



“GENERACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE MODELO PREDICTIVO DE CAUDALES DE CABECERA PARA LAS PRINCIPALES CUENCAS DE LOS RÍOS ELQUI, LIMARÍ Y CHOAPA”

FIC-R 2015

Universidad de La Serena
Región de Coquimbo



RESUMEN EJECUTIVO

Octubre 2016



1. Resumen del Proyecto.

La iniciativa denominada **“Generación e implementación de una plataforma de modelo predictivo de caudales de cabecera para las principales cuencas de los ríos Elqui, Limarí y Choapa”**, recibió un financiamiento FIC de \$ 130.635.000, lo que sumado a los aportes de la Universidad de La Serena totalizaron \$145.817.000. La ejecución se desarrolló desde octubre 2015 a diciembre 2016, por período de ejecución de 15 meses.

Su planteamiento y desarrollo se basó en el mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos, ya que estos cada vez adquieren más importancia en un escenario marcado por los efectos esperables del cambio climático. La principal amenaza para nuestros territorios, es la disminución de las precipitaciones y con ello una reducción del agua que puede ser producida por las cuencas.

En la Región de Coquimbo, buena parte de la información que registran las redes de monitoreo hidrológico, no se encuentra disponible en forma instantánea y expedita, pero, además la cobertura de estas redes de monitoreo es aun altamente insuficiente para una buena gestión de los recursos hídricos en tiempos de cambio climático. No obstante, lo anterior, no genera mayores restricciones para acceder a dicha información.

Bajo esto, esta iniciativa buscó contribuir a la solución de la problemática, por medio de la generación de un modelo de estimación de caudales de cabecera, en cada una de las cuencas principales de la Región de Coquimbo. La propuesta está en consonancia con lo señalado en la Estrategia Regional de Innovación de la Región de Coquimbo (ERI) 2012-2016, en que, para hacer frente tanto al uso ineficaz del agua como a su escasez relativa, se deben desarrollar acciones tendientes a una mejor planificación y gestión del recurso.

Los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto fueron:

1. Plataforma web de pronóstico de caudales para las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa: Se diseñó y generó una plataforma web donde se entregan los pronósticos de caudales de la temporada de riego a escala mensual en las zonas de cabeceras de las principales cuencas de Elqui, Limarí y Choapa.
2. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas del Limarí: Se generó el modelo de pronóstico de caudales de cabecera a escala mensual para la temporada de riego, de las principales subcuencas de la cuenca del Limarí.
3. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas del Elqui: Se generó el modelo de pronóstico de caudales de cabecera a escala mensual para la temporada de riego, de las principales subcuencas de la cuenca del Elqui.
4. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas del Choapa: Se generó el modelo de pronóstico de caudales de cabecera a escala mensual para la temporada de riego, de las principales subcuencas de la cuenca del Choapa.
5. Programa de difusión, transferencia y capacitación: Se estableció un programa de difusión y transferencia para potenciar el uso de la información generada en los programas de gestión de las organizaciones de regantes de las diferentes cuencas.

El equipo de trabajo de este proyecto estuvo constituido por profesionales del Laboratorio de Prospección, Monitoreo y Modelación (PROMMRA), perteneciente al Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena, liderado por el Dr. Pablo Álvarez Latorre.

2. Objetivo y Propósito del Proyecto.

2.1. Objetivo del Proyecto.

El proyecto busca contribuir a disminuir la incertidumbre hídrica del sector agrícola en la temporada de riego, a través de la programación anticipada de dotaciones, desmarques o caudales de distribución.

2.2. Propósito del Proyecto.

Implementar y transferir información hidrológica anticipada de la temporada de las principales cuencas de cabecera de los ríos Elqui, Limarí y Choapa, para programar la distribución de dotaciones.

3. Productos Desarrollados.

- Plataforma web de pronóstico de caudales para las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa.
- Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas de Limarí.
- Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas de Elqui.
- Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas de Choapa.
- Programa de difusión, transferencia y capacitación.

