

GESTIÓN HÍDRICA

EN EL

VALLE INFERIOR DEL RÍO CHUBUT

RIESGO DE INUNDACIÓN Y DISPONIBILIDAD HÍDRICA A PARTIR DE
LOS APORTES DE LA CUENCA SUPERIOR Y MEDIA DEL RÍO CHUBUT
Y LA OPERACIÓN DEL EMBALSE AMEGHINO

JOSÉ MARÍA SAINZ-TRÁPAGA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO - FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL ORIENTACIÓN HIDRÁULICA

Título:

GESTIÓN HÍDRICA EN EL VALLE INFERIOR DEL RÍO CHUBUT

Riesgo de Inundación y Disponibilidad Hídrica a partir de los Aportes de la Cuenca Superior y Media del Río Chubut y la Operación del Embalse Ameghino

Autor:

José María Sainz-Trápaga¹

Edición:

Diciembre de 2018

Foto y Diseño de Tapa:

Valle Inferior del Río Chubut en La Angostura. Santiago Sainz-Trápaga

¹ Ingeniero Civil Orientación Hidráulica, Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina; Máster en Gestión y Auditorías Ambientales, Universidad de León, España. Profesor Titular de las asignaturas Aprovechamientos Hidráulicos y Construcciones Hidráulicas en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ingeniería, Trelew, Chubut, Argentina.

GESTIÓN HÍDRICA EN EL VALLE INFERIOR DEL RÍO CHUBUT

Riesgo de Inundación y Disponibilidad Hídrica a partir de los Aportes de la Cuenca Superior y Media del Río Chubut y la Operación del Embalse Ameghino

Índice

1.	Resumen	5
2.	Introducción	7
3.	Objetivos	8
4.	Simulación de comportamiento del Sistema Dique Ameghino – Valle Inferior del Río Chubut. Modelo SIM-VIRCH	9
4.1.	<i>Antecedentes</i>	9
4.2.	<i>Parámetros de entrada - Datos a ingresar para la simulación</i>	10
4.3.	<i>Características principales del proceso de cálculo</i>	12
4.4.	<i>Uso de los Pronósticos de Escurrimientos del Río Chubut en Los Altares</i>	13
4.5.	<i>Resultados proporcionados</i>	13
5.	Evaluación de Resultados	15
5.1.	<i>Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh en su condición actual</i>	15
5.2.	<i>Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh con mejoras por efecto de Dragado del Cauce del Río Chubut</i>	19
5.3.	<i>Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh con ampliación de las áreas bajo riego. Análisis de Disponibilidad Hídrica para el Riego de la Meseta Intermedia</i>	25
5.4.	<i>Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh con Optimización del Sistema de Riego en el VIRCh. Disponibilidad Hídrica para el Riego de la Meseta Intermedia</i> ..	31
6.	Conclusiones	34
6.1.	<i>Sobre el comportamiento del sistema en su estado actual</i>	34
6.2.	<i>Sobre las mejoras esperables por Dragado del Río Chubut en el VIRCh</i>	34
6.3.	<i>Sobre las mejoras esperables por Optimización del Riego en el VIRCh</i>	35
6.4.	<i>Sobre la Disponibilidad Hídrica para Riego de 35.000 Ha en la Meseta Intermedia</i> 36	
6.4.1.	<i>Con el Río Chubut en el VIRCh en su estado actual</i>	36
6.4.2.	<i>Con el Dragado del Río Chubut en el VIRCh</i>	36
6.4.3.	<i>Con el Dragado del Río Chubut y la Optimización del Riego en el VIRCh</i>	37
7.	Recomendaciones	38
	Principales documentos consultados	40

Anexo A. Disponibilidad hídrica para el incremento de la demanda destinada al Riego en los Valles Superior y Medio del Río Chubut.....	42
Anexo B. Demanda de agua en el Valle Inferior del Río Chubut	48
Anexo C. Demanda de agua para Riego de la Meseta Intermedia	50
Anexo D. Sobre los análisis de Disponibilidad Hídrica del Proyecto Meseta Intermedia.....	57
Anexo E. Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh. Resumen de resultados para configuraciones típicas.....	62
Anexo F. Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh Planillas de resultados mensuales	75
Anexo G. Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh Gráficos cronológicos de resultados	92
Anexo H. Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh Curvas de Frecuencia de Caudales	98

1. Resumen

La gestión de los recursos hídricos en el Valle Inferior del Río Chubut (VIRCh) es, indudablemente, una de las principales llaves para el desarrollo de las comunidades asentadas en el noreste de la provincia homónima, tanto por las oportunidades de aprovechamiento como por el riesgo de inundaciones al que se halla expuesta la población. Se cuenta para ello con la Presa de Regulación Florentino Ameghino y su embalse.

El presente trabajo procura aportar al enriquecimiento de tal gestión a través del estudio del sistema mediante una herramienta específica desarrollada para tal fin que permite la evaluación de resultados de diversas políticas de manejo del recurso con objetivos de Control de Crecidas, Abastecimiento de Agua y Generación hidroeléctrica, simulando la operación del embalse y la respuesta del sistema en su conjunto.

Los resultados obtenidos, confirmando y enriqueciendo estudios antecedentes realizados en el ámbito del Departamento de Hidráulica (Facultad de Ingeniería – UNPSJB – Sede Trelew), permiten confirmar:

- a. La existencia de un elevado riesgo actual de inundaciones en el VIRCh producto de la gran reducción de la capacidad de transporte sufrida por el cauce del Río Chubut desde la construcción del Dique Ameghino;
- b. La necesidad actual de destinar una gran parte de la capacidad útil del embalse Ameghino al control de las crecidas originadas en la cuenca media y alta, reduciendo los niveles de operación normal;
- c. El crecimiento del déficit en el suministro de agua para riego en el VIRCh, determinado por la menor porción de la capacidad útil del embalse que se puede destinar a la reserva de agua para este uso;
- d. Una reducción de la capacidad de generación hidroeléctrica de la central Ameghino determinada por los menores niveles operativos del embalse y por la mayor incidencia de restricciones operativas para la satisfacción de los usos prioritarios de control de crecidas y suministro de agua para riego del VIRCh;
- e. La necesidad de contar con un plan de acciones estructurales y no estructurales para el mejoramiento de la gestión hídrica del VIRCh;
- f. La prioridad de ejecución de obras de dragado del Río Chubut, como medida estructural de efecto fundamental en la recuperación de la seguridad frente a las crecidas y en la mejora del suministro de agua para riego del VIRCh y la generación de energía hidroeléctrica;
- g. La necesidad de avanzar en la modernización de la infraestructura de transporte y distribución de agua para riego y en la mejora de las técnicas de riego aplicadas, a efectos de mejorar la eficiencia del sistema, reducir el déficit en el suministro de agua y reducir la demanda total de agua, contribuyendo a un menor impacto ambiental de la actividad y a la mejora de su capacidad de adaptación a la potencial reducción de aportes por el

incremento de la demanda en los Valles Superior y Medio y por efecto del cambio climático;

- h. La falta de viabilidad técnica y ambiental para una gran ampliación del área bajo riego dependiente de los aportes del Río Chubut en el Valle Inferior y su área de influencia, tal como el anunciado proyecto de Riego de 35.000 Ha en la Meseta Intermedia.

En este marco, se recomienda la atención prioritaria de la seguridad de la población del Valle Inferior frente a las crecidas, así como del aumento de la eficiencia en la gestión del riego, supeditando cualquier futuro proyecto de ampliación de las áreas bajo riego a la ejecución de nuevos estudios de disponibilidad hídrica, previa resolución de la escasez de información y la inconsistencia de los registros de información disponibles, y de las restricciones señaladas en los puntos anteriores.

2. Introducción

El documento que se presenta en esta oportunidad fue elaborado en el marco de un renovado debate social sobre el aprovechamiento, la gestión y la preservación de agua, asentado sobre una gran incertidumbre respecto de la proyección de disponibilidad futura de este recurso en la cantidad y calidad necesarias para la satisfacción de las necesidades vitales de la población.

En el Valle Inferior del Río Chubut, el Sistema de Riego y el Dique Ameghino han sido las grandes obras que consolidaron las bases para su desarrollo, aunque muy pocos fueron, luego de aquellas, los avances logrados en infraestructura y gestión del agua, desde hace ya más de cinco décadas.

Sin embargo, recurrentes estudios realizados a lo largo de ese período han coincidido en la necesidad de recuperar la capacidad de conducción del río, mediante su dragado, a efectos de contar con capacidad para el manejo de las crecidas, y en la necesidad de mejorar y modernizar la infraestructura y la práctica del riego en el valle.

Respecto del Control de Crecidas, luego de los estudios de ingeniería ejecutados por el equipo profesional de la ex Agua y Energía Eléctrica y del Plan Director elaborado por el Departamento de Hidráulica de la Universidad, a fines de la década de 1990 se ejecutó una primera etapa del dragado (Rawson-Trelew) con serias falencias técnicas y de gestión y, en el año 2003, luego de la Audiencia Ambiental convocada para la ejecución de la segunda etapa (Trelew-Gaiman), se dio por fracasado el intento ante la falta de avances técnicos mínimos en la elaboración del proyecto. A más de 15 años de aquel incidente, no solo no se cuenta aún con el proyecto de dragado sino que, además, ya se hallan totalmente desactualizados los relevamientos topo-batimétricos con que se contaba para su elaboración.

Sobre la infraestructura de riego del VIRCh se han realizado algunas obras puntuales, pero no se cuenta a la fecha con un plan y un proyecto integral para su optimización. Paradójicamente, las últimas obras realizadas, en el marco de un sistema de transporte y distribución a gravedad, han consistido en sistemas de bombeo para lograr el suministro de agua en algunos sectores del valle.

En los últimos años, el Instituto Provincial del Agua, autoridad de aplicación responsable de la gestión del recurso, ha puesto como prioridad el desarrollo de un proyecto de irrigación de 35.000 hectáreas en la Meseta Intermedia sobre el que, si bien se han difundido algunos informes de consultorías parciales, no se conoce la existencia de un verdadero estudio de disponibilidad hídrica, base inevitable de cualquier análisis de viabilidad técnica y ambiental.

En este contexto, el desarrollo del presente trabajo procura actualizar y profundizar los estudios relativos a la gestión de los aportes a la Cuenca Inferior del Río Chubut, evaluando la situación actual del sistema Ameghino-VIRCh, sus necesidades y posibilidades de mejora y optimización.

Complementariamente, se trata de atender la conflictividad potencial del proyecto Meseta Intermedia anunciado, considerando la posibilidad de que su implementación no cuente con las garantías mínimas de disponibilidad hídrica y, además de conducir a su propio fracaso, ponga en crisis la totalidad del sistema de control de crecidas y aprovechamiento de los aportes en el Valle Inferior.

3. Objetivos

El objetivo primario propuesto para este trabajo consiste en el desarrollo y explotación de un modelo de simulación del sistema Dique Ameghino – Valle Inferior del Río Chubut, con capacidad de diagnóstico y de evaluación de la potencialidad de satisfacción de incrementos de la demanda de agua en el VIRCh, con particular aplicabilidad al desarrollo de nuevas áreas de producción bajo riego.

Confirmada la adecuación del modelo para reflejar el comportamiento del sistema, asegurando el escurrimiento de los caudales mínimos requeridos para el suministro de agua a las poblaciones servidas y para la preservación ambiental, el mismo permite la obtención y evaluación de resultados respecto del control de las crecidas, la asignación del recurso para el riego y la producción de energía hidroeléctrica resultante.

En efecto, la obtención de criterios de operación del embalse Ameghino ajustados a fin de la distribución del agua para los diversos usos con la debida prioridad, aporta resultados cuantitativos fundamentales para la evaluación de la disponibilidad hídrica y potencial satisfacción de las demandas. Todo ello en base a las mediciones históricas de aportes, con un extenso período de registro utilizado (74 años) que abarca abundantes sucesos de períodos secos, normales y húmedos, otorgando suficiente validez estadística a los resultados.

En ese orden, constituye un objetivo del presente informe la evaluación y difusión de los resultados obtenidos a efectos de aportar, a modo de conclusiones, elementos de juicio para la toma de decisiones respecto de la gestión hídrica en el VIRCh.

Finalmente, también a partir de los resultados obtenidos se destaca el propósito de aportar recomendaciones específicas relativas a acciones requeridas para la solución de problemas y el enriquecimiento de la gestión hídrica en el VIRCh.

Complementariamente, a partir de las carencias e inconsistencias de información que se registran en la actualidad y que han determinado inconvenientes para el desarrollo del trabajo, se formulan recomendaciones destinadas a la corrección de métodos y/o instrumentos de medición y a contar con registros adicionales que permitan un mayor conocimiento del sistema natural y una mayor precisión en la modelación y, en consecuencia, en su contribución a la toma de decisiones.

4. Simulación de comportamiento del Sistema Dique Ameghino – Valle Inferior del Río Chubut. Modelo SIM-VIRCH

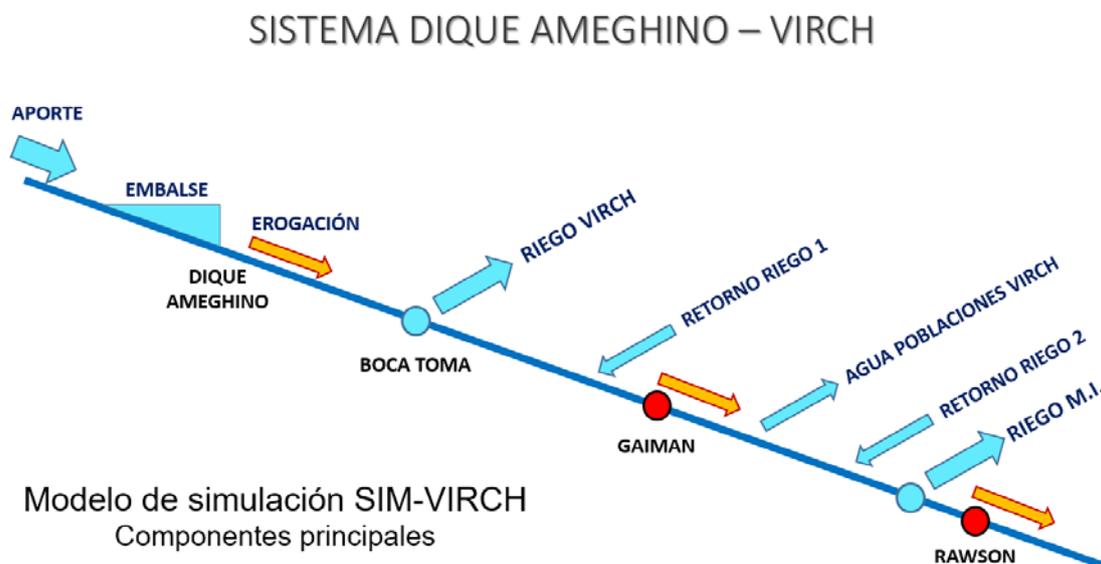
4.1. Aspectos generales

En los primeros años de funcionamiento del Dique Ameghino, Agua y Energía Eléctrica fue ajustando los criterios de operación del embalse y aplicó un modelo de Cota Objetivo por el que atendía las demandas del VIRCh procurando llevar la cota del embalse a 150 msnm.

La progresiva pérdida de capacidad del cauce del Río Chubut, sumada al incremento de la ocupación de tierras potencialmente inundables y a los proyectos de incorporación de nuevas áreas a la producción bajo riego fueron motivo de investigación para el equipo profesional del Departamento de Hidráulica (Facultad de Ingeniería – UNPSJB – Sede Trelew), que comenzó sus estudios del caso hace más de tres décadas, aportando sus resultados a la ex AyEE y a la Provincia del Chubut, especialmente en oportunidad de la definición de las condiciones para la privatización de la operación de Ameghino, en el año 1993.

La herramienta generada en el ámbito del Departamento de Hidráulica, progresivamente enriquecida, consiste en un modelo de simulación del comportamiento del sistema Dique Ameghino – Valle Inferior a partir de los aportes hídricos registrados por la Red Hidrológica Nacional en Los Altares, la configuración física del sistema y las demandas existentes y proyectadas.

La satisfacción de objetivos se basa en el orden de prioridades con que fue proyectado el Dique Ameghino, comenzando con el control de las crecidas, seguido del suministro de agua para las poblaciones y el riego del valle y culminando con la producción hidroeléctrica.



4.2. Parámetros de entrada - Datos a ingresar para la simulación

- a) Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma (originado en la erogación de Ameghino)

Aceptado actualmente en 70 m³/s, en el marco de una capacidad estimada del cauce (caudal máximo instantáneo) de 95 m³/s. Toma en consideración, por un lado, una razonable variabilidad de los valores diarios erogados que habrá de incrementar el caudal en el río durante algunos días del mes, y por otro, la posibilidad de ocurrencia de precipitaciones aguas abajo de Ameghino y los consecuentes incrementos de caudal en el río.

Cabe destacar que el caudal máximo de 70 m³/s era considerado ya en el año 1981 por AyEE, según consta en el Estudio Hidrológico del VIRCh elaborado ese año por el Ing. Oscar C. VIVES. Asimismo, cabe citar que el Contrato de Concesión de Hidroeléctrica Ameghino S.A. establece, para la condición previa al dragado del río (actual) un Caudal Máximo Normal de 70 m³/s, con máximos superiores en un 25% por un lapso igual a 4 horas, refiriéndose con ello a los valores máximos instantáneos permitidos.

- b) Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Si bien constituye una simplificación de las cuestiones involucradas, el valor a introducir debe procurar reflejar el concepto de "Caudal Ambiental", entendiendo al mismo como cantidad, régimen y calidad requerido para sostener los ecosistemas y los medios de subsistencia y bienestar de la población que dependen de esos ecosistemas (Declaración de Brisbane. 10º Simposio Internacional de Ríos y Conferencia Internacional sobre Flujos Ambientales. 2007).

Cabe destacar, en consecuencia, la necesidad de analizar los resultados que se obtengan de la simulación atendiendo sus implicancias ambientales, no evaluadas por el modelo.

- c) Cota Mínima de Emergencia en el Embalse Ameghino

Establece el límite inferior del embalse que podrá ser alcanzado en caso de necesidad para la satisfacción de las demandas de agua en el VIRCh. Bajos valores significarán mayor capacidad de regulación y satisfacción de demandas en períodos de escasez, a costa de la reducción de la reserva para condiciones críticas.

Cabe citar que, por las características técnicas de las turbinas, la generación de energía corresponde ser interrumpida por debajo de la cota 137,70 m.

- d) Cotas Objetivo para la Operación del Embalse Ameghino

Establece las cotas (2) a las que procurará llevarse el embalse al cabo del período de cálculo considerado. Un valor corresponde al período de aportes

preponderantemente pluviales, y será de aplicación mensual. El otro, correspondiente al período de aportes preponderantemente de deshielo, define la cota que podrá ser alcanzada luego del estiaje y la finalización de la temporada de riego para un año de aporte medio.

Ambos son determinantes de los niveles máximos que alcanzará el embalse y los caudales máximos a erogar por el Dique.

e) Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio

Se prevé la posibilidad de descontar un determinado volumen de aporte de la cuenca considerando la existencia de tierras aptas para el cultivo bajo riego y la previsible demanda de agua para su desarrollo productivo. Se destaca, sin embargo, que ante la baja probabilidad de desarrollo de obras de regulación de aportes en la cuenca alta, esos consumos adicionales se registrarían estacionalmente en correspondencia con las demandas para riego.

A efectos del presente trabajo se ha dispuesto la superficie de cultivo a incorporar como parámetro de entrada del modelo, considerado un régimen de demanda hídrica conforme a las demandas mensuales por hectárea estimadas en el Anexo A (Tabla A.7), a partir de la información obtenida del Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. HCA-CFI 2013.

La superficie adoptada por este concepto para el estudio de Disponibilidad Hídrica es de 5.000 Ha, considerada esta como una previsión de mínima, entendiéndose de suma importancia su consideración ante la abundante disponibilidad de suelos de buena calidad en situación muy favorable por su proximidad al cauce del Río Chubut y sus afluentes.

f) Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático

La consideración surge a partir de la existencia de previsiones al respecto. Se ha considerado en este caso una reducción del 5% estimada para los modelos del Banco Mundial, según surge de la documentación del proyecto Meseta Intermedia consultada para el presente estudio.

g) Demandas para agua potable y otros usos urbanos, y para riego en el VIRCh

Los respectivos valores, aunque pueden ajustarse, se hallan inicialmente asignados a partir de estándares y proyecciones propias para las primeras, y a partir de la información de caudales de derivación requeridos y retornos al cauce proporcionada por la Compañía de Riego del VIRCh, según se detalla en el Anexo B.

h) Superficie de nuevas áreas a irrigar en la Meseta Intermedia

Se admite en este caso la introducción de la superficie bruta de un proyecto de producción bajo riego con extracción de agua del Río Chubut en un punto del cauce comprendido entre las ciudades de Trelew y Rawson, con las

características y demandas de agua que surgen del análisis presentado en el Anexo C a partir de los estudios específicos existentes para la Meseta Intermedia consultados.

4.3. Características principales del proceso de cálculo

- a. El modelo desarrollado realiza la simulación de la operación del embalse Ameghino y la entrega de caudales para la preservación ambiental, el riego en el VIRCh y otros usos, así como el riego de la Meseta Intermedia, con paso mensual, ingresando al embalse la serie de Caudales Medios Mensuales medidos en Los Altares. Los datos cargados para el presente trabajo incluyen la serie de valores del período 1943 – 2017.
- b. Tomando en consideración la disminución del volumen registrado entre el aporte medido en Los Altares y la erogación de Ameghino, del 5,1% en el período 1993-2017, se calcula el aporte neto deduciendo la evaporación calculada para el embalse y “otras pérdidas”, deducidas en forma porcentual, a efectos de alcanzar una disminución de volumen del mismo orden a la registrada. Se adopta este procedimiento ante la inexistencia de registros de otros aportes al embalse, como los ingresados por el Río Chico, y la inexistencia de evaluaciones de las pérdidas por infiltración en el embalse.

Las reducciones de aportes resultantes del incremento de uso para riego en los Valles Superior y Medio de la cuenca y por efecto del Cambio Climático son computadas también en esta instancia a los efectos de determinar el Aporte Neto al embalse.

- c. Calculado el volumen de agua disponible entre la cota del embalse y la Cota Mínima de Emergencia se determina el caudal disponible y se asigna para su erogación hasta la demanda total del período, en la medida de la disponibilidad, comenzando por el Caudal Mínimo (Ambiental) y las demandas de agua potable y otros usos en las poblaciones ubicadas aguas abajo, siguiendo por la satisfacción de la demanda de riego en el VIRCh, y culminando con la satisfacción de la demanda de riego en la Meseta Intermedia.

Si la disponibilidad supera la demanda total del período, el caudal erogado puede ser incrementado para procurar el alcance de la Cota Objetivo de dicho período.

Con el objeto de lograr una adecuada distribución de la disponibilidad esperable para el período Octubre – Abril, en que se registra la mayor parte del deshielo y la mayor demanda de riego, los cálculos mensuales se realizan estimando los aportes a recibir desde cada uno de los meses hasta el mes de abril, con la previsión extrema de alcanzar la Cota Mínima de Emergencia al final de la temporada de riego.

4.4. Uso de los Pronósticos de Escurrimientos del Río Chubut en Los Altares

Tal como se puede inferir de los párrafos anteriores, no se toman en consideración las estimaciones de aportes en el período de deshielo publicadas anualmente por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Los análisis de contraste entre los escurrimientos pronosticados y los registrados para el período de deshielo Octubre-Marzo, según se resume en la Tabla 1, sugieren un nivel de imprecisión incompatible con su aprovechamiento para proyectar la operación del embalse Ameghino.

