

GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
SECRETARÍA EJECUTIVA

DIVISIÓN ESTUDIOS Y DESARROLLO

**DIAGNÓSTICO DE CAUDALES DISPONIBLES EN
CUENCAS NO CONTROLADAS DE RECUPERACIÓN,
CUENCAS DE MAULE, MATAQUITO Y RAPEL**

RESUMEN EJECUTIVO

AGOSTO 2008

GCF INGENIEROS LTDA.

Ricardo Matte Pérez 0535 - Fono 56 2 209 7179 · Fax 56 2 209 7103
e-mail gcabrera@entelchile.net Providencia Santiago Chile

EQUIPO PROFESIONAL DEL ESTUDIO

- Por parte de la COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO, participaron los siguientes profesionales:

Nelson Pereira M.
Gastón Sagredo T.

Secretario Ejecutivo.
Coordinador del Estudio.

- Por parte de la DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS del MOP, participaron los siguientes profesionales:

Ana María Gangas P.

Jefa de Unidad Fuentes y Desarrollo,
Departamento de Estudios y Planificación.

Andrea Osses V.

Ingeniero de Estudios, Departamento de
Estudios y Planificación.

Miguel Caro H.

Ingeniero de Estudios, Departamento de
Estudios y Planificación.

- Por parte de la empresa Consultora GCF Ingenieros Consultores Ltda., participaron los siguientes profesionales:

Félix Pérez S.

Jefe del Proyecto.

Carlos Granifo G.

Coordinador del Proyecto.

Guillermo Cabrera F.

Asesor del Proyecto.

Lem Mimica V.

Especialista Modelación.

Patricio Murúa S.

Ingeniero Agrónomo

Marcelo Allende B.

Ingeniero de Proyecto.

Salomón Vielma P.

Cartógrafo.

Lorena Bustamante J.

Cartógrafo.

Carlos Aranda M.

Programador Interfaz SIG MAGIC.

Daniel Lagos H.

Programador Interfaz SIG MAGIC.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE ANTECEDENTES Y ANÁLISIS DE SUFICIENCIA DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.....	3
III.	ANÁLISIS CRÍTICO Y PROPOSICIÓN DE MEJORAS A LA INTERFAZ SIG-MAGIC.....	5
IV.	IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MAULE.....	6
V.	IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MATAQUITO.	11
VI.	GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA CUENCA DEL RÍO RAPEL.	14

I. INTRODUCCIÓN

La Comisión Nacional de Riego (CNR) ha desarrollado entre los años 2004 y 2006 los estudios “Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG para el Manejo y Planificación, Cuencas de Aconcagua y Maipo” y “Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG para el Manejo y Planificación, Cuencas de Maule, Mataquito e Itata”.

Ambos trabajos permitieron el desarrollo de una interfaz SIG en ambiente MapObject, que permite el ingreso de información, preparación de los datos, construcción de topología y observación de los resultados del modelo de simulación hidrológico operacional, Modelo Genérico MAGIC desarrollado por la Dirección General de Aguas (DGA).

El modelo MAGIC es un programa de simulación de balances de agua para análisis de la dinámica integrada de cuencas y acuíferos, que permite simular a través del tiempo el comportamiento de los elementos superficiales que componen una cuenca y relacionar dicho comportamiento con las variaciones de volumen experimentadas por los acuíferos subyacentes a dicha cuenca.

Para la CNR, el fenómeno y la dinámica de los derrames y recuperaciones captados y reutilizados en riego son de especial relevancia; primero por un aumento sostenido en la cantidad de proyectos postulados a la Ley 18.450 en áreas regadas por sistemas hidrológicos de recuperación; y segundo, la complejidad de su medición y de la estimación de los caudales probabilísticos de seguridad 85% que es requisito exigible para el otorgamiento del subsidio.

Es en torno a esta problemática que surge el requerimiento de definir una metodología clara que permita cuantificar los caudales en las zonas de recuperación, mediante la interfaz SIG MAGIC (CNR – DGA – 2006) la que será aplicada en las cuencas de Maule, Mataquito y Rapel.

El objetivo principal de este estudio fue cuantificar los caudales en las zonas de recuperación como fuentes de recursos hídricos para el subsector riego, para las cuencas, tanto controladas como no controladas, de Maule, Mataquito y Rapel, usando SIG MAGIC (CNR – DGA – 2006).

Los objetivos específicos del estudio fueron los siguientes:

- a) Recopilar y analizar todos los antecedentes de recursos básicos existentes necesarios al estudio, tanto de fuentes externas como de la información propia del SIIR de la CNR, para las cuencas de Maule, Mataquito y Rapel.
- b) Determinar las zonas de recuperación en cada cuenca.

- c) Estudiar, validar y mejorar (si un análisis crítico así lo estima) la actual aplicación Interfaz SIG-MAGIC (CNR – DGA – 2006) desarrollada previamente por estudio CNR.
- d) Crear nuevos objetos de modelación, para el cálculo de caudales en las zonas de recuperación, en el modelo MAGIC ya implementado para las cuencas de Maule, Mataquito y Rapel.
- e) Determinar los caudales con seguridad de riego de 50% y 85% para las zonas de recuperación en las cuencas de Maule, Mataquito y Rapel.
- f) Utilizar los resultados obtenidos, en las zonas de recuperación, para comparar los caudales obtenidos por los postulantes a los proyectos de la Ley 18.450 con otros métodos de estimación.
- g) Establecer una metodología para el seguimiento y actualización del modelo.

