



Junta de Vigilancia  
**RÍO ELQUI**  
y sus Afluentes

# MANUAL DE OPERACIONES

## REGLA OPERACIONAL



## **CRÉDITOS**

Este documento corresponde al Manual de Operaciones de la Regla Operacional para la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus afluentes, desarrollado en el marco del proyecto denominado: "Diseño de un sistema de gestión hídrica para la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes, para mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico bajo escenarios de cambio climático", PYT 2017 0215. Desarrollado entre los años 2017 y 2019, con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Desarrollado por:

Universidad de La Serena  
Laboratorio PROMMRA

### **Autores:**

Ing. Agr. Sebastián Norambuena Hernández

Dr. Ing. Agr. Pablo Álvarez Latorre

Diciembre 2019



## Resumen

Este manual fue desarrollado a partir de la ejecución del proyecto "Diseño de un sistema de gestión hídrica para la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes (JVRE), para mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico bajo escenarios de cambio climático". Tuvo como objetivo general del proyecto: implementar un sistema de gestión hídrica en el área de la JVRE, mediante un modelo hidrológico y de gestión; propuesta de una regla de gestión; y desarrollo de una interfaz de soporte de decisiones.

Durante el desarrollo del proyecto se dió cumplimiento a los siguientes objetivos específicos: a) identificar, caracterizar y parametrizar aquellos componentes que describan la regla operacional vigente de asignación de los recursos hídricos de la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes; b) proponer ajustes a la regla operacional vigente a partir del modelamiento hidrológico de distintos escenarios hidroclimáticos en la zona de estudio; c) diseñar un modelo hidrológico base en función de los componentes utilizados en la regla operacional de asignación de recursos hídricos de la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes; d) diseñar e implementar una plataforma de interfaz entre el usuario y el modelo de gestión hídrica y, e) desarrollar un programa de transferencia y difusión con los resultados en el desarrollo del programa para los distintos beneficiarios de este.

El manual contempla una descripción del sistema de gestión con que cuenta la JVRE, la definición de la regla operacional basado en un escenario de cambio climático, y los procedimientos para aplicarla de manera manual y mediante la interfaz gráfica utilizada como herramienta en la toma de decisión.

## Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE AGUA JVRE.</b>	<b>7</b>
2.1	Asignación mediante el Desmarque. . . . .	11
2.1.1	¿Cómo se determina la Oferta Hídrica?. . . . .	12
2.1.2	Criterios de distribución hídrica . . . . .	12
<b>3</b>	<b>¿QUÉ ES EL MODELO WEAP DE GESTIÓN HÍDRICA PARA LA JVRE?.</b>	<b>14</b>
3.1	Descripción del modelo de Gestión Hídrica de la Cuenca del río Elqui. . . . .	14
3.1.1	Escenario Hydroclimático (2020 - 2050). . . . .	16
<b>4</b>	<b>REGLA OPERACIONAL PARA LA JVRE.</b>	<b>18</b>
4.1	ETAPA 1: Proyección Hidrológica . . . . .	18
4.1.1	Proyección mediante Modelo Hidrológico: río La Laguna en entrada de embalse La Laguna. . . . .	18
4.1.2	Proyección mediante árbol de decisión meteorológico. . . . .	21
4.1.3	Proyección mediante árbol de decisión hidrológico. . . . .	30
4.1.4	Proyección mediante árbol de decisión hidrometeorológico. . . . .	35
4.2	ETAPA 2: Aplicación de la Regla Operacional para la JVRE. . . . .	38
4.2.1	Paso 1: Cálculo del desmarque preliminar 1 (DP1). . . . .	40
4.2.2	Paso 2: Evaluación Desmarque Objetivo. . . . .	40
4.2.3	Paso 3: Cálculo del desmarque preliminar 2 (DP2). . . . .	41
4.2.4	Paso 4: Proyección de los embalses. . . . .	41
4.2.5	Paso 5: Determinación de Desmarques. . . . .	42
<b>5</b>	<b>PLATAFORMA DE APOYO A LA GESTIÓN HÍDRICA: PRO-GesHi-Elqui.</b>	<b>44</b>
5.1	Acceso a la plataforma como Usuario. . . . .	44
5.1.1	Estimador de Desmarque . . . . .	46
5.1.2	Monitor de Compuertas Telemétricas . . . . .	52
5.1.3	Datos Históricos . . . . .	53
5.2	Acceso a la plataforma como Administrador. . . . .	61
5.2.1	Administración de Datos . . . . .	62
5.2.2	Administración de Usuarios . . . . .	63
5.3	Actualización de la Plataforma. . . . .	64

<b>6 Anexos</b>	<b>65</b>
6.1 Glosario de términos. . . . .	65

## 1. INTRODUCCIÓN.

El clima, en las fases extremas de su variabilidad genera fenómenos hidroclimáticos, que perduran largos períodos de tiempo, como es el caso de las sequías.

De acuerdo a la síntesis del Quinto Informe del IPCC, se evidencia que a partir de 1950 aproximadamente, se han observado cambios en muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Algunos de estos cambios han sido asociados a actividades humanas, como por ejemplo la disminución de las temperaturas frías extremas, el aumento de las temperaturas cálidas extremas, la elevación de los niveles máximos del mar y el mayor número de precipitaciones intensas en diversas regiones.

Particularmente en la provincia del Elqui, se ha evidenciado un aumento de  $0,75^{\circ}\text{C}$  y una disminución de las precipitaciones en los últimos 50 años en la zona cordillerana, medidos específicamente en el embalse La Laguna, provocando una reducción en la escorrentía y en los regímenes de escurrimiento de la propia cuenca.

De esta manera, para garantizar una gestión eficiente y adecuada del recurso hídrico dentro de una organización, se construyen reglas operacionales que permiten planificar, aumentando la resiliencia y sustentabilidad del recurso hídrico en zonas áridas y semiáridas.

La construcción de una regla, incluye el uso de criterios que son parte de la decisión de asignación y distribución que se realiza en cada temporada. El conjunto de criterios se basa en datos que describen el comportamiento hidrológico que caracteriza la cuenca.

En la cuenca del río Elqui, la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus afluentes (JVRE), es la entidad encargada de la administración y distribución de las aguas que circulan por este territorio.

El sistema de asignación de agua para los usuarios de la JVRE, se realiza de forma proporcional a las acciones que posee cada canal. Cada acción representa una parte alícuota del flujo disponible y tiene un valor máximo que expresa en  $L/s$  el *Caudal Nominal* o máximo a disponer por cada acción en la bocatoma de cada canal.

El caudal disponible para distribuir entre las acciones de los canales representará la relación denominada como *Desmarque*. El desmarque, expresado en % o unidades

decimales, corresponde a la proporción en que se abastece el caudal nominal de cada acción. Si el caudal nominal por acción en la JVRE es de  $1 \text{ L/s}$ , entonces el desmarque será 100 % o 1, se distribuye en la bocatoma de canal equivalente a  $1 \text{ L/s/acc}$ . Si el desmarque corresponde a 50 % o 0,5, entonces implica que se distribuye  $0,5 \text{ L/s/acc}$  en la bocatoma de cada canal.

Para que los usuarios de las aguas puedan planificar sus actividades, se realiza una programación anual con variación mensual de los Desmarques para todos los sectores de riego. Dicha programación la realiza el repartidor general de aguas de la JVRE.

Con el objetivo de optimizar el uso eficiente del uso del agua bajo un escenario de cambio global, se desarrolló una regla operacional para la JVRE, basada en criterios técnicos de asignación. Dicha regla se implementó en modelos hidrológicos para la cuenca del río Elqui.

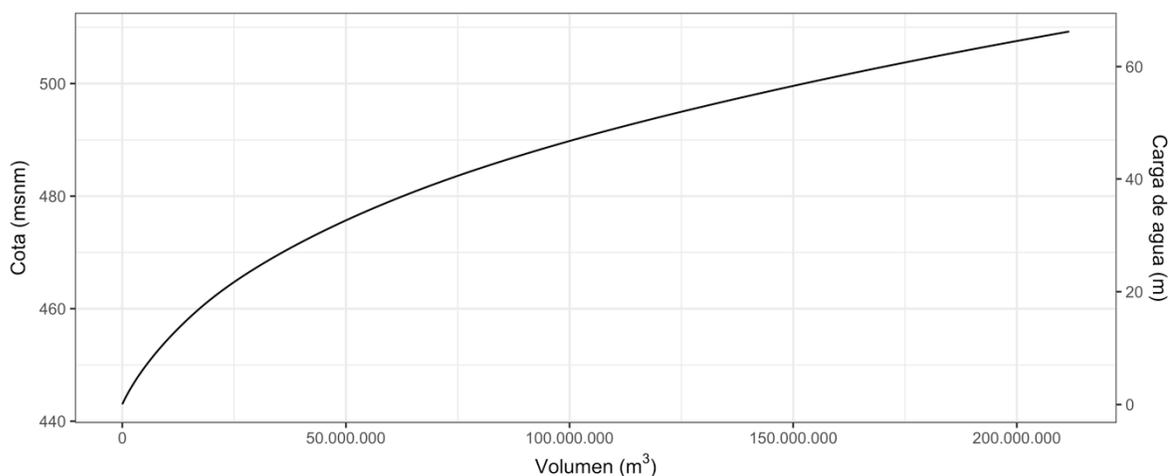
Este instrumento pretende ser una herramienta útil en la operación de la JVRE por medio de la asignación del recurso hídrico bajo una mirada que integre el cambio climático. El manual describe los procesos a seguir en cada etapa de su aplicación, y el uso de una plataforma de interfaz gráfica desarrollada para la organización, como herramienta complementaria en la toma de decisión.

## 2. SISTEMA DE GESTIÓN DE AGUA JVRE.

La Junta de Vigilancia administra acciones brutas (25.342,08) y acciones netas (24.689,83), estas últimas corresponden a los derechos de agua que efectivamente operan y reciben agua en cada una de sus bocatomas, a través de una asignación por temporada en función de las acciones y el desmarque correspondiente. En el caso de las zonas de Cochiguaz y Monte Grande, las acciones brutas y netas coinciden. Cabe destacar, que la temporada de administración hídrica de la JVRE es de 12 meses consecutivos, comenzando el 1 de septiembre y finalizando el 31 de agosto del siguiente año.

El sistema de almacenamiento superficial de la JVRE está compuesto por los embalses La Laguna y Puclaro. El primero cuenta con una capacidad máxima que bordea los 38  $Mm^3$  y el segundo tiene una capacidad de 200  $Mm^3$  aproximadamente.

En las Figuras 1 y 2 se observan las curvas de llenado del embalse Puclaro, a partir del volumen y el área respectiva y la cota correspondiente. Mientras que en las Figuras 3 y 4, se presenta las curvas correspondientes al embalse La Laguna.



**Figura 1.** Curva Cota-Volumen, Embalse Puclaro.

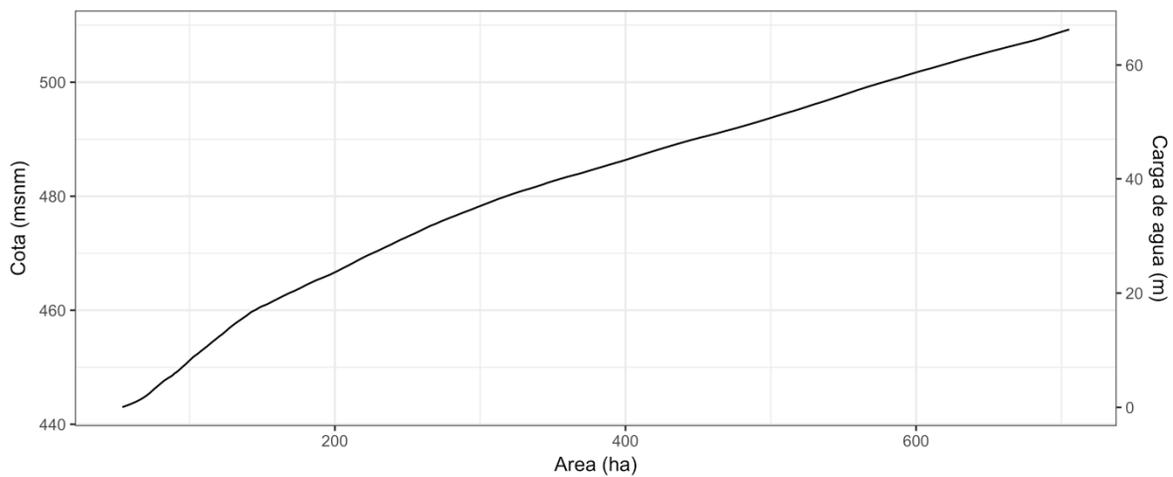


Figura 2. Curva Cota-Área, Embalse Puclaro.

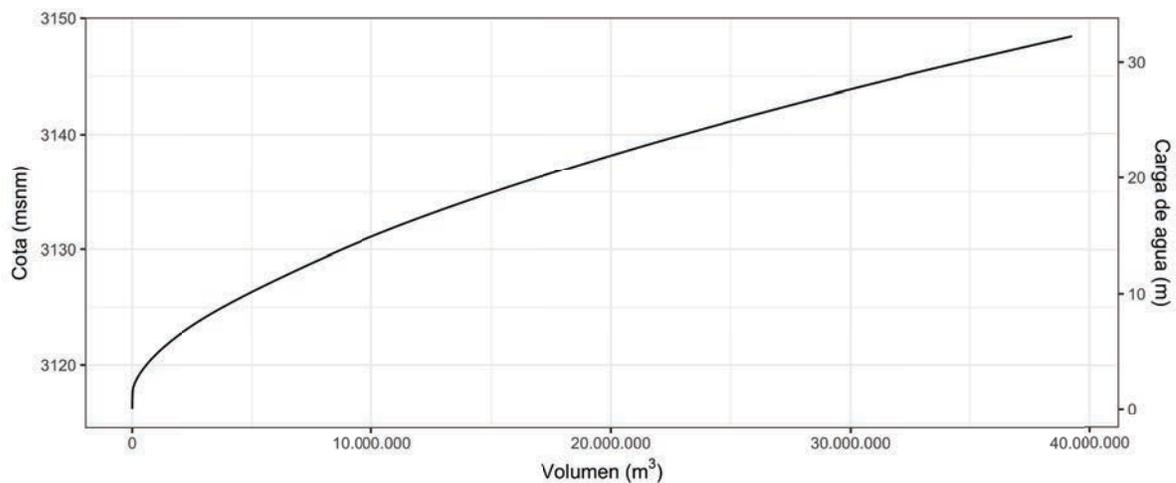
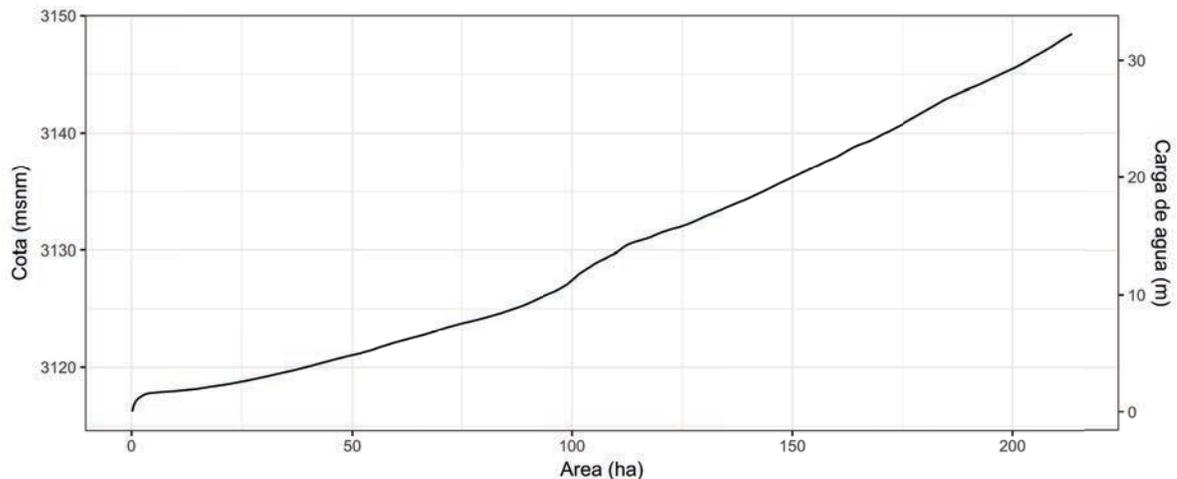


Figura 3. Curva Cota-Volumen, Embalse Puclaro.



**Figura 4.** Curva Cota-Área, Embalse Puclaro.

El embalse La Laguna se ubica en la zona cordillerana a 100 *km* de la ciudad de Vicuña y a una altitud de 3.116 m.s.n.m. Este embalse presenta una cortina de concreto armado en la parte inferior y recubrimiento de enrocado. Las aguas del embalse son entregadas al río La Laguna para ser conducidas por el río Turbio hasta el río Elqui, donde son captadas por los diversos canales existentes. Su construcción data de los años 30 y su entrada en operación data del año 1941. Mientras que el embalse Puclaro se encuentra ubicado en el Valle de Elqui, a 46 *km*. al oriente de la ciudad de La Serena a 443 m.s.n.m. y comenzó su operación en octubre de 1999.