Tabla 1. Diferencias entre Derrames pronosticados y registrados para el período Octubre-Marzo en Los Altares

Año Hidrológico	Pronóstico (Hm ³)	Derrame (Hm ³)	Diferencia
2009-10	639,00	802,93	-20%
2010-11	427,00	575,24	-26%
2011-12	510,00	419,21	22%
2012-13	677,00	367,25	84%
2013-14	506,00	390,88	29%
2014-15	392,00	374,02	5%
2015-16	700,00	452,25	55%
2016-17	333,00	311,29	7%
Diferencia promedio (en valores absolutos)			31%

4.5. Resultados proporcionados

Realizada la simulación para el período indicado, el modelo proporciona una detallada planilla de resultados mensuales incluyendo:

- ✓ Caudales y volúmenes de aporte
- ✓ Caudal turbinado para la generación hidroeléctrica
- ✓ Caudal descargado, cuando la cota y/o el caudal no alcanzan para la generación
- ✓ Caudal vertido por el aliviadero de la presa
- ✓ Caudal total erogado
- ✓ Cota del embalse
- ✓ Caudal derivado para riego del VIRCh
- ✓ Caudal de retorno del Sistema de Riego aguas arriba de Gaiman
- ✓ Caudal del Río Chubut en Gaiman
- ✓ Caudal de retorno del Sistema de Riego aguas abajo de Gaiman
- ✓ Caudal derivado para riego de la Meseta Intermedia
- ✓ Caudal del Río Chubut en Rawson

- ✓ Déficit mensual y anual en el Sistema de Riego del VIRCh
- ✓ Déficit mensual y anual en el Sistema de Riego de la Meseta Intermedia
- ✓ Energía Generada (en forma aproximada)

Asimismo, el modelo proporciona un Resumen de resultados de los 74 años simulados que incluye:

Para el Dique Ameghino y Valle Inferior del Río Chubut:

- ✓ Cantidad y porcentaje de meses con erogación por Vertedero
- ✓ Cantidad y porcentaje de meses con falla de la consigna de Caudal Máximo VIRCh
- ✓ Cantidad y porcentaje de meses con falla de la consigna de Caudal Mínimo VIRCh
- ✓ Cantidad y porcentaje de meses con falla de Generación por Caudal insuficiente
- ✓ Cantidad y porcentaje de meses con falla de Generación por Cota insuficiente
- ✓ Cantidad y porcentaje de meses con falla de la Cota Mínima de Emergencia
- ✓ Frecuencia de meses con Caudal Máximo admitido en el VIRCh
- ✓ Frecuencia de meses con Caudal Mínimo admitido en el VIRCh
- ✓ Cantidad y porcentaje de años con erogación por Vertedero
- ✓ Cantidad y porcentaje de años con falla de la consigna de Caudal Máximo VIRCh
- ✓ Cantidad y porcentaje de años con falla de la consigna de Caudal Mínimo VIRCh
- ✓ Cantidad y porcentaje de años con falla de Generación por Cota insuficiente
- ✓ Cantidad y porcentaje de años con falla de la Cota Mínima de Emergencia
- ✓ Caudal Máximo Medio Mensual erogado por Ameghino
- ✓ Caudal Máximo Medio Mensual erogado por el Vertedero de Ameghino
- ✓ Caudal Máximo Medio Mensual registrado en el Río Chubut en Gaiman
- ✓ Déficit medio, en volumen y porcentaje, de suministro agua para Riego del VIRCh
- ✓ Energía Media Anual Generada por la Central Ameghino
- ✓ Cota Media del embalse Ameghino
- ✓ Cota Mínima alcanzada por el embalse Ameghino
- ✓ Cota Máxima alcanzada por el embalse Ameghino

Para el proyecto de Producción bajo Riego en la Meseta Intermedia:

- ✓ Cantidad y porcentaje de años con falla a la consigna de Caudal Mínimo para M.I.
- ✓ Déficit medio, en volumen y porcentaje, de suministro agua para Riego de M.I.
- ✓ Cantidad y porcentaje de años con Déficit de Riego de M.I. superior al 25%
- ✓ Cantidad y porcentaje de años con Déficit de Riego de M.I. superior al 50%
- ✓ Déficit medio mensual (%), para cada mes del año, en el Riego de la M.I.
- ✓ Porcentaje, para cada mes del año, meses c/Déficit de Riego M.I. mayor de 25%
- ✓ Porcentaje, para cada mes del año, meses c/Déficit de Riego M.I. mayor de 50%
- ✓ Porcentaje, para cada mes del año, meses c/Déficit de Riego M.I. mayor de 95%

5. Evaluación de Resultados

La aplicación del modelo de simulación descrito sobre la serie de datos de aporte de 74 años incorporada permite evaluar la respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh tanto para condiciones normales como para períodos de pronunciada escasez y abundancia de aportes, ya sea en años hidrológicos secos o húmedos registrados en forma individual como en períodos en que se presentaron años secos o húmedos consecutivos.

5.1. Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh en su condición actual

a) Determinación de los parámetros de entrada:

El parámetro indudablemente crítico de la condición actual es el **Caudal Máximo** admitido por el Río Chubut en el VIRCh. Si bien no se cuenta con mediciones o cálculos actualizados, se considera que la condición de desborde en varios puntos del cauce, causal de inundación, se aproxima a los **95 m³/seg**.

Las características de las crecidas esperables, en especial por las características aluvionales de muchos de los cuencos de aporte situados aguas abajo de Ameghino, sugieren aceptar el valor de Caudal Máximo Medio Mensual aguas abajo de Boca Toma con origen en la erogación de Ameghino en 70 m³/seg.

Respecto del Caudal Mínimo admitido, en tanto no se cuenta con estudios específicos sobre el Caudal Ambiental, se adopta un rango de valores en el entorno de 12,5 m³/seg +/- 20%. En consecuencia, se presentan resultados de la simulación para 10 y 15 m³/seg.

Como Cota de Emergencia se ha considerado como referencia el valor de 138 m, apenas superior a 137,70 m, mínima cota admitida para la generación hidroeléctrica. Se han realizado pruebas también con el valor de 130,00 m, considerada como extremo de las posibilidades del embalse, aunque el valor debería ser revisado para las condiciones actuales debido al proceso de colmatación y su proyección para las condiciones esperables a mediano y largo plazo.

Las hipótesis de reducción de aportes consideradas resultan de la consideración de 0 Ha y 5.000 Ha para el incremento de usos en los Valles Superior y Medio, y de 0% y 5% para el efecto del Cambio Climático. Solo se presentan en este caso los resultados extremos, para una reducción total nula y para la correspondiente a 5.000 Ha y 5%. Los primeros permiten el análisis de condiciones operativas para el Control de Crecidas, mientras que los últimos permiten el análisis de la satisfacción de las demandas futuras aguas abajo del embalse Ameghino.

Con los diversos valores de los parámetros indicados se efectuaron múltiples pruebas de simulación, de las que se presentan aquellas con Cotas Objetivo

máximas halladas sin producir una erogación media mensual por Vertedero superior al 20% del Caudal máximo medio mensual admitido en el VIRCh.

Complementariamente, se realizó una simulación aplicando la Cota Objetivo establecida en el contrato de Concesión de Hidroeléctrica Ameghino para la condición inicial del río en el VIRCh, es decir, previa a los trabajos de dragado que aún se hallan pendientes. La citada cota se fijó para el período abril-agosto en 154,90 m, permitiendo el ajuste para el resto del año, ya que, según el contrato “...corresponden a la distribución de aportes por fusión nival según pronósticos”, indicando que “...en ningún momento del período se superará el nivel 166,00 m” (Cota del Vertedero).

b) Resultados obtenidos:

La Tabla 2 presenta una síntesis de resultados obtenidos a partir de la simulación sin aplicar reducción de aportes. La designación numérica de cada caso indicada corresponde a los parámetros Caudal Máximo Medio Mensual en el VIRCh – Caudal Mínimo Medio Mensual – Cota de Emergencia – Reducción de Aportes ($Q_{MAX} - Q_{MIN} - C_E - R_{AP}$); por ejemplo, 70-15-138-5.

Satisfechas las condiciones impuestas respecto de los caudales máximos admitidos por el río en el VIRCh y los erogados por el vertedero de la presa, los otros valores expuestos en la tabla refieren a la magnitud del déficit promedio en el suministro de agua para riego, al porcentaje de años en que se manifiesta ese déficit, a la generación media de energía lograda, al porcentaje de años en que se registran dificultades para el funcionamiento de la central hidroeléctrica por falta de nivel en el embalse y a la frecuencia con que se presenta el Caudal Ambiental en el Valle Inferior del Río Chubut (registrado en Gaiman y/o en Rawson).

La Tabla 3 presenta el resumen de resultados para una hipótesis moderada, como podría considerarse la 70-10-138-0, brindando un pantallazo con una buena aproximación a la situación actual del conjunto Ameghino-VIRCh. Asimismo, se incluye en Anexo E, Tabla A, la planilla de simulación con los valores mensuales obtenidos para el período completo, en la que puede observarse el comportamiento para los períodos normales, secos y húmedos.

En particular, cabe una aclaración, a su vez advertencia, respecto de los resultados obtenidos para años hidrológicos húmedos como 2004-05 y 2006-07, ya que la condición crítica observada en la simulación no consta en los registros oficiales disponibles. Al respecto, aunque no se ha podido establecer el origen, no cabe ninguna duda de la existencia de fuertes inconsistencias entre las series de Aportes, Cota de Embalse y Erogación de Ameghino publicadas por el IPA, habiéndose computado que el volumen de agua “faltante” del embalse, para algunos años, arroja valores superiores a los 500 Hm³, equivalente a más de un tercio del aporte medio total de la cuenca.

Tabla 2. Simulación Ameghino-VIRCh para la situación actual y condiciones varias. Síntesis de resultados.

Designación	Cota _{OBJ1} m	Cota _{OBJ2} m	Q _{MAX EROG} m ³ /s	Q _{MAX VERT} m ³ /s	Q _{MAX VIRCH} m ³ /s	Déficit _{VIRCH}		EMAG GWH/Año	Años con Vertimiento	Años con Fallas			Frecuencia Q _{AMB VIRCH}
						Hm ³	%			Q _{MAX VIRCH}	Q _{RIEGO VIRCH}	Cota _{MIN GEN}	
70-10-138-0	145,5	157,5	98	13	70	81	14,3	175	4,1%	0,0%	48,6%	16,2%	44%
70-10-130-0	145,5	157,5	98	13	70	55	9,7	167	4,1%	0,0%	39,2%	44,6%	44%
70-15-138-0	145,5	157,5	98	13	70	123	21,8	170	2,7%	0,0%	63,5%	31,1%	50%
70-15-130-0	145,5	157,5	98	13	70	95	16,8	162	2,7%	0,0%	48,6%	52,7%	50%

Tabla 3. Simulación Ameghino-VIRCh para la situación actual. Síntesis de resultados hipótesis media.

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años) Ameghino y Valle Inferior			Caso: 70-10-138-0		
	Meses	%			
Erogación por Vertedero	8	0,9	Caudal máx. medio mensual erogado	97,8	m ³ /s
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0	Caudal máximo medio mensual vertido	12,8	m ³ /s
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	165	18,6	Caudal máximo medio mensual Gaiman	70,0	m ³ /s
Fallas por Caudal Mínimo Generación	94	10,6	Déficit medio suministro Riego VIRCH	81,0	Hm ³
Fallas por Cota Insuficiente Generación	27	3,0	Déficit medio suministro Riego VIRCH	14,3	%
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	36	4,1	Energía Media Anual Ameghino (aprox)	175,0	GWH/Año
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	182	20,5	Cota media del embalse	149,81	m
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	394	44,4	Cota mínima alcanzada por el embalse	135,09	m
			Cota máxima alcanzada por el embalse	166,79	m
	Años	%			
Erogación por Vertedero	3	4,1			
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0			
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	36	48,6			
Fallas por Cota Insuficiente Generación	12	16,2			
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	18	24,3			

Tabla 4. Simulación Ameghino-VIRCh para la situación actual. Síntesis de resultados s/contrato Ameghino

Designación	Cota _{OBJ1} m	Cota _{OBJ2} m	Q _{MAX EROG} m ³ /s	Q _{MAX VERT} m ³ /s	Q _{MAX VIRCH} m ³ /s	Déficit _{VIRCH}		EMAG GWH/Año	Años con Vertimiento	Años con Fallas			Frecuencia Q _{AMB VIRCH}
						Hm ³	%			Q _{MAX VIRCH}	Q _{RIEGO VIRCH}	Cota _{MIN GEN}	
HASA 1	154,9	147,0	98	62	70	43	7,6	181	5,4%	0,0%	39,2%	8,1%	30%
HASA 2	154,9	154,9	98	93	76	34	6,0	186	6,8%	1,4%	33,8%	6,8%	37%
HASA 3	154,9	160,0	112	112	94	29	5,1	187	14,9%	4,1%	28,4%	6,8%	43%

En la Tabla 4 se ha volcado una síntesis de resultados correspondientes al mismo escenario, ajustado en este caso a un rango de las Cotas Objetivo compatibles con el contrato de Concesión de Hidroeléctrica Ameghino para el estado del cauce considerado al inicio de la Concesión.

Considerada una Reducción de Aportes por incremento de 5.000 Ha bajo riego en los Valles Superior y Medio de la cuenca y del 5% por efecto del Cambio Climático, la Tabla 5 presenta, entre otros, los efectos estimados sobre el Déficit en el aprovisionamiento de agua para Riego del VIRCh, en la Frecuencia de registro del Caudal Ambiental y en la Energía Media Generada por la central hidroeléctrica Ameghino.

Tabla 5. Simulación Ameghino-VIRCh para la situación actual y Reducción de Aportes por incremento de usos en Valles Superior y Medio y por Cambio Climático.

Designación	Déficit _{VIRCH}		EMAG GWH/Año	Años con Fallas		Frecuencia Q _{AMB VIRCH}
	Hm ³	%		Q _{RIEGO VIRCH}	Cota _{MIN GEN}	
70-10-138-5	75	13,2	162	47,3%	25,7%	47%
70-10-130-5	58	10,2	154	41,9%	45,9%	47%
70-15-138-5	121	21,3	154	55,4%	36,5%	53%
70-15-130-5	103	18,1	146	51,4%	54,1%	53%

La síntesis de resultados de la simulación del Sistema Ameghino VIRCh en su configuración actual, caracterizada por una fuerte limitación de caudales erogables debida a la reducción de la capacidad de transporte del cauce ocurrida en el Río Chubut desde la construcción del Dique Ameghino, evidencia:

- ✓ La necesidad de operar el embalse con reducidos niveles, destinando una parte importante de su capacidad reguladora para asegurar el control de las crecidas originadas en la cuenca media y alta;
- ✓ Aún en esta condición, el caudal medio mensual que escurre por el Río Chubut en el VIRCh presenta un alta frecuencia (superior al 20%) del valor máximo admitido, reflejando una fuerte permanencia del “río lleno”, con efecto negativo sobre su capacidad de drenaje de los suelos aledaños y sobre la capacidad de recibir y conducir sin desbordes las crecidas producidas aguas abajo de Ameghino;
- ✓ La gran parte del embalse destinada al control de las crecidas deriva en la falta de capacidad de regulación suficiente para garantizar el adecuado aprovisionamiento del Sistema de Riego del VIRCh en años de aportes inferiores al promedio;
- ✓ Considerada una Reducción de Aportes por incremento de 5.000 Ha bajo riego en los Valles Superior y Medio de la cuenca, y del 5% de los aportes de la cuenca por efecto del Cambio Climático, cabe proyectar un incremento del orden del 3% en la Frecuencia de registro del Caudal Ambiental, una reducción en la Energía Media Generada por la central hidroeléctrica Ameghino del orden del 7% respecto de los valores presentados en la Tabla 2, y una influencia variable, aunque de escasa

magnitud, sobre el Déficit de aprovisionamiento de agua para Riego del VIRCh según la Cota de Emergencia adoptada.

En otro orden, más allá de los problemas derivados de la escasa capacidad de conducción del río, se destaca una alta permanencia (44% a 53% del tiempo) en el escurrimiento del Caudal Ambiental aguas abajo de Boca Toma, punto en el que son derivados los caudales para el riego del VIRCh.

La gran permanencia del río funcionando a Caudal Ambiental refleja un alto grado de aprovechamiento de los aportes que ya existe en el VIRCh, con indudable impacto sobre el ambiente ribereño, situación que habrá de intensificarse con el incremento de usos en la cuenca superior y media y con la reducción de aportes proyectada por efecto del cambio climático.

5.2. Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh con mejoras por efecto de Dragado del Cauce del Río Chubut

A efectos de estimar el efecto del dragado del río a lo largo del VIRCh, se han analizado dos configuraciones con hipótesis de valores de **Caudal Máximo de 120 y 140 m³/seg**. La primera corresponde al Caudal de Diseño considerado en los antecedentes relativos al proyecto de dragado a realizar, mientras que el último, estimado como prácticamente inalcanzable por cuestiones técnico-económicas, se adopta solo como una frontera teórica de este estudio.

Con las mismas consideraciones expresadas anteriormente, se consideran valores límites de Caudal Máximo Medio Mensual aguas abajo de Boca Toma con origen en la erogación de Ameghino de 90 y 105 m³/seg respectivamente, equivalentes al 75% de la capacidad máxima del río.

a) Simulación sin Reducción de Aportes

Las Tablas 6 y 7 presentan la síntesis de resultados obtenidos para casos equivalentes a los presentados en las Tablas 2 y 3, para un $Q_{MM\ MAX\ VIRCH}$ de 90 m³/seg, y las Tablas 8 y 9 hacen lo propio para un $Q_{MM\ MAX\ VIRCH}$ de 105 m³/seg.

Se destaca, asociado al incremento de la capacidad del cauce del río en el Valle Inferior, el alivio del sistema para su función primordial de controlar las crecidas de la cuenca superior y media con la operación del embalse, así como la contribución a la reducción del déficit en el suministro de agua para riego, siendo también relevante el incremento de la capacidad de generación de la central hidroeléctrica.

En efecto, reuniendo los principales indicadores, tal como presenta la Tabla 10, se observa que el incremento de la capacidad del cauce del Río Chubut en el VIRCh permitirá un manejo del embalse con mayor nivel medio, lo que resultará en una gran reducción de la frecuencia con que se presentan caudales medios mensuales iguales al valor máximo admitido y del déficit en el aprovisionamiento de agua para riego, como consecuencia del mayor aprovechamiento de la capacidad reguladora del embalse.

Tabla 6. Simulación Ameghino-VIRCh para $Q_{MM\ MAX\ VIRCH} = 90\ m^3/seg$ y condiciones varias. Síntesis de resultados.

Designación	Cota _{OBJ1} m	Cota _{OBJ2} m	Q _{MAXEROG} m ³ /s	Q _{MAXVERT} m ³ /s	Q _{MAXVIRCH} m ³ /s	Déficit _{VIRCH}		EMAG GWH/Año	Años con Vertimiento	Años con Fallas			Frecuencia Q _{AMB VIRCH}
						Hm ³	%			Q _{MAX VIRCH}	Q _{RIEGO VIRCH}	Cota _{MIN GEN}	
90-10-138-0	156,5	161,0	110	16	90	26	4,6	192	5,4%	0,0%	20,3%	6,8%	46%
90-10-130-0	156,5	161,0	110	16	90	20	3,5	188	5,4%	0,0%	17,6%	20,3%	46%
90-15-138-0	156,5	161,0	110	16	90	62	10,9	187	5,4%	0,0%	40,5%	21,6%	50%
90-15-130-0	156,5	161,0	110	16	90	48	8,5	181	5,4%	0,0%	25,7%	32,4%	50%

Tabla 7. Simulación Ameghino-VIRCh para $Q_{MM\ MAX\ VIRCH} = 90\ m^3/seg$. Síntesis de resultados hipótesis media.

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)			Caso: 90-10-138-0		
<u>Ameghino y Valle Inferior</u>					
	Meses	%			
Erogación por Vertedero	12	1,4	Caudal máx. medio mensual erogado	110,0	m ³ /s
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0	Caudal máximo medio mensual vertido	16,3	m ³ /s
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	62	7,0	Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Fallas por Caudal Mínimo Generación	34	3,8	Déficit medio suministro Riego VIRCH	26,0	Hm ³
Fallas por Cota Insuficiente Generación	12	1,4	Déficit medio suministro Riego VIRCH	4,6	%
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	18	2,0	Energía Media Anual Ameghino (aprox)	192,0	GWH/Año
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	77	8,7	Cota media del embalse	154,97	m
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	407	45,8	Cota mínima alcanzada por el embalse	135,09	m
			Cota máxima alcanzada por el embalse	166,90	m
	Años	%			
Erogación por Vertedero	4	5,4			
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0			
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	15	20,3			
Fallas por Cota Insuficiente Generación	5	6,8			
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	9	12,2			

Tabla 8. Simulación Ameghino-VIRCh para $Q_{MM\ MAX\ VIRCH} = 105\ m^3/seg$ y condiciones varias. Síntesis de resultados.

Designación	Cota _{OBJ1} m	Cota _{OBJ2} m	Q _{MAX EROG} m ³ /s	Q _{MAX VERT} m ³ /s	Q _{MAX VIRCH} m ³ /s	Déficit _{VIRCH}		EMAG GWH/Año	Años con Vertimiento	Años con Fallas			Frecuencia Q _{AMB VIRCH}
						Hm ³	%			Q _{MAX VIRCH}	Q _{RIEGO VIRCH}	Cota _{MIN GEN}	
105-10-138-0	158,0	163,5	110	18	105	22	3,9	194	5,4%	0,0%	20,3%	5,4%	49%
105-10-130-0	158,0	163,5	110	18	105	15	2,7	190	5,4%	0,0%	14,9%	18,9%	49%
105-15-138-0	158,0	163,5	110	18	105	52	9,2	189	5,4%	0,0%	28,4%	17,6%	53%
105-15-130-0	158,0	163,5	110	18	105	43	7,6	185	5,4%	0,0%	23,0%	24,3%	52%

Tabla 9. Simulación Ameghino-VIRCh para $Q_{MM\ MAX\ VIRCH} = 105\ m^3/seg$. Síntesis de resultados hipótesis media.

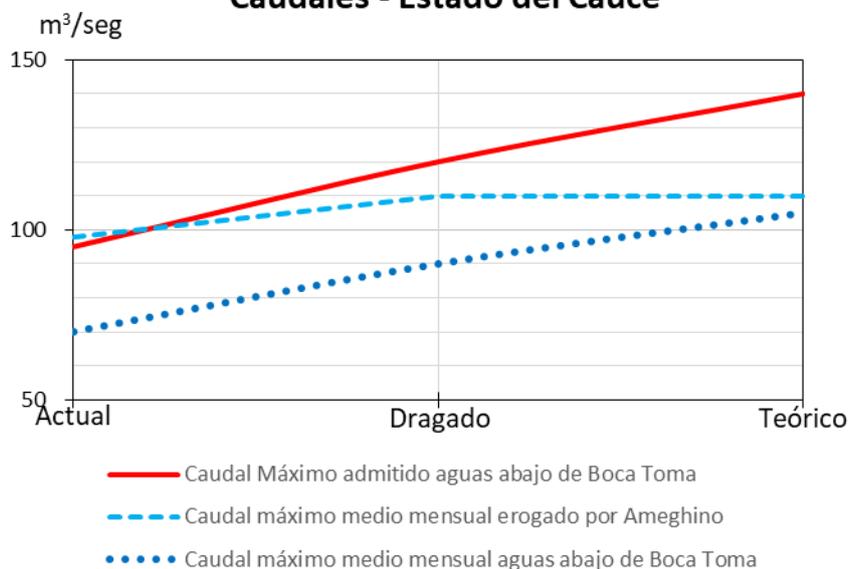
Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)			Caso: 105-10-138-0		
Ameghino y Valle Inferior					
	Meses	%			
Erogación por Vertedero	11	1,2	Caudal máx. medio mensual erogado	110,0	m3/s
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0	Caudal máximo medio mensual vertido	18,1	m3/s
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	59	6,6	Caudal máximo medio mensual Gaiman	105,0	m3/s
Fallas por Caudal Mínimo Generación	30	3,4	Déficit medio suministro Riego VIRCH	22,2	Hm3
Fallas por Cota Insuficiente Generación	11	1,2	Déficit medio suministro Riego VIRCH	3,9	%
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	17	1,9	Energía Media Anual Ameghino (aprox)	193,7	GWH/Año
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	37	4,2	Cota media del embalse	156,23	m
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	432	48,6	Cota mínima alcanzada por el embalse	135,09	m
	Años	%	Cota máxima alcanzada por el embalse	167,00	m
Erogación por Vertedero	4	5,4			
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0			
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	15	20,3			
Fallas por Cota Insuficiente Generación	4	5,4			
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	9	12,2			

Tabla 10. Efectos de la Capacidad del Cauce del Río Chubut en el VIRCh
 Síntesis de resultados para casos 70/90/105-10-138-0

Parámetro	Unidad	Actual	Dragado	Teórico
Caudal Medio Diario admitido aguas abajo de Boca Toma	m ³ /s	95,00	120,00	140,00
Caudal máximo medio mensual erogado por Ameghino	m ³ /s	97,80	110,00	110,00
Caudal máximo medio mensual aguas abajo de Boca Toma	m ³ /s	70,00	90,00	105,00
Cota media del embalse Ameghino	m	149,81	154,97	156,23
Déficit medio suministro Riego VIRCH	Hm ³	81,02	25,99	22,24
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	GWH/Año	174,97	191,95	193,67
Frecuencia del caudal máximo admitido en el VIRCh	%	20,50	8,67	4,17

Los Gráficos 1, 2 y 3 ilustran sobre los elementos más destacados presentes en la Tabla anterior.