El Informe Final del presente estudio está compuesto de seis capítulos, que corresponden a los siguientes:

1. Introducción y Objetivos
2. Recopilación y Análisis de Antecedentes Disponibles.
3. Análisis Crítico y Proposición de Mejoras a la Interfaz Sig-Magic.
4. Implementación de la Aplicación en la Cuenca del Río Maule.
5. Implementación de la Aplicación en la Cuenca del Río Mataquito.
6. Generación de Información para la Cuenca del Río Rapel.

II. REVISIÓN DE ANTECEDENTES Y ANÁLISIS DE SUFICIENCIA DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Se efectuó una recopilación de los antecedentes disponibles que tienen relación con los parámetros y tablas que considera el MAGIC y con los posibles datos que pudiesen adicionarse con el tiempo. Particularmente se recopilaron antecedentes respecto a estadísticas pluviométricas, fluviométricas y meteorológicas, coberturas bases (curvas de nivel, hidrografía, caminos, etc.), características de canales de riego, zonas de riego, acuíferos, catastros de pozos, embalses, centrales hidroeléctricas, entre otras.

Las 56 tablas de datos que utiliza el programa MAGIC para realizar la simulación de caudales, pueden ser agrupadas en 14 tipos principales según lo indicado en el Cuadro II-1. Esta clasificación fue considerada como de referencia durante el análisis de los antecedentes disponibles, procurando identificar la información relevante para cada grupo definido.

Los principales estudios analizados corresponden a modelos de simulación de aguas superficiales y subterráneas realizados en cada una de las cuencas de interés, los cuales constituyen la base de la información analizada sobre la cual se desarrollará el modelo MAGIC.

Con los antecedentes recopilados, se realizó un análisis de suficiencia de información con el propósito de calificar el uso que se le daría durante el desarrollo del estudio y determinar aquellos antecedentes que fue necesario actualizar, complementar y en ciertos casos generar.

En los Cuadros II-2, II-3 y II-4, muestran un resumen de la información contenida en los estudios revisados de las Cuencas de los Ríos Maule, Mataquito y Rapel, respectivamente, s permitiendo visualizar los temas que resultan deficitarios en la confección de las bases de datos MAGIC y que por lo tanto se requieren generar o complementar, de manera de lograr estimar los caudales de recuperación en sectores sin control fluviométrico.

Cuadro II - 1. Clasificación Tablas MAGIC v2.0 por Áreas Temáticas

N°	Elemento MAGIC	TABLAS MAGIC											
1	Acuíferos	1	2	3	4								
		AC_PARAM	AC_QZS	AC_QZV	AC_QZVE								
2	Pozos	30	31	32									
		PO_PARAM	PO_Q	PO_USOS									
3	Canales	6	7	8	36								
		CA_DER	CA_PARAM	CA_TRAMOS	SECCIONES								
4	Zonas de riego	12	27	37	38	39	40	41	42	43	47	48	51
		CULT_TIPOS	MR_TIPOS	ZR_CULT_ETP	ZR_CULT_PAR	ZR_CULT_PEF	ZR_RET	ZR_AC_NnM	ZR_PARAM	ZR_SR	ZR_QPR	ZR_CULT_SC	ZR_ANC_NNM
5	Centrales hidroeléctricas	9	10										
		CH_PARAM	CH_Q										
6	Embalses	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
		EM_CA	EM_DEMGE	EM_FV	EM_NODOS	EM_PARAM	EM_QGENMAX	EM_QV	EM_SALIDAS	EM_SVH	EM_TASEV		
7	Cuencas no controladas	5	26										
		AN_PARAM	CL_PARAM										
8	Descargas puntuales	13	49										
		DP_PARAM	DP_Q										
9	Caudales ecológicos	33											
		QE_PARAM											
10	Topología	28	29	34	35	46	50						
		NO_DIST	NO_PARAM	RI_PARAM	RI_TRAMOS	NO_DIST_Q	EST_CALIB						
11	Fluviometría	25											
		ESTAD_Q											
12	Pluviometría	24											
		ESTAD_PP											
13	Captaciones Puntuales	11	44	45									
		CP_PARAM	CP_RETORNOS	CP_Q									
14	Sectores Urbanos	52	53	54	55	56							
		SU_AREAS	SU_PARAM	SU_Q	SU_QPR	SU_RETORNOS							

Fuente: Elaboración propia

III. ANÁLISIS CRÍTICO Y PROPOSICIÓN DE MEJORAS A LA INTERFAZ SIG-MAGIC

Del análisis crítico del modelo o interfaz SIG-MAGIC, se definieron cuatro importantes temas sobre los cuales se abordó el mejoramiento de la aplicación en la presente consultoría, que correspondieron a los siguientes:

- Mejoramiento de función verificación de topología. De acuerdo al análisis realizado en la consultoría “Diagnóstico de Caudales Disponibles en Cuencas No Controladas de Recuperación, Cuencas Aconcagua y Maipo” se identificaron una serie de validaciones que deben ser incorporadas en la interfaz SIG MAGIC de manera tal que no se produzcan errores inesperados durante la ejecución de MAGIC.
- Incorporación de tablas asociadas a sectores urbanos De acuerdo al análisis realizado, las cinco tablas incorporadas en la última versión de MAGIC son independientes de cualquier elemento existente en versiones anteriores. Desde el punto de vista de la programación, esto resulta favorable ya que no será necesario modificar el procedimiento de poblamiento de información de otros objetos, siendo posible trabajar el código fuente de manera independiente a lo existente previamente. El desarrollo de esta actividad se realizó tomando en cuenta todos los procesos que se realizan con los otros objetos, esto es agregar funcionalidades que van desde la creación del shape hasta la edición de atributos en la base de datos magic, pasando por agregar estos objetos al shape de objetos magic, revisión de la topología, traspaso de la información desde el shape a la base de datos, agregar los conectores, formulario de edición de atributos, y agregar o eliminar objetos manteniendo la topología de la malla en estudio, etc.
- Mejoramiento Continuo Interfaz SIG MAGIC. En esta actividad se corrigieron algunos errores detectados durante la implementación de la aplicación en las nuevas cuencas en estudio. Además se agregaron nuevas funciones en la barra de herramientas.