4. Actividades Desarrolladas.

El proyecto consideró el desarrollo de 5 componentes y un total de 22 actividades, las cuales se detallan a continuación.

a. Componente 1. Plataforma web de pronóstico de caudales cuenca Elqui, Limarí y Choapa.

- a.1. Generación de la estructura y base de datos de la plataforma web.
- a.2. Desarrollo general de la plataforma web.

b. Componente 2. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas del Limarí.

- b.1. Determinación del modelo de elevación digital para cada cuenca/subcuenca.
- b.2. Recopilación, análisis y explotación de la información de suelo, clima, agrícola que requiere el modelo.
- b.3. Determinación de los puntos de control de cada cuenca y subcuenca.
- b.4. Desarrollo del modelo de caudales de cabecera de la cuenca del Limarí.
- b.5. Calibración del modelo de caudales de cabecera de la cuenca del Limarí.
- b.6. Generación de los escenarios de pronóstico para la temporada en la cuenca del Limarí.
- b.7. Habilitación del modelo de la cuenca del Limarí a la plataforma web.

c. Componente 3. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera de las principales cuencas del Elqui.

- c.1. Desarrollo del modelo de caudales de cabecera de la cuenca del Elqui.
- c.2. Calibración del modelo de caudales de cabecera de la cuenca del Elqui.
- c.3. Generación de los escenarios de pronóstico para la temporada en la cuenca del Elqui.
- c.4. Habilitación del modelo de la cuenca del Elqui a la plataforma web.

d. Componente 4. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera de las principales cuencas del Choapa.

- d.1. Desarrollo del modelo de caudales de cabecera de la cuenca del Choapa.
- d.2. Calibración del modelo de caudales de cabecera de la cuenca del Choapa.
- d.3. Generación de los escenarios de pronóstico para la temporada en la cuenca del Choapa.
- d.4. Habilitación del modelo de la cuenca del Choapa a la plataforma web.

e. Componente 5. Programa de difusión, transferencia y capacitación.

- e.1. Seminarios.
- e.2. Cartillas Divulgativas.
- e.3. Boletines.
- e.4. Talleres de Capacitación.

5. Resultados por componente.

a. Componente 1. Plataforma web de pronóstico de caudales cuenca Elqui, Limarí y Choapa.

Este componente tuvo objetivo diseñar e implementar una plataforma web de pronóstico de caudales para las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa, considerando que esta debería ser capaz de alojar los resultados de los pronósticos de caudales. Para ello se generó la estructura, base de datos y esquematización de la plataforma web.

Se definió una estructura para la base de datos en función de la información manejada, en base al uso de un Modelo de Entidad Relación (MER), para luego definir la interrelación de los datos visualizados en la plataforma (base de datos relacional). Además, se definió el ciclo de vida de la plataforma, el cual es de tipo iterativo e incremental, la cual permite obtener versiones funcionales de la plataforma web, en cada iteración (actualización).

Una vez definida la arquitectura general de la plataforma web, así como de la base de datos, se procedió a elaborar los esquemas generales de la misma con las secciones más importantes. Por medio de las actividades de difusión ligadas al proyecto, se generaron procesos de retroalimentación entre los potenciales usuarios y el equipo desarrollador de manera de ejecutar cambios e incorporar variables de uso real.

La estructura básica de la plataforma web consiste en:

- **Menú principal**, ubicado en la parte superior de la pantalla, donde se ubican los accesos a las opciones: inicio, proyecto, cuencas modeladas, situación hídrica, transferencia, acerca de y contacto.

- **Secciones (3)**, ubicadas en la página de inicio de la plataforma web y que muestra información relevante como panorama hídrico (volúmenes embalsados a la fecha), pronóstico de caudales y caudales basales de las cuencas de cabeceras más importantes para Elqui, Limarí y Choapa.
- **Situación Hídrica**, esta opción presente dentro del menú principal presenta 4 niveles de análisis, que corresponden a: situación embalses, pronóstico general, pronóstico detallado y reportes. Esta opción aloja la totalidad de resultados de los pronósticos de caudal y otras variables hidrológicas de importancia.

