


## 2.3. Información Hidroclimática (SMN)

### 2.3.1. Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Acumulada

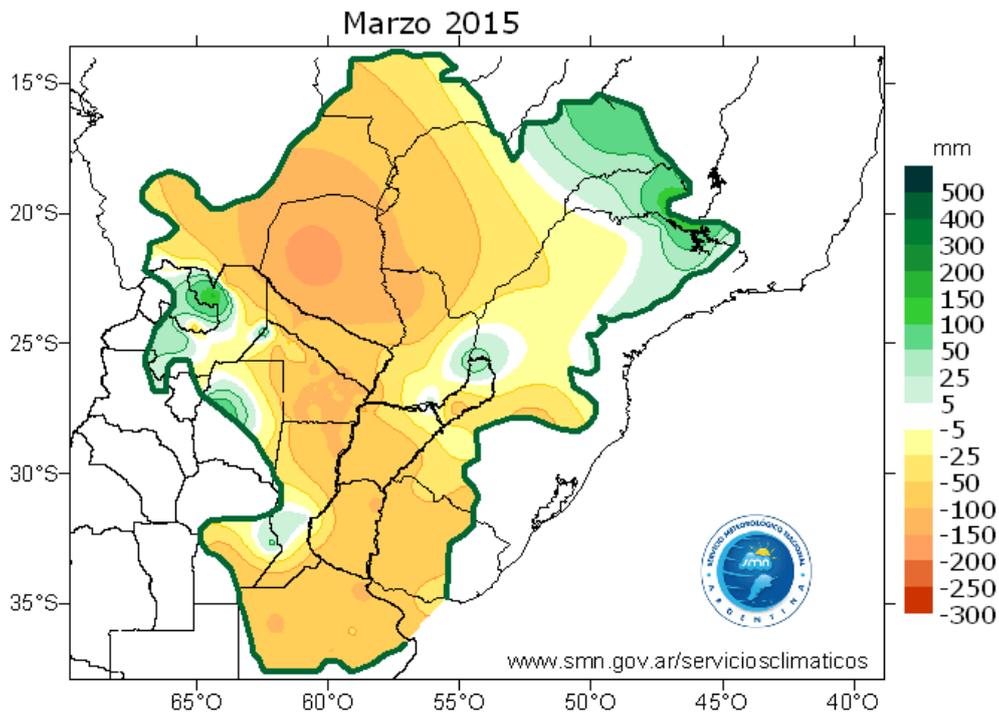


El estudio representado en el croquis, pertenece al Servicio Meteorológico Nacional y muestra la precipitación acumulada en la Cuenca del Plata durante el mes de Marzo de 2015.

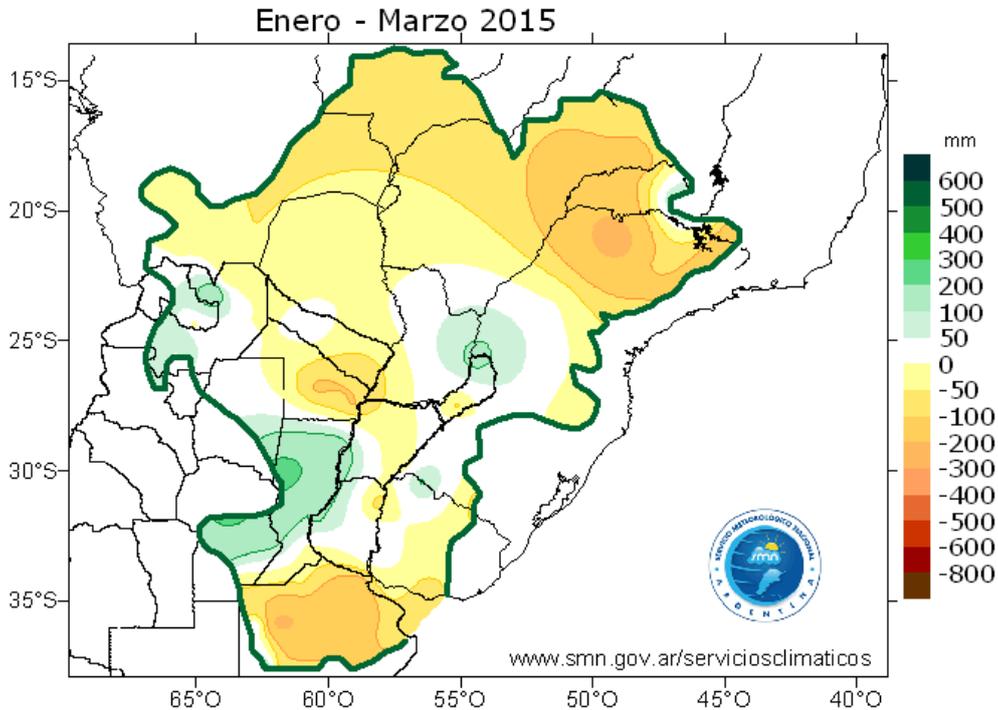


Croquis correspondiente al trimestre Enero/2014 a Marzo/2015. Se observan las precipitaciones que dieron lugar a la crecida del río Salado y que afectó especialmente al centro – norte de la provincia de Santa Fe con picos en San Ramón y Tostado el 8 de marzo, coincidentes con crecidas en la alta cuenca.

**2.3.2. Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Anomalía**



El estudio representado en el croquis, pertenece al Servicio Meteorológico Nacional y muestra la anomalía en lo que respecta a la precipitación en la Cuenca del Plata en Marzo de 2015. Se aprecian valores que superan la media en Santa Fe y el NOA.

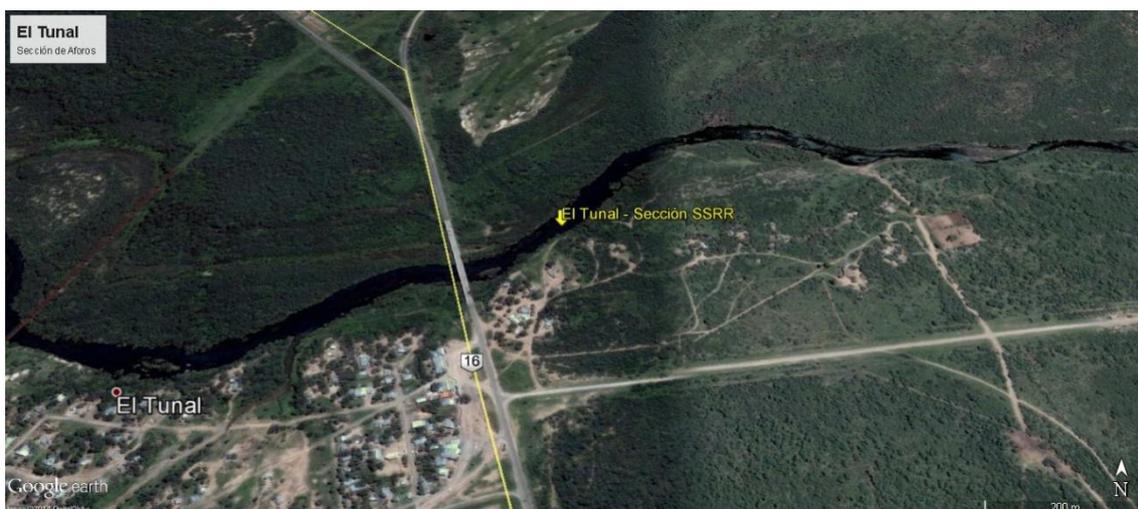


Esta gráfica muestra los valores de precipitación por encima de la media durante el último trimestre, provocando crecidas en la zona NOA y la Prov. De Santa Fe.

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

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

##### **3.1.1. Ubicación de de Sección de Aforos**



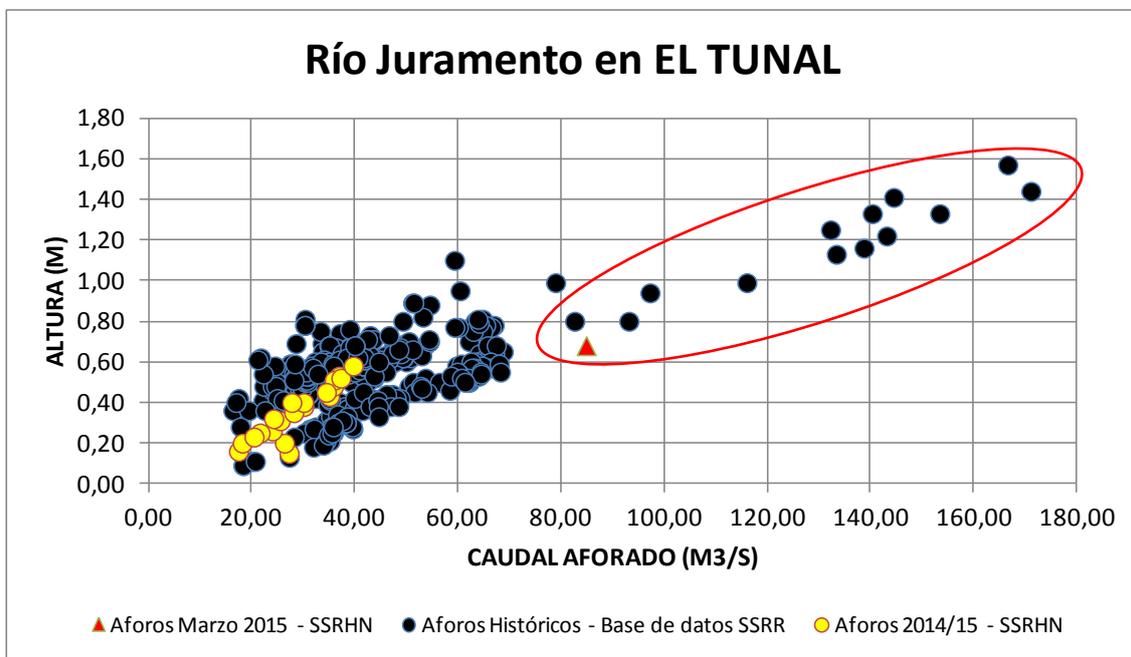
*Sección de aforos sistemática del Río Juramento en El Tunal. Se utiliza el sistema de Cable – Vagoneta*

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 las gráficas que muestran esta variación.

Se grafican a continuación los aforos completos y desde la fecha del posible cambio.

### 3.1.2. Ploteo de Aforos



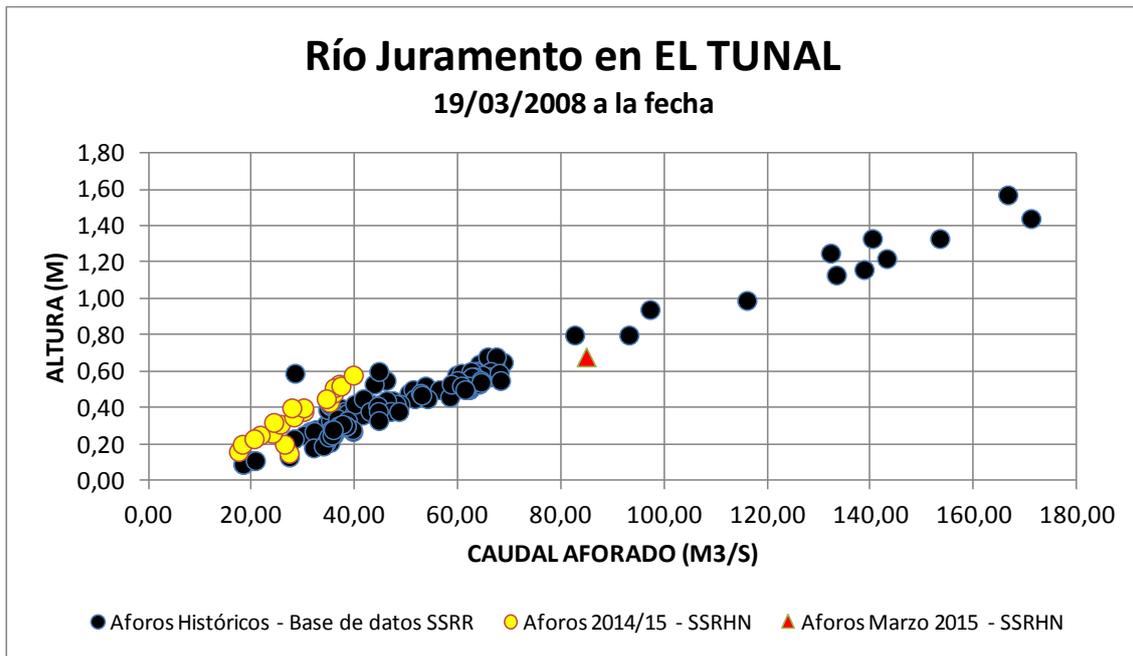
Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 1998/2013. En amarillo los aforos del año 2014/15. En rojo el aforo de Marzo de 2015.

**El aforo del 22 de marzo, con  $H= 0.68\text{m}$  y  $Q=84.88\text{m}^3/\text{s}$  es el mayor aforado desde el comienzo de este estudio, el 01/01/2014.**

Como se ve en el círculo rojo, el aforo de marzo se alinea sobre la parte inferior de la nube de puntos, pero siguiendo la tendencia de los aforos históricos para esta magnitud de caudal.

Sería de mucha utilidad contar con una curva H-Área, extraída de un perfil topobatemétrico, relevado al menos una vez al año coincidente con estiajes, para seguir las variaciones del cauce y valle de inundación en el tiempo y controlar las áreas aforadas con esta curva.

Como dato comparativo, El Tunal erogó ese día **80.22 m<sup>3</sup>/s**



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 2014/15. En rojo el aforo de Marzo de 2015.

Como vemos en este gráfico, solamente con aforos desde **Marzo/2008** a la fecha, el aforo de **Marzo/2015** conserva la tendencia de los valores históricos para esta magnitud de caudales.

Deberemos controlar la sección transversal de aforos luego de la crecida, para observar si hubo procesos erosivos.