IV. IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MAULE.

La información utilizada para la aplicación de MAGIC en esta cuenca, fue recopilada principalmente del "Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG para el Manejo y Planificación. Cuencas de Maule, Mataquito e Itata", en adelante "estudio hidrológico 2006" la cual fue complementada o corregida principalmente en los siguientes puntos:

- Cuencas No Controladas: Para el presente estudio, se implementó una serie de caudales aportantes por las cuencas no controladas, distinta a la del estudio antes citado, con el fin de perfeccionar el proceso de calibración, considerando que una de las falencias principales del modelo desarrollado en el *estudio hidrológico 2006* fue precisamente este ítem. Para esto, se utilizó la serie de caudales generada por el estudio "Plan Director para la Gestión de Recursos Hídricos. Cuenca del Río Maule", obtenida mediante el modelo pluvial MPL implementado con parámetros referentes al último período de modelación (1980-2004).
- Canales: Se desarrolló una revisión de los antecedentes disponibles, y en conjunto con una visita a terreno, se obtuvo información sobre canales que no están contemplados en las fuentes consultadas por el *estudio hidrológico 2006*.
- Topología: Se realizó un replanteo de la información topológica, en particular en lo que se refiere a la codificación, de manera de estandarizarla y ordenarla de acuerdo a otros modelos MAGIC realizados, y que posean una coherencia física (orden de acuerdo al sentido de escurrimiento del flujo en la cuenca).

Luego de efectuado el llenado de las bases de datos para implementar el modelo de la cuenca, se procedió a la calibración correspondiente, la cual se basó en el ajuste de una serie de variables según sus valores medidos o estimados.

Sin embargo, la principal labor para este proceso de ajuste fue reproducir los caudales en las estaciones con control fluviométrico y medidas históricas confiables.

En tal sentido el ajuste para cada una de las cuencas se basó en los siguientes puntos de control:

- Río Maule en Armerillo.
- Río Maule en Longitudinal.
- Río Perquilauquén en Quella.
- Río Loncomilla en Bodega.
- Río Loncomilla en Las Brisas.
- Río Claro en Camarico.
- Río Claro en Talca.

- Río Maule en Forel.

En las Figuras siguientes se entregan gráficos que permiten visualizar el grado de ajuste logrado al aplicar el modelo MAGIC en la cuenca del Maule, principalmente para la estación río Maule en Forel, ubicada en la salida de la cuenca, por lo que es representativa del comportamiento del modelo en la simulación de los caudales.

Figura IV – 1a. Ajuste Río Maule en Forel (1970-1990)

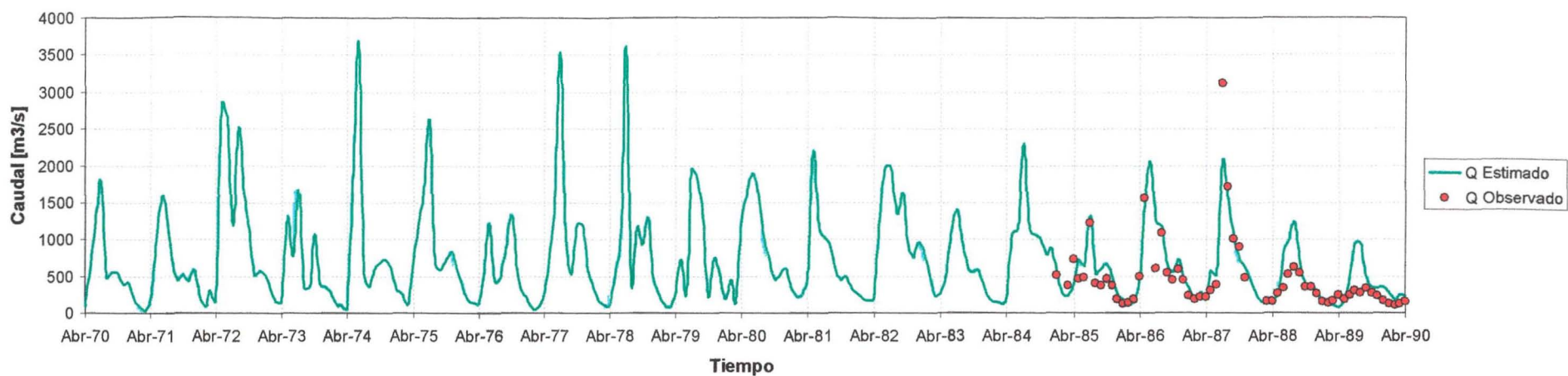
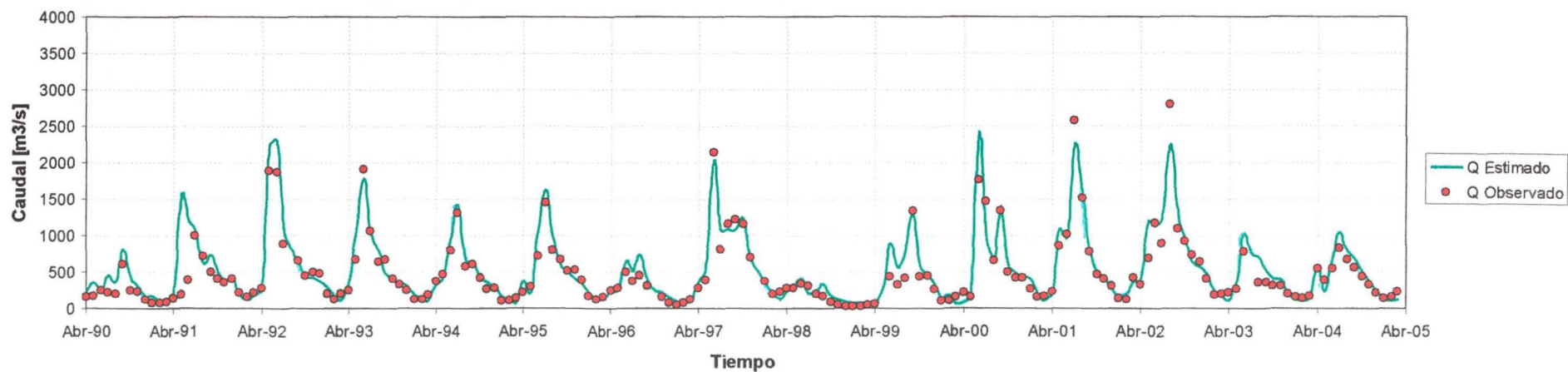