La plataforma se encuentra operativa y disponible y puede ser visitada en www.proq.prommra.cl

b. Componente 2. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas del Limarí.

El modelo de pronóstico de caudales de cabecera para las principales cuencas del Limarí, constó de 7 etapas, las que permitieron diseñar y desarrollar los componentes e insumos necesarios para el desarrollo del modelo.

Para la determinación del modelo de elevación digital para cada cuenca/subcuenca, se utilizaron las estructuras de datos Modelos de Elevación Digital (DEM) y los Sistemas de Información Geográficos (SIG), con el fin de realizar la descripción de la red hídrica y delimitación de cuencas y subcuencas, donde posteriormente se identificaron las subcuencas de cabecera y se procedió a realizar sus curvas hipsométricas, delimitación de pisos altitudinales y orientación de laderas de estas.

La etapa de recopilación, análisis y explotación de la información de suelo, clima, agrícola que requiere el modelo, se realizó para las subcuencas de cabecera de la Región de Coquimbo, sirviendo como insumos para la modelación WEAP. Esta información consideró los diferentes procesos hidrológicos que interactúan en la cuenca, pudiendo así caracterizar de buena forma la dinámica hídrica de cada una de las zonas (precipitación, evapotranspiración, escorrentía superficial, flujo base, percolación, entre otros).

Los elementos de entrada del tipo climáticos son precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, fracción de nubosidad, latitud, punto de derretimiento, punto de congelamiento. Por otro lado, los elementos de entrada de uso de suelo son el área, kc, capacidad de agua del suelo, capacidad de agua profunda, factor de resistencia a la escorrentía, conductividad en la zona de raíces, conductividad profunda y la dirección preferencial de flujo. Estos parámetros definen el comportamiento e interacción del agua con el suelo.

La determinación de los puntos de control de cada cuenca y subcuenca, se realizó por la elección de los puntos de salida de cada subcuenca representados por estaciones fluviométricas, las que sirvieron como base para definir los puntos de control de cada área de contribución hídrica de las principales cuencas de la Región de Coquimbo. Estos puntos son de interés hidrológico y permiten conocer los caudales en un momento determinado; además de ser un insumo útil para alimentar el modelo de pronóstico con series históricas de caudales medios mensuales que el modelo utilizará para comparar cada caudal modelado.

El desarrollo del modelo de caudales de cabecera de la cuenca del Limarí se realizó para tres subcuencas de cabecera, Río Hurtado en San Agustín, Río Grande en Las Ramadas y

Río Tascadero en Desembocadura, a su vez este proceso se desarrolló en tres fases. La primera fue el armado del modelo, consistente en crear las estructuras poligonales que representan el área de la zona de estudio; la segunda fase fue la definición de los parámetros y la inclusión de la información a cada casilla del modelo; y, la tercera fue la estructuración final del modelo, en ella se vinculan los parámetros ingresados con los algoritmos de cálculo.

La etapa de calibración del modelo consistió en obtener una representación de caudales que se asemejara a los datos históricos; para ello fue necesario comparar una serie de caudales observados versus los modelados durante una serie temporal determinada como "Período de calibración", los que fueron evaluados de forma gráfica y estadística.

En la calibración de los modelos de las subcuencas de cabecera de la cuenca de Limarí, se obtuvieron resultados considerados como muy buenos según los diferentes estadígrafos de ajuste de bondad para las 3 subcuencas modeladas, por ejemplo, Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de 0,858, Sesgo porcentual (PBIAS) de -3,96% y la Razón entre el error cuadrático medio y las desviaciones estándar de las observaciones (RSR) de 0,375.