### 3.2. Río Salado en Canal de Dios

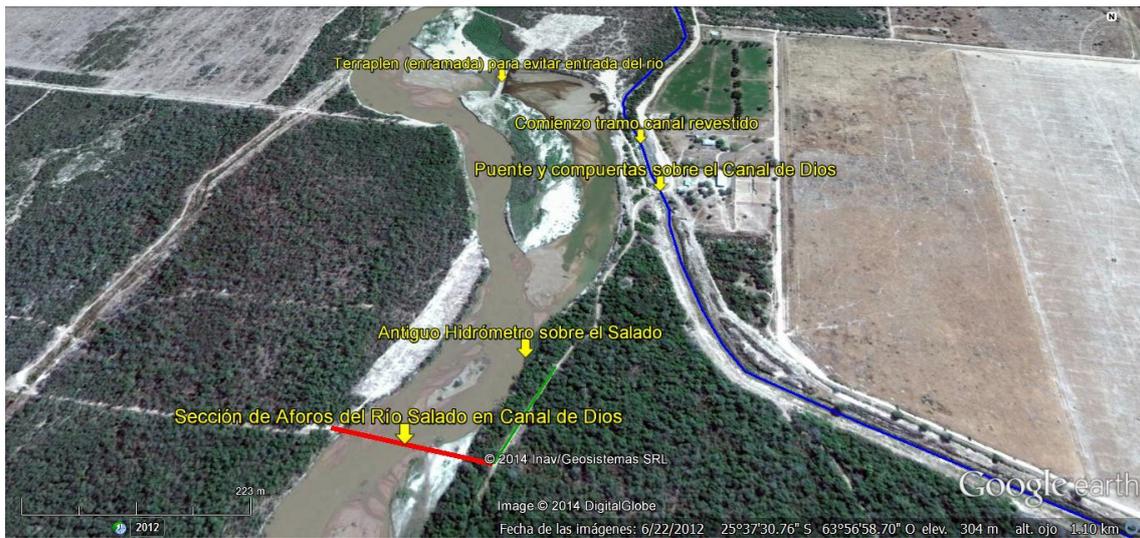
#### 3.2.1. Ubicación de la Sección de Aforos

- Entrada Actual Del Canal Y Sección De Aforos Del Canal De Dios



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

- Sección De Aforos Del Río Salado En Canal De Dios

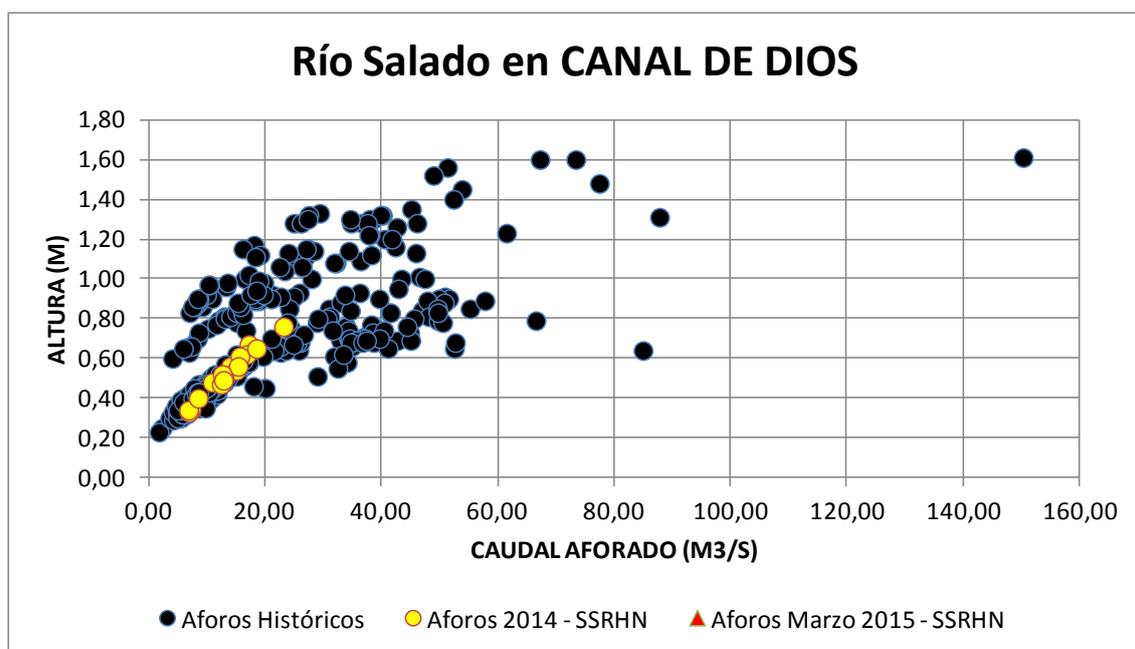


En rojo, sección de aforos sobre el Río Salado. En azul, Canal de Dios

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.

La ubicación del hidrómetro del Río Salado, cuyas lecturas corresponden a los aforos realizados, se encuentra 2.150 m aguas arriba de la sección actual de aforos, a la altura de la sección de aforos sobre el Canal.

### 3.2.2. Ploteo de Aforos



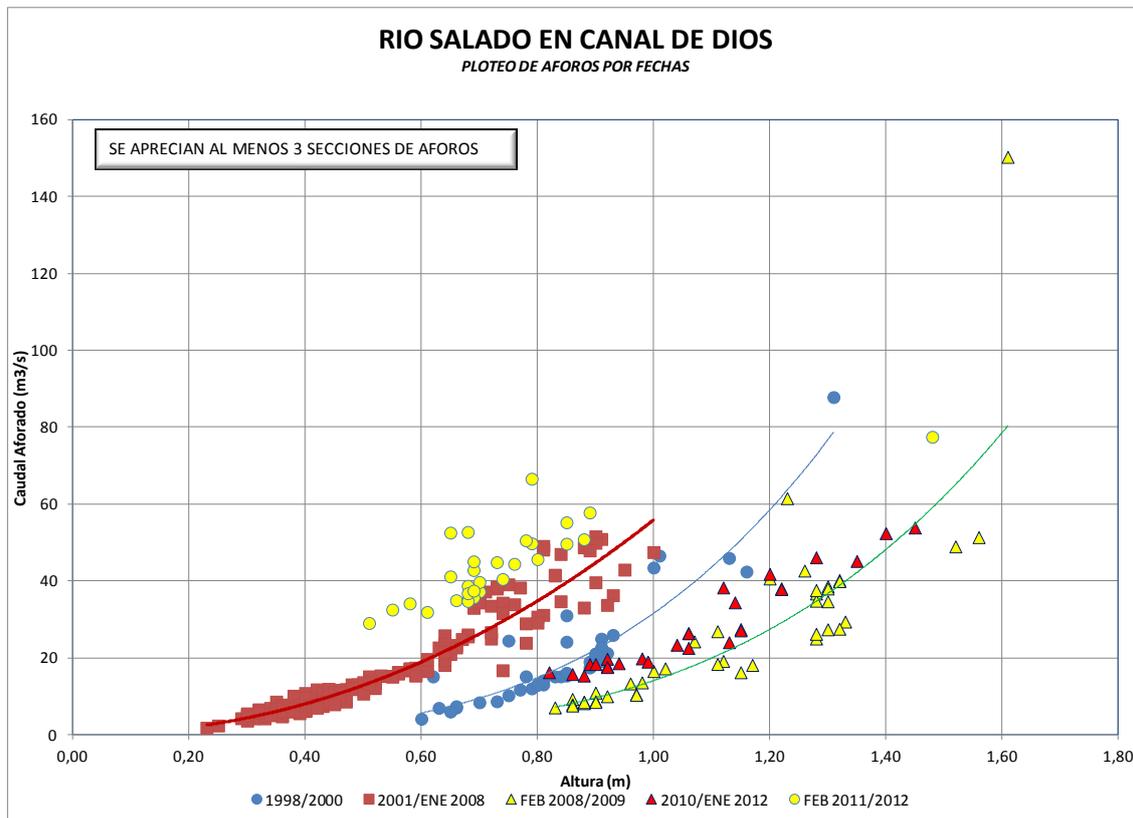
Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 1998/2013. En amarillo aforos del período 2014/15. **El aforo de Marzo de 2015 no posee escala por el momento (ver informe).**

El aforo realizado el 23 de Marzo de 2015, con  $111,155 \text{ m}^3/\text{s}$  es el segundo en magnitud de la serie histórica, siendo superado solamente por el aforo del 20 de Marzo de 2008, con  $H=1,61\text{m}$  y  $Q=150,34\text{m}^3/\text{s}$ .

Lamentablemente no pudo leerse la escala ya que el nivel hidrométrico superó en muchos casos los tramos instalados. Pero personal técnico de Eversa NOA me comunicó que durante el mes de abril, se reconstituirán los valores hidrométricos nivelando las marcaciones realizadas por el observador y el aforador.

### 3.2.3. Análisis Histórico De Los Aforos

Con el objeto de calcular una **Curva de Descarga** que permita estimar los caudales que ingresan a la Provincia de Santiago del Estero, solicitada en la reunión del COHIFE, a continuación realizo un análisis de los aforos históricos, agrupándolos por fechas.



El análisis lo realicé en base a 354 aforos históricos sobre el Río Salado en la estación Canal de Dios, desde el 21/10/1998 hasta el 17/11/2012, agrupándolos por fechas para detectar cambios.

Considero que una monografía de esta sección, con un detalle de las variantes que ha sufrido en el tiempo, es necesaria, independientemente de los cambios hidrológicos

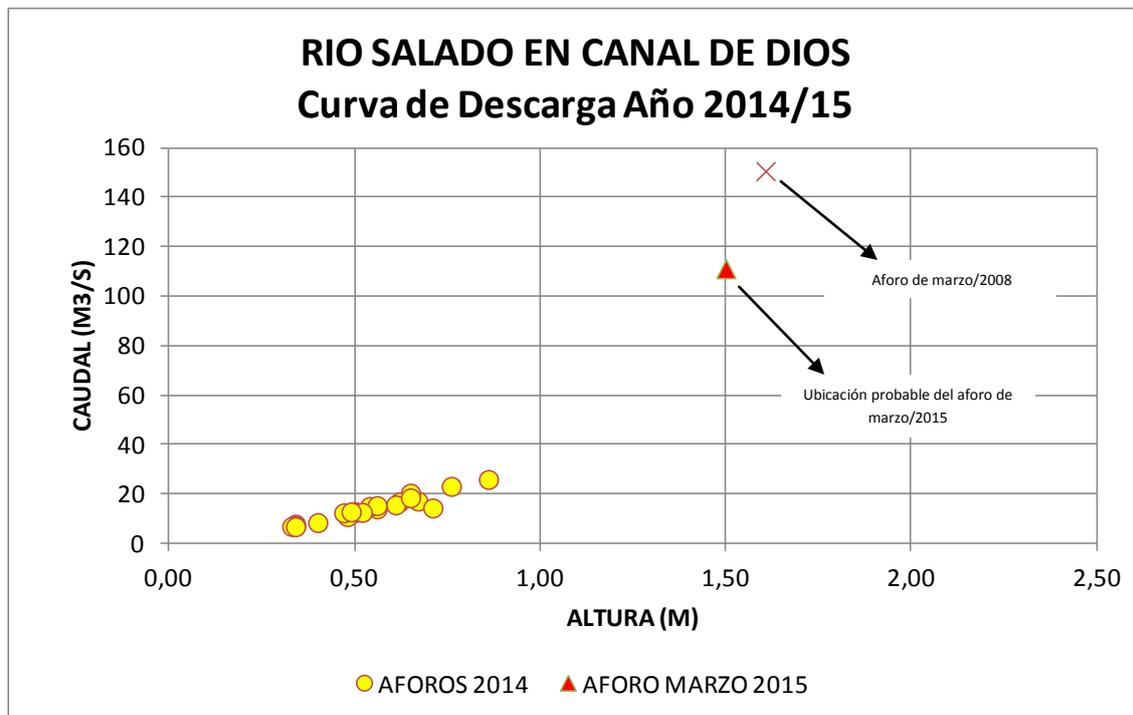
que pudiera haber sufrido por procesos erosivos o la influencia que pudiera haber tenido las variaciones en el ingreso de aguas por el Canal de Dios.

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.

### 3.2.4. Curva de Descarga

De acuerdo a lo sugerido en la reunión del COHIFE, realicé un cálculo de la **Curva de Descarga del Río Salado para el año 2014/15**, teniendo en cuenta la variabilidad temporal demostrada en el punto anterior.

**Los datos que se calculen con ella, deben ser tomados con criterio hidrológico y con reservas, validándola para el período en estudio y para el rango de valores.**



*Curva de Descarga con datos de aforos realizados durante el año 2014/15. Con triángulo rojo el aforo de Marzo 2015 con "altura estimada". Con una cruz, el máximo aforo realizado en Marzo de 2008*

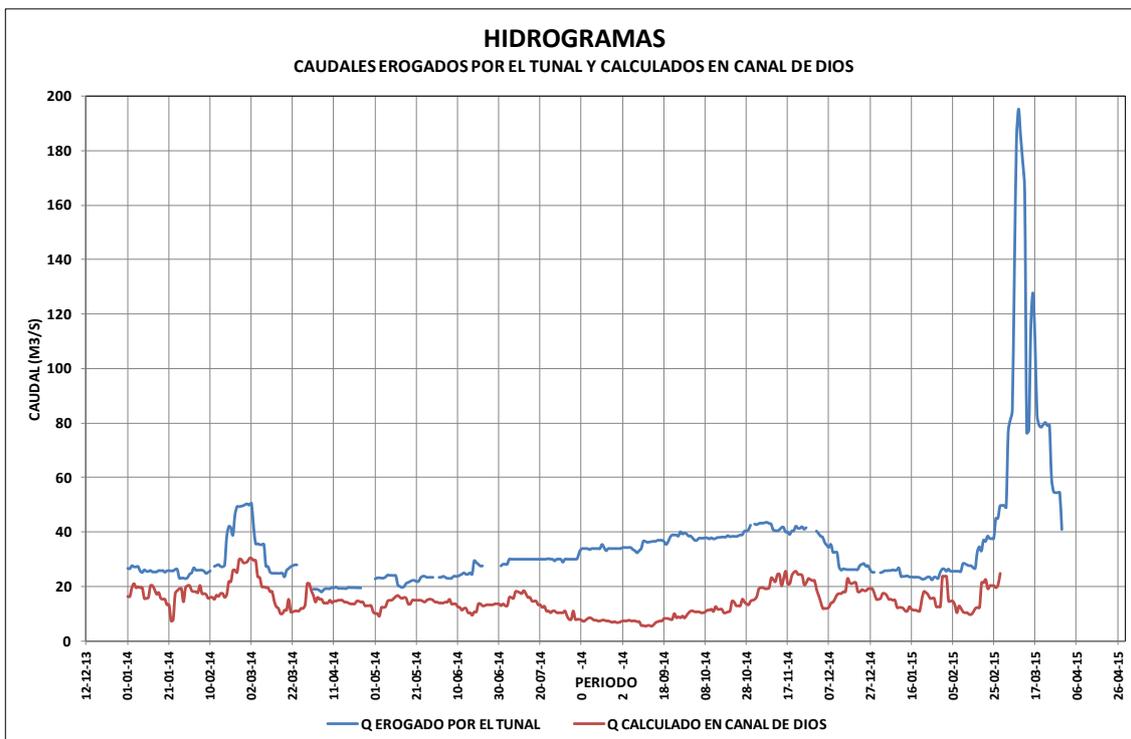
El aforo realizado en Marzo de 2015 no puede analizarse por el momento, ya que no tiene altura de escala, pero como vimos en el punto anterior, el valor será reconstituido por nivelación de marcas dejadas por el aforador.

De todos modos, la magnitud del mismo posiblemente hará replantear la curva, por lo que los caudales del mes de marzo no han sido calculados y no figurarán en la Planilla de la base de datos del mes, hasta tener la información comprometida y necesaria.

### 3.2.5. Gráfico Comparativos de Caudales con El Tunal

Se presenta a continuación los hidrogramas correspondientes a Caudales Erogados por El Tunal y los caudales calculados en la sección del Río Salado en Canal de Dios.

Las variaciones de caudales son de referencia y debe ser tomado como dato ilustrativo, ya que la diferencia entre ambas secciones corresponden a pérdidas en el tramo (infiltración, evaporación, etc.), las extracciones para riego y la propia erogación por el Canal de Dios, cuya toma está ubicada aguas arriba de la sección de aforos del Río Salado. Entre ambas secciones existen 150 km aproximadamente por el río.



Los datos de caudales del Tunal corresponden a AES (Q Erogado) hasta el 30/03/2015. Los datos de caudales del Río Salado en C. de Dios fueron calculados por curva de descarga, con alturas hidrométricas aportadas por Eversa NOA también hasta el 28/02/2015, ya que la BDI-SSRHN está actualizada al 30/01/2015.

