



ESCUELA DE
OFICIOS

Facultad de Ciencias Agrarias

Curso para Inspectores/as de Cauce y Tomeros/as

GESTIÓN INTEGRADA DEL
RECURSO HÍDRICO

Aspectos Legales | Oferta | Demanda | Distribución



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS
AGRARIAS**

IRRIGACIÓN
Agua que da vida

Oferta

Y EL MARCO INSTITUCIONAL DEL AGUA



16 de Marzo
2023
9:00 - 13:30



Bloque de Aulas
FCA - UNCuyo
Alte. Brown 52
Luján de Cuyo



Guillermo Cúneo
Ing. Agrónomo
DGI

OBJETIVOS

- » Entender el marco institucional de la gestión del agua en Mendoza.
- » Abordar temas legales que influyen en la gestión del recurso hídrico.
- » Comprender la oferta del agua y su transformación en un plan de erogación.
- » Desarrollar el concepto de cuenta de agua a los diferentes niveles de la distribución.
- » Generar capacidades para la programación de turnos.

INTRODUCCIÓN 09:00 - 09:15 BIENVENIDA EN AUDITORIO

Bienvenida. Entrega de material y detalles de jornada.
Objetivos generales: "Oferta y Marco Institucional del Agua".

MÓDULO TEÓRICO 09:20 - 10:30 **A ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL | AGUSTÍN SPERIDIONE**

Marco Legal y Administrativo del Departamento General de Irrigación

- › Concesiones, permisos, categorías de derecho y tipo de usos.
- › Competencia de Superintendencia y el HTA con respecto a las IC.
- › Obligaciones y funciones del DGI.
- › Normativa vigente sobre distribución del recurso hídrico.
- › Fuentes de financiamiento para inspecciones. Requisitos legales.

Marco Legal y Administrativo de las Inspecciones de Cauce (IC)

- › Obligaciones y funciones del IC, tomero, regante, etc.
- › Organigrama de las Inspecciones de Cauce.
- › Limpieza de cupos.
- › Control de contaminación en los cauces.
- › Distribución a recreativos y loteos (resoluciones).

10:35 - 10:50 BREAK

11:00 - 12:20 **B EVALUACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA | GUILLERMO ARREGHINI**

- › El Sistema de Información Hidronivometeorológico (SIH).
- › Boletín Diario de Información Hidronivometeorológica.
- › Pronóstico de escurrimiento anual.
- › Indicadores e Índices de Sequía (IDE, ICE).
- › Planes de erogación.

MÓDULO PRÁCTICO 12:20 - 13:00 **C PROGRAMADOR DE RIEGO | MATÍAS ROSELLÓ - FEDERICO WITTENSTEIN**

Utilización del programador de riego:
<https://programadorderiego.cloud.irrigacion.gov.ar/>

CIERRE 13:00 - 13:30 INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Actividad de integración de conocimientos.

A1 MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO DEL DGI

A.1.1. Concesiones y permiso. Categorías de derecho y tipos de uso.

Concesión

Si bien en la doctrina jurídica no hay una uniformidad respecto a su naturaleza jurídica, lo cierto es que la concesión otorga al particular, un “derecho subjetivo” de índole administrativo, que permite **usar privativamente del agua concedida en la medida en que ésta esté disponible**. (Art. 124 - Ley de Aguas).

Permiso

Implica una mera tolerancia de la administración al uso del recurso público por un particular. Es decir, es esencialmente **precario** y puede ser **revocado en cualquier tiempo**. Vínculo inestable y débil, sometido al cumplimiento de deberes y obligaciones bajo pena de caducidad pasible de ser modificado, y hasta extinguido por razones de mérito, oportunidad o conveniencia. No es indemnizable. (art. 97 inc. B, ley N° 9.003, permiso de uso del dominio público, o un derecho que ha sido otorgado expresa y válidamente a título precario: son revocables por razones de oportunidad).

La concesión se distingue del permiso por:

- a. Su naturaleza:** la **concesión** importa un derecho subjetivo en favor del concesionario; en tanto el **permiso** otorga a su titular un interés legítimo, en la medida que solo implica una tolerancia por parte de la administración al uso del agua.
- b. Órgano Concedente:** en la legislación de la provincia de Mendoza, la **concesión** de uso especial de agua se otorga por ley de la legislatura, mientras que el **permiso** es facultad de la administración (Superintendencia). En cuanto al uso del **agua subterránea**, el **permiso** es otorgado por Superintendencia, mientras que la **concesión** es otorgada por el Honorable Tribunal Administrativo.
- c. Tiempo de Duración:** la **concesión** se otorga con carácter “indefinido” (Art. N° 132 - Ley de Aguas); mientras que el **permiso** se otorga por un tiempo limitado, conforme lo establece la Resolución N° 944 H.T.A. En **aguas subterráneas**, atento al otorgamiento de concesiones realizadas a partir de la Resolución N° 751/17 H.T.A, las **concesiones** se están otorgando generalmente con plazo de 50 años.
- d. Revocabilidad:** la **concesión**, al incorporarse al patrimonio del concesionario, no puede ser dejada sin efecto por oportunidad, mérito o conveniencia, salvo caso de expropiación y previa indemnización (Art. N° 117 - Ley de Aguas).

Categorías de derechos

- **Definitivos y Eventuales**

La Ley de Aguas de 1884, determino **la obligación** de todo propietario/a de un terreno con derecho en uso actual y efectivo, de **presentarse ante la autoridad hídrica**, a fin de registrar el número de hectáreas cultivas; y así, obtener el correspondiente título.

Estos usos, son los que dieron lugar a las denominadas concesiones Definitivas.

Fuera de los derechos preexistentes a la Ley de Aguas, todo el que quiera aprovechar el agua publica, deberá contar con expresa concesión de autoridad competente, no pudiendo otorgarse nuevas concesiones o reconocerse derechos en perjuicio de los derechos adquiridos en forma preexistente.

Ley de Aguas, y artículos que prohíben el otorgamiento de nuevas concesiones, salvo a título eventual:

Art. N° 18	Art. N° 105
Art. N° 19	Art. N° 118
Art. N° 22	Art. N° 129
Art. N° 23	

Estas concesiones, a diferencia de las definitivas, solo pueden ser servidas una vez abastecidas las definitivas.

Por lo expuesto, en Mendoza, surge la **distinción legal** entre los actuales usuarios del agua en Mendoza, quienes presentan un derecho de agua a la sanción de la Ley de Aguas, que son titulares de **derechos definitivos y gozan de prerrogativa de ser servidos** con preferencia a los otorgados con posterioridad, es decir los **derechos eventuales**.

*En la práctica, tanto **derechos definitivos** como **derechos eventuales** son suministrados simultáneamente, aunque con un coeficiente diferente.*

- **Permisos precarios**

La Ley de Aguas no prevé el otorgamiento de “permisos”. Sin embargo, la Administración ha establecido su potestad para otorgar este tipo de **autorizaciones precarias**, fundando tal atribución en la administración del recurso hídrico que corresponde al Departamento General de Irrigación, en virtud del artículo N° **188** Constitución Provincial y **189** de la Ley de Aguas.

El **permiso precario** otorga al permisionario, un interés legítimo, en la medida en que solo implica una mera “tolerancia” por parte de la administración al uso del agua. Es revocable, aunque la jurisprudencia ha fijado límites claros para que el ejercicio de tal decisión resulte legal. (Suprema Corte de Justicia de Mendoza in re Srbovic, Marcelo Alejandro y Ot. C/ Departamento General de Irrigación s/ APA.)

Finalmente, a partir de la sanción de la Resolución N° 477/00 H.T.A., modificada por Resoluciones N° 944/06, 186/08; 706/12 y 635/12 HTA, se reglamentó el otorgamiento de **“permisos precarios” por parte de la Superintendencia**.

A.1.2 Competencia de la Superintendencia y el Honorable Tribunal Administrativo con respecto a las Inspecciones de Cauce

Existen distintas competencias que tienen tanto Superintendencia como el Honorable Tribunal Administrativo con respecto a las Inspecciones de Cauce, pero estas no alteran ni modifican la autonomía propia de las Inspecciones de Cauce.

*La Fiscalización de **Inspecciones de Cauce**, como de las **Asociaciones**, está a cargo del Departamento General de Irrigación, como bien lo indica el Artículo N° 23 de la Ley N° 6405. El mismo artículo, detalla la **división de tareas**, entre la Superintendencia y el Honorable Tribunal Administrativo.*

El Honorable Tribunal Administrativo, está facultado para:

1. Aprobar el **presupuesto anual** de gastos y cálculo de recursos y las rendiciones de cuentas presentadas por las inspecciones de cauces y las asociaciones;
2. Efectuar los **controles** de legitimidad de la ejecución presupuestaria y de las rendiciones de cuentas de las inspecciones y asociaciones;
3. Aprobar los **estatutos** de las asociaciones de inspecciones, así como también las modificaciones posteriores;
4. Requerir la exhibición de libros y documentos que estime necesaria, solicitar **informes** y disponer investigaciones de oficio o a petición de parte;
5. Llevar un registro de las **autoridades** electas y la duración de sus cargos;
6. Verificar el cumplimiento de los **recaudos** exigidos para ser designados autoridades;
7. Designar veedores de las **asambleas** generales de usuarios, sean ordinarias o extraordinarias;
8. Propiciar la activa **participación de los usuarios** en la organización y funcionamiento de las inspecciones y asociaciones, en el marco de los principios de coordinación y subsidiaridad;
9. Prestar la **asistencia técnica y financiera** necesaria para el mejor desenvolvimiento de las inspecciones y asociaciones;
10. **Intervenir administrativamente** la inspección o la asociación, de oficio o a petición de los usuarios, cuando existan causas graves que así lo justifiquen;
11. Aplicar las demás disposiciones que integran el **régimen legal** de las aguas de la provincia.

El Superintendente General de Irrigación y los Subdelegados de Aguas, dentro de sus respectivas jurisdicciones, ejercen las funciones de:

1. Vigilar el cumplimiento de las **atribuciones, deberes y funciones** asignadas a las inspecciones y asociaciones, cuidando de no entorpecer la regularidad de sus respectivas administraciones por las autoridades legítimamente constituidas;
2. Disponer **inspecciones** o verificaciones de carácter técnico que tengan por objeto asegurar el normal escurrimiento de las aguas y el adecuado funcionamiento hidráulico de las obras de conducción;
3. Asistir **técnicamente** a las inspecciones y asociaciones en todo lo atinente a la optimización del uso del recurso y su preservación;
4. Ejecutar acciones de **asistencia** y fomento, tendientes al mejoramiento de la gestión participativa del recurso hídrico;

5. Compatibilizar y facilitar a las inspecciones de cauces y a las asociaciones de inspecciones la información registral y contable necesaria para el adecuado funcionamiento de las mismas;
6. Aplicar las demás disposiciones emergentes a la legislación en la materia.

Actividad compartida entre **Superintendencia** y el **Honorable Tribunal Administrativo**, dependiendo la materia, es la Facultad reglamentaria que ostenta el Departamento General de Irrigación.

En cuanto a la competencia en el **sistema de elección** de los **Inspectores de Cauce**, se destacan las siguientes facultades reglamentarias establecidas en el Ley N° 5302:

El Honorable Tribunal Administrativo, está facultado para:

1. Fijar el día de realización del acto.
2. Aprobar o desaprobar, dentro de los sesenta (60) días de su realización.
3. Designar de Oficio autoridades si el acto eleccionario fuera anulado o no hubiera postulantes.
4. Designar de oficio autoridades, en caso de acefalia, una vez que se produzca luego de cumplido el sistema de sucesión de autoridades.
5. Suspender, destituir e intervenir a las Inspecciones de Cauce.

Superintendente General de Irrigación, está facultado para:

1. Designar las autoridades del Comicio, ejercer el contralor del acto y dictar la reglamentación al efecto.

A.1.3 Obligaciones y funciones del DGI

El **Departamento General de Irrigación**, es el sucesor institucional del “Departamento de Aguas”, creado por la Ley de Aguas de 1884.

Por mandato constitucional, (art. N°188 de la Constitución Provincial), es el único administrador del recurso hídrico provincial, entendiendo con exclusividad en todos los asuntos referidos a la materia hídrica.

Las **Inspecciones de Cauce**, son consorcios públicos no estatales conformados por los usuarios del agua.

Estas instituciones, constituyen un novedoso sistema de descentralización de doble grado, donde no sólo se ha desmembrado del poder ejecutivo la función estatal sobre las aguas, otorgándose la misma a un ente extrapoder (el DGI), sino que también se ha separado hacia los consorcios de usuarios la gestión operativa o distribución desde los canales menores.

El DGI asienta su independencia en cuatro pilares:

1. Autarquía Financiera: es el rasgo más importante, ha contribuido a la independencia y le da la posibilidad de manejar sus propios recursos sin depender económicamente ni de partidas presupuestarias de la Legislatura, ni de ejecuciones de las mismas que disponga el Poder Ejecutivo.

Anualmente, el DGI dicta su presupuesto (H. Tribunal Administrativo art 26 ley N°322), donde constan los recursos con los que cuenta y los respectivos gastos, siendo la máxima expresión de la autarquía financiera. Así lo expresa nuestra Constitución Provincial en su art N° 196: “El Departamento General de Irrigación sancionará anualmente su presupuesto de gastos y cálculo de recursos”.

2. Decisiones no revisables por otro órgano de la Administración Central: las resoluciones que dicte los Subdelegados de Agua (como apelación de lo que dicte el Inspector de Cauce); las resoluciones que dicte el Superintendente (como apelación de lo decidido por los Subdelegados), las resoluciones que dicte el Honorable Consejo de Apelaciones (como apelación de lo decidido por el Superintendente) y las decisiones que dicte el Honorable Tribunal Administrativo, en materia de aguas subterráneas, (se prevé en el art N° 6 de la ley 4036, el recurso de revocatoria ante el mismo órgano), habrá acción procesal administrativa ante la Suprema Corte de la Provincia (art. 19 de la Ley N° 322). Por ello, en ningún momento las decisiones sobre agua son revisables por el poder ejecutivo, ni siquiera a través del recurso de alzada que regula la ley N° 9.003.

Todo esto, propicia la independencia técnica y política del DGI

Art. 188 - Constitución Provincial: “Todos los asuntos que se refieran a la irrigación en la provincia, que no sean de competencia de la justicia ordinaria, estarán exclusivamente a cargo del Departamento General de Irrigación...”

Por otro lado, la palabra **exclusiva** tiene alto significado, porque marca la autonomía del Departamento General de Irrigación.

3. Designación y remoción de las autoridades del DGI: El Superintendente y los miembros del Consejo de Apelaciones, son nombrados por el Poder ejecutivo con acuerdo del Senado (Art N° 189), lo que garantiza un consenso político. Así mismo, la remoción de dichos funcionarios solo puede hacerse a través del “Jury de Enjuiciamiento”. Cabe resaltar, que sus mandatos duran 5 años por lo cual existe una independencia real entre la administración del agua y el poder general de la Provincia.

