

CO/H. 1112
6193

44241

**CONVENIO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE SANTA FE**

**SISTEMA BAJOS SUBMERIDIONALES
SUBSISTEMA
A° GOLONDRINAS – A° CALCHAQUÍ – RÍO SALADO**

**ESTUDIO DE VERIFICACIÓN
DEL
FUNCIONAMIENTO HÍDRICO**

INFORME FINAL



PROVINCIA DE SANTA FE

AGOSTO DE 2002

EQUIPO DE TRABAJO

RESPONSABLE: Ing. Roberto GIORIA

Colaborador: Ing. María del Valle MORRESI

PARTICIPANTES POR EL CONVENIO CFI – PROV. SANTA FE

Ing. Elsa VINZÓN

Ing. Nélida LOZANO

Ing. Estela KRUSSE

Hta. Hugo VICINO

**SISTEMA BAJOS SUBMERIDIONALES
SUBSISTEMA
ARROYO GOLONDRINA - ARROYO CALCHAQUÍ - RÍO SALADO
ESTUDIO DE VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HÍDRICO**

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	8
2	BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EN ESTUDIO	9
3	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	11
4	ANTECEDENTES E INFORMACIÓN ANALIZADA	12
4.1	Estudios	12
4.2	Otros Antecedentes	12
5	RECONOCIMIENTO DE CAMPO	13
6	ESTUDIOS ESTADÍSTICOS	14
6.1	Arroyo Golondrinas: Estación Fortín Olmos - Caudales Máximos Anuales	14
6.2	Arroyo Golondrinas: Estación El Bonete - Caudales Máximos Anuales	18
6.3	Arroyo Calchaquí: Estación La Higuera - Caudales Máximos Anuales	21
7	ESTUDIOS HIDROLÓGICO - HIDRÁULICOS	25
7.1.	Evaluación Cuanti - cualitativa del Impacto Hidrológico - Hidráulico producido por las Obras Construidas y a Construir (nuevas o ampliaciones de las existentes)	25
7.1.1	Datos utilizados	25
7.1.2	Evaluación del Incremento de los Anchos de Afectación	27
7.1.3	Análisis de la Imagen Satelital del 15/6/02	29
7.2	Determinación de la magnitud de los condicionamientos producidos a la dinámica hídrica superficial del sistema natural por la presencia de las obras existentes a marzo de 2002 y las a construir.	29
7.3	Conclusiones y Recomendaciones	30
7.3.1	Acciones Estructurales	30
7.3.2	Acciones No Estructurales	31
7.3.3	Recomendaciones	31

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este estudio está dirigido a determinar posibles acciones a emprender para optimizar el funcionamiento hídrico del Subsistema A° Golondrinas – A° Calchaquí – R. Salado, a partir de la consideración de las obras de drenaje existentes y a construir.

Para cumplir con el objetivo se realizó, por un lado, la evaluación cuali – cuantitativa de los cambios generados y a generar en el balance hídrico como consecuencia de las obras construidas y a construir y por otro, la determinación de la magnitud de los condicionamientos producidos a la dinámica hídrica superficial del sistema natural por la presencia de: las obras existentes a marzo de 2002, las a construir según proyecto hasta caudales de unos 40 m³/s totales en la salida al arroyo Golondrinas y las a construir si se decidiera una ampliación de este proyecto al doble.

El área de estudio es el correspondiente al sistema de los Bajos Submeridionales, subsistema A° Golondrinas – A° Calchaquí hasta aguas debajo de la desembocadura en el río Salado (sección transversal de éste en su intersección con la ruta Provincial N°39 (paraje La Penca).

En este subsistema se generan inundaciones frecuentes en los campos aledaños al curso principal, lo que provoca que ante crecidas ordinarias, por períodos prolongados, se encuentren impedidos de desarrollar sus actividades productivas.

Estos anegamientos se producen por una combinación de efectos naturales: unos, debido a las características del sistema: escasa capacidad de conducción y presencia de sectores aledaños de lagunas y cursos o áreas muy inundables, y otros, a condiciones climáticas, ya que se está en presencia de un período hídrico húmedo desde principios de la década del '70, con precipitaciones anuales por encima de la media histórica, lo que hace que el nivel freático se encuentre generalmente muy alto.

A todo esto hay que agregarle la intervención del hombre expandiendo la frontera agrícola, acción que provoca mayores escurrimientos ante un mismo evento. Se ha desmontado, y se lo sigue haciendo, en grandes proporciones, generando excedentes hídricos que se intentan neutralizar o paliar con canalizaciones.

Se realizó un reconocimiento por vía terrestre de la zona de estudio, en fecha 14 de junio de 2002, desde la estación hidrométrica La Penca (río Salado) hasta aguas arriba de la estación Fortín Olmos. Se pudo observar que los canales prácticamente estaban sin agua y sin embargo, se desarrollaba una crecida que ocupaba el curso principal y sectores aledaños. Este estado hídrico fue corroborado en imágenes satelitales tomadas el día siguiente.

Se desarrolló un estudio estadístico de las alturas hidrométricas diarias máximas anuales del arroyo Golondrinas en Fortín Olmos (período 1972-2001) y en El Bonete (período 1974-1986) y del arroyo Calchaquí en la estación La Higuera (período 1982-1992).

Para analizar el impacto de las obras de canalización sobre el sistema fluvial se consideraron tres variantes, denominadas "Obra 1", "Obra 2" y "Obra 3" (ver Esquema Vías de Escurrimiento).

"Obra 1" representa el sistema actual considerando que estuviera finalizada toda la red de drenaje prevista, siendo el caudal máximo aportado por las canalizaciones al A° Golondrinas de 21.8 m³/s.

“Obra 2” escenifica las canalizaciones con un tamaño que contempla una ampliación del caudal máximo aportante por Obra 1 del orden del 75%. Este valor es de 38.6 m³/s.

“Obra 3” es un sistema que aporta como máximo el doble de lo máximo aportado por Obra 2, es decir 77.2 m³/s.

Para realizar la evaluación del impacto hidrológico – hidráulico producido por las obras construidas y a construir (nuevas o ampliaciones de las existentes) se calcularon:

- Los tiempos de permanencia de caudales por sobre: el caudal módulo, el caudal de recurrencia de 2 años (crecida ordinaria), el caudal de recurrencia 5 años y el caudal máximo medio.
- El incremento del ancho de afectación como consecuencia de los aportes del sistema de drenaje.
- El incremento del módulo debido a estos aportes.

Los sitios de cálculo fueron las secciones Fortín Olmos y El Bonete del A° Golondrinas y La Higuera del arroyo Calchaquí.

Los valores de caudales (m³/s) correspondientes al módulo, al de recurrencia 2 años y al de 5 años son, respectivamente: en Fortín Olmos, 40.50, 118.44 y 215.80; en El Bonete, 51.25, 193.90 y 324.03; en La Higuera, 80.82, 167.97 y 329.77.