Figura IV – 1b. Ajuste Río Maule en Forel (1990–2004)



A través de la operación del modelo de la cuenca del Maule, ya calibrado, se han obtenido estadísticas de caudales medios mensuales de las recuperaciones existentes en dicha cuenca. Además, se realizó un análisis de frecuencia de manera de obtener los caudales asociados a la probabilidad de excedencia de 50% y 85%.

Desde el punto de vista de la presentación de los resultados, se ha considerado las recuperaciones en sus tres componentes: Recuperación por Afloramiento, Recuperación por Afloramiento Especial y Recuperación por Derrames de las Zonas de Riego. Cada una de estas recuperaciones puede ser distribuida en más de un nodo, según la distribución espacial que posea.

Los afloramientos del acuífero corresponden al volumen de agua que no es capaz de ser almacenado, ya que se ha superado el volumen máximo del acuífero y por lo tanto, afloran hacia un cauce superficial.

Los afloramientos especiales se producen en la sección de entrada de un acuífero cuando el caudal subterráneo que llega al acuífero es mayor que es caudal máximo admisible en la sección de entrada. De esa manera, estos afloramientos se ubican puntualmente en la cabecera del elemento acuífero correspondiente, siendo nulo cuando el caudal máximo admisible en la sección de entrada es mayor al caudal subterráneo que llega y es igual a la diferencia entre estos valores en caso contrario.

Los derrames de riego se calculan como el volumen requerido para satisfacer la necesidad bruta mensual de dicha área de riego multiplicado por el coeficiente de derrame asociado al método de riego. Este coeficiente de Derrame corresponde a un porcentaje del caudal utilizado en riego, que junto con la eficiencia de riego y el coeficiente de percolación deben sumar uno.

En el capítulo IV del Informe se entregan en detalle los caudales de recuperación en cada uno de los nodos ubicados en las zonas de recuperación de la cuenca. Dicha información se entrega en tablas y en gráficos, agregada y desagregada por componentes, de forma tal que se ve enormemente facilitada su utilización por parte de la Comisión Nacional de Riego al momento de evaluar los proyectos que postulan a la Ley 18.450 o para otro fin.

Cabe señalar que la cuenca, para este efecto, fue dividida en 5 sistemas o zonas de recuperación: Maule Alto, Perquilauquén, Loncomilla, Claro y Maule Bajo. Las zonas que aportan mayor caudal de recuperación son el Perquilauquén y el Loncomilla, y, como era de esperarse debido a su ubicación, la zona Maule Bajo es el que posee la mayor proporción relativa de caudales de recuperación en sus aguas.

A continuación, en las figuras siguientes se presentan las gráficas de la distribución temporal de los caudales de recuperación para cada sistema.

Figura IV – 2a. Caudales de recuperación en la cuenca del Maule, por sistema. Seguridad 50%.