La red de canales dependientes de la JVRE, está compuesta por 109 entregas, de los cuales 15 corresponden a captaciones y 94 a bocatomas de canales. La longitud total de los canales actualmente administrados por la JVRE corresponde a 600,11 *km*, donde el 57,8 % de la longitud de canales se encuentra en la sección río Elqui bajo Puclaro. Sin embargo, la longitud en uso de dichos canales corresponde solo a 519,43 *km*, dicha extensión se encuentra en un 78,4 % sin revestimiento.

La Junta de Vigilancia reconoce tres secciones en su área de jurisdicción, las cuales se representan en la siguiente cartografía (Figura 5).

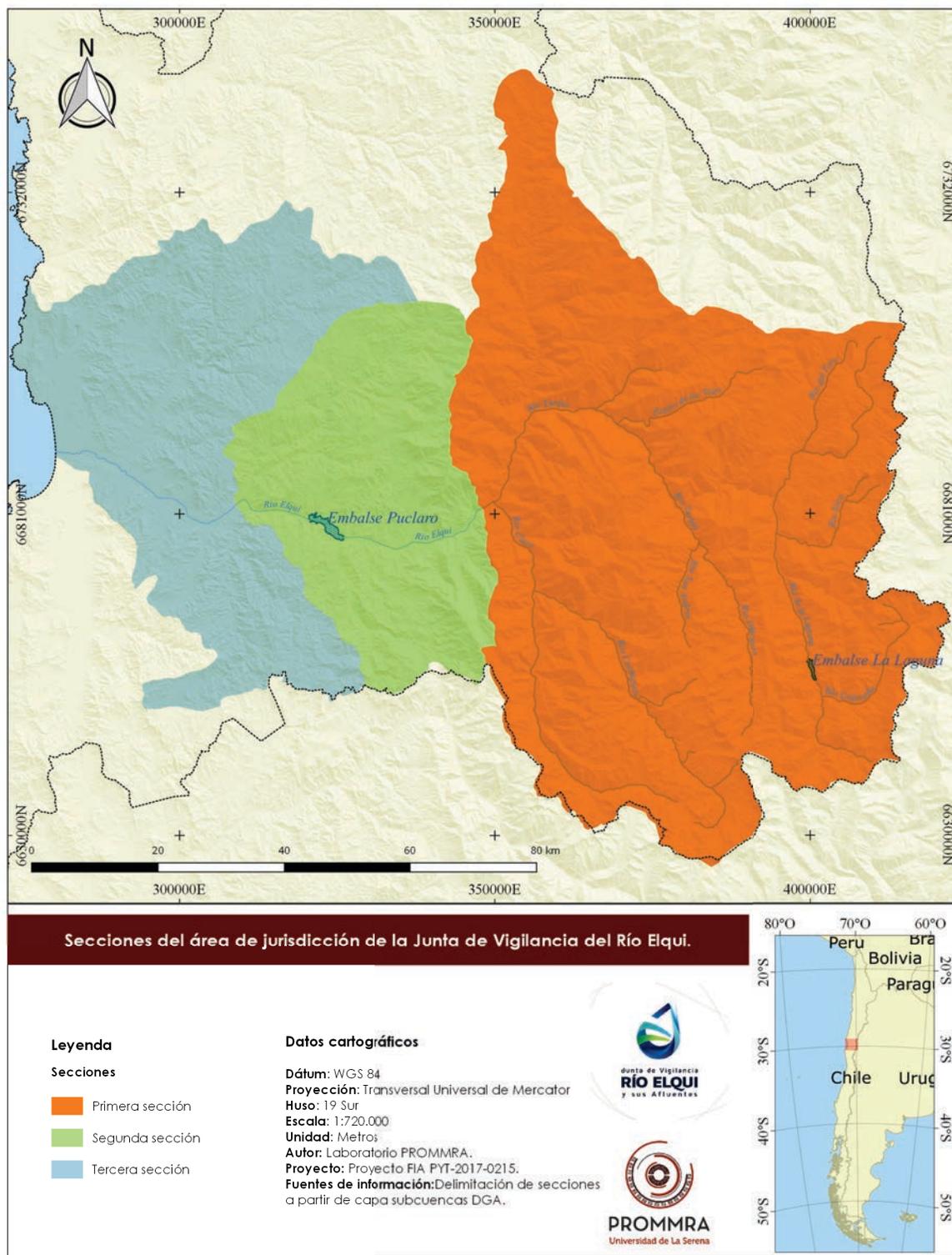


Figura 5. Secciones de la Cuenca del río Elquí.

- Primera sección.

Agrupar a todos los canales cuyas bocatomas se encuentran adyacentes a los ríos Cochiguaz, Claro y Turbio, además del río Elqui desde su conformación en Rivadavia, hasta el canal Yungay por su margen derecho y el canal Los Romeros por su margen izquierdo. Esta sección presenta un total de 11.996,3 acciones brutas y 469 regantes, los cuales se abastecen del recurso hídrico a través de 85 puntos de entrega o bocatomas.

- Segunda sección.

Agrupar a todos los canales cuyas bocatomas se encuentran adyacentes al río Elqui inmediatamente aguas abajo de la Primera Sección, hasta el canal Quiscal por su margen derecho y el canal Maitén Alto o Delirio por su margen izquierdo. Esta sección presenta un total 1.051,14 acciones brutas, los cuales se abastecen del recurso hídrico a través de 9 bocatomas con igual número de canales.

- Tercera sección.

Agrupar a todos aquellos canales cuyas bocatomas se encuentran adyacentes al río Elqui inmediatamente aguas abajo de la Segunda Sección, hasta la desembocadura del río Elqui en el océano Pacífico. Esta sección presenta un total de 12.456,28 acciones brutas y 1.342 regantes los cuales se abastecen del recurso hídrico a través de 22 puntos de entrega, todos ellos corresponden a canales.

## **2.1. Asignación mediante el Desmarque.**

Como bien se mencionó anteriormente, la Junta de Vigilancia distribuye las aguas del río Elqui y sus afluentes, mediante un procedimiento de asignación basado en el desmarque, el cual, es la expresión del derecho, respecto al caudal pasante durante un periodo de 12 meses (temporada hídrica). A modo de ejemplo, una acción corresponde a un litro por segundo (1 L/s) en la bocatoma del canal correspondiente, esto equivale a un 100 % de desmarque.

La definición del desmarque, se basa en determinar o estimar la oferta hídrica disponible para los próximos 12 meses, tanto de sus obras de acumulación superficial (embalse Puclaro y La Laguna), como de la escorrentía generada por la cuenca a través de ríos y quebradas. Sumado a esto, existe una planificación de distribución basada en criterios técnicos y una visión de las próximas dos

temporadas (24 meses). El Administrador Repartidor de Aguas, estudia e integra los factores para proponer al Directorio una o más alternativas de desmarque. Posteriormente y habiendo un acuerdo de directorio, se propone a la Asamblea una o más valores de desmarque para la temporada.

### **2.1.1. ¿Cómo se determina la Oferta Hídrica?.**

El proceso de determinación de la escorrentía generada en la cuenca conlleva una incertidumbre, debido a la variabilidad hidrológica que afecta a los ríos en los próximos 12 meses, y aún más, por 24 meses. Esto, tomando en cuenta que la decisión de asignación se realiza en el mes de Septiembre, cuando aún no se ha producido la escorrentía por derretimiento de la nieve invernal. No obstante, un 60 % del total de la escorrentía de la temporada es producida en la cuenca desde el periodo de derretimiento, hasta el fin del verano.

Históricamente, para estimar la oferta hídrica, la Junta de Vigilancia, se ha basado en análisis estadísticos de caudales pasantes en ciertos puntos de la cuenca, y la nieve registrada en el embalse La Laguna, dato medido por la propia organización.

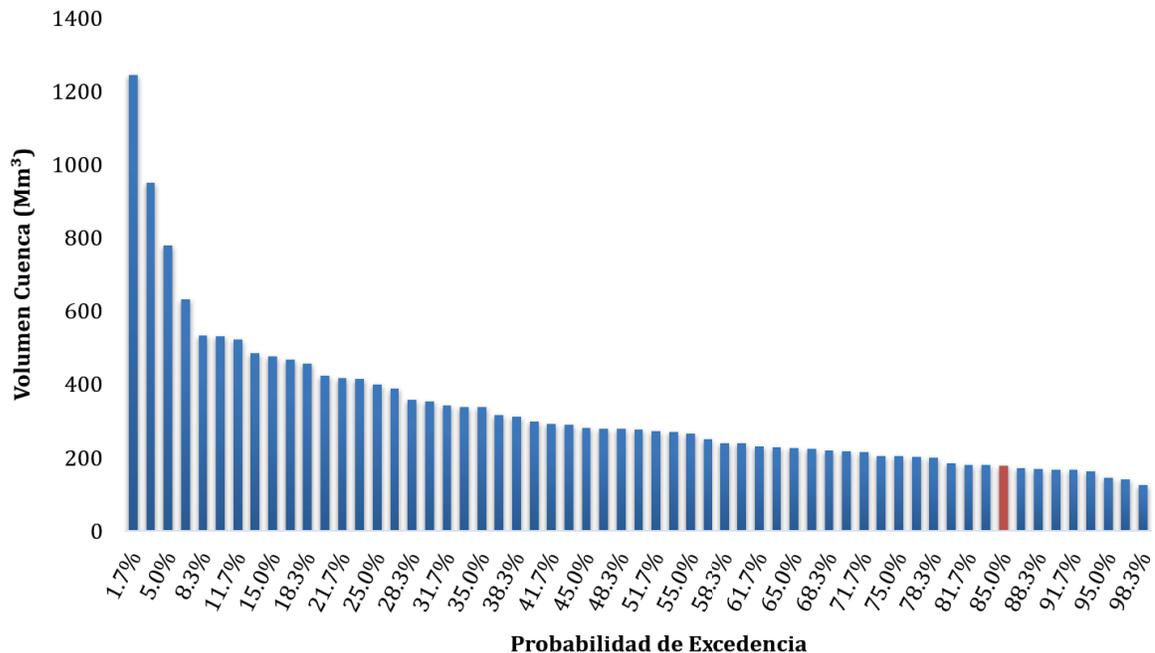
No obstante, existen métodos que permiten aproximarse, y determinar con menor incertidumbre la cantidad de agua generada por la cuenca. Uno de ellos se basa en la modelación hidrológica de escorrentía a través de variables meteorológicas como precipitaciones y temperatura. Para determinar la escorrentía de cada temporada, se desarrolló el Modelo WEAP a escala mensual.

### **2.1.2. Criterios de distribución hídrica**

La Junta de Vigilancia considera diversos criterios al momento de definir el desmarque y proponerlo en la Asamblea. De esta manera, la regla desarrollada a través del modelo WEAP, incluyó criterios validados por la propia organización.

- a) En primera instancia, la regla debe estar diseñada para satisfacer un **Desmarque Objetivo**, el cual pueda satisfacer la demanda existente en la cuenca, y asociado a la infraestructura de conducción que presenta el territorio. Dicho desmarque se fijó en un **37,5 %**.
- b) Durante el periodo climático analizado (2020 - 2050), el desmarque no debe

ser inferior al 20 %, ya que este valor corresponde a la cantidad que genera la propia cuenca, con una probabilidad de excedencia del 85 % (Figura 6), sin que exista gestión del agua. Por lo tanto, el uso de una regla, sumado a la infraestructura de almacenamiento, debe satisfacer un desmarque igual o superior al 20 %, en al menos el 85 % de las oportunidades.



**Figura 6.** Probabilidad de Excedencia del volumen por temporada generado en la totalidad de la Cuenca del río Elqui. Valor con 85 % de probabilidad de excedencia: 170  $Mm^3$  (rojo).

- c) El volumen almacenado dentro del embalse Puclaro al término de la temporada, no debe ser inferior a 50 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), a raíz de la operatividad que puede tener el manejo del embalse en caso de una temporada posterior con escasez hídrica.
- d) Se debe planificar el uso del recurso hídrico enfocado en un periodo de 24 meses, es decir, tomar en cuenta la cantidad de agua disponible de los embalses para la temporada subsiguiente, de manera tal, de asegurar una asignación con desmarque apropiado, ajustándose a un **escenario pesimista** en cuanto a la pluviometría registrada.

### 3. ¿QUÉ ES EL MODELO WEAP DE GESTIÓN HÍDRICA PARA LA JVRE?.

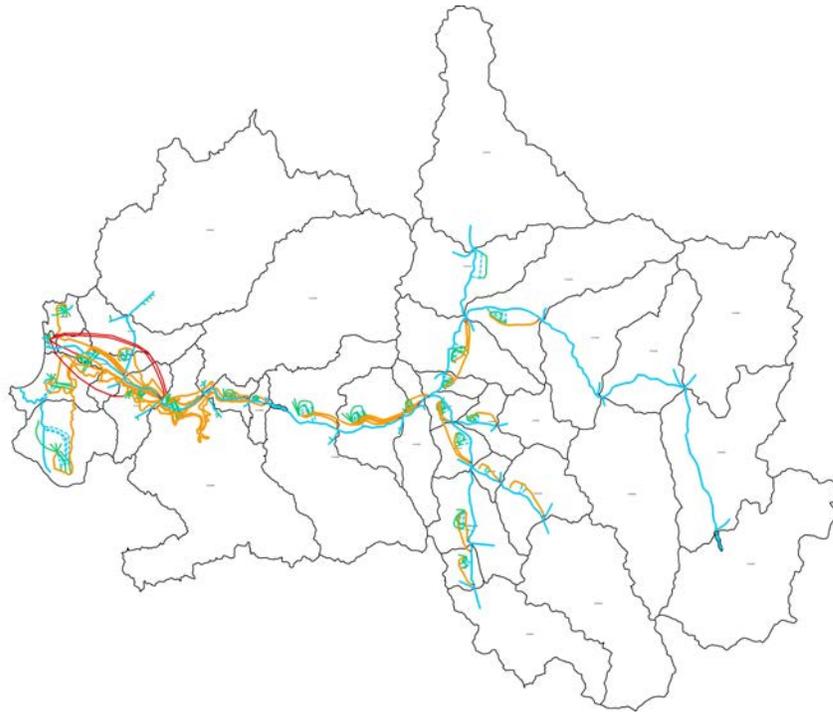
WEAP es un software desarrollado por *Stockholm Environment Institute's U.S. Center*, y se utiliza como una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua aplicada a diferentes escalas; desde pequeñas zonas de captación, hasta extensas cuencas, permitiendo la planificación integrada de recursos hídricos. WEAP explícitamente, se basa en la generación de oferta hídrica y su vinculación con la demandas de agua mediante diferentes usos, asociada cada una a prioridades de asignación.

Destaca por su método para simular sistemas de recursos hídricos y su capacidad para analizar políticas de manejo del recurso. WEAP genera balances entre la demanda y la oferta de agua con una capacidad para tratar un amplio rango de temas, incluyendo análisis de demanda sectorial, conservación de agua, derechos de agua y transferencia de prioridades, modelación de precipitación-escorrentía y flujos mínimos, operaciones de embalses, generación de hidroelectricidad, calidad del agua, requerimientos de ecosistemas, y análisis de costo-beneficio de proyectos, entre otros.

La construcción de la regla operacional para la JVRE y su implementación, se basó en el modelo WEAP de la cuenca de río Elqui, aplicando escenarios de cambio climático de corto y mediano plazo.

#### 3.1. Descripción del modelo de Gestión Hídrica de la Cuenca del río Elqui.

El modelo se desarrolló a través de la topología del software WEAP (Figura 7), que corresponde a la interacción entre los nodos de oferta y de demanda, para un periodo de 1990, hasta 2018. Se configuró con la temporalidad que la JVRE trabaja en la administración del recurso hídrico, 1 de septiembre al 31 de agosto. Posteriormente se configuraran los datos de entrada para cada nodo (*inputs*). Con estos datos como base se logró que el modelo generara resultados a partir de la información disponible, tales como caudales de río, zonas de riego, canales, embalses, acuíferos, sitios de demanda, puntos de infiltración, zonas de derrames, enlaces de transmisión de caudal, flujo de retorno y puntos de control histórico de caudales. En consecuencia, se configuró un escenario base con los datos reales disponibles para calibrar la dinámica hídrica de la cuenca.



**Figura 7.** Esquema de la topología del modelo WEAP para la Cuenca del río Elqui. Fuente: Modelo WEAP versión 2018.

El cálculo de la demanda global del sistema, está definido por cada sitio o nodo de demanda (*Demand Sites and Catchments*) que considera un área (zona o punto específico del área de análisis). Con este cálculo se estiman las demandas individuales de cada, pudiendo ser representados por cultivos, agua potable urbana o rural y otros usos; de los canales, de captaciones superficiales, la demanda por evapotranspiración, la demanda en subcuencas aportantes, la demanda por evaporación de embalses y los caudales requeridos por estos. En el modelo se le asignó una prioridad a cada uno de estos sitios de demanda.