Los valores de los caudales máximos medios son: para el arroyo Golondrinas en Fortín Olmos, 139.63 m³/s y en El Bonete, 198.85 m³/s; para el arroyo Calchaquí en La Higuera, 222.16 m³/s. Estos valores se encuentran en todos los casos por sobre los caudales correspondientes a la crecida ordinaria (recurrencia 2 años).

Las afectaciones producidas por los caudales máximos medios son las utilizadas para la determinación de la Línea de Ribera en los cursos navegables y se ha tomado en la Ley Provincial N°11730 (Régimen del Uso del Suelo en Áreas Inundables) como el criterio para delimitar la zona correspondiente al “Área 1 ó zona propia del río (cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanentes)”.

Los resultados de los cálculos nos muestran que:

1. Los cursos de agua, en la condición sin obras o en la con obras, desbordan el cauce principal entre 20% a 40% del tiempo analizado.
2. El aumento del valor del caudal módulo (medio de toda la serie) como consecuencia de los aportes del sistema de drenaje en el caso de Obra 1, es de 7.09% en Fortín Olmos, 9.61% en El Bonete y 4.79% en La Higuera.
3. El mayor tiempo que los caudales se encuentran por sobre el módulo, debido a la construcción de las obras, es en todos los casos menor al 4%.
4. El tiempo en que el ancho es incrementado, para Obra 2, es: en Fortín Olmos, 1.01%; en El Bonete, 0.86% y en La Higuera, 4.85%.
5. Para Obra 2 y para caudales que desbordan el curso, el incremento promedio de ancho medio por día es de aproximadamente 60 m, para el tramo Fortín Olmos – El Bonete y de 20 m para el tramo Fortín Olmos – La Higuera. Del análisis de las imágenes satelitales surge que los anchos incrementados se encuentran dentro del valle de inundación de los cursos del sistema.

Los aportes máximos de cada sistema de obras se dan sólo cuando los eventos han producido caudales en los cursos mayores a los correspondientes a 5 años de recu-

rencia. La incidencia sobre las secciones de paso del mayor aporte con respecto al que se produciría naturalmente, es de escasa magnitud. Por lo tanto, el condicionamiento al escurrimiento que producen las obras transversales a la dirección principal de movimiento del agua (puentes, terraplenes) es prácticamente el mismo con y sin los distintos sistemas de canalizaciones, por lo que en ambos casos se debería ampliar las secciones conflictivas llevando en lo posible sus áreas de paso a las que existían cuando no habían sido construidas las obras que interfieren el escurrimiento.

Del análisis de los resultados surge como una conclusión importante que los incrementos en las afectaciones debido a las obras, es baja en los casos de Obra 1 y 2, tanto en permanencia como en área. Estos incrementos en las afectaciones son compensados parcial o totalmente, según la crecida, por la disminución de caudales del arroyo Golondrinas que producen las derivaciones por trasvase hacia el río Paraná que se efectúan por las obras de Línea Paraná y de los canales de la laguna La Loca.

Si se toman estos datos y se los traslada al río Salado en la estación La Penca, es obvio que el incremento de caudales y por ende de afectaciones, se hace despreciable, al ser este río de una magnitud muy superior a los del sistema Golondrinas - Calchaquí.

En el caso de Obra 3, se podría ya decir que las afectaciones diferenciales debido a las canalizaciones se toman de mediana importancia y que su influencia deja de ser baja como en el caso de las Obras 1 y 2.

Se podrían desarrollar varias acciones estructurales para disminuir o eliminar las mayores afectaciones producidas por los aportes de las canalizaciones (podríamos hablar de mayores afectaciones si no se tienen en cuenta las compensaciones producidas por los trasvases al río Paraná), como ser:

- a) Construir un canal que recoja todo el aporte superior al que generaría el sistema en estado natural proveniente de los sistemas de drenaje y que los conduzca al río Salado. Este canal por la baja pendiente longitudinal (según el eje del sistema Golondrinas) del área debería ocupar un ancho importante y en buena parte por fuera del valle de inundación, lo que llevaría a expropiación o compensación de por lo menos la misma magnitud que el incremento de ancho. El tamaño de la obra, de 100 km de longitud, sería considerable. Se debe tener en cuenta especialmente el impacto ambiental que provocaría esta obra.
- b) Construir embalses de detención y regulación. También estas obras serían de gran magnitud y abarcarían grandes superficies, ya que debido a las bajas pendientes deberían hacerse terraplenes de gran altura para almacenar los importantes volúmenes que generan las áreas bajo estudio. Como estos embalses deberían construirse tanto en la parte oeste como en las cercanías de los cursos de agua, serían también afectadas tierras productivas de mayor valor que las existentes en el valle de inundación. También en este caso el impacto ambiental producido debe ser evaluado.

Por lo manifestado, se puede concluir que las acciones estructurales son muy caras y conflictivas y no se consideran lógicas emprenderlas frente a la escasa (o casi nula, si se tiene en cuenta el trasvase) magnitud de las afectaciones producidas, tanto en área como en tiempo de permanencia. A estos costos hay que agregarles la parte proporcional correspondientes a las obras de trasvase al río Paraná.

Con respecto a acciones no estructurales, de ser necesarias compensaciones o para solucionar posibles situaciones conflictivas, se podrían desarrollar las siguientes:

- a) Declarar, dadas sus características ambientales, Área Natural Protegida, a la comprendida dentro del valle de inundación de los arroyos Golondrinas y Calchaquí, hasta la desembocadura en el río Salado.
- b) Compensar monetariamente (por pago de montos y/o exención de impuestos).
- c) Expropiación y/o cambio en el estado de pertenencia y uso del área afectada.
- d) Aplicar la Ley Provincial N°11730 (Régimen del Uso del Suelo en Áreas Inundables).

Del estudio surgen recomendaciones, que se pueden resumir en:

- a) De las acciones no estructurales, desarrollar en primera instancia la aplicación de la Ley Provincial N°11730, Régimen del Uso del Suelo en Áreas Inundables.
- b) Se podrían realizar las Obras 1 y 2 debido a que la magnitud de las afectaciones es baja y quedarían compensadas con los trasvases hacia el río Paraná.
- c) De decidirse realizar Obra 3, se debería compensar por incrementos en las afectaciones mediante exención de impuestos.
- d) Medir alturas hidrométricas y caudales en secciones transversales intermedias entre las secciones consideradas para que los resultados de aplicar el criterio de incrementos de ancho esté sustentado con suficiente información.
- e) No interrumpir las mediciones hidrométricas, las que en el caso de alturas deben ser tomadas, como mínimo, diariamente.
- f) Extender la modelización hasta Línea Paraná y Laguna La Loca, con el objetivo de cuantificar la compensación producida por estas obras.
- g) Incluir en los sistemas de drenaje aportantes al arroyo Golondrinas obras que mitiguen los efectos de las sequías.