4. Lus Edicendi: El cuarto pilar de la independencia, deviene de la facultad que ostenta el Departamento General de Irrigación, de dictar normas de funcionamiento interno y externas de carácter obligatorio para toda la población, como máximo exponente del poder de policía de las aguas, cauces, riberas y zona de servidumbre.

A.1.4 Normativa vigente sobre distribución del recursos hídrico

En cuanto a los **criterios legales para la distribución del agua superficial**, podemos tomar dos criterios:

- En función de la cantidad:
 - Por superficie
 - Por volumen
- En función del título Jurídico:
 - Concesiones Definitivas | Eventuales
 - Permisos precarios | Temporarios

La **Ley de Aguas** constituye que, en toda concesión de aprovechamiento de aguas públicas, se debe determinar la cantidad que corresponda. Establece como máximo, hasta uno y medio litros por segundo por hectárea (47.000 m³ ha/año), cuando sea un derecho para riego. (Artículo N°122)

En épocas de escasez, como la que vivimos actualmente, en que los caudales no alcanzan para una dotación permanente de un litro por segundo para cada hectárea de terreno de regadío, se establece el aprovechamiento por turno entre todos. (Artículo N°162)

La **Ley N° 386**, en su artículo N°1 encomienda a la autoridad hídrica (DGI), a proyectar las obras de irrigación, en el concepto de que el uso del agua sea en cantidad suficiente, por hectárea, para llevar las necesidades a que se la destina.

La **Ley N° 430**, establece que las tierras cultivadas dentro de su régimen, mantendrán el carácter de riego eventual, “mientras no se verifique el aforo de los ríos y arroyos, y se determine la cantidad de agua que corresponde por cada hectárea, según la naturaleza del terreno y la clase de cultivos existentes.

La finalidad de esta norma, se encaminaba para poder llegar al aforo de los ríos y por el estudio de las tierras y clase de cultivos, así el agua se distribuya en forma metódica, en función de lo que a cada hectárea corresponda.

Resolución N° 147/14 Honorable Tribunal Administrativo

Establece la convocatoria a **Asambleas extraordinarias** en cada Inspección de Cauce de la Provincia, a celebrarse en forma concomitante con las Asambleas Ordinarias previstas por la ley N° 6405, para que los/las Usuarios/as presentes, discutan y aprueben propuestas sobre acciones y medidas que pretenden ejecutar durante el año siguiente, relativas a la distribución del recurso hídrico, como así también, al mantenimiento de la red de riego.

- **Asamblea ordinaria de Mayo:** El/la inspector/a de Cauce, presentará para su aprobación por los usuarios que comparezcan, la Implementación del Plan Anual de Distribución hídrica, detallando la ejecución del Programa de Turnado, en función de los caudales reales, los ajustes efectuados por diversas contingencias, formas de medición y regulación para la entrega de caudales.
- **Asamblea ordinaria de Octubre:** El inspector de Cauce, presentará para su aprobación por los usuarios que comparezcan, la “Propuesta Anual de Distribución Hídrica, presentando el cronograma de turnado previsto”, debiendo describir los criterios generales utilizados para determinar las asignaciones de tiempo y volúmenes de caudales, en función del Pronóstico de Escurrimiento de los Ríos, Presentado por el DGI; y justificando los coeficientes, frecuencias y factores de compensación de entregas, según las categorías de derechos y superficies al día.

Resolución N° 1610/22 Superintendencia | Cuenta de Agua

Resolución nueva que propone “acordar” entre las **Subdelegaciones** y las **Inspecciones de Cauces** un plan de distribución primaria, con el fin de lograr mayor flexibilidad, garantizando la igualdad y transparencia de la información, mediante el registro de las láminas consumidas.

*La **Cuenta de Agua**, implica un acuerdo entre cada Subdelegación de Aguas y/o Jefatura de Zona y las Inspecciones de Cauce, sobre el agua para riego que se les asignará en cada año agrícola, de acuerdo a la oferta hídrica disponible para la temporada, sus hectáreas (ha SI) y en función de las necesidades de los cultivos existentes.*

Para hacer efectiva esta modernización del tradicional modelo de distribución rígida, a uno más flexible y adaptativo, fue necesario implementar en cada Subdelegación, acciones tendientes a “contar” los volúmenes parciales en cada canal en cada turno, para así acumularlos y lograr la igualdad de volumen por hectárea al final de la temporada, teniendo como única restricción la de asignar el agua en función de sus hectáreas al día en el pago de los tributos hídricos.

El objetivo es estructurar la entrega del recurso hídrico a partir de los conceptos de **igualdad, flexibilidad y transparencia**, y con ello lograr una gestión de embalses equilibrada, a los fines de asegurar la sustentabilidad del recurso, atendiendo a las particularidades de cada cuenca.

A.1.5 Fuentes de Financiamiento para Inspecciones: Requisitos Legales

Antes de hablar de las fuentes de financiamiento para las Inspecciones de Cauce, es importante repasar las opciones de recursos con que ellas cuentan:

- **Prorrata:**
 - **General:** es la tarifa que corresponde al cauce por HA, según los usos y hectáreas que correspondan;
 - **Adicional:** Reembolsos de obras.
- **Otros recursos:** Comprende los Recursos Extraordinarios y los excedentes financieros. En estas partidas, se incluyen los Recursos en concepto de permisos temporarios o precarios a otorgar en el ejercicio futuro.
- **Ejercicios Vencidos:** son los créditos a cobrar el 31 de Octubre en concepto de derecho de riego. Cada inspección, debe ingresar el porcentaje estimado de recaudación.

Fondo de Inversión para Inspecciones y/o Asociaciones de Inspecciones de Cauce de la Provincia.

Actualmente, la fuente de Financiamiento para Inspecciones de Cauce, se encuentra aprobado por Resolución N° 756/17 del Honorable Tribunal Administrativo, y reglamentado por Resolución N° 600/18 de Superintendencia y modificatorias. Dicho fondo, tiene por finalidad asistir financieramente a las Inspecciones y Asociaciones de Inspecciones de Cauce que deseen realizar obras de infraestructura en la red de riego, adquirir maquinarias pesadas y/o realizar otras inversiones que mejoren el funcionamiento de las mismas.

La Resolución N° 900/22 del H.T.A. - Presupuesto de Gastos y Cálculo de Recursos Año 2023, en su Artículo 47° establece la partida asignada al Programa Inversiones en Cauce (PIC).

- Que para el año 2023, y por medio de la Ley Provincial N° 9.434 se crea el “Programa Mendoza Activa Eficiencia”. Dicha ley, tiene el objeto de acelerar la reactivación de las actividades económicas en la Provincia de Mendoza que se relacionen con la eficiencia energética, hídrica y de riego, mediante el otorgamiento de reintegros en créditos fiscales, aportes no reembolsables y tarjeta de consumo (billetera virtual).
- Que el Subprograma “Mendoza Activa Eficiencia Hídrica” cuenta con el monto de Pesos Quinientos Millones con 00/000 (\$500.000.000,00) destinado a otorgar Aportes No Reembolsables a las Inspecciones y/o Asociaciones de Cauce.
- Que resulta loable destacar que, por primera vez en la Provincia de Mendoza, las Inspecciones y/o Asociaciones son sujetos pasibles de ser beneficiados con créditos de la provincia. En este caso en particular, recibirán un reembolso del 40% del total de la obra realizada. Dicha devolución se realizará el 25% en efectivo y el 15% en billetera virtual, al momento de finalizar la obra y/o adquisición del equipamiento y/o maquinaria.

A2 MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO DE LAS INSP. DE CAUCE

A.2.1. Obligaciones y funciones del Inspector/a de Cauce, Tomero/a, Regante

En materia de distribución del recurso hídrico, la **participación de usuarios/as**, la **descentralización** de actividades en los niveles apropiados y la **democratización** de los sistemas de manejo, son factores determinantes, cuya incorporación en la legislación de Mendoza, facilita el logro de los principios de política hídrica.

En la actualidad, las **Inspecciones y/o Asociaciones de Cauce**, se presentan como **estructuras participativas**, que se conforman ministerio legis con todos los usuarios/as de un cauce. En las mismas, los **usuarios/as** tienen el derecho de elegir democráticamente (y ser elegidos) el cuadro de autoridades del cauce, así como la facultad de establecer el presupuesto de su Inspección, se observa la descentralización administrativa mediante la participación y una concurrencia activa de los usuarios/as y de la sociedad en general.

La **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua y el Medio Ambiente** celebrada en la ciudad irlandesa de Dublín en enero del año 1992, adoptó dentro de sus principios el manejo del agua con un criterio de participación que involucre a usuarios, planificadores y formuladores de políticas.

La **Constitución Provincial de 1916**, va en ese sentido, al establecer que “Las leyes sobre irrigación que dicte la Legislatura, en ningún caso privarán a los interesados de los canales, hijuelas y desagües, de la facultad de elegir sus autoridades y administrar sus respectivas rentas, sin perjuicio del control de las autoridades superiores de Irrigación”.

Inspector/a de Cauce

Tiene amplias y numerosas tareas a su cargo, entre las que se pueden enumerar las establecidas en el Artículo N° 9 de la Ley N° 6.405.

- a. Ejercer la representación **legal** de la inspección;
- b. Proyectar el **presupuesto** anual de gastos y cálculo de recursos de la inspección y confeccionar la rendición de cuentas respectiva;
- c. **Administrar** y **distribuir** el agua en función de los distintos usos y las categorías de los derechos empadronados, con criterios de equidad y eficiencia;
- d. Confeccionar los **cuadros de turnos** respectivos para la entrega de dotaciones de agua, dando debida publicidad a los usuarios;
- e. Ejercer el poder de **policía de las aguas**, sus cauces, riberas y zonas de servidumbre, con los alcances previstos en la ley de aguas;
- f. Resolver en primera instancia, con el carácter de **juez de canal o hijuela**, los conflictos que se planteen entre los usuarios/as con motivo del uso y la preservación de las aguas, con apelación ante el subdelegado de aguas de esta jurisdicción o por el superintendente ante la falta del subdelegado;
- g. Contar con una **registración actualizada** de derechos de agua que contenga: titularidad, tipos de usos, categorías de derechos, dotaciones y vuelcos autorizados;

- h. Poseer un **plano catastral** del área territorial bajo jurisdicción de la inspección con demarcación del recorrido del cauce, ubicación de las tomas generales y derechos empadronados, cultivos existentes, utilización de aguas subterráneas y demás datos conducentes a una mejor eficiencia en la distribución del agua;
- i. Percibir los recursos y **administrar los bienes** de la inspección, llevando a tal efecto los libros de inventarios y de banco;
- j. Designar o **contratar el personal** de la inspección y fijar sus remuneraciones conforme el presupuesto aprobado y disponer su remoción;
- k. Llevar un **libro de actas** donde consten las decisiones y aspectos relevantes de las asambleas y de las reuniones del inspector/a y delegados/as;
- l. Ejecutar las **obras y trabajos necesarios** para el mantenimiento, conservación y mejora de los cauces y determinar la limpieza por cupos;
- m. Disponer la **suspensión de la entrega** de dotación del agua y **aplicar multas** en los casos previstos por la ley de aguas;
- n. Adoptar todas las medidas necesarias para prevenir, impedir y reducir la **contaminación de las aguas** o el deterioro de los cauces y preservarlos de cualquier otro efecto nocivo;
- o. Aplicar las demás disposiciones que integran el régimen legal de las aguas en la provincia y ejecutar los actos autorizados por las autoridades del cauce (asambleas extraordinarias de distribución Resolución N° 147/14 H.T.A.);
- p. Adquirir o arrendar bienes.

En los supuestos especificados en los incisos b) y j), se expresa que se requiere la conformidad del cuerpo de **delegados/as**.

Tomero/a

Esta figura es el emblema de la distribución, conocida en el lenguaje coloquial como el/la “repartidor/a de aguas”. Su trabajo consiste en recorrer recibir y observar cuales son las necesidades de los regantes en cada zona de riego que le corresponde. A esta responsabilidad de captar el agua y repartirla, se suma la de revisar el funcionamiento de las compuertas, verificar la limpieza de cupos y repartir las boletas de turnos.

La labor del Tomero/a es ícono en la cultura del agua, ya que ejerce una tarea imprescindible como es la de hacer posible que cada productor/a cuente con el recurso en su propiedad.

→ Desde los primeros años de la fundación de la ciudad de Mendoza, hacia 1566, ya se había reglamentado el uso y cuidado de los cauces de riego como funciones propias que debía cumplir el **Cabildo**.

→ En **1606** se creó el cargo de Alcalde de Aguas, primera autoridad responsable del riego y distribución del agua y, en los años siguientes, los españoles designaron a las demás autoridades.

→ La **Ley de Aguas**, sancionada en **1884**, determinaba que cada persona que tenía una finca, viñedo o campo, tenía derecho a utilizar agua, pero la misma debía ser administrada en su uso. Por eso las horas de agua que cada finca necesitaba para el riego dependían de la cantidad de hectáreas que estuvieran sembradas. En todo este recorrido aparece la figura del Tomero/a, persona encargada de abrir y cerrar la toma de agua para que llegue a cada finca, viñedo o campo.

El/la Tomero/a, es empleado/a de la **Inspección de Cauce**, que, en la mayoría de los casos, su contratación, se regula por la ley de Contrato de Trabajo.

Regantes

Actor fundamental en la vida del Departamento General de Irrigación y de las Inspecciones de Cauce. Sus obligaciones, se encuentran establecidas en la Ley General de Aguas, y hoy, atento a la nueva normalidad de sequía, se debe velar por que se respeten al máximo. Las mismas son:

1. Poseer **toma y compuerta** reglamentaria en uso.
2. Haber realizado la **limpieza de cupos** de cauces y tener en condiciones la acequia de ingreso a la propiedad.
3. Estar al día con el **pago** de los tributos.
4. Cumplir con los **trabajos que ordene la Inspección de Cauce**.
5. Respetar el **turnado** que se le asigna.
6. No volcar **contaminantes** al agua.
7. No utilizar **obstáculos** para derivar agua en los cauces.
8. No afectar a otros **usuarios o inmuebles**.
9. No derivar el agua a terrenos incultos.

A.2.2. Organigrama de la Inspección de Cauce

El organigrama de la Inspección, está establecido en la Ley N° 6.405, que establece como órganos de la Inspección de Cauce a la Asamblea General de Usuarios, al Inspector/a de Cauce, al Cuerpo de Delegados y a la Comisión de Vigilancia.