Al momento del informe, no se poseen datos de Marzo de alturas hidrométricas del R. Salado en Canal de Dios

Podemos observar que **el caudal erogado por El Tunal durante el mes de marzo de 2015, con 195,11 m<sup>3</sup>/s el día 9, es el de mayor magnitud desde el comienzo de este informe (enero/2014).**

Se deberá esperar a que se recuperen los niveles hidrométricos del Río Salado en Canal de Dios, y analizar el valor del aforo de marzo y su influencia en la Curva de Descarga, para poder estimar los caudales del mes.

### 3.3. Río Salado en El Arenal

#### 3.3.1. Ubicación de la Sección de Aforos



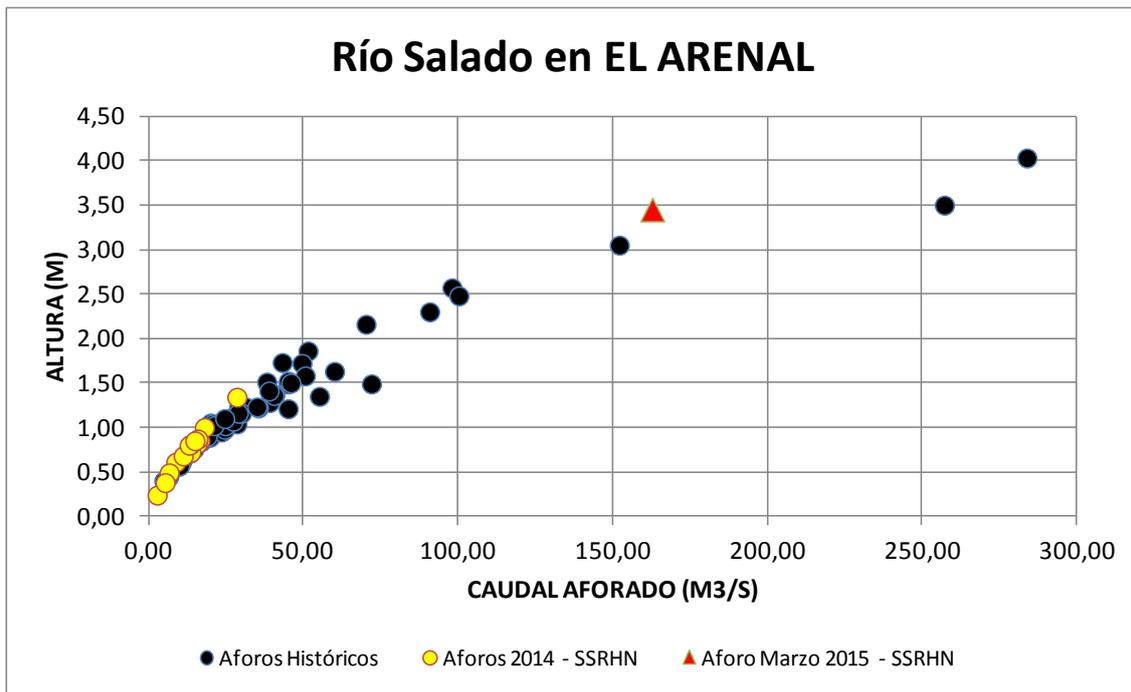
*Secciones de Aforos en El Arenal (Santo Domingo)*

Los técnicos de la SRH de Sgo. Del Estero, realizan algunos aforos de control en la sección de Santo Domingo, pero la sección sistemática (SSRHN) está ubicada unos 20 km aguas abajo, sección que capta el caudal del Río Horcones.

Las mediciones en esta zona se van a sistematizar, de acuerdo a lo previsto en la reunión del COHIFE.

En la reunión del Comité Técnico De La Cuenca Del Río Juramento Salado en Santa Fe, el Ing. Abel Tévez sostuvo que es necesario medir los caudales en forma permanente en Santo Domingo, **aguas arriba de la desembocadura del río Horcones en el Salado**, porque es un sitio accesible y en el que la sección del río es estable

### 3.3.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2010/2013. En amarillo aforos período 2014/15. En rojo el aforo de Marzo de 2015.

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

**El aforo de marzo del 11/03/2015, con H=3,45m y Q= 162,849 m<sup>3</sup>/s**, al igual que los aforos en las secciones de aguas arriba, es el de mayor en magnitud aforado desde el comienzo de estos informes.

### 3.4. Dique Nestor Kichner (Figueroa - El Cero)



Recientemente, la APRH de Santiago del Estero envió información del Dique Néstor Kichner (ex Figueroa) y cuyos datos se grabaron en la Planilla de Datos.

Los valores de alturas hidrométricas son de la escala instalada en el paramento aguas arriba del vertedero y el caudal es calculado en base a la información de Panedile y corroborada por la APRH, por cálculos realizados.

A continuación, presento una tabla comparativa de caudales, enviada por la APRH de Santiago del Estero, desde El Tunal hasta Suncho Corral.

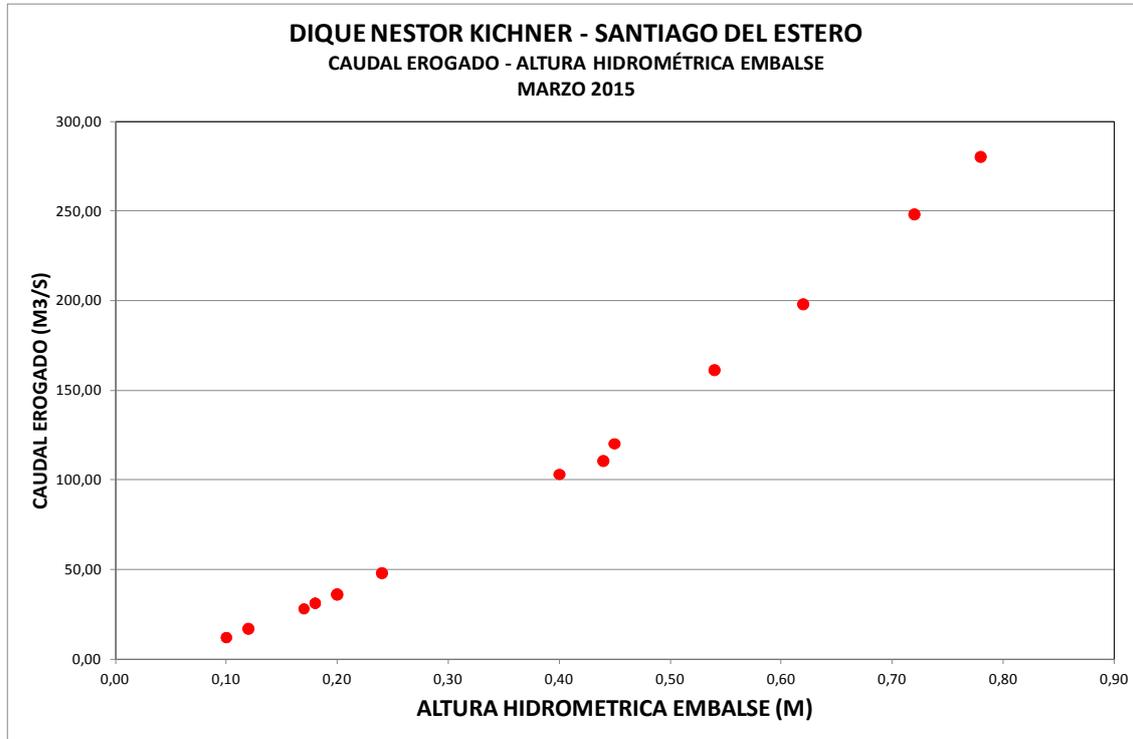
**Destaco para este informe, los caudales erogados por el Dique**

DATOS COMPARATIVOS DE CAUDALES - MARZO 2015						
Fecha	DIQUE TUNAL (AES)	Rio Juramento -Salado Limite con Salta	Rio Horcones (Afluente )	Dique N. Kirchner Vertedero	CONTROL KM. 14	SUNCHO CORRAL
	Caudal erogado (m3/s)	Caudal ingresante (m3/s)	Caudal (m3/s)	Caudal erogado (m3/s)	Caudal erogado (m3/s)	Caudal circulante (m3/s)
01-mar-15	49,8	34,9	35,0	13,0		20,3
02-mar-15	49,8	34,9	35,0	13,0		22,0
03-mar-15	49,1	29,7	35,0	13,0		22,2
04-mar-15	76,7	34,9	30,0	13,0		18,6
05-mar-15	81,2	60,8	30,0	13,0		21,1
06-mar-15	84,7	39,5	45,0	13,0		21,1
07-mar-15	135,7	37,1	37,0	18,0		21,1
08-mar-15	183,3	43,7	55,0	18,0		22,0
09-mar-15	195,1	49,5	30,0	18,0		22,5
10-mar-15	185,4	68,5	25,0	18,0		26,4
11-mar-15	176,1	71,8	20,0	28,0		27,2
12-mar-15	164,9	72,6	20,0	28,0		28,1
13-mar-15	76,4	76,7	18,0	28,0		30,1
14-mar-15	77,4	70,1	20,0	28,0		33,0
15-mar-15	115,9	64,6	18,0	28,0		32,6
16-mar-15	127,7	64,6	18,0	28,0		32,4
17-mar-15	110,6	72,6	18,0	28,0		32,8
18-mar-15	82,8	64,6	18,0	28,0		33,2
19-mar-15	79,2	59,3	18,0	28,0		35,0
20-mar-15	79,5	46,9	18,0	31,0		36,0
21-mar-15	79,4	46,9	18,0	31,0		36,0
22-mar-15	80,2	44,9	18,0	36,0		37,0
23-mar-15	79,1	44,9	18,0	36,0		39,0
24-mar-15	79,3	43,7	18,0	189,0	51,0	46,2
25-mar-15	59,8	43,1	18,0	290,0	51,0	53,0
26-mar-15	54,8	44,3	20,0	248,0	115,0	83,9
27-mar-15	54,5	37,1	20,0	208,0	172,0	106,2
28-mar-15	54,5	33,3	35,0	161,0	161,0	112,0
29-mar-15	54,5	33,3	18,0	123,0	136,0	114,5
30-mar-15	54,5	33,3	18,0	119,0	115,0	117,3
31-mar-15	54,5	33,3	18,0	103,0	108,0	120,2

La sección del límite con Salta, en Canal de Dios (punto 3.2.2.), posee una escala que fue instalada por la APRH y está referida a un punto fijo. Debido a la crecida de marzo, y para evitar errores involuntarios, solamente presento en la planilla de datos el valor aforado, 111,16 m3/s el 23 de marzo.

Cuando posea más datos, trataré de reconstruir la serie de caudales de marzo y compararlas.

Un dato importante que surge de esta nueva información recibida por Santiago del Estero, es la relación entre la altura del embalse con los caudales erogados por el vertedero del Dique Néstor Kirchner, durante el mes de marzo y cuya gráfica presento a continuación.



### 3.5. Canal Jume Esquina

El Canal Jume Esquina, lleva caudales del Río Dulce desde el Dique Derivador Los Quiroga hasta el Río La Guardia, y de allí al Río Salado en el Departamento Figueroa. O sea trasvasa caudales desde la cuenca del Río Dulce a la cuenca del Río Salado.

Nace con la denominación de **Canal Matriz** con capacidad de conducción de **90 m<sup>3</sup>/s** en Los Quiroga y es jurisdicción hasta Compuertas Amarillas de la Unidad Ejecutora de Riego.

**Desde Compuertas Amarillas tiene control Recursos Hídricos**, es decir que el cupo de trasvasamiento depende de gran manera del manejo del canal en Compuertas Amarillas por la Unidad Ejecutora, desde donde salen varios canales secundarios para el riego del sector de Colonia Simbolar y el resto circula al Salado.

Ahí se hace un control de escalas diarias y se estima caudales mediante curva. Actualmente, desde el 3 de marzo está sin trasvasar y en pocos días (Mayo) cierran el canal por un mes para mantenimiento

En general, en los meses de Mayo y/o Junio, el aporte del Jume Esquina al Salado se suspende para mantenimiento del canal. (fuente Ing. J. Pavón – APRH Sgo. Del Estero).

### 3.5.1. Ubicación del Canal y el Aforador

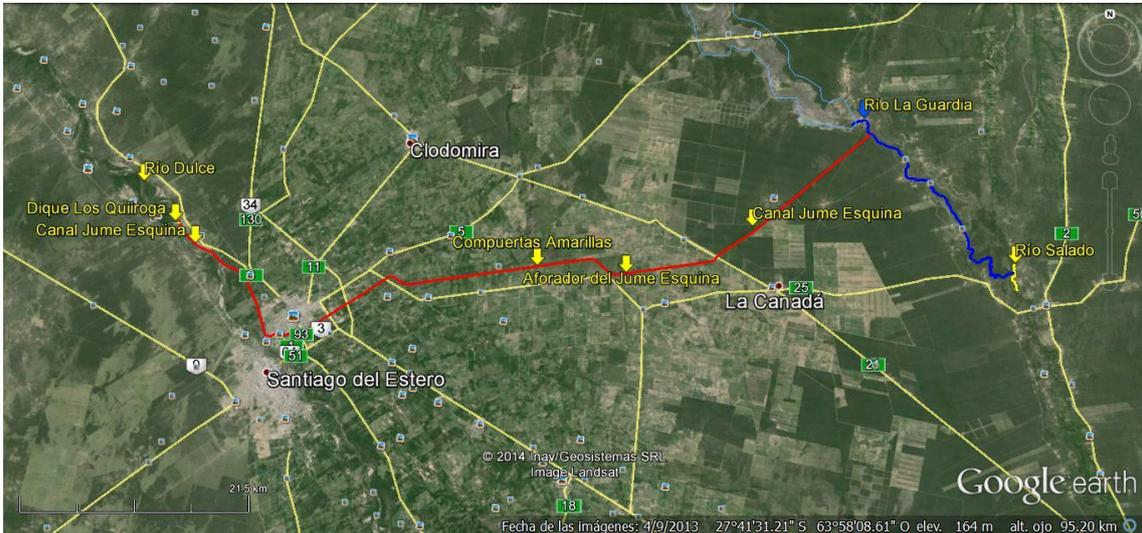
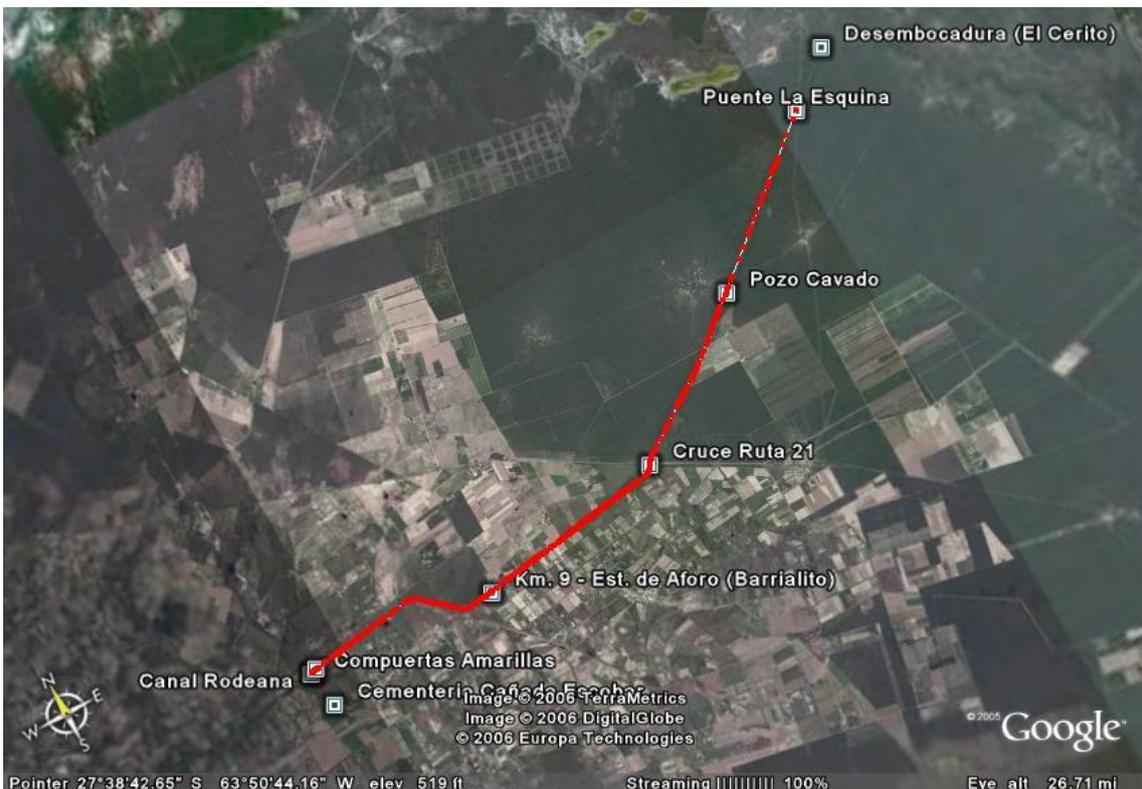