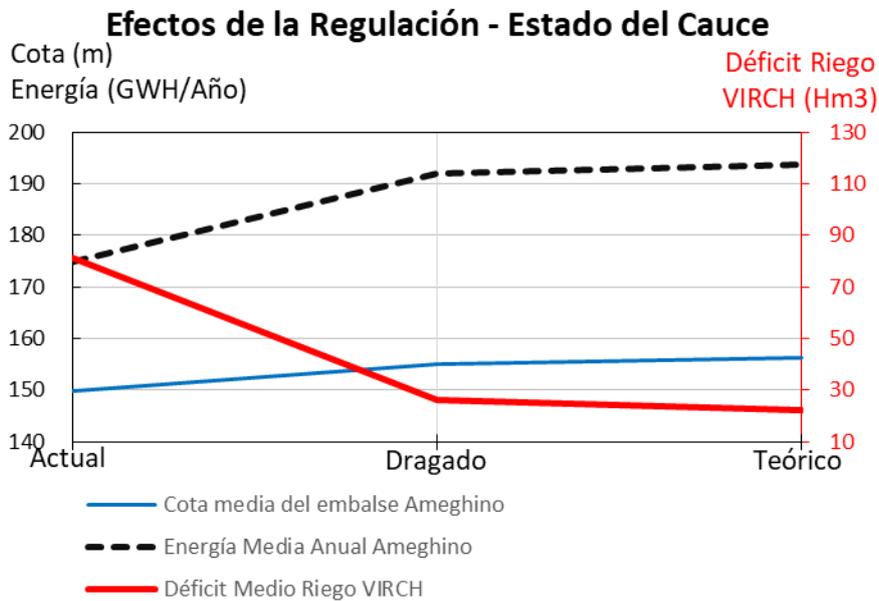
GRÁFICO 1
Caudales - Estado del Cauce



Con la aclaración de que el Caudal Máximo Medio Mensual erogado por Ameghino corresponde al tramo Ameghino – Boca Toma, incluyendo el que se deriva para riego en este punto, se destaca del Gráfico 1 la reducción de su valor respecto de la capacidad máxima del Río Chubut en el VIRCh y del Caudal Medio Mensual admitido aguas abajo de Boca Toma, conveniente en virtud de que permite una mayor flexibilidad de manejo para la erogación diaria desde el embalse.

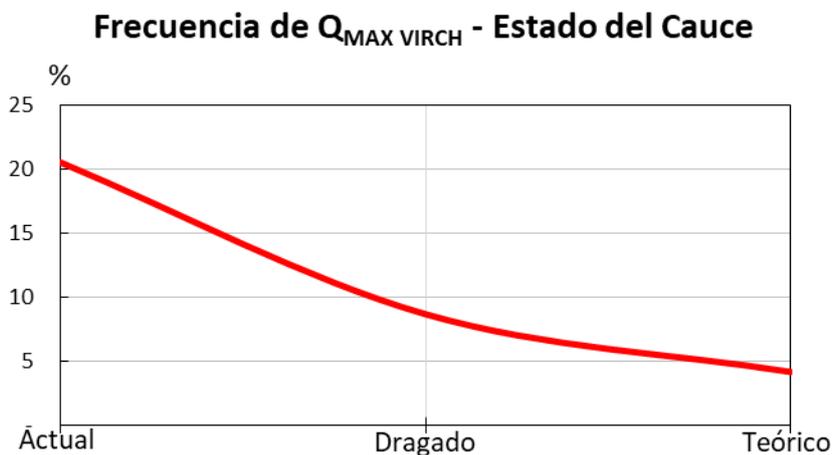
El Gráfico 2 resulta claramente ilustrativo del gran efecto positivo del dragado a la capacidad prevista (120 m³/seg) para el logro de los efectos perseguidos con la regulación de aportes en el embalse, permitiendo apreciar también que tales efectos no se proyectan con la misma intensidad para hipótesis de mayor capacidad del cauce.

GRÁFICO 2



El Gráfico 3 ilustra sobre la importancia del Dragado en la reducción de la frecuencia con que se presenta el Caudal Medio Mensual Máximo admitido aguas abajo de Boca Toma, reduciendo con ello la permanencia del “río lleno” y su efecto negativo sobre la capacidad de drenaje de los suelos aledaños y sobre la capacidad de recibir y conducir sin desbordes las crecidas producidas aguas abajo de Ameghino.

GRÁFICO 3



b) Simulación con Hipótesis de Reducción de Aportes

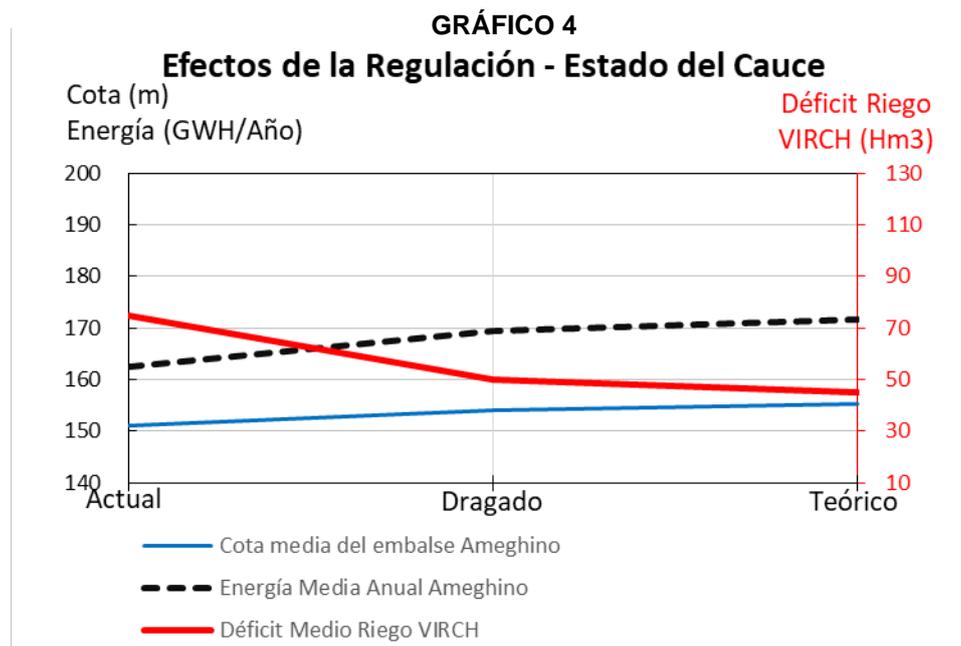
Considerando una proyección de reducción de aportes por incremento de 5.000 Ha bajo riego en los Valles Superior y Medio de la cuenca y del 5% por efecto

del Cambio Climático, se presentan a continuación los resultados obtenidos, reflejando los efectos esperables en escenarios futuros.

Tabla 11. Efectos de la Capacidad del Cauce del Río Chubut en el VIRCh
Síntesis de resultados para casos 70/90/105-10-138-5

Parámetro	Unidad	Actual	Dragado	Teórico
Caudal Medio Diario admitido aguas abajo de Boca Toma	m ³ /s	95,00	120,00	140,00
Caudal máximo medio mensual erogado por Ameghino	m ³ /s	97,80	110,00	110,00
Caudal máximo medio mensual aguas abajo de Boca Toma	m ³ /s	70,00	90,00	105,00
Cota media del embalse Ameghino	m	151,04	153,95	155,29
Déficit medio suministro Riego VIRCH	Hm ³	74,67	50,16	45,22
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	GWH/Año	162,39	169,51	171,54
Frecuencia del caudal máximo admitido en el VIRCh	%	12,16	6,19	3,15

El Gráficos 4 ilustra, aún con diferencias importantes respecto del Gráfico 2, un importante efecto positivo del dragado a la capacidad prevista (120 m³/seg) para el logro de los efectos perseguidos con la regulación de aportes en el embalse.



Cabe agregar que, para el caso del Caudal Ambiental de 15 m³/seg, las tendencias de mejoría en los resultados con el dragado son similares a las presentadas para Caudal Ambiental de 10 m³/seg. El mayor valor del Caudal Ambiental conlleva, para cualquier capacidad de conducción de cauce, una reducción de la capacidad de suministro de agua para riego y de la capacidad de generación de energía hidroeléctrica.

5.3. Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh con ampliación de las áreas bajo riego. Análisis de Disponibilidad Hídrica para el Riego de la Meseta Intermedia

Se presentan a continuación los resultados esperables a partir de la ampliación potencial de la superficie bajo riego en el área de influencia del Valle Inferior del Río Chubut, tal como sería el caso de la ejecución del proyecto denominado Meseta Intermedia.

A efectos del presente trabajo se han utilizado los valores de Requerimiento Neto mensual de agua para los cultivos obtenidos del informe: “Proyecto MESETA INTERMEDIA. Perfil de Proyecto Componente Riego”, de J.A. Morábito, L. Martín, L. Sponton, A. Mariani, R. Hernández, publicado por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

En consonancia con el referido estudio, las demandas de agua consideradas corresponden a una probabilidad de ocurrencia de la evapotranspiración obtenida del 75%, es decir, corresponden a la probabilidad de regar la superficie neta cultivada del proyecto 3 de cada 4 años.

Asimismo, a efectos del cálculo de las dotaciones mensuales de agua para riego se ha adoptado la eficiencia de 71% sugerida en los estudios agronómicos, y se ha considerado la reducción del 10% de la superficie a irrigar indicada en el documento “Proyecto MESETA INTERMEDIA. Comportamiento Complejo Dique Ameghino y Río Chubut”, considerando las superficies que serán destinadas a áreas de servicios, caminos, circulación interna, canales, etc.

Se destaca, en consecuencia, que las superficies nominales con que se designan las alternativas analizadas son “brutas”, y que el cálculo del requerimiento de agua para riego se realiza sobre la superficie neta a cultivar, del 90% de aquella. Así, por ejemplo, a la alternativa de 35.000 hectáreas le corresponde a una superficie neta bajo riego de 31.500 ha.

En otro orden, se considera para el estudio la reducción del 5% de los aportes de la cuenca por efecto del cambio climático asumida en los estudios agronómicos del proyecto Meseta Intermedia, además de la hipótesis de incorporación a la producción bajo riego de 5.000 Ha en los Valles Superior y Medio.

Se analiza en primer lugar el comportamiento del sistema para el estado actual del cauce del Río Chubut en el VIRCh, adoptando un Caudal Ambiental de 10 m³/seg, pasando luego al análisis para la hipótesis de incremento de la capacidad de conducción del río por dragado considerada en los puntos anteriores.

Se formulan finalmente algunas observaciones respecto del grado de aprovechamiento del recurso y su impacto ambiental potencial a partir de la frecuencia con que se presenta el Caudal Ambiental, así como de la influencia del valor adoptado para este.

a) Situación actual: Caudal Máximo de 95 m³/seg en el VIRCh

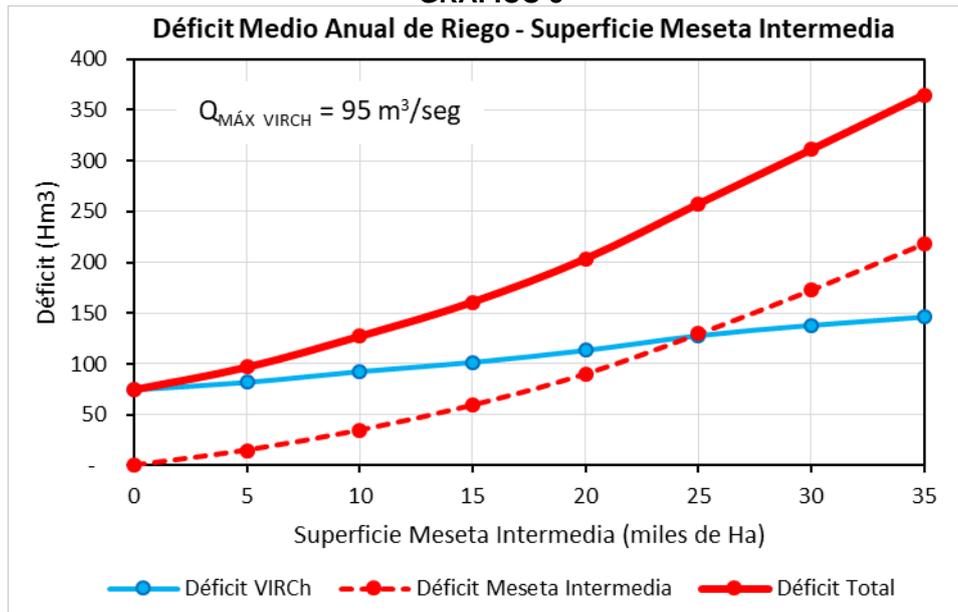
Considerando al sistema en su condición actual, se ha simulado el comportamiento del mismo para las hipótesis de riego en la Meseta Intermedia sobre superficies nominales de 0 a 35.000 Ha obteniendo todos los resultados indicados anteriormente, los que se presentan en la Tabla 12.

El Gráfico 5 destaca la proyección de un alto déficit en el suministro de agua para riego en la Meseta Intermedia para todo el rango de superficies analizado comenzando, para la primera hectárea nominal que se incorpore en la Meseta Intermedia, con un déficit del 19% del requerimiento calculado.

Tabla 12. Comportamiento del Sistema Ameghino-VIRCh-Meseta Intermedia
Síntesis de resultados para configuración 70-10-138-5 y Superficie M.I. variable

Sup. M.I. Ha	Déficit _{VIRCh}		Déficit _{M.I.}		Déf. TOTAL Hm ³	EMAG GWH/Año	Frecuencia Q _{AMB} VIRCh
	Hm ³	%	Hm ³	%			
-	75	13,2	0	18,9	75	162	47%
5.000	82	14,4	15	20,6	97	160	42%
10.000	93	16,3	35	23,9	127	157	51%
15.000	102	17,9	59	27,3	161	155	54%
20.000	113	20,0	90	31,0	204	152	57%
25.000	128	22,6	130	35,7	258	150	58%
30.000	138	24,3	173	39,7	311	148	59%
35.000	146	25,8	219	43,0	365	147	61%

GRÁFICO 5

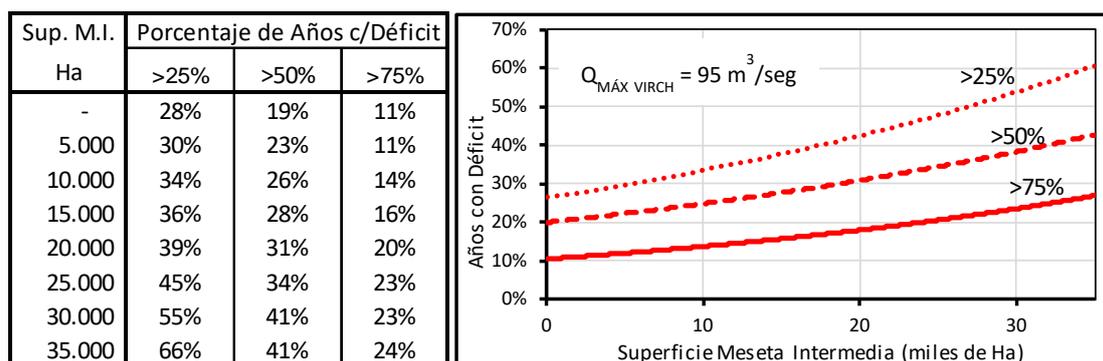


Asimismo, como se observa en la Tabla 13 y Gráfico 6, la garantía de suministro de agua para riego en la Meseta Intermedia resulta extremadamente baja para

todo el rango de superficies nominales de proyecto. En efecto, para una superficie de 5.000 Ha, prácticamente 1 de cada 3 años se presentaría con un déficit superior al 25%, y más de 1 de cada 10 años el déficit de aprovisionamiento superaría el 75% del agua requerida.

Para una superficie nominal de proyecto de 35.000 Ha, prácticamente 7 de cada 10 años se presentarían con un déficit superior al 25%, y casi 1 de cada 4 años faltaría más del 75% del agua requerida.

**Tabla 13 y Gráfico 6. Suministro de agua para Riego en la Meseta Intermedia
Frecuencia de Déficit Medio superior al 25%, 50% y 75%**



A nivel de valores medios mensuales, el déficit calculado para el riego de la Meseta Intermedia tiende a intensificarse a medida que avanza la temporada de riego, como resultado de la inevitable imprecisión operada en la estimación de los aportes en años hidrológicos secos. La Tabla 14 presenta tales resultados para una superficie nominal de 35.000 Ha.

**Tabla 14. Déficit medio mensual calculados para el Riego de Meseta Intermedia
Síntesis de resultados para configuración 70-10-138-5**

Meseta Intermedia		Superficie: 35.000 Ha		
Déficit medio mensual		Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	75,8%	77%	76%	74%
Mayo	45,0%	49%	45%	41%
Junio	18,3%	20%	18%	16%
Julio	11,3%	12%	11%	11%
Agosto	4,4%	5%	4%	4%
Septiembre	5,4%	5%	5%	5%
Octubre	44,1%	53%	45%	34%
Noviembre	33,8%	39%	36%	27%
Diciembre	32,8%	39%	32%	26%
Enero	45,6%	54%	47%	36%
Febrero	56,1%	64%	59%	49%
Marzo	74,5%	78%	73%	72%

Resulta de suma importancia, además, el incremento del Déficit de Riego que el proyecto Meseta Intermedia produciría en el VIRCh, según se observa en la Tabla 12 y el Gráfico 5, como resultado del uso del recurso en ese proyecto y la reducción de la reserva en el embalse para afrontar los años de menores aportes.

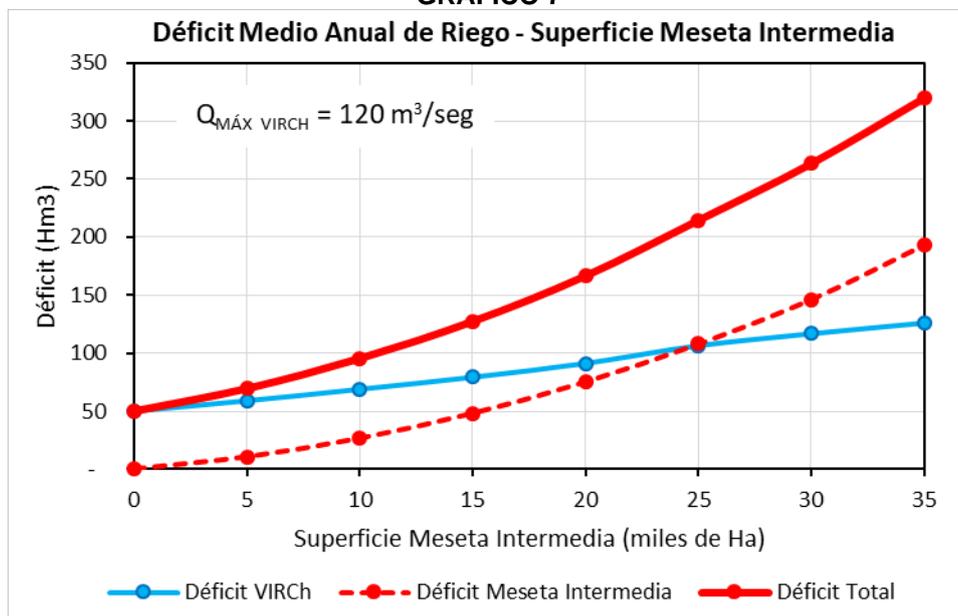
b) Hipótesis de Dragado del Río Chubut para una Caudal Máximo de 120 m³/seg

Realizadas similares simulaciones de comportamiento del sistema para la hipótesis de recuperación de la capacidad de conducción del Río Chubut en el VIRCh conforme al valor previsto, los resultados presentados en la Tabla 15 y el Gráfico 7, si bien reflejan una considerable mejoría, no dejan de proyectar una escasa garantía de suministro del agua para riego requerida en la Meseta Intermedia y la ampliación del déficit para el riego del VIRCh.

Tabla 15. Comportamiento del Sistema Ameghino-VIRCh-Meseta Intermedia
Síntesis de resultados para configuración 90-10-138-5 y Superficie M.I. variable

Sup. M.I. Ha	Déficit _{VIRCH}		Déficit _{M.I.}		Déf. TOTAL Hm ³	EMAG GWH/Año	Frecuencia Q _{AMB VIRCH}
	Hm ³	%	Hm ³	%			
-	50	8,8	0	12,7	50	170	53%
5.000	59	10,4	11	14,5	70	167	46%
10.000	69	12,2	27	18,3	96	164	56%
15.000	79	14,0	48	22,0	127	162	58%
20.000	91	16,1	75	25,9	166	158	60%
25.000	106	18,8	108	29,7	214	155	61%
30.000	117	20,6	146	33,6	263	152	63%
35.000	126	22,2	193	38,1	319	150	65%

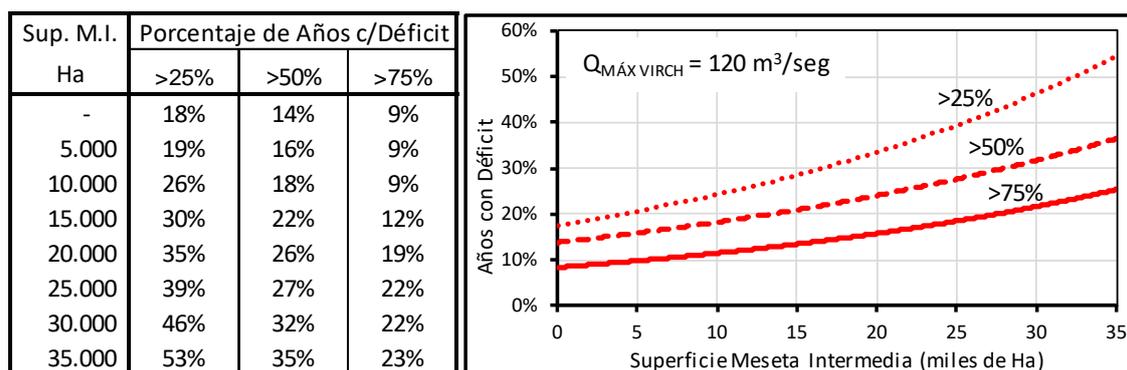
GRÁFICO 7



Tal como se observa en la Tabla 16 y Gráfico 8, para una superficie de 5.000 Ha, prácticamente 1 de cada 5 años se presentaría con un déficit alcanzaría al 25%, y 1 de cada 10 años alcanzaría el 75% del agua requerida.

Para una superficie nominal de proyecto de 35.000 Ha, casi 1 de cada 2 años se presentarían con un déficit superior al 25%, y casi 1 de cada 4 años faltaría más del 75% del agua requerida.

**Tabla 16 y Gráfico 8. Suministro de agua para Riego en la Meseta Intermedia
Frecuencia de Déficit Medio superior al 25%, 50% y 75%**



La Tabla 17 presenta los resultados de cálculo del déficit mensual para el riego de la Meseta Intermedia para una superficie nominal de 35.000 Ha, ilustrando sobre una leve mejoría respecto de los presentados para el río sin dragar (Tabla 14).

**Tabla 17. Déficit medios mensuales calculados para el Riego de Meseta Intermedia
Síntesis de resultados para configuración 90-10-138-5**

Meseta Intermedia		Superficie: 35.000 Ha		
Déficit medio mensual		Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	69,2%	72%	70%	66%
Mayo	39,9%	43%	39%	35%
Junio	17,7%	19%	18%	16%
Julio	11,3%	12%	11%	11%
Agosto	4,4%	5%	4%	4%
Septiembre	5,4%	5%	5%	5%
Octubre	37,8%	46%	36%	31%
Noviembre	29,2%	31%	31%	26%
Diciembre	29,5%	35%	28%	23%
Enero	41,6%	51%	43%	32%
Febrero	48,1%	54%	50%	42%
Marzo	64,8%	73%	65%	59%

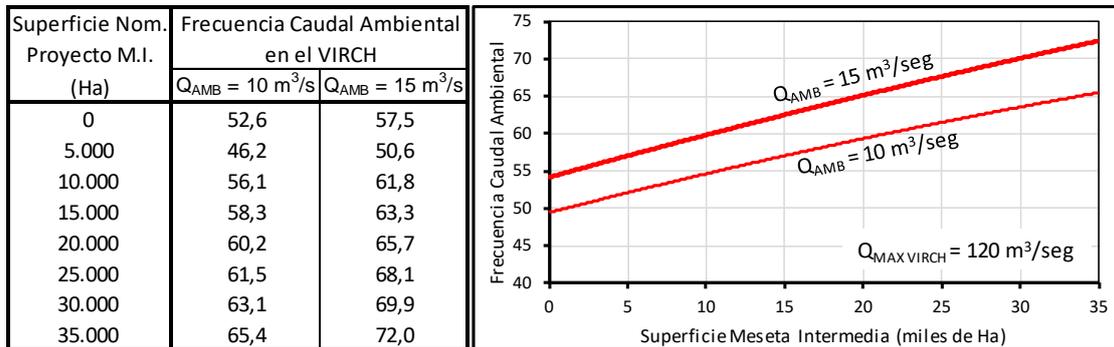
Cabe destacar que los resultados anteriores corresponden a un Caudal Ambiental de 10 m³/seg, y que los correspondientes al Caudal Ambiental de 15 m³/seg, no incluidos en este apartado, resultan notablemente peores en términos del déficit de riego para la Meseta Intermedia y el VIRCh.

c) Frecuencia de escurrimiento del Caudal Ambiental en el VIRCh

Se destaca la necesidad de un análisis más profundo de la frecuencia con que se proyecta el escurrimiento de tan solo el Caudal Ambiental del Río Chubut en el VIRCh, que resultaría intensificada a partir del sitio de emplazamiento de la Obra de Toma para el caso de ejecución del proyecto de Riego en la Meseta Intermedia. Todo ello es reflejo indudable del grado de aprovechamiento del recurso y, probablemente, de considerable impacto ambiental.