- **Inspector/a de Cauce:** sus funciones del fueron desarrolladas en el punto anterior.
- **Asamblea General de Usuarios:** tiene la facultad de votar la conformidad al **Presupuesto Anual de Gastos** y Cálculo de Recursos y **Rendición de Cuentas** que presente la Inspección de Cauces del ejercicio anterior. También, puede sugerir aquellas medidas tendientes al mejoramiento de la distribución y utilización del recurso hídrico; disponer la fusión o exclusión y asociación o separación con otras Inspecciones de Cauces; y expedirse sobre los demás asuntos que requieran las autoridades de las inspecciones o determinen esta ley o su reglamentación.
- **Dirección y Administración de las Inspecciones de Cauces:** está a cargo del **inspector/a**, con la asistencia de **tres (3) delegados/a**, como mínimo designados en las formas y condiciones establecidas por la Ley N° 5.302 y 5.664 o las que en el futuro estipule el régimen electoral.
- **Comisión de Vigilancia:** es integrada por **tres (3) usuarios** con sus respectivos tributos al día, elegidos en Asamblea por simple mayoría. Su mandato será de un (1) año de duración, pudiendo ser reelectos. Tendrán como función la fiscalización de la Inspección

- **Asociaciones de Inspecciones de Cauce:** Por último, la ley N° 6.405, contempla esta figura, que siendo sujetos de derecho conformados por la asociación voluntaria de Inspecciones de Cauce, tienen por finalidad el mejor cumplimiento de los fines de las Inspecciones, o la defensa de los derechos y fomento de los intereses de las comunidades de usuarios agrupadas; en la medida que sean compatibles con una administración eficiente del recurso para todos los usos y en procura del bien común zonal.

Su objeto, les permite sugerir y orientar criterios de optimización en la prestación del servicio y en el mejor aprovechamiento y conservación del sistema hídrico zonal; cumplir subsidiariamente todas aquellas actividades de asistencia, promoción y coordinación que superen la posibilidad de ser ejercidas eficientemente por las Inspecciones de Cauces; y estimular la realización de otras actividades afines, que tiendan al desarrollo socio económico regional.

Se constituyen mediante el consentimiento expreso de las Inspecciones de Cauces con voluntad de asociarse, manifestando a través de sus respectivas Asambleas Generales de Usuarios y sin afectar sus autonomías. El Departamento General de Irrigación emitirá el acto aprobatorio respectivo.

Debe destacarse especialmente que las **Asociaciones** no conforman una “autoridad” administrativa –ni superior ni inferior- distinta a la Inspección de Cauce. Es sólo una **estructura administrativa o burocrática** de la que puede valerse el Inspector/a de Cauce y los regantes para el mejor cumplimiento de su función. La mejor escala económica que puede implicar una Asociación facilita que los Inspectores que la conforman puedan valerse de ella para encontrar asistencia técnica, jurídica, contable y administrativa suficiente para cumplir su labor.

A.2.3. Limpieza de Cupo

La limpieza de Cupo, está regulado en el Título VI –De los Canales de Riego- de la Ley de Aguas.

Artículo 144 - Ley de Aguas

La limpieza de los canales se hará por los que rieguen con ella en lo que lo disponga el Departamento de Aguas, avisándose a los vecinos con ocho días de anticipación, para cuyo efecto deba tener cada vecino la parte que le corresponda en proporción al número de hectáreas que riega y de la extensión del canal que aproveche.

Entiéndase que el Art. 144 de la Ley de Aguas vigente quiere decir: que todos los interesados de un canal, hijuela, desagüe u otro cauce cualquiera, desde sus arranques hasta sus confines, deben contribuir a los gastos de su limpieza, conservación y demás pensiones, en proporción al número de hectáreas que cada uno riegue, sin distinguir su situación topográfica”.

Texto aclarado por ley del 25/08/1885

La **limpieza de los canales**, es una carga que **recae en los usuarios**. El art. N° 144, en su redacción original, limitaba esa carga a la denominada “limpieza de Cupo”, pero la Ley aclaratoria de 1885, extendió el alcance de la obligación a la contribución proporcional de los gastos de limpieza, conservación y demás pensiones del canal. Esto es parte del régimen económico - financiero del agua en Mendoza, el que ha logrado la autosustentabilidad de la gestión del recurso hídrico.

La limpieza del canal se ha organizado a través de cuatro (4) métodos distintos, de acuerdo al criterio que disponga cada Inspección dentro de su funcionamiento autárquico:

- **Fijación de “cupos”:** es decir, la asignación de un tramo determinado del canal a cada propiedad con derecho de agua, proporcional al derecho que tiene cada una en su beneficio, para ser limpiado por el titular de dicha propiedad en forma personal o, a través de sus dependientes, durante la época de corta anual, que establecen los arts. 27 y 28 de la Ley de Aguas.
- **Fijación de la fecha en que se hará la limpieza:** cada propietario con derecho de agua, debe poner a disposición de la Inspección de Cauce, un número de obreros proporcional a su derecho.
- **Fijación de un monto en el presupuesto de la Inspección de Cauce:** este gasto será para afrontar la limpieza de cupo, el que será soportado por todos los usuarios en proporción a su derecho.
- **Excepcional:** en caso de disponibilidad de máquina o por cualquier otro hecho extraordinario, el Departamento General de Irrigación, podrá realizar la limpieza de cupos, a exclusivo cargo y costo de los regantes, en forma proporcional.

Con la aclaración de la **Ley de 1885**, los usuarios no sólo deben afrontar las tareas de limpieza, sino la plena **sustentabilidad económica de los gastos de los cauces**.

Este manejo económico, es concordante con la administración establecida en el art. N° 187 de la Constitución Provincial, que asegura a los usuarios la administración de las rentas del canal.

La determinación de tales rentas, las realizan los regantes dentro del régimen regulado por los arts. N°5, 11 y 12 de la Ley N° 6405, es decir a través de la Asamblea de Usuarios, con la que debe contribuir al autofinanciamiento de los costos de operación y mantenimiento de los canales.

A.2.4. Control de contaminación en los cauces

Como se nombró anteriormente, es **función y obligación** de la **Inspección de Cauce**, “adoptar todas las medidas necesarias para prevenir, impedir y reducir la contaminación de las aguas o el deterioro de los cauces y preservarlos de cualquier otro efecto nocivo”.

Actualmente, las Inspecciones de Cauce realizan la limpieza de cupos de sus cauces. Son ellos los que

retiran todos los residuos orgánicos y artificiales dentro de sus canales, para permitir el normal escurrimiento del recurso hídrico. Sin embargo, de la clasificación enunciada en el párrafo anterior, existe un **gran problema de contaminación en los cauces**, dado que la población deposita en ellos, los residuos sólidos urbanos o domiciliarios y las inspecciones de cauce, que poseen una traza en alguna parte urbana, sufren esto a diario.



Se sacan anualmente en los cauces una gran cantidad de basura y se destina a este tipo de tareas un gran porcentaje del presupuesto.

Por ello, se debe trabajar para pasar de una **acción pasiva**, a una **acción preventiva**, apoyar o generar campañas de **concientización** o colocación de **cartelería** o **trampas** de basura, que ayuden a reducir esta contaminación en los cauces.



Otra forma de **acción preventiva**, es la **denunciar**. Nuestro código penal establece la siguiente acción tipo: Capítulo IV Delitos contra la salud pública. Envenenar o adulterar aguas potables o alimentos o medicinas.

Artículo 200 - Código Penal

Será reprimido con reclusión o prisión de TRES (3) a DIEZ (10) años y multa de PESOS DIEZ MIL (\$ 10.000) a PESOS DOSCIENTOS MIL (\$ 200.000), el que envenenare, adulterare o falsificare de un modo peligroso para la salud, aguas potables o sustancias alimenticias o medicinales destinadas al uso público o al consumo de una colectividad de personas.

Artículo 201 - Código Penal

Las penas del artículo precedente se aplicarán al que vendiere, pusiere en venta, suministrare, distribuyere o almacenare con fines de comercialización aguas potables, sustancias alimenticias o medicinales o mercaderías peligrosas para la salud, disimulando su carácter nocivo.

Artículo 201 bis - Código Penal

Si como consecuencia del envenenamiento, adulteración o falsificación de aguas potables o sustancias alimenticias o medicinales, resultare la muerte de alguna persona, la pena será de DIEZ (10) a VEINTICINCO (25) años de reclusión o prisión; si resultaren lesiones gravísimas, la pena será de TRES (3) a QUINCE (15) años de reclusión o prisión; si resultaren lesiones graves, la pena será de TRES (3) a DIEZ (10) años de reclusión o prisión.

A.2.5. Distribución a recreativos y loteos (resoluciones)

Usos Especiales

La gran diferencia entre el uso común y especial, es que esta última procura aumentar la esfera de acción y el poderío económico del hombre, y es concedido por la autoridad de aplicación (permiso o concesión).

Artículo 115 - Ley de Aguas

En las **concesiones de aprovechamiento especiales** de aguas públicas, se observará el siguiente orden de preferencia:

1. Abastecimiento de poblaciones
2. Abastecimiento de ferrocarriles
3. Riegos
4. Molinos y otras fábricas
5. Estanques para diversos o criaderos de peces

El presente artículo establece el **orden de prioridades** en el otorgamiento de la concesión. El establecimiento de dicho régimen, supone la escasez del recurso hídrico como un desequilibrio entre la oferta y la demanda.

Las prioridades, resultan de un sistema de preferencias, basado en una política determinada que ha considerado cuales son los usos de mayor conveniencia al interés general para cada caso, ya sea ante la escasez de un recurso para satisfacer todas las demandas, o ante la mayor conveniencia económica ambiental de un uso determinado, Por ello, esta determinación de prioridades es realizado por leyes humanas que responde a políticas de estado.

El artículo precedente es un **sistema legislativo rígido o fijo**, esto quiere decir que la ley establece un **sistema de preferencias** que **no puede ser alterado por el Administrador**. Es el sistema imperante en la mayoría de las provincias argentinas y el adoptado por el legislador mendocino. Si bien otorga seguridad jurídica, evitando situaciones de arbitrariedad por cambios injustificados de prioridades, presenta como inconveniente su falta de adaptabilidad a las circunstancias cambiantes. A consecuencia de esta rigidez, el orden de preferencia solo puede ser modificado a través de un trámite de reforma legislativa.

En consecuencia, actualmente subsisten como **prioritarios** usos que responden a necesidades de la época de su sanción (abastecimiento de ferrocarriles, por ejemplo) y que hoy en día no está vigente. Por ello, debe entenderse este vocabulario a las modalidades actuales, por ello la expresión molinos debe atenderse como cualquier actividad basada en la fuerza cinética.

Artículo 116 - Ley de Aguas

Dentro de cada clase serán preferidas las empresas de mayor importancia y utilidad; en igualdad de circunstancias, las que antes hubieran solicitado el aprovechamiento.

El orden de preferencia que establece el art. N° 115, es aplicable entre solicitudes de aguas para distintos usos. Para el caso de concurrencia de solicitudes del mismo uso, el art. N°116, permite al administrador (en este caso el D.G.I), aplicar el criterio de “Mayor abundancia y utilidad” del emprendimiento. Ante esta igualdad de circunstancias, será preferida aquella que primero hubiera solicitado, es decir se aplica el axioma romano “prior tempore, prior iure” (primero en el tiempo, primero en el derecho).

Uso Recreativo

El uso recreativo tiene por objeto el aprovechamiento de aguas, riveras y playas de ríos o cuerpos de agua embalsada para fines de esparcimiento, deportivos, recreación o turísticos.

Dentro del uso recreativo como uso especial, podemos encontrar:

- El uso no consultivo del agua (como por ejemplo la navegación), y
- Los usos consultivos (riego de jardines ornamentales, llenado de pileta).

Resolución N° 512/17 - Honorable Tribunal Administrativo

Ante los procesos de urbanización y su interacción con la gestión del agua, y las nuevas previsiones incorporadas al régimen jurídico por el Código Civil y Comercial, aprobado por Ley N° 26.994, se impone la configuración de conjuntos inmobiliarios regidos bajo un régimen de propiedad horizontal especial, en que tales complejos urbanísticos son caracterizados por su cerramiento, partes comunes y privativas. Esto impone, la unificación de la gestión (en este caso del agua) en sectores comunes y privativos. Por ello, la presente resolución, busca adaptar las previsiones el sistema hídrico y su reglamentación específica, a efectos de que resulte compatible con las nuevas previsiones normativas.

Por ello, los conjuntos inmobiliarios conformados como propiedad horizontal especial en los términos del Código Civil y Comercial de la Nación, se regirán por el presente régimen en lo que se refiere a la satisfacción de los derechos y/o permisos de uso de aguas públicas que presentes sus espacios comunes y privativos.

El sistema de riego de cada conjunto inmobiliario, deberá contemplar una toma común para abastecer la totalidad de suministro que corresponda a los derechos y/o permisos de uso de agua en unidades funcionales y espacios comunes que lo integran.

La totalidad de derechos y/o permisos que correspondan a las áreas que integran el conjunto inmobiliario como un todo no escindible, serán suministradas en la referida toma (esto es lo que llamamos “entrega de agua en bloque”).

Resolución N° 513/17 - Honorable Tribunal Administrativo

La presente resolución, se dictó con la necesidad de solucionar la problemática y la dispersión normativa que existía en materia de certificación de factibilidad en loteos y fraccionamientos.

Las obras de carácter hídrico a realizarse por parte de los desarrolladores de loteos y fraccionamientos o conjuntos inmobiliarios, deben tener como fin, mitigar la incidencia o interferencia que produzca el emprendimiento en los cauces de riego o desagües, garantizando el libre escurrimiento de las aguas de riego, resguardando la calidad del recurso e incrementando las posibilidades del uso de aguas de riego para espacios verdes y lotes, mediante la realización de sistemas de riego con tecnologías modernas.

Los recurrentes, deben presentar cierta información que se encuentra bien detallada en la resolución, pero entre las que se destaca la presentación de propuesta del sistema de riego interno de las fracciones o lotes.

Las **Subdelegaciones o Jefatura de Zona**, emitirán el Certificado de Factibilidad de Riego y Desagües.

Las **Inspecciones de Cauce**, deberán inspeccionar el cumplimiento de las condiciones impuestas por el Certificado de Factibilidad durante la ejecución del loteo, debiendo ordenar la paralización de las obras o demolición de aquellas que interrumpan el libre escurrimiento de las aguas o incumplan las órdenes emanadas de la Autoridad de Aguas y sin perjuicio, que también, están habilitadas para colocar las sanciones que correspondan.

Una vez cumplimentadas las obras, previo control de todas las condiciones impuestas, se emitirá el Certificado Final y habilitará en consecuencia, las obras que hayan sido programadas.

- La ejecución, inspección y certificación de las obras o cumplimiento de condicionamientos, podrá ser en forma total o parcial a consideración del subdelegado o jefe de zona.
- La presente resolución, fue reglamentada por la Resolución N° 560/18 de Superintendencia.

Escaneando el **código QR** podrá acceder a la Ley 6405 y resoluciones mencionadas en el presente apartado.



B EVALUACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA

El recurso hídrico en Mendoza es escaso, es decir la demanda de agua supera la oferta; y la necesidad de agua para la población, el riego, la energía, etc., supera a la cantidad de agua disponible por nieve y lluvia. Frente a este escenario, no podemos modificar la oferta, ya que ésta depende de la meteorología y la hidrología, pero sí podemos intervenir y actuar sobre la demanda y la distribución del recurso hídrico. Sin embargo lo que sí se puede hacer es estudiar todos los fenómenos y procesos intervinientes en la hidrología, para luego conocer y predecir la Oferta Hídrica y, en base a ello, tomar decisiones operativas.