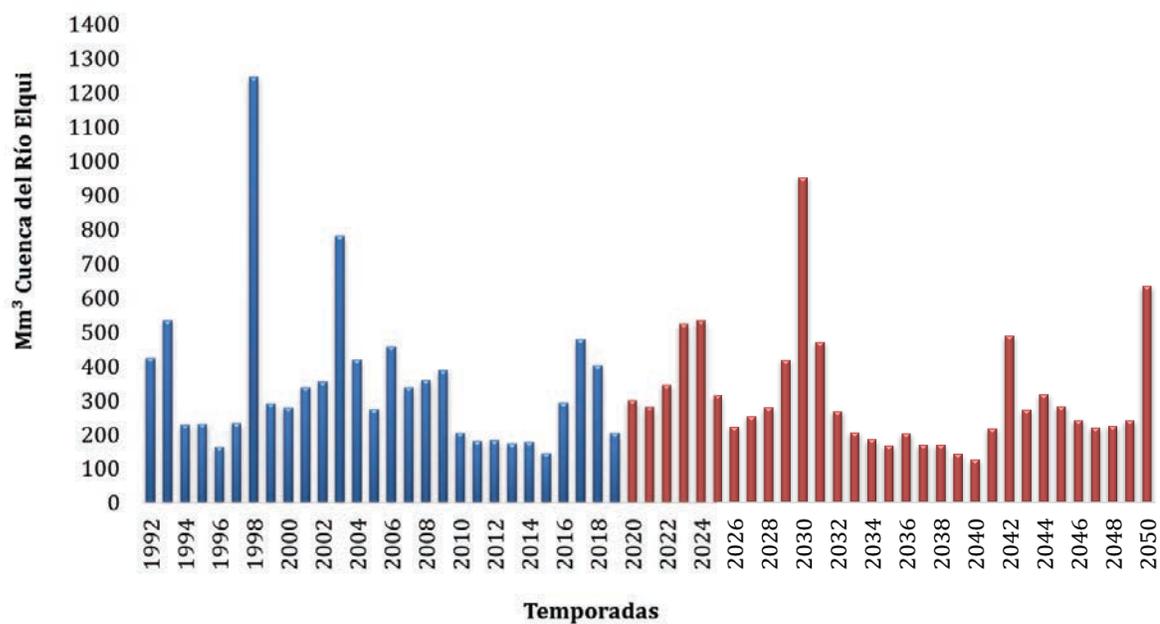
La oferta hídrica está determinada por aquellos puntos dentro del modelo que son definidos como aportantes o generadores de caudal, denominados en el modelo como CL (Caudal Lateral) o AN (Aporte Natural). Para esto, se identificaron como puntos de análisis los ríos y sus derivaciones (aportes naturales, ríos y canales), y los acuíferos. Dado que la generación de agua, interactúa directamente con la cobertura de la demanda de cada zona, se establecieron tres formas de flujos; *Transmission Links*; *Runoff and Infiltration*; y *Return Flows*. Estas formas de flujo,

permiten definir de qué manera se mueve el agua dentro de la cuenca, entre las fuentes de abastecimiento y entre dichas fuentes y los nodos de demanda, asignando también una prioridad a los flujos.

### **3.1.1. Escenario Hidroclimático (2020 - 2050).**

A partir de la calibración del modelo de gestión hídrica de la cuenca del río Elqui, se generó un escenario de cambio climático, denominado RCP8.5, el cual corresponde, de acuerdo al IPCC, el escenario de mayor emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Dicho escenario contempló un periodo climático de 30 años (2020 - 2050), y fue la base para desarrollar la regla operacional de la JVRE.

Se utilizaron datos de precipitaciones y temperaturas obtenidas de la Plataforma de Simulaciones desarrollado por el Centro del Clima y la Resiliencia, (CR)<sup>2</sup>; el cual se puede visitar en la siguiente URL: <http://simulaciones.cr2.cl>. Tomando datos meteorológicos en función del escenario de cambio climático, se construyó el aporte de la cuenca a una escala de temporada (Figura 8), y se uso como base para desarrollar la regla operacional de la JVRE.



**Figura 8.** Volumen de agua generada por la cuenca del río Elqui por temporada ( $Mm^3/temporada$ ). Valores históricos (azul), escenario climático RCP8,5 (rojo).

## 4. REGLA OPERACIONAL PARA LA JVRE.

La construcción de la regla operacional se basó en los criterios de distribución, que la JVRE considera como adecuados para una óptima gestión del recurso. Utilizando el modelo hidrológico y de gestión, se tomó el escenario hidrológico visto anteriormente para la construcción de la regla.

De esta manera, la regla operacional cuenta con 2 etapas importantes para determinar la propuesta de asignación de la temporada.

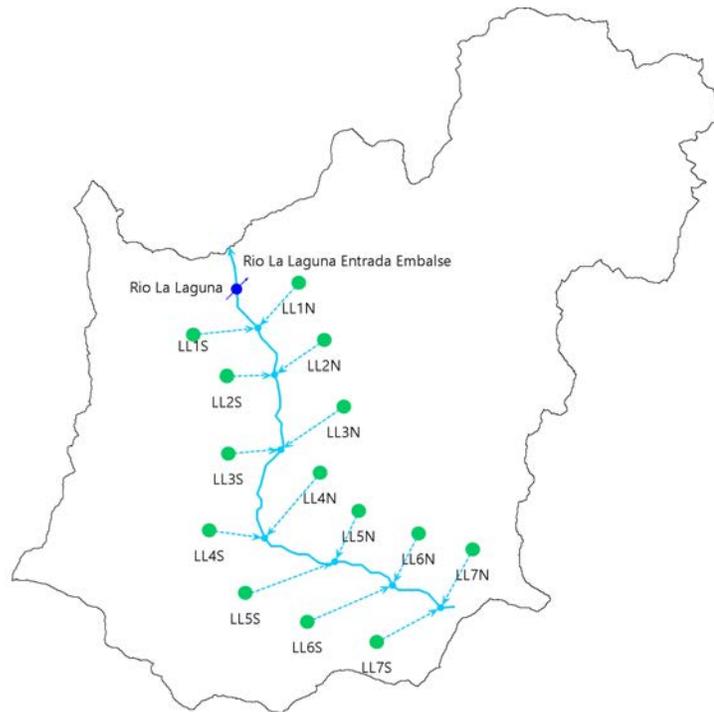
### 4.1. ETAPA 1: Proyección Hidrológica

La primera etapa de la aplicación de la regla operacional, es para proyectar la cantidad de agua que la cuenca del río Elqui generará en los próximos 12 meses. Para ello, se definieron cuatro metodologías distintas; donde cada una, estima un volumen de agua, expresado en millones de metros cúbicos por temporada ( $Mm^3/temporada$ ). De esta manera, se obtiene la oferta hídrica total de la temporada, producto de la escorrentía generada por la cuenca.

La primera metodología utiliza un modelo de escorrentía para estimar el agua generada por la cuenca, en tanto que las restantes tres metodologías de proyección, corresponden a árboles de decisión binarios. Cada uno de ellos, utiliza grupos de variables distintos para proyectar.

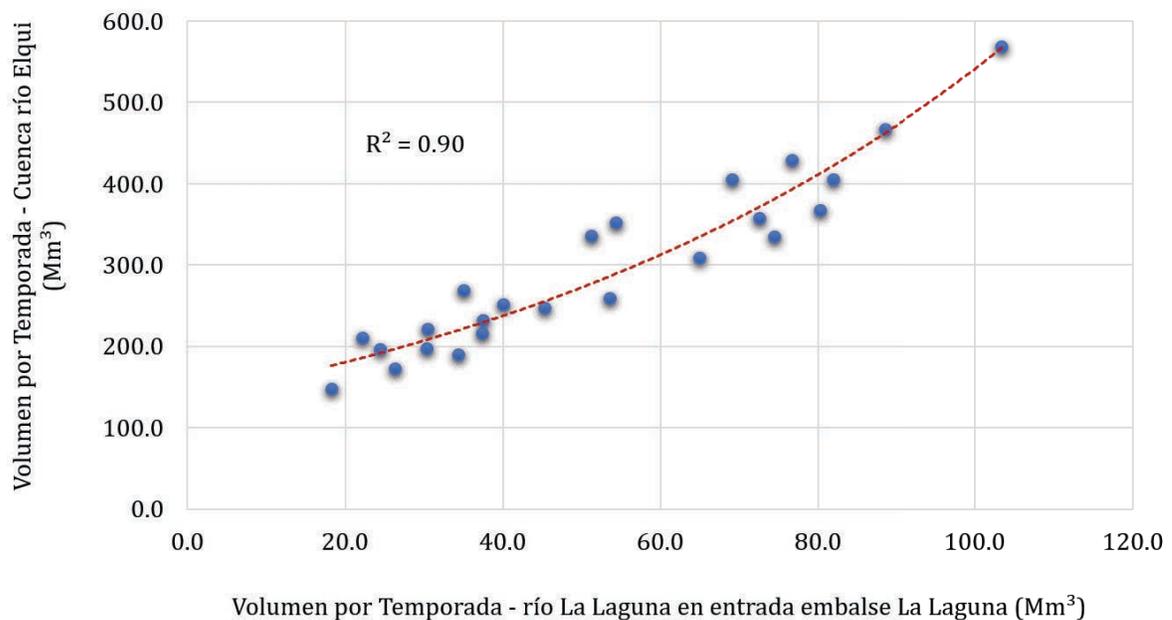
#### 4.1.1. Proyección mediante Modelo Hidrológico: río La Laguna en entrada de embalse La Laguna.

Se utilizó el software WEAP para desarrollar el modelo de escorrentía para la subcuenca río La Laguna en entrada embalse La Laguna (Figura 9). El modelo es operado por el Laboratorio PROMMRA de la Universidad de La Serena, y utiliza las precipitaciones líquidas y sólidas que registra la JVRE en el embalse La Laguna desde el 1 de enero, hasta el 31 de agosto del año en curso.



**Figura 9.** Esquema topológico del modelo de escorrentía río La Laguna en entrada de embalse La Laguna.

El volumen por temporada generado por el modelo es parte de una ecuación exponencial (1) que permite proyectar el volumen total por temporada que genera la cuenca del río Elqui en el periodo analizado (Figura10).



**Figura 10.** Curva de regresión exponencial entre el volumen generado por la subcuenca del río La Laguna en entrada embalse La Laguna, y el total generado por la cuenca del río Elqui por temporada.

$$VTE = 137,23 * e^{(0,0135*VTLL)} \quad (1)$$

Donde:

*VTE*: Volumen por Temporada de la Cuenca del río Elqui, en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ) *VTLL*: Volumen por Temporada pasante en río La Laguna en entrada embalse La Laguna, en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), obtenido del modelo hidrológico.

**EJEMPLO:** El resultado del volumen para la **temporada 2016/17**, generado por el Modelo WEAP río La Laguna en entrada embalse La Laguna = 60,5  $Mm^3$ .

Aplicando la ecuación exponencial (1), se obtiene lo siguiente:

$$VTE = 137,23 * e^{(0,0135*60,5)}$$

Se obtiene el resultado del volumen para la **temporada 2016/17**, de la Cuenca del río Elqui:

$$VTE = 310,6 \text{ Mm}^3/\text{Temporada}.$$

*NOTA: Para obtener el dato del volumen total por temporada generado por la subcuenca río La Laguna en entrada embalse, debe solicitarlo al Laboratorio PROMMRA de la Universidad de La Serena.*

#### 4.1.2. Proyección mediante árbol de decisión meteorológico.

El árbol de decisión meteorológico fue desarrollado con una serie de datos históricos, entre 1990 y 2018, y utiliza los siguientes datos:

- **Precipitación Ajustada:** Corresponde a la sumatoria de la precipitación medida en el embalse La Laguna por la propia JVRE, ya sea precipitación líquida, como equivalente en agua de la nieve caída, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del presente año, expresado en milímetros (mm).

Este valor se ajusta de acuerdo a la precipitación total del año anterior. Es decir, Si el año anterior la sumatoria de la precipitación tanto líquida como sólida entre el 1 de enero y 31 de diciembre, expresada en milímetros (*mm*) es menor a 160, entonces el valor actual se multiplica por 0,75; de lo contrario, se mantiene. El valor resultante es el que se evalúa en el árbol de decisión.

En el Cuadro 1, se presenta un ejemplo de ajuste de las precipitaciones líquidas en la estación La Laguna Embalse respecto a la condición planteada anteriormente.

**Cuadro 1.** Ejemplo de ajuste de precipitaciones con datos históricos, estación La Laguna Embalse.

Año	Precipitación Líquida		Precipitación Ajustada ( <i>mm</i> )
	Total, desde el 1 de enero al 31 de agosto ( <i>mm</i> )	Condición de ajuste, respecto al año anterior	
1989	121.0	(*)	90.8
1990	67.5	<160 ⇒ x 0,75	50.6

1991	169.5	<160 ⇒ x 0,75	127.1
1992	143.5	>160 ⇒ Igual	143.5
1993	74.0	<160 ⇒ x 0,75	55.5
1994	116.5	<160 ⇒ x 0,75	87.4
1995	65.5	<160 ⇒ x 0,75	49.1
1996	43.0	<160 ⇒ x 0,75	32.3
1997	552.0	<160 ⇒ x 0,75	414.0
1998	110.0	>160 ⇒ Igual	110.0
1999	113.5	<160 ⇒ x 0,75	85.1
2000	182.0	<160 ⇒ x 0,75	136.5
2001	179.0	>160 ⇒ Igual	179.0
2002	318.0	>160 ⇒ Igual	318.0
2003	132.0	>160 ⇒ Igual	132.0
2004	110.0	<160 ⇒ x 0,75	82.5
2005	267.0	<160 ⇒ x 0,75	200.3
2006	142.0	>160 ⇒ Igual	142.0
2007	227.0	<160 ⇒ x 0,75	170.3
2008	167.0	>160 ⇒ Igual	167.0
2009	71.5	<160 ⇒ x 0,75	71.5
2010	55.0	<160 ⇒ x 0,75	41.3
2011	105.5	<160 ⇒ x 0,75	79.1
2012	119.5	<160 ⇒ x 0,75	89.6
2013	145.0	<160 ⇒ x 0,75	108.8
2014	52.5	<160 ⇒ x 0,75	39.4
2015	189.0	<160 ⇒ x 0,75	141.8
2016	221.5	>160 ⇒ Igual	221.5

(\*): Dado que no hay dato del año anterior, se ajustó el valor actual multiplicando x 0,75 debido a que presenta mejor ajuste.

- Altura de nieve Ajustado:** Corresponde a la totalidad de la altura de nieve medida en el embalse La Laguna por la propia JVRE, entre el 1 de enero hasta el 31 de agosto del presente año. El dato se expresa en centímetros (cm).

Este valor se ajusta de acuerdo a la sumatoria de la altura de nieve del año

anterior. Es decir, Si el año anterior la sumatoria de la altura de nieve entre el 1 de enero y 31 de diciembre, expresada en centímetros (*cm*) es menor a 200, entonces el valor actual se multiplica por 0,7; de lo contrario, se multiplica por 1,1. El valor resultante es el que se evalúa en el árbol de decisión.

En el Cuadro 2, se presenta un ejemplo de ajuste de los datos históricos de altura de nieve, medida en la estación La Laguna Embalse respecto a la condición planteada anteriormente.

**Cuadro 2.** Ejemplo de ajuste de altura de nieve con datos históricos, estación La Laguna Embalse.

<b>Año</b>	<b>Altura de Nieve desde el 1 de enero al 31 de agosto (cm)</b>	<b>Condición de ajuste, respecto al año anterior</b>	<b>Altura de Nieve Ajustada (cm)</b>
1989	150.5	(*)	105.4
1990	67.2	<200 ⇒ x 0,7	47.0
1991	226.1	<200 ⇒ x 0,7	158.3
1992	185.6	>200 ⇒ x 1,1	204.1
1993	78	<200 ⇒ x 0,7	54.6
1994	153	<200 ⇒ x 0,7	107.1
1995	23	<200 ⇒ x 0,7	16.1
1996	63	<200 ⇒ x 0,7	44.1
1997	1011	<200 ⇒ x 0,7	707.7
1998	115	>200 ⇒ x 1,1	126.5
1999	151	<200 ⇒ x 0,7	105.7
2000	257	<200 ⇒ x 0,7	179.9
2001	207	>200 ⇒ x 1,1	227.7
2002	429	>200 ⇒ x 1,1	471.9
2003	178	>200 ⇒ x 1,1	195.8
2004	110	<200 ⇒ x 0,7	77.0
2005	415	<200 ⇒ x 0,7	290.5
2006	188	>200 ⇒ x 1,1	206.8
2007	315	<200 ⇒ x 0,7	220.5
2008	248	>200 ⇒ x 1,1	272.8
2009	54	>200 ⇒ x 1,1	59.4

2010	67	<200 ⇒ x 0,7	46.9
2011	115	<200 ⇒ x 0,7	80.5
2012	169	<200 ⇒ x 0,7	118.3
2013	155	<200 ⇒ x 0,7	108.5
2014	57	<200 ⇒ x 0,7	39.9
2015	310	<200 ⇒ x 0,7	217.0
2016	358	>200 ⇒ x 1,1	393.8

(\*): Dado que no hay dato del año anterior, se ajustó el valor actual multiplicando x 0,7 debido a que presenta mejor ajuste.