La Tabla 18 y el Gráfico 9 resumen los resultados obtenidos al respecto, destacándose la gran magnitud de los valores obtenidos en la medida del crecimiento de la superficie nominal del proyecto Meseta Intermedia.

Tabla 18 y Gráfico 9. Frecuencia de escurrimiento del Caudal Ambiental en el VIRCh



Ello refleja que, en condiciones normales, el río ha de transportar el Caudal Ambiental durante varios meses al año.

De las planillas de resultados de la simulación surge, además de los valores estadísticos anteriores, la existencia de larguísimos períodos de tiempo en que el Río Chubut permanece en la condición de Caudal Ambiental, llegando a una duración de 69 meses (casi 6 años) consecutivos.

El Anexo H presenta las curvas de duración de caudales para varios de los casos analizados, ilustrativas del fuerte efecto de regulación de los aportes y reducción del escurrimiento en el río requerido por el proyecto Meseta Intermedia.

5.4. Respuesta del Sistema Dique Ameghino – VIRCh con Optimización del Sistema de Riego en el VIRCh. Disponibilidad Hídrica para el Riego de la Meseta Intermedia

El análisis que se propone a continuación procura, a modo de ejercicio de aproximación, proyectar la gestión del Sistema Dique Ameghino - VIRCh hacia potenciales escenarios de optimización del sistema de producción bajo riego y, en este marco, evaluar la disponibilidad hídrica resultante para el desarrollo de nuevas áreas bajo riego como la de Meseta Intermedia.

Para ello, la hipótesis de trabajo consiste en aplicar a 18.000 Ha en el VIRCh un modelo de cultivo y requerimiento de agua similar al propuesto en los estudios recientes para el proyecto Meseta Intermedia. Esta hipótesis determina, fundamentalmente, una reducción del requerimiento anual total para el riego del VIRCh de unos 133 Hm³.

El análisis se realiza para una hipótesis de capacidad máxima del Río Chubut de 120 m³/seg, producto de un trabajo previo de Dragado, dando por supuesto el mantenimiento de esa capacidad en el tiempo, y para la configuración de optimización del riego en el VIRCh, en forma similar a los análisis efectuados en el apartado 5.3.b).

Cabe advertir, a efectos de evitar interpretaciones equívocas o cargadas de exagerado optimismo, que este conjunto de hipótesis, favorecida por los efectos del dragado y la tecnificación y mejora de la infraestructura y las prácticas del riego, solo se puede considerar alcanzable en un plazo expresable en décadas.

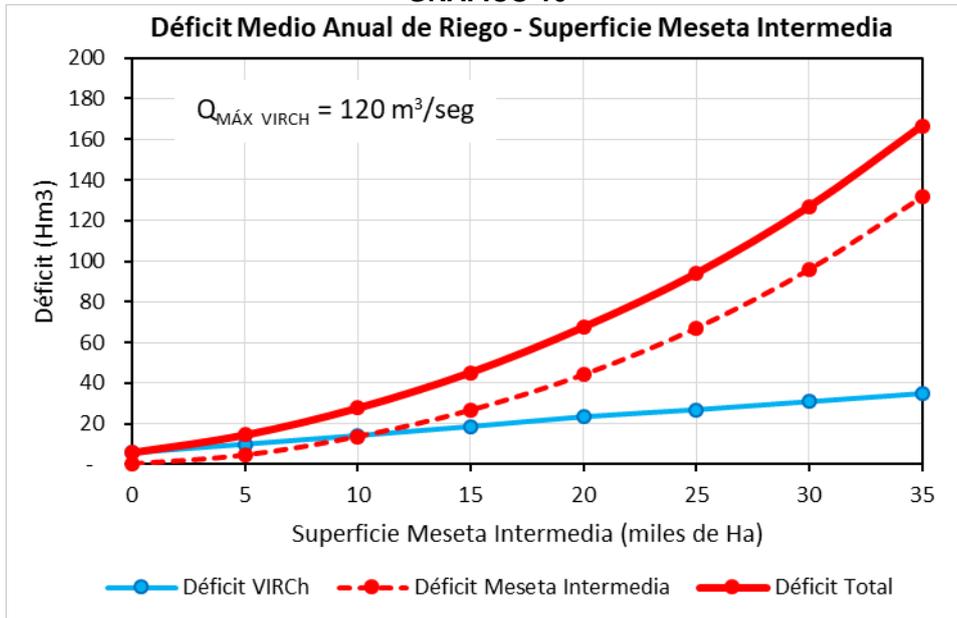
Los resultados presentados en la Tabla 19 y el Gráfico 10, si bien reflejan una considerable mejoría respecto de los expuestos en la Tabla 15 y el Gráfico 7, no dejan de proyectar una escasa garantía de suministro del agua para riego requerida en la Meseta Intermedia a medida que crece la superficie nominal del proyecto, así como el incremento del déficit de riego en el VIRCh.

Tabla 19. Comportamiento del Sistema Ameghino-VIRCh-Meseta Intermedia con Riego en el VIRCh optimizado

Síntesis de resultados para configuración 90-10-138-5 y Superficie M.I. variable

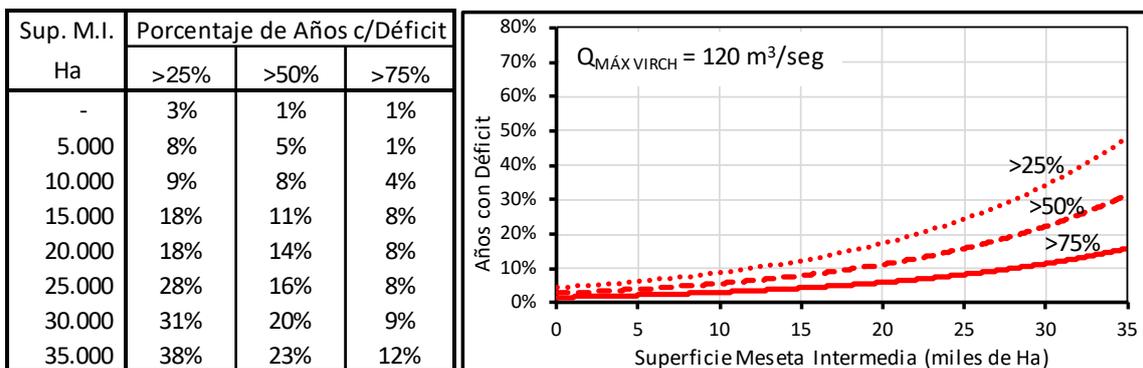
Sup. M.I. Ha	Déficit _{VIRCH}		Déficit _{M.I.}		Déf. TOTAL	EMAG GWH/Año	Frecuencia Q _{AMB} VIRCH
	Hm ³	%	Hm ³	%	Hm ³		
-	6	2,0	0	3,0	6	174	37%
5.000	10	3,5	4	6,1	14	172	40%
10.000	14	4,9	14	9,3	28	170	42%
15.000	19	6,4	27	12,2	45	167	45%
20.000	24	8,1	44	15,2	68	165	47%
25.000	27	9,3	67	18,5	94	162	50%
30.000	31	10,6	96	22,0	127	159	51%
35.000	35	12,0	132	25,9	167	156	54%

GRÁFICO 10



Tal como se observa en la Tabla 20 y Gráfico 11, para una superficie de 35.000 Ha, más de 1 de cada 3 años se presentaría con un déficit superior al 25%, y en casi 1 de cada 8 años faltaría más del 75% del agua requerida.

Tabla 20 y Gráfico 11. Suministro de agua para Riego en la Meseta Intermedia con Riego en el VIRCh optimizado
Frecuencia de Déficit Medio superior al 25%, 50% y 75%



La Tabla 21 presenta los resultados de cálculo del déficit mensual para el riego de la Meseta Intermedia para una superficie nominal de 35.000 Ha.

Tabla 21. Déficit medios mensuales calculados para el Riego de Meseta Intermedia con Riego en el VIRCh optimizado

Síntesis de resultados para configuración 90-10-138-5

Meseta Intermedia		Superficie: 35.000 Ha		
Déficit medio mensual		Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	44,5%	47%	46%	42%
Mayo	34,8%	36%	36%	32%
Junio	16,8%	19%	18%	15%
Julio	6,8%	7%	7%	7%
Agosto	4,7%	5%	4%	4%
Septiembre	4,4%	5%	4%	4%
Octubre	23,8%	26%	24%	18%
Noviembre	18,1%	24%	18%	14%
Diciembre	20,0%	26%	22%	15%
Enero	27,8%	34%	28%	20%
Febrero	33,9%	41%	34%	27%
Marzo	44,3%	49%	45%	41%

6. Conclusiones

6.1. Sobre el comportamiento del sistema en su estado actual

El comportamiento observado para esta hipótesis, caracterizada por una Caudal Máximo admitido en el VIRCh de 95 m³/seg resulta crítico, destacándose los siguientes aspectos:

- a) La escasa capacidad actual del Río Chubut impide el adecuado cumplimiento de los objetivos del Dique Ameghino: Control de Crecidas, Suministro de Agua al VIRCh y Generación Hidroeléctrica, en ese orden de prioridad;
- b) Contando con un Volumen Útil en el embalse Ameghino de unos 900 Hm³ entre la cota mínima de operación de la central hidroeléctrica (137,7 m) y la cota del vertedero (166 m), el Control de Crecidas impone la necesidad de afectar a esta finalidad un volumen del embalse variable a lo largo del año entre 450 y 650 Hm³, es decir, 50% a 70% de la capacidad de regulación, obligando a una operación con reducidos niveles medios;
- c) La frecuencia de escurrimiento del caudal máximo medio mensual admitido en el VIRCh, superior a un 20%, resulta excesiva tanto por el riesgo de desbordes ante el agregado de caudales de las crecidas producidas aguas abajo de Ameghino como por el efecto negativo de los altos niveles en el río sobre la capacidad de drenaje de los suelos aledaños al mismo;
- d) Disponiendo de solo el 30% al 50% restante de la capacidad de regulación del embalse para sostener el Caudal Ambiental en el cauce, para asegurar el suministro de agua a las poblaciones y para regar el VIRCh, en los años hidrológicos secos, se puede garantizar la satisfacción de los primeros, pero el déficit de suministro al sistema de riego alcanza valores medios de 81 a 123 Hm³ (según el caudal ambiental adoptado), equivalentes a un 14% a 22% del volumen de agua requerido;
- e) Los reducidos niveles operativos del embalse, sumados a las restricciones operativas impuestas para la satisfacción de los usos prioritarios de control de crecidas y suministro de agua para riego del VIRCh, limitan la capacidad de producción y la flexibilidad operativa de la central hidroeléctrica Ameghino.

6.2. Sobre las mejoras esperables por Dragado del Río Chubut en el VIRCh

El comportamiento observado para esta hipótesis, con el incremento del Caudal Máximo admitido en el VIRCh a 120³/seg se considera muy bueno, sobre la base de los siguientes elementos:

- a) La recuperación de la capacidad del cauce del Río Chubut tal que permita programar el escurrimiento de caudales medios mensuales de hasta 90 m³/seg procedentes de Ameghino (con valores diarios mayores a los que se sumarán los producidos por tormentas que precipiten aguas abajo del

embalse) reduce la franja del embalse de afectación necesaria al control de crecidas a la correspondiente a un volumen variable a lo largo del año entre 350 y 500 Hm³, es decir, 35% a 55% de la capacidad de regulación aproximadamente, permitiendo aprovechar la diferencia del 15% de la capacidad de regulación del embalse lograda para la afectación a los usos de suministro de agua, fundamentalmente para riego;

- b) La frecuencia de escurrimiento del caudal máximo medio mensual admitido en el VIRCh se reduce a menos del 9% (menos de la mitad de la calculada para el estado actual del río), reduciendo significativamente sus efectos negativos;
- c) La ampliación del volumen del embalse destinado a la regulación para el suministro de agua reduce sustancialmente el déficit de suministro al sistema de riego a valores medios de 26 a 50 Hm³ (para un caudal ambiental de 10 y 15 m³/seg respectivamente), equivalentes a 4,5% a 9% del volumen de agua requerido, compatibles con la posibilidad de manejo para lograr un reducido impacto sobre el riego y la producción del valle;
- d) La proyección de reducción de aportes hídricos al embalse en un total aproximado del 10% por incremento de usos en los Valles Superior y Medio de la cuenca y por efecto del Cambio Climático resulta en un incremento en el Déficit de aprovisionamiento de agua para Riego del VIRCh (24 Hm³ para un caudal ambiental de 10 m³/seg) compatible con medidas primarias de mejora del sistema;
- e) Con un incremento del nivel medio del embalse de casi 3 m (5 m sin reducción de aportes), y menores restricciones operativas para la satisfacción de los usos prioritarios de control de crecidas y suministro de agua para riego del VIRCh, se observa, para un caudal ambiental de 10 m³/seg, un aumento de la producción de energía del orden del 4,3% (10% sin reducción de aportes) en la central hidroeléctrica Ameghino.

6.3. Sobre las mejoras esperables por Optimización del Riego en el VIRCh

Si bien se basa en una considerable simplificación de la cuestión al solo efecto de aproximar la proyección de casos extremos, el comportamiento observado a partir de la ejecución del dragado del río y la adopción de un perfil productivo y demandas de riego unitarias semejantes a las consideradas en los estudios del proyecto Meseta Intermedia para su aplicación el área irrigada en el Valle Inferior puede considerarse óptimo, basado en los siguientes resultados:

- a) La reducción del requerimiento de agua para riego en el VIRCh podría alcanzar un valor aproximado de 133 Hm³;
- b) La simulación de la operación del sistema en el período de 74 años de aportes considerado, aplicando una reducción aproximada del 10% por incremento de usos en los Valles Superior y Medio de la cuenca y por efecto del Cambio Climático, determina prácticamente la satisfacción plena de las demandas de agua del área irrigada del VIRCh, arrojando un déficit inferior al 2% en el aprovisionamiento de agua para riego de la misma para un caudal ambiental de 10 m³/seg;

- c) La frecuencia de escurrimiento del Caudal Ambiental en el VIRCh presenta una reducción del 53% al 37%, de significativa importancia para la preservación ambiental del sistema.

6.4. Sobre la Disponibilidad Hídrica para Riego de 35.000 Ha en la Meseta Intermedia

En base a la adopción para el análisis de un Caudal Ambiental de 10 m³/seg, se presentan a continuación conclusiones para los tres escenarios considerados.

6.4.1. Con el Río Chubut en el VIRCh en su estado actual

Los resultados del estudio realizado determinan la categórica falta de viabilidad técnica y ambiental del proyecto. Entre ellos se puede señalar:

- a) El déficit medio anual calculado para el Proyecto Meseta Intermedia alcanza a 219 Hm³, equivalente a más del 43% de su requerimiento de agua, registrando el 24% de los años un déficit superior al 75% del agua requerida;
- b) Los resultados mensuales permiten proyectar que, hacia fin de la temporada estival, el déficit medio ascendería a más del 75% del agua requerida, y que el 72% de los años el déficit para esa época superaría al 95% del agua requerida;
- c) La operación del sistema en procura de la satisfacción de todas las demandas consideradas produce un incremento de 71 Hm³ en el déficit medio anual de riego del VIRCh, motivado por el mayor uso de la capacidad reguladora del embalse y sus consecuencias ante la sucesión de años hidrológicos secos;
- d) El déficit medio anual total alcanza un valor de 365 Hm³, equivalente al 25% de la totalidad del aporte de la cuenca;
- e) La frecuencia de escurrimiento del Caudal Ambiental aguas abajo de la Toma de agua para la derivación a la Meseta Intermedia asciende al 61% del tiempo;

6.4.2. Con el Dragado del Río Chubut en el VIRCh

Con evidentes mejoras respecto de la capacidad de suministro de agua por el mayor aprovechamiento de la capacidad de regulación del embalse Ameghino, los resultados obtenidos continúan determinando una la falta de viabilidad técnica y ambiental del proyecto. De estos resultados surge:

- a) El déficit medio anual calculado para el Proyecto Meseta Intermedia alcanza a 193 Hm³, equivalente a casi el 38% de su requerimiento de agua, registrando el 23% de los años un déficit superior al 75% del agua requerida;
- b) Los resultados mensuales permiten proyectar que, hacia fin de la temporada estival, el déficit medio ascendería a más del 65% del agua requerida, y que más del 60% de los años el déficit para esa época superaría al 95% del agua requerida;

- c) La operación del sistema en procura de la satisfacción de todas las demandas consideradas produce un incremento de 76 Hm³ en el déficit medio anual de riego del VIRCh, motivado por el mayor uso de la capacidad reguladora del embalse y sus consecuencias ante la sucesión de años hidrológicos secos;
- d) El déficit medio anual total alcanza un valor de 319 Hm³, cerca del 22% de la totalidad del aporte de la cuenca;
- e) La frecuencia de escurrimiento del Caudal Ambiental aguas abajo de la Toma de agua para la derivación a la Meseta Intermedia asciende al 65% del tiempo. El grado de aprovechamiento de los aportes de la cuenca es tan elevado que convierte al tramo del río entre ese punto y la desembocadura en el mar en un canal de caudal sensiblemente constante, alterado solamente por los eventos de crecidas.

6.4.3. Con el Dragado del Río Chubut y la Optimización del Riego en el VIRCh

Completando el análisis con el adicional de tal optimización supuesta, con las mejoras en la capacidad de suministro de agua por la reducción de la demanda del VIRCh en 133 Hm³/año, los resultados obtenidos continúan determinando la falta de viabilidad técnica y ambiental del proyecto anunciado. De estos resultados surge:

- a) El déficit medio anual calculado para el Proyecto Meseta Intermedia alcanza a 132 Hm³, equivalente a más del 25% de su requerimiento de agua, registrando el 12% de los años un déficit superior al 75% del agua requerida, y el 23% de los años un déficit superior al 50% del requerimiento;
- b) Los resultados mensuales permiten proyectar que, hacia fin de la temporada estival, el déficit medio ascendería a casi el 45% del agua requerida, y que más del 40% de los años el déficit para esa época superaría al 95% del agua requerida;
- c) La operación del sistema en procura de la satisfacción de todas las demandas consideradas produce un incremento de 29 Hm³ en el déficit medio anual de riego del VIRCh, motivado por el mayor uso de la capacidad reguladora del embalse y sus consecuencias ante la sucesión de años hidrológicos secos;
- d) El déficit medio anual total alcanza un valor de 167 Hm³, más del 10% de la totalidad del aporte de la cuenca;
- e) La frecuencia de escurrimiento del Caudal Ambiental aguas abajo de la Toma de agua para la derivación a la Meseta Intermedia desciende respecto del caso anterior, continuando en un alto 54% del tiempo.

7. Recomendaciones

- a) Dragado del Río Chubut: Se considera imprescindible y prioritaria la recuperación de la capacidad de conducción del cauce del Río Chubut en el VIRCh y, con ello, el aprovechamiento de la capacidad reguladora del embalse Ameghino. El efectivo dragado del río, para una capacidad de transporte mínima de 120 m³/seg preservando una altura de resguardo que minimice el riesgo de desbordes, se considera condición necesaria para reducir el riesgo de inundaciones en el Valle Inferior y solucionar las restricciones sobre el suministro de agua para riego en el sistema actual, siendo además imprescindible para plantear la posibilidad de nuevos aprovechamientos en el VIRCh y su zona de influencia.

Se destaca la importancia del trabajo de Proyecto requerido, que debe incluir no solamente el diseño de la sección hidráulica necesaria para cada tramo del río sino, también, a diferencia de lo realizado anteriormente, la determinación de la metodología de excavación a utilizar, la selección y disponibilidad efectiva de los sitios de destino de los materiales a extraer del lecho del río, la determinación de los trayectos para el acceso a cada sector del río a intervenir, la gestión de los permisos de los propietarios ribereños y de otros predios a afectar, los diseños de las obras de estabilización de márgenes a realizar, etc.

- b) Registros hidrométricos: A efectos de una evaluación más precisa y confiable de la disponibilidad hídrica para el desarrollo de nuevos aprovechamientos es necesario disipar las inconsistencias que se presentan en los registros hidrométricos que impiden actualmente un acertado cálculo del Balance Hídrico del embalse Ameghino. Se debe revisar la infraestructura, el equipamiento y la metodología de trabajo, y se debe procurar la complementación de los registros con nuevas estaciones en sitios característicos como, por ejemplo, el Río Chico en proximidades de su ingreso al embalse Ameghino.
- c) Estudios Hidrológicos e Hidráulicos: Se recomienda avanzar en los estudios hidrológicos e hidráulicos destinados a establecer, estacionalmente, los caudales esperables como resultado de precipitaciones en los cuencos ubicados aguas abajo del embalse Ameghino y que se suman a los originados en la erogación de la presa, permitiendo modelar el comportamiento conjunto y ajustar los valores de Caudal Máximo de erogación admitido para la operación del Dique Ameghino.
- d) Monitoreo y Estudios Ambientales: Contando ya con un alto grado de aprovechamiento de los aportes de la cuenca e importantes asentamientos poblacionales en el VIRCh, se estima imprescindible contar con una red de

monitoreo de variables ambientales relativas al agua y el cauce del Río Chubut, aportando la información necesaria para, entre otras cosas, la determinación de valores de Caudal Ambiental requerido para los sucesivos tramos del río y para cada estación del año. En ese contexto, se recomienda estudiar los efectos ambientales de la frecuencia y permanencia en el tiempo de los caudales mínimos que se definan.

- e) Optimización del Riego en el VIRCh: Se considera necesario elaborar y ejecutar un plan sistemático de mejoramiento y modernización de la infraestructura de transporte y distribución del agua, así como del sistema de administración del recurso a cargo de la Compañía de Riego. Asimismo, se requiere un sistema de promoción efectiva, con acciones coordinadas entre las instituciones técnicas y financieras de actuación local, con el objeto de la mejora en la aplicación del riego y su eficiencia, destinado a los productores usuarios del recurso.

- f) Proyecto de nuevas áreas bajo Riego en la Meseta Intermedia: Analizado el comportamiento del sistema y la disponibilidad hídrica para superficies de proyecto menores a la de 35.000 Ha anunciada, cuya viabilidad técnica y ambiental no se considera aceptable, los resultados obtenidos sugieren que, una vez resueltos los aspectos indicados anteriormente, los eventuales estudios de factibilidad para el desarrollo de nuevas áreas bajo riego en el VIRCh y la Meseta Intermedia que pudieren proponerse en el futuro se limiten a superficies que no excedan, a lo sumo, un valor estimado en las 10.000 Ha, y sean objeto de Estudios de Impacto Ambiental acordes al alto grado de utilización del recurso hídrico que significan, en el contexto de una planificación del desarrollo integral de la cuenca del Río Chubut que incluya la proyección de las actividades agropecuarias en los Valles Superior y Medio.

Principales documentos consultados

- Estudio Hidrológico del Valle Inferior del Río Chubut. Vives Oscar. Agua y Energía Eléctrica S.E. 1981
- Modelo de Operación de Embalse Florentino Ameghino. Sainz-Trápaga José, Malnero Héctor. 1989
- Contrato de Concesión Hidroeléctrica Ameghino S.A. Anexo III - Subanexo IV - Normas Manejo de Agua. 1994
- Estudio Integral del Valle Inferior del Río Chubut: Obras para la Sistematización del Cauce del Río Chubut y Protección Contra Inundaciones. PROINSA. 1994
- Plan Director para el Reacondicionamiento de Cauce y Protección de Crecidas en el Valle Inferior del Río Chubut. UNPSJB. 1996
- Limitaciones de Disponibilidad Hídrica del Río Chubut para Nuevas Áreas Bajo Riego o Derivaciones para Otros Fines en el Valle Inferior. Serra Juan, Sainz-Trápaga José, Malnero Héctor. Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Córdoba. 2000
- Aprovechamiento para Riego y otros fines en el Valle Inferior del Río Chubut. Convocatoria Pública del Gobierno de la Provincia del Chubut. Informe de la Comisión Evaluadora. 2004
- Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. HCA Consultora SRL-CFI. 2013
- Proyecto MESETA INTERMEDIA. Perfil de Proyecto Componente Riego. J.A. Morábito, L. Martín, L. Sponton, A. Mariani, R. Hernández - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación
- Proyecto MESETA INTERMEDIA. Documento de Ingeniería. Grupo Banco Mundial. Junio 2018
- Proyecto MESETA INTERMEDIA. Comportamiento Complejo Dique Ameghino y Río Chubut. Archivo en formato Acrobat.².
- Modelización Disponibilidad Río Chubut. Archivo en formato Excel. Luis Loyola. Julio 2018.
- Proyecto MESETA INTERMEDIA. Archivo en formato PowerPoint. Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación. Septiembre 2018.