Posteriormente, la generación de los escenarios de pronóstico para la temporada en la cuenca del Limarí, se fundamentó en el establecimiento de escenarios climáticos de precipitación, los que se basaron en los datos históricos registrados por las estaciones meteorológicas de las subcuencas, a partir del rango generado por la variabilidad del Índice Oceánico del Niño según diferentes modelos de predicción disponibles y datos actuales de la temporada.

Las estaciones utilizadas para estas subcuencas fueron Pabellón para el caso de río Hurtado (Lavaderos para datos actuales) y Las Ramadas para río Grande y río Tascadero. Con la generación de estos escenarios de precipitación, más los datos históricos registrados de temperatura media mensual, se pronosticaron los caudales para la temporada para cada subcuenca.

El modelo permite generar predicciones en diferentes escenarios para proyectar la temporada 2016/2017 a una escala mensual, en términos de caudal promedio mensual (m^3/s), volumen mensual acumulado (Mm^3) y volumen por temporada (Mm^3).

Los pronósticos de la temporada 2016/17, muestran que para Río Hurtado en San Agustín se espera un total de $57,2 Mm^3$, de los cuales han pasado $29,2 Mm^3$ y restan $28 Mm^3$, con un caudal promedio mensual de $2,53 m^3/s$.

Para la subcuenca de Río Grande en Las Ramadas se deberían acumular en la temporada $151,64 Mm^3$, de los cuales han pasado alrededor del 50%, con valores de $77,89 Mm^3$ acumulados y $73,75 Mm^3$ faltantes, con un caudal promedio mensual de $8,39 m^3/s$.

Por último, para la subcuenca de Río Tascadero en Desembocadura, se pronostica un total de $34,58 Mm^3$, de los cuales se han observado $21,95 Mm^3$, quedando por pasar $12,63 Mm^3$, con un caudal promedio mensual de $1,63 m^3/s$.

c. Componente 3. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera de las principales cuencas del Elqui.

Se elaboró un modelo que pronosticó los caudales de cabecera de las principales subcuencas de la cuenca del Elqui, a escala mensual para toda la temporada. Los modelos se realizaron en tres fases, armado del modelo, definición de los parámetros y la inclusión

de la información a cada casilla y la estructuración final del modelo, al igual que en la Cuenca del Limarí.

Con el fin de obtener una representación de caudales que se asemeje a los datos históricos de la manera más cercana posible, se efectuó una etapa de calibración, en esta, se obtuvo una representación de caudales que se asemeja a los datos comparando una serie de caudales observados versus los modelados durante una serie temporal determinada como "Período de calibración", para la cuenca del río Elqui se contempló el período 1999 – 2015.

La generación de escenarios de pronóstico para la temporada, se fundamentó en el establecimiento de escenarios climáticos, principalmente de precipitación y temperatura. Para la generación de estos escenarios se utilizaron los registros históricos del índice ENOS, el índice Oceánico del Niño (ONI), los registros históricos mensuales de precipitaciones y el registro histórico de temperatura media mensual de todas las estaciones de la Región de Coquimbo.

Como resultados, se desarrollaron dos modelos de subcuencas de cabecera dentro del área de la cuenca del río Elqui, subcuenca río Cochiguaz en El Peñón y subcuenca de Estero Derecho en Alcohuaz; para la subcuenca río Cochiguaz se generaron 20 nodos y para la subcuenca Estero Derecho se generaron 18 nodos distribuidos en función de la altitud.

En la calibración de los modelos de las subcuencas de cabecera de la cuenca de Elqui, se obtuvieron resultados considerados como muy buenos según diferentes estadígrafos de ajuste de bondad para las 2 subcuencas modeladas, por ejemplo, Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de 0,894, Sesgo porcentual (PBIAS) de -4,25% y la Razón entre el error cuadrático medio y las desviaciones estándar de las observaciones (RSR) de 0,326.