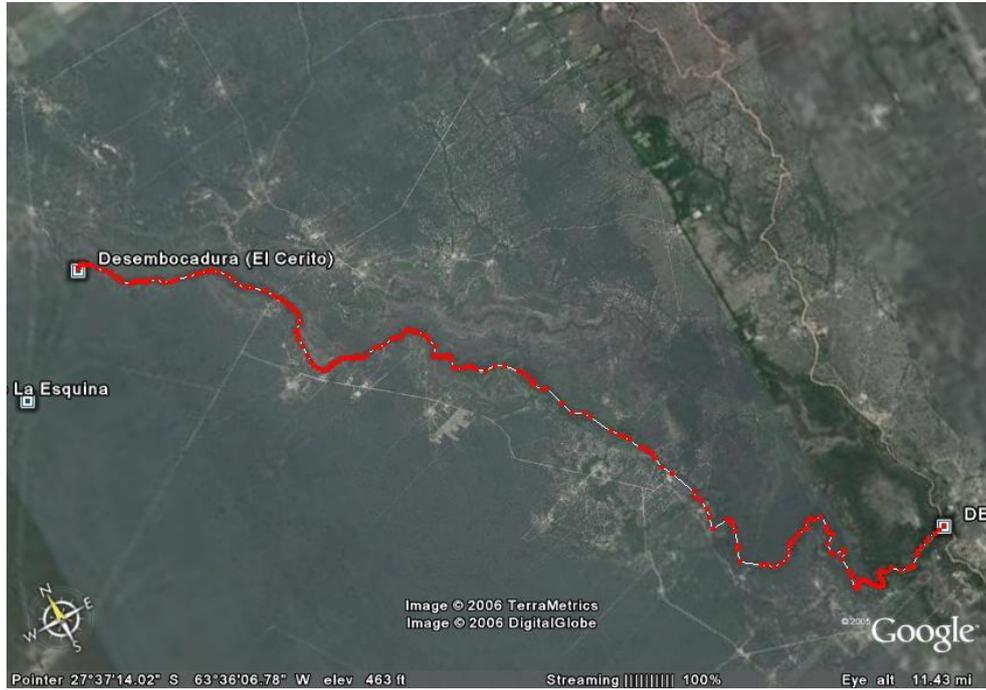
Foto Google. En rojo el canal Jume Esquina. En azul Río La Guardia



Fotos Google - APRH de Santiago del Estero

Desde Compuertas Amarillas, en la progresiva 9000 (Km 9 – Barrialito – Coord.: -27,41 Sur y - 63,55 Oeste) está la sección de control de aforo. El canal continua hasta su desembocadura en el lugar llamado El Cerito desaguando en el Rio La Guardia y este

finalmente conduce al Rio Salado en un tramo corto, para escurrir luego hasta Suncho Corral, sumándose al caudal que trae el Salado desde Figueroa.



Fotos Google - APRH de Santiago del Estero

### 3.5.2. Transvase Canal Jume Esquina Al Rio Salado

#### Caudales medios mensuales (m3/s) – Período 1974/75 - 2011/12

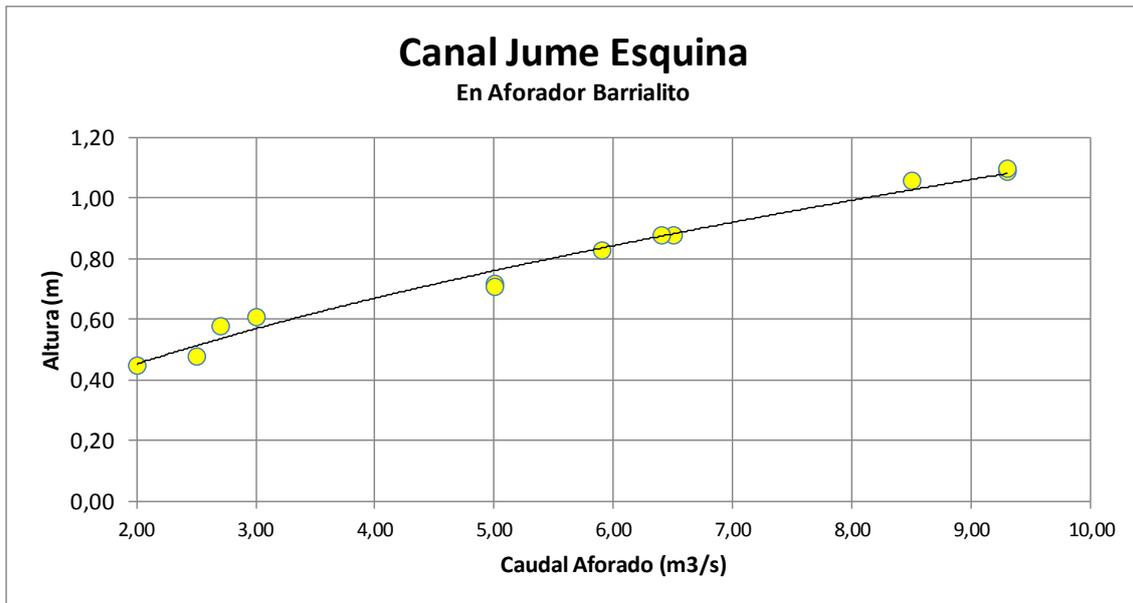
AÑO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1974/75					3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	7,6	12,1
1975/76	15,7	15,5	14,8	13,6	5,8	0,0	0,3	1,5	0,9	9,3	15,3	6,9
1976/77	9,1	11,1	12,6	7,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	10,4
1977/78	14,7	11,1	5,6	3,6	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	5,8	4,8	12,3
1978/79	15,3	7,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1979/80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
1980/81	5,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,9	2,9	2,6
1981/82	3,4	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	0,7	2,6
1982/83	8,8	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1983/84	2,2	9,1	5,0	2,5	2,7	1,0	0,0	0,0	1,8	3,6	1,0	1,3
1984/85	3,0	2,9	3,0	3,2	4,0	4,4	4,0	1,5	0,0	0,6	0,5	0,5
1985/86	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1986/87	0,6	5,1	4,3	0,0	1,3	4,0	3,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,4
1987/88	0,7	2,0	3,3	0,0	1,9	2,9	3,0	2,3	0,0	1,3	2,0	2,0
1988/89	2,0	3,6	4,4	8,1	2,2	1,1	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	3,3
1989/90	0,3	5,1	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990/91	0,2	1,8	2,6	0,4	0,5	0,4	1,2	0,5	0,0	0,6	0,8	0,0
1991/92	5,5	4,4	4,4	3,5	1,9	1,0	0,1	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
1992/93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,7	1,7	0,4	1,2	5,9
1993/94	7,8	3,7	2,7	4,8	3,8	3,3	1,6	3,1	0,2	1,4	2,2	3,0
1994/95	5,2	6,3	0,9	3,2	4,2	4,5	1,4	2,1	1,9	1,4	3,7	6,5
1995/96	5,9	8,2	9,4	5,6	4,8	4,7	4,0	2,1	0,0	3,6	8,1	9,7
1996/97	9,7	11,6	10,0	8,4	8,1	6,4	2,6	2,9	0,5	0,1	0,2	0,2
1997/98	0,4	6,2	7,2	6,2	3,2	1,9	3,3	6,9	0,9	3,1	8,6	8,5
1998/99	9,1	11,7	10,5	3,7	4,4	1,9	6,3	4,5	1,3	3,7	9,4	10,4
1999/00	10,6	11,8	2,8	6,8	7,4	6,3	3,9	3,1	2,2	0,5	4,2	8,3
2000/01	11,1	7,9	8,0	7,3	7,0	2,0	3,6	1,4	0,3	1,1	3,6	4,6
2001/02	3,2	1,7	1,6	0,7	1,3	2,9	2,2	1,8	0,2	2,0	3,0	5,9
2002/03	9,6	9,7	6,1	0,5	2,7	3,1	3,0	1,5	0,0	1,7	7,5	10,8
2003/04	12,6	12,1	2,2	1,1	1,4	0,9	2,2	6,5	2,3	2,7	11,7	12,9
2004/05	11,1	13,2	11,2	10,6	15,1	11,2	7,1	6,9	0,5	1,5	9,2	13,2
2005/06	13,2	13,5	12,2	7,3	6,1	2,5	1,7	0,3	0,0	4,5	10,2	11,0
2006/07	11,2	13,0	14,6	10,4	4,0	0,9	1,7	2,4	0,0	1,1	6,5	12,4
2007/08	12,9	13,1	10,5	5,1	1,8	1,3	1,7	1,0	0,0	1,8	2,5	2,1
2008/09	1,7	1,8	1,5	3,4	3,2	4,8	9,0	10,8	6,7	5,2	11,8	11,9
2009/10	11,8	12,1	10,5	4,3	0,7	1,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,9	7,2
2010/11	10,0	11,0	12,7	6,8	1,9	1,6	0,7	1,3	2,0	0,7	0,0	2,8
2011/12	3,1	3,1	3,1	2,7	2,8	1,5	1,8	3,2				
PROMEDIO												
SALADO	6,7	7,2	5,6	3,8	3,0	2,0	1,9	2,0	0,6	1,9	4,0	5,5
Max	15,7	15,5	14,8	13,6	15,1	11,2	9,0	10,8	6,7	10,3	15,3	13,2
Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desv Tip	5,1	4,6	4,7	3,7	3,1	2,4	2,2	2,4	1,3	2,5	4,3	4,7

Información existente a la fecha: Período 1974/75 - 2011/abr 2012 (por año hidrológico)- Fuente APRH S. del Estero

Como vemos, el aporte promedio para Marzo 1.9 m<sup>3</sup>/s.

Hasta el momento, la información correspondiente al **Canal Jume Esquina**, se compone de 12 aforos entre enero y octubre de 2014, valores que se grabaron en la Planilla de la Base de Datos.

### 3.5.3. Ploteo de aforos – Aforador El Barrialito



## 3.6. Río Salado en Suncho Corral

### 3.6.1. Ubicación De La Sección de Aforos



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

La sección de aforos se encuentra sobre el Puente Metálico de la RPN<sup>o</sup>53 que cruza el Río Salado en Suncho Corral. 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, sobre la

RNNº89, lo que podría estar provocando una curva de remanso, influyendo en los datos de los aforos.

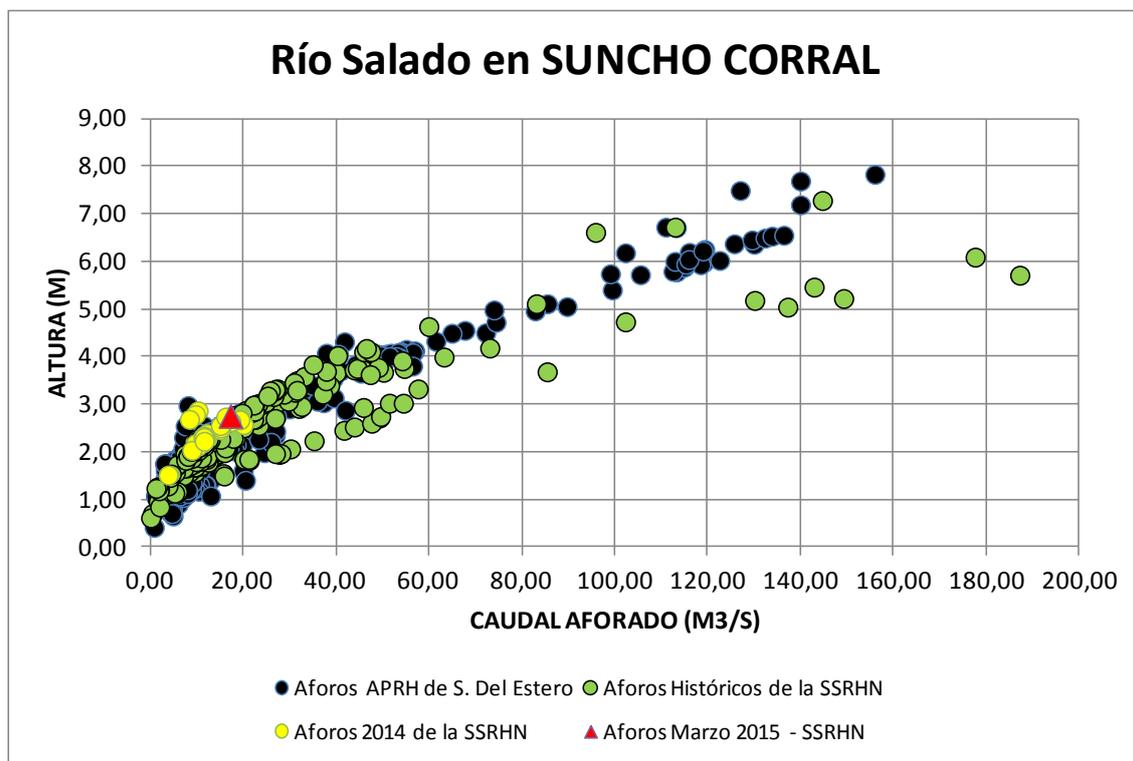
**Hay que destacar que esta sección recibe aportes del Canal Jume Esquina a través del Río La Guardia.**

Aforan desde el puente, 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 ya mencioné, el reinicio de la construcción del **nuevo puente**, situado a 460 m aguas abajo de la sección de aforos, sobre la RNNº89, pudo haber afectado algunos aforos, especialmente desde Junio en adelante, aunque a partir de **Diciembre** de 2014, los aforos se encuentran dentro de la tendencia normal.