² Si bien el documento no identifica autoría, el mismo consiste en la presentación de los resultados de la "Modelización Disponibilidad Río Chubut", por lo que se infiere la misma autoría.

Anexos:

- A. Disponibilidad hídrica para el incremento de la demanda para Riego en los Valles Superior y Medio del Río Chubut
- B. Demanda de agua en el Valle Inferior del Río Chubut
- C. Demanda de agua para Riego de la Meseta Intermedia
- D. Sobre los análisis de Disponibilidad Hídrica del Proyecto Meseta Intermedia
- E. Pantallas resumen de la simulación
- F. Planilla de valores mensuales de la simulación
- G. Gráficos Cronológicos de la simulación
- H. Curvas de Frecuencia de Caudales

Anexo A. Disponibilidad hídrica para el incremento de la demanda destinada al Riego en los Valles Superior y Medio del Río Chubut

1. Superficies aptas para la agricultura bajo riego

Existen numerosos antecedentes sobre la evaluación edafológica de los suelos en los Valles Superior y Medio del Río Chubut. A modo de ejemplo, de los estudios de la ex Agua y Energía Eléctrica surge que, sobre 137.000 hectáreas de valles existentes sobre la cuenca entre El Maitén y Las Plumas, 82.300 hectáreas fueron clasificadas aptas para cultivo bajo riego -Embalse Compensador Las Piedras, Tomo I: Estudios, AyEE, 1974-.

Según el Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut elaborado en el año 2013, las superficies cultivadas alcanzaban a la fecha del estudio superficies de 600 hectáreas en el Valle Medio y 2.070 hectáreas en el Valle Alto o Superior, con superficies parciales para los cultivos identificados tal como presenta la Tabla A.1.

Tabla A.1. Superficies cultivadas en la Cuenca del Río Chubut

Fuente: Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. HCA-CFI 2013

CULTIVO	VIRCH	VAMRCH	VARCH	TOTAL
Pastura	11,816	100	1,200	13,116
Alfalfa	4,684	500	530	5,714
Hortícolas	1,040			1,040
Cerezo	200			200
Frutilla			40	40
Cereales			300	300
TOTAL	17,740	600	2,070	20,410

Del mismo trabajo surge también un resumen de las superficies identificadas en los sucesivos valles de ambas subcuencas, clasificadas de acuerdo a su aptitud para la producción bajo riego.

Tal como presenta la Tabla A.2, sobre un total identificado de unas 64.700 hectáreas, las superficies aptas para riego totalizan 18.150 hectáreas en el Valle Superior y 17.200 hectáreas en el Valle Medio, alcanzando a 35.350 hectáreas aptas para riego entre ambas subcuencas, integradas por 16.925 Ha de calidad moderada y 18.425 Ha de calidad marginal.

Siendo estos últimos valores sustancialmente inferiores a los indicados en el primer párrafo, se adoptan como hipótesis de mínima a efectos del presente análisis.

Tabla A.2. Superficies cultivables en la Cuenca del Río Chubut

Fuente: Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. HCA-CFI 2013

CUENCA	ÁREA PRODUCTIVA	SUPERFICIE PRODUCTIVA				SUPERFICIE APTA PARA RIEGO (Has)
		Moderada	Marginal	No Apta	Total	
		(Has)	(Has)	(Has)	(Has)	
VARCH	El Maitén	5.371	-	5.574	10.945	5.371
	Fofo Cahuel	1.419	3.985	1.802	7.205	5.404
	Gualjaina	616	2.743	1.520	4.879	3.359
	Lepá	400	-	1.577	1.977	400
	Costa del Chubut	1.627	-	7.397	9.025	1.627
	Tecka	765	1.225	1.585	3.575	1.990
VAMERCH	Paso del Sapo	736	1.337	1.528	3.600	1.404
	Gorro Frigio	2.266	2.168	1.191	5.624	3.350
	Paso de Indios	2.315	3.117	3.601	9.033	3.874
	Las Ruinas	653	1.424	1.599	3.675	1.365
	Los Mártires y Las Plumas	758	2.425	1.978	5.160	1.970
VIRCH	VIRCH	17.400	5.100		22.500	22.500
	Terraza Intermedia		35.000		35.000	35.000
TOTALES		34.325	58.522	29.350	122.197	87.612

2. Requerimiento de agua para riego

Utilizando la misma fuente, de donde surgen los requerimientos netos presentados en Tablas A.3 (Valle Superior) y A.4 (Valle Medio) para los cultivos

Tabla A.3. Demandas Netas Cultivos Valle Superior (mm)

Fuente: Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. HCA-CFI 2013

VARCH				
Mes	Pastura	Alfalfa	Cereales	Frutilla
Enero	158.60	148.90	142.74	140.40
Febrero	117.80	110.10	106.02	101.00
Marzo	87.50	84.00	78.75	38.90
Abril	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00
Junio	0.00	0.00	0.00	0.00
Julio	0.00	0.00	0.00	0.00
Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00
Septiembre	17.00	19.50	15.30	7.70
Octubre	62.30	60.30	56.07	31.30
Noviembre	114.60	107.00	103.14	92.50
Diciembre	170.20	159.60	153.18	150.10
Total	728.00	689.40	655.20	561.90

existentes, se ha realizado una estimación de un requerimiento neto ponderado, para una hipótesis de incremento de la superficie bajo riego en partes iguales para el Valle Superior y el Valle Medio, destinada al cultivo de alfalfa y pasturas también en superficies iguales.

Tabla A.4. Demandas Netas Cultivos Valle Medio (mm)

Fuente: Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. HCA-CFI 2013

VAMERCH		
Mes	Alfalfa	Pastura
Enero	160.30	176.30
Febrero	121.90	134.60
Marzo	97.80	105.30
Abril	0.00	0.00
Mayo	0.00	0.00
Junio	0.00	0.00
Julio	0.00	0.00
Agosto	0.00	0.00
Septiembre	34.10	32.20
Octubre	84.40	89.70
Noviembre	132.50	145.70
Diciembre	163.90	180.30
Total	794.90	864.10

Los resultados obtenidos para esta hipótesis son presentados en la Tabla A.5, de la que surge un requerimiento ponderado promedio de 769 mm.

Tabla A.5. Demandas Netas Proyectadas Valles Superior y Medio (mm)

Valores medios ponderados para el incremento de la superficie bajo riego

Mes	VARCH			VAMERCH			Ponderado Promedio
	Pastura	Alfalfa	Ponderado	Pastura	Alfalfa	Ponderado	
Enero	158,60	148,90	153,75	176,30	160,30	168,30	161,03
Febrero	117,80	110,10	113,95	134,60	121,90	128,25	121,10
Marzo	87,50	84,00	85,75	105,30	97,80	101,55	93,65
Abril	-	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-	-
Junio	-	-	-	-	-	-	-
Julio	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-
Septiembre	17,00	19,50	18,25	32,20	34,10	33,15	25,70
Octubre	62,30	60,30	61,30	89,70	84,40	87,05	74,18
Noviembre	114,60	107,00	110,80	145,70	132,50	139,10	124,95
Diciembre	170,20	159,60	164,90	180,30	163,90	172,10	168,50
Total	728,00	689,40	708,70	864,10	794,90	829,50	769,10

A efectos de proyectar la eficiencia de riego sobre las nuevas superficies a incorporar se ha tomado en consideración el análisis realizado en el antecedente citado, presentado en la Tabla A.6, adoptando como Eficiencia Futura Media del 50% para VARCH y VAMERCH.

Tabla A.6. Eficiencias del Sistema de Riego Subcuencas

Fuente: Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. HCA-CFI 2013

Eficiencia	actual	futura	futura
Tipo	Riego comun	Riego comun mejorado	Riego comun + tecnificado
VIRCH	52%	52%	55%
VIRCH+TI			60%
VAMERCH	30%	40%	50%
VARCH	48%	50%	55%

Como resultado de ello, se considera una proyección de la demanda asociada a las nuevas superficies a incorporar a la producción según los valores presentados en la Tabla A.7.

Tabla A.7. Demandas Totales Proyectadas Valles Superior y Medio

Valores medios ponderados para el incremento de la superficie bajo riego

Mes	Demanda (mm)	Demanda (l/seg-ha)
Enero	322,05	1,20
Febrero	242,20	1,00
Marzo	187,30	0,70
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	51,40	0,20
Octubre	148,35	0,55
Noviembre	249,90	0,96
Diciembre	337,00	1,26
Total	1.538,20	

3. Disponibilidad hídrica

El aspecto limitante fundamental para el incremento de la superficie bajo riego en los Valles Superior y Medio del Río Chubut es la irregularidad de los aportes de la cuenca.

Las posibilidades de regulación de los aportes mediante presas de embalse ubicadas en la cuenca superior no pueden descartarse y su estudio se halla recomendado en el Informe de la Comisión Evaluadora de la Convocatoria Pública del Gobierno de la Provincia del Chubut realizada en 2004 para el “Aprovechamiento para Riego y otros fines en el Valle Inferior del Río Chubut”.

No obstante ello, no existen en la actualidad obras de regulación y no se cuenta con los estudios necesarios para considerar su potencial existencia a corto o mediano plazo.

En este contexto, se ha formulado una evaluación de la posibilidad de satisfacer el incremento de la demanda de agua que pudiere surgir de nuevas áreas bajo riego en los Valle Superior y Medio imponiendo la restricción de preservar un Caudal Ecológico en el Río Chubut.

Siendo esta aproximación de carácter conjunto para los Valles Superior y Medio, el Caudal Ecológico se ha analizado para la Estación Hidrométrica Los Altares, suficientemente representativa del tramo de Río Chubut correspondiente al Valle Medio. El valor adoptado es de 3,0 m³/seg, superior al obtenido por varios de los métodos teóricos tradicionales, y aproximado al de los caudales mínimos históricos registrados en el sitio. A modo de ejemplo, el valor adoptado es un 50% superior al $Q_e = 2,04$ m³/seg proporcionado por el Método Montana (Tennant), uno de los métodos hidrológicos más ampliamente difundidos.

Para la estimación de la capacidad de satisfacción de las nuevas demandas de agua para riego se ha realizado la simulación utilizando la serie de aportes registrados en el período de 74 años entre los años hidrológicos 1943-44 y 2016-17, para un rango de superficies a incorporar a la producción de hasta 15.000 hectáreas, obteniendo los resultados globales expuestos en la Tabla A.8.

Tabla A.8. Disponibilidad Hídrica para el Riego de Valles Superior y Medio

Valores medios obtenidos por simulación para el incremento de la superficie bajo riego

Satisfacción de la Demanda	Superficie a Incorporar (Ha)					
	2.500	5.000	7.500	10.000	12.500	15.000
Demanda (Hm ³)	38,51	77,02	115,53	154,04	192,55	231,05
Entrega Media (Hm ³)	38,11	74,24	107,46	137,39	164,36	188,54
Déficit Medio (Hm ³)	0,40	2,78	8,07	16,64	28,18	42,51
Déficit Medio (%)	1,0%	3,6%	7,0%	10,8%	14,6%	18,4%

Complementariamente, y a efectos de mayor detalle, la Tabla A.9 presenta los valores medios del déficit mensual esperable para el mismo rango de superficies indicado.

De la misma surge claramente la restricción media que se habrá de producir con incremento hacia fin del verano como resultado del agotamiento del deshielo en alta cuenca, mientras los cultivos aún presentan demandas de agua para riego.

Tabla A.9. Déficit Medio Mensual estimado para el Riego de Valles Superior y Medio
Valores medios obtenidos por simulación para el incremento de la superficie bajo riego

Mes	Superficie a Incorporar (Ha)					
	2.500	5.000	7.500	10.000	12.500	15.000
Enero	1,1%	4,1%	8,2%	13,8%	19,6%	25,2%
Febrero	3,0%	9,6%	18,6%	27,5%	36,0%	43,5%
Marzo	2,8%	10,2%	17,7%	25,5%	32,3%	39,4%
Abril	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mayo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Junio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Julio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Agosto	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Septiembre	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Octubre	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Noviembre	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Diciembre	0,0%	0,0%	0,8%	2,1%	4,1%	6,5%

Cabe advertir que, según el Plan Director consultado, las demandas de agua para los diversos cultivos fueron obtenidas utilizando el programa Cropwat 8.0 (FAO), y que no hay mención alguna sobre la reducción que pudiere considerarse para la irrigación de una superficie determinada tal como lo han hecho los autores de los estudios para Meseta Intermedia, en los que se adopta una demanda del 75% de la calculada, considerando la garantía de suministro para 3 de cada 4 años. Adoptando tal hipótesis, los valores de déficit de riego presentados en las Tablas A.8 y A.9 se verían notablemente reducidos.

En cualquier caso, a partir de los resultados obtenidos puede considerarse que, sin apelar a ninguna obra de regulación en alta cuenca, los aportes hídricos de la cuenca del Río Chubut admitirían la incorporación de una importante superficie a la producción bajo riego en los Valles Superior y Medio, con un mínimo de 5.000 Ha y un máximo superior a las 10.000 Ha.

Anexo B. Demanda de agua en el Valle Inferior del Río Chubut

1. Suministro de agua a los conglomerados urbanos

Se presentan en la Tabla B.1 valores actuales y proyectados de las demandas de agua de las poblaciones del VIRCh. Comprende la provisión a las localidades de Villa Dique Florentino Ameghino, 28 de Julio, Dolavon, Gaiman, Trelew, Rawson y Puerto Madryn.

La dotación prevista para los sistemas de provisión de agua potable, de 450 litros/habitante-día, incluye el uso doméstico y otros usos urbanos como el aprovisionamiento de los edificios públicos y comerciales, riego de espacios verdes, así como las pérdidas del sistema. Se agrega, por separado, el uso industrial y minero con una proyección estimativa.

La proyección de la población a 30 años se basa en la proyección realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) al año 2025, y la adopción de una tasa de crecimiento del 1,5% anual a partir de ese año.

Tabla B.1. Demanda de agua para la población y los usos industrial y minero (m³/seg) Valle Inferior del Río Chubut y Puerto Madryn

Año	2018	2048
Población (hab)	250.000	413.100
Potable (uso doméstico y público)	1,30	2,15
Industrial, minero y otros	0,70	1,50
TOTAL (m ³ /seg)	2,00	3,65

2. Suministro de agua para Riego

Se acudió a la Gerencia de la Compañía de Riego del Valle Inferior del Río Chubut a efectos de contar con la información necesaria sobre el funcionamiento general del sistema de riego del VIRCh, particularmente en lo relativo a la captación de agua del Río Chubut en Boca Toma y las descargas de los canales al río ubicadas a lo largo del valle.

Cabe aclarar que la infraestructura de riego existente requiere una derivación de caudales superiores a los efectivamente utilizados para el riego a efectos de contar con suficiente nivel en los canales para contar con dominio sobre los diversos sectores del valle. En consecuencia, superados los sectores críticos se producen retornos al río de agua sin utilizar.

Los valores aproximados de caudal derivado y de retorno se presentan en la Tabla B.2, pudiendo agregarse, a efectos de la simulación del comportamiento

del sistema, que la proporción de caudal de retorno reingresado aguas arriba de Gaiman se estima en un 80% aproximadamente.

Tabla B.2. Caudales derivados para Riego del VIRCh y Retornos al Río Chubut

MES	Derivación Boca Toma [m ³ /s]	Retorno al Río Chubut [m ³ /s]
Enero	31,00	4,00
Febrero	30,00	5,00
Marzo	28,00	8,00
Abril	24,00	10,00
Mayo	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00
Julio	0,00	0,00
Agosto	0,00	0,00
Septiembre	22,00	10,00
Octubre	24,00	8,00
Noviembre	28,00	5,00
Diciembre	30,00	5,00

Los valores indicados determinan un requerimiento bruto de 567 Hm³ para la derivación por los canales principales en Boca Toma que, luego de la devolución al río de 144 Hm³ significan un requerimiento neto de 423 Hm³.

Anexo C. Demanda de agua para Riego de la Meseta Intermedia

Se presenta a continuación un resumen de los resultados de los estudios disponibles respecto de los requerimientos de agua de los cultivos propuestos para el Proyecto Meseta Intermedia a los que se tuvo acceso, arribando al esquema de demanda de agua considerado para la evaluación de disponibilidad hídrica.

1. Información disponible

En primer término es necesario indicar que se dispone de documentos difundidos informalmente. Entre ellos, el documento “*Proyecto MESETA INTERMEDIA. Perfil de Proyecto Componente Riego*” presenta los estudios agronómicos que arriban a los resultados de **Requerimientos Netos de los Cultivos**, para continuar con la determinación de **Dotaciones de Riego** para distintas eficiencias, culminando con un breve análisis de **Disponibilidad Hídrica** para una eficiencia adoptada.

Posteriormente, en el documento “*Proyecto MESETA INTERMEDIA. Comportamiento Complejo Dique Ameghino y Río Chubut*”, a partir de los **Requerimientos Netos de los Cultivos** formulados en el anterior, se adoptan valores de eficiencia superiores y una reducción del área neta a irrigar, obteniendo una menor **Dotación de Riego**, requerimiento con el que efectúa un nuevo análisis de **Disponibilidad Hídrica**.

Con los resultados de este último documento se nutre el archivo “*Proyecto MESETA INTERMEDIA. Documento de Ingeniería*” y un archivo de presentación del Proyecto que se ha difundido en formato Power Point.

2. Análisis del Requerimiento Neto de los Cultivos

Con la información meteorológica suministrada (Estación Aeropuerto Trelew SMN Período 1996-2016) y la aplicación CROPWAT, el equipo encabezado por el Ing. Morábito determinó la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) la evapotranspiración del cultivo de referencia con una probabilidad de ocurrencia del 75%, y la evapotranspiración para cada uno de los cultivos considerados (ET_c) para la probabilidad de ocurrencia de ET_o del 75%. Ello corresponde a la cantidad de agua necesaria para asegurar un riego suficiente 3 de cada 4 años.

Con los valores obtenidos y el modelo de cultivos (proporción de cada cultivo respecto al total), se determinaron los valores de Requerimientos Netos del Sistema que se transcriben a continuación.

Tabla C.1. Modelo de Cultivos del Proyecto Meseta Intermedia**Tabla 24: Superficie (en ha y en % respecto a la superficie cultivada anual) durante otoño-invierno y primavera-verano en la 2ª etapa del Meseta intermedia, Chubut**

Cultivos	Otoño-Invierno		Primavera-Verano	
	Superficie			
	ha	%	ha	%
Maíz (grano)			4900	14%
Verdeos de invierno (silo)	4900	14%		
Polifíticas base alfalfa	6125	17%	6125	17%
Alfalfa (heno)	2450	7%	2450	7%
Polifíticas de invierno	6860	20%	6860	20%
Sorgo (silo)			4165	12%
Cebolla			2275	6%
Hortalizas de hoja (invierno y verano)	700	2%	700	2%
Tomate (fresco)			175	1%
Nogal	1750	5%	1750	5%
Cerezo	2100	6%	2100	6%
Vid (venta de uva)	3500	10%	3500	10%
Total	28385	81%	35000	100%
Superficie cultivada anual (ha)	35000			
Superficie total proyecto (ha)	35000			

Fuente: Proyecto MESETA INTERMEDIA. Perfil de Proyecto Componente Riego. J.A. Morábito, L. Martín, L. Sponton, A. Mariani, R. Hernández - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

Tabla C.2. Requerimientos de Riego de los cultivos del Proyecto Meseta Intermedia

Tabla 26: Necesidades netas por cultivo para un 75% de probabilidad de ocurrencia de ETo, requerimientos netos del sistema y área irrigada en la 2ª etapa del proyecto Meseta intermedia

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total (mm)
Necesidades netas (mm/mes)													
1. Maíz (grano)	328	203	29	0	0	0	0	0	0	0	67	221	848
2. Verdeos de Invierno (silo)	0	0	0	51	53	59	68	92	110	87	0	0	520
3. Polifitas base alfalfa	253	182	153	90	6	4	5	65	93	161	203	239	1455
4. Alfalfa (heno)	258	185	99	40	0	0	0	42	100	166	207	244	1341
5. Polifitas de Invierno	26	186	165	100	71	50	56	76	102	164	21	24	1039
6. Sorgo (silo)	290	241	135	0	0	0	0	0	0	0	0	96	762
7. Cebolla	269	0	0	0	0	0	0	0	35	139	226	266	934
8. Hortalizas de hoja (invierno)	0	0	0	36	55	51	58	4	0	0	0	0	204
9. Hortalizas de hoja (verano)	102	0	0	0	0	0	0	0	0	67	179	253	600
10. Tomate (fresco)	304	227	158	0	0	0	0	0	0	0	123	200	1012
11. Nogal	308	225	178	25	0	0	0	0	0	109	247	291	1382
12. Cerezo	270	196	166	27	0	0	0	0	0	79	149	241	1127
13. Vid	200	144	127	30	0	0	0	0	0	51	107	182	841
Requerimientos Netos del Sistema													
en mm/día	7	6	4	2	1	1	1	1	2	4	4	6	
en mm/mes	221	177	118	52	23	20	22	42	61	110	114	177	
en L/s/ha	0.82	0.73	0.44	0.20	0.09	0.08	0.08	0.16	0.23	0.41	0.44	0.66	
Área Irrigada (% del área total)	100	92	92	81	60	60	60	60	64	87	88	100	

Fuente: Proyecto MESETA INTERMEDIA. Perfil de Proyecto Componente Riego. J.A. Morábito, L. Martín, L. Sponton, A. Mariani, R. Hernández - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

3. Eficiencia de Riego y Requerimiento Bruto del Sistema

3.1. Del estudio “Perfil de Proyecto Componente Riego”

Respecto a la eficiencia de riego, empleada para la determinación de las necesidades brutas, el estudio agronómico analizado formula una serie de alternativas de eficiencias potencialmente obtenibles y concluye haciendo un promedio ponderado considerando:

- a) Eficiencia de Aplicación
 - Riego por Aspersión: 75%
 - Riego por Goteo: 90%
- b) Eficiencia de Distribución: 95%
- c) Eficiencia de Conducción: 95%

De ello resulta una eficiencia de Aplicación, Distribución y Conducción del 68% para Riego por Aspersión y del 81% para Riego por Goteo, aplicados a las superficies presentadas en la Tabla C.3, resultando una Eficiencia Global del Sistema del 71%.

Tabla C.3. Superficies y forma de aplicación del Riego de los cultivos previstos

Cultivo	Superficie (Ha)	
	Aspersión	Goteo
maiz	4.900	
verdeo invierno	4.900	
polifíticas base alfalfa	6.125	
alfalfa	2.450	
polifíticas invierno	6.860	
sorgo (silo)	4.165	
cebolla	2.275	
hortalizas de hoja verano		700
hortalizas de hoja invierno		700
tomate		175
nogal		1.750
cerezo		2.100
vid		3.500
TOTAL	31.675	8.925

De ello resulta una Demanda total del Sistema de 566 Hm³/año, distribuida según se presenta en la Tabla C.4.

**Tabla C.4. Demanda de agua para Riego
Proyecto Meseta Intermedia**

Mes	Caudal (m ³ /s)	Volumen (Hm ³)
Enero	39,6	105,9
Febrero	36,4	88,8
Marzo	21,4	57,2
Abril	10,9	28,1
Mayo	5,3	14,1
Junio	4,6	11,8
Julio	4,9	13,1
Agosto	9,1	24,4
Septiembre	13,3	34,5
Octubre	20,7	55,3
Noviembre	19,6	50,8
Diciembre	30,5	81,6
TOTAL		565,6

Fuente: Elaboración propia a partir del “Proyecto MESETA INTERMEDIA. Perfil de Proyecto Componente Riego”. J.A. Morábito, L. Martin, L. Sponton, A. Mariani, R. Hernández - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

3.2. Del documento “Comportamiento Complejo Dique Ameghino y Río Chubut”

En este caso se han adoptado algunas hipótesis distintas respecto de la eficiencia y la superficie a irrigar.