Para la generación de los escenarios de precipitación y los pronósticos de caudales, se utilizaron datos de la estación meteorológica La Ortiga, la cual no tiene sus datos disponibles en línea, por lo tanto, estos fueron correlacionados con la estación Pisco Elqui administrada por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), obteniendo una correlación de 0,91. Con la información del modelo, se generaron pronósticos de caudales para las dos subcuencas (El Peñón, y Estero Derecho), los cuales indican el volumen en Mm³ para la temporada desde Mayo de 2016 hasta Abril de 2017.

El modelo permite generar predicciones en diferentes escenarios para proyectar la temporada 2016/2017 a una escala mensual, en términos de caudal promedio mensual (m³/s), volumen mensual acumulado (Mm³) y volumen por temporada (Mm³).

El último pronóstico generado para la subcuenca de río Cochiguaz en El Peñón y Estero Derecho en Alcohuaz fue en el mes de octubre de 2016, el cual pronostica un volumen de 87,73 Mm³ y 28,52 Mm³, respectivamente, para la temporada 2016/2017.

En la subcuenca del río Cochiguaz, a la fecha, existe un caudal pasante de 2,71 m³/s, equivalente a un volumen mensual acumulado es de 43,18 Mm³, faltando que por esa zona pase en la temporada un volumen de 44,56 Mm³.

En la subcuenca del Estero Derecho, a la fecha, existe un caudal pasante de 0,4 m³/s, equivalente a un volumen mensual acumulado de 15,07 Mm³, faltando que por esta zona pase en la temporada un volumen de 13,44 Mm³.

d. Componente 4. Modelo de pronóstico de caudales de cabecera de las principales cuencas del Choapa.

Para la cuenca de Choapa, fueron desarrollados modelos de caudales de cabecera para las subcuencas de río Illapel en Las Burras y de río Choapa en Cuncumén, el desarrollo siguió la misma estructuración que las cuencas de Limarí y Elqui.

El modelo desarrollado fue sometido a una etapa de calibración para lograr obtener una representación gráfica y matemática de los caudales que se asemejase lo más fielmente a los datos históricos. Lo anterior, se llevó a cabo al modificar de manera correcta el set de parámetros de calibración. Para ello, fue necesaria la comparación de una serie de caudales observados con caudales modelados durante una serie temporal, determinada como "Período de calibración". La calibración tomó en cuenta una aproximación gráfica (gráfico de caudal observado vs modelado, gráfico de la tendencia del caudal observado vs modelado, y gráfico de curva de duración de caudal) y estadística (Gráfico de residuales, tendencia de residuales, distancia de Cook, y bondad de ajuste).

Posteriormente, se procedió a la generación de pronósticos de caudales para las subcuencas de cabecera, lo cual se fundamentó en el establecimiento de escenarios climáticos de precipitación. Al contar con información de los datos históricos más los escenarios de precipitación, se pueden pronosticar los caudales para cada temporada en cada subcuenca del Choapa.

De esta manera, para la subcuenca río Illapel en Las Burras el diseño estableció la generación de 7 nodos distribuidos en función de la altitud, desde los 1.154 a los 4.295 m.s.n.m; mientras que para la subcuenca río Choapa en Cuncumén, el diseño estableció la generación de 9 nodos distribuidos desde los 1.186 a los 5.058 msnm.

A continuación, se realizó una calibración de los modelos, para ello se utilizó el periodo comprendido entre mayo de 1990 y abril de 2012, debido a que se tomó la temporada agrícola como parámetro temporal y que en dicho periodo han ocurrido al menos dos sequías significativas. Desde el 2012 a la actualidad, se consideró como el periodo de validación del modelo.

Se lograron desarrollar escenarios de precipitaciones basados en los valores ONI para el periodo comprendido entre mayo y octubre del 2016, generando posteriormente los pronósticos de caudales de cabecera para las respectivas subcuencas, elaborando cada escenario y pronostico bajo 4 escenarios diferentes (base, pesimista, moderado y optimista), los cuales determinaron las probabilidades de precipitaciones según registro históricos de cada subcuenca y su relación con los valores ONI.