En este módulo se explicará la **infraestructura**, los **estudios** y los **procesos** vinculados al análisis de la **Oferta Hídrica**, y se mostrarán los resultados de dichos estudios los cuales tienen incidencia en la toma de decisiones.

El análisis busca responder: ¿Cuánta agua tenemos disponible?

En primer lugar, se presenta la infraestructura con la cual se obtienen los datos necesarios para los estudios, llamado **Sistema de Información Hidronivometeorológica (SIH)**. Luego se explica un reporte diario de los datos obtenidos mediante el SIH, que es el **Boletín de Información Hidronivometeorológica**. Avanzando en los estudios de la información disponible, se dan los conceptos principales de elaboración del **Pronóstico de Escurrimientos Anual** y cómo condensar la información en los Índices de Sequía. Por último, se muestra uno de los productos de toma de decisiones que surge a partir de todo el estudio de la Oferta Hídrica, que son los **Planes de erogación** que emiten las Subdelegaciones de Aguas.

B.1. El Sistema de Información Hidronivometeorológica (SIH)

¿Cómo se obtienen los datos necesarios para estudiar la Oferta Hídrica?

En la Provincia de Mendoza, la fuente de agua para consumo, riego, energía, turismo, etc. proviene de la nieve precipitada en la Cordillera de Los Andes y Cordillera Frontal, que escurre a través de ríos y arroyos, hasta el punto de aprovechamiento (presa o dique) o se infiltra recargando acuíferos. Por lo tanto, para conocer la Oferta Hídrica se necesitan datos sobre la precipitación nívea, las condiciones de fusión (dado por parámetros meteorológicos), y el escurrimiento resultante (caudales).

Antes, estos datos eran obtenidos por **lectura directa** o por **medición directa** del personal técnico encargado. Los de la **nieve**, con Carreras Nivométricas y Nivómetros totalizadores, que eran leídos diariamente por un operario que estaba en la zona exclusivamente para ese fin. Y los datos de **caudales** eran leídos desde las escalas limnimétricas o eran calculados mediante aforos directos por personal técnico en el lugar.

Luego, en 1997, el Departamento General de Irrigación comenzó la instalación de una red de componentes de infraestructura civil y electrónica para lograr la medición en **tiempo real** de los Parámetros Hídricos de la Provincia de Mendoza. A esta red se le denominó **Sistema de Información Hidronivometeorológica (SIH)**, y fue instalada por el Departamento de Hidrología de Sede Central en colaboración con los Departamentos de Gestión Hídrica de las Subdelegaciones.

Hoy en día el **SIH** cuenta con:

- 9** ESTACIONES NIVOMETEOROLÓGICAS CON TECNOLOGÍA SATELITAL
- 7** ESTACIONES DE AFORO DE RÍOS CON TECNOLOGÍA RADIAL O SATELITAL
- 26** ESTACIONES DE AFORO EN ARROYOS NATURALES CON TECNOLOGÍA RADIAL

B.1.1. Medición de nieve

La medición que se toma en cuenta para la gestión del recurso hídrico no es la altura de nieve que hay en una cuenca, sino la cantidad de agua que hay en ese manto de nieve. Dicha cantidad puede variar de acuerdo a la densidad que presente la nieve en distintos puntos. No es lo mismo la nieve recién caída, como polvo, que la capa de nieve ya compactada cercana al hielo. Por ello se define el **Equivalente Agua Nieve (EAN)** como la cantidad de agua que se obtendría de la fusión completa de una muestra de nieve, se expresa generalmente en [mm]. En Figura 1 se muestra un ejemplo.

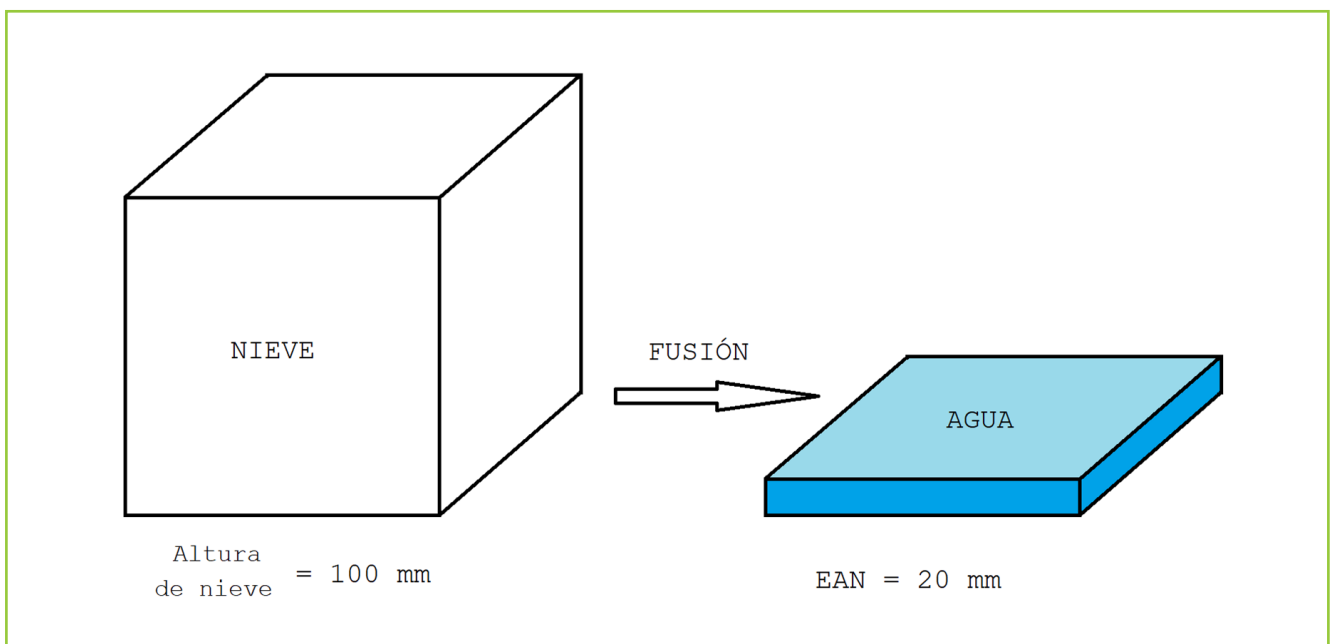


Figura 1. Ejemplo de conversión de altura de nieve a Equivalente Agua Nieve (EAN).

La medición del EAN consiste en pesar la nieve acumulada sobre 4 colchones de acero rellenos de alcohol metílico o snow pillow (Figura 2). Cuando varía la presión sobre los snow pillow de acuerdo al peso de la nieve acumulada sobre ellos, un sensor de presión mide esta variación y posteriormente se calcula el EAN correspondiente. En algunas de las estaciones se cuenta directamente con una balanza que indica el peso de nieve sobre ella (Figura 3). Una vez que se conoce el peso de la nieve, ya sea por snow pillow o por balanza, se calcula la altura de agua equivalente (EAN), ya que se conoce el área de la superficie de apoyo y la densidad del agua.



Figura 2. Snow Pillow antes de ser cubierto con membrana para protección.



Figura 3. Balanza de nieve.

Además de medir el EAN, para una correcta interpretación de la meteorología y nivología, se mide temperatura del ambiente, temperatura del suelo, humedad ambiente, velocidad de viento, dirección del viento y radiación solar.

Las mediciones se realizan con instalaciones en alta montaña en **Estaciones Remotas** (RTU), entidades autónomas que poseen paneles solares. Su principal tarea es captar la información de los sensores, integrarla y almacenarla en su memoria. Luego, en forma diaria, la información es transmitida por satélite a una Estación Maestra (FIU). En Figura 4 se muestra una de las estaciones pertenecientes al SIH-DGI y en Figura 5 se muestra un esquema básico de la red telemétrica explicada.

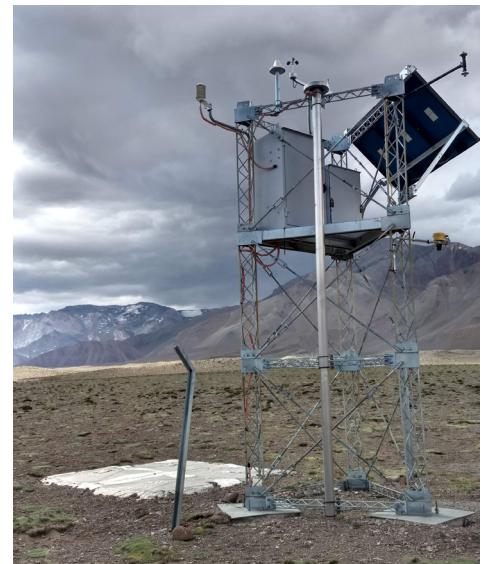


Figura 4. Estación Nivometeorológica del SIH-DGI.

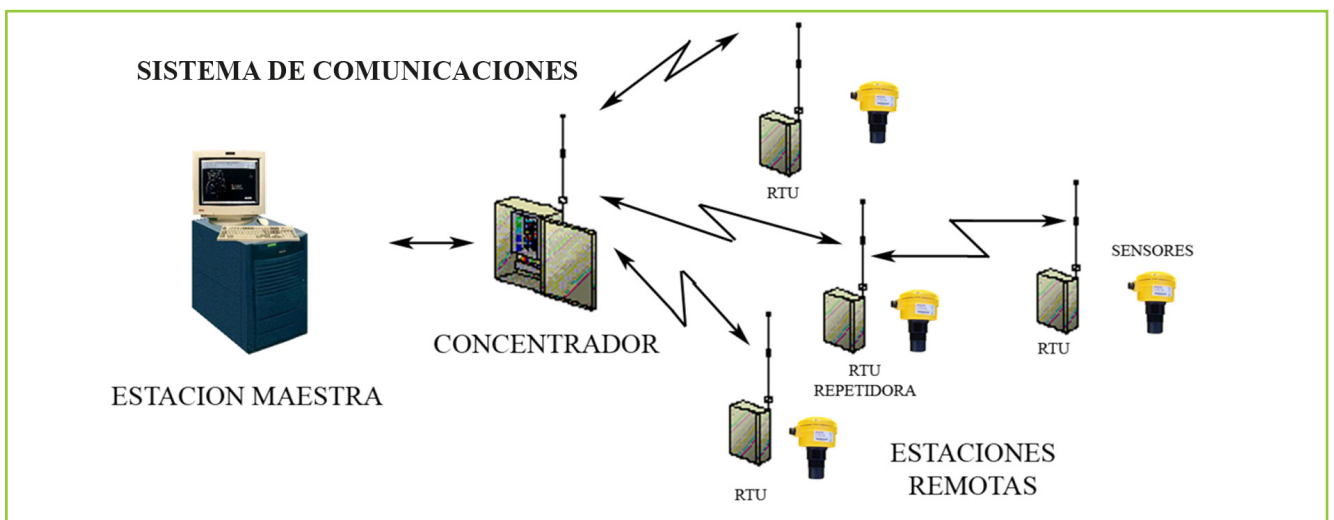


Figura 5. Esquema básico de la Red Telemétrica del SIH.

Como se mencionó antes, el SIH cuenta con **9 estaciones remotas de nieve** ubicadas en puntos estratégicamente elegidos en cada una de las cuencas de la Provincia. Estas estaciones se muestran geográficamente en Figura 6 y se detallan en Tabla 1.

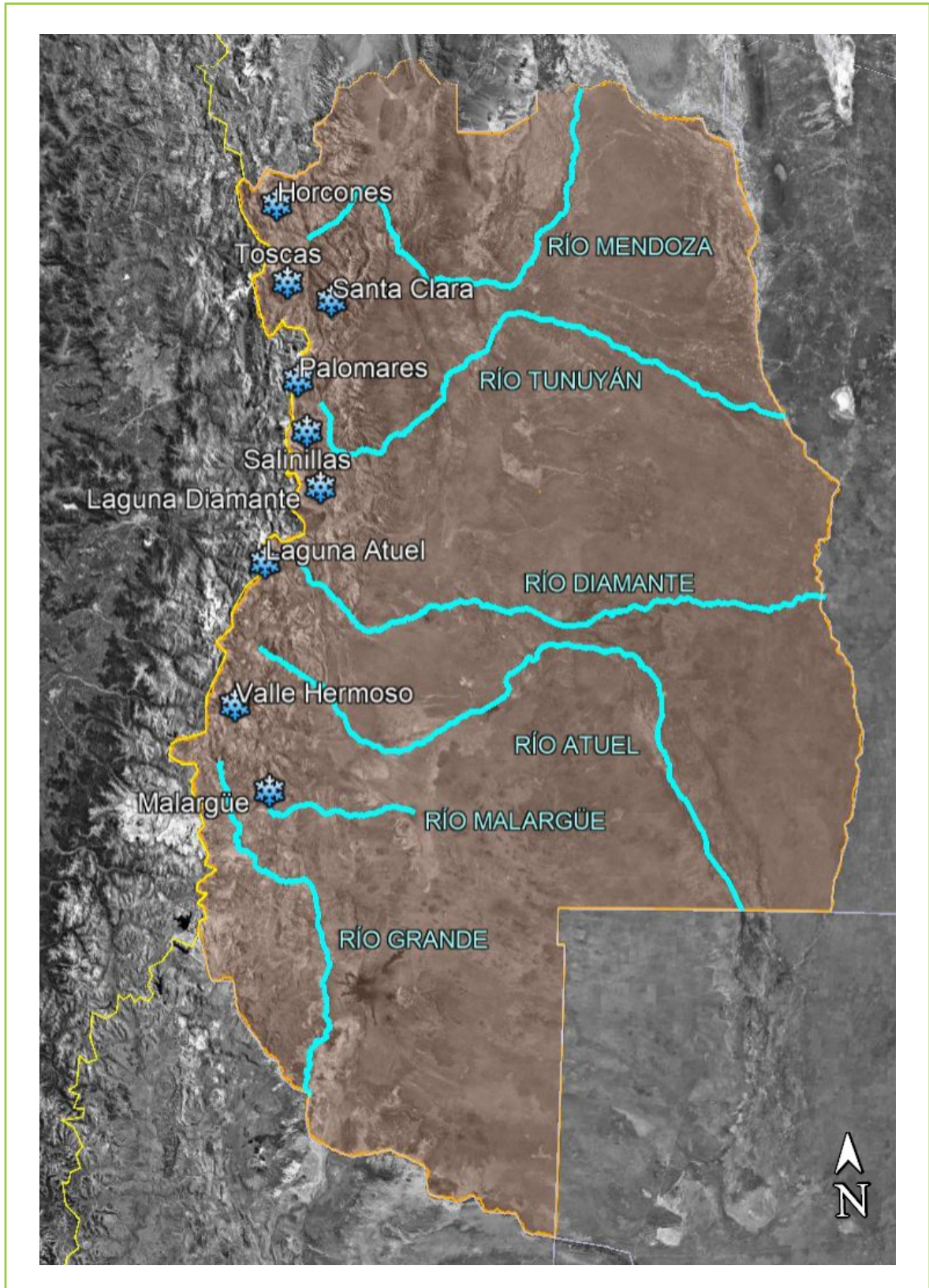


Figura 6. Ubicación geográfica de las estaciones remotas nivometeorológicas del SIH.