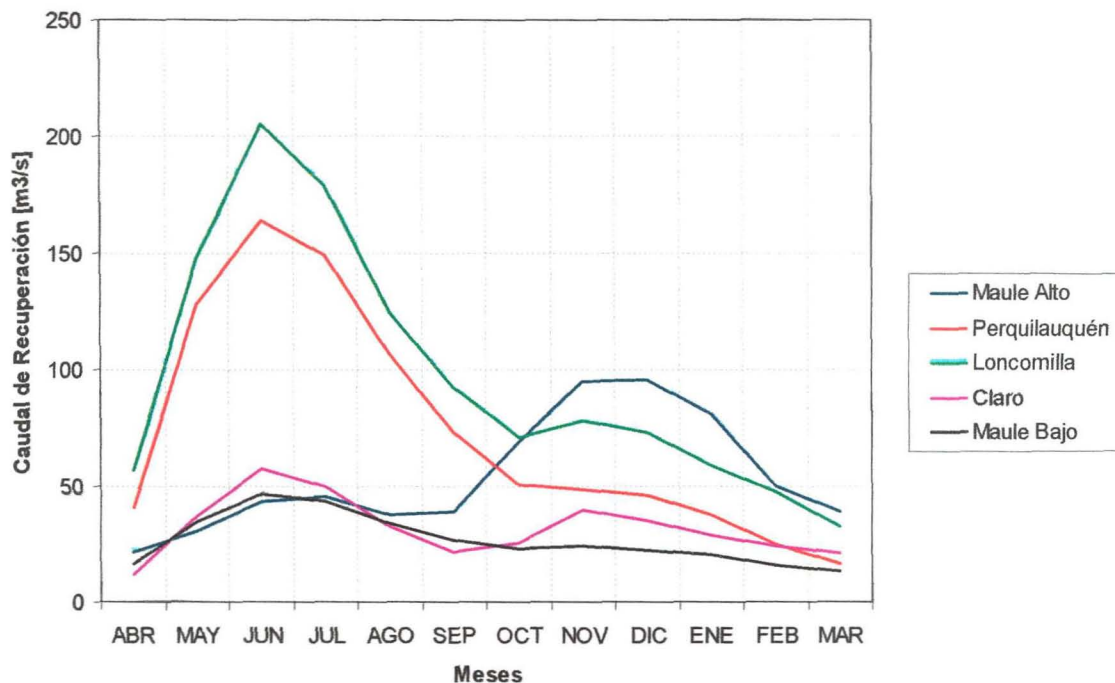
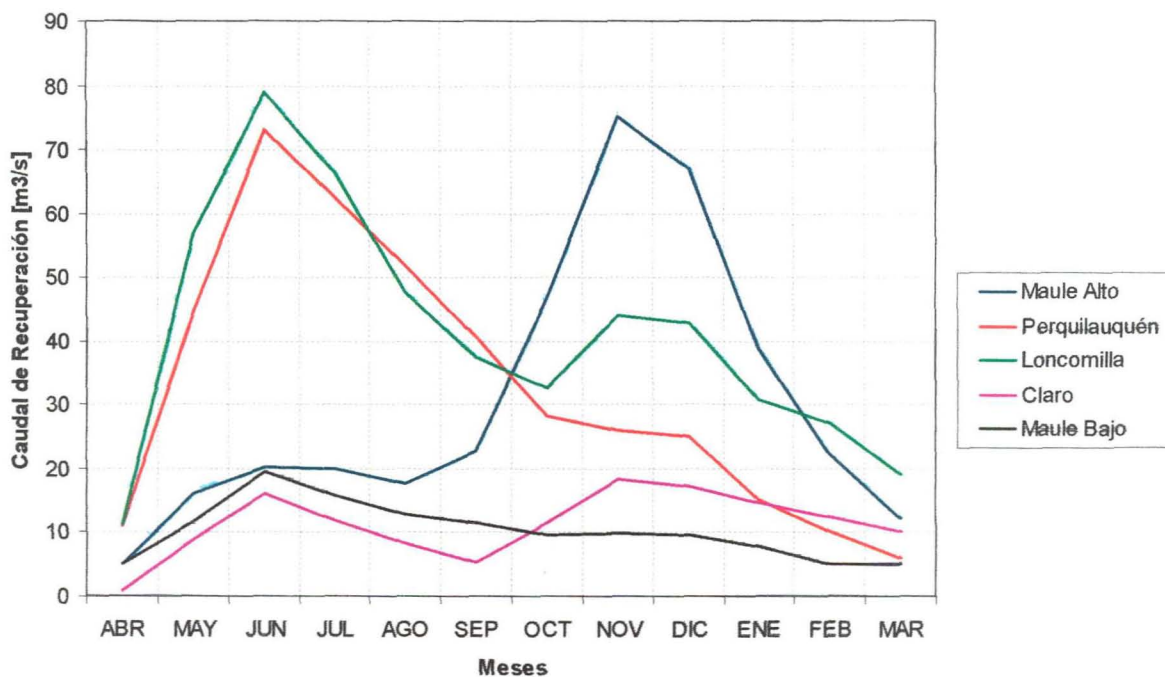


Figura IV – 2b. Caudales de recuperación en la cuenca del Maule, por sistema. Seguridad 85%.



V. IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MATAQUITO.

Para la implementación de MAGIC en la cuenca del río Mataquito se complementó la información parcial generada por el *estudio hidrológico 2006*, de tal manera de compatibilizarla con base de datos de 51 tablas con que opera MAGIC.

Como resultado del procedimiento anterior, la información generada se resume en lo siguiente:

- **Acuíferos:** Se generó la topología de conectividad de afloramientos y acuíferos. Los parámetros elásticos, geométricos e hidrogeológicos fueron recopilados desde el *estudio hidrológico 2006*.
- **Pozos:** Se generó la topología de conectividad de los pozos para uso de riego.
- **Canales:** Se definieron los valores de eficiencia de los canales, la distribución de los derechos, y la topología de conectividad de la red primaria y secundaria de canales definida para la implementación del modelo.
- **Zonas de Riego:** Se actualizó la definición de las zonas de riego, su necesidad neta mensual, la caracterización de los derrames y retornos, y la estimación de parámetros de calibración del MPL para ellas.
- **Embalses:** Del *estudio hidrológico 2006* quedó pendiente la complementación de la información referente al embalse Planchón.
- **Cuencas No Controladas:** Se desarrolló, calibró e implementó un modelo pluvial (MPL) para estimar el aporte de las cuencas pluviales, y a su vez, un modelo nivopluvial para sintetizar el aporte de las cuencas nivopluviales.
- **Captaciones Puntuales:** Se identificaron las captaciones en la cuenca, con la información de distribución mensual de caudales y la caracterización del sistema de conducción de éstas.
- **Topología:** Se definió la red topológica con se ha modelado la cuenca, estableciendo las relaciones de conectividad necesarias.

Luego de efectuado el llenado de la información anterior en las bases de datos para implementar el modelo de la cuenca, se procedió a la calibración correspondiente, la cual se basó en el ajuste de una serie de variables según sus valores medidos o estimados.

Sin embargo, la principal labor para este proceso de ajuste fue reproducir los caudales en las estaciones con control fluviométrico y medidas históricas confiables.