- Precipitación Cochiguaz:** Corresponde a la sumatoria de la precipitación medida en la estación Cochiguaz que posee la Dirección General de Aguas (DGA), entre el 1 de enero y e 31 de agosto del presente año. El valor se expresa en milímetros (mm) y puede ser obtenido de la siguiente página web: <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>, el cual lo dirigirá a una pantalla principal como la siguiente.



**Figura 11.** Página Principal: Información Oficial Hidrometeorológica de la DGA.

Posteriormente, debe dar click en [Acceso a Consultas en línea](#), para acceder a la

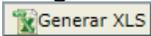
descarga de datos. Aparece una pantalla tal como se observa en la Figura 12. En ella selecciona *Reportes Meteorológicos*, luego *Precipitaciones Mensuales*, y selecciona la *Región* y *Provincia* correspondiente.

### Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea

The screenshot shows a web interface with two main sections:

- Tipos de Informe:** A list of report categories with checkboxes for selection:
  - Reportes Calidad de Aguas
  - Reportes Fluviométricos
  - Reportes Meteorológicos
    - Temperaturas Medias Mensuales
    - Temperaturas Medias Diarias de Valores Sinópticos
    - Temperaturas Diarias Extremas
    - Precipitaciones Mensuales
    - Precipitaciones Máximas Anuales en 24 horas
    - Precipitaciones Diarias
  - Reportes Pozos
  - Reportes Sedimentos
- Búsqueda de Estaciones:** Search filters for stations:
  - Región: DE COQUIMBO
  - Buscar por:  Cuenca Hidrográfica o Nombre Estación,  División Administrativa
  - Provincia: ELQUI
  - Comuna: [ Todas ]
  - Buttons: **Buscar** and **Limpiar**

**Figura 12.** Pantalla de selección de variable y región donde se ubica la estación meteorológica.

Por último, selecciona la estación a consultar y el periodo de tiempo que desea descargar los datos (Figura 13), el cual no debe ser superior a 10 años. Dar click en , y se descargará automáticamente un archivo en formato .xls de los datos consultados.

 Estaciones

<input type="checkbox"/> ALMENDRAL	<input type="checkbox"/> CERRILLOS POBRES	<input checked="" type="checkbox"/> COCHIGUAZ
<input type="checkbox"/> EL INDIO	<input type="checkbox"/> EL TRAPICHE	<input type="checkbox"/> FUNDO SAN ANTONIO
<input type="checkbox"/> HUANTA	<input type="checkbox"/> JUNTAS	<input type="checkbox"/> LA LAGUNA EMBALSE
<input type="checkbox"/> LA ORTIGA	<input type="checkbox"/> LA SERENA (ESCUELA AGRICOLA)	<input type="checkbox"/> LOS NICHOS
<input type="checkbox"/> MOLINO YACO	<input type="checkbox"/> MONTE GRANDE	<input type="checkbox"/> PAN DE AZUCAR
<input type="checkbox"/> PISCO ELQUI DMC	<input type="checkbox"/> PRUEBA GPRS10	<input type="checkbox"/> PUCLARO EMBALSE
<input type="checkbox"/> RIO CLARO EN RIVADAVIA	<input type="checkbox"/> RIO ELQUI EN ALGARROBAL	<input type="checkbox"/> RIO TORO ANTES JUNTA RIO LA LAGUNA
<input type="checkbox"/> RIO TURBIO EN VARILLAR	<input type="checkbox"/> RIVADAVIA	<input type="checkbox"/> VICUÑA (INIA)

 Búsqueda por Rango de Fechas

Fecha Desde:   

Fecha Hasta:   

**Importante:** Tenga en consideración, que los datos a los que puede acceder son de carácter histórico y algunas estaciones pueden estar discontinuadas en su operación. Por otra parte, existe un desfase entre la captura del dato en terreno, su recepción, validación y publicación oficial, el que puede ser en algunos casos de hasta seis meses.

 Generar XLS

**Figura 13.** Patalla de selección de estación y descarga de datos.

En el cuadro 3, se presenta un ejemplo del dato a aplicar en el árbol de decisión correspondiente. Se descargaron los datos, para el ejemplo, año 2016; luego se sumó la precipitación desde el 1 de enero hasta el 31 de agosto, dando como resultado = 136 (mm).

**Cuadro 3.** Precipitación mensual estación Cochiguaz (DGA).

<b>Fecha</b>	<b>Precipitación Estación Cochiguaz (mm)</b>
ene-16	0
feb-16	0
mar-16	3
abr-16	8.5
may-16	45
jun-16	62.5
jul-16	17
ago-16	0
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>

- **Precipitación La Ortiga:** Corresponde a la sumatoria de la precipitación medida en la estación La Ortiga que posee la Dirección General de Aguas (DGA), entre el 1 de enero y e 31 de agosto del presente año. El dato se expresa en milímetros (mm) y puede ser obtenido de la siguiente página web: <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>.

En el cuadro 4, se presenta un ejemplo del dato a aplicar en el árbol de decisión correspondiente. Se descargaron los datos, para el ejemplo, año 2016; luego se sumó la precipitación desde el 1 de enero hasta el 31 de agosto, dando como resultado = 137.5 (mm).

**Cuadro 4.** Precipitación mensual estación La Ortiga (DGA).

<b>Fecha</b>	<b>Precipitación Estación La Ortiga (mm)</b>
Enero 2016	0
Febrero 2016	0
Marzo 2016	3
Abril 2016	12.5
Mayo 2016	40.5
Junio 2016	70.5
Julio 2016	14
Agosto 2016	0
<b>TOTAL</b>	<b>137.5</b>

En la Figura 14 se presenta el árbol de decisión para ser aplicado en la proyección hídrica de la temporada correspondiente. El valor resultante de la aplicación del árbol se expresa en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ).

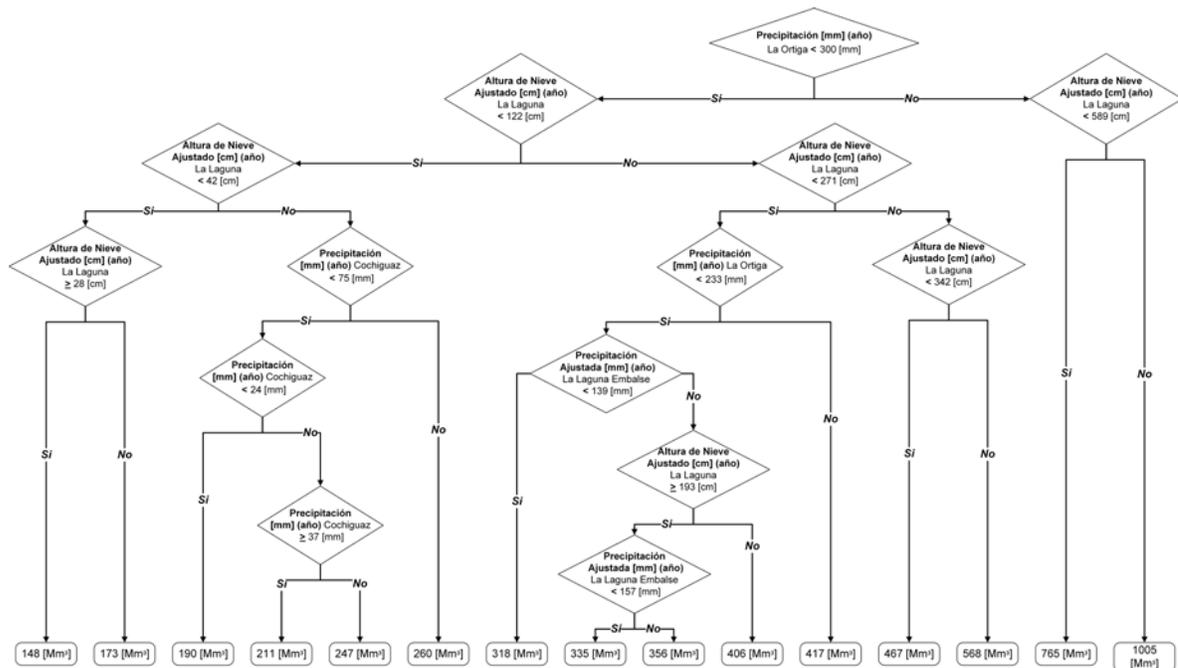


Figura 14. Diagrama del árbol de decisión con datos meteorológicos.

A continuación se presenta un ejemplo, utilizando valores obtenidos del año 2016 para cada una de las variables meteorológicas y su secuencia lógica aplicado en el árbol de decisión (Figura 15). La proyección indica un volumen de 336  $Mm^3$ , que escurrirá por la cuenca del río Elqui para la temporada 2016/17.

Cuadro 5. Valores meteorológicos del año 2016.

Altura de Nieve Ajustada (cm)	Precipitación Ajustada (mm)	Precipitación Cochiguaz (mm)	Precipitación La Ortiga (mm)
393.8	221.5	136	137.5

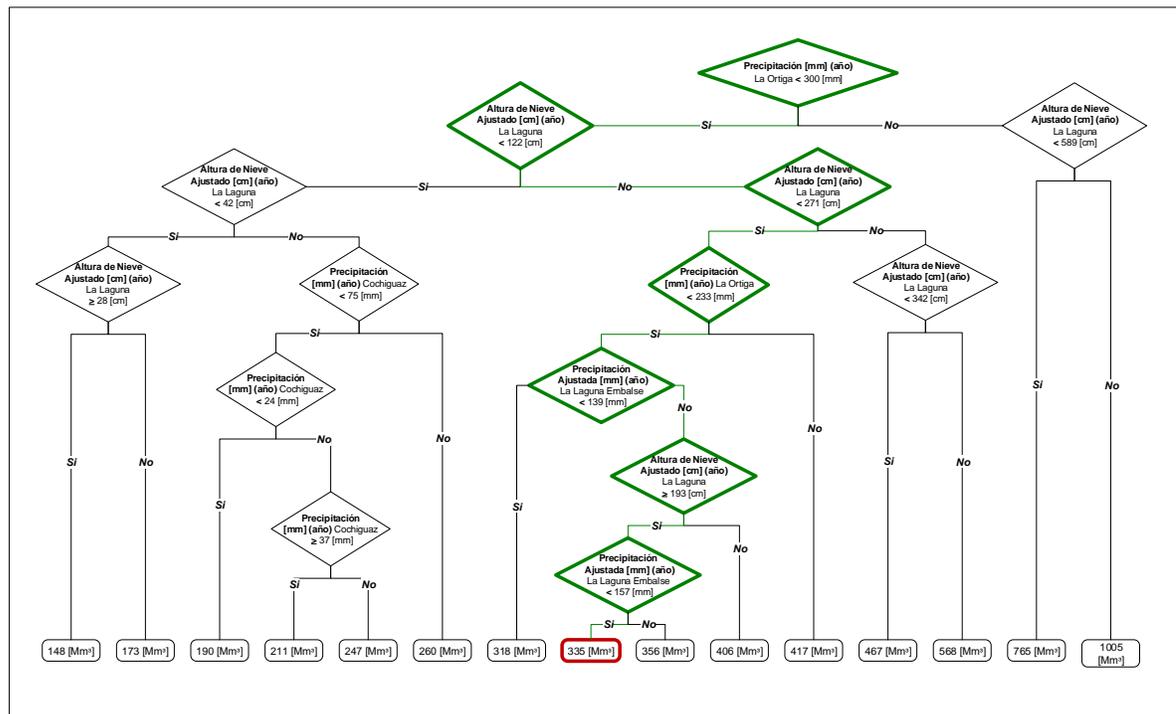


Figura 15. Aplicación del árbol de decisión con datos meteorológicos del año 2016.

#### 4.1.3. Proyección mediante árbol de decisión hidrológico.

El árbol de decisión hidrológico, utiliza los siguientes datos:

- Caudal río Elqui en Algarrobal - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Elqui en Algarrobal. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- Caudal río Elqui en Algarrobal - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Elqui en Algarrobal. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.

- **Caudal río La Laguna en entrada embalse - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, obtenido a través del balance hídrico del río La Laguna en entrada embalse La Laguna por la JVRE. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido por la propia organización a partir del balance del propio embalse, que se debe mantener vigente.
- **Caudal río La Laguna en entrada embalse - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, obtenido a través del balance hídrico del río La Laguna en entrada embalse La Laguna por la JVRE. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido por la propia organización a partir del balance del propio embalse, que se debe mantener vigente.
- **Caudal río Turbio en Varillar - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Turbio en Varillar. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Caudal río Turbio en Varillar - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Turbio en Varillar. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Caudal río Claro en Rivadavia - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Claro en Rivadavia. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Caudal río Claro en Rivadavia - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Claro en Rivadavia. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.

- **Diferencia Caudal río Elqui en Algarrobal:** Corresponde a la diferencia del caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, menos el caudal medio mensual del mes de mayo del mismo año. Ambos datos medidos en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Claro en Rivadavia. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato, es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Diferencia Caudal río La Laguna en entrada embalse La laguna:** Corresponde a la diferencia del caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, menos el caudal medio mensual del mes de mayo del mismo año. Ambos datos obtenidos a través de balance hídrico generado por la JVRE del río La Laguna en entrada embalse La Laguna. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato, es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.

A continuación se presenta en la Figura 16, el árbol de decisión para ser aplicado en la proyección hidrica de la temporada correspondiente. El valor resultante de la aplicación del árbol se expresa en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ).

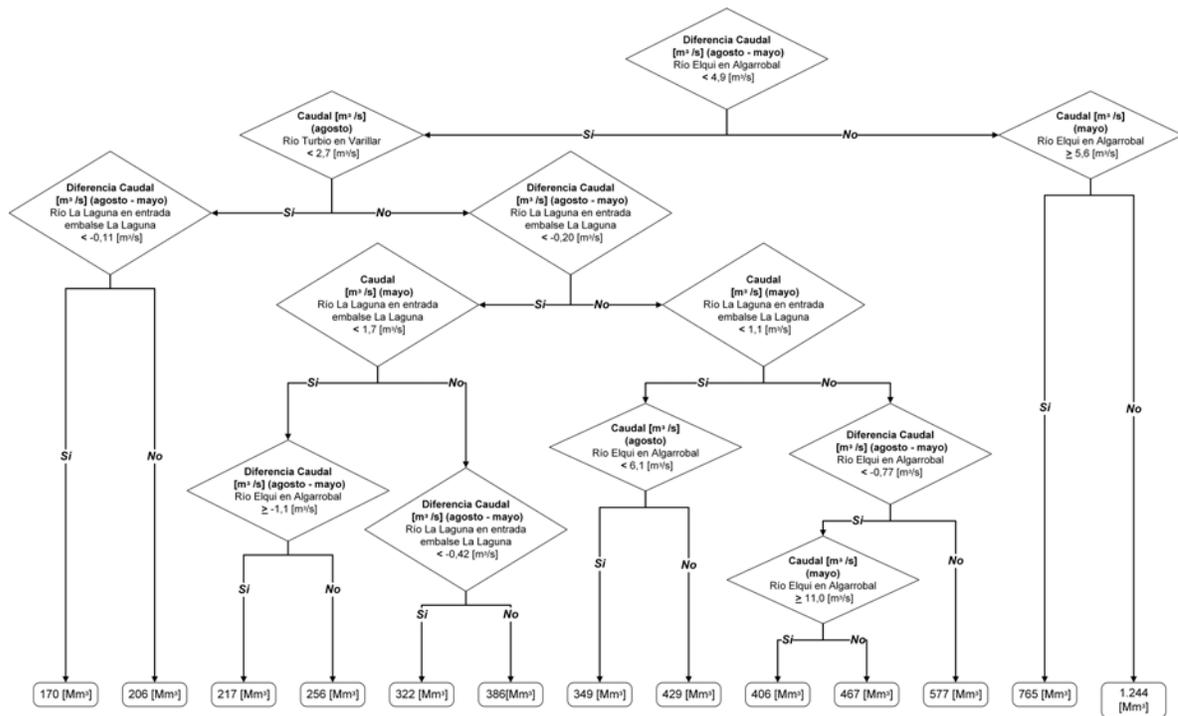


Figura 16. Diagrama del árbol de decisión con datos hidrológicos.

A continuación se presenta un ejemplo, utilizando valores obtenidos del año 2016 para cada una de las variables hidrológicas y su secuencia lógica aplicado en el árbol de decisión (Figura 15). La proyección indica un volumen de 336  $Mm^3$ , que escurrirá por la cuenca del río Elqui para la temporada 2016/17.