CUENCA	ESTACIÓN	UBICACIÓN	ALTITUD
Río Mendoza	Horcones	32°47'47.16"S ; 69°56'42.54"O	3 038 msnm
Río Mendoza	Toscas	33° 9'51.18"S ; 69°53'17.84"O	3 100 msnm
Río Las Tunas	Santa Clara	33°14'58.24"S ; 69°38'24.34"O	3 796 msnm
Río Tunuyán	Palomares	33°37'22.08"S ; 69°49'57.70"O	3 210 msnm
Río Tunuyán	Salinillas	33°51'47.70"S ; 69°47'4.20"O	2 616 msnm
Río Diamante	Laguna del Diamante	34° 7'27.62"S ; 69°42'28.45"O	3 300 msnm
Río Atuel	Laguna del Atuel	34°28'35.58"S ; 70° 1'35.70"O	3 600 msnm
Río Malargüe	Malargüe	35°32'37.25"S ; 70° 0'9.86"O	2 305 msnm
Río Grande	Valle Hermoso	35° 8'33.00"S ; 70°12'6.36"O	2 250 msnm

Tabla 1. Estaciones remotas nivometeorológicas del SIH.

Se realiza una campaña anual de mantenimiento y calibración de sensores de las Estaciones Nivometeorológicas del SIH en los meses de verano, y una campaña anual de cateos de nieve al finalizar el invierno para obtener mediciones directas de los parámetros registrados por cada Estación. Esto se hace para mantener en condiciones óptimas las estaciones y corroborar los datos recibidos, dándole un alto nivel de confiabilidad a la información procesada.

B.1.2. Medición de caudales

La cantidad de agua que circula por una corriente superficial (ríos, arroyos y canales) se expresa en volumen por unidad de tiempo. La medida más utilizada es **metros cúbicos por segundo** (m^3/s) o **litros por segundo** (l/s).

Es imposible "medir" directamente un caudal. Por eso los valores de aforos se obtienen por **cálculos** donde se utilizan otras **variables** que **sí** se pueden medir, como el área del cauce, el tiempo de pasaje del agua o la altura de agua que escurre.

Hay dos tipos de aforos:

- **Aforos directos:** se realiza en un punto del cauce y en un **momento instantáneo** (o un período muy corto de tiempo). Lo realiza personal técnico midiendo la sección transversal del cauce y la velocidad de flujo con molinete, datos con los cuales se calcula el caudal.
- **Estaciones de aforo:** se realiza en un punto del cauce y **a lo largo del tiempo**. Para ello se instala una infraestructura civil (sección de aforo) para generar condiciones particulares de flujo, y se construye una curva que relacione la altura de agua medida en una escala instalada en la estación con el caudal que está escurriendo en ese momento (curva de gasto).

A principio de siglo XX se construyó, en cada uno de los principales ríos de la Provincia, una sección de aforo en un punto estratégico.

Antes, los valores de altura de agua quedaban registrados en limnógrafos que dibujaban los valores en una faja de papel continuo enrollada en un tambor giratorio, y esos rollos debían ser renovados periódicamente. A partir del año 1997 con la creación del Sistema de Información Hidronivometeorológica (SIH), se instalaron estaciones telemétricas con tecnología satelital en cada una de las secciones de aforo existentes para poder registrar y transmitir en tiempo real los datos de caudales. En Figura 7 se muestra una estación del SIH.



Figura 7. Estación de aforo La Jaula, Río Diamante.

También, el SIH cuenta con **7 estaciones de aforo de ríos**, ubicadas estratégicamente aguas arriba de los aprovechamientos de los mismos (presas, diques). Estas estaciones registran el valor de **altura de agua**, lo comunican al servidor central, y mediante una fórmula de curva de gasto se calcula el caudal que está escurriendo en ese momento. En Tabla 2 se detallan las estaciones de aforo y en Figura 8 se muestra su ubicación geográfica.

CUENCA	ESTACIÓN	UBICACIÓN
Río Mendoza	Guido	32°54'54.29"S ; 69°14'16.38"O
Río Tunuyán	Valle de Uco	33°46'34.76"S ; 69°16'20.92"O
Río Tunuyán	Costa Anzorena	33°25'59.15"S ; 68°52'17.20"O
Río Diamante	La Jaula	34°40'05.70"S ; 69°19'00.96"O
Río Atuel	La Angostura	35° 5'55.38"S ; 68°52'29.22"O
Río Malargüe	La Barda	35°33'09.48"S ; 69°40'57.29"O
Río Grande	La Gotera	35°52'18.60"S ; 69°53'30.90"O

Tabla 2. Estaciones de aforo de ríos del SIH-DGI.

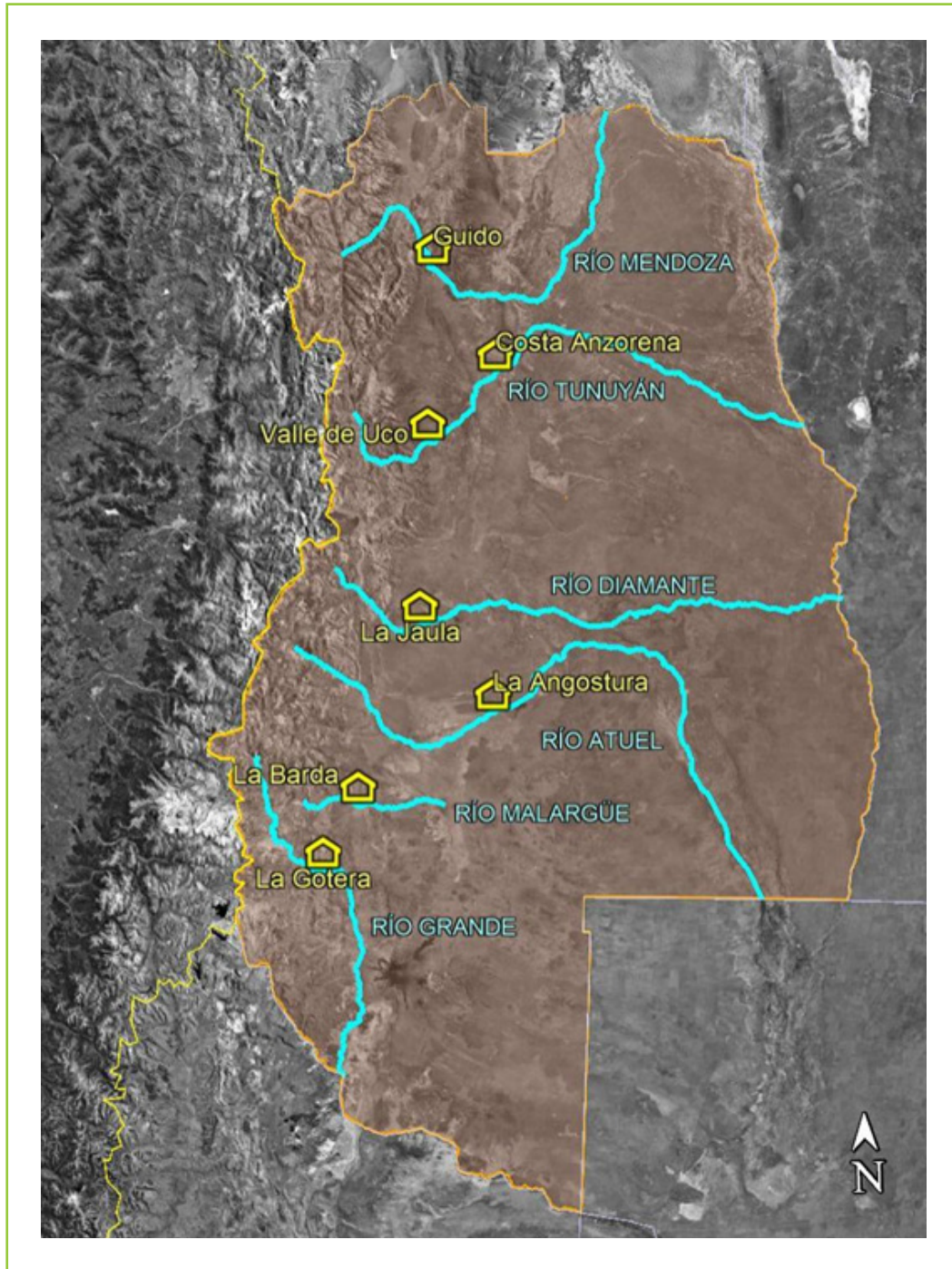


Figura 8. Ubicación de las estaciones de aforo de ríos del SIH-DGI.

Cada estación recibe un mantenimiento **anual** de la electrónica y telemetría para que el registro y transmisión de datos sea realizado correctamente. Además, **mensualmente** se realiza un **aforo directo con molinete**, para verificar la validez de la curva de gasto que se utiliza para convertir la altura de agua en caudal. De esta manera, se garantiza la correcta medición del escurrimiento, obteniendo una serie de datos robusta y confiable.

El SIH cuenta con otras **26 estaciones de aforo en arroyos naturales**, que tienen una tipología similar a la explicada y se utilizan tanto para conocimiento de la Oferta Hídrica como para control de la distribución. Estas, se ubican principalmente en los arroyos del Valle de Uco.

B.2. Boletín Diario de Información Hidronivometeorológica

¿Qué se hace con los datos registrados en las estaciones del SIH?

El principal objetivo planteado para el SIH es obtener información para la gestión del recurso hídrico. Por ello, el Departamento Hidrología diariamente recibe los datos reportados por las estaciones del SIH y además extrae datos estratégicos de otras fuentes: informes diarios de las concesionarias de las Presas y Embalses de la Provincia, datos de caudales informados por Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, reportes de estaciones meteorológicas, etc. Todos esos datos recabados, los procesa, los valida y los recopila en un informe o Boletín Diario.

El Boletín de Información Hidronivometeorológica reporta la siguiente información:

1. **Estado de los embalses de la Provincia:** volumen actual y comparación con la capacidad del embalse según la última batimetría.

VOLUMEN EMBALSE ACUMULADO hm³

Embalse & Río	22 de septiembre 2022	Histórico desde 2010	Capac. MÁXIMA (1)	%
Potrerillos Mendoza	247	312	393	63%
El Carrizal Tunuyán	194	232	322	60%
Agua del Toro y Reyunos Diamante	296	403	540	55%
Nihuil y Valle Grande Atuel	191	219	352	54%

(1) Correspondientes a última batimetría disponible

2. **Estado de los ríos de la Provincia:** caudal medio diario del día anterior y comparación con media histórica. En otro cuadro interno también se compara con la media mensual pronosticada.

CAUDAL MEDIO DIARIO m³/s

Río	21 de septiembre 2022	Histórico
Mendoza	13	22
Tunuyán Valle de Uco Carrizal	7 12	12 17
Diamante	11	17
Atuel	14	23
Malargüe	s/d	8
Grande	33	66

3. **Registros nivometeorológicos de las Estaciones de Alta Montaña**

TABLA N° 4

SITUACION DE LAS CARRERAS NIVOMETRICAS		Equivalente Agua Nieve		Altura media de la nieve m	Presión Media Diaria hPa	Temperat. Media Diaria °C	Humedad Media Diaria %	Viento	
RIO	ESTACIÓN	Tecnología*	mm					Velocidad Media m/s	Dirección Media grados
Mendoza	HORCONES	Balanza	1	s/d	703,32	-3,98	21,14	1,00	171
Mendoza	TOSCAS	Balanza	0	0,00	712,85	-4,00	29,67	5,00	253
Tunuyán	SANTA CLARA	Snow Pillow	0	0,00	637,97	-10,22	21,93	6,25	264
Tunuyán	PALOMARES	Snow Pillow	0	0,00	689,98	-9,50	35,94	6,93	249
Tunuyán	SALINILLAS	Snow Pillow	0	0,00	744,41	-1,04	31,68	1,43	123
Diamante	LAGUNA DEL DIAMANTE	Snow Pillow	196	0,37	677,64	-11,04	64,72	3,44	275
Atuel	LAGUNA DEL ATUEL	Snow Pillow	0	0,00	654,64	-12,79	50,73	8,00	283
Grande	VALLE HERMOSO	Snow Pillow	307	0,53	776,77	-4,08	49,32	0,39	125
Malargüe	MALARGUE	Snow Pillow	0	0,00	772,41	-3,64	48,41	13,23	273

OFERTA

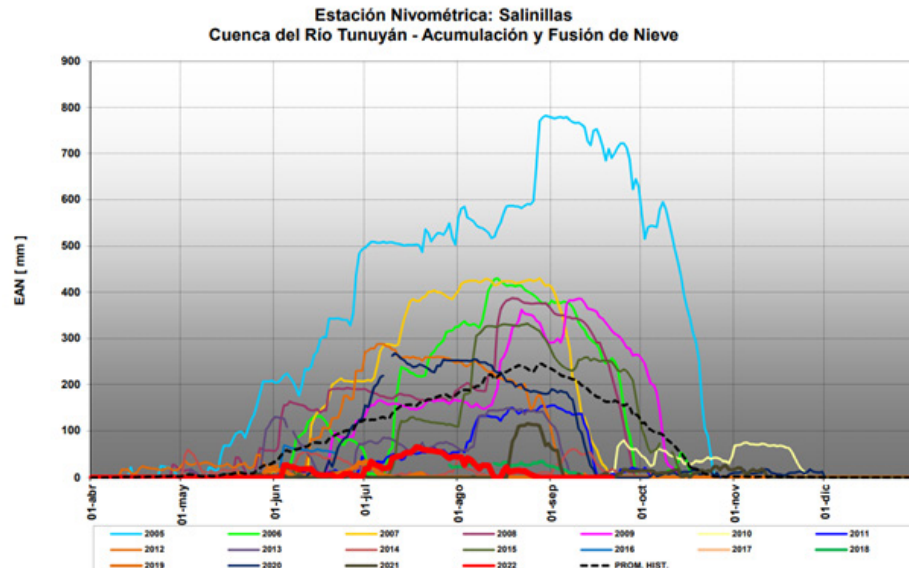
4. Durante los meses de invierno:

- **Estado de la acumulación de nieve en las estaciones nivológicas:** EAN registrado en el día anterior, su comparación con el valor de EAN registrado el mismo día del año anterior, comparación con media histórica diaria y comparación con EAN máximo anual medio.