Respecto de la eficiencia, sin expresión de motivo o justificación alguna sobre los criterios tomados en consideración, los valores adoptados son:

- a) Eficiencia de Aplicación: 85% (global, para el sistema completo)
- b) Eficiencia de Distribución y Conducción: 90%

De ello resulta una Eficiencia Global del Sistema del 76,5%

La superficie a irrigar ha sido afectada por un factor de reducción, considerando que un 10% del total corresponderá a áreas de servicios, caminos, circulación interna, canales, etc., con lo cual el área máxima irrigada es de 31.500 hectáreas.

A partir de estas nuevas hipótesis el documento analizado arriba a la determinación de una dotación máxima para el área de riego de 33,76 m³/s, valor que alcanza el caudal demandado para el mes de enero.

No obstante ello, si bien se incluye en este nuevo documento y se adopta como punto de partida para el cálculo de las demandas el requerimiento neto de la Tabla 26 del estudio agronómico (Tabla C.2 de este apartado), la mayor parte de los valores mensuales de caudales demandados a los que arriba no se corresponden con aquellos, y no se halla en el documento explicación o justificación al respecto.

En efecto, tal como se presenta en la Tabla C.5, los valores expresados en el documento citado se hallan reducidos y determinan a una Demanda total del Sistema de tan solo 415 Hm³/año.

Sin embargo, efectuados los cálculos de distribución mensual de las necesidades de riego conforme a los requerimientos netos de Tabla 26 y la eficiencia de 76,5% propuesta en este caso, resulta una Demanda total del Sistema de 468 Hm³/año, con una reducción del 17% respecto de la definida en el estudio agronómico, siendo un 13% superior a la de 415 Hm³/año presentada en el último documento analizado.

**Tabla C.5. Demanda de agua para Riego
Proyecto Meseta Intermedia**

Mes	Tabla doc. analizado (1)		Calculado s/Tabla 26 (2)	
	Caudal (m ³ /s)	Volumen (Hm ³)	Caudal (m ³ /s)	Volumen (Hm ³)
Enero	33,76	90,44	33,76	90,44
Febrero	24,98	66,90	30,06	73,37
Marzo	16,67	44,64	18,12	48,53
Abril	6,46	17,29	8,24	21,35
Mayo	2,22	5,96	3,71	9,93
Junio	1,91	5,12	3,29	8,54
Julio	1,98	5,29	3,29	8,82
Agosto	3,95	10,59	6,59	17,65
Septiembre	5,87	15,71	9,47	24,55
Octubre	14,69	39,34	16,88	45,22
Noviembre	15,43	41,33	18,12	46,96
Diciembre	27,18	72,79	27,18	72,79
TOTAL		415,4		468,1

Fuente: Elaboración propia a partir de "Proyecto MESETA INTERMEDIA. Comportamiento Complejo Dique Ameghino y Río Chubut" (1) y Tabla 26 de "Proyecto MESETA INTERMEDIA. Perfil de Proyecto Componente Riego" (2)

3.3. Valores adoptados para el estudio de Disponibilidad Hídrica por simulación

En función del mayor análisis y justificación de la eficiencia presentados en el estudio agronómico ("*Perfil de Proyecto Componente Riego*"), de la falta de análisis y justificación del mayor valor de eficiencia utilizado en el documento

“Comportamiento Complejo Dique Ameghino y Río Chubut” y de algunas consultas realizadas a profesionales en la materia radicados en esta zona, se ha adoptado una Eficiencia Global del Sistema del 71%, considerando inclusive que el valor es considerablemente alto u optimista.

En otro orden, se acepta el criterio de reducción de la superficie a irrigar, considerando que un 10% del total habrá de corresponder a áreas de servicios, caminos, circulación interna, canales, etc., con lo cual el área máxima irrigada queda limitada a 31.500 hectáreas.

**Tabla C.6. Demanda de agua para Riego Proyecto Meseta Intermedia
Valores adoptados para estudio de Disponibilidad Hídrica**

Mes	Caudal (m ³ /s)	Volumen (Hm ³)
Enero	35,6	95,3
Febrero	32,8	80,0
Marzo	19,2	51,5
Abril	9,8	25,3
Mayo	4,7	12,7
Junio	4,1	10,6
Julio	4,4	11,8
Agosto	8,2	21,9
Septiembre	12,0	31,0
Octubre	18,6	49,8
Noviembre	17,6	45,7
Diciembre	27,4	73,4
TOTAL		509,0

Anexo D. Sobre los análisis de Disponibilidad Hídrica del Proyecto Meseta Intermedia

El presente apartado aporta un breve análisis sobre el tratamiento dado a la Disponibilidad Hídrica en la documentación del Proyecto Meseta Intermedia a la que se tuvo acceso.

3.1. Del estudio “Perfil de Proyecto Componente Riego”

A partir de los resultados de Demanda Bruta del Sistema obtenidos, que totaliza 566 Hm³/año, el punto **“R. Disponibilidad hídrica de la cuenca”** del referido informe formula un análisis a nivel anual sobre la base de una serie de supuestos, arribando a la siguiente conclusión: **“Analizando la relación derrame disponible-demanda bruta del proyecto, se observa que para los percentiles 5, 10 y 25 %, el volumen de agua disponible resulta insuficiente para regar las 35000 hectáreas proyectadas.”**

En efecto, para no superar el 10% de probabilidad de fracasos en la satisfacción de la demanda del proyecto se requeriría un volumen de agua adicional disponible en la temporada de riego de 158 Hm³/año, que constituye un Déficit equivalente al 27% de la demanda total del proyecto.

En un intento de salvar el resultado negativo de la evaluación, los autores indican **“...diferentes alternativas que contribuirían a alcanzar la superficie proyectada.”**, indicando, sin evaluación cuantitativa, la posibilidad de **“Una adecuada operación del embalse...”**, **“Un aumento de la eficiencia de riego en las áreas ya cultivadas...”** e **“...implementar estrategias de ahorro de agua aplicando tecnologías de riego deficitario en los cultivos que lo permitan (nogal, cerezo, vid)...”**

No obstante ello, no se puede dejar de observar un alto grado de simplificación la evaluación realizada, limitando su resultado a una escasa aproximación al estudio requerido para el proyecto.

En efecto, no parece justificada la adopción, como registro hidrométrico de referencia, la serie de 18 años de caudales medios mensuales de la estación Ameghino, ubicada aguas abajo de la presa, siendo esta una serie de escasa duración y de caudales regulados por el embalse y su manejo bajo las consignas actuales.

Por otra parte, entre los supuestos cabe destacar un error de importancia respecto de la capacidad de regulación del embalse que podría llevar a conclusiones equivocadas. Se supone la existencia de un volumen de regulación en el embalse Ameghino de 1.350 Hm³. Ese valor se correspondería aproximadamente con el volumen total del embalse hasta la cota 169 msnm, correspondiente a la máxima prevista (lleno total con vertimiento máximo) para la crecida de proyecto, siendo que el volumen de regulación se limita a unos 900

Hm³, y más de un 50% del mismo se halla comprometido para el control de las crecidas.

3.2. Del documento “Comportamiento Complejo Dique Ameghino y Río Chubut”

En primer término, cabe señalar que el documento de referencia guarda estricta relación con el contenido del archivo en formato de planilla Excel “Modelización Disponibilidad Río Chubut” con el que también se ha contado para el análisis.

Se aportan en el documento los resultados del modelo realizado a partir de la simulación a nivel mensual del comportamiento del sistema para las hipótesis “sin” y “con” proyecto a lo largo del período de 72 años comprendido entre 1944 y 2015.

Analizado su contenido se debe destacar la existencia de graves errores, tanto respecto de la información básica considerada como de las consignas operativas, de la “calibración” practicada y de los resultados obtenidos y su valorización, según se sintetiza a continuación.

a) Sobre los aportes de la cuenca y las pérdidas en el embalse Ameghino

En el documento se adopta como aporte disponible para el aprovechamiento aguas abajo de Ameghino a la totalidad del registrado en Los Altares. No considera las pérdidas por infiltración y evaporación en el embalse, estimadas en el orden del 5% de los aportes.

Asimismo, no se hace consideración alguna de proyecciones de reducción de aportes al embalse por incremento del uso productivo en los Valles Superior y Medio y por efecto del Cambio Climático.

Como resultado de estas omisiones, a efectos de la planificación de un proyecto de aprovechamiento hidráulico de largo plazo, se estaría desatendiendo una reducción de la disponibilidad hídrica estimada con un mínimo del 15% de los aportes de la cuenca, es decir, más de 200 Hm³. Ello que implica una sobreestimación de los aportes aprovechables de la misma magnitud.

Cabe aclarar, por otra parte, que la serie utilizada no coincide con la respectiva publicación oficial de la Red Hidrológica Nacional.

b) Sobre la información del embalse y la presa Ameghino

Entre varias de las inexactitudes plasmadas en el documento sorprende que, siendo el trabajo de reciente producción (se exponen resultados de aforos practicados en junio de 2018), omite la consideración de la función Cota-Volumen del embalse relevada en 2016, y utiliza valores incorrectos por falta de actualización.

Respecto de la operación, se formula una consigna incorrecta y contradictoria, sin justificación alguna que, como se señala más adelante, conduce a resultados incompatibles con el control de las crecidas:

“Para garantizar el uso prioritario de control de avenidas, los criterios de operación del embalse establecen una cota objetivo máxima de 159 m para los meses de abril a agosto, lo que equivale a reducir el volumen de embalse a aproximadamente 1.010 Hm³. El resto de los meses el embalse se utiliza a su capacidad máxima (hasta la cota 166 m de vertedero).”

c) Sobre la capacidad de conducción del Río Chubut en el VIRCh

El trabajo considera una capacidad máxima del río sin desbordes de 95 m³/s.. Sin embargo, no hace ninguna distinción respecto de ese valor instantáneo aceptado, sobre el que no existen mayores disensos, respecto de los valores obtenidos a partir del modelo que son solamente los erogados por Ameghino y de característica “media mensual”.

La aceptación de ese valor como caudal medio mensual erogado satisfactorio para el control de crecidas constituye un exceso de simplificación, claramente inaceptable.

d) Sobre la “calibración” del modelo

A partir de cinco aforos practicados por el IPA en mayo y junio de 2018 en diversas secciones del Río Chubut entre Ameghino y Rawson se formulan apreciaciones respecto de la calidad de los resultados arrojados por el modelo ejecutado.

No queda claro cuáles son los elementos de calibración ni la metodología elegida para lograrla. De cualquier modo, los 5 aforos puntuales, realizados fuera de la temporada de riego, arrojan valores de caudal instantáneo que no necesariamente deben guardar una estricta relación con los valores de caudal medio mensual erogados por Ameghino.

Resulta llamativo, asimismo, que la simulación propuesta en el informe arribe a una erogación media superior a los aportes totales de la cuenca en más de un 5%, y no se formule ninguna consideración al respecto. Con esta observación, la sobreestimación de aportes disponibles para el aprovechamiento supera ya el 20%, invalidando toda la evaluación realizada.

Lo único destacable de lo informado en esa parte del informe, que amerita un serio trabajo de revisión y corrección, es la gran diferencia detectada entre el valor de caudal erogado informado por Hidroeléctrica Ameghino y el aforado por el IPA.

No obstante ello, una rápida mirada a la planilla de resultados mensuales de la simulación permite dudar fuertemente de los algoritmos y de la calibración del

modelo, al observar una altísima inestabilidad en los valores de erogación del embalse de los que surge, por ejemplo, que de un mes para el siguiente los caudales se puedan multiplicar o dividir por hasta 15 veces.

e) Sobre los resultados de la modelación

Más allá de cualquier otra consideración que pudiere realizarse, los resultados obtenidos a partir de la información del embalse y las consignas de Cota Objetivo observadas en el punto **b)** resultan definitivamente incompatibles con la prioridad de Control de Crecidas definida para el embalse Ameghino.

No tiene ningún sentido hablar de la garantía de suministro de agua para el riego de la Meseta Intermedia si para ello se ha de aceptar la destrucción del Valle Inferior por inundación.

Tal es el resultado que obtiene el modelo propuesto, según consta en el informe y la planilla que le da sustento.

En efecto, la modelación “exitosa” que resulta de la simulación del comportamiento del sistema entre 1944 y 2015 indica que son muchos los meses en que habrán de registrarse en Gaiman (y, obviamente, en todo el valle) caudales superiores al límite de desborde e inundación. En el extremo, correspondiente al mes de julio de 2004, la simulación registra un caudal medio mensual de 339,10 m³/seg.

Evidentemente, el control de crecidas se halla fuera de la prioridad del modelo con el que se ha realizado la evaluación cuando, para ese mes de julio de 2004 se registra un caudal medio mensual de 340 m³/seg en Los Altares y se eroga uno de 339 m³/seg en Ameghino.

Llama la atención, asimismo que la simulación propuesta en el informe arribe a una erogación media por vertedero superior al 17% del total de los aportes, y no se formule ninguna consideración al respecto.

f) Sobre las Conclusiones del documento

La gravedad de las observaciones formuladas en los puntos anteriores lleva a descartar totalmente la consideración de las conclusiones del informe, entendiéndose que el estudio parte de información incorrecta y consignas inadecuadas, que realiza procesos con algoritmos erróneos y produce resultados inconsistentes.

En efecto, resultan notoriamente incorrectas o faltas de justificación:

- ✓ La magnitud de los aportes hídricos anuales disponibles para aprovechamiento, sobreestimados en el orden de 280 Hm³;
- ✓ Las demandas hídricas. En especial, la demanda del proyecto Meseta Intermedia, reducida a 415 Hm³ respecto del estudio agrícola precedente

(566 Hm³) y de su rebaja por consideración de la superficie neta a irrigar del 90% (509 Hm³), resultando en una subestimación de, al menos 94 Hm³;

- ✓ La función Cota – Volumen del Embalse Ameghino, que da lugar a una sobreestimación de la capacidad reguladora del embalse de 300 Hm³;
- ✓ La definición del caudal máximo erogable por Ameghino;
- ✓ La definición efectiva de prioridades en la operación de Ameghino a través de las “cotas objetivo” adoptadas;
- ✓ Los algoritmos para la simulación de la operación del embalse;
- ✓ La falta de controles sobre los resultados obtenidos.

**Anexo E. Simulación del comportamiento del
Sistema Ameghino – VIRCh.**
Resumen de resultados para configuraciones típicas

- A. Situación Actual c/Caudal Ambiental 10 m³/seg
- B. Situación Actual c/Caudal Ambiental 15 m³/seg
- C. Situación Actual c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- D. Situación Actual c/Caudal Ambiental 15 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- E. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg
- F. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg
- G. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- H. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- I. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg y VIRCh optimizado
- J. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg y VIRCh optimizado
- K. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes, VIRCh optimizado y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- L. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes, VIRCh optimizado y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

A. Situación Actual c/Caudal Ambiental 10 m³/seg

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	70,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	10,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emin} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{OBI1}	145,50	m
-------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{OBI2}	157,50	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	-	Ha
--------------------	---	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	-	%
------------------	---	---

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 70-10-138-0

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	8	0,9
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	165	18,6
Fallas por Caudal Mínimo Generación	94	10,6
Fallas por Cota Insuficiente Generación	27	3,0
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	36	4,1
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	182	20,5
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	394	44,4

Caudal máx. medio mensual erogado	97,8	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	12,8	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	70,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	81,0	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	14,3	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	175,0	GW/Año
Cota media del embalse	149,81	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	135,09	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,79	m

	Años	%
Erogación por Vertedero	3	4,1
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	36	48,6
Fallas por Cota Insuficiente Generación	12	16,2
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	18	24,3

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

B. Situación Actual c/Caudal Ambiental 15 m³/seg

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	70,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	15,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emin} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{OBJ 1}	145,50	m
--------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{OBJ 2}	157,50	m
--------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	-	Ha
--------------------	---	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	-	%
------------------	---	---

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 70-15-138-0

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	6	0,7
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	227	25,6
Fallas por Caudal Mínimo Generación	122	13,7
Fallas por Cota Insuficiente Generación	62	7,0
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	71	8,0
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	162	18,2
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	448	50,5

	Años	%
Erogación por Vertedero	2	2,7
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	47	63,5
Fallas por Cota Insuficiente Generación	23	31,1
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	26	35,1

Caudal máx. medio mensual erogado	97,8	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	12,8	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	70,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	123,4	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	21,8	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	170,1	GWH/Año
Cota media del embalse	148,74	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	128,49	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,79	m

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

C. Situación Actual c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	70,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	10,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emín} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{Obj1}	153,50	m
-------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{Obj2}	157,50	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	35.000	has.
-----------------	--------	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 70-10-138-5 Superficie M.I. (ha): 35.000

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	2	0,2
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	286	32,2
Fallas por Caudal Mínimo Generación	201	22,6
Fallas por Cota Insuficiente Generación	110	12,4
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	142	16,0
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	77	8,7
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	551	62,0

	Años	%
Erogación por Vertedero	1	1,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	66	89,2
Fallas por Cota Insuficiente Generación	37	50,0
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	49	66,2

Meseta Intermedia

Fallas por Caudal Mínimo M.I.	69 años	93%
Déficit medio suministro Riego M.I.	218,7 Hm ³	43,0%
Déficit anual superior al 25%	49 años	66%
Déficit anual superior al 50%	30 años	41%
Déficit anual superior al 75%	18 años	24%

Caudal máx. medio mensual erogado	97,8	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	3,3	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	70,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	146,2	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	25,8	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	146,8	GWH/Año
Cota media del embalse	146,44	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	124,80	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,37	m

Déficit medio mensual M.I.		Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	75,8%	77%	76%	74%
Mayo	45,0%	49%	45%	41%
Junio	18,3%	20%	18%	16%
Julio	11,3%	12%	11%	11%
Agosto	4,4%	5%	4%	4%
Septiembre	5,4%	5%	5%	5%
Octubre	44,1%	53%	45%	34%
Noviembre	33,8%	39%	36%	27%
Diciembre	32,8%	39%	32%	26%
Enero	45,6%	54%	47%	36%
Febrero	56,1%	64%	59%	49%
Marzo	74,5%	78%	73%	72%

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

D. Situación Actual c/Caudal Ambiental 15 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	70,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	15,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emín} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{Obj.1}	153,50	m
--------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{Obj.2}	157,50	m
--------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	35.000	has.
-----------------	--------	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 70-15-138-5 Superficie M.I. (ha): 35.000

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	2	0,2
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	366	41,2
Fallas por Caudal Mínimo Generación	245	27,6
Fallas por Cota Insuficiente Generación	199	22,4
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	215	24,2
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	69	7,8
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	611	68,8

	Años	%
Erogación por Vertedero	1	1,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	68	91,9
Fallas por Cota Insuficiente Generación	52	70,3
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	56	75,7

Meseta Intermedia

Fallas por Caudal Mínimo M.I.	70 años	95%
Déficit medio suministro Riego M.I.	267,2 Hm ³	52,6%
Déficit anual superior al 25%	56 años	76%
Déficit anual superior al 50%	38 años	51%
Déficit anual superior al 75%	25 años	34%

Caudal máx. medio mensual erogado	97,8	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	3,3	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	70,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	195,8	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	34,5	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	139,1	GWH/Año
Cota media del embalse	144,79	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	110,13	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,37	m

Déficit medio mensual M.I.		Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	83,2%	84%	82%	82%
Mayo	68,8%	69%	69%	68%
Junio	38,8%	39%	39%	39%
Julio	21,1%	22%	22%	20%
Agosto	13,1%	14%	14%	12%
Septiembre	10,8%	12%	12%	8%
Octubre	53,8%	66%	53%	45%
Noviembre	45,8%	57%	45%	35%
Diciembre	39,2%	46%	41%	34%
Enero	54,4%	65%	55%	45%
Febrero	67,4%	76%	68%	61%
Marzo	83,1%	85%	85%	81%

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

E. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	10,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emin} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{OBI 1}	156,50	m
--------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{OBI 2}	161,00	m
--------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	-	Ha
--------------------	---	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	-	%
------------------	---	---

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-10-138-0

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	12	1,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	62	7,0
Fallas por Caudal Mínimo Generación	34	3,8
Fallas por Cota Insuficiente Generación	12	1,4
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	18	2,0
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	77	8,7
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	407	45,8

Caudal máx. medio mensual erogado	110,0	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	16,3	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	26,0	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	4,6	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	192,0	GWH/Año
Cota media del embalse	154,97	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	135,09	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,90	m

	Años	%
Erogación por Vertedero	4	5,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	15	20,3
Fallas por Cota Insuficiente Generación	5	6,8
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	9	12,2

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

F. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	15,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emin} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{OBI 1}	156,50	m
--------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{OBI 2}	161,00	m
--------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	-	Ha
--------------------	---	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	-	%
------------------	---	---

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-15-138-0

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	12	1,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	129	14,5
Fallas por Caudal Mínimo Generación	63	7,1
Fallas por Cota Insuficiente Generación	40	4,5
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	43	4,8
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	72	8,1
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	448	50,5

	Años	%
Erogación por Vertedero	4	5,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo Riego VIRCH	30	40,5
Fallas por Cota Insuficiente Generación	16	21,6
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	18	24,3

Caudal máx. medio mensual erogado	110,0	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	16,3	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	61,9	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	10,9	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	186,8	GWH/Año
Cota media del embalse	153,65	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	130,34	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,90	m

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

G. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	10,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emín} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{Obj1}	157,50	m
-------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{Obj2}	164,00	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	35.000	has.
-----------------	--------	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-10-138-5 Superficie M.I. (ha): 35.000

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	4	0,5
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	252	28,4
Fallas por Caudal Mínimo Generación	180	20,3
Fallas por Cota Insuficiente Generación	99	11,1
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	132	14,9
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	25	2,8
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	585	65,9

	Años	%
Erogación por Vertedero	2	2,7
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	62	83,8
Fallas por Cota Insuficiente Generación	33	44,6
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	48	64,9

Meseta Intermedia

Fallas por Caudal Mínimo M.I.	66 años	89%
Déficit medio suministro Riego M.I.	193,5 Hm ³	38,1%
Déficit anual superior al 25%	39 años	53%
Déficit anual superior al 50%	26 años	35%
Déficit anual superior al 75%	17 años	23%

Caudal máx. medio mensual erogado	110,0	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	0,2	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	126,0	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	22,2	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	150,3	GWH/Año
Cota media del embalse	147,48	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	124,80	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,09	m

Déficit medio mensual M.I.	Meses con Déficit			
	>25%	>50%	>95%	
Abril	69,2%	72%	70%	66%
Mayo	39,9%	43%	39%	35%
Junio	17,7%	19%	18%	16%
Julio	11,3%	12%	11%	11%
Agosto	4,4%	5%	4%	4%
Septiembre	5,4%	5%	5%	5%
Octubre	37,8%	46%	36%	31%
Noviembre	29,2%	31%	31%	26%
Diciembre	29,5%	35%	28%	23%
Enero	41,6%	51%	43%	32%
Febrero	48,1%	54%	50%	42%
Marzo	64,8%	73%	65%	59%

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

H. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{máx} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{mín} G-T	15,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emín} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{Obj1}	157,50	m
-------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{Obj2}	164,00	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	35.000	has.
-----------------	--------	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-15-138-5 Superficie M.I. (ha): 35.000

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	1	0,1
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	345	38,9
Fallas por Caudal Mínimo Generación	225	25,3
Fallas por Cota Insuficiente Generación	182	20,5
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	200	22,5
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	24	2,7
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	645	72,6

Caudal máx. medio mensual erogado	110,0	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	0,0	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	179,7	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	31,7	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox.)	142,6	GWH/Año
Cota media del embalse	145,66	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	110,13	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,00	m

	Años	%
Erogación por Vertedero	1	1,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	67	90,5
Fallas por Cota Insuficiente Generación	48	64,9
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	55	74,3

Déficit medio mensual M.I.		Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	82,2%	84%	82%	80%
Mayo	67,2%	68%	66%	65%
Junio	37,7%	38%	38%	38%
Julio	21,1%	22%	22%	20%
Agosto	13,1%	14%	14%	12%
Septiembre	10,6%	12%	12%	8%
Octubre	47,4%	57%	46%	35%
Noviembre	38,8%	46%	38%	31%
Diciembre	36,1%	43%	36%	28%
Enero	48,0%	54%	51%	42%
Febrero	60,9%	70%	62%	53%
Marzo	81,1%	85%	81%	78%

Meseta Intermedia

Fallas por Caudal Mínimo M.I.	71 años	96%
Déficit medio suministro Riego M.I.	245,7 Hm ³	48,3%
Déficit anual superior al 25%	51 años	69%
Déficit anual superior al 50%	36 años	49%
Déficit anual superior al 75%	22 años	30%

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

I. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg y VIRCh optimizado

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	10,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emín} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial			
C _{OBJ1}	157,50	m	

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{OBJ2}	163,50	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	-	has.
-----------------	---	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-10-138-5 Superficie M.I. (ha): -