**Cuadro 6.** Valores de caudales para el año 2016.

<b>Variable Hidrológica</b>	<b>Mes</b>	<b>Valor</b>
Río Elqui en Algarrobal	Mayo	2.61
	Agosto	4.22
Río Turbio en Varillar	Mayo	1.29
	Agosto	4.97
Río Claro en Rivadavia	Mayo	0.78
	Agosto	2.11
Río La Laguna en entrada embalse La Laguna	Mayo	0.51
	Agosto	0.6
Diferencia Caudal Río Elqui en Algarrobal	—	1.61
Diferencia Caudal Río La Laguna en entrada embalse La Laguna	—	0.09

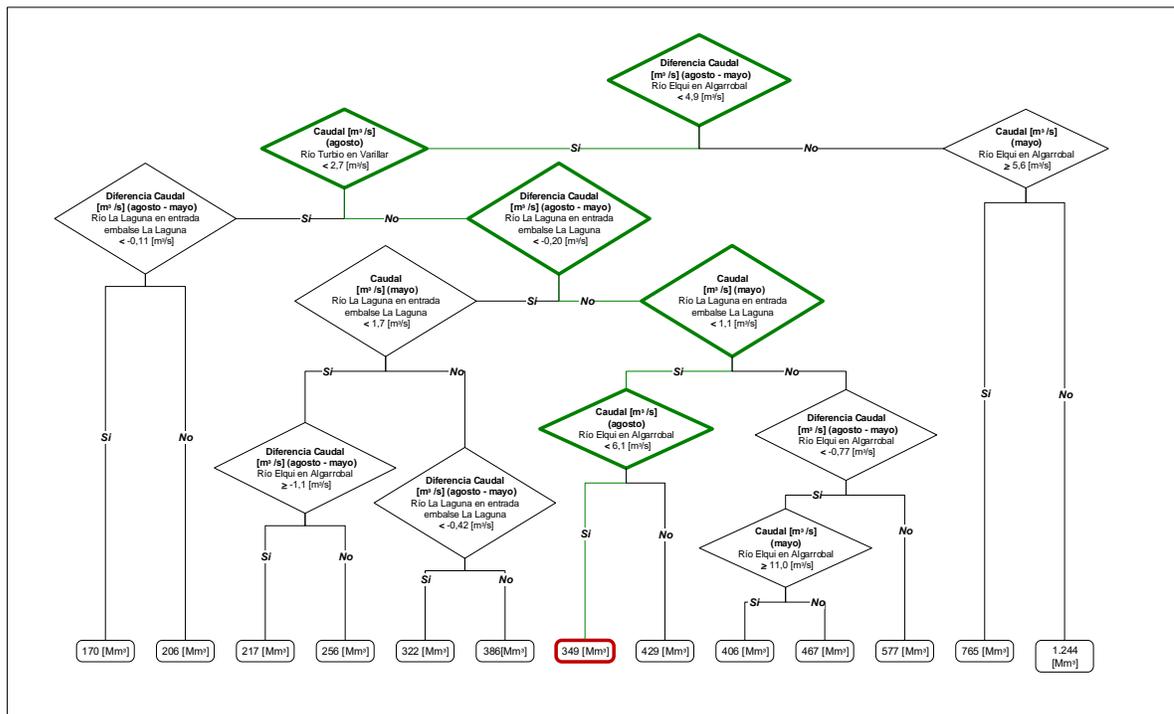


Figura 17. Aplicación del árbol de decisión con datos hidrológicos del año 2016.

#### 4.1.4. Proyección mediante árbol de decisión hidrometeorológico.

El árbol de decisión hidrometeorológico utiliza el conjunto de datos vistos en los otros dos árboles anteriores, es decir:

- Precipitación Ajustada.
- Altura de Nieve Ajustada.
- Precipitación Cochiguaz.
- Precipitación La Ortiga.
- Caudal río Elqui en Algarrobal (Mayo).
- Caudal río Elqui en Algarrobal (Agosto).
- Caudal río La Laguna en entrada embalse La Laguna (Agosto).
- Caudal río Turbio en Varillar (Mayo).

- Caudal río Turbio en Varillar (Agosto).
- Caudal río Claro en Rivadavia (Mayo).
- Caudal río Claro en Rivadavia (Agosto).
- **Diferencia Caudal río Turbio en Varillar:** Corresponde a la diferencia del caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, menos el caudal medio mensual del mes de mayo del mismo año. Ambos datos medidos en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Turbio en Varillar. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato, es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>

A continuación se presenta en la Figura 18, el árbol de decisión respectivo, para ser aplicado en la proyección hidrica de la temporada correspondiente. El valor resultante de la aplicación del árbol se expresa en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ).

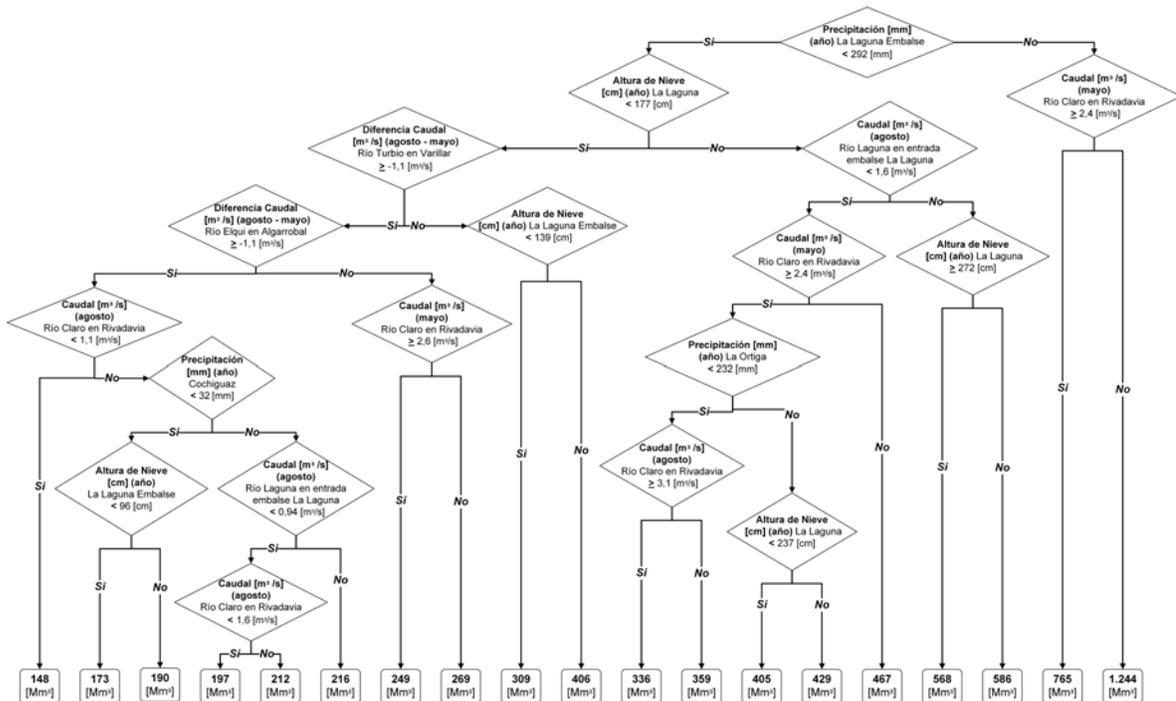


Figura 18. Diagrama del árbol de decisión con datos hidrometeorológicos.

A continuación se presenta un ejemplo, utilizando valores obtenidos del año 2016 para cada una de las variables hidrológicas y su secuencia lógica aplicado en el árbol de decisión (Figura 19). La proyección indica un volumen de  $359 \text{ Mm}^3$ , que escurrirá por la cuenca del río Elqui para la temporada 2016/17.

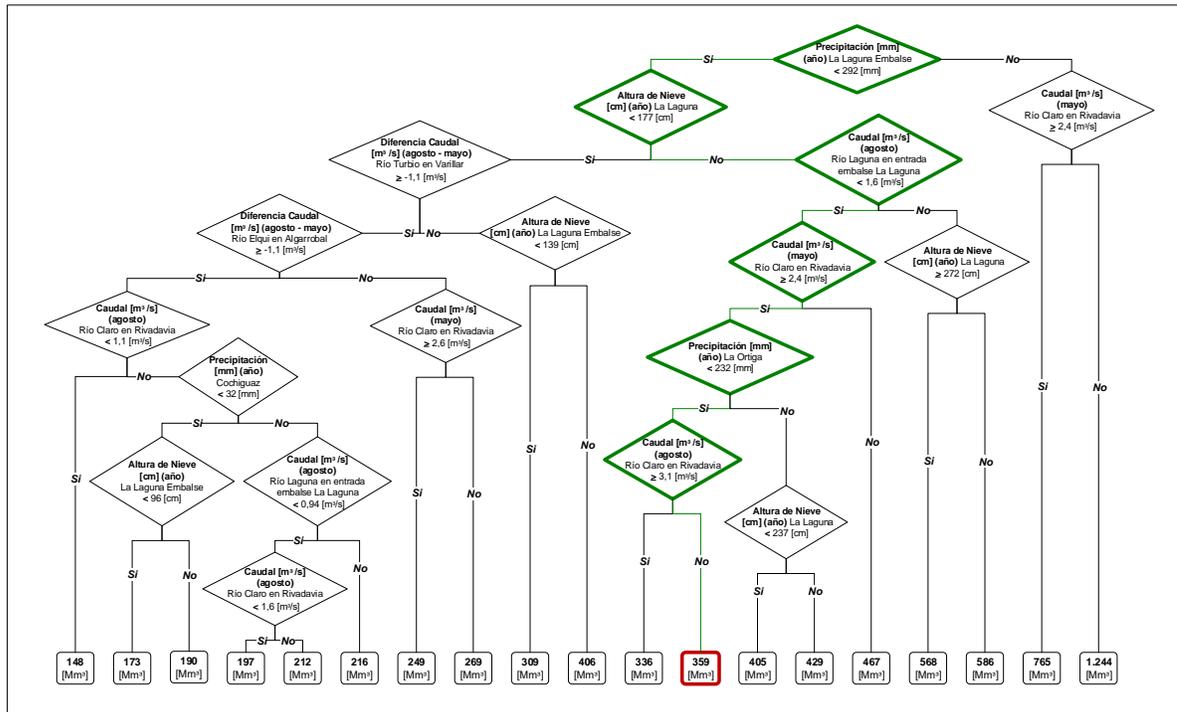


Figura 19. Aplicación del árbol de decisión con datos hidrometeorológicos del año 2016.

## **4.2. ETAPA 2: Aplicación de la Regla Operacional para la JVRE.**

Una vez obtenida la proyección de la oferta hídrica para la temporada de asignación (4.1), se procede a aplicar la regla operacional para cada uno de los valores. Dado que hay 4 métodos para proyectar la oferta hídrica, también se aplicará cuatro veces la regla operacional, cada vez con una proyección.

La regla de operación se aplica por medio de un árbol de decisión binario (Figura 20).

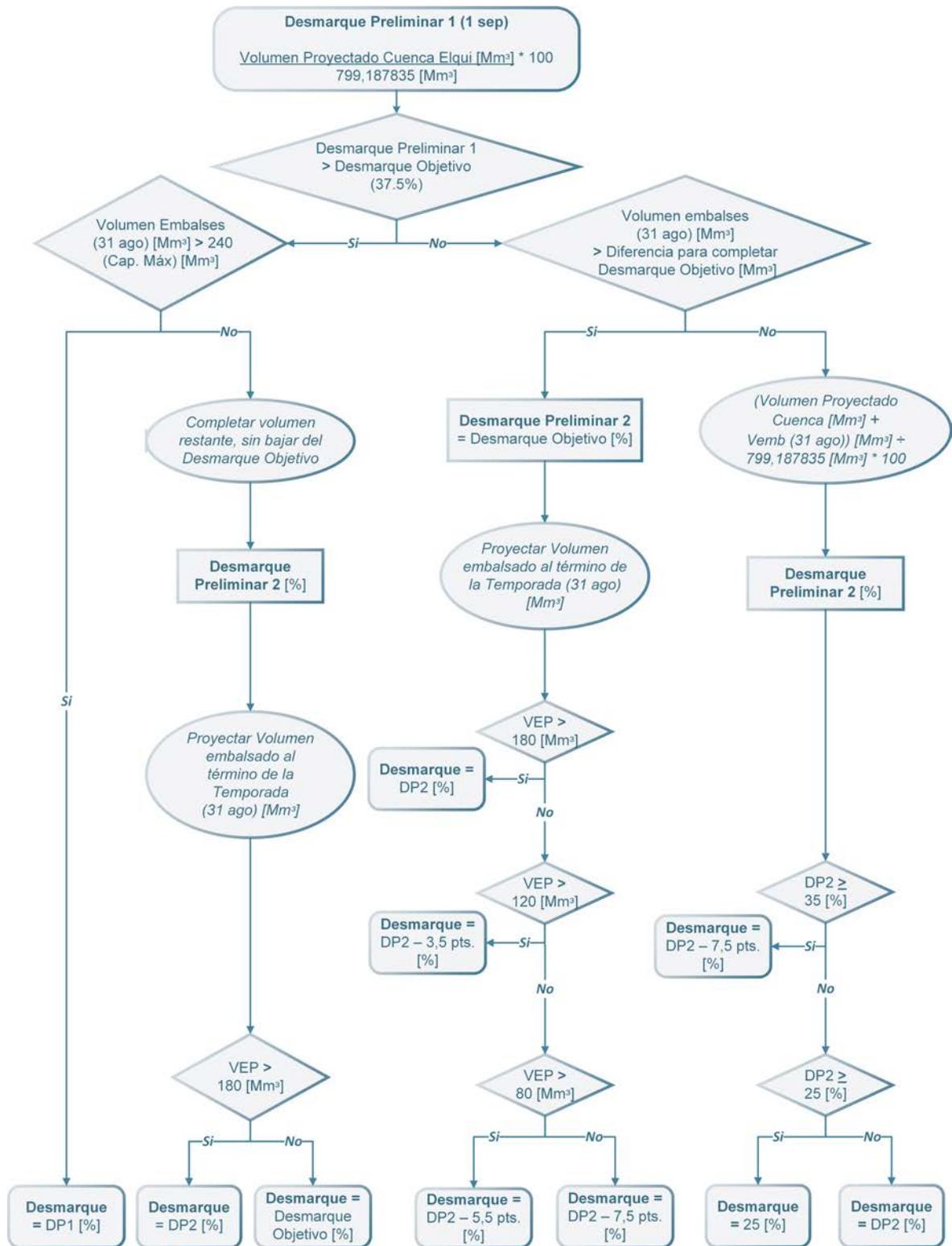


Figura 20. Diagrama del árbol de decisión de la Regla Operacional para la JVRE.

Donde:

**VEP:** Volumen embalsado proyectado, expresado en millones de metro cúbicos ( $Mm^3$ ).

**DP2:** Desmarque Preliminar 2, expresado en porcentaje (%).

**Vemb:** Sumatoria del volumen embalsado total al 31 de agosto; es decir, entre Puclaro y La Laguna como un todo, expresado en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ).

Para aplicar la regla operacional en función del árbol de decisión, se debe seguir los siguientes pasos.

#### 4.2.1. Paso 1: Cálculo del desmarque preliminar 1 (DP1).

A partir del valor de oferta hídrica proyectada (ver sección 4.1), se define el desmarque preliminar 1 (DP1), el cual es calculado como la relación porcentual entre la disponibilidad hídrica de la temporada, expresada en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), y la totalidad de las acciones que administra la JVRE como derecho nominal,  $1 L/s/acc.$  ( $799,2 Mm^3$ ). Cabe desatacar que para la aplicación de la regla operacional, se utilizan las acciones brutas que administra la JVRE, es decir, 25.342,08 acciones.

En consecuencia, si se multiplica 25.342,08 acciones por  $1 L/s/acc.$  considerando una temporada completa (365 días x 24 horas/día x 3.600 segundos/hora), entonces el requerimiento para abastecer un desmarque de 100 % es de  $799,2 Mm^3$  en una temporada. Por ejemplo, si la proyección de oferta fuera de  $400 Mm^3/Temporada$ , el desmarque sería cercana al 50 %.

#### 4.2.2. Paso 2: Evaluación Desmarque Objetivo.

Esta primera aproximación en la asignación debe satisfacer el desmarque objetivo, por ende, se evalúa si DP1 es superior a 37,5 %. Si esto no ocurre, los embalses deberán aportar hasta completar el desmarque objetivo, o hasta aquel desmarque que es posible completar según el volumen almacenado hasta 31 de agosto.

Cuando el desmarque preliminar 1 (DP1) es superior a 37,5 %, y los embalses se encuentran a máxima capacidad, DP1 constituye el desmarque definitivo. Sin embargo, si los embalses no están a máxima capacidad, se priorizará el llenado de estos y se calcula el desmarque preliminar 2; no obstante, el desmarque no puede ser inferior a 37,5 %.

#### **4.2.3. Paso 3: Cálculo del desmarque preliminar 2 (DP2).**

En función de la resolución obtenida en el Paso 2, se calcula un nuevo desmarque preliminar, denominado DP2, el cual se detalla a continuación.

En el caso que DP1 es superior a 37,5 % y los embalses al 31 de agosto no están a máxima capacidad, se descuenta el volumen a completar del volumen proyectado para la cuenca y se recalcula el desmarque en función de las acciones brutas, generando el valor de DP2.