TABLA N° 5

FECHA	HORCONES	TOSCAS	SANTA CLARA	PALOMARES	SALINILLAS	LAGUNA DEL DIAMANTE	LAGUNA DEL ATUEL	VALLE HERMOSO	MALARGÜE
21 de agosto de 2022	145	116	3	28	15	213	s/d	344	7
22 de agosto de 2022	145	124	7	29	14	212	s/d	342	11
23 de agosto de 2022	144	114	3	30	15	214	s/d	342	19
24 de agosto de 2022	142	110	s/d	29	10	219	s/d	343	18
25 de agosto de 2022	138	102	s/d	28	7	218	s/d	345	19
26 de agosto de 2022	133	97	s/d	25	4	216	s/d	344	15
27 de agosto de 2022	128	92	s/d	22	1	214	s/d	344	11
28 de agosto de 2022	124	87	s/d	19	0	212	s/d	344	6
29 de agosto de 2022	118	83	s/d	16	0	209	s/d	343	12
30 de agosto de 2022	109	73	s/d	19	0	208	s/d	341	15
31 de agosto de 2022	99	64	s/d	18	0	210	s/d	340	15
1 de septiembre de 2022	91	53	s/d	13	0	207	s/d	339	10
2 de septiembre de 2022	83	38	s/d	11	0	206	s/d	342	5
3 de septiembre de 2022	71	21	s/d	9	0	202	s/d	344	9
4 de septiembre de 2022	61	8	s/d	7	0	202	s/d	342	13
5 de septiembre de 2022	47	2	0	6	0	202	0	340	16
6 de septiembre de 2022	23	0	0	6	0	203	0	336	20
7 de septiembre de 2022	1	0	0	5	0	209	0	329	8
8 de septiembre de 2022	1	1	0	0	0	205	0	331	0
9 de septiembre de 2022	0	0	0	0	0	197	0	336	4
10 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	195	0	336	9
11 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	196	0	332	8
12 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	194	0	335	7
13 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	197	0	339	5
14 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	198	0	344	11
15 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	199	0	339	15
16 de septiembre de 2022	1	0	0	0	1	205	0	327	20
17 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	204	0	320	14
18 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	203	0	314	8
19 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	201	0	306	3
20 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	199	0	304	0
21 de septiembre de 2022	1	0	0	0	0	196	0	307	0
Media Histórica Diaria	183	157	8	254	160	336	375	560	13
Relación 2022 a Media Histórica Diaria	0%	0%	0%	0%	0%	58%	0%	55%	0%
Máximo Anual Medio	308	249	81	329	267	405	693	706	64
Relación 21-sep-22 a Máximo Anual Medio	0%	0%	*	0%	0%	48%	0%	44%	* Ac
Valor del 21-sep-2021	1	0	54	18	0	97	s/d	354	0

- **EAN de cada estación nivológica:** se muestra en línea continua de distintos colores los registros de EAN de los distintos años. En línea continua gruesa roja se muestra lo registrado en el año actual. En línea de trazo negra se muestra el registro medio histórico.



B.3. Pronóstico de Esgurrimiento Anual

*Con la información recolectada y procesada,
¿cómo se puede obtener un producto fiable para la toma de decisiones?*

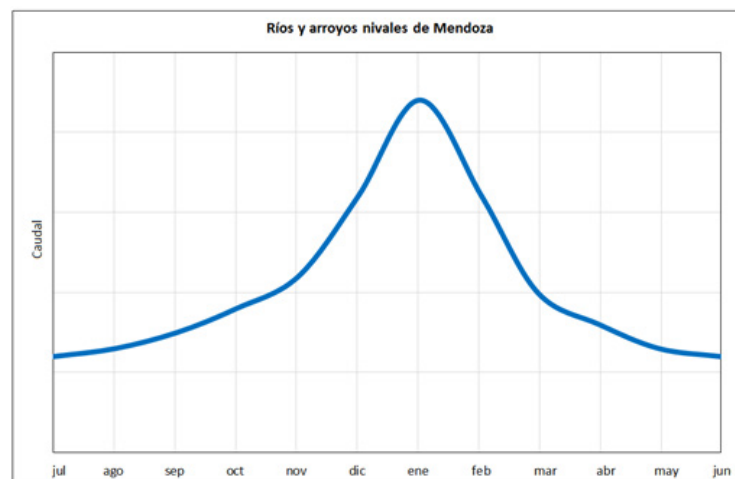
Para planificar y gestionar la distribución del agua es necesario contar con una estimación de la cantidad (volumen) disponible para la temporada siguiente. Para ello, se realiza el “Pronóstico de escurrimientos de los principales ríos de Mendoza”. Este trabajo se publica los primeros días del mes de octubre de cada año, aunque, como se explicó anteriormente, conlleva un trabajo constante de procesamiento, control, calibración y mantenimiento del sistema.

El período de lectura de **acumulación nívica** que se tiene en cuenta se extiende a lo largo de toda la temporada invernal de cada año (**mayo a septiembre**). El **pronóstico de caudales** y volúmenes se realiza para la temporada que se inicia el **1 de octubre** de ese año y finaliza el **30 de septiembre** del año siguiente.

B.3.1. Año hidrológico

La gestión del recurso hídrico maneja períodos denominados “*años hidrológicos*” que son diferentes al año calendario (de enero a diciembre) de acuerdo a la finalidad de los estudios o tareas que se deben realizar:

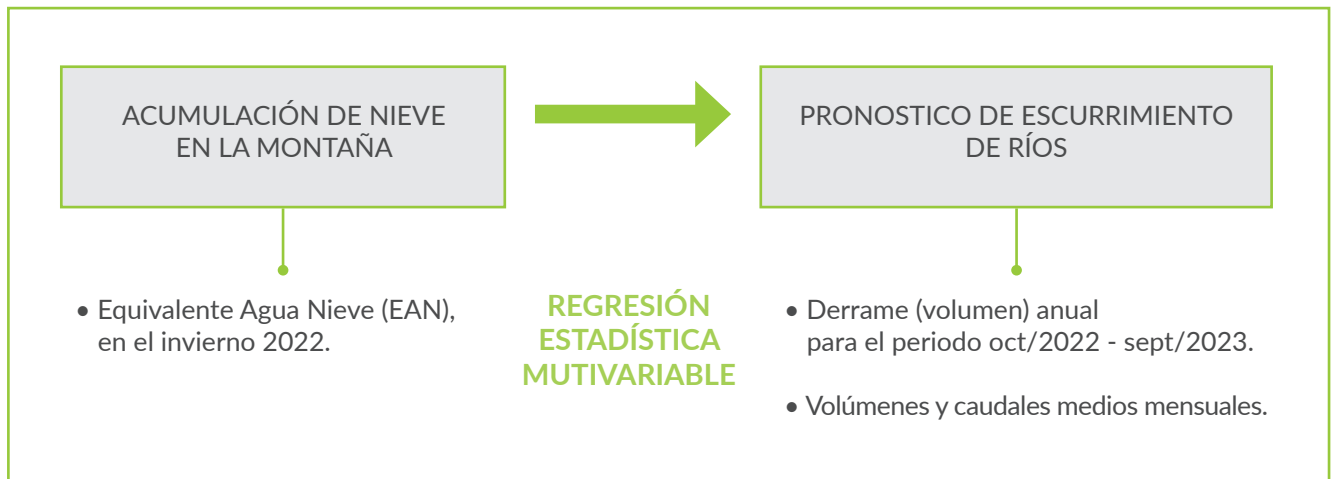
- Cuando se estudia la estadística general de un río, se define **el año hidrológico** entre los meses de caudales bajos históricos. Para **ríos de montaña** de Mendoza el año hidrológico está definido entre **julio de un año y junio del año siguiente**.



- Cuando es necesario planificar cómo van a ser los riegos que se desarrollarán en los próximos 12 meses sobre una zona específica, es necesario “pronosticar” qué caudales pueden bajar por los ríos y cómo van a llenarse/vaciarse los embalses. Como en nuestros ríos estos caudales dependen casi exclusivamente de la nieve que cae cada año en la cuenca, es necesario esperar que precipite toda la nieve en un invierno para saber cuánta agua habrá disponible para regar. Debido a que las nevadas finalizan generalmente a principios de septiembre, el año hidrológico para la planificación y gestión abarca el **período de 12 meses entre octubre de un año y septiembre del siguiente**.

B.3.2. Metodología

La predicción de los aportes de los ríos mendocinos se realiza mediante métodos estadísticos de regresión multivariable de **Equivalente Agua Nieve (EAN)** a fines del período invernal y antes que comience a fundir. Se recuerda que el EAN es la altura de agua, en milímetros, que se obtendría si se derritiera por completo el manto de nieve sobre una superficie horizontal. También, se tiene en cuenta otros indicadores para determinar el estado actual de las cuencas y relacionarlas a sus condiciones pasadas. Este análisis permite pronosticar con anticipación el **derrame esperable (volumen)** para la temporada en curso.



Para el pronóstico del **derrame anual** se implementa una metodología robusta y ajustada, que tiene muy buenas precisiones en los valores pronosticados con un error que ronda el 5%. En cambio, los **volúmenes** y **caudales medios mensuales** pronosticados son de referencia y tentativos, no se pueden garantizar precisiones mayores, porque depende de las predicciones meteorológicas, las cuales no suelen ser de más de 20 días, y se está pronosticando el escenario de 1 año.

El valor que se toma como referencia del Equivalente Agua Nieve (EAN) es el **máximo valor** que se registra en el invierno que se está terminando. Luego, de estos valores máximos anuales se calcula el EAN **Medio Anual** como un valor promedio de los mismos. En la Figura 9 se muestran las series de datos y los valores tenidos en cuenta para el pronóstico del año 2021/2022 en la cuenca del Río Diamante.

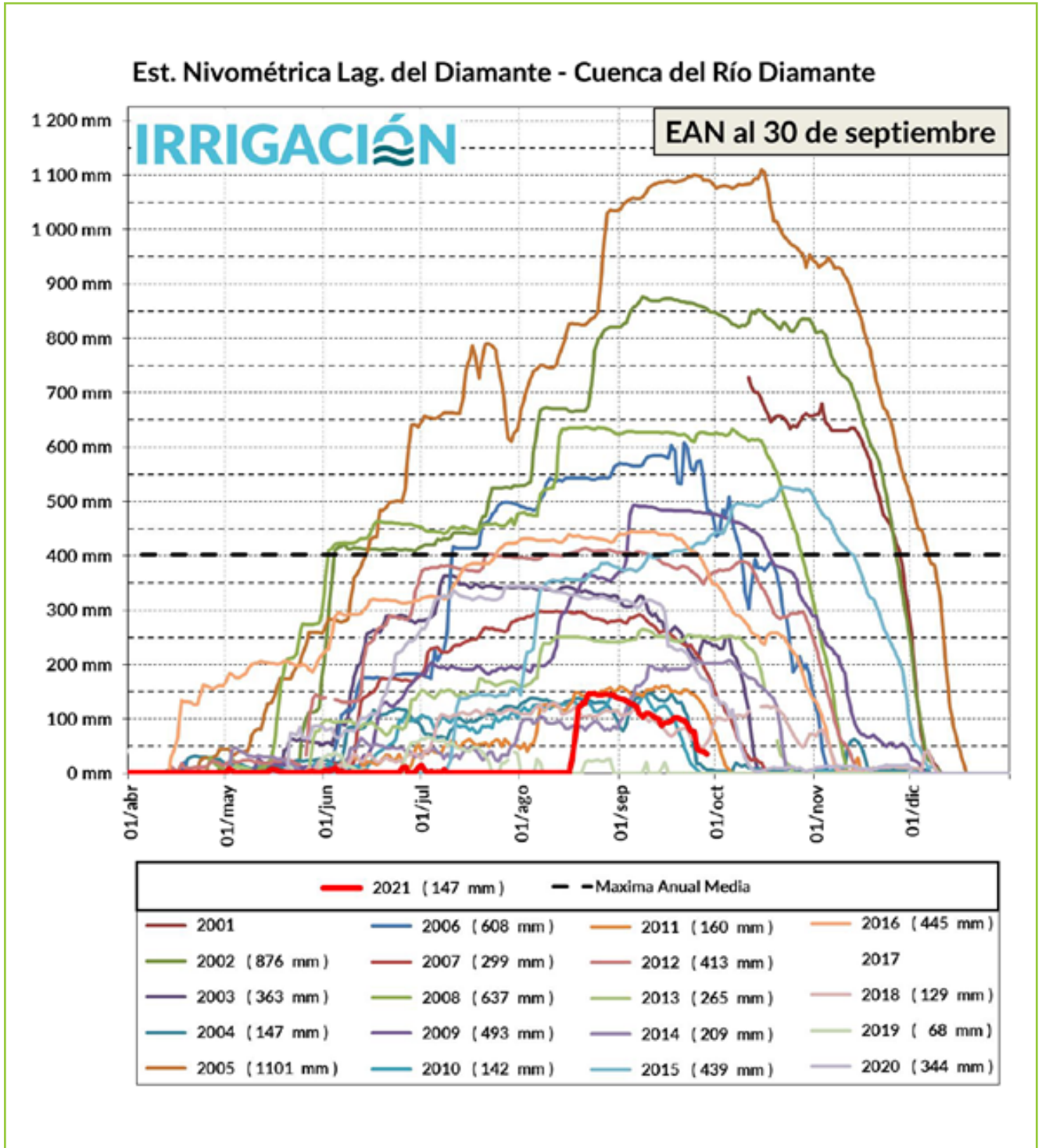


Figura 9. Ejemplo: valores de EAN al 30/09/2021 para la elaboración del pronóstico 2021/2022.

En función de estos valores y, mediante complejos análisis estadísticos de regresión multivariable, se pronostican valores de Caudales Medios Mensuales (QMM), Derrame Anual (volumen anual) y Módulo Anual (caudal medio anual) para el año de distribución que va a comenzar. Como ejemplo, a continuación se muestran los resultados del pronóstico 2021/2022 para la cuenca del Río Diamante.