Con el fin de aportar para una mejor toma de decisiones, es dable destacar que del análisis de la imagen satelital de fecha 15 de junio de 2002 surge que varios predios que desarrollan actividades productivas se extienden parcial o totalmente dentro de la *zona propia del río* (Área 1 - Ley Provincial N°11730).

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este estudio está dirigido a determinar posibles acciones a emprender para optimizar el funcionamiento hídrico del Subsistema, a partir de la consideración de las obras de drenaje existentes y a construir.

El subsistema es el correspondiente a los arroyos Golondrinas y Calchaquí, hasta su desembocadura en el río Salado.

Los objetivos específicos son los que a continuación se puntualizan:

- Evaluación cuanti – cualitativa de los cambios generados y a generar en el balance hídrico como consecuencia de las obras construidas y a construir (nuevas o ampliaciones de las existentes).
- Determinación de la magnitud de los condicionamientos producidos a la dinámica hídrica superficial del sistema natural por la presencia de las obras existentes a marzo de 2002; las a construir según proyecto hasta caudales de unos 40 m³/s totales en la salida al arroyo Golondrinas, las a construir si se decidiera una ampliación de este proyecto al doble de aporte máximo..
- Realizar recomendaciones sobre acciones a emprender, estructurales y no estructurales, para optimizar el funcionamiento del subsistema Golondrinas – Calchaquí.

2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EN ESTUDIO

El área de estudio es el correspondiente al sistema de los Bajos Submeridionales, subsistema Arroyo Golondrinas – Arroyo Calchaquí hasta la desembocadura en el río Salado. Se utiliza como sección final del tramo a la intersección con la ruta Provincial N°39 (paraje La Penca). Es receptor de una cuenca de aportes situada en las provincias de Santa Fe, Chaco y Santiago del Estero.

La estructura general de los Bajos Submeridionales es la que se ha denominado Sistema Hidrológico No Típico, cuya principal característica es poseer una estructura que tiene como principal componente de la disipación energética al almacenamiento traducido bajo la forma de esteros, lagunas, áreas deprimidas, etc.

El soporte dinámico de esta estructura es un plano levemente inclinado y cóncavo con resultante final de dirección y sentido NO-SE, y cuyo límite Este es el subsistema Golondrinas – Calchaquí.

Dentro de esta unidad se pueden diferenciar un cono de almacenamiento que tiene como punto de referencia la laguna Palo Pelado (donde se origina el arroyo Golondrinas) y un aporte exógeno (en términos de límites provinciales), materializado a través de las cañadas de las Víboras y Saladillos y otro sistema de contribución donde se interconectan las lagunas La Jarra, El Toribio, etc..

Es así, como se presenta un sistema caracterizado por un componente de almacenamiento que para grandes aportes genera un escurrimiento muy lento y de grandes extensiones hacia el arroyo Golondrinas, que es el colector final principal natural de los Bajos Submeridionales.

El arroyo Golondrinas, hasta la sección Fortín Olmos (ruta Prov. N°40), recibe del oeste grandes aportes de una superficie superior a los 30.000 km².

Desde la ruta Prov. N°40 hacia el sur y por el lado Oeste, recibe los escurrimientos de un área de 10.000 km² (1.000.000 ha), ubicada con vértice Oeste en Bandera (Santiago del Estero), entre el río Salado y la ruta Prov. N°32. También recibe los desbordes del río Salado en su curso medio santafesino entre Tostado y la confluencia con el arroyo Calchaquí, por un sistema de cañadas que conecta a "La Verdecita" (cañada que conduce los desbordes del río, paralela al curso del río Salado) con la laguna El Palmar.

Por su margen Este, el subsistema en estudio bordea el domo oriental, que constituye una abrupta variación topográfica en relación con la llanura extrema que se extiende hacia el Oeste. El área de aporte desde la ruta Prov. N°40 al Norte y por Este, constituye una estrecha franja de pocos kilómetros, con una superficie de 700 km². Entre este sitio y el paraje El Bonete (ruta Nac. N°98) recibe la cañada La Sarnosita, con una superficie de 1.000 km². Siguiendo hacia el Sur, el área se amplía con las cuencas del arroyo Los Perros y de La Guampita (1.600 km²), que desembocan en la laguna Calchaquí y luego el sistema de arroyos que desaguan en la laguna La Blanca, con una superficie de aporte de 1.400 km².

El subsistema es una planicie con declives máximos de 30 cm/km en el domo occidental y entre 5 a 10 cm/km en la zona próxima al curso de agua y en dirección transversal al curso.

El arroyo Golondrinas presenta un sistema de lagunas encadenadas, comunicadas por un curso de baja pendiente media, no mayor a 5 cm/km. y con muy baja capacidad de

conducción. En crecidas máximas se han realizado en forma simultánea mediciones de alturas de pelo de agua con el objetivo de determinar pendientes medias, es así que los resultados han mostrado que los valores son del orden de los 2.5 cm/km entre la sección Fortín Olmos y el campo La Cigüeña (ruta Prov. N°37) y de 6.5 cm/km entre esta sección y el de La Higuera.

En el tramo llamado arroyo Calchaquí, a partir de la salida de la laguna El Palmar, el cauce se amplía y posee un valle de inundación definido.

El arroyo Golondrinas en la sección de aforos Fortín Olmos, con un ancho de 250 m, tiene una capacidad de conducción de 30-40 m³/s, mientras que el Calchaquí, en la sección La Higuera (a la salida de la laguna Calchaquí), para el mismo ancho su capacidad es de 170-180 m³/s.

La Provincia de Santa Fe ha autorizado la construcción de canales de drenaje en la región, que se subdividen en dos grupos de obras:

- a) Sistema Línea Paraná: comprende el trasvase hacia el río Paraná del aporte que llega por canales desde la Provincia del Chaco. Produce una disminución de los aportes del escurrimiento natural hacia el sistema fluvial del Golondrinas-Calchaquí.
- b) Sistema Golondrinas: comprende una serie de canalizaciones, desde el Oeste, que conducen las aguas hacia el arroyo Golondrinas. Estas obras son las llamadas: Interlagos, Hidrovial 291-s, Hidrovial 290-s y Canal Cuneta Sur Ruta Nac. N°98.

Además, se encuentra construido dos canales de trasvase al río Paraná desde la laguna La Loca, que funciona en aguas altas.

3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

En este subsistema se generan inundaciones frecuentes en los campos aledaños al curso principal, lo que provoca que ante crecidas ordinarias, por períodos prolongados, se encuentren impedidos de desarrollar sus actividades productivas.

Estos anegamientos se producen por una combinación de efectos naturales: unos, debido a las características del sistema y otros, a condiciones climáticas. A esto hay que agregarle la intervención del hombre.