Cuando DP1 es inferior a 37,5 %, se subsidia con el agua embalsada, hasta satisfacer el desmarque objetivo (Desmarque Objetivo es igual a DP2), o en función de la disponibilidad de los embalses. En este último caso, DP2 corresponde a la sumatoria de volumen disponible por los embalses, más el volumen proyectado de la cuenca, dividido por las acciones brutas en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ).

#### **4.2.4. Paso 4: Proyección de los embalses.**

Tomando en cuenta el cálculo de DP2 según corresponda, se realiza una proyección del almacenamiento en los embalses al término de la temporada, en función del volumen con que ambos terminarán (VEP). Para ello, se genera el balance hídrico de los embalses, tomando en cuenta como salidas, el desmarque calculado previamente (DP2) y la evaporación de una superficie evaporante correspondiente al volumen de agua embalsada al 31 de agosto. Paralelamente, las entradas corresponden al volumen de agua proyectado para la cuenca y un volumen de agua que reingresa al sistema, todo aquello expresado en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ). El volumen de agua que reingresa al sistema se calcula de la siguiente manera:

Si el volumen proyectado como generación de la cuenca es inferior a 250 millones de metros cúbicos por temporada ( $Mm^3/temporada$ ), el agua que reingresa al sistema

es un 20 % de dicho volumen, de lo contrario es un 30 %.

#### 4.2.5. Paso 5: Determinación de Desmarques.

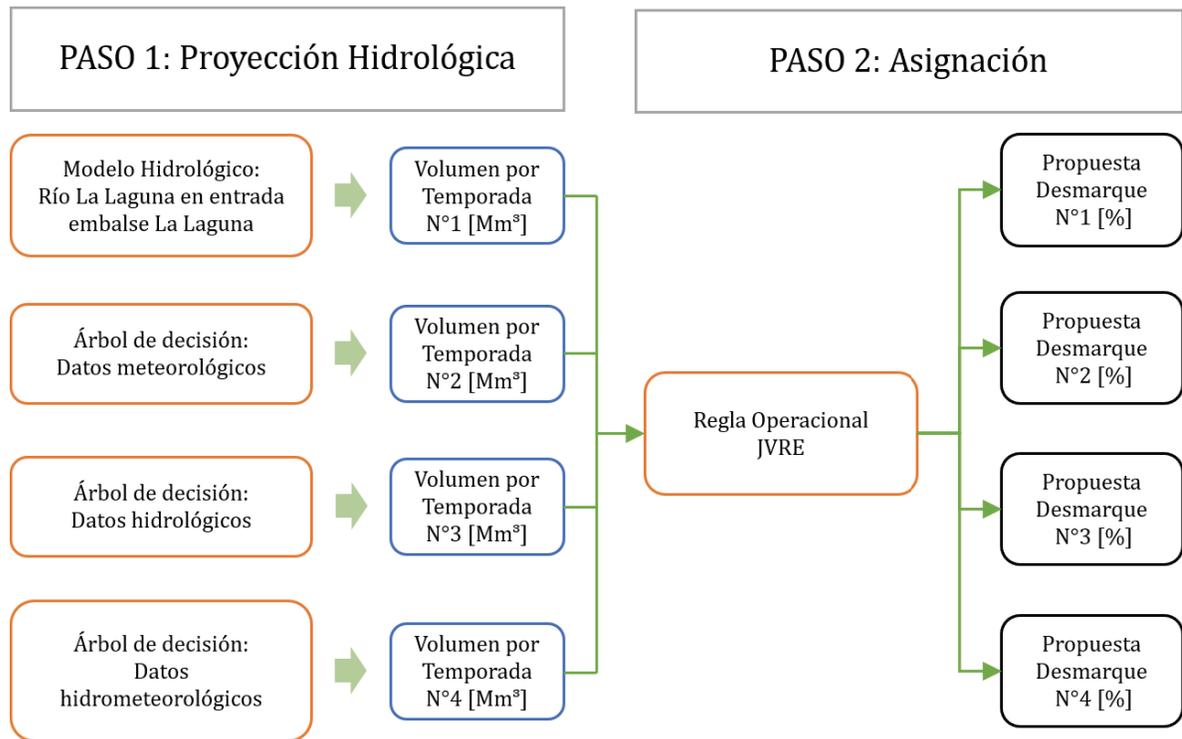
Teniendo en cuenta la proyección de los embalses al término de la temporada, se ajusta el valor del desmarque preliminar 2 (DP2) para establecer el desmarque definitivo.

En el caso en que DP1 es superior al desmarque objetivo y los embalses al inicio de temporada no estén a máxima capacidad, se evalúa DP2, de la siguiente manera:

Si el volumen embalsado total proyectado al término de la temporada de La Laguna más Puclaro, es mayor a 180 millones de metros cúbicos  $Mm^3$ , el desmarque definitivo es igual DP2. De lo contrario, el desmarque definitivo es igual al desmarque objetivo (37,5 %).

Por otra parte, si DP1 es inferior al desmarque objetivo, se evalúa la condición de los embalses y su participación en el cálculo de DP2, en el caso que corresponda. Si el volumen proyectado de La Laguna mas Puclaro (VEP) es mayor a 180 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), el desmarque definitivo es igual a DP2, es decir, desmarque objetivo (37,5 %); de lo contrario, se evalúa VEP, si es mayor a 120 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), el desmarque definitivo es DP2 menos 3,5 puntos. En caso contrario, se evalúa VEP, si es mayor a 50 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), el desmarque definitivo es igual a DP2 menos 5,5 puntos, en caso contrario, el desmarque definitivo es DP2 menos 7,5 puntos.

En síntesis, las propuestas de asignación debe seguir una secuencia de procesos involucrados en la proyección hídrica para la temporada y la aplicación de la regla operacional, y que a continuación se resumen en el siguiente esquema (Figura 21).



**Figura 21.** Esquema de la secuencia de pasos para aplicar la regla operacional.

## 5. PLATAFORMA DE APOYO A LA GESTIÓN HÍDRICA: PRO-GesHi-Elqui.

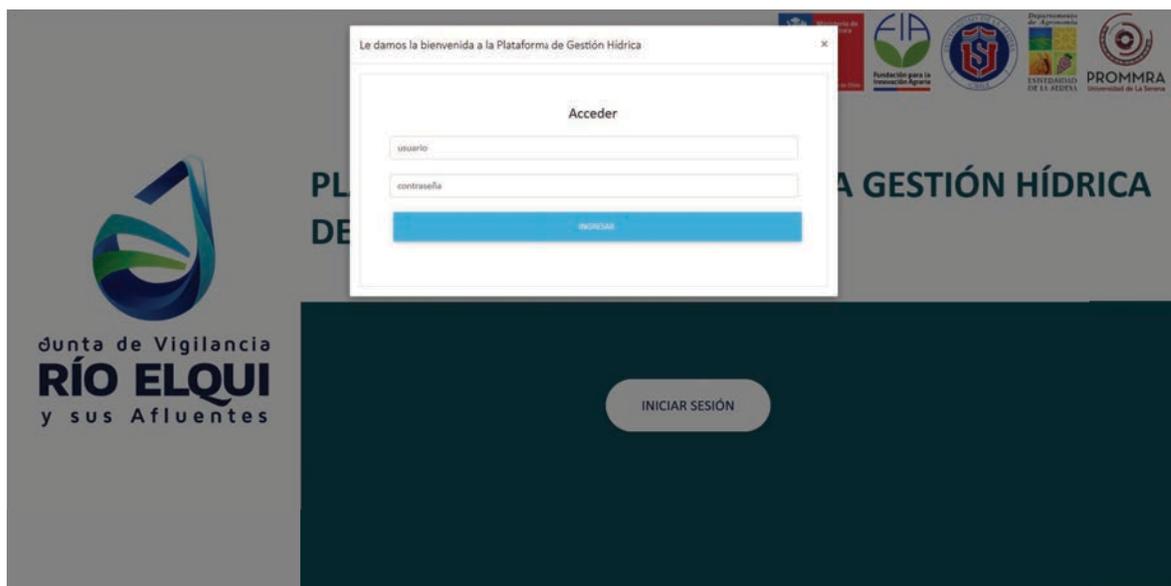
### 5.1. Acceso a la plataforma como Usuario.

La plataforma es de acceso privado, bajo las redes internas de la organización, ubicada en los servidores informáticos de la JVRE. Para acceder a ella, se debe dirigir a la siguiente URL: <http://regla.operacional.jvre/>. En ella se mostrará la siguiente imagen de presentación (Figura 22).



**Figura 22.** Pantalla inicial de presentación de la plataforma.

El ingreso a la plataforma es de carácter restringido, teniendo acceso sólo los miembros del directorio, el ingeniero Sub-Delegado, y el Gerente Repartidor de Aguas, el que a su vez es el administrador de ésta. Para entrar, debe hacer click en el botón *Iniciar Sesión*, ingresando un nombre de usuario y contraseña (Figura 23). El nombre de usuario corresponde a la inicial del nombre y el apellido, escrito todo junto en minúscula. Mientras que la contraseña, corresponde al R.U.T de cada una, sin puntos ni dígito verificador.



**Figura 23.** Pantalla de Login para entrar a la Plataforma.

A partir de un ingreso exitoso del usuario, se presentan los módulos operativos que contiene la plataforma. De esta manera, se observan tres componentes distintos que en conjunto aportan una herramienta de gestión del recurso hídrica para la Junta de Vigilancia (Figura 24). A continuación se presentan en detalle cada módulo.



**Figura 24.** Módulos de operación de la Plataforma.

### 5.1.1. Estimador de Desmarque

El Estimador de Desmarque, permite obtener una propuesta de asignación hídrica a partir de las cuatro metodologías vistas anteriormente. Para ello se deben completar todos los campos que se indican en la pantalla, tanto variables meteorológicas (Figura 25), como variables hidrológicas (Figura 26) y así, lograr un adecuado procesamiento y resultado de asignación.

Cabe destacar que, al momento de completar la información solicitada en cada una de las variables, se despliega bajo la pantalla, un gráfico con datos históricos asociado a la variable respectiva, mostrando información estadística relacionada con el dato que se va a ingresar. Al momento de completar un campo de alguna de las variables, este se visualiza en la gráfica con color rojo, en la temporada correspondiente.

A continuación, se describen los pasos a seguir para ingresar cada campo de la plataforma, detallando la unidad y temporalidad correspondiente a cada variable. Cabe destacar, que en pantalla, junto a cada campo aparece un símbolo de ayuda , donde describe el detalle del dato a ingresar.

#### *Paso 1: Completar Variables Meteorológicas.*

En la Figura 25 se observa la información que se requiere completar para cada variable meteorológica, el cual se detalla a continuación.

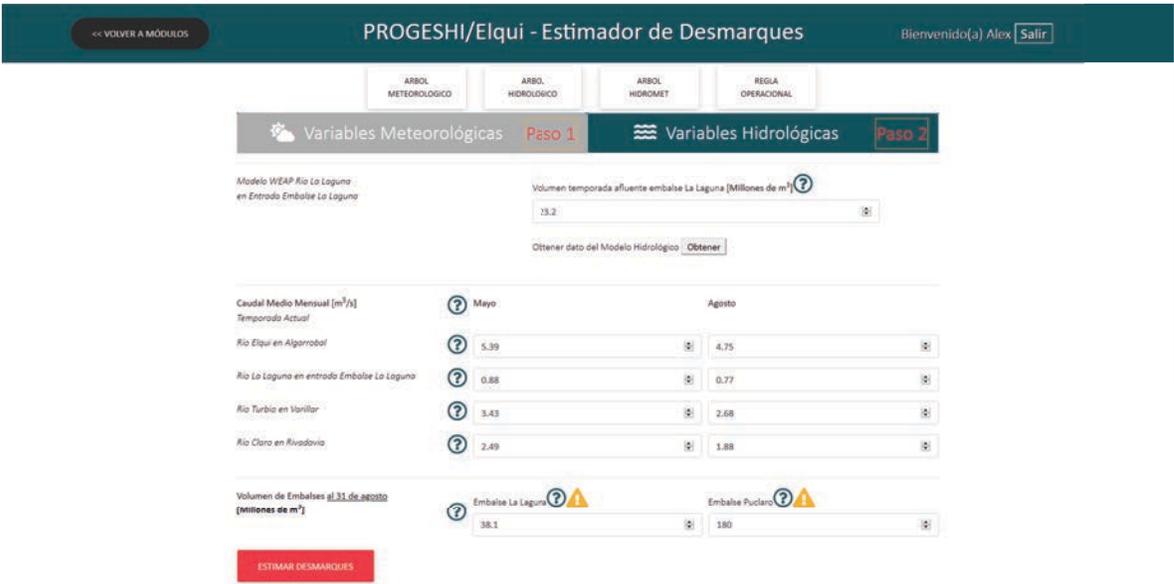
Figura 25. Sección: Ingreso de datos meteorológicos.

- **Precipitación equivalente acumulada:** Corresponde a la sumatoria de la precipitación medida en la estación La Laguna embalse que posee la JVRE, ya sea precipitación líquida, como equivalente en agua de la nieve caída, entre el 1 de enero, hasta el 31 de agosto del presente año. El dato a completar en el campo se expresa en milímetros (*mm*).
- **Altura de nieve:** Corresponde a la totalidad de la altura de nieve medida en la estación La Laguna embalse que posee la JVRE, entre el 1 de enero hasta el 31 de agosto del presente año. El dato a completar en el campo, se expresa en centímetros (*cm*).
- **Precipitación Cochiguaz:** Corresponde a la sumatoria de la precipitación medida en la estación Cochiguaz que posee la Dirección General de Aguas (DGA), entre el 1 de enero y e 31 de agosto del presente año. El dato a completar en el campo, se expresa en milímetros (*mm*) y puede ser obtenido de la siguiente página web: <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>.
- **Precipitación La Ortiga:** Corresponde a la sumatoria de la precipitación medida en la estación La Ortiga que posee la Dirección General de Aguas (DGA), entre el 1 de enero y e 31 de agosto del presente año. El dato a completar en el campo, se expresa en milímetros (*mm*) y puede ser obtenido de la siguiente página web: <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>.

**Nota:** si no se dispone del dato de las estaciones (DGA) Cochiguaz o La Ortiga, por defecto aparece el dato completado, producto de la correlación que existe con la estación Pisco Elqui del CEAZA. Este puede ser modificado manualmente si se desea editar. El detalle se encuentra en la plataforma, haciendo click en el simbolo 

### Paso 2: Completar Variables Hidrológicas.

En la Figura 26 se observa la información que se requiera completar para cada variable hidrológica.



PROGESHI/Elqui - Estimador de Desmarques

Bienvenido(a) Alex [Salir](#)

Variables Meteorológicas Paso 1 Variables Hidrológicas Paso 2

Modelo WEAP Rio La Laguna en Entrada Embalse La Laguna

Volumen temporada afluente embalse La Laguna (Millones de m<sup>3</sup>)

13.2

Obtener dato del Modelo Hidrológico [Obtener](#)

Caudal Medio Mensual (m <sup>3</sup> /s) Temporada Actual	Mayo	Agosto
Rio Elqui en Algarrobal	5.39	4.75
Rio La Laguna en entrada Embalse La Laguna	0.88	0.77
Rio Turbio en Varillar	3.43	2.68
Rio Claro en Rivadavia	2.49	1.88

Volumen de Embalses al 31 de agosto (Millones de m<sup>3</sup>)

Embalse La Laguna	38.1	Embalse Puclaro	180
-------------------	------	-----------------	-----

[ESTIMAR DESMARCUES](#)

Figura 26. Sección: Ingreso de datos hidrológicos.

- Volumen temporada afluente embalse La Laguna:** Corresponde al volumen temporada (desde septiembre del presente año, hasta agosto del siguiente año) afluente al embalse La Laguna. Su unidad es en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ). Este dato es proporcionado por el modelo hidrológico desarrollado por el Laboratorio PROMMRA de la Universidad de La Serena. Para completar dicha información en la plataforma, se debe hacer click en el botón "Obtener". Cabe destacar que este dato puede ser editado manualmente.

- **Caudal río Elqui en Algarrobal - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Elqui en Algarrobal. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Caudal río Elqui en Algarrobal - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Elqui en Algarrobal. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Caudal río La Laguna en entrada embalse - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, medido en la estación fluviométrica río La Laguna en entrada embalse La Laguna de la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes (JVRE). La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido por la propia organización. La fuente corresponde al balance del embalse realizado por la Junta de Vigilancia.
- **Caudal río La Laguna en entrada embalse - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, medido en la estación fluviométrica río La Laguna en entrada embalse La Laguna de la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes (JVRE). La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido por la propia organización. La fuente corresponde al balance del embalse realizado por la Junta de Vigilancia.
- **Caudal río Turbio en Varillar - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Turbio en Varillar. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Caudal río Turbio en Varillar - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Turbio en Varillar. La unidad en la cual

debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.

- **Caudal río Claro en Rivadavia - Mayo:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de mayo del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Claro en Rivadavia. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.
- **Caudal río Claro en Rivadavia - Agosto:** Corresponde al caudal medio mensual del mes de agosto del presente año, medido en la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA): río Claro en Rivadavia. La unidad en la cual debe ser ingresado el dato es metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y es obtenido de la siguiente página web: <http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx>.