La SRH de Santiago del Estero, se está analizando la posibilidad de instalar un sensor de presión en dicho canal.

### 3.6.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la BDHI de la SSRHN, período 2004/2013 (verde) y a la APRH de S. del Estero, período 1984/2013 (negro). En amarillo los aforos de la SSRHN 2014/15 y en Rojo el aforo de Marzo de 2015

El aforo plotado de marzo corresponde al día 11 con 17,27 m<sup>3</sup>/s. **El pico de crecida pasó entre el 31 de marzo y el 3 de abril con 121 m<sup>3</sup>/s según la APRH Sgo. Del Estero.**

Se debe tener en cuenta para el análisis conjunto de aforos, que cada repartición tiene su hidrómetro propio, con una diferencia aproximada de 1,80m entre ellos (1,80m de la SSRHN  $\approx$  0,00m de la APRH S. del Estero).

### **3.7. Río Salado en RNN°92 – Añatuya**

En la imagen Google posterior, se muestra la Localización de la Estaciones de Aforos Puente RPN° 92, Colonia Dora – Añatuya y Pasarela Tacón Esquina.

#### **3.7.1. Ubicación de la Estación de Aforos**

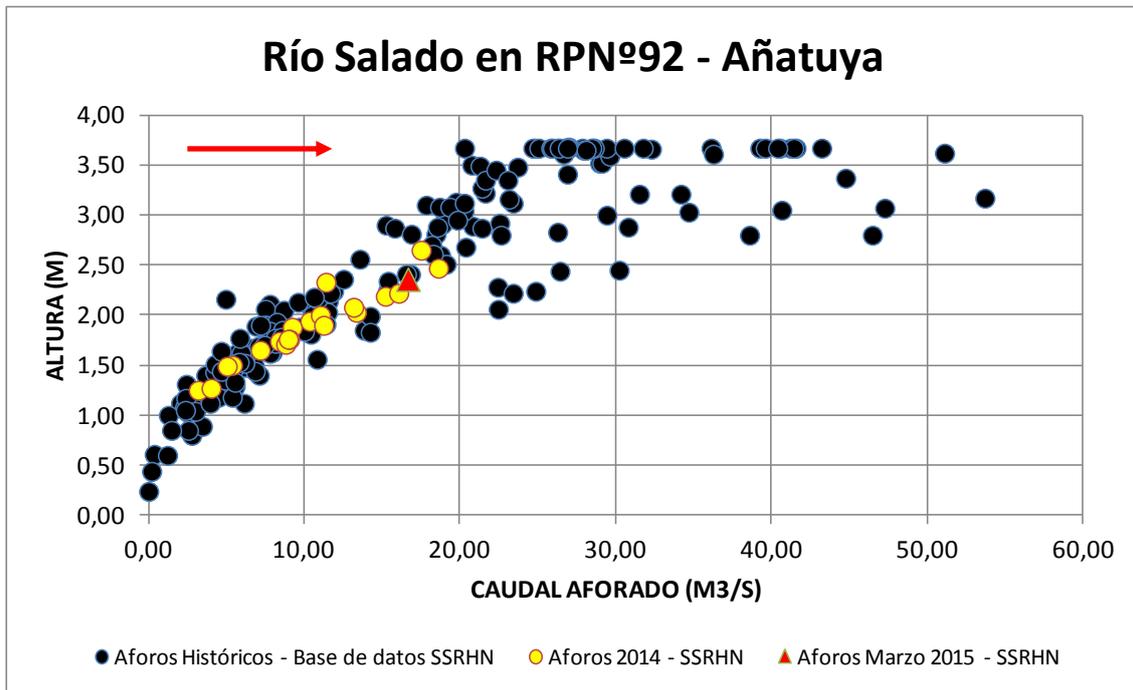


Como ya analizamos en informes anteriores, para alturas superiores a 2 m existe una gran dispersión, debiéndose estudiar hidrológicamente el efecto de remanso que podría provocar el Azud Colonia Dora.

Para alturas superiores a los 3,5 m se aforan caudales que van desde los 20 m<sup>3</sup>/s hasta los 50 m<sup>3</sup>/s. Este efecto suele suceder en secciones sobre puentes que trabajan “a presión”, o sea para aforos cuyas alturas hidrométricas igualan o superan la altura del tablero del puente.

Se debe hacer la monografía (con topografía) de esta sección para determinar los problemas, fijar objetivos de estudios, y de esta manera minimizar o corregir los errores. Como vemos en el historial, **las alturas hidrométricas no superan los 3,67 m.**

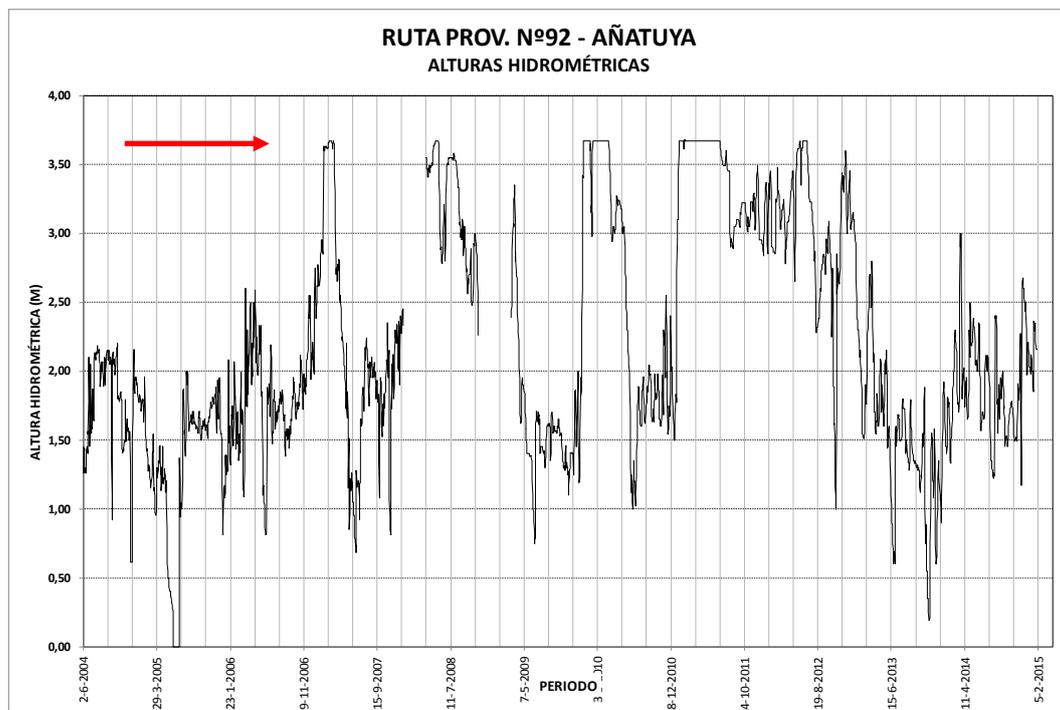
### 3.7.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2004/2013. En amarillo, los aforos 2014/15. En Rojo el aforo de Marzo de 2015.

Como en Suncho Corral, el aforo planteado de marzo corresponde al día 11 con 16,65 m3/s, pero en esta zona, el pico de crecida pasó entre el 31 de marzo y el 3 de abril.

### 3.7.3. Hidrograma de la Estación



Datos pertenecientes a la última actualización de la Base de Datos Hidrológica Integrada de la SSRHN al momento de la presentación del informe. Período 01/06/2004 – 31/01/2015 – Lectura de las 9:00 hs

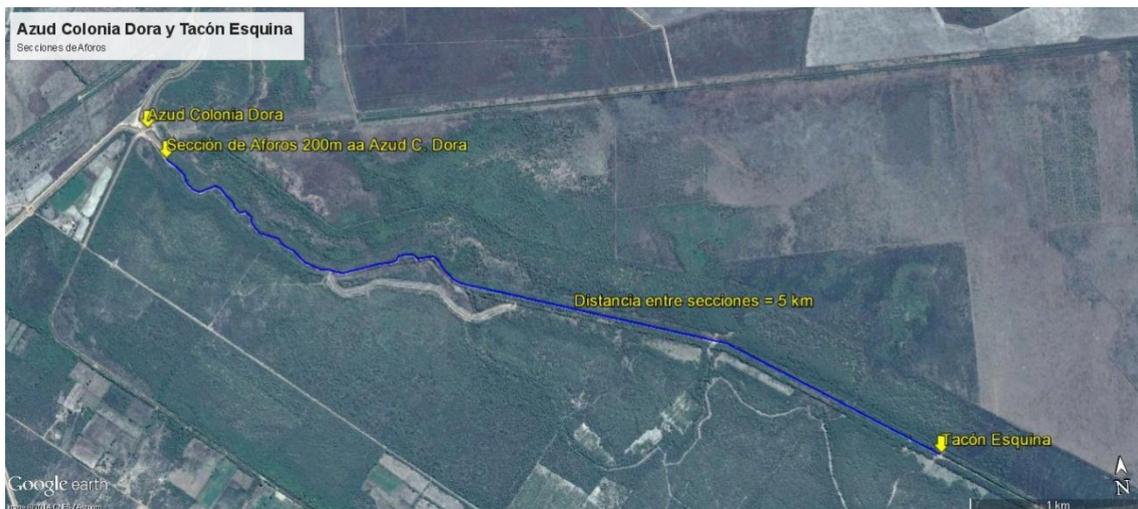
En la gráfica se representan las alturas hidrométricas del período Junio 2004 / Enero 2015, en donde se aprecia la anomalía analizada en los puntos anteriores. La Base de Datos (Planilla Red Básica) se completó con las alturas hidrométricas correspondientes a las 09:00 hs del período 01/01/2014 – 30/01/2015, respetándose en las celdas correspondientes, las alturas observadas del aforo de cada fecha.

### **3.8. Río Salado en Tacón Esquina**

En esta zona se aforan dos secciones, no sistemáticas por el momento. Una situada a unos **200 m aguas abajo del Azud Nivelador de Colonia Dora**, actualmente con un sensor de presión instalado, y desde esta sección, a 5 km aguas abajo (por el río), en una pasarela del **Paraje Tacón Esquina**. Además, cada una tiene su escala hidrométrica, y **se instalaron marcando la misma altura** del pelo de agua. Se deberá dar cota IGN a los ceros de cada hidrómetro.

#### **3.8.1. Ubicación de la Estación**

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



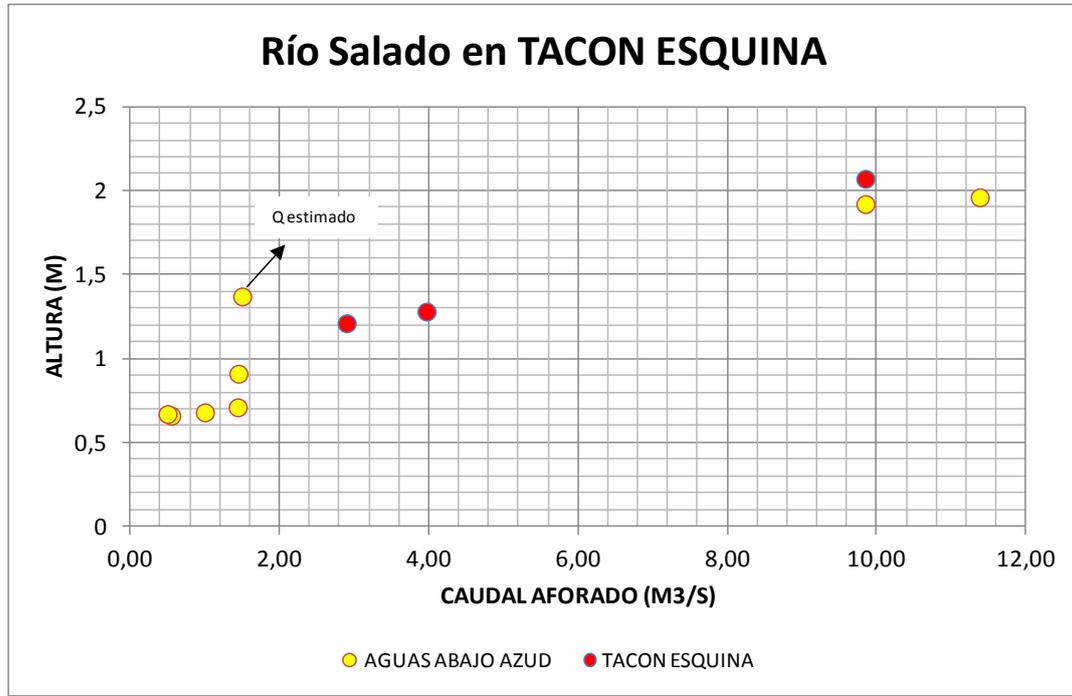
#### **3.8.2. Ploteo de Aforos**

El último aforo realizado es del 17/09/2014 con  $H= 0.71\text{m}$  y  $Q= 1.44 \text{ m}^3/\text{s}$  (MASPyMA). La información hidrométrica de esta estación se controla mediante las mediciones realizadas por los sensores instalados en el ala vertedero y el ubicado 200 m aguas abajo del Azud Nivelador de Colonia Dora.

Sería de mucha utilidad organizar campañas de aforos en esta sección, por el momento no sistemática, realizando mediciones para distintos estados del río. De esta manera, al ampliar el rango de observación, y con un perfil topobatimétrico de apoyo,

podríamos estimar una curva de descarga cuyo desarrollo tenga el respaldo técnico suficiente para transformar las alturas en caudales con más seguridad.

La información existente hasta el momento se representa la siguiente gráfica



No hay nueva información en esta sección.