En síntesis, los anegamientos se originan por una combinación de las siguientes causas:

- *Características del sistema fluvial: escasa capacidad de conducción.*
- *Los sectores aledaños al curso de agua son áreas de lagunas y ríos o áreas muy inundables (según caracterización del INTA-MAGIC).*
- *Sostenimiento de un período hídrico húmedo desde principios de la década del '70, con precipitaciones anuales por encima de la media histórica.*
- *Nivel freático muy alto: esto está asociado con el punto anterior.*
- *Expansión de la frontera "agrícola": lo que genera mayores escurrimientos: se desmonta en grandes proporciones y esta acción no sólo genera excedentes hídricos, que se intentan neutralizar o paliar con canales, sino que sus suelos, en equilibrio en el monte, de bajo tenor de materia orgánica, muy poco estructurados, quedan sometidos a elevados índices de insolación y al impacto de las lluvias, factores que sumados a las exigencias de las especies de valor agronómico, producen en el tiempo problemas de planchado, encharcamientos y lavado.*

4 ANTECEDENTES E INFORMACIÓN ANALIZADA

4.1 Estudios

- “Síntesis del Funcionamiento Hidrológico y Obras a Construir en el Sistema Golondrinas – Calchaquí” – Convenio CFI-Prov. S.Fe -Feb 1994.
- “Modelo Matemático para Simulación Hidrológica de Llanuras Inundables” – Convenio CFI-Prov. S.Fe - Abr 1995.
- “Sistema Golondrinas – Calchaquí – Salado” – INFORME TÉCNICO PARA LA CÁMARA DE SENADORES - Convenio CFI-Prov. S.Fe – Mar 2002.
- “Sistema Golondrinas – Calchaquí – Salado – Readequación del Escurrimiento Ruta Prov. N°39 – Río Salado” - Convenio CFI-Prov. S.Fe – Set 1993.
- “Bases Operativas para la Gestión Ambiental en los Bajos Submeridionales (Prov. de Santa Fe) – Informe Final” – Lic. Carlos Zapata y otros. Dic 1999.
- “Sistema Golondrinas – Calchaquí – Evaluación de su Capacidad de Conducción” - Convenio CFI-Prov. S.Fe – Abr 1993.

4.2 Otros Antecedentes

- Datos Hidrométricos Diarios de las Estaciones Fortín Olmos, El Bonete, La Higuera, La Penca.
- Curvas de Descarga de las estaciones de aforo.
- Planialtimetría de la zona de estudio.
- Resultados de simulaciones del escurrimiento con modelación matemática realizadas por el Convenio CFI – Prov. de Santa Fe.
- Datos pluviométricos de estaciones del área de estudio.
- Datos topobatimétricos
- Mapas de dinámica hídrica
- Fotografías aéreas e imágenes satelitales varias
- Imagen satelital LANDSAT de la zona de estudio, de fecha 15/jun/2002.
- Cartografía en escala 1:100.000
- Información sobre el cambio climático en la región chaco-pampeana.

5 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Se realizó un reconocimiento por vía terrestre de la zona de estudio, en fecha 14 de junio de 2002, desde la estación hidrométrica La Penca (río Salado) hacia el norte, hasta aguas arriba de la estación Fortín Olmos.

Se pudo observar que los canales prácticamente estaban sin escurrimiento y sin embargo, se desarrollaba una crecida que ocupaba el curso principal y valle de inundación. Este estado hídrico fue corroborado en imágenes satelitales LANDSAT tomadas el día 15 de junio de 2002 (Fig. N°1).

De acuerdo a las alturas hidrométricas y aforos realizados en esa fecha, los caudales en las secciones de control eran: Fortín Olmos, 50 m³/s; El Bonete, 90 m³/s; La Higuera, 165 m³/s y La Penca, 180 m³/s.

Se prestó especial atención a las secciones de control tanto de los canales aportantes (Hidroviales 290 y 291 en la intersección con la ruta Prov. N°13) como de los cursos (cauce principal y valle de inundación) de los arroyos Golondrinas y Calchaquí.

6 ESTUDIOS ESTADÍSTICOS

Se realizó un análisis probabilístico de las alturas hidrométricas diarias máximas anuales del arroyo Golondrinas en Fortín Olmos (período 1972-2001) y en El Bonete (período 1974-1986) y del arroyo Calchaquí en la estación La Higuera (período 1982-1992), determinándose las alturas maximizadas para recurrencias de interés.

La cantidad de valores máximos que integran la muestra de Fortín Olmos, que es de 30, hacen que los resultados obtenidos se los pueda tomar como de mayor confiabilidad, en cambio lo exiguo de la cantidad de datos de El Bonete y La Higuera (11), indica que los resultados deban ser tomados con precaución, especialmente para altas recurrencias. Como comentario sobre la cantidad de datos es obligación especificar sobre la necesidad de mediciones sistemáticas en la zona.

Se ajustaron las funciones teóricas de probabilidad Log Normal de 2 parámetros, Galton, Gumbel, LogGumbel, Pearson III, Log Pearson III y Exponencial.

Para cada serie muestral se calcularon los estadísticos: media aritmética (\bar{X}), desvío estándar (S_x) y coeficientes de asimetría (A_s) y de variación (C_v) de la serie muestral.

Se evaluó la bondad de los ajustes con los tests de Chi-Cuadrado y Kolmogorov y se calcularon los errores cuadráticos medios de la frecuencia (ECMF) y de la variable (ECMV). Ambos tests dieron como resultado que aceptan la hipótesis que la probabilidad de ocurrencia de los valores de la serie muestral se distribuye según la función teórica analizada, para un nivel de significación del 5.0 %.

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas que siguen.

6.1 Arroyo Golondrinas: Estación Fortín Olmos - Caudales Máximos Anuales

TABLA N°1

ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
LONGITUD DE LA SERIE

AÑO INICIAL	AÑO FINAL	CANTIDAD DE VALORES
1972	2001	30

TABLA N°2

ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
ESTADÍSTICOS

MEDIA	DESVÍO	COEF. ASIM.	COEF. VAR.	COEF. ASIM/VAR	CURTOSIS
139.633	101.2191	0.81485	0.7249	1.1241	2.2298

TABLA N°3

**ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
VALORES EXTREMOS**

MÁXIMO	MÍNIMO	RANGO
340.70	13.20	327.50

TABLA N°4

**ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
ESTIMADORES DE LOS PARÁMETROS**

DISTRIBUCIÓN	P A R Á M E T R O S		
GALTON	X0 -0.241761400E+03	A 0.882591200E+01	B -0.226525400E+02
GUMBEL	Xm 0.139633300E+03	S 0.101219100E+03	
LOGGUMBEL	XmL 0.201700700E+01	SL 0.364184300	
PEARSON	Xm 0.139633300E+03	S 0.101219100E+03	CS 0.81485500
LOGPEARSON	XmL 0.201700700E+01	SL 0.364184300	CSL -0.457662400
EXPONENCIAL	Xm 0.139633300E+03	S 0.101219100E+03	