En tal sentido el ajuste para cada una de las cuencas se basó en los siguientes puntos de control:

- Río Teno bajo Quebrada Infiernillo.
- Río Teno en Los Queñes.
- Río Teno después de Junta con Río Claro.
- Río Colorado en Junta con Río Palos.
- Río Palos en Junta con Río Colorado.
- Río Mataquito en Licantén.

En las Figuras siguientes se entregan gráficos que permiten visualizar el grado de ajuste logrado al aplicar el modelo MAGIC en la cuenca del Maule, principalmente para la estación río Mataquito en Licantén, ubicada cerca de la salida de la cuenca, por lo que es representativa del comportamiento del modelo en la simulación de los caudales.

Figura V – 1a. Ajuste Río Maule en Licantén (1970-1990)

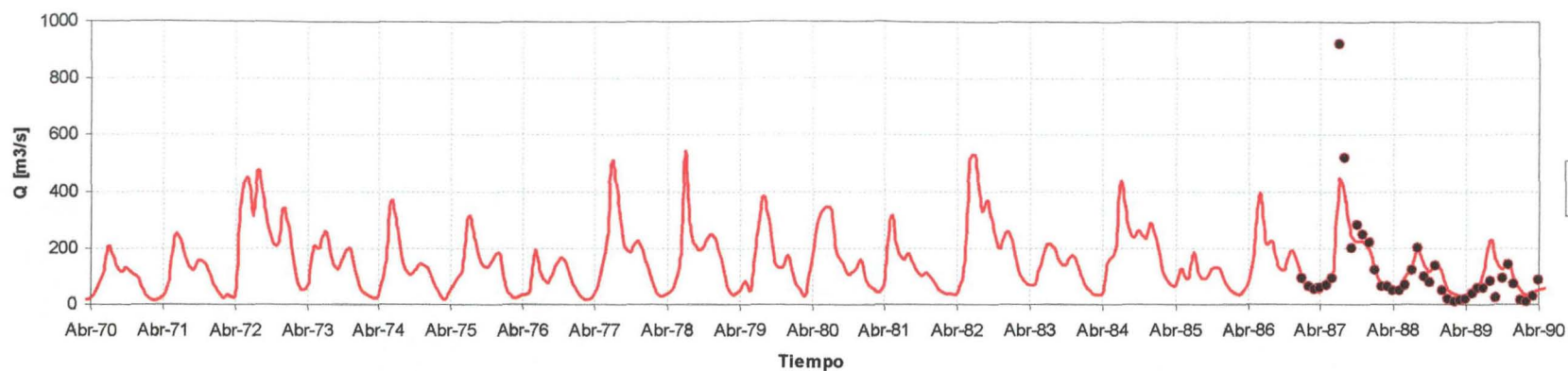
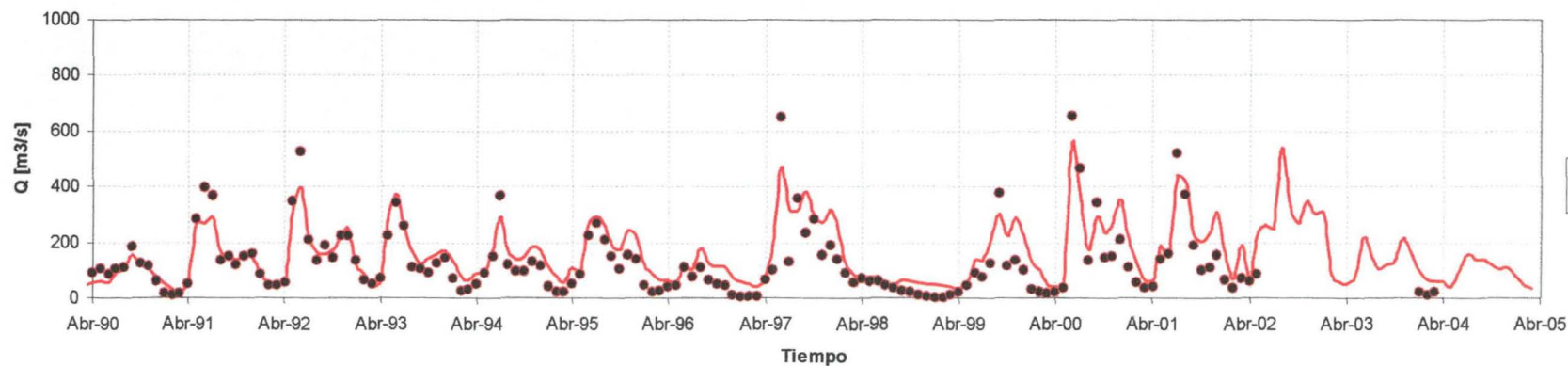


Figura V – 1b. Ajuste Río Maule en Licantén (1990-2004)



Al igual que en la cuenca del Maule, fueron generados, una vez calibrado el modelo, los caudales de recuperación asociados a probabilidades de excedencia 50% y 85%. Dichas recuperaciones provienen de afloramientos desde los acuíferos y retornos de las zona de riego.

Cabe señalar, al igual que para la cuenca del Maule, que en el capítulo V del Informe se entregan en detalle los caudales de recuperación en cada uno de los nodos ubicados en las zonas de recuperación de la cuenca. Dicha información se entrega en tablas y en gráficos, agregada y desagregada por componentes, de forma tal que se ve enormemente facilitada su utilización por parte de la Comisión Nacional de Riego al momento de evaluar los proyectos que postulan a la Ley 18.450 o para otro fin.

Para efectos de presentación de resultados, la cuenca fue dividida en 3 sistemas: Teno, Lontué y Mataquito. En las figuras siguientes se presentan los resultados gráficos de las recuperaciones obtenidas para seguridad 50% y 85%.