### 3.9. Río Salado en Pinto

#### 3.9.1. Ubicación de la Estación

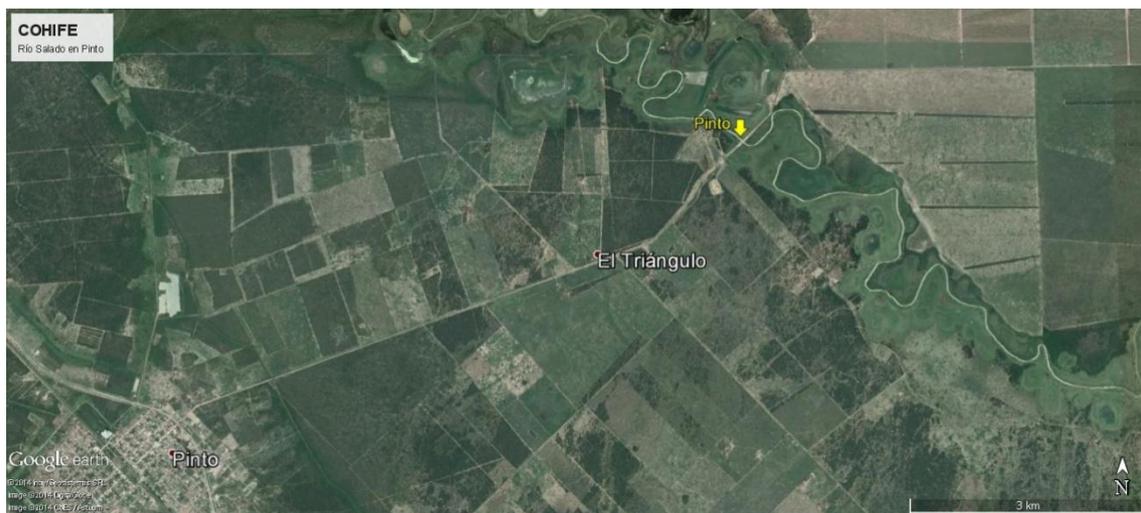
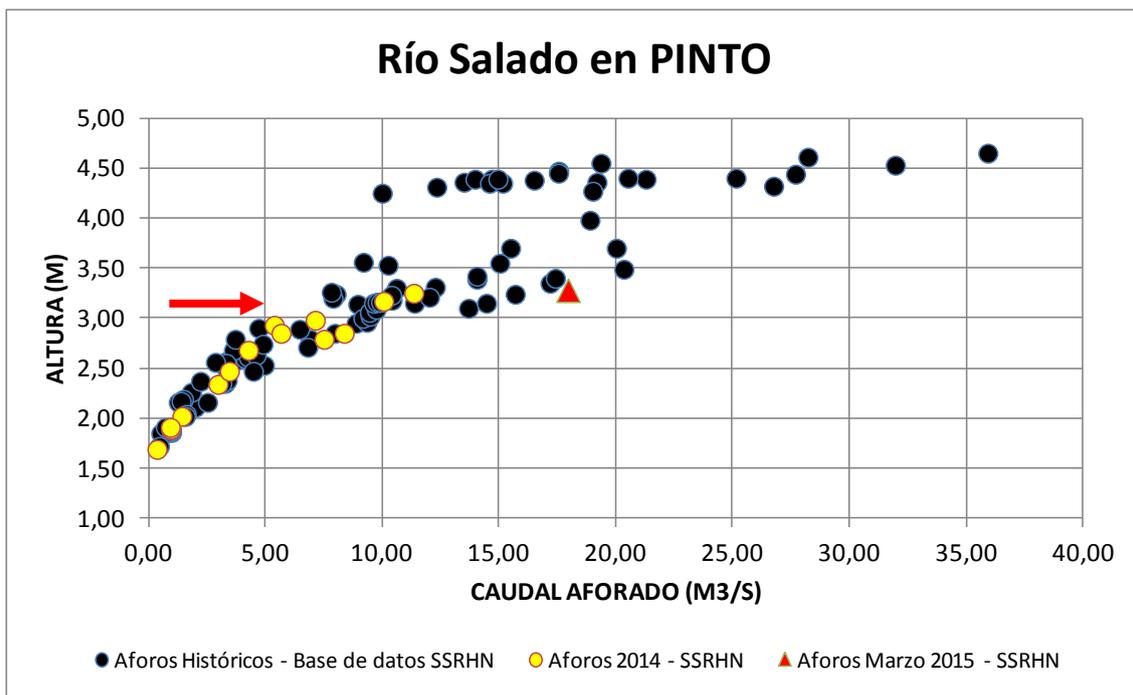


Foto Google Earth Pro



Foto Google Earth Pro

### 3.9.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2009/2013. En amarillo, los aforos 2014/15. En Rojo el aforo de Marzo de 2015.

Al igual que los caudales aforados en Enero y Febrero, el aforo de Marzo 2015, muestra un pequeño desfase respecto a la nube de puntos de los aforos del año 2014. Este aforo, con una altura de 3,28m y un caudal de 17,955 m<sup>3</sup>/s, es el mayor aforado en el período de estudio (Ene 2014). Supera los 3 m de altura hidrométrica, y como vengo exponiendo en informes anteriores, se deberían analizar las condiciones

topográficas y batimétricas de la sección para estudiar las causas dispersión y poder tomar medidas correctivas ya sea para corregir la medición de aforos desde el punto operativo, o para corregir el valor aforado.

**En esta estación, se completaron los datos de alturas hidrométricas** del año 2014/15 en la planilla COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.xls, con información de la BDI – SSRHN, disponible al momento de la confección de este informe, o sea al 30/01/2015.

Cabe destacar que la información hidrométrica disponible en dicha base de datos es desde 01/02/2009 con 3 lecturas diarias.

Para este informe, se seleccionan las alturas observadas a las 9:00 hs. En caso de diferencias con la altura observada por el aforador, se respeta esta última, o sea la del momento del aforo, para que sea coincidente con el dato del caudal. Por el momento no hubo que realizar correcciones.

### **3.10. Río Salado en Malbrán**

#### **3.10.1. Ubicación De La Sección**

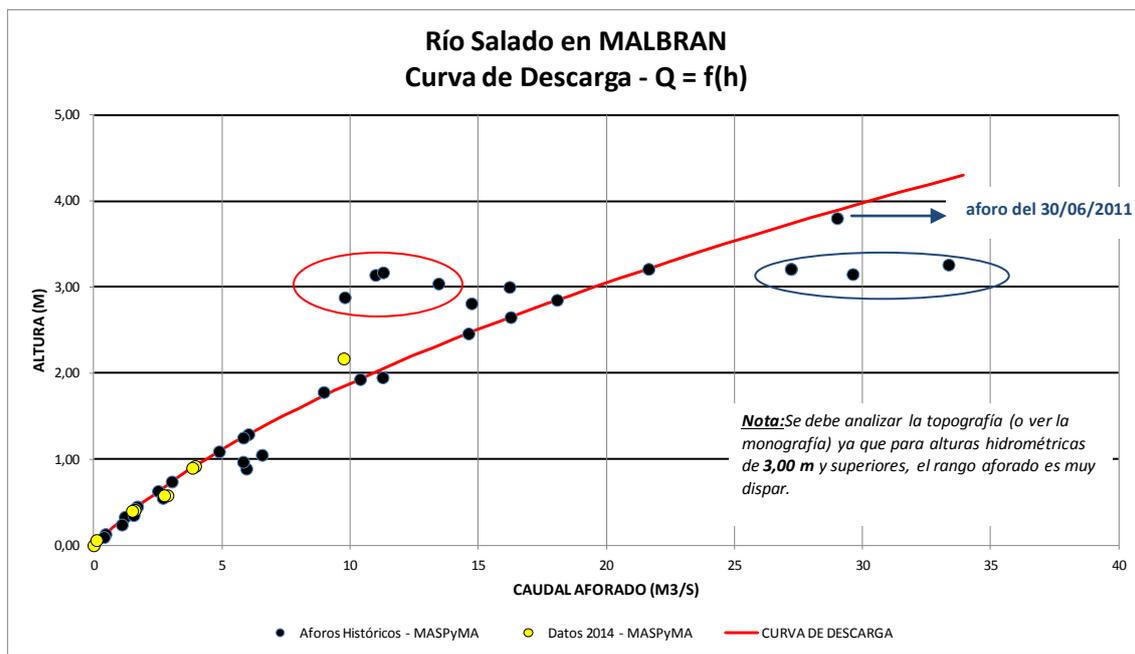


*Foto Google Earth Pro. Se muestra en la foto la ubicación de la Estación Hidrométrica de Malbrán y la de Pinto*



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

### 3.10.2. Curva de Descarga



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

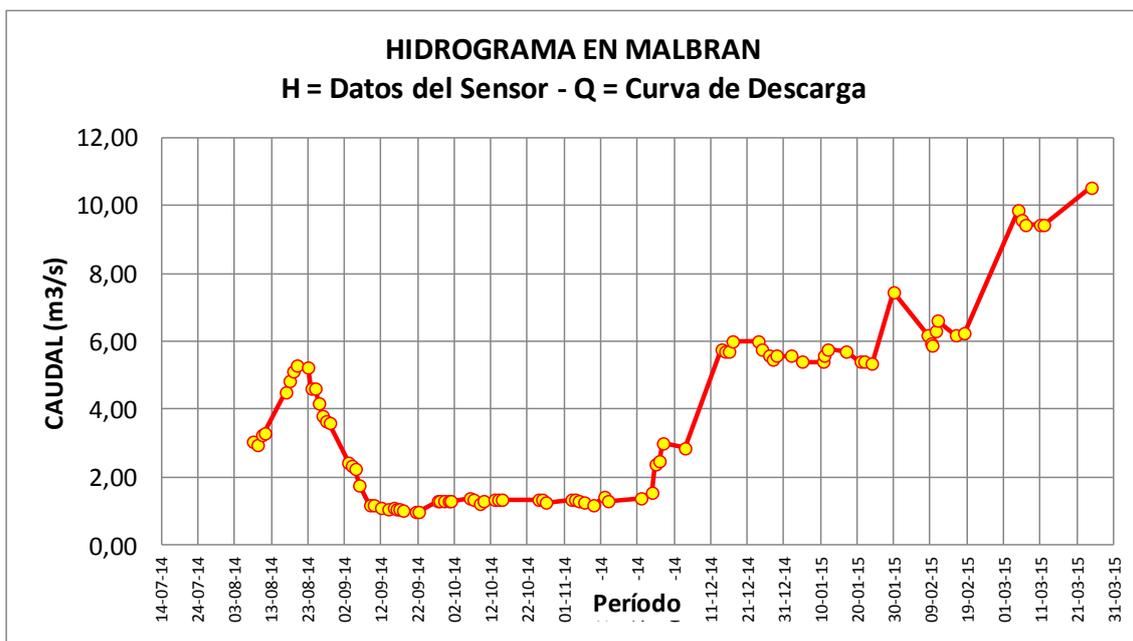
A partir del mes de Setiembre del 2014 se produce un estiaje de características críticas. Debido a esto y con el fin de brindar una herramienta más que permitiera estimar caudales que ayuden a los técnicos del MASPyMA al seguimiento del comportamiento del Río Salado, se me solicitó la elaboración de una Curva de Descarga.

La misma 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. Los aforadores del MASPMA señalan que para estos niveles, comienzan a trabajar los aliviadores del puente, cuestión que deberá tenerse en cuenta para el análisis.

### 3.10.3. Hidrograma

A partir del 8 de Agosto de 2014, se reciben **datos en tiempo real** del sensor de presión instalado en esta sección, conocida como Puente el Chañar de la RPNº43 Malbrán – Bandera. Por el momento, el índice de disponibilidad de datos por red Orbcomm del sensor es aproximadamente del **40%**.

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.



*Hidrograma calculado con alturas registradas por el sensor y caudales calculados por la curva de descarga. Se presenta el período 08/08/2014 al 31/03/2015.*

*La línea roja une datos no consecutivos, por ausencia de los mismos, y para visualizar la tendencia.*

A partir de enero de 2015 se producen precipitaciones en el centro-sur de la cuenca, y en marzo de 2015 en la zona centro-norte, como se aprecia en el punto 2.3.1. de este informe. Las alturas registradas en el sensor me permitieron continuar calculando

caudales con la misma curva de descarga, ya que se encuentra dentro del rango de aforos realizados.

### **3.11. Río Salado Límite Interprovincial en Ea. San Ramón**

#### **3.11.1. Ubicación de la Estación**

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



*Foto Google Earth Pro*



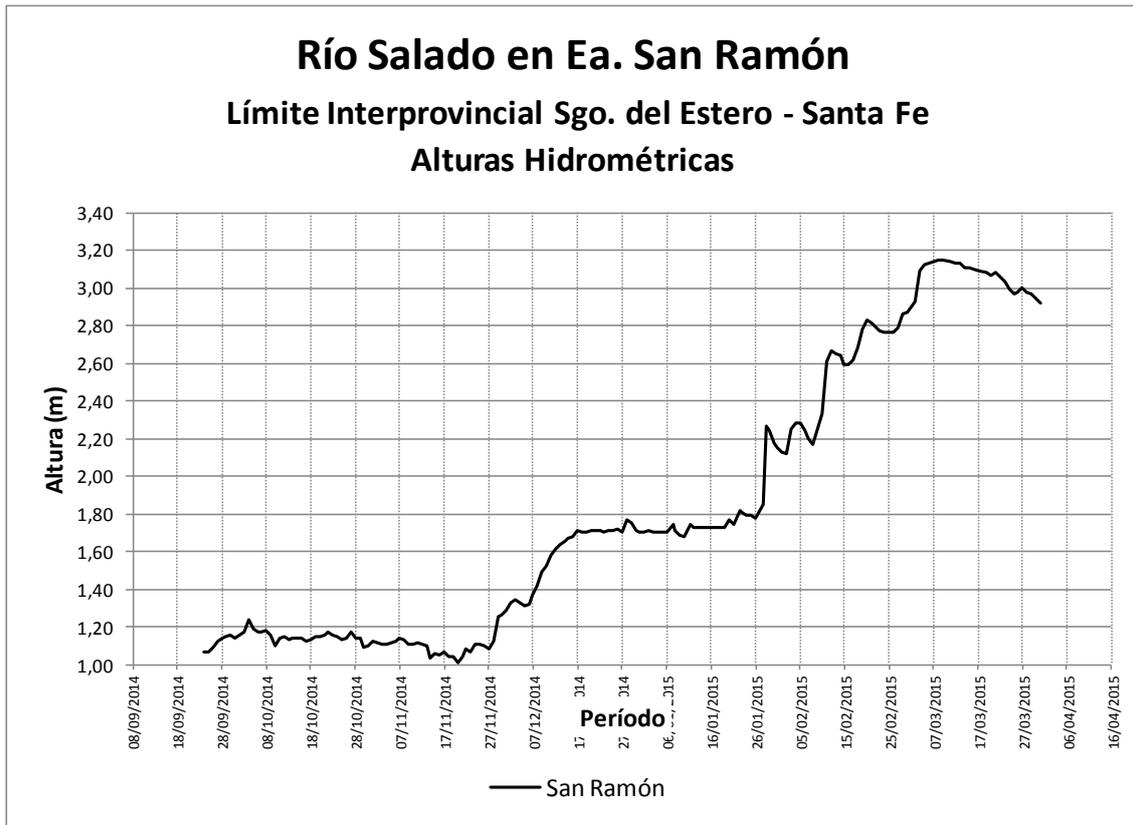
*Foto Estación e Hidrómetro*

La estación hidrométrica automática está localizada en el Límite Interprovincial Santiago del Estero – Santa Fe. Sirve para cuantificar el caudal que ingresa a esta Provincia y al Azud Nivelador Tostado.

El sensor de presión instalado envía información desde el **24/09/2014**. Se realizaron tareas de calibración del sensor y control de la transmisión de datos por la Red Orbcomm. Dicha información está incluida en los parámetros que el MASPMA transmite diariamente.

Esta sección declarada de interés por la Provincia de Santa Fe, deberá sistematizarse (ver Punto 1.3.3.), o sea comenzar a realizarse aforos en forma sistemática para, entre otras cosas, poder consolidar una curva de descarga.