Las medidas de bondad que mayor relevancia tuvieron para el afinamiento del modelo, fueron el sesgo porcentual (PBIAS), la raíz del error cuadrático medio y la desviación estándar (RSR), el estadígrafo de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE), índice de concordancia (d), y el coeficiente de correlación de Pearson (r). De esta manera, los modelos sin calibrar para ambas subcuencas mostraron valores poco ajustados y sub-dimensionados, teniendo muy mal desempeño. Posterior a la calibración, todos los estadígrafos mejoraron a un nivel muy aceptable, teniendo una concordancia matemática muy buena entre lo modelado y lo observado.

El modelo permite generar predicciones en diferentes escenarios para proyectar la temporada 2016/2017 a una escala mensual, en términos de caudal promedio mensual (m^3/s), volumen mensual acumulado (Mm^3) y volumen por temporada (Mm^3).

Según el pronóstico generado con los datos actualizados en octubre, para la subcuenca río Illapel en Las Burras, se espera un caudal que fluctuó entre $2,2 m^3/s$ para el mes de noviembre del 2016 y $0,8 m^3/s$ para el mes de abril del 2017, lo que equivale a $53,2 Mm^3$ en la temporada.

Para subcuenca río Choapa en Cuncumén, se espera un caudal que fluctuó entre $20,9-22,6 m^3/s$ para el mes de noviembre del 2016 y $3,4-3,5 m^3/s$ para el mes de abril del 2017, equivalente a $300 Mm^3$.

e. Componente 5. Programa de difusión, transferencia y capacitación.

En el marco del programa de difusión, transferencia y capacitación del proyecto, se llevó a cabo un programa de difusión y transferencia, el cual centró sus actividades en el desarrollo de talleres, seminarios, cartillas y boletines divulgativos y publicaciones periódicas en prensa escrita y digital.

Durante la ejecución del proyecto, el equipo técnico a cargo realizó un total de nueve talleres, tres en cada cuenca estudiada (Elqui, Limarí y Choapa), los cuales tuvieron el objetivo de presentar la iniciativa, sus avances y sus productos finales; siendo de estos el más importante la plataforma web de pronóstico de caudales de cabecera, también denominada como "Plataforma PRO-Q".

A través de estas actividades, los académicos e investigadores expusieron los pronósticos de caudales del inicio de la temporada 2016/17, una actualización de este, y por último el pronóstico final para la presente temporada agrícola.

El objetivo de llevar a cabo este programa fue transferir, capacitar y difundir los resultados parciales y finales a todos los beneficiarios de la iniciativa para que así puedan tomar sus decisiones entorno a la gestión hídrica de manera más informada e incluso, adelantada. De esta forma, a través de correos electrónicos y en formato impreso, todo el material de difusión del proyecto, fue distribuido entre los beneficiarios del proyecto.

Dentro de estos se encuentra la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes (JVRE), la Junta de Vigilancia del río Grande, Limarí y sus Afluentes (JVRC), Junta de Vigilancia del río Choapa y sus Afluentes (JVRC), la Corporación Regional de Desarrollo Productivo (CRDP), la Sociedad Agrícola del Norte (SANAG), Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta (ACER). Estas entregas también consideraron a los participantes de los talleres realizados durante la ejecución del proyecto.

Para potenciar el posicionamiento territorial del proyecto, se diseñó una imagen corporativa que incluyó un logo, pendón y tríptico, herramientas que permitieron vincular a la comunidad con el proyecto, además de diferenciarla de otras iniciativas. A esto también se suman siete ediciones de boletines divulgativos que, de manera menos técnica y lúdica, fueron presentando periódicamente avances y resultados de la iniciativa. Además, se realizaron una serie de comunicados de prensa, entrevistas, notas y publicaciones que permitieron dar realce al proyecto, su ejecución y resultados por medios masivos como prensa escrita y plataformas digitales.