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	11	1,2
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	32	3,6
Fallas por Caudal Mínimo Generación	29	3,3
Fallas por Cota Insuficiente Generación	14	1,6
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	18	2,0
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	80	9,0
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	326	36,7

	Años	%
Erogación por Vertedero	4	5,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	9	12,2
Fallas por Cota Insuficiente Generación	6	8,1
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	8	10,8

Caudal máx. medio mensual erogado	105,7	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	12,4	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	5,8	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	2,0	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	173,8	GWH/Año
Cota media del embalse	156,42	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	132,04	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,61	m

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

J. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg y VIRCh optimizado

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	15,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emín} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{OBJ1}	157,50	m
-------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{OBJ2}	163,50	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	-	has.
-----------------	---	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-15-138-5 Superficie M.I. (ha): -

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	7	0,8
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	181	20,4
Fallas por Caudal Mínimo Generación	115	13,0
Fallas por Cota Insuficiente Generación	86	9,7
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	89	10,0
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	45	5,1
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	510	57,4

	Años	%
Erogación por Vertedero	4	5,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	35	47,3
Fallas por Cota Insuficiente Generación	21	28,4
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	23	31,1

Caudal máx. medio mensual erogado	110,0	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	1,5	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	94,5	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	16,7	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	162,1	GWH/Año
Cota media del embalse	151,83	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	117,65	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,39	m

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

K. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes, VIRCh optimizado y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	10,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emín} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{Obj1}	157,50	m
-------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{Obj2}	163,50	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	35.000	has.
-----------------	--------	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-10-138-5 Superficie M.I. (ha): 35.000

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	4	0,5
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	160	18,0
Fallas por Caudal Mínimo Generación	143	16,1
Fallas por Cota Insuficiente Generación	78	8,8
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	98	11,0
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	36	4,1
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	476	53,6

	Años	%
Erogación por Vertedero	2	2,7
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	45	60,8
Fallas por Cota Insuficiente Generación	24	32,4
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	36	48,6

Meseta Intermedia

Fallas por Caudal Mínimo M.I.	54 años	73%
Déficit medio suministro Riego M.I.	131,8 Hm ³	25,9%
Déficit anual superior al 25%	26 años	35%
Déficit anual superior al 50%	18 años	24%
Déficit anual superior al 75%	9 años	12%

Caudal máx. medio mensual erogado	105,7	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	1,8	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	34,9	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	12,0	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	156,0	GWH/Año
Cota media del embalse	149,14	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	124,80	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,36	m

Déficit medio mensual M.I.		Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	44,5%	47%	46%	42%
Mayo	34,8%	36%	36%	32%
Junio	16,8%	19%	18%	15%
Julio	6,8%	7%	7%	7%
Agosto	4,7%	5%	4%	4%
Septiembre	4,4%	5%	4%	4%
Octubre	23,8%	26%	24%	18%
Noviembre	18,1%	24%	18%	14%
Diciembre	20,0%	26%	22%	15%
Enero	27,8%	34%	28%	20%
Febrero	33,9%	41%	34%	27%
Marzo	44,3%	49%	45%	41%

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA AMEGHINO – VIRCH

L. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes, VIRCh optimizado y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Parámetros de entrada

Caudal medio mensual máximo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{max} VIRCH	90,0	m ³ /s	hasta 105 m ³ /s
------------------------	------	-------------------	-----------------------------

Caudal medio mensual mínimo admitido en el Río Chubut aguas abajo de Boca Toma

Q _{min} G-T	15,0	m ³ /s
----------------------	------	-------------------

Cota Mínima de Emergencia Embalse Ameghino Rango

C _{Emin} Ameghino	138,00	m	130 - 139 m
----------------------------	--------	---	-------------

Cotas Objetivo para la Operación del Embalse (m)

Período Pluvial

C _{Obj1}	157,50	m
-------------------	--------	---

Período Nival (Referencia para el año medio)

C _{Obj2}	163,50	m
-------------------	--------	---

Reducción de aportes por incremento de uso en Valles Superior y Medio de la cuenca

RA _{USOS}	5.000,00	Ha
--------------------	----------	----

Reducción de aportes por posible efecto del Cambio Climático (5% s/mod. Bco. Mundial)

RA _{CC}	5,00	%
------------------	------	---

Superficie de la nueva área a irrigar en Meseta Intermedia

Superficie M.I.	35.000	has.
-----------------	--------	------

Resultado de la simulación 1943-2017 (74 años)

Caso: 90-15-138-5 Superficie M.I. (ha): 35.000

Ameghino y Valle Inferior

	Meses	%
Erogación por Vertedero	2	0,2
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	249	28,0
Fallas por Caudal Mínimo Generación	206	23,2
Fallas por Cota Insuficiente Generación	158	17,8
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	181	20,4
Frecuencia Caudal Máximo en el VIRCH	33	3,7
Frecuencia Caudal Mínimo en el VIRCH	651	73,3

	Años	%
Erogación por Vertedero	1	1,4
Fallas por Caudal Máximo en el VIRCH	0	0,0
Fallas por Caudal Mínimo en el VIRCH	57	77,0
Fallas por Cota Insuficiente Generación	42	56,8
Fallas por Cota Mínima de Emergencia	51	68,9

Meseta Intermedia

Fallas por Caudal Mínimo M.I.	64	años	86%
Déficit medio suministro Riego M.I.	179,2	Hm ³	35,2%
Déficit anual superior al 25%	36	años	49%
Déficit anual superior al 50%	24	años	32%
Déficit anual superior al 75%	16	años	22%

Caudal máx. medio mensual erogado	105,7	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual vertido	0,1	m ³ /s
Caudal máximo medio mensual Gaiman	90,0	m ³ /s
Déficit medio suministro Riego VIRCH	61,3	Hm ³
Déficit medio suministro Riego VIRCH	21,1	%
Energía Media Anual Ameghino (aprox)	145,7	GW/Año
Cota media del embalse	146,71	m
Cota mínima alcanzada por el embalse	110,13	m
Cota máxima alcanzada por el embalse	166,09	m

	Déficit medio mensual M.I.	Meses con Déficit		
		>25%	>50%	>95%
Abril	59,1%	61%	58%	57%
Mayo	60,0%	62%	61%	58%
Junio	31,0%	32%	31%	30%
Julio	20,3%	20%	20%	20%
Agosto	13,9%	15%	14%	14%
Septiembre	7,2%	9%	7%	5%
Octubre	33,8%	42%	31%	27%
Noviembre	26,9%	31%	27%	23%
Diciembre	26,9%	31%	27%	22%
Enero	36,5%	47%	36%	26%
Febrero	43,3%	50%	45%	38%
Marzo	53,7%	58%	55%	51%

**Anexo F. Simulación del comportamiento del Sistema
Ameghino – VIRCh**
Planillas de resultados mensuales

- A. Situación Actual c/Caudal Ambiental 10 m³/seg
- B. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes, con Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

A. Situación Actual c/Caudal Ambiental 10 m³/seg

VALLE INFERIOR DEL RIO CHUBUT

Simulación de la operación del embalse Ameghino con objetivos de Control de Crecidas, Abastecimiento de Agua y Generación Hidroeléctrica

Caudal medio mensual máximo admitido aguas abajo de Boca Torma: 70 m³/s
Superficie de nuevas áreas bajo riego prevista (Meseta Intermedia): 0 ha

AÑO	MES	Aporte						Caudal Turbinado Q _t [m³/s]	Caudal descargado Q _d [m³/s]	Caudal Vertido Q _v [m³/s]	Caudal Tot. Erogeado Q _e [m³/s]	Cota Final C _f [m]	Caudal Riego Virch G _{R Virch} [m³/s]	Caudal Retorno AA G _{AA} [m³/s]	Caudal Gaiman G _G [m³/s]	Caudal Retorno A2 G _{R A2} [m³/s]	Caudal Riego M.I. G _{M.I.} [m³/s]	Caudal Rawson G _R [m³/s]	Deficit VIRCH		Deficit M.I.		Energía Generada [GWh]
		Caudal Q _A [m³/s]	Bruto V _{A(B)} [Hm³]	Neto N _{A(B)} [Hm³]	Evaporación E _v [m³/s]	Infiltración I _f [m³/s]	Reserva R _e [m³/s]												% Mensual	% Anual	% Mensual	% Anual	
1943-44	Noviembre	120,20	311,56	299,04	0,00	0,00	37,65	0,00	0,00	37,65	157,61	28,00	4,00	13,65	1,00	0,00	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	13,40
	Diciembre	83,30	223,11	209,80	0,00	0,00	48,96	0,00	0,00	48,96	159,35	30,00	4,00	22,96	1,00	0,00	19,31	0%	0%	0%	0%	18,08	
	Enero	31,10	63,30	72,12	0,00	0,00	54,82	0,00	0,00	54,82	157,71	31,00	3,20	27,02	0,00	0,00	23,37	0%	0%	0%	0%	20,85	
1944-45	Febrero	15,20	36,77	30,70	0,00	0,00	39,65	0,00	0,00	39,65	156,10	30,00	4,00	13,65	1,00	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	13,69	
	Marzo	10,30	29,19	24,09	0,00	0,00	35,25	0,00	0,00	35,25	154,13	28,00	6,40	13,65	1,60	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	13,08	
	Abril	10,00	25,93	23,19	0,00	0,00	29,65	0,00	0,00	29,65	152,39	24,00	8,00	13,65	2,00	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	10,11	
1954-55	Mayo	15,40	41,26	38,10	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	70,00	146,14	-	-	70,00	-	0,00	66,35	0%	0%	0%	0%	22,11	
	Junio	23,20	60,15	55,21	0,00	0,00	27,56	0,00	0,00	27,56	145,45	-	-	27,56	-	0,00	23,91	0%	0%	0%	0%	7,60	
	Julio	24,30	65,10	62,86	0,00	0,00	23,47	0,00	0,00	23,47	145,45	-	-	23,47	-	0,00	19,82	0%	0%	0%	0%	8,44	
	Agosto	68,50	183,48	170,05	0,00	0,00	66,48	0,00	0,00	66,48	145,45	-	-	66,48	-	0,00	62,83	0%	0%	0%	0%	19,25	
	Septiembre	61,60	158,68	154,21	0,00	0,00	59,49	0,00	0,00	59,49	145,45	22,00	8,00	45,49	2,00	0,00	41,84	0%	0%	0%	0%	16,47	
	Octubre	71,20	190,70	183,85	0,00	0,00	31,30	0,00	0,00	31,30	150,09	24,00	6,40	13,70	1,60	0,00	10,05	0%	0%	0%	0%	9,91	
	Noviembre	92,70	240,28	230,06	0,00	0,00	37,65	0,00	0,00	37,65	154,64	28,00	4,00	13,65	1,00	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	12,92	
	Diciembre	63,20	168,27	158,60	0,00	0,00	39,65	0,00	0,00	39,65	156,06	30,00	4,00	13,65	1,00	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	14,77	
	Enero	26,80	71,78	62,46	0,00	0,00	41,45	0,00	0,00	41,45	154,75	31,00	3,20	13,65	0,80	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	15,41	
	Febrero	13,40	32,42	27,31	0,00	0,00	39,65	0,00	0,00	39,65	152,60	30,00	4,00	13,65	1,00	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	12,92	
	Marzo	8,80	23,57	19,49	0,00	0,00	35,25	0,00	0,00	35,25	149,79	28,00	6,40	13,65	1,60	0,00	10,00	0%	0%	0%	0%	11,99	

VALLE INFERIOR DEL RÍO CHUBUT

Simulación de la operación del embalse Ameghino con objetivos de Control de Crecidas, Abastecimiento de Agua y Generación Hidroeléctrica

Table with columns: AÑO, MES, Aporte (Caudal Gk, Bruto VAg, Neto VAg), Caudal turbinado Qt, Caudal descargado Qd, Caudal Ververt Qv, Caudal Tot Erogado QEt, Cota Fin C, Caudal Regio Virch, Caudal Retorno AA, Caudal Gaiman, Caudal Gaiman, Caudal Retorno AA, Caudal Riego M.I., Caudal Rawson, Deficit VIRCH Mensual, Deficit VIRCH Anual, Deficit M.I. Mensual, Deficit M.I. Anual, Energía Generada (GWh). Rows include months from Sept to March for years 1976-77, 1977-78, 1978-79, 1979-80, 1980-81, 1981-82, 1982-83, 1983-84, 1984-85, 1985-86, 1986-87.

B. Cauce Dragado

Caudal Ambiental 10 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes

Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

GESTIÓN HÍDRICA EN EL VALLE INFERIOR DEL RÍO CHUBUT

VALLE INFERIOR DEL RIO CHUBUT

Simulación de la operación del embalse Ameghino con objetivos de Control de Crecidas, Abastecimiento de Agua y Generación Hidroeléctrica

Table with columns: AÑO, MES, Caudal (m³/s), Aporte (Bruto, Neto), Caudal turbinado, Caudal descargado, Caudal Verificado, Caudal Total, Cota Final, Caudal Riego Virch, Caudal Retorno AA, Caudal Gaiman, Caudal Retorno aa, Caudal Riego M.I., Caudal Rawson, Deficit VIRCH Mensual, Deficit VIRCH Anual, Energía Generada (GWh). Rows represent monthly data from 1965-66 to 1975-76.

VALLE INFERIOR DEL RÍO CHUBUT

Simulación de la operación del embalse Ameghino con objetivos de Control de Crecidas, Abastecimiento de Agua y Generación Hidroeléctrica

Caudales de Aporte: Serie histórica 1943 - 2017 en Los Altares (74 años) Caudal medio mensual máximo admitido aguas abajo de Boca Torma: 90 m³/s
Superficie de nuevas áreas bajo riego prevista (Mesas Intermedia): 35.000 ha

AÑO	MES	Aporte			Caudal Turbinado Q _t (m ³ /s)	Caudal descargado Q _d (m ³ /s)	Caudal Vertido Q _v (m ³ /s)	Caudal Tot Erogado Q _e (m ³ /s)	Cota Fc (m)	Caudal Riego Virch Q _{Virch} (m ³ /s)	Caudal Retorno AA Gaiman - Q _{R1} (m ³ /s)	Caudal Gaiman Q _{Gaiman} (m ³ /s)	Caudal Retorno AA Gaiman - Q _{R2} (m ³ /s)	Caudal Río M.I. Q _{M.I.} (m ³ /s)	Caudal Rawson Q _{Rawson} (m ³ /s)	Deficit VIRCH		Deficit M.I.		Energía Generada (GWh)
		Caudal Q _a (m ³ /s)	Bruto V _{A,0} (mm)	Neto V _{A,0} (mm)												Mensual	Anual	Mensual	Anual	
1943	Septiembre	72,70	188,44	170,00	37,62	0,00	0,00	37,62	151,06	22,00	8,00	23,62	2,00	11,97	10,00	0%	9%	0%	27%	12,12
2017	Septiembre	72,70	188,44	170,00	37,62	0,00	0,00	37,62	151,06	22,00	8,00	23,62	2,00	11,97	10,00	0%	9%	0%	27%	12,12

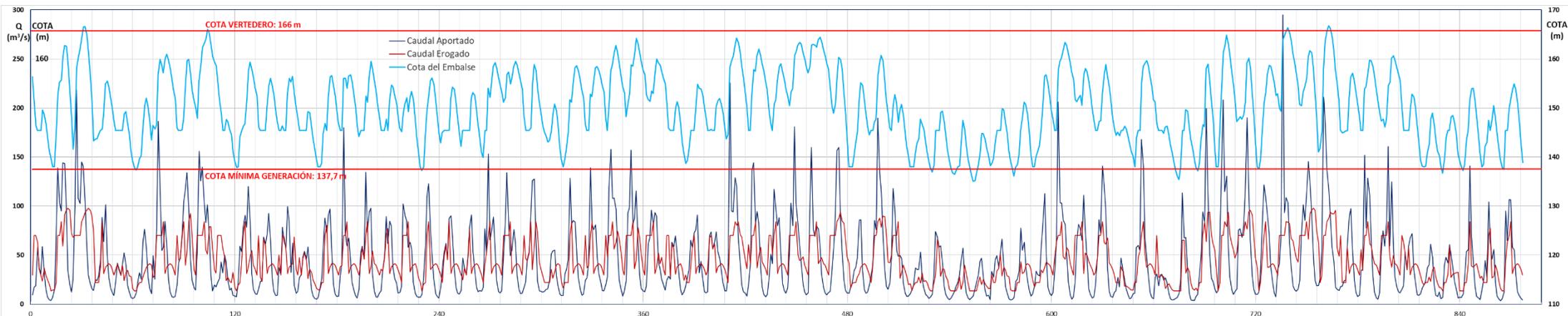
**Anexo G. Simulación del comportamiento del Sistema
Ameghino – VIRCh**
Gráficos cronológicos de resultados

- A. Situación Actual del Cauce c/Caudal Ambiental 10 m³/seg
- B. Situación Actual del Cauce c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- C. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg
- D. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- E. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg, con proyección de Reducción de Aportes y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

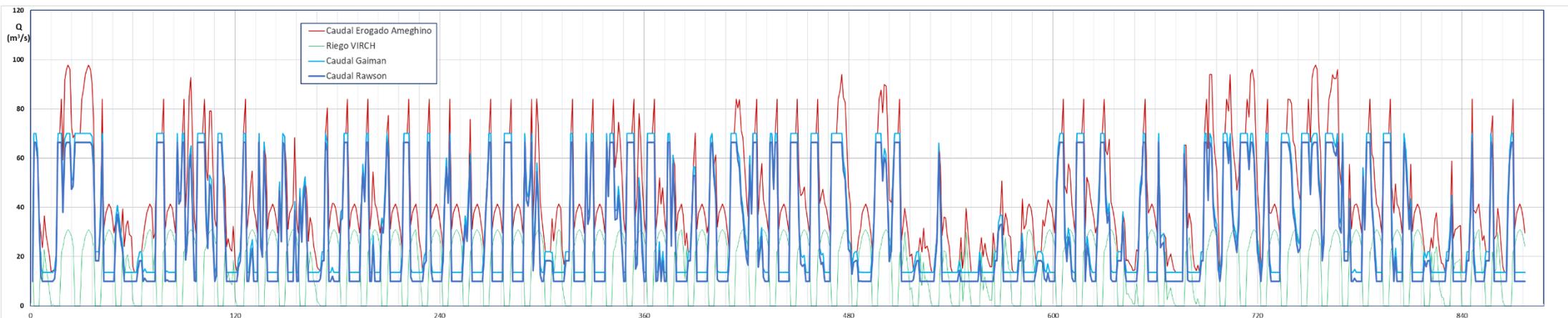
Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh

A. Caudal Máximo VIRCh = 95 m³/seg – Caudal Ambiental = 10 m³/seg – Sin Meseta Intermedia

Caudal recibido y erogado por Ameghino y Nivel del Embalse



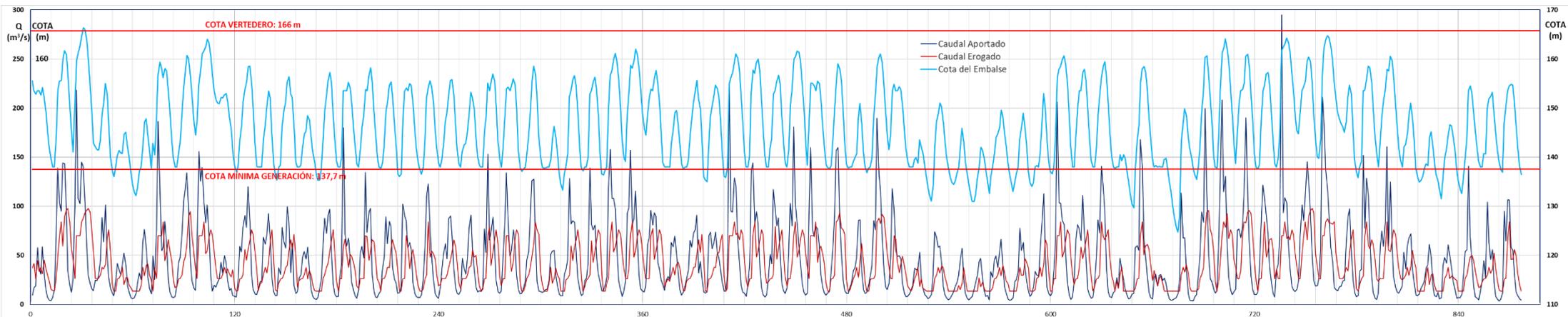
Caudal erogado Ameghino, de Riego en el VIRCh y del Río Chubut en Gaiman y Rawson



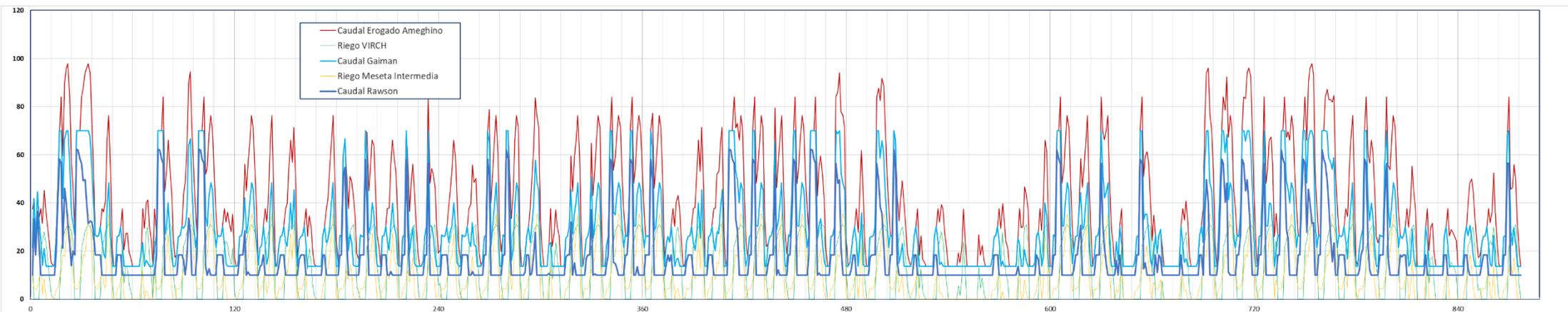
Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh

B. Caudal Máximo VIRCh = 95 m³/seg – Caudal Ambiental = 10 m³/seg – Con Meseta Intermedia 35.000 Ha

Caudal recibido y erogado por Ameghino y Nivel del Embalse



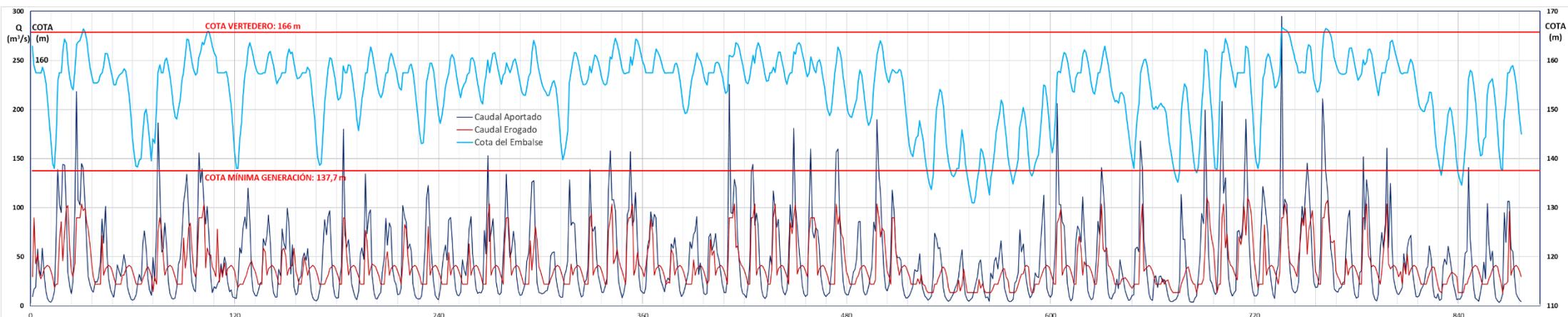
Caudal erogado Ameghino, de Riego en el VIRCh y Meseta Intermedia y del Río Chubut en Gaiman y Rawson