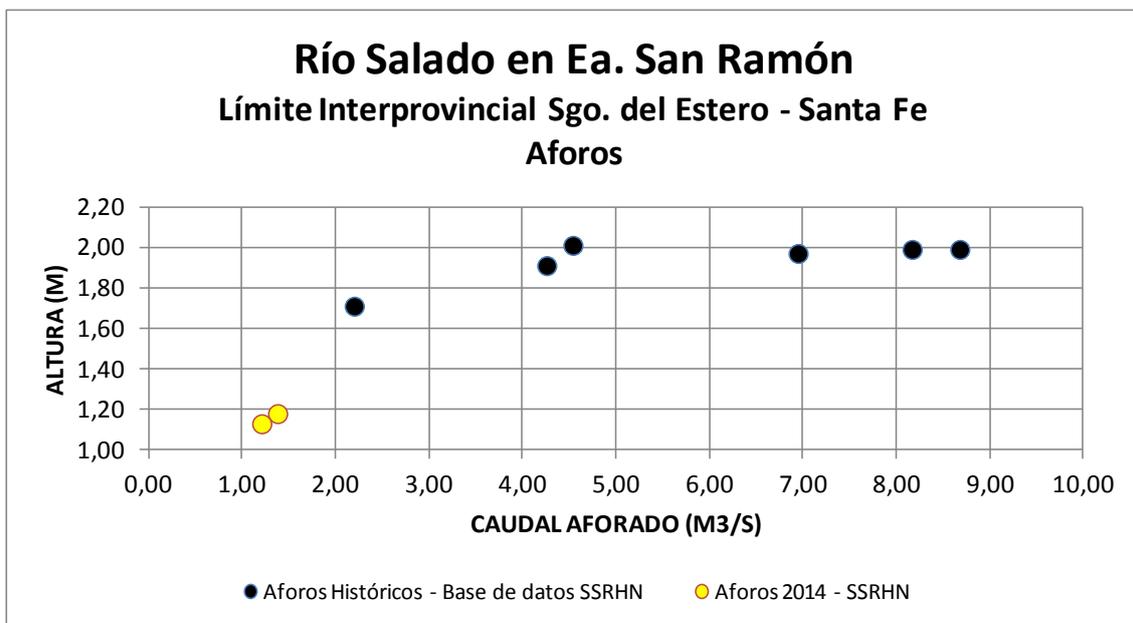
### 3.11.2. Alturas Hidrométricas



Los datos corresponden al sensor de presión, período 24/09/2014 – 31/03/2015.  
En Calibración

**El pico de marzo se dio los días 8 y 9 con 3,15m.**

### 3.11.3. Ploteo de Aforos



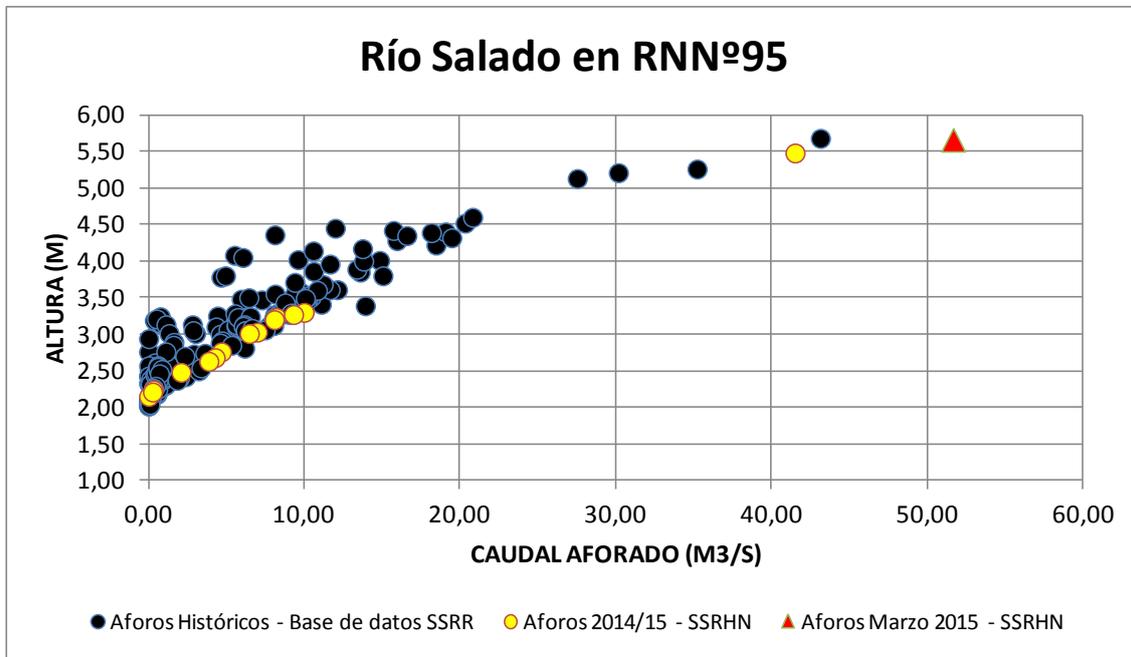
Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2010/2011. En Amarillo aforos de Setiembre de 2014.

No se posee nueva información para esta sección.

### 3.12. Río Salado en RNN<sup>095</sup> (Tostado)

Se incluyen en la Planilla de Datos caudales calculados por el MAPyMA durante el mes de Marzo.

#### 3.12.1. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2004/2013. En amarillo, los aforos 2014-Ene/2015. En Rojo el aforo de Marzo de 2015.

Como vemos en círculos amarillos, los caudales aforados durante el 2014/15 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 del 20 de Febrero de 2015, con 5,48m y 41,50 m<sup>3</sup>/s, fue superado por el del 6 de Marzo, que con 5,66m y 51.66 m<sup>3</sup>/s** es el más alto aforado desde el comienzo de la sistematización. Se sitúa sobre esta tendencia y representa la crecida del Río Salado como consecuencia de precipitaciones en la zona centro y sur de la cuenca, tal como se representa en el gráfico del punto 2.3.1. de Precipitaciones Acumuladas En El Trimestre Ene– Mar/2015.

### 3.13. Azud Tostado

#### 3.13.1. Caudales Erogados

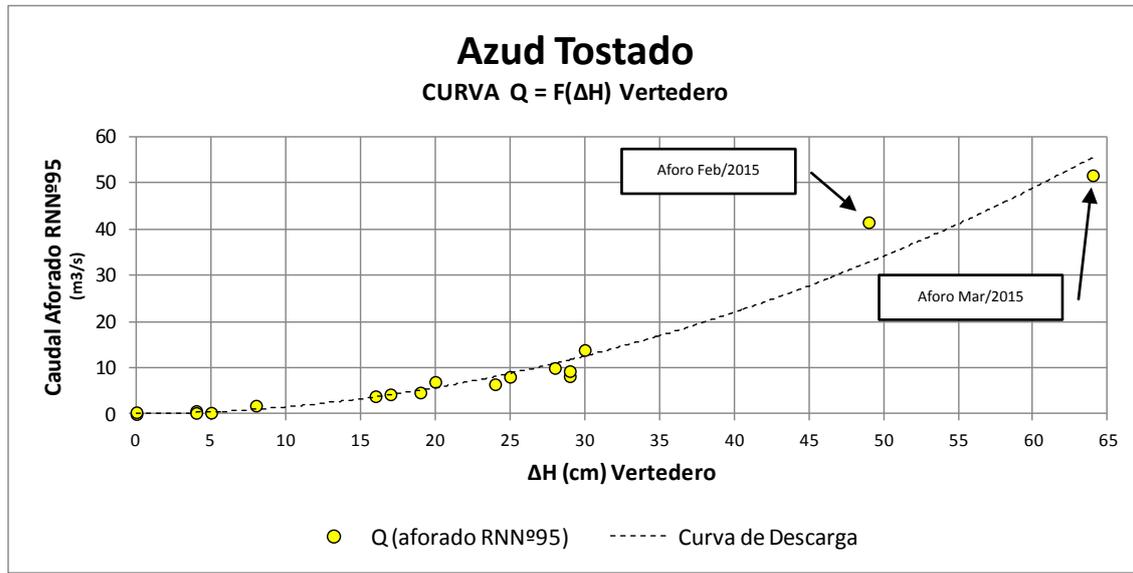
Los caudales erogados desde el Azud tienen las siguientes características:

- **Canal de Bombeo RPN<sup>091S</sup> – EBN<sup>01</sup>**: cada bomba (2) extrae entre 500.000 y 750.000 lts/hora y están las 24 hs funcionando en condiciones normales del río.

**Durante el mes Febrero, estuvo fuera de funcionamiento** debido a que los excedentes hídricos locales producidos por lluvias excepcionales, permitieron el abastecimiento de las plantas de potabilización y cubrir la demanda de agua para consumo animal, sin recurrir al Río Salado.

- **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 - Consideraciones**
  - a partir de Setiembre de 2014, se incluyen caudales erogados por vertedero. Estos caudales son "estimados" correlacionando las alturas de la lámina de agua sobre el vertedero con los aforos sobre la RNN<sup>95</sup>.
  - Esta correlación de valores permite calcular una expresión matemática para calcular caudales erogados por el vertedero de Tostado en función de la altura de la lámina sobre el mismo, teniendo en cuenta que la cota de coronamiento es 71,20 m.
  - Se debe tomar como **curva de descarga provisoria** cuyo fin exclusivo es el de servir de apoyo a los técnicos del MASPyMA.
  - **Se deberá realizar el correspondiente cálculo hidráulico de flujo por vertedero y comparar valores.**
  - Los caudales aforados en marzo de 2015, superiores a los 50m<sup>3</sup>/s en la RNN<sup>95</sup>, con una lámina sobre vertedero que llegó a los 67 cm el día 7, permitió reformular la curva de descarga no solamente en su extremo superior, sino para todo el rango.
  - En la planilla de datos, se recalcularon los caudales calculados por curva de descarga, erogados por vertedero.

### 3.13.2. Curva de Descarga Vertedero Azud



La expresión adoptada es de la forma:  $Q = 0,0132 \times (\Delta H)^2 + 0,0194 \times \Delta H$ , donde  $\Delta H =$  lámina sobre el vertedero en cm -  $Q =$  caudal erogado en m<sup>3</sup>/s

Considero normal la dispersión para valores altos, en función de lo que detallé en el punto anterior.

### 3.14. Río Salado en RNNº39

En esta estación, además de recibir información en tiempo real del sensor, el MASPyMA completa periódicamente información con datos elaborados, correspondientes a Alturas Medias Diarias y Caudales Medios Diarios, con su serie de datos del período que va desde el 19/05/2011 y hasta el 31/12/2014.

Los datos correspondientes al año 2014 fueron grabados en la Planilla de la Base de Datos. **En la misma, los Caudales son valores calculados**, pero cuando se dispone de aforos, se le da prioridad a este valor.

Las expresiones la curva de descarga ajustada son (**Fuente MASPyMA**):

- $1.83 \text{ m} \leq h \leq 8.00 \text{ m}$ :  $Q = 0.8854012 * (h - 1.461328)^{2.911797}$
- $h > 8.00 \text{ m}$ :  $Q = 1361.719 * h - 10581.65$

$h$ : altura de escala (MASPyMA) [m],  $Q$ : caudal [m<sup>3</sup>/s].

De acuerdo a lo conversado con autoridades del Ministerio, estas expresiones matemáticas son válidas y representan aproximadamente los caudales del año 2014, pero la crecida de enero 2015 obligó a realizar un nuevo análisis.

Es por esto que **estas curvas de descarga se encuentran en período de revisión a partir del 2015, por lo que no se calculan los caudales de enero hasta tanto se reciba la expresión oficial.**

Como dato ilustrativo, el MASPyMA aforó en esta sección **360,22 m<sup>3</sup>/s** para una altura de **6,36m**, el **06 de Febrero**.

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

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

Desde el punto de vista meramente objetivo, basándome en la observación de niveles de embalse, Cabra Corral muestra un desembalse pronunciado desde el 3 de abril de 2014 con 1030,52 m de cota de embalse, hasta el 14 de diciembre de 2014 con 1026,14 m de cota de embalse, fecha a partir de la cual comienza a recuperar niveles y que continua ininterrumpidamente hasta la fecha.

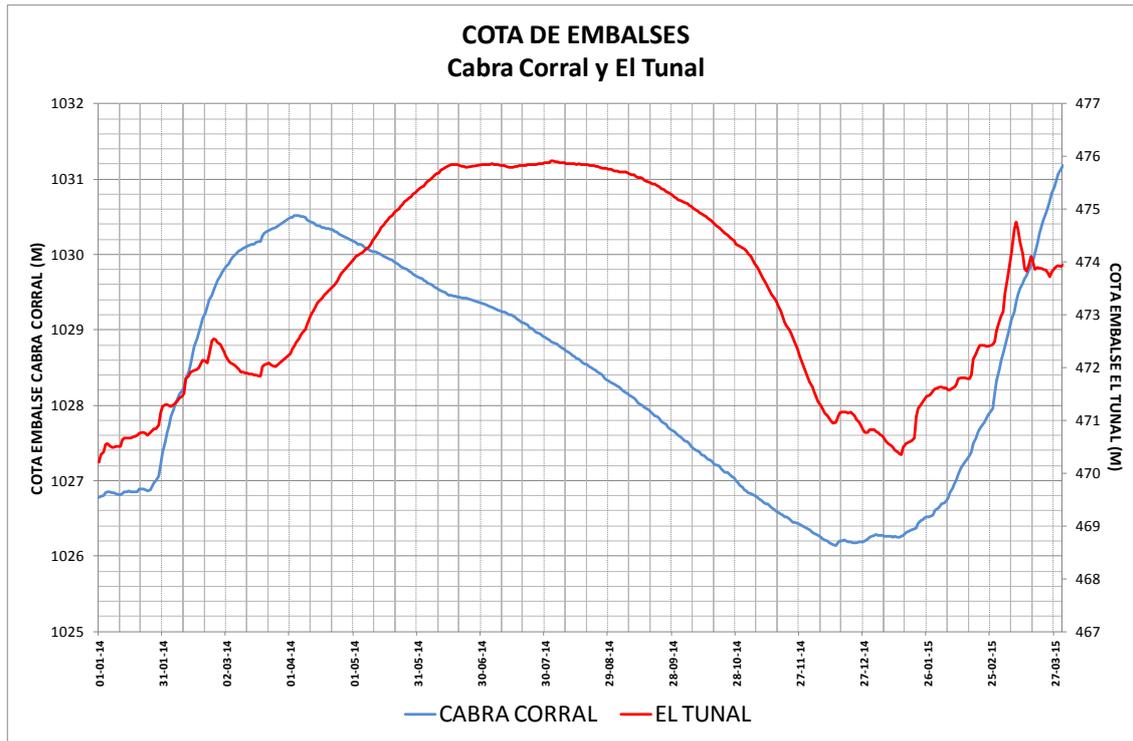
Desde el mismo punto de vista, El Tunal, aguas abajo de Cabra Corral, presenta una tendencia más variable, creciente desde principios de 2014 hasta junio, estabilizándose con valores altos hasta agosto y luego disminuyendo hasta mediados de enero de 2015, comenzando desde ahí un repunte de niveles de embalse y que continúa hasta la fecha, con irregularidades.

**O sea que tendencia de las dos obras es de embalse en estos momentos.**

Si se desea profundizar en un análisis que permita conocer y evaluar el comportamiento de los niveles de embalse, para conocimiento de las provincias involucradas en la cuenca interjurisdiccional, se deberán solicitar y analizar de los informes de AES Argentina Generación S.A. - Centrales Cabra Corral y El Tunal.

En el siguiente gráfico, se pueden apreciar las variaciones de los niveles de embalses en ambas represas a partir de enero de 2014.

**Los datos existentes fueron suministrados gracias a la colaboración de personal técnico del INTA Reconquista.**



Los datos corresponden al período 01/01/2014 – 31/03/2015 con interrupciones que fueron interpoladas para la gráfica. La actualización de la información se realizó gracias al aporte del Ing. Mario Basannickisch del INTA Reconquista.