TABLA N°5

**ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
VALORES DE LA VARIABLE PARA DISTINTAS PROBABILIDADES**

PROB.	GALTON	GUMBEL	LOG-GUMBEL	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
0.0020	539.30	656.35	7518.56	515.87	712.04	667.45
0.0050	480.03	572.82	3763.65	476.25	629.58	574.70
0.0100	434.60	509.51	2227.51	433.26	550.03	504.55
0.0200	388.16	445.97	1315.81	388.61	470.92	434.39

Sistema Bajos Submeridionales - Subsistema A° Golondrinas - A° Calchaquí - Río Salado
Estudio de Verificación del Funcionamiento Hídrico

PROB.	GALTON	GUMBEL	LOG-GUMBEL	PEARSON	LOGPEARSON	EXPO-NENC.
0.0500	324.42	361.17	651.78	326.09	367.34	341.64
0.1000	273.23	295.66	378.79	274.95	289.91	271.48
0.2000	217.39	227.37	215.11	218.41	213.18	201.32
0.3000	180.92	184.68	151.04	181.21	168.34	160.28
0.4000	152.06	151.99	115.21	151.72	136.22	131.16
0.5000	126.87	124.22	91.52	126.03	110.84	108.57

TABLA N°6

ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	F R E C U E N C I A S						
		EXPER.	GALTON	GUMB.	LOG GUMB.	PEARS.	LOG PEARS.	EXPO-NENC.
340.70	1992	0.0167	0.0398	0.0622	0.1142	0.0401	0.0635	0.0505
335.80	1973	0.0500	0.0426	0.0655	0.1163	0.0432	0.0663	0.0530
321.20	1986	0.0833	0.0523	0.0765	0.1229	0.0536	0.0756	0.0612
321.20	1998	0.1167	0.0523	0.0765	0.1229	0.0536	0.0756	0.0612
295.30	1981	0.1500	0.0746	0.1004	0.1363	0.0766	0.0953	0.0790
234.30	1974	0.1833	0.1635	0.1868	0.1806	0.1661	0.1654	0.1444
206.40	1977	0.2167	0.2270	0.2449	0.2100	0.2292	0.2127	0.1902
198.70	1979	0.2500	0.2475	0.2634	0.2196	0.2494	0.2281	0.2052
189.40	1978	0.2833	0.2741	0.2873	0.2322	0.2755	0.2481	0.2250
187.50	1985	0.3167	0.2797	0.2923	0.2349	0.2811	0.2524	0.2293
139.40	1997	0.3500	0.4490	0.4438	0.3275	0.4468	0.3889	0.3687
139.40	1976	0.3833	0.4490	0.4438	0.3275	0.4468	0.3889	0.3687
133.20	1987	0.4167	0.4740	0.4663	0.3439	0.4712	0.4109	0.3920
121.00	1990	0.4500	0.5245	0.5123	0.3804	0.5207	0.4576	0.4422
115.10	1991	0.4833	0.5495	0.5352	0.4004	0.5452	0.4818	0.4688
110.80	1993	0.5167	0.5678	0.5521	0.4161	0.5632	0.5002	0.4891
108.00	1984	0.5500	0.5798	0.5632	0.4268	0.5750	0.5124	0.5028
93.10	2001	0.5833	0.6437	0.6231	0.4922	0.6382	0.5819	0.5826
84.10	1996	0.6167	0.6818	0.6594	0.5395	0.6761	0.6272	0.6368
74.50	2000	0.6500	0.7215	0.6979	0.5978	0.7159	0.6779	0.7001

Sistema Bajos Submeridionales - Subsistema A° Golondrinas - A° Calchaquí - Río Salado
Estudio de Verificación del Funcionamiento Hídrico

VAR.	AÑO	F R E C U E N C I A S						
		EXPER.	GALTON	GUMB.	LOG GUMB.	PEARS.	LOG PEARS.	EXPO-NENC.
63.20	1983	0.6833	0.7663	0.7421	0.6778	0.7612	0.7402	0.7828
60.00	1999	0.7167	0.7785	0.7543	0.7029	0.7736	0.7582	0.8079
57.90	1995	0.7500	0.7864	0.7622	0.7198	0.7817	0.7701	0.8249
56.90	1994	0.7833	0.7901	0.7660	0.7280	0.7855	0.7758	0.8331
52.80	1982	0.8167	0.8051	0.7811	0.7625	0.8007	0.7991	0.8675
43.30	1989	0.8500	0.8378	0.8148	0.8459	0.8344	0.8521	0.9529
34.70	1980	0.8833	0.8650	0.8433	0.9186	0.8626	0.8983	0.9999
32.30	1975	0.9167	0.8721	0.8509	0.9366	0.8700	0.9104	0.9999
25.60	1972	0.9500	0.8909	0.8711	0.9766	0.8898	0.9418	0.9999
13.20	1988	0.9833	0.9212	0.9044	0.9999	0.9219	0.9855	0.9999

TABLA N°7

ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
BONDAD DEL AJUSTE

TEST / DISTR.	GALTON	GUMB.	LOG GUMB.	PEARS.	LOG PEARS.	EXPO-NENC.
KOLMOGOROFF	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA
CHI CUADRADO	---	---	---	---	---	---
ECMF	0.0514	0.0458	0.0574	0.0491	0.0281	0.0563
ECMV	24.547	29.625	223.016	23.787	31.757	30.156

Simbología para la Bondad del Ajuste:

A: Se acepta la hipótesis

R: Se rechaza la hipótesis

---: El número de intervalos de clase resultante en el test del Chi-Cuadrado es menor que 5.

Teniendo en cuenta los resultados de la bondad de ajuste, se adoptó un promedio entre los resultados de las distribuciones de Pearson y LogPearson.