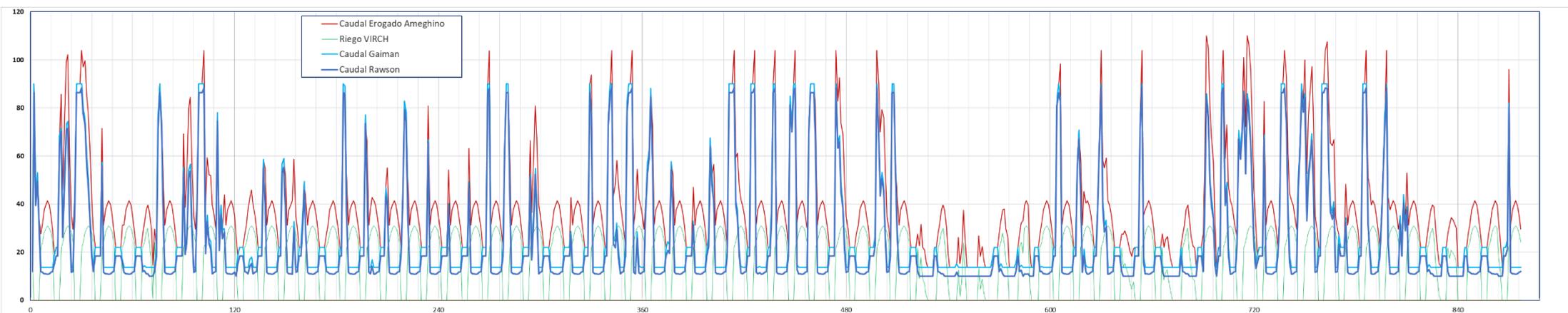
Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh

C. Caudal Máximo VIRCh = 120 m³/seg – Caudal Ambiental = 10 m³/seg – Sin Meseta Intermedia

Caudal recibido y erogado por Ameghino y Nivel del Embalse



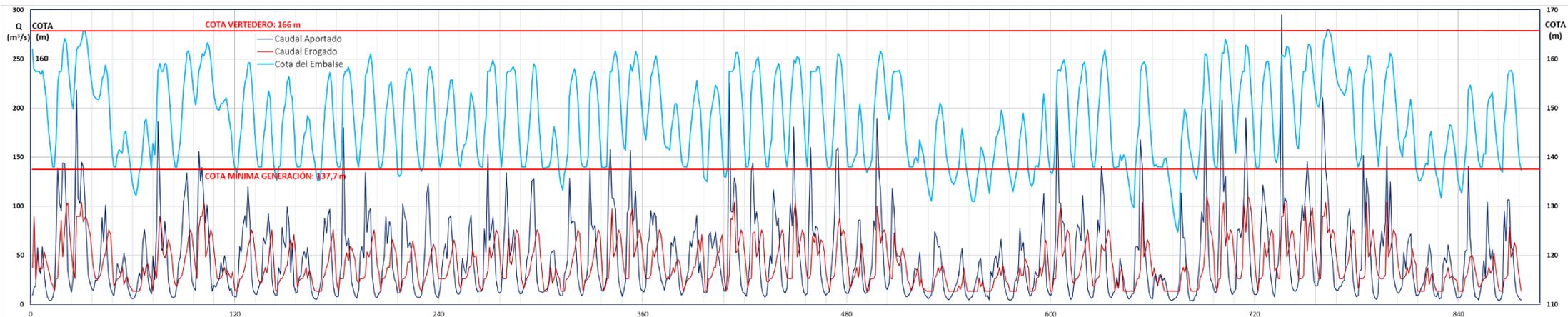
Caudal erogado Ameghino, de Riego en el VIRCh y Meseta Intermedia y del Río Chubut en Gaiman y Rawson



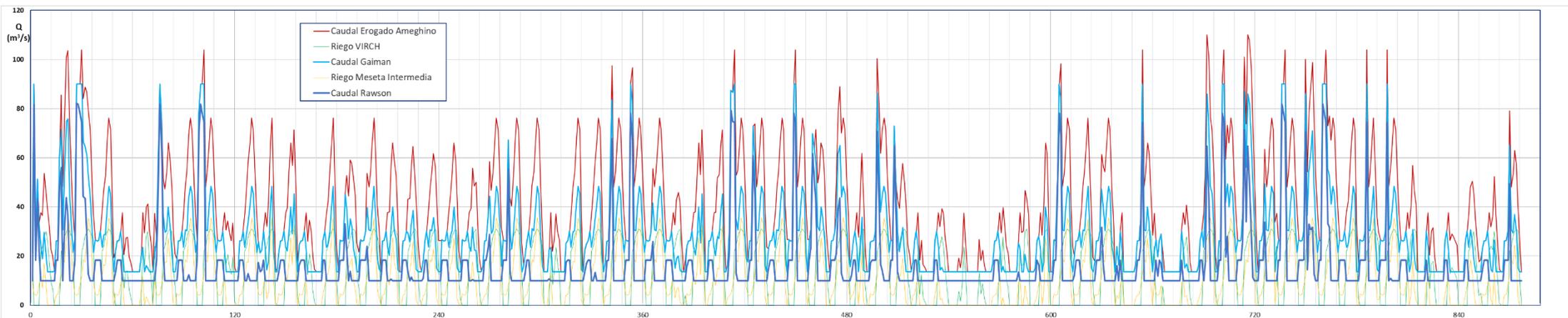
Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh

D. Caudal Máximo VIRCh = 120 m³/seg – Caudal Ambiental = 10 m³/seg – Con Meseta Intermedia 35.000 Ha

Caudal recibido y erogado por Ameghino y Nivel del Embalse



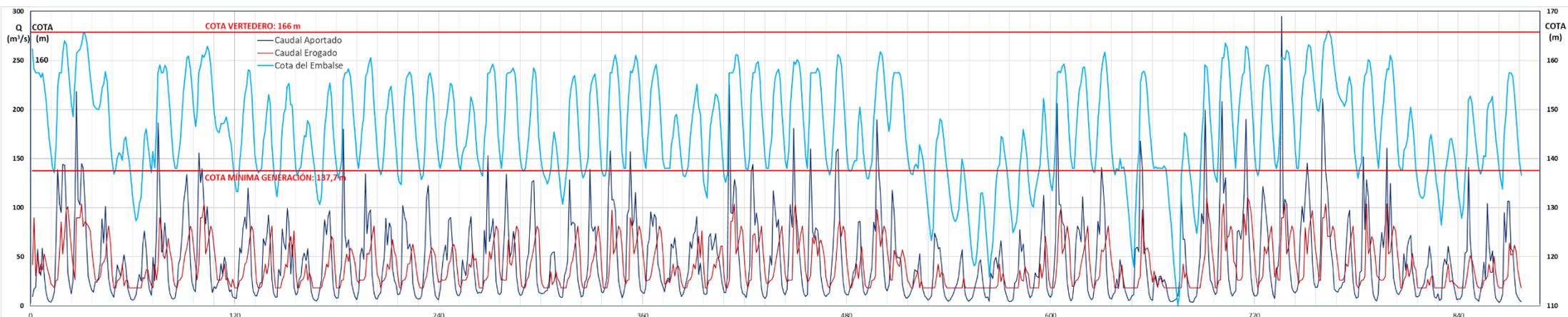
Caudal erogado Ameghino, de Riego en el VIRCh y Meseta Intermedia y del Río Chubut en Gaiman y Rawson



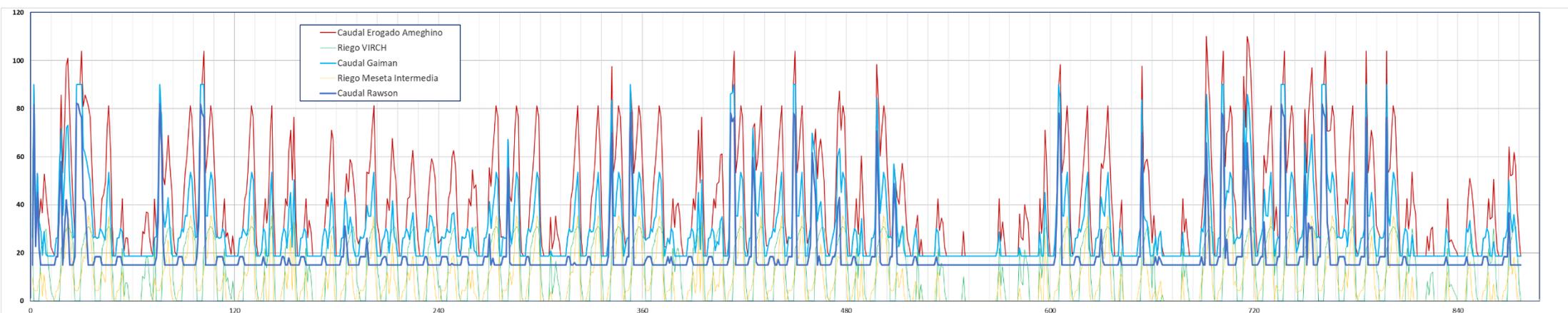
Simulación del comportamiento del Sistema Ameghino – VIRCh

E. Caudal Máximo VIRCh = 120 m³/seg – Caudal Ambiental = 15 m³/seg – Con Meseta Intermedia 35.000 Ha

Caudal recibido y erogado por Ameghino y Nivel del Embalse



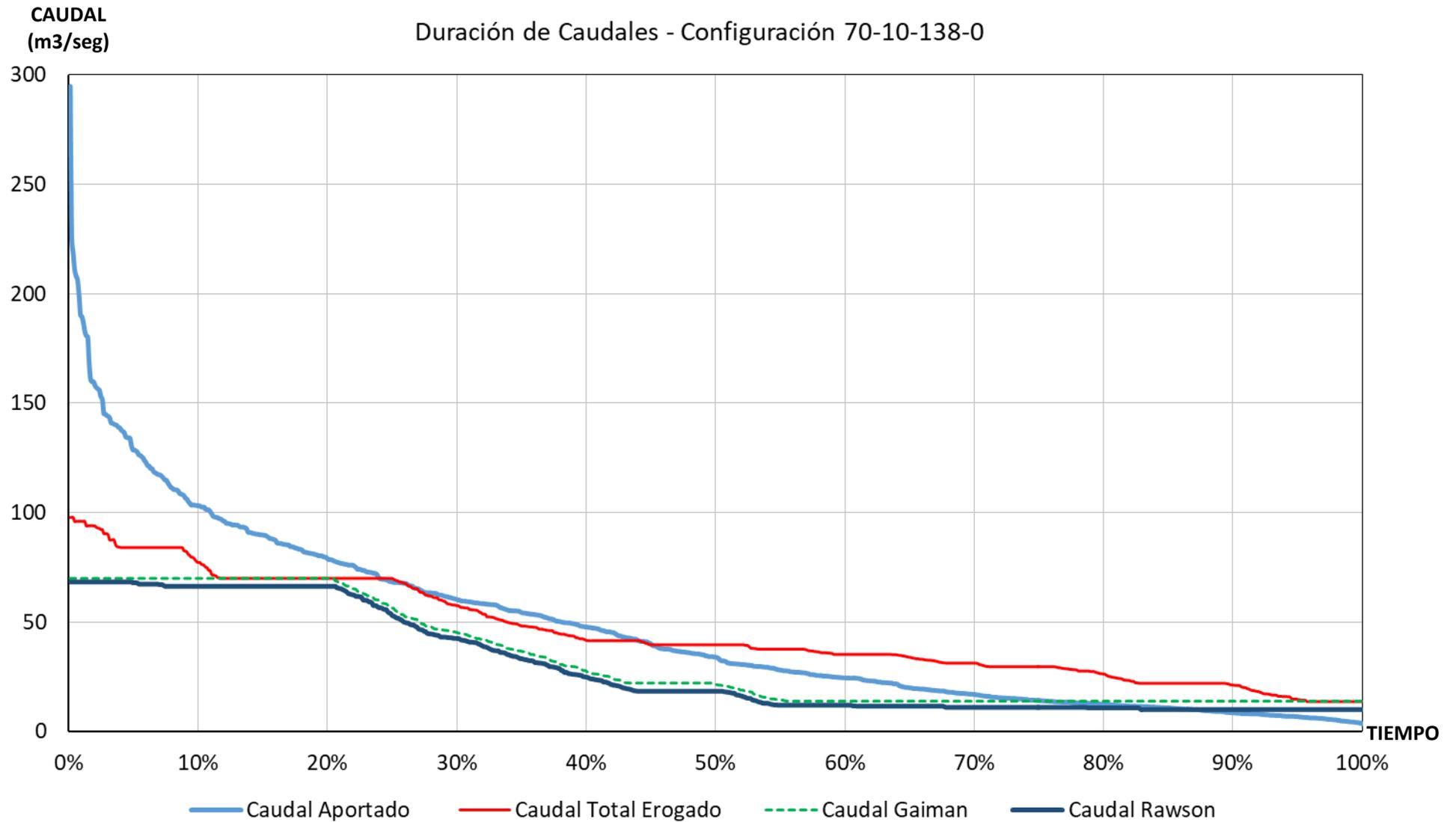
Caudal erogado Ameghino, de Riego en el VIRCh y Meseta Intermedia y del Río Chubut en Gaiman y Rawson



**Anexo H. Simulación del comportamiento del Sistema
Ameghino – VIRCh**
Curvas de Frecuencia de Caudales

- A. Situación Actual del Cauce c/Caudal Ambiental 10 m³/seg
- B. Situación Actual del Cauce c/Caudal Ambiental 10 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes, con Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- C. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg
- D. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes, con Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas
- E. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes, con y Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

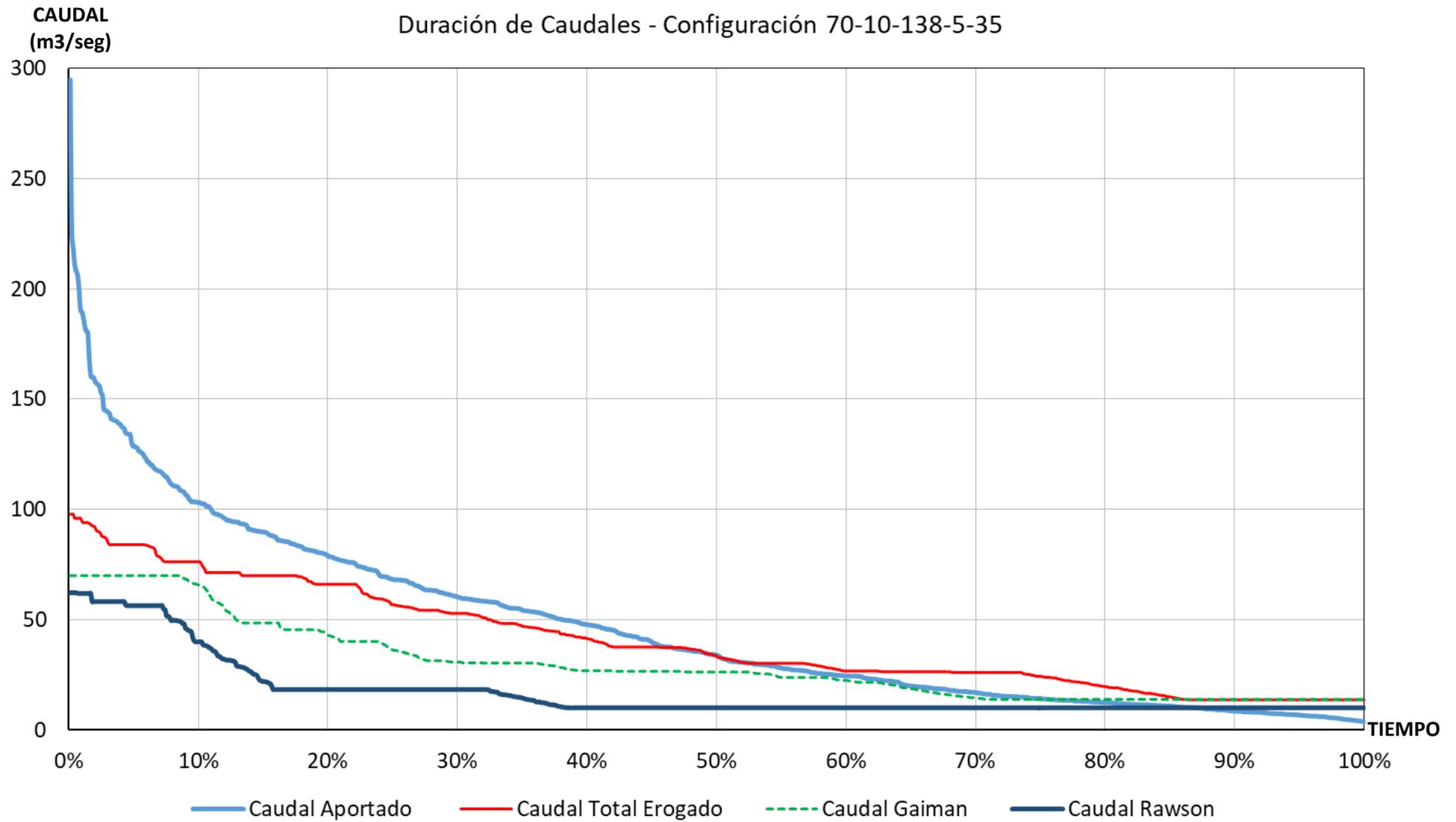
A. Situación Actual del Cauce c/Caudal Ambiental 10 m³/seg



B. Situación Actual del Cauce c/Caudal Ambiental 10 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes

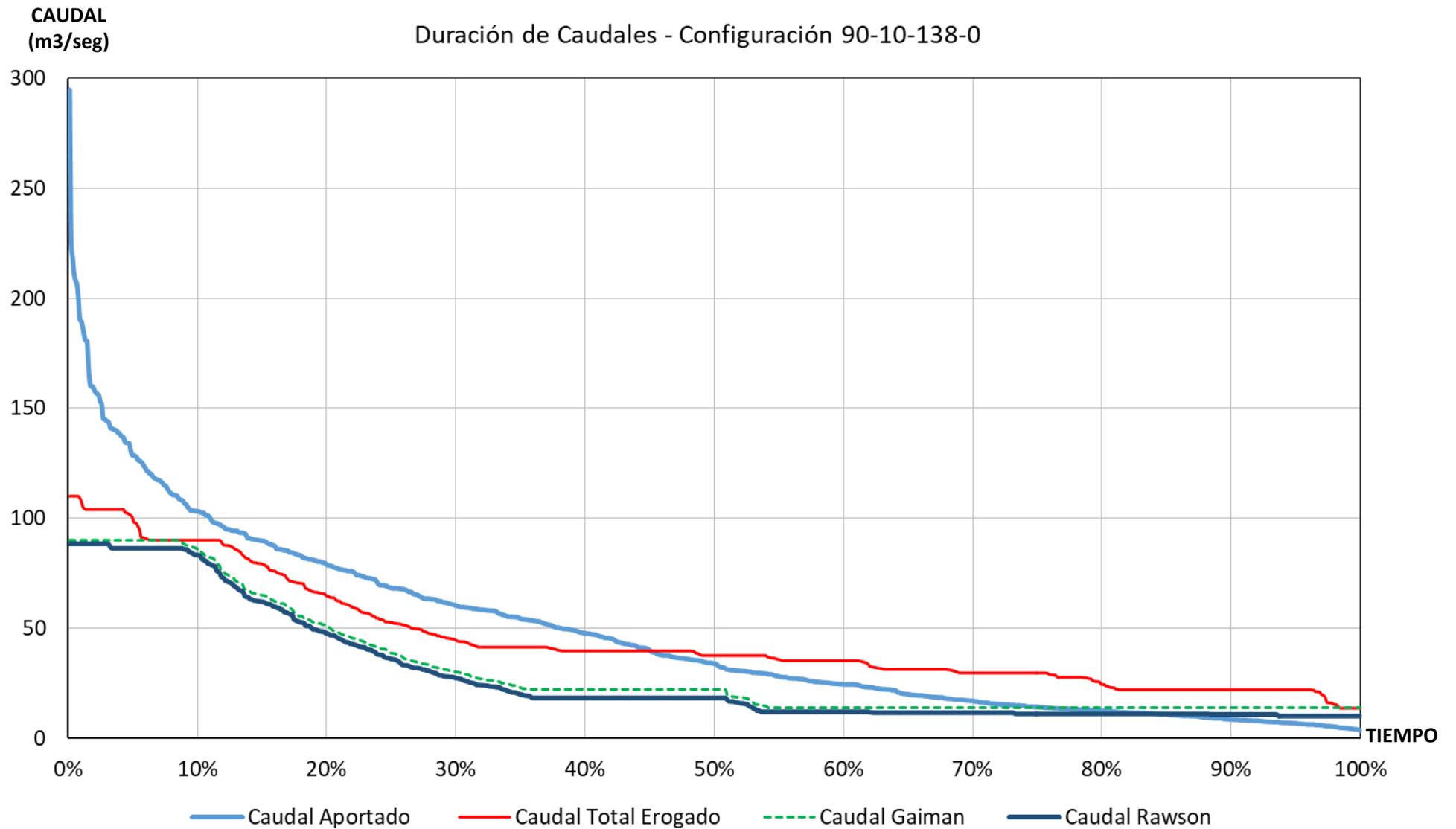
Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Duración de Caudales - Configuración 70-10-138-5-35



C. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg

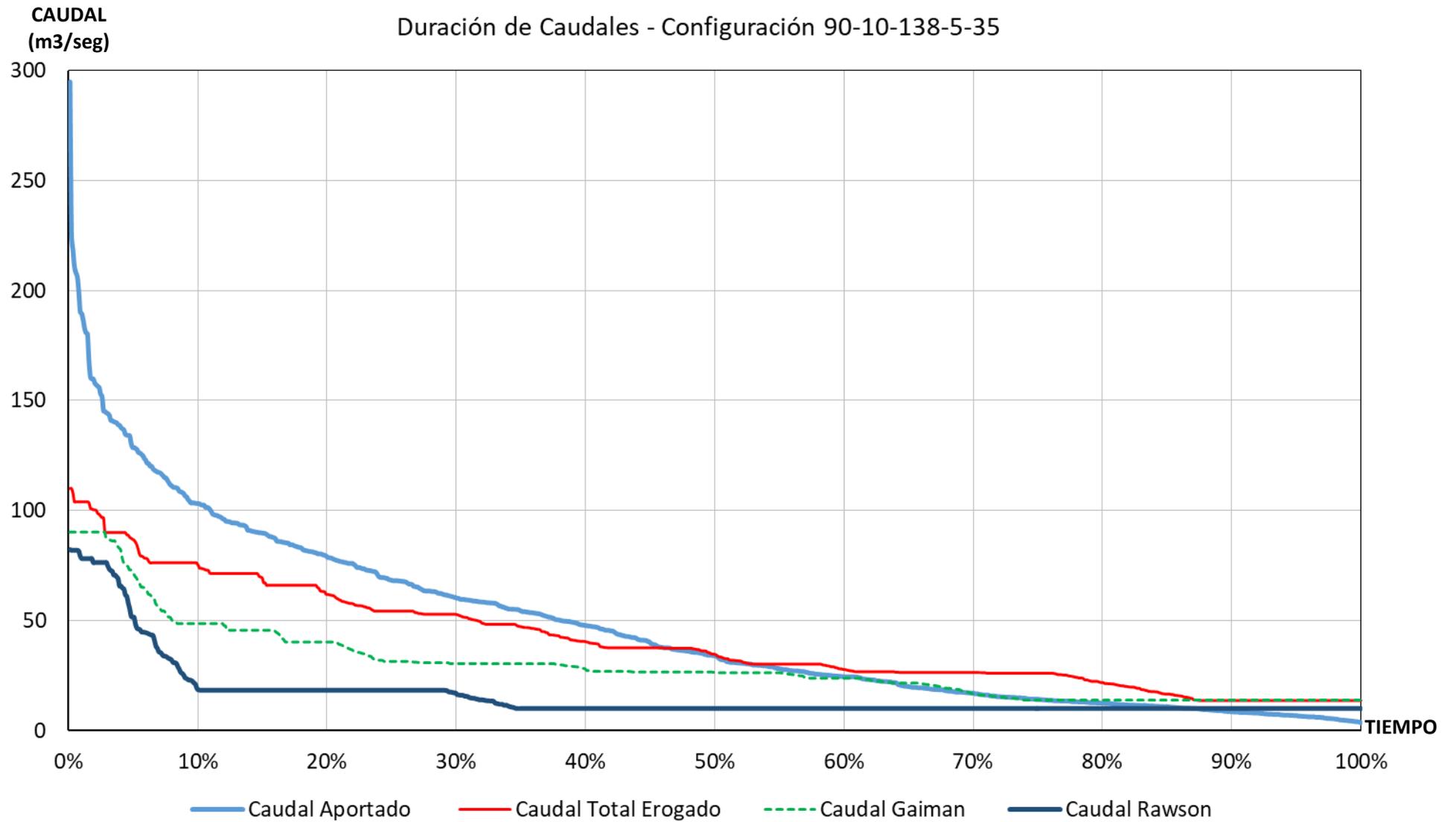
Duración de Caudales - Configuración 90-10-138-0



D. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 10 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes

Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Duración de Caudales - Configuración 90-10-138-5-35



E. Cauce Dragado c/Caudal Ambiental 15 m³/seg y proyección de Reducción de Aportes

Demanda de Meseta Intermedia 35.000 hectáreas

Duración de Caudales - Configuración 90-15-138-5-35