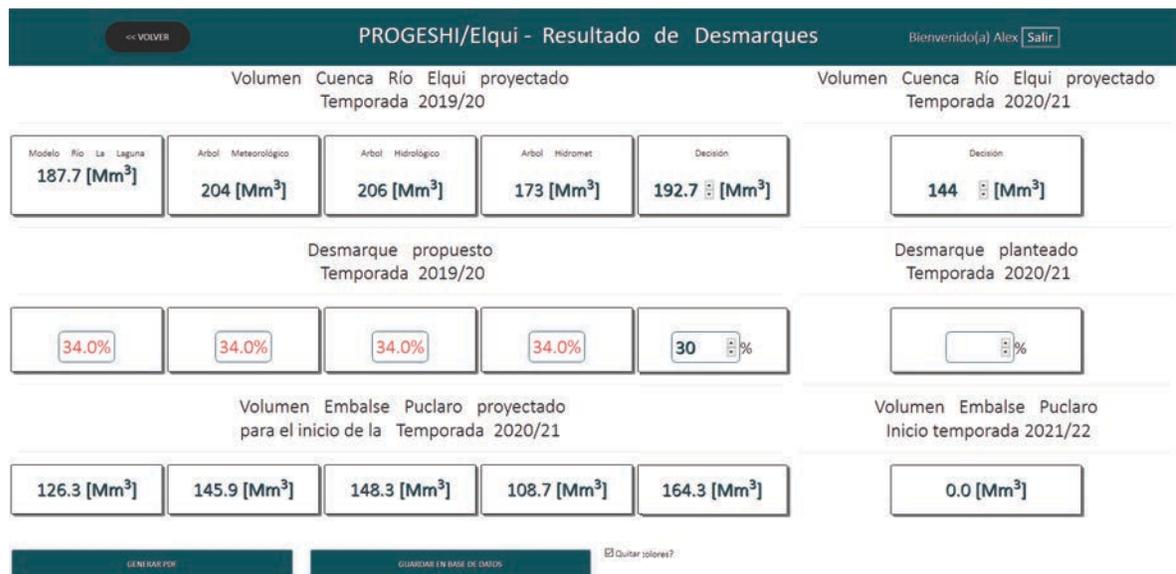
Dentro de la sección Variables Hidrológicas, se incorpora la información respecto a la situación actual de los embalses que administra la JVRE. Los datos a completar son los siguientes.

- **Volumen de embalse La Laguna:** Corresponde al volumen almacenado en el embalse La Laguna al 31 de agosto del presente año. La unidad del dato es en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ) y es obtenido por la misma organización (JVRE).
- **Volumen de embalse Puclaro:** Corresponde al volumen almacenado en el embalse Puclaro al 31 de agosto del presente año. La unidad del dato es en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ) y es obtenido por la misma organización (JVRE).

### *Paso 3: Obtención de Propuestas de Desmarque.*

Luego de completar todos los datos de las variables meteorológicas e hidrológicas verificando que correspondan a la unidad y temporalidad solicitada en la plataforma, se procede a hacer click en el botón , ubicado bajo los campos de ingreso de valores.

Se despliega una pantalla con las cuatro propuestas de desmarque en función de los datos ingresados anteriormente (Figura 27). A partir de los resultados entregados y sus 4 propuestas, existe la posibilidad de definir en la siguiente columna el volumen proyectado y el desmarque que se desea asignar para la temporada. Este le mostrará una estimación del agua almacenada con que comenzaría el embalse Puclaro la siguiente temporada. Además, es posible evaluar una propuesta para una segunda temporada de asignación; a partir, del ingreso de datos de volumen proyectado como generación por parte de la cuenca del río Elqui (el valor por defecto, es el volumen mínimo que se tiene registro), y se propondrá un desmarque en función de la regla operacional. Cabe destacar, que dicha propuesta es solo estimativa y no tiene relación con las metodologías de proyección hídrica planteadas en este manual.



**Figura 27.** Resultados del estimador de desmarques.

Para cada metodología aplicada, se muestra el valor del volumen temporada proyectado para la cuenca del río Elqui, el cual es la cantidad de agua que escurrirá por los ríos y quebradas de la cuenca durante los próximos 12 meses (septiembre del presente año, hasta agosto del año siguiente), expresado en millones de metros cúbicos [Mm<sup>3</sup>].

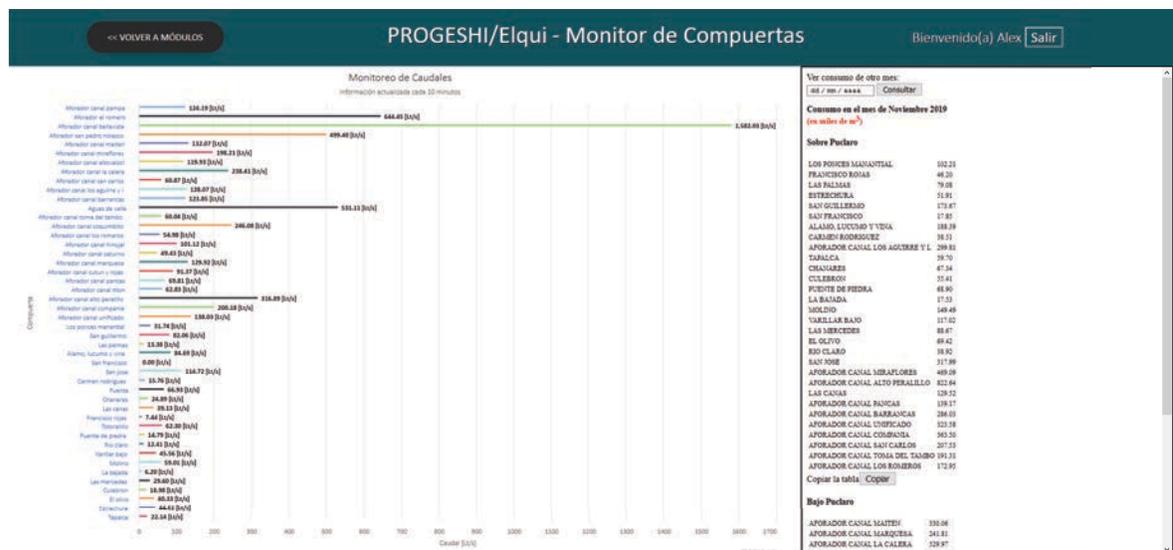
Luego, aparece el valor del Desmarque propuesto en porcentaje [%], en función de la aplicación de la regla operacional descrita anteriormente.

Por último, muestra una proyección del volumen almacenado en el embalse Puclaro al término de la temporada proyectada (31 de agosto), expresada en millones de metros cúbicos [ $Mm^3$ ].

Cabe señalar que el resultado, es posible descargar en formato *.pdf*, o almacenar en la base de datos.

### 5.1.2. Monitor de Compuertas Telemétricas

Este módulo permite monitorear las entregas que realiza la JVRE a 47 comunidades que administra bajo compuertas telemétricas. La distribución gráfica de los caudales entregados en tiempo real se observa en la Figura 28. El caudal esta expresado en litros por segundo ( $L/s$ ).



**Figura 28.** Visualizador Módulo de compuertas telemétricas.

Si desea ver el historial respecto al caudal entregado, solo debe hacer click en la compuerta deseada. Podrá acceder a una gráfica de las últimas 72 horas; últimos 15 días; últimos 30 días; además, del caudal medio mensual y volumen mensual, tal como se muestra en la Figura 29, donde se observa la curva de entrega en litros por segundo ( $L/s$ ).



**Figura 29.** Visualizador de datos históricos de las compuertas telemétricas.

### 5.1.3. Datos Históricos

El módulo de datos históricos (Figura 30), permite observar el comportamiento de tres *inputs* importantes en la gestión del recurso hídrico en la JVRE y la aplicación de la regla propiamente tal, como son: información de precipitaciones, información de caudales e información de los embalses.



**Figura 30.** Visualizador de datos históricos.

#### 1. Caudales

En la sección caudales, es posible observar cuatro aspectos (Figura 31), distribuidos en pestañas dentro de la pantalla. Primero, el caudal medio

mensual histórico en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ). Para ello haga, click en "Caudal Mensual".

Segundo, el volumen temporada, es decir, la sumatoria del volumen pasante en la estación fluviométrica entre septiembre y agosto del siguiente año, medido en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ). Para acceder a ello, debe hacer click en la pestaña "Volumen Temporada".

Tercero, se presenta los caudales medios mensuales que tienen un 85% de probabilidad de excedencia, en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ). Para acceder a ello, debe hacer click en la pestaña "Caudal mensual con probabilidad de excedencia del 85%".

Por último, se presenta la probabilidad de excedencia con 85% del volumen temporada, medido en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ). Para acceder a ello, debe hacer click en la pestaña "Probabilidad de Excedencia Volumen Temporada".

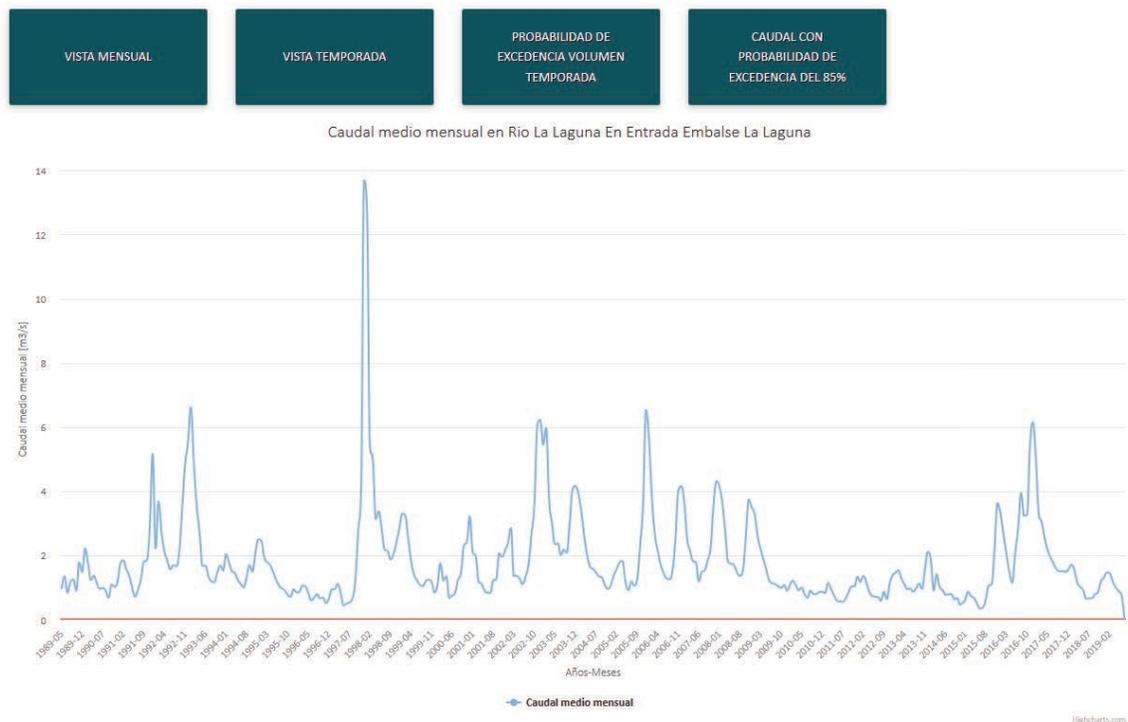


Figura 31. Visualización de Datos Históricos, Caudales.

Las estaciones fluviométricas a consultar (Figura 32), son las siguientes:

- Río Elqui en La Serena.
- Río Turbio en Varillar.
- Río Elqui en Almandral.
- Río Elqui en Algarrobal.
- Río Cochiguaz en el Peñón.
- Río La Laguna en entrada embalse La Laguna.
- Estero Derecho en Alcohuz.

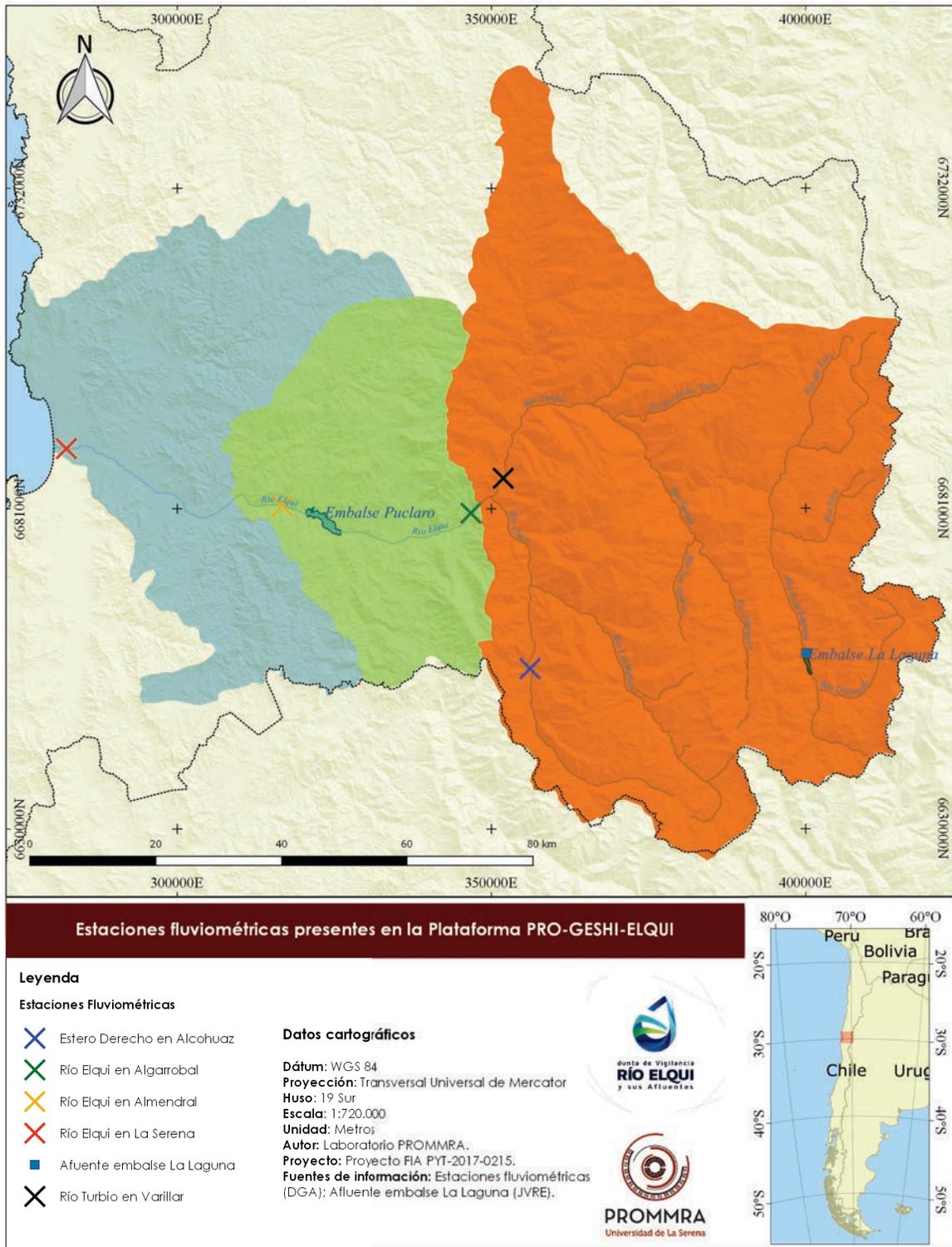


Figura 32. Cartografía de las estaciones fluviométricas a consultar en la plataforma.