TABLA N°8

**ESTACIÓN FORTÍN OLMOS - ARROYO GOLONDRINAS
VALORES ADOPTADOS DE LA VARIABLE PARA DISTINTAS PROBABILIDADES**

PROB.	RECURRENCIA (años)	CAUDAL (m3/s)
0.0100	100	491.65
0.0200	50	429.77
0.0500	20	346.72
0.1000	10	282.43
0.2000	5	215.80
0.3000	3.3	174.78
0.4000	2.5	143.97
0.5000	2	118.44

6.2 Arroyo Golondrinas: Estación El Bonete - Caudales Máximos Anuales

TABLA N°9

**ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS
LONGITUD DE LA SERIE**

AÑO INICIAL	AÑO FINAL	CANTIDAD DE VALORES
1974	1986 (disc.)	11

TABLA N°10

**ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS
ESTADÍSTICOS**

MEDIA	DESVÍO	COEF. ASIM.	COEF. VAR.	COEF. ASIM/VAR	CURTOSIS
198.845	150.7888	0.19756	0.7583	0.2605	1.4410

TABLA N°11

ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS
VALORES EXTREMOS

MÁXIMO	MÍNIMO	RANGO
436.300	11.800	424.500

TABLA N°12

ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS
ESTIMADORES DE LOS PARÁMETROS

DISTRIBUCIÓN	P A R Á M E T R O S		
GALTON	X0 -0.209418700E+04	A 0.350530300E+02	B -0.117759700E+03
GUMBEL	Xm 0.198845500E+03	S 0.150788800E+03	
LOGGUMBEL	XmL 0.208748000E+01	SL 0.540062400	
PEARSON	Xm 0.198845500E+03	S 0.150788800E+03	CS 0.197562600
LOGPEARSON	XmL 0.208748000E+01	SL 0.540062400	CSL -0.898054700
EXPONENCIAL	Xm 0.198845500E+03	S 0.150788800E+03	

TABLA N°13

ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS
VALORES DE LA VARIABLE PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROB.	GALTON	GUMBEL	LOGGUM- BEL	PEARSON	LOG- PEARSON	EXPO- NENC.
0.0100	571.69	838.02	23809.69	571.37	965.49	742.46
0.0200	524.37	729.20	9704.59	524.26	840.54	637.95
0.0500	454.97	583.97	2929.77	455.05	658.50	499.78
0.1000	394.86	471.77	1161.43	394.10	509.56	395.26
0.2000	323.96	354.81	442.66	324.09	353.88	290.74
0.3000	274.10	281.70	242.24	274.18	261.60	229.60

Sistema Bajos Submeridionales - Subsistema A° Golondrinas - A° Calchaquí - Río Salado
Estudio de Verificación del Funcionamiento Hídrico

PROB.	GALTON	GUMBEL	LOGGUM-BEL	PEARSON	LOG-PEARSON	EXPO-NENC.
0.4000	232.30	225.72	152.66	232.33	196.60	186.22
0.5000	193.90	178.14	103.12	193.89	146.99	152.57

TABLA N°14

ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS
PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	F R E C U E N C I A S						
		EXPER.	GALTON	GUMB.	LOG GUMB.	PEARS.	LOG PEARS.	EXPO-NENC.
436.300	1977	0.0455	0.0627	0.1239	0.2020	0.0627	0.1390	0.0762
406.400	1978	0.1364	0.0882	0.1481	0.2122	0.0884	0.1587	0.0929
281.100	1974	0.2273	0.2846	0.3010	0.2722	0.2848	0.2753	0.2132
269.400	1984	0.3182	0.3106	0.3202	0.2799	0.3108	0.2899	0.2304
258.200	1986	0.4091	0.3366	0.3395	0.2878	0.3368	0.3045	0.2482
251.000	1981	0.5000	0.3538	0.3523	0.2932	0.3539	0.3143	0.2603
122.800	1976	0.5909	0.6846	0.6279	0.4540	0.6843	0.5584	0.6092
92.300	1979	0.6818	0.7554	0.6995	0.5303	0.7550	0.6436	0.7457
36.300	1980	0.7727	0.8614	0.8213	0.7902	0.8609	0.8431	0.9999
21.700	1982	0.8636	0.8832	0.8491	0.9027	0.8829	0.9065	0.9999
11.800	1975	0.9545	0.8966	0.8667	0.9763	0.8964	0.9515	0.9999

TABLA N°15

ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS
BONDAD DEL AJUSTE

TEST / DISTR.	GALTON	GUMB.	LOG GUMB.	PEARS.	LOG PEARS.	EXPO-NENC.
KOLMOGOROFF	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA
CHI CUADRADO	---	---	---	---	---	---
ECMF	0.0729	0.0677	0.1109	0.0727	0.0781	0.1246
ECMV	37.636	61.347	878.958	37.793	84.136	55.785

Simbología para la Bondad del Ajuste:

A: Se acepta la hipótesis

R: Se rechaza la hipótesis

—: El número de intervalos de clase resultante en el test del Chi-Cuadrado es menor que 5.

Teniendo en cuenta los resultados de la bondad de ajuste, se adoptó un promedio entre los resultados de las distribuciones de Galton y Pearson.

TABLA N°16

ESTACIÓN EL BONETE - ARROYO GOLONDRINAS

VALORES ADOPTADOS DE LA VARIABLE PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROB.	RECURRENCIA (años)	CAUDAL (m3/s)
0.0200	50	524.32
0.0500	20	455.01
0.1000	10	394.48
0.2000	5	324.03
0.3000	3.3	274.14
0.4000	2.5	232.32
0.5000	2	193.90

6.3 Arroyo Calchaquí: Estación La Higuera - Caudales Máximos Anuales

TABLA N°17

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ

LONGITUD DE LA SERIE

AÑO INICIAL	AÑO FINAL	CANTIDAD DE VALORES
1982	1992	11

TABLA N°18

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ

ESTADÍSTICOS

MEDIA	DESVÍO	COEF. ASIM.	COEF. VAR.	COEF. ASIM/VAR	CURTOSIS
222.155	176.5843	1.28539	.7949	1.6171	2.4271

TABLA Nº19

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ
VALORES EXTREMOS

MÁXIMO	MÍNIMO	RANGO
607.050	67.710	539.340

TABLA Nº20

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ
ESTIMADORES DE LOS PARÁMETROS

DISTRIBUCIÓN	P A R Á M E T R O S		
GALTON	X0 -.212629900E+03	A .589286000E+01	B -.153516100E+02
GUMBEL	Xm .222155500E+03	S .176584300E+03	
LOGGUMBEL	XmL .223464600E+01	SL .318900200E+00	
PEARSON	Xm .222155500E+03	S .176584300E+03	CS .128539300E+01
LOGPEARSON	XmL .223464600E+01	SL .318900200E+00	CSL .558148300E+00
EXPONENCIAL	XM .222155500E+03	S .176584300E+03	

TABLA Nº21

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ
VALORES DE LA VARIABLE PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROB.	GALTON	GUMBEL	LOG- GUMBEL	PEAR- SON	LOGPEA RSON	EXPO- NENC.
0.0020	1027.64	1265.18	13130.65	967.76	2135.14	1142.97
0.0050	889.38	1097.65	6542.56	881.29	1664.89	981.17
0.0100	787.12	970.68	3858.63	787.59	1270.66	858.77
0.0200	686.10	843.23	2271.30	692.00	956.31	736.37
0.0500	553.38	673.16	1119.79	561.66	637.85	574.57

Sistema Bajos Submeridionales - Subsistema A° Golondrinas - A° Calchaquí - Río Salado
Estudio de Verificación del Funcionamiento Hídrico