Finalmente, se programó el seminario de cierre del proyecto para el día 14 de diciembre en el Campus Limarí de la Universidad de La Serena en la ciudad de Ovalle. Este lugar fue

escogido por contar con el equipamiento y espacios necesarios para desarrollar una actividad de manera cómoda y sin inconvenientes.

6. Sostenibilidad.

La actualización y mantención de la plataforma web, será responsabilidad del Laboratorio de Prospección Monitoreo y Modelación de Recursos Agrícolas y Ambientales (PROMMRA) dependiente del Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena.

Para ello se establece como período de actualización de pronósticos los 10 primeros días del mes que se desea pronosticar, idealmente se espera contar con la actualización la primera semana del mes pronosticado. Sin embargo, en caso de eventos de precipitaciones importantes y que ameriten un ajuste en los pronósticos, se espera publicar dichos resultados con un desfase no mayor a una semana. Los pronósticos de caudales y reportes hidrológicos serán generados mensualmente durante todo el período comprendido entre mayo – abril (temporada agrícola).

7. Proyecciones.

Se espera que la plataforma se posicione como una herramienta para la toma de decisiones en todas las organizaciones de usuarios de agua de la región, considerando la importancia que recae sobre la toma de decisiones informada y oportuna. Además, esta plataforma aporta con la información y periodicidad necesaria para la reducción de la incertidumbre en la gestión de los recursos hídricos, tanta a nivel de cuenca, organizacional y productivo.

Finalmente, la plataforma y los insumos que son generados, pueden considerarse como un aporte a la gestión de las organizaciones gubernamentales como la Dirección General de Aguas, la Dirección de Obras Hidráulicas, entre otras, para potenciar la toma de decisiones, la planificación y la inversión relacionada con la gestión y administración de los recursos hídricos.

8. Impactos.

- En términos de impacto las organizaciones de regantes del Limarí y Elqui han integrado las predicciones como un antecedente para la distribución de la temporada y la expectativa de "reserva" o comportamiento de la disponibilidad para la siguiente temporada.
- El análisis de los resultados de las predicciones junto a los antecedentes históricos de caudales de las cuencas, volúmenes almacenados en los embalses y otros integrados en forma de exponer los resultados han permitido ajustar las expectativas de disponibilidad hídrica en el propio contexto local.
- La plataforma se establece como un referente en la generación de pronóstico de caudales, apoyando a las OUA's en la gestión y administración de los recursos en sus áreas de influencia. La disponibilidad de información anticipada o futura, permite a las OUA's y regantes ajustar los manejos en sus temporadas, ya que se dispone de rangos de disponibilidad, ayudando a reducir la incertidumbre y operando en escenarios reales de oferta hídrica.

9. Conclusiones.

- Los modelos hidrológicos desarrollados para las cuencas de cabecera consideradas en la Región de Coquimbo presentan estadígrafos en rangos bueno y muy bueno lo que permite utilizar estos modelos hidrológicos como herramientas para conocer los caudales medios mensuales en los puntos de control establecidos para cada zona de estudio.
- En los hidrogramas reales y modelados se reproduce adecuadamente el desfase entre el periodo de precipitaciones (meses de invierno) y el periodo posterior correspondiente al derretimiento de la nieve y el desarrollo del caudal basal al término de la temporada. Este desfase permite utilizar el modelo hidrológico como una herramienta para la simulación predictiva de caudales. Todo esto en función de cuatro escenarios de precipitación que se ajustan a los valores reales al término del invierno.
- La definición de cuatro escenarios de precipitación (base, optimista, moderado y pesimista) son suficientes para incorporar la máxima variabilidad de caudales mensuales y de volúmenes totales por temporada. Dicha variabilidad se reduce al término del invierno permitiendo la convergencia de los caudales en todos los escenarios. Esto se debe a que las precipitaciones de los escenarios con reemplazadas por valores efectivamente ocurridos lo que implica que el rango de variabilidad se limita a los meses finales del invierno cuyo aporte al total de precipitaciones es menor.