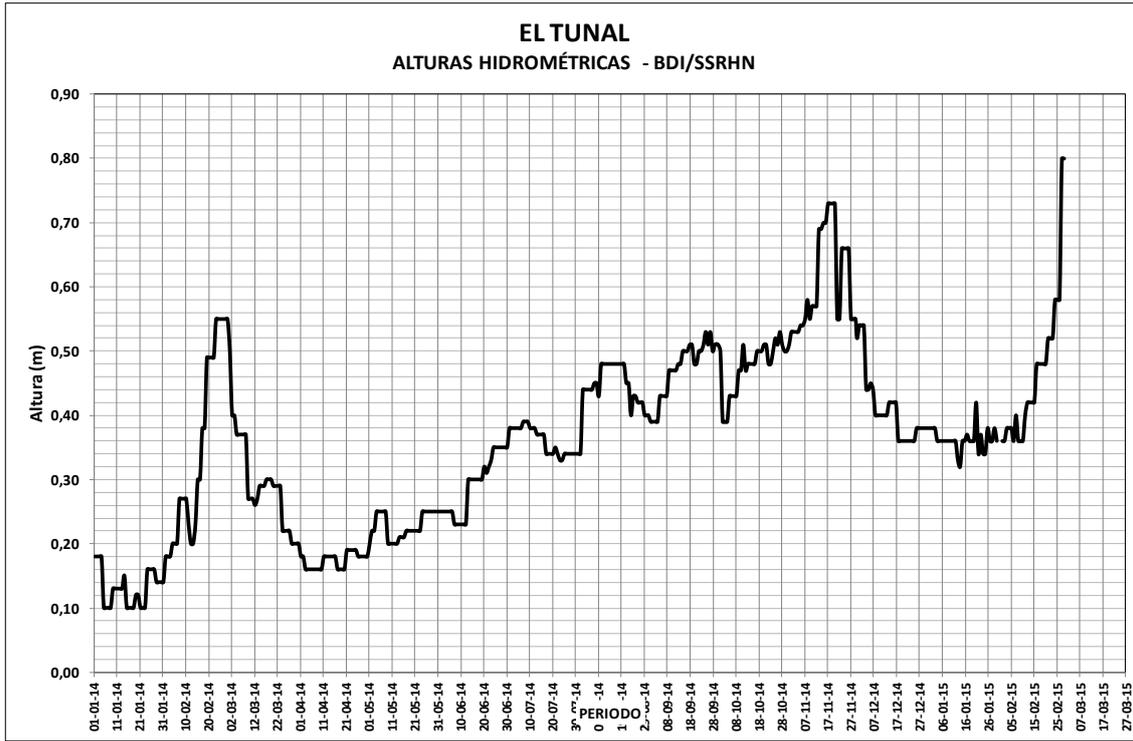
#### **4.2. Alturas Hidrométricas Río Juramento en El Tunal**

Se presentan en este informe los datos de alturas hidrométricas extraídas de la Base de Datos de la SSRHN, desde el 1 de enero de 2014 hasta la 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.

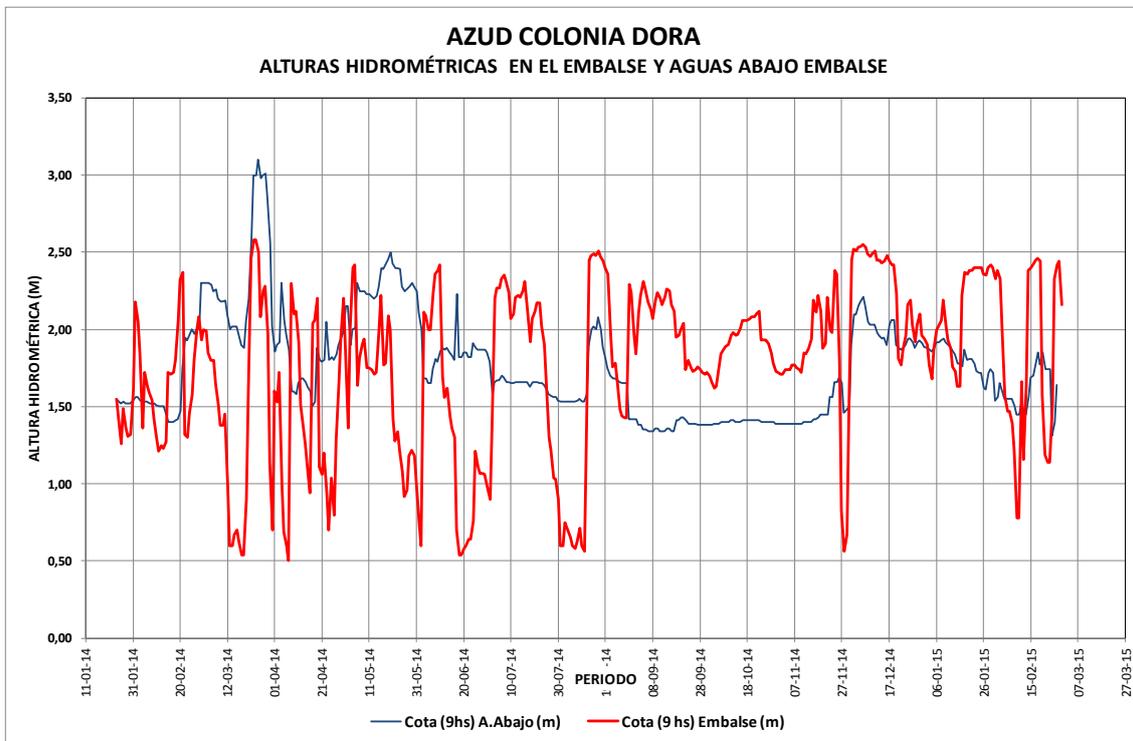
Los valores fueron controlados con los observados por el aforador, coincidiendo en todos los casos.

Se presenta a continuación la gráfica de alturas durante el período 2014/15.



Los datos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, periodo 01/01/2014 al 28/02/2015 (Febrero datos Evarsa). El último dato grabado en la BDI a la confección de este informe es del 31/01/2015..

### 4.3. Alturas Hidrométricas Azud Colonia Dora



Alturas hidrométricas observadas correspondientes al período 24/01/2014 – 28/02/2015.

**OBSERVACIONES SUSPENDIDAS POR LA SSRH EN EL CUENCO Y PIE DE PRESA A PARTIR DE MARZO 2015**

Los valores corresponden a alturas hidrométricas **observadas** 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.

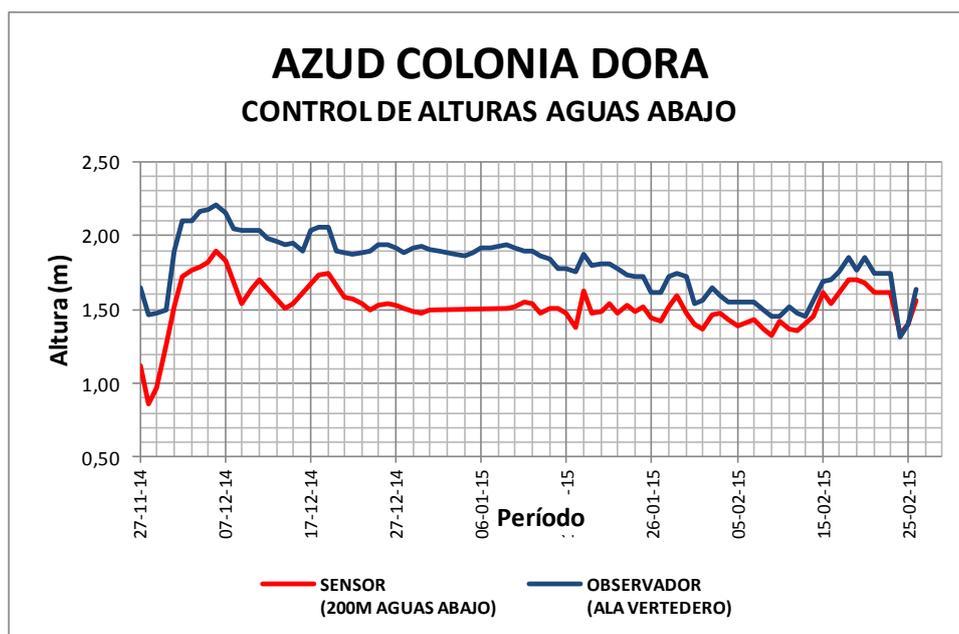
Se observan las variaciones en las alturas del embalse como consecuencia de políticas de riego y la derivación de agua por los canales.

No hay datos observados de marzo del embalse ni de Pie de Presa. Se sabe que el nivel en el embalse superó los 3 tramos instalados de escala, y de acuerdo al observador se superaron los 4.00 m.

Personal técnico de Evarsa, trabajará para la instalación del tramo (3m–4m) de escala faltante y además, con la información existente marcada, poder reconstituir la crecida. Se deberá tener información oficial del levantamiento de estas 2 observaciones.

Con respecto a lo ya explicado en el punto 1.3.1., se controlaron los registros del sensor instalado 200 m aguas abajo, desechándose valores erróneos.

Se presenta la gráfica de alturas **observadas** aguas abajo del azud (“ala vertedero”) y las registradas por el **sensor** 200m aguas abajo.

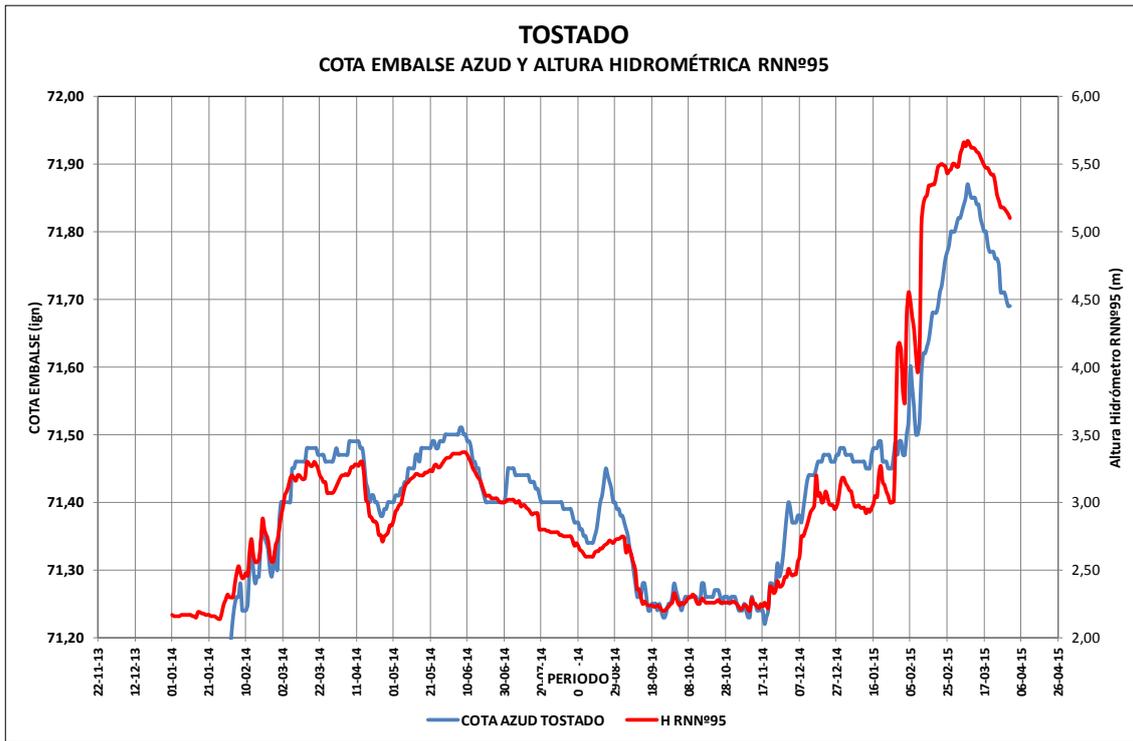


Los datos faltantes del sensor fueron unidos por la gráfica. Los valores se encuentran en la planilla de la Base de Datos. Período graficado 27/11/2014 – 26/02/2015. Sin datos Ala Vertedero.

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

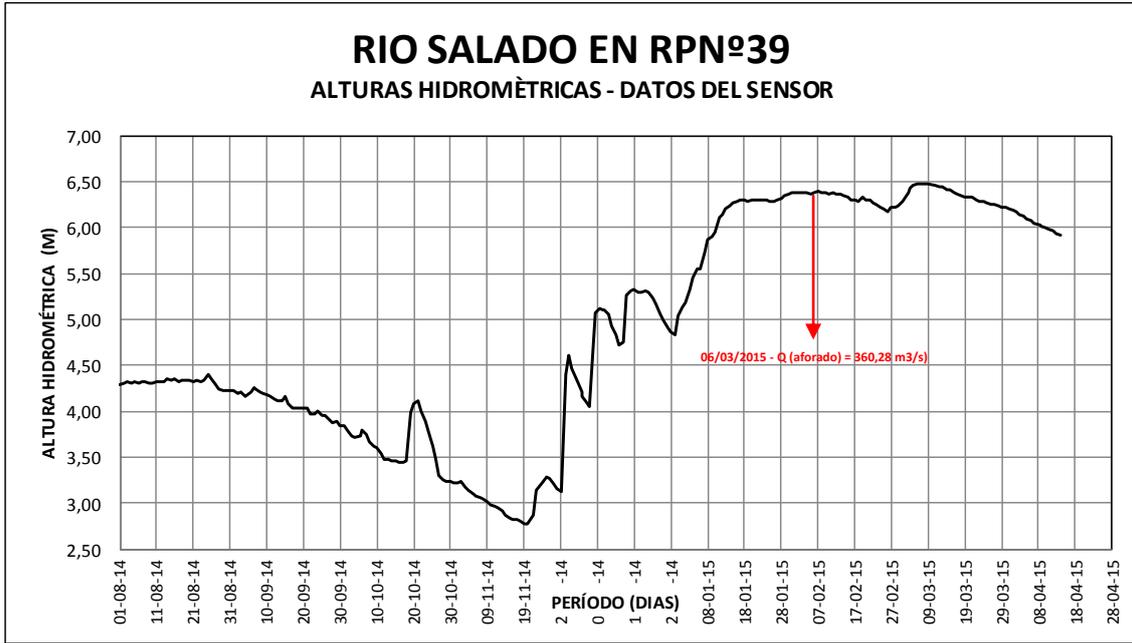
En el gráfico siguiente, se representan las alturas hidrométricas observadas en la RNNº95 y las cotas del embalse de Tostado.

Para una mejor apreciación de las variaciones de los niveles, tanto las del embalse como las del hidrómetro, comienzo con cota 71,20 m para el embalse que es la cota de umbral de vertedero, y 2,00 m para la altura de la RPNº 95, que es apenas inferior a la mínima observada en el período.



En este gráfico vemos las variaciones en los niveles del embalse y en el hidrómetro de la RNNº95, correspondientes al período 01/01/2014 – 30/03/2015.

**4.5. Alturas Hidrométricas Río Salado en RPNº39 (Santa Fe)**



Río Salado en RPNº39, Provincia de Santa Fe. Información del sensor desde el 06/08/2014 hasta el 14/04/2015

**5. PLANILLA RED BÁSICA HIDROMÉTRICA**

Se adjunta a este informe como Anexo la Planilla de la Red Hidrométrica con la información recibida (COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.xls)

# **INFORME N° 12**

## **ANEXO PLANILLA**

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

**MARZO  
2015**

Ing. Orlando M. Bande