PROB.	GALTON	GUMBEL	LOG-GUMBEL	PEARSON	LOGPEARSON	EXPO-NENC.
0.1000	452.02	541.77	648.41	458.65	454.59	452.17
0.2000	347.05	404.79	366.84	349.49	309.60	329.77
0.3000	281.80	319.18	256.97	280.97	238.80	258.17
0.4000	232.11	253.62	195.64	228.89	193.46	207.37
0.5000	190.19	197.91	155.19	185.39	160.36	167.97

TABLA N°22

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ
PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	F R E C U E N C I A S						
		EXPER.	GALTON	GUMB.	LOG GUMB.	PEARS.	LOG PEARS.	EXPO-NENC.
607.05	1992	0.0455	0.0345	0.0710	0.1086	0.0365	0.0556	0.0416
428.20	1986	0.1364	0.1174	0.1782	0.1664	0.1219	0.1122	0.1145
381.54	1985	0.2273	0.1600	0.2239	0.1909	0.1640	0.1392	0.1492
257.33	1984	0.3182	0.3466	0.3938	0.2995	0.3428	0.2686	0.3014
167.50	1987	0.4091	0.5590	0.5590	0.4657	0.5452	0.4762	0.5013
133.13	1991	0.5000	0.6521	0.6279	0.5719	0.6369	0.6041	0.6091
108.75	1982	0.5909	0.7184	0.6769	0.6696	0.7044	0.7146	0.6992
105.00	1983	0.6818	0.7285	0.6844	0.6864	0.7148	0.7328	0.7142
105.00	1990	0.7727	0.7285	0.6844	0.6864	0.7148	0.7328	0.7142
82.50	1989	0.8636	0.7870	0.7287	0.7968	0.7770	0.8444	0.8113
67.71	1988	0.9545	0.8232	0.7570	0.8735	0.8166	0.9133	0.8822

TABLA N°23

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ
BONDAD DEL AJUSTE

TEST / DISTR.	GALTON	GUMB.	LOG GUMB.	PEARS.	LOG PEARS.	EXPO-NENC.
KOLMOGOROFF	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA
CHI CUADRADO	---	---	---	---	---	---

Sistema Bajos Submeridionales - Subsistema A° Golondrinas - A° Calchaquí - Río Salado
Estudio de Verificación del Funcionamiento Hídrico

ECMF	0.0929	0.1042	0.0600	0.0884	0.0659	0.0684
ECMV	43.993	69.581	183.339	40.146	40.367	31.296

Simbología para la Bondad del Ajuste:

A: Se acepta la hipótesis

R: Se rechaza la hipótesis

---: El número de intervalos de clase resultante en el test del Chi-Cuadrado es menor que 5.

Teniendo en cuenta los resultados de la bondad de ajuste, se adoptó la distribución Exponencial.

TABLA N°24

ESTACIÓN LA HIGUERA - ARROYO CALCHAQUÍ

VALORES ADOPTADOS DE LA VARIABLE PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROB.	RECURRENCIA (años)	CAUDAL (m3/s)
0.0200	50	736.37
0.0500	20	574.57
0.1000	10	452.17
0.2000	5	329.77
0.3000	3.3	258.17
0.4000	2.5	207.37
0.5000	2	167.97

7 ESTUDIOS HIDROLÓGICO - HIDRÁULICOS

7.1. Evaluación Cuanti – cualitativa del Impacto Hidrológico – Hidráulico producido por las Obras Construidas y a Construir (nuevas o ampliaciones de las existentes)

7.1.1 Datos utilizados

Los datos utilizados para la evaluación son:

- a) Datos hidrométricos de las secciones Fortín Olmos y El Bonete del arroyo Golondrinas.
- b) Datos hidrométricos de la sección La Higuera del arroyo Calchaquí.
- c) Datos hidrométricos de la sección La Penca del río Salado.
- d) Relaciones Caudal – Ancho para cada una de las estaciones arriba mencionadas.
- e) Resultados de la modelación realizada por el Convenio en el sector Sur del sistema Bajos Submeridionales, en el área comprendida entre la franja santiagueña de aportes ubicada cerca del límite interprovincial al Oeste, el río Salado al Sur, el Arroyo Golondrinas hacia el Este y la ruta Provincial N°32 el Norte. Las corridas simulan el comportamiento hidrológico seriado, evaluándose la situación natural y el impacto de las obras de evolución a paso semanal y distribuida en cada módulo utilizado como unidad de estudio.

El modelo evalúa las variables hidrológicas siguientes: volumen de inundación superficial, volumen de escurrimiento, humedad del suelo, posición del nivel freático y evapotranspiración real. El período simulado es el de 1960/90 y utiliza series históricas de precipitaciones y evaporación de tanque, contándose también con serie de mediciones hidrométricas sobre el sistema Golondrinas-Calchaquí-Salado.

A los fines de este estudio, se analizan sólo los valores de evolución del volumen de inundación superficial y los volúmenes escurridos en superficie y por canales. Dentro de este estudio regional, se extractó el análisis de las canalizaciones correspondientes al área de influencia del Sistema Hidrovial 290 y 291, que involucran mayormente al distrito Pozo Borrado, y en menor medida al de Tostado y Villa Minetti - San Bernardo.

Por lo tanto, estos resultados contemplan parcialmente los aportes al sistema Golondrinas, ya que no están incluidos los canales correspondientes al sistema Interlagos y la Cuneta Sur de la ruta Nacional N°98. A los fines de considerar la afectación total, se consideró el criterio de extender linealmente los resultados, incorporando la obra total construida o proyectada, con un coeficiente con el cual se multiplican las series de valores de los resultados, que considera el total del área de aportes y los caudales totales de todas las canalizaciones del sistema de obras "Línea Golondrinas". Es decir, que se considera el análisis del impacto del total de los canales bajo la suposición de que el resto de la superficie canalizada y no implementada en la modelación, se comporta de la misma manera que la que se evaluó con datos reales para el sector sur ya descrito.

El sistema natural está, como ya se dijo, además afectado por salidas de volúmenes como consecuencia del trasvase producido hacia el río Paraná por parte de las canalizaciones Línea Paraná y Canal Laguna La Loca. Los caudales de diseño de cada uno de éstos es de 22 m³/s y 14 m³/s respectivamente.

En el caso de Línea Paraná, produce una intercepción del escurrimiento y por lo tanto una disminución de los caudales que en el tiempo anterior a la construcción del sistema hubieran llegado al arroyo Golondrinas. Esta derivación hacia el río Paraná se hace importante proporcionalmente en el caso de excedencias medias a bajas.

El sistema de drenaje Laguna La Loca (canales principal y secundario) funciona como derivador para crecientes importantes.

Estos efectos no están contemplados en la modelación matemática, por lo que los resultados deberían ser minorizados teniendo en cuenta estas derivaciones.