Figura V – 2a. Caudales de recuperación en la cuenca del Mataquito, por sistema. Seguridad 50%.

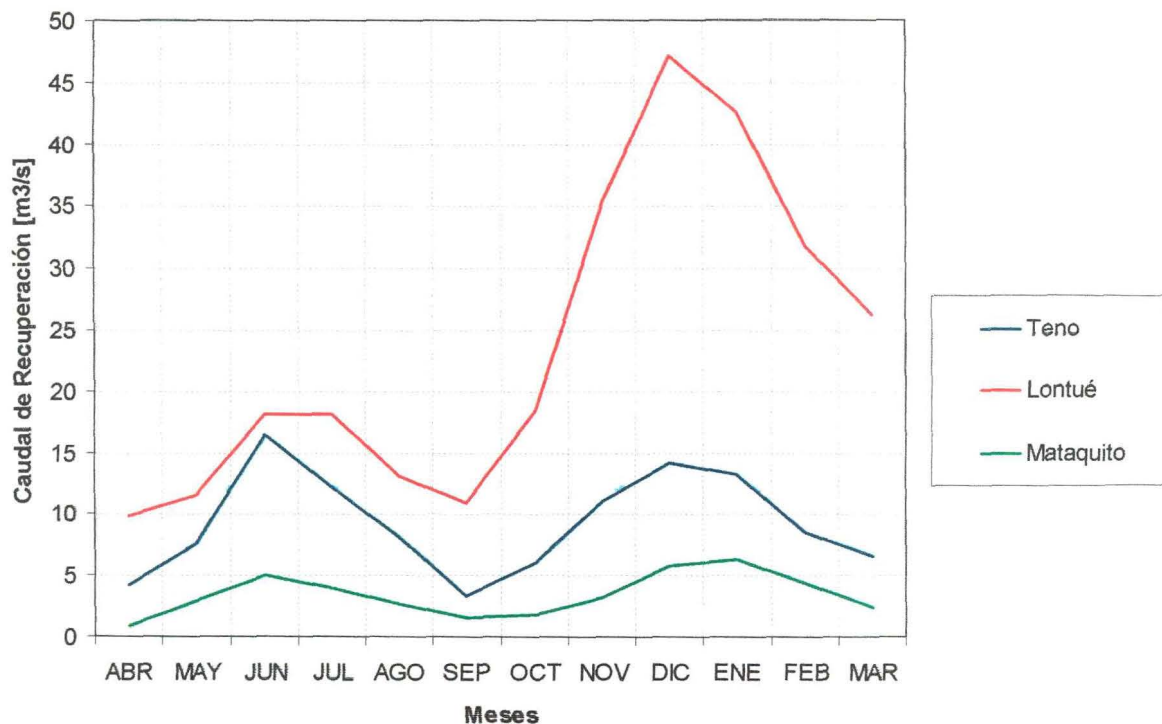
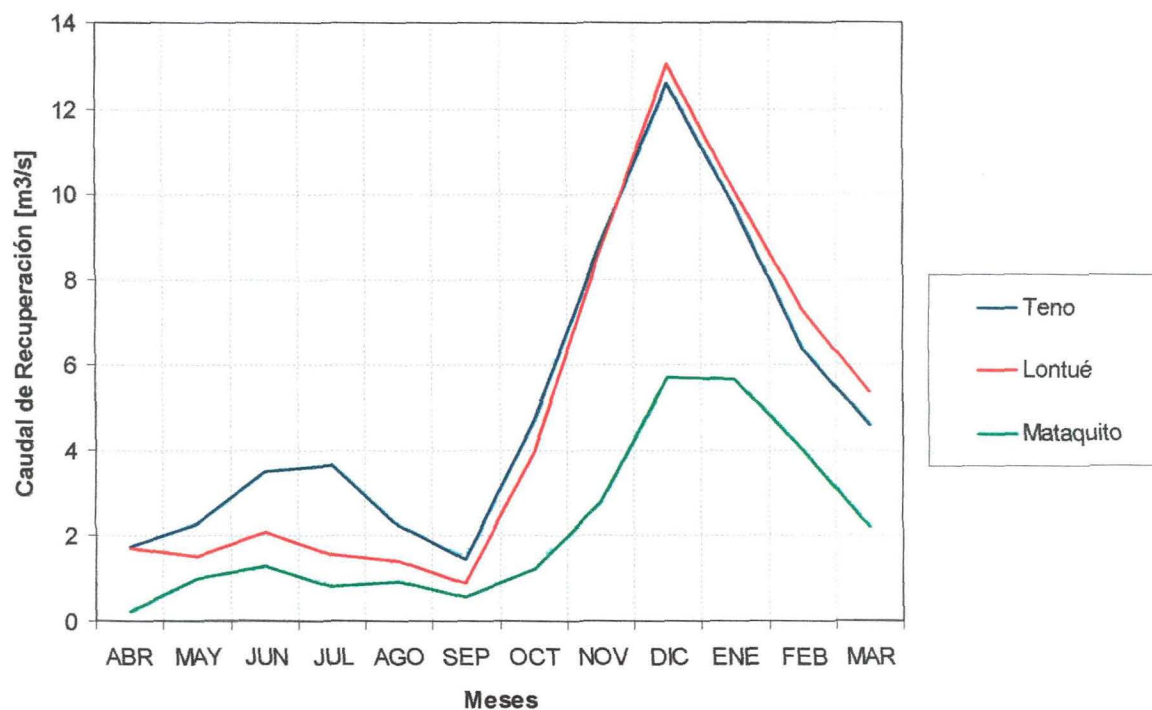


Figura V – 2a. Caudales de recuperación en la cuenca del Mataquito, por sistema.
Seguridad 85%.