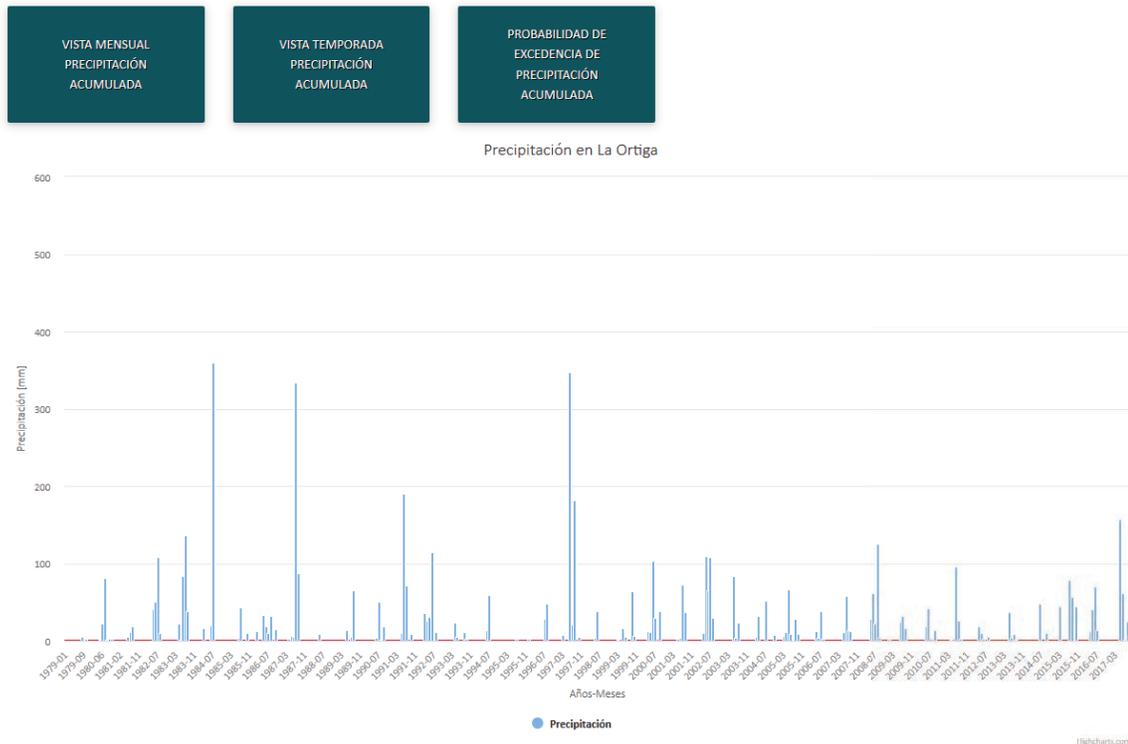
Para acceder y visualizar alguno de los aspectos antes mencionados, haga click en alguna de la estación pluviométrica, y luego en la pestaña correspondiente. Se desplegará el gráfico respectivo. Este es de carácter dinámico, es decir, permite hacer zoom dentro de un periodo específico de la serie temporal. Solo debe encuadrar dentro del gráfico un periodo de tiempo seleccionado.

## 2. *Precipitaciones*

Dentro de la sección precipitaciones, es posible observar tres aspectos distribuidos en pestañas (Figura 33). El primero son las precipitaciones mensuales medida por una estación meteorológica en milímetros (*mm*) a lo largo de la serie histórica. Para acceder a ello, haga click en "*Precipitaciones Mensuales Históricas*".

En segundo término, se presentan las precipitaciones anuales, correspondiente a la sumatoria de precipitaciones medida entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de cada año, expresada en milímetros (*mm*). Para acceder a ello, haga click en "*Precipitaciones Anuales Históricas*".

Por último, se presenta la probabilidad de excedencia de las precipitaciones anuales, medido en milímetros (*mm*). Para acceder a ello, haga click en "*Probabilidad de Excedencia Precipitaciones*".



**Figura 33.** Visualización de Datos Históricos, Precipitaciones.

Para acceder y visualizar alguno de los aspectos antes mencionados, haga click en alguna de la estación meteorológicas, y luego en la pestaña correspondiente. Se desplegará el gráfico respectivo. Este es de carácter dinámico, es decir, permite hacer zoom dentro de un periodo específico de la serie temporal. Solo debe encuadrar dentro del gráfico un periodo de tiempo seleccionado.

Las estaciones meteorológicas a consultar, son las siguientes (Figura 34):

- La Ortiga.
- Vicuña.
- La Serena (Escuela Agrícola).
- Monte Grande.
- Pisco Elqui DMC.

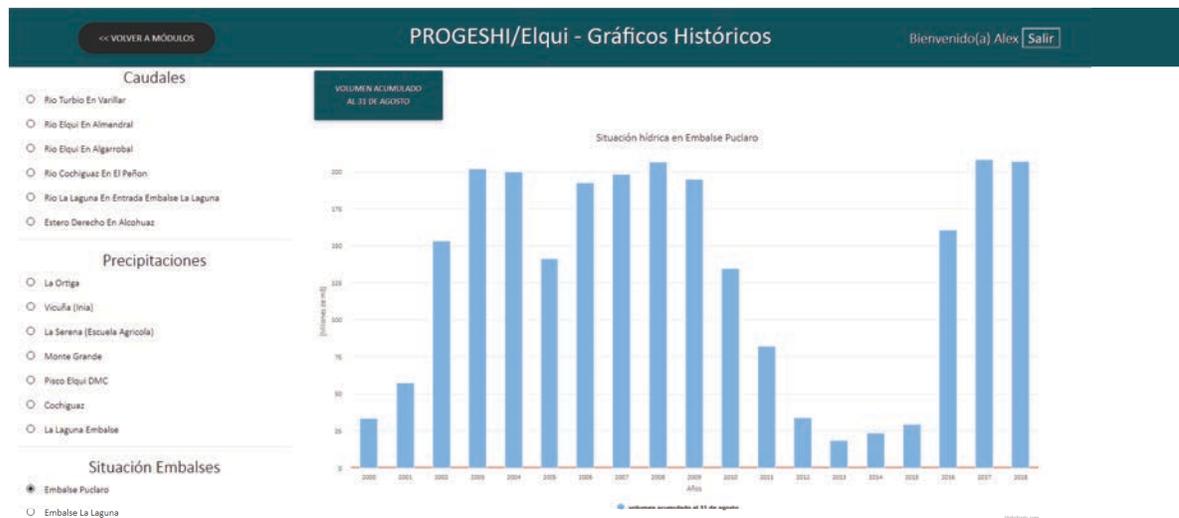
- Cochiguaz.
- La Laguna embalse.



Figura 34. Cartografía de las estaciones meteorológicas a consultar en la plataforma.

### 3. Embalses

La información de los embalses (Figura 35), corresponde al volumen almacenado en el embalse al 31 de agosto, expresado en millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ). Para acceder a ello, haga click en "Volumen Almacenado 31 de Agosto".

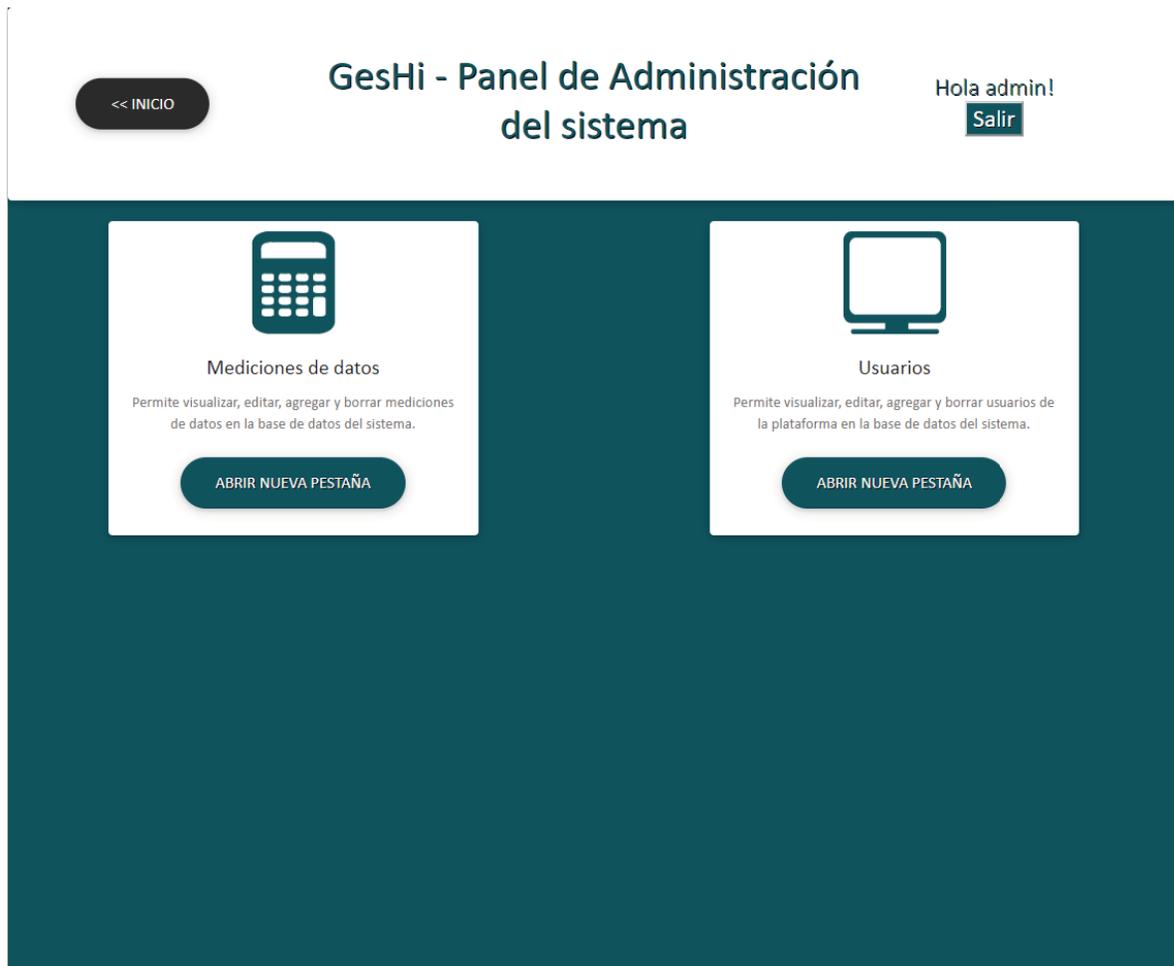


**Figura 35.** Visualización de Datos Históricos, Embalses.

Para acceder y visualizar alguno de los aspectos antes mencionados, haga click en alguno de los embalses que administra la JVRE. Se desplegará el gráfico respectivo. Este es de carácter dinámico, es decir, permite hacer zoom dentro de un periodo específico de la serie temporal. Solo debe encuadrar dentro del gráfico un periodo de tiempo seleccionado.

### 5.2. Acceso a la plataforma como Administrador.

El Accesos como administrador permite visualizar e interactuar con los tres módulos descritos anteriormente bajo las mismas características; sin embargo, tiene el privilegio de acceder a un cuarto módulo denominado Administración (Figura 36).



**Figura 36.** Módulo Acceso Administrador.

Dicho módulo, permite acceder a dos submódulos, donde es posible configurar y editar los usuarios que tienen acceso a la plataforma y a los datos que se publican en ella.

### 5.2.1. Administración de Datos

Este submódulo (Figura 37), permite editar valores de la base de datos que cuenta la plataforma, ya sea para actualizar o modificar algún valor. Para ello, debe seleccionar alguna categoría de variables y presionar el botón . Posteriormente diríjase a la fila que desee y presione *Editar* para modificar o agregar algún valor. Si desea

eliminar un dato, presione **Borrar**, en la fila correspondiente.

Si desear agregar una fila nueva, presione el botón **Agregar Dato**.

**GesHi - Administración de datos**

Hola admin! [Salir](#)

ver datos de:

Fecha (año-mes-día)	Rio Elqui En La Serena	Rio Turbio En Yañillar	Rio Elqui En Almonzral	Rio Elqui En Algarrobal	no en sus puertos	no claro monte grande	Rio Cochiguaz En El Pañon	rio claro riadavia	Rio La Laguna En Salida Embalse La Laguna	Estero Derecho En Alcohuaz	Editar Fila	Borrar Fila
2017-05		4.387		7.117				3.744			Editar	Borrar
2017-04		4.459		7.663				4.252			Editar	Borrar
2017-03		4.363		7.667				4.328			Editar	Borrar
2017-02		4.159		8.502				3.977			Editar	Borrar
2017-01		4.725		8.219				4.995			Editar	Borrar
2016-12	-1	-1	-1	11.112	-1	-1	-1	4.996	-1	-1	Editar	Borrar
2016-11		5.332	10.682	12.189				5.358	1.214	1.856	Editar	Borrar
2016-10	2.365	5.619	13.034	13.543				6.444	1.394	1.848	Editar	Borrar
2016-09	10.432	6.162	22.965	14.7	-1	-1	3.105	6.574	1.632	2.027	Editar	Borrar
2016-08	1.85	5.679	11.353	12.093			2.935	4.649	1.947	1.68	Editar	Borrar
2016-07	2.362	6.404	11.023	13.652			3.383	5.028	2.42	1.463	Editar	Borrar
2016-06	3.512	8.616	16.307	18.25			4.104	6.221	3.875		Editar	Borrar
2016-05	9.246	8.591	26.187	28.416			5.179	7.937	5.349	1.237	Editar	Borrar
2016-04	6.767	9.733	18.237	32.148			7.655	11.085	6.074	2.116	Editar	Borrar
2016-03	3.089	9.44		25.253			7.919	10.957	4.595	1.44	Editar	Borrar
2016-02	3.217	8.154		14.575			5.572	6.998	2.76	1.15	Editar	Borrar
2016-01	0.014	8.548	7.794	10.334			4	5.576	1.877	1.037	Editar	Borrar
2015-12	0.005	3.963	5.417	8.517	-1	-1	3.218	-1	1.125	1.13	Editar	Borrar
2015-11	0.009	2.746	3.621	7.94			3.191		0.831	1.141	Editar	Borrar
2015-10		3.173	3.653	8.655			2.875	6.703	0.808	0.978	Editar	Borrar
2015-09	0.01	3.664	3.847	6.902	-1	-1	1.965	3.551	1.042	0.506	Editar	Borrar
2015-08	0.02	3.922	3.754	6.668			2.232	3.191	1.147	0.429	Editar	Borrar
2015-07	0.01	4.24	4.555	6.311			2.808	2.508	1.609	0.735	Editar	Borrar
2015-06	0.014	5.189	4.721	7.002			2.904	2.9	2.193	0.972	Editar	Borrar
2015-05	0.006		6.807	21.512			2.992	3.573	2.746	1.675	Editar	Borrar

**Figura 37.** Submódulo Administrador de Datos.

## 5.2.2. Administración de Usuarios

Este submódulo (Figura 38), permite editar los usuarios que tienen acceso a la plataforma e interactuar con los módulos vistos anteriormente. Existe la posibilidad de modificar el nombre usuario y contraseña de cada uno. Para ello, presione en **Editar** y luego cambie el nombre y/o contraseña según desee.

Usuario	Nombre para mostrar	Editar usuario	Borrar usuario
admin	admin	Editar	Borrar
alex cortes	Alex	Editar	Borrar
bruno espinoza	Bruno	Editar	Borrar
bruno zandonai	Bruno	Editar	Borrar
DBeta	Admin	Editar	Borrar
Jorge Abbott	Jorge	Editar	Borrar
luis correa	Luis	Editar	Borrar
mariele arqueros	Mariela	Editar	Borrar
mario jaffe	Mario	Editar	Borrar
pelayo alonso	Pelayo	Editar	Borrar

**Figura 38.** Submódulo Administrador de Usuarios.

Si desea agregar un nuevo usuario, presione en el botón **Agregar Usuario**, e ingrese el nombre de usuario y contraseña para dar acceso a una nueva persona.

Si desea modificar el nombre de usuario o contraseña de alguna persona ya registrada, presione *Editar* en la persona correspondiente.

Si desea eliminar un usuario existente, presione *Borrar* en la persona correspondiente.

### 5.3. Actualización de la Plataforma.

La Plataforma de Gestión Hídrica debe ser constantemente actualizada en función de los valores de las variables hidrológicas y meteorológicas, con el fin de mantener un adecuado funcionamiento de esta, vinculado en la visualización y operación óptima de los módulos.

Para actualizar la plataforma debe ingresar como administrador. Luego se dirige al submódulo Administración de Datos y procede a actualizar los datos de las distintas variables en la medida que haya disponibilidad de ellos.

## 6. Anexos

### 6.1. Glosario de términos.

- **Árbol de decisión:** Es un modelo de predicción utilizado para la proyección hídrica de la temporada de la cuenca del río Elqui.
- **Desmarque:** Es la asignación hídrica basada en la expresión del derecho nominal. Se expresa en porcentaje (%) y se define a inicio de cada temporada.
- **Modelo Hidrológico:** Simplificación de un sistema hidrológico, para el desarrollo y evaluación de escenarios de gestión y generación hídrica.
- **Probabilidad de excedencia:** Es la probabilidad que un valor de un evento sea igualado o excedido en un momento determinado, bajo cierta frecuencia de ocurrencia histórica.
- **Regla operacional:** Conjunto de parámetros de decisiones que son aplicados para determinar la asignación del recurso hídrico en una organización de regantes.
- **Temporada hídrica:** Es el periodo de 12 meses cronológicos que comprende entre septiembre y agosto del siguiente año.
- **Variables Hidrológicas:** Corresponden a los datos de caudales medios mensuales, medidos por estaciones fluviométricas en distintos puntos de la cuenca del río Elqui.
- **Variables Meteorológicas:** Corresponden a los datos de temperatura media mensual, y/o precipitaciones mensuales o anuales, de estaciones meteorológicas ubicadas en distintos puntos de la cuenca del río Elqui.
- **WEAP:** Software de modelación utilizado para la evaluación y planificación del recurso hídrico en una cuenca.



**Manual de Operaciones de la Regla Operacional  
para la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus  
Afluentes.**

**Desarrollado a partir del Proyecto:**

“

recurso hídrico, bajo escenarios de cambio climático”.

**Apoyado por:**

**Ejecutado por:**

Junta de Vigilancia  
**RÍO ELQUI**  
y sus Afluentes