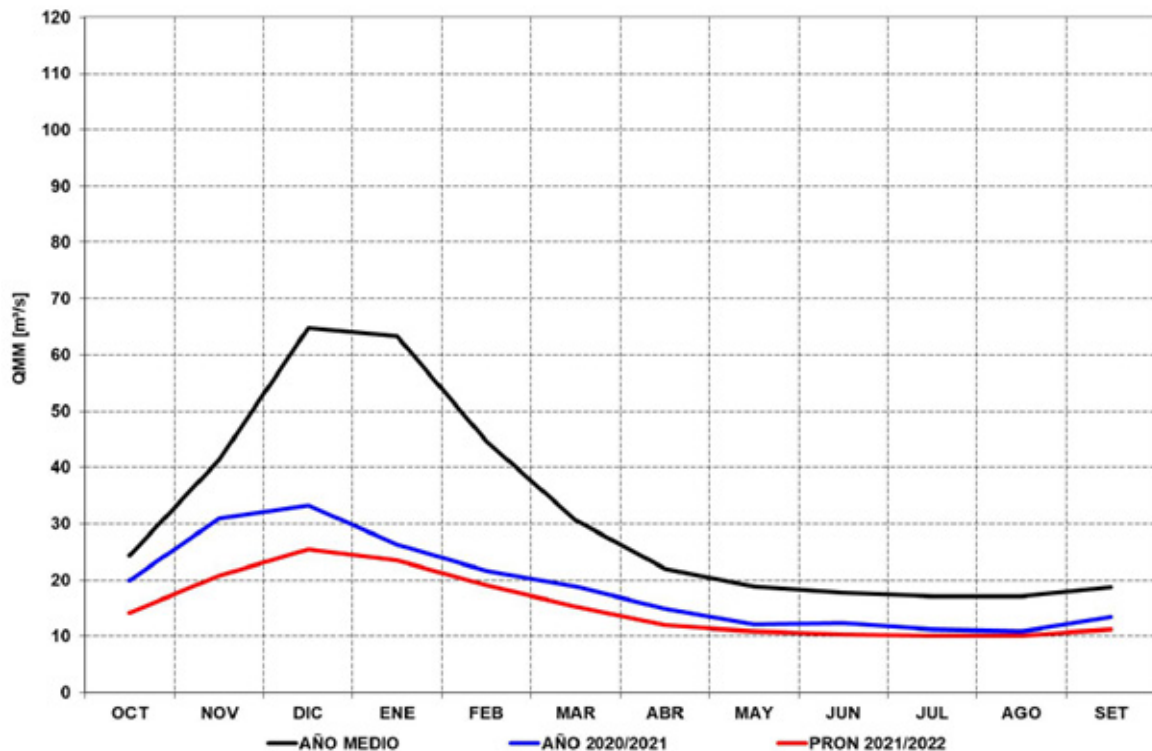
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA - DIRECCIÓN DE GESTIÓN HÍDRICA - DGI
PRONÓSTICO DE ESCURRIMIENTO DE CAUDALES AÑO 2021/22

RÍO DIAMANTE

ESTACIÓN DE AFORO LA JAULA - LAT.: 34° 40' - LON.: 69° 19'

MES	PRONÓSTICO		MEDIA HISTÓRICA	
	CAUDAL	VOLUMEN	CAUDAL	VOLUMEN
OCTUBRE	14.2 m ³ /s	38 hm ³	24.3 m ³ /s	65.2 hm ³
NOVIEMBRE	20.8 m ³ /s	54 hm ³	41.4 m ³ /s	107.2 hm ³
DICIEMBRE	25.4 m ³ /s	68 hm ³	64.7 m ³ /s	173.4 hm ³
ENERO	23.5 m ³ /s	63 hm ³	63.3 m ³ /s	169.6 hm ³
FEBRERO	19.0 m ³ /s	46 hm ³	44.6 m ³ /s	108.9 hm ³
MARZO	15.3 m ³ /s	41 hm ³	30.6 m ³ /s	82.0 hm ³
ABRIL	12.0 m ³ /s	31 hm ³	22.0 m ³ /s	57.0 hm ³
MAYO	10.8 m ³ /s	29 hm ³	18.9 m ³ /s	50.6 hm ³
JUNIO	10.4 m ³ /s	27 hm ³	17.7 m ³ /s	46.0 hm ³
JULIO	10.1 m ³ /s	27 hm ³	17.2 m ³ /s	45.9 hm ³
AGOSTO	10.1 m ³ /s	27 hm ³	17.1 m ³ /s	45.8 hm ³
SEPTIEMBRE	11.2 m ³ /s	29 hm ³	18.7 m ³ /s	48.4 hm ³
Derrame Anual	480 hm ³		1006.6 hm ³	
Módulo Anual	15.2 m ³ /s		31.9 m ³ /s	
Porcentaje Año Medio	48% Sequía Severa			
Año Hidrológico Pronosticado				

Est. Aforo La Jaula - Río Diamante



B.4. Indicadores e Índices de Sequía

Hasta el momento se presentó la **infraestructura** que posee el Departamento General de Irrigación para obtener los datos necesarios para evaluar la Oferta Hídrica (el SIH), se explicó cómo se procesan y se muestran diariamente esos datos (Boletín Diario) y se explicó cómo se obtiene una herramienta de planificación de la distribución de agua para riego (Pronóstico Anual). Ahora las preguntas que se plantean son las siguientes:

- **¿Cómo podemos clasificar la situación de cada cuenca en cada año?**
- **Los caudales y volúmenes del pronóstico, ¿son “altos” o “bajos”?**
- **¿Cómo podemos comparar la situación de una cuenca con la otra?**
- **¿Cómo podemos comparar la situación de un año con otro?**

Para responder estas preguntas, primero se explicará el concepto de Sequía, luego se abordará el tema de Indicadores e Índices, para finalmente entender los Índices de Sequía.

B.4.1. Sequía

Cuando se habla de sequía, se identifican diferentes niveles de la misma. La Organización Mundial de Meteorología (WMO-UNESCO) define los siguientes conceptos de sequía meteorológica e hidrológica:

SEQUÍA METEOROLÓGICA	Ausencia prolongada o escasez acusada de precipitación.
SEQUÍA HIDROLÓGICA	Período de tiempo anormalmente seco, lo suficientemente prolongado para ocasionar una escasez de agua, que se refleja en una disminución apreciable en el caudal de los ríos y en el nivel de los lagos y/o en el agotamiento de la humedad del suelo y el descenso de los niveles de aguas subterráneas por debajo de sus valores normales.

Luego se definen dos tipos de sequías enfocadas a las consecuencias que las dos anteriores producen sobre el ser humano:

SEQUÍA AGRÍCOLA	<p>Puede definirse como déficit de humedad en la zona radicular para satisfacer las necesidades de un cultivo en un lugar en una época determinada.</p> <p>Dado que la cantidad de agua es diferente para cada cultivo, e incluso puede variar a lo largo del crecimiento de una misma planta, no es posible establecer umbrales de sequía agrícola válidos ni tan siquiera para un área geográfica.</p> <p>En zonas donde los cultivos dependen de las lluvias, la sequía agrícola va ligada a la sequía meteorológica con un pequeño desfase temporal dependiente de la capacidad de retención de humedad del suelo edáfico.</p> <p>En zonas irrigadas, la sequía agrícola está más vinculada a la sequía hidrológica.</p>
SEQUÍA SOCIO-ECONÓMICA	<p>Entendida como afección de la escasez de agua a las personas y a la actividad económica como consecuencia de la sequía.</p> <p>Para hablar de sequía socioeconómica no es necesario que se produzca una restricción del suministro de agua, sino que basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica con consecuencias económicas desfavorables.</p>



Figura 10. Relaciones entre los distintos tipos de sequía.

B.4.2. Indicadores e Índices

Los **indicadores** son variables o parámetros utilizados para describir las condiciones de las sequías. Por ejemplo, la lluvia, la temperatura, los caudales de los ríos, los niveles de las aguas subterráneas, las reservas en los embalses, la humedad del suelo, el manto de nieve, etc.

Importante

Los indicadores **no** son de utilidad si se quiere conocer cómo es la situación de una cuenca en un momento específico (**comparación temporal**) ni respecto a las demás cuencas (**comparación espacial**).

Como ejemplo, se toman los valores del pronóstico 2021/2022 para el Río Grande y el Río Tunuyán.

- **Ejemplo 1:** el Módulo Anual de Río Grande va a ser 41 m³/s y el de Río Tunuyán 16 m³/s. Comparando valores surge que el caudal del Río Grande va a ser mucho mayor que el caudal del Río Tunuyán. Sin embargo, esto no representa para nada la situación de escasez o sequía de cada cuenca, ya que el módulo del Río Grande es un 40% de su módulo medio (102 m³/s) y el del Río Tunuyán es un 58% de su módulo medio (27 m³/s), por lo tanto, el nivel de sequía es más grave en el Río Grande.
- **Ejemplo 2:** la estación Valle Hermoso (Río Grande) tuvo un EAN máximo de 362mm y la estación Palomares (Río Tunuyán) tuvo un EAN máximo de 108mm. Evidentemente la acumulación de nieve fue mayor en Valle Hermoso. En este caso, el EAN máximo de Valle Hermoso representa un 50% de su EAN máximo medio y el de Palomares representa un 26% de su EAN máximo medio, por lo tanto, la precipitación relativa sigue pareciendo más favorable en Río Grande. Sin embargo, el pronóstico resultó siendo mucho más desfavorable para Río Grande que para Río Tunuyán.

Entonces, ¿qué usamos para comparar escenarios? Aquí surgen los Índices.

Los **índices** son representaciones numéricas de la gravedad de las sequías, informatizadas y determinadas mediante datos climáticos o hidrometeorológicos (indicadores). Sirven para analizar el estado cualitativo de las sequías en el entorno y en un período de tiempo determinado.

Es decir, los índices son números que se calculan en base a indicadores y que sirven para calificar la sequía de una cuenca y comparar el fenómeno con otros producidos en otras cuencas o en otro tiempo.

B.4.3. De indicadores a índices

A continuación se explicará el procedimiento estadístico que se realiza para pasar de indicadores a índices. Con los datos obtenidos del sistema de medición y registración (SIH), se realiza un procesamiento y validación de dichos datos, para obtener los indicadores en formato de series de tiempo. Por ejemplo, caudales en función del tiempo. En la Figura 11 se muestra un ejemplo del indicador “Valor máximo anual de EAN” en función del tiempo (años) en las Estaciones Nivometeorológicas del SIH.

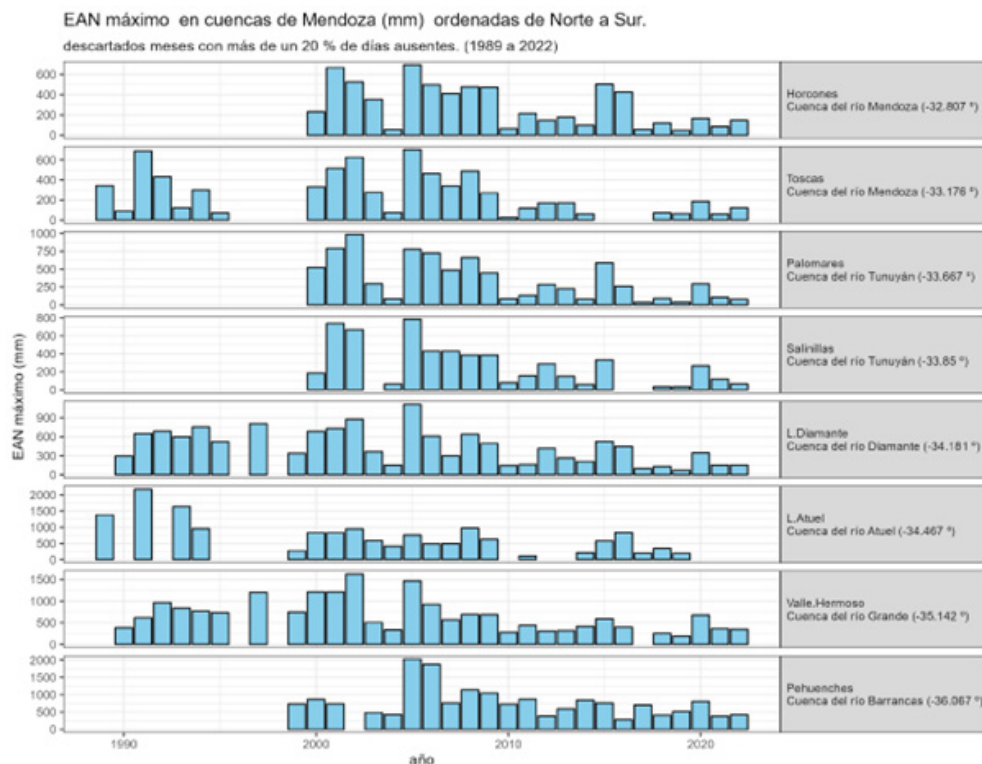


Figura 11. Indicador Equivalente Agua Nieve (EAN) en función del tiempo. Fuente: Hidrología DGI.

- En primer lugar se calcula un **valor de referencia** para el total de datos de una estación. En general este valor de referencia es el *valor medio* de los datos registrados.
- Luego se calculan las **anomalías**, que se pueden definir como la diferencia o alejamiento de cada valor respecto al valor de referencia (que en general es el valor medio). En la Figura 12 se muestran las anomalías de los valores de EAN presentados anteriormente, los positivos (verde) son los valores que están por encima de la media y negativos (rojo) los inferiores a la media.

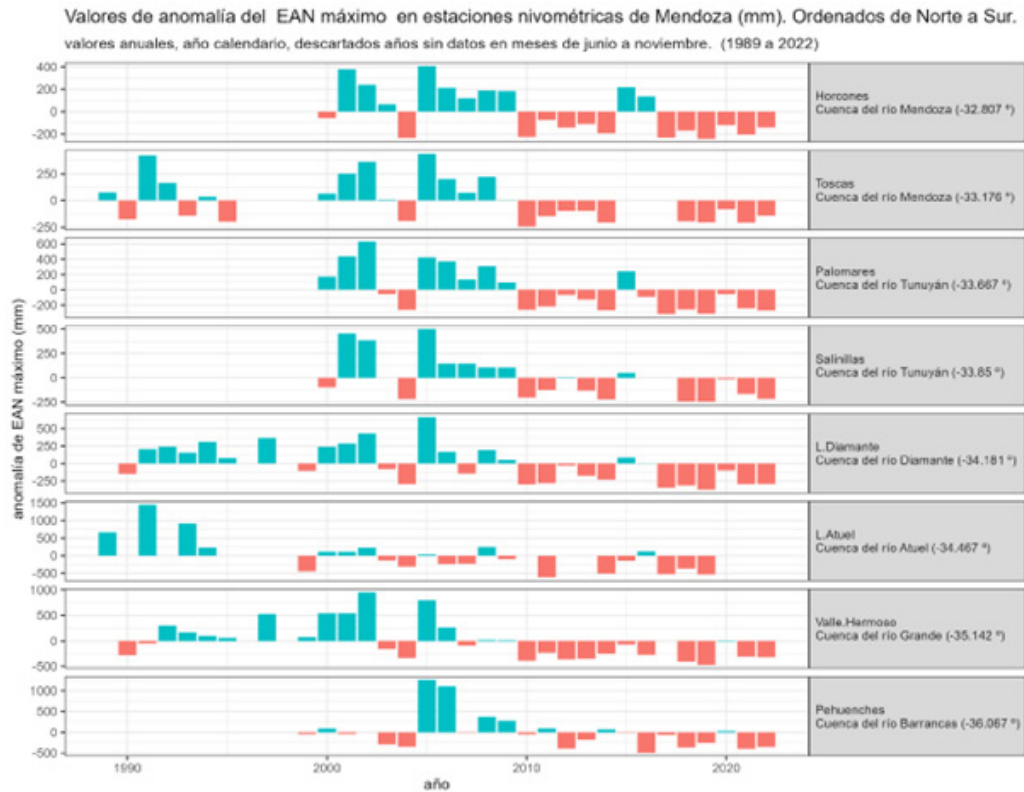


Figura 12. Anomalías en el indicador de EAN máximo en función del tiempo. Fuente: Hidrología DGI.