VI. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA CUENCA DEL RÍO RAPEL.

Para la generación de información necesaria para una futura implementación de MAGIC en la cuenca del Río Rapel, se consideró el análisis de suficiencia de información explicado en el punto II del presente resumen ejecutivo. Dicho análisis se ha especificado los antecedentes que son de utilidad para el estudio, ya sea de manera directa o a través de modificaciones, procediendo a organizar y procesar la información existente, tal que cumpla con los requerimientos para la implementación del MAGIC a través de la Interfaz SIG-MAGIC.

Los principales estudios utilizados como referencia para la generación de información en la cuenca del Río Rapel, corresponden a lo siguientes:

- Estudio de Prefactibilidad Hoya del Río Rapel, AGROIPLA Ingenieros Consultores, 1978.
- Estimaciones de Demandas de Aguas y Proyecciones Futuras, MOP-DGA, 2007.
- Evaluación de los Recursos Subterráneos de la VI Región, Modelación Hidrogeológica de los Valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca. Departamento de Evaluación de Recursos Hídricos, S.D.T.209, DICTUC-MOP-DGA, 2005.
- Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable de los Acuíferos de la VI Región. Alhué, Cachapoal y Tinguiririca. S.D.T.229, DGA, 2006.
- Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Rapel, MOP-DGA, 2006.

Los anteriores estudios, sumados a las otras fuentes de información identificados, se consideraron como el punto partida en la preparación de los datos, a partir de los cuales se han procesado aquellos antecedentes resultan compatibles con la Interfaz SIG MAGIC. De igual manera, este informe incorpora recomendaciones respecto a la necesidad de verificar, actualizar, complementar o levantar desde terreno información que es insuficiente para los fines ya mencionados.

El procesamiento de la información compatible con la implementación de MAGIC, se ha realizado considerando la base de datos de MAGIC v2.0.

A continuación, en el cuadro V-1, se presenta un resumen de la información para la implementación de MAGIC en esta cuenca.

Cuadro V-1: Resumen Preliminar Estado De La Información Para Implementación De Magic En Cuenca Del Río Rapel.			
N°	Elemento MAGIC	Información Existente	Información Pendiente
0	Antecedentes Básicos	- Cartografía Base. - MDE. - Red Hídrica Topológica.	
1	Acuíferos	- Características Geométricas. - Parámetros Elásticos. - Topología de Conectividades de acuíferos y afloramientos.	- Actualización de coeficientes de permeabilidad y almacenamiento a partir de información levantada en terreno. - Antecedentes generales de Afloramientos.
2	Pozos	- Derechos subterráneos georeferenciados con caudal y uso. - Catastro de captaciones con demanda reales. - Topología de conectividades de pozos para riego.	
3	Canales	- Capacidades de canales matrices. - Unifilares y distribución de derechos de canales. - Eficiencia de conducción de canales. - Topología de conectividades de canales.	
4	Zonas de riego	- Identificación y distribución de tipos de cultivos. - Identificación de Métodos de Riego aplicados. - Definición de sectores de riego. - Cálculo de Necesidades Netas Mensuales (NNM). - Definición de Kc y ETP por ZR identificadas. - Identificación de distribución de texturas en área de estudio. - Cálculo de PP efectiva (PP50%). - Identificación cualitativa de sectores de afloramientos	
5	Centrales Hidroeléctricas		- Altura de caída, caudal de diseño, potencia, propietario, año, caudal medio anual. - Distribución mensual de los caudales.
6	Embalses		- Tasas de evaporación mensuales para todos los embalses.

Cuadro V-1: Resumen Preliminar Estado De La Información Para Implementación De Magic En Cuenca Del Río Rapel.			
N'	Elemento MAGIC	Información Existente	Información Pendiente
			- Curva volumen embalsado v/s cota para todos los embalses. - Curva espejo de agua v/s cota para todos los embalses. - Curva filtración v/s volumen para todos los embalses. - Curva Q máx v/s volumen para todos los embalses. - Información relacionada con volúmenes embalsados, caudales de aducción, caudales generados y filtraciones.
7	Cuencas no controladas		- Identificación de cuencas con control fluviométrico. - Identificación del tipo de cuenca y régimen de precipitaciones. - Calibración de MPL y desarrollo de modelo Nivopluvial. - Generación de caudales en cuencas sin control fluviométrico.
8	Descargas puntuales		- Identificar descargas puntuales a los cauces, tales como PTAS, Riles u otras. - Información de distribución mensual de caudales de descargas puntuales
9	Caudales ecológicos	- Caudal ecológico determinado en estudios anteriores para las cuencas de interés.	- Recopilar en expedientes de derechos de la DGA regional, antecedentes de caudales ecológicos.
10	Topología		- Distribución porcentual de derechos existentes (permanentes y eventuales) para canales de riego. - Identificación y caracterización de tramos de ríos.
11	Fluviometría	- Recopilación de estadística de caudales existente en estudios.	- Recopilación de estadística de caudales solicitada a CIRH de la DGA.
12	Pluviometría	- Recopilación de estadística de precipitación existente en estudios.	- Recopilación de estadística de precipitación solicitada a CIRH de la DGA.
13	Captaciones Puntuales	- Identificación de captaciones superficiales mediante bocatomas.	- Identificar captaciones superficiales, ya sea de agua potable, industrias u otras. - Información de distribución mensual de caudales de captaciones puntuales. - Caracterizar sistema de conducción de las captaciones existentes (eficiencias, capacidades, etc).
14	Sectores Urbanos		- Información referente a parámetros geométricos, geográficos, hidrológicos, percolación y retornos.