Para analizar el impacto de las obras de canalización sobre el sistema fluvial se consideraron tres variantes, denominadas "Obra 1", "Obra 2" y "Obra 3", que se describen a continuación (ver Esquema Vías de Escurrimiento, adjunto).

Obra 1: se trata del sistema actual con el caudal de diseño que ha sido construido, pero considerando que estuviera finalizada toda la red prevista. Las obras están terminadas en general a nivel de canal troncal y la mayor parte de los secundarios, restando en casi toda la región las obras terciarias. Los caudales de diseño son los siguientes:

OBRA 1 – SISTEMA DE DRENAJE	CAUDAL (m³/s)
Interlagos	6.8
Hidrovial 291-s	4.0
Hidrovial 290-s	6.5
Canal Cuneta Sur RN N°98	4.5
Caudal máximo aportado por las canalizaciones al A° Golondrinas	21.8

Obra 2: escenifica las canalizaciones con un tamaño que contempla una ampliación del caudal máximo aportante del orden del 75% respecto de lo actual. Los caudales son los siguientes:

OBRA 2 – SISTEMA DE DRENAJE	CAUDAL (m³/s)
Interlagos	13.6
Hidrovial 291-s	8.0
Hidrovial 290-s	10.0

OBRA 2 – SISTEMA DE DRENAJE	CAUDAL (m3/s)
Canal Cuneta Sur RN N°98	7.0
Caudal máximo aportado por las canalizaciones al A° Golondrinas	38.6

Obra 3: es un sistema que aporta como máximo el doble de lo máximo aportado por Obra 2. Los caudales de diseño correspondientes son:

OBRA 3 – SISTEMA DE DRENAJE	CAUDAL (m3/s)
Interlagos	27.2
Hidrovial 291-s	16.0
Hidrovial 290-s	20.0
Canal Cuneta Sur RN N°98	14.0
Caudal máximo aportado por las canalizaciones al A° Golondrinas	77.2

7.1.2 Evaluación del Incremento de los Anchos de Afectación

Para realizar la evaluación del impacto hidrológico – hidráulico producido por las obras construidas y a construir (nuevas o ampliaciones de las existentes), se calcularon los anchos de ocupación del escurrimiento (sobre la base de las relaciones Caudal – Ancho), los tiempos de permanencia por sobre: el caudal módulo, los caudales de recurrencias de 2 y 5 años y el caudal máximo medio, el incremento de ocupación como consecuencia de los aportes del sistema de drenaje y el incremento del módulo debido a estos aportes.

Estos cálculos se realizaron para las secciones de aforos:

- Fortín Olmos del arroyo Golondrinas, en el período 1960/1990, comprendiendo un total de 1489 semanas, en el estado actual y con Obras 1, 2 y 3.
- El Bonete del arroyo Golondrinas, en el período 1973/1980, comprendiendo un total de 347 semanas, en el estado actual y con Obras 1, 2 y 3.
- Fortín Olmos del arroyo Golondrinas para comparación con los resultados de El Bonete del arroyo Golondrinas, en el período 1973/1980, comprendiendo un total de 347 semanas, en el estado actual y con Obras 1, 2 y 3.
- La Higuera del arroyo Calchaquí, en el período 1982/1990, comprendiendo un total de 433 semanas, en el estado actual y con Obras 1, 2 y 3.

- Fortín Olmos del arroyo Golondrinas para comparación con los resultados de La Higuera del arroyo Calchaquí, en el período 1982/1990, comprendiendo un total de 433 semanas, en el estado actual y con Obras 1, 2 y 3.

Los resultados se presentan en las tablas adjuntas, de las cuales se puede resaltar:

1. La serie más larga corresponde al arroyo Golondrinas en Fortín Olmos (1960-1990), siendo las otras de corta duración: La Higuera, 1982-1990 y El Bonete, 1973/1980. Los resultados en Fortín Olmos son tomados como representativos en el tiempo, mientras que los de El Bonete y La Higuera, son una aproximación por el corto período pero como se comparan con los de Fortín Olmos en el mismo período, se tiene un entorno de valores.
2. El tiempo que los caudales, tanto naturales como los debidos a las obras, se encuentran por sobre el módulo (se puede considerar primariamente como que desbordan el cauce principal) varía entre 20 y 40% para las series analizadas.
3. El incremento de tiempo debido a la construcción de las obras que los caudales se encuentran por sobre el módulo en todos los casos son menores al 4%, salvo en el de Fortín Olmos en el período 1982/90 que se realizó para comparación con la estación La Higuera, que es de 4.62%.
4. Si el criterio fuese tomar como indicador el porcentaje de tiempo de incremento de ancho de los caudales superiores al correspondiente al de recurrencia 2 años, que es la crecida media anual, se tienen, para Obra 2: Fortín Olmos, 1.01%; El Bonete, 0.86% y La Higuera, 4.85%.
5. Los incrementos de módulo debido al aporte del sistema de drenaje en el caso de Obra 1, son de 7.09% en Fortín Olmos, 9.61% en El Bonete y 4.79% en La Higuera.
6. Analizando los resultados para el mismo período en El Bonete y en Fortín Olmos, se observa que para la Obra 2 y para caudales superiores al módulo, el incremento de ancho medio por día es de 76 m para El Bonete y de 38 m en Fortín Olmos. Es decir que se puede tomar como un promedio del tramo de alrededor de 60 m. En ambos casos el tiempo de permanencia de los caudales por sobre el módulo y para la Obra 2 es cercano al 30%, con incrementos de permanencia de 1.73% en El Bonete y de 2.30% en Fortín Olmos. Es de destacar que del análisis de las imágenes satelitales se concluye que los anchos incrementales se encuentran dentro del valle de inundación de los cursos del sistema.
7. Analizando los resultados para el mismo período en La Higuera y en Fortín Olmos, se observa que para la Obra 2 y para caudales superiores al módulo, el incremento de ancho medio por día es de 17 m para La Higuera y de 21 m en Fortín Olmos. Los incrementos de permanencia son de 3.23% en La Higuera y de 2.08% en Fortín Olmos.

Los resultados también se presentan en los gráficos adjuntos:

- a) Los hidrogramas Naturales y con Obra 2 se pueden visualizar en los gráficos adjuntos: N°FO-H-1 a 8, para Fortín Olmos; N°BO-H-1 a 2, para El Bonete y N°HI-H-1 a 2, para La Higuera.
- b) Los anchos natural y con obra se ven en los gráficos N°FO-A-1/2/3 (a,b,c); N°BO-A-1/2/3 (a, b) y N°HI-A-1/2/3 (a, b).
- c) Los incrementos de ancho se pueden observar en los gráficos N°FO-I-1 a 3 (Fortín Olmos); N°BO-I-1 a 3 (El Bonete) y N°HI-I-1 a 3 (La Higuera).