Como se observa en la figura anterior, los valores obtenidos siguen dependiendo de la estación a la cual pertenecen, por lo tanto aún no pueden ser utilizados para comparar la situación de cada cuenca. Por ejemplo, la anomalía de -125mm de Horcones es representativa para esa estación solamente, no es comparable con la anomalía de -250mm que tuvo Valle Hermoso ese mismo año. Las **anomalías** son un buen apoyo para la interpretación de los eventos, pero la **asimetría** en la distribución de los valores de las anomalías muestra la necesidad de un enfoque estadístico más importante para hallar un índice. No alcanza con un simple alejamiento de la media para representar qué tan extraño es un mes o año respecto a otro.

- Es por ello que se debe pasar de un valor absoluto como la anomalía a un valor relativo a la situación de referencia de la estación. Esto es como cuando se transforman los números en porcentaje tomando una referencia.

Por ejemplo, en un supermercado se realiza el 5% de descuento en la compra, el monto en pesos (\$) del descuento va a depender del monto de la compra, un descuento de \$5 corresponde a una compra de \$100 y un descuento de \$20 corresponde a una compra de \$400.

En este caso, se relaciona cada evento con el valor de referencia, para ver “cuántas veces se corrió hacia arriba” o “cuántas veces se alejó hacia abajo”. Ese “cuántas veces” no es una simple división como se suele hacer cuando sacamos el porcentaje % de un número, sino que se determina mediante un análisis estadístico de probabilidad de ocurrencia. Siguiendo con el ejemplo del EAN de la figura anterior, en Figura 13 se muestra el análisis de eventos respecto al valor de referencia.

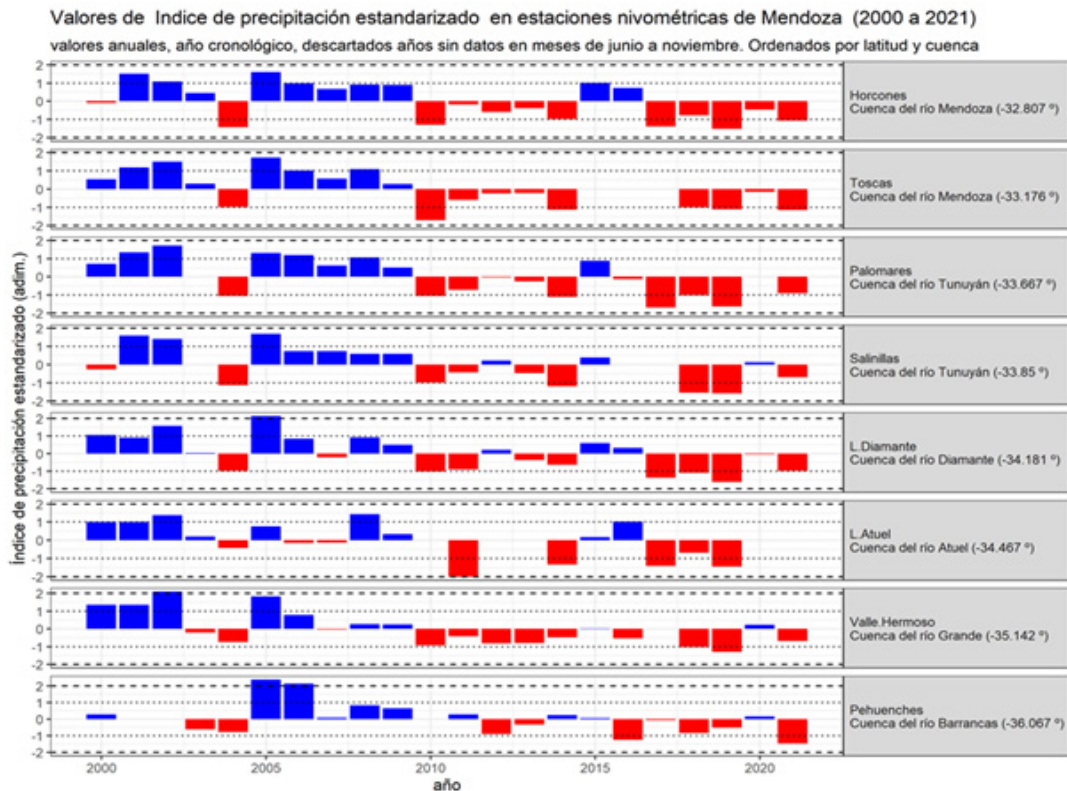


Figura 13. Índice de Nieve Estándar (INE) en función del tiempo. Fuente: Hidrología DGI.

Se puede observar que ahora sí se puede comparar la situación de cada cuenca, ya que los valores se encuentran mayoritariamente en el rango entre -2 y +2, y significan lo mismo en una cuenca que en otra porque representan el fenómeno en sí. Es decir, que un valor de -1 va a significar el mismo nivel de sequía tanto en Horcones como en Valle Hermoso. Se aclaran dos aspectos importantes:

- Estos valores no tienen unidades (mm, cm, °C, etc.). Esto es justamente porque son **valores relativos** a un valor de referencia, indican cuántas veces se aleja un valor de su valor referencial.
- **Importante: no** es una simple división respecto a la media. Un valor de “2” **NO** indica literalmente que el valor de EAN de ese año es el **DOBLE** del año medio. Se debe recordar que el “2” es el resultado de un análisis estadístico de probabilidades que excede a este curso.

A estos valores presentados se les denomina **ÍNDICES**. En el caso visto en las figuras anteriores, se le denomina Índice de Nieve Estándar (INE), y es un índice que sirve para evaluar la **Sequía Meteorológica**, ya que representa el fenómeno de precipitaciones níveas.

B.4.4. Índice Estandarizado de Temperatura (STI)

Representa la probabilidad de ocurrencia de una temperatura cuando su valor es comparado con valores de temperatura durante un largo período (recomendado mayor a 30 años). El análisis se hace mes a mes, siguiendo los lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

OFERTA

Los eventos se pueden clasificar de acuerdo al STI según muestra la Tabla 3:

Extremadamente cálidos	$2.00 \leq STI$
Muy cálidos	$1.50 \leq STI < 2.00$
Moderadamente cálidos	$1.00 \leq STI < 1.50$
Próximo a lo normal	$-1.00 \leq STI < 1.00$
Moderadamente frío	$-1.50 \leq STI < -1.00$
Muy frío	$-2.00 \leq STI < -1.50$
Extremadamente frío	$STI < -2.00$

Tabla 3. Clasificación del Índice Estandarizado de Temperatura (STI)

Los valores positivos y negativos indican temperaturas por encima y debajo de la media. Puede ser usado para identificar períodos anormalmente cálidos o fríos. En la Figura 14 se muestra los índices STI registrados en las estaciones Nivometeorológicas del SIH en el periodo 2014-16.

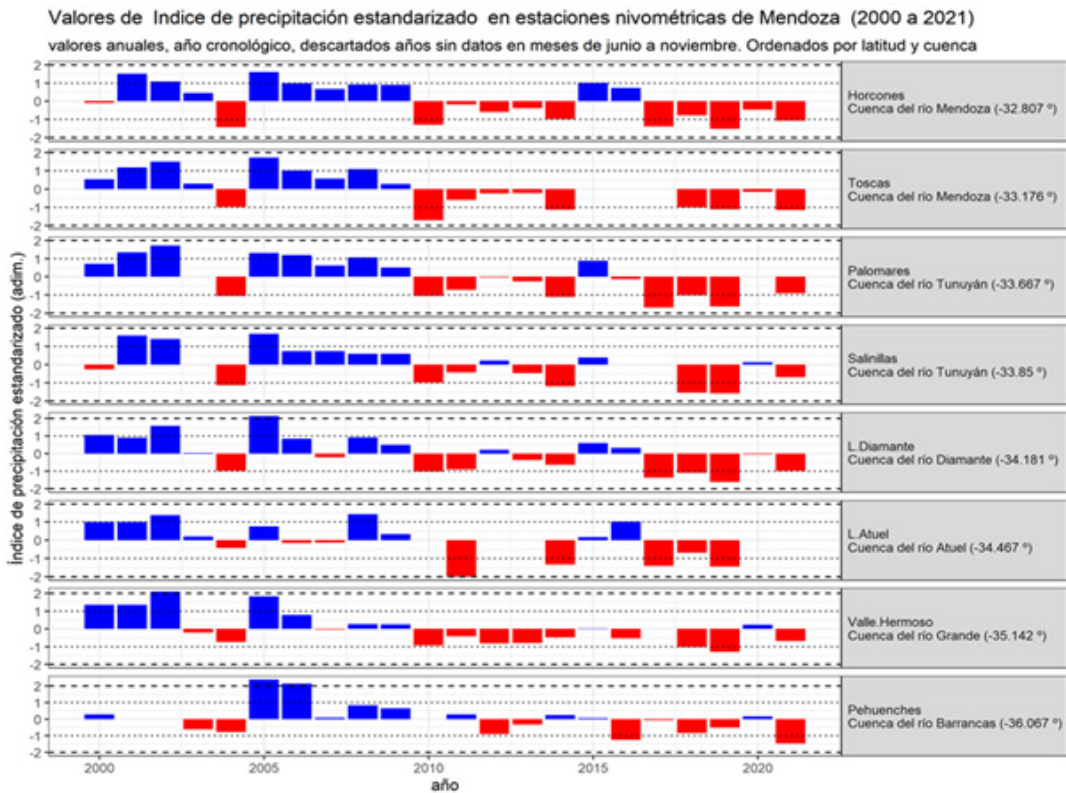


Figura 14. Índice Estandarizado de Temperatura en estaciones de Alta Montaña. Fuente: Hidrología DGI.

B.4.5. Índice de Nieve Estándar (INE)

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) expone los lineamientos para el cálculo del Índice de Precipitación Estándar (SPI) con un análisis estadístico mes a mes con los datos registrados en pluviómetros de estaciones meteorológicas. En base a ello, definen la siguiente clasificación (Tabla 4):

Extremadamente húmedos	$2.00 \leq \text{SPI}$
Severamente húmedos	$1.50 \leq \text{SPI} < 2.00$
Moderadamente húmedos	$1.00 \leq \text{SPI} < 1.50$
Próximo a lo normal	$-1.00 \leq \text{SPI} < 1.00$
Moderadamente secos	$-1.50 \leq \text{SPI} < -1.00$
Severamente secos	$-2.00 \leq \text{SPI} < -1.50$
Extremadamente secos	$\text{SPI} < -2.00$

Tabla 4. Clasificación del Índice de Precipitación Estándar (SPI)

Sin embargo, al momento de aplicar este índice al análisis de cobertura de nieve en la montaña mendocina, se tienen tres problemas principalmente:

1. No se utiliza lámina precipitada como indicador, sino que se utiliza Equivalente Agua Nieve.
2. Durante muchos meses del año, el registro de EAN es nulo debido a la inexistencia de nevadas o valores no registrados por la estación. Esto altera los análisis estadísticos.
3. Los registros de EAN máximo mensual no llevaron a resultados óptimos.

El Departamento de Hidrología realiza una adaptación del método de la OMM para caracterizar la precipitación nival en Alta Montaña, llamado Índice de Nieve Estándar (INE), cuyo procedimiento fue detallado como ejemplo, cuando se explicó cómo llegar de indicadores a índices. Las grandes diferencias con el SPI son:

- El análisis se realiza año a año (No mes a mes como el SPI).
- El indicador utilizado es el máximo EAN registrado cada año (No la precipitación mensual como en SPI).

Como se expuso anteriormente, el Índice de Nieve Estándar (INE) sirve para definir la **sequía meteorológica**, ya que el fenómeno que caracteriza son las precipitaciones.

B.4.6. Índice de Derrame Estándar (IDE)

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) expone también los lineamientos para la determinación del **Índice de Caudal Estandarizado (SDI)**. El Departamento de Hidrología de Irrigación sigue estos lineamientos para determinar el **Índice de Caudales Estándar (ICE)** y realizó una aplicación particular a derrames anuales (volúmenes anuales) bajo el denominado **Índice de Derrame Estándar (IDE)**. Se va a explicar este último primero para respetar la secuencia de niveles de sequía que se definieron al principio de este capítulo.

Para calcular el Índice de Derrame Estándar (IDE) se utiliza como base los datos de caudales registrados en las estaciones de aforo de ríos del SIH que ya fueron detalladas en este documento. Con los caudales registrados durante un año hidrológico, se calcula el volumen de agua que escurrió durante ese tiempo, calculando así el Derrame Anual, y ese será el **indicador** que se utiliza para calcular el IDE. Se muestra en Figura 15.

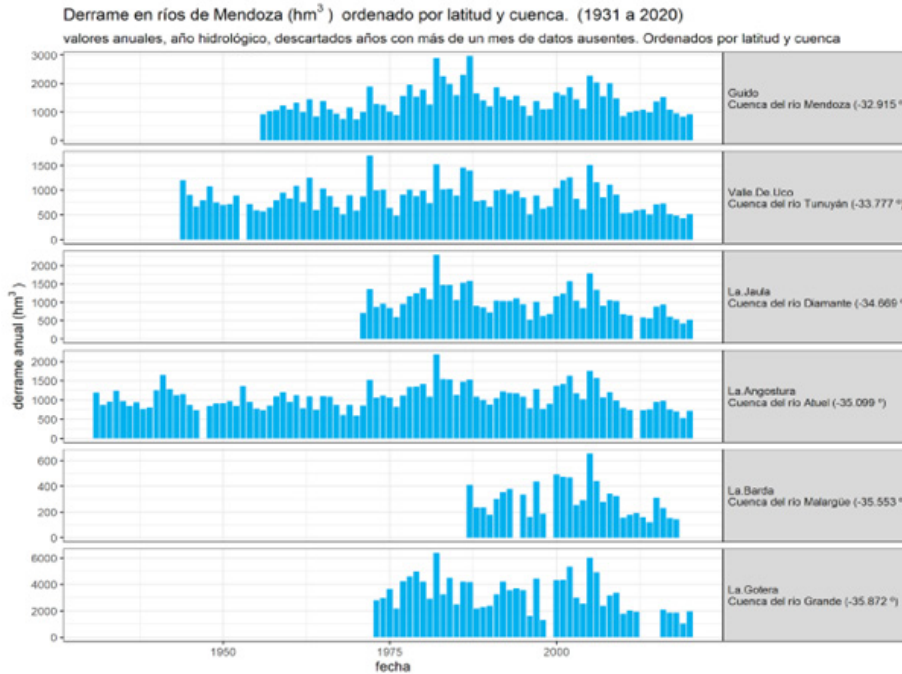


Figura 15. Derrame anual a lo largo de los años hidrológicos en las estaciones de aforo del SIH. Fuente: Hidrología DGI.

Como se explicó para el Índice de Nieve Estándar, se calculan las **anomalías**, que es el corrimiento o la diferencia de cada valor de Derrame con la media para esa estación.

Luego, mediante un análisis estadístico de probabilidades, se calcula el **Índice de Derrame Estándar (IDE)**. Se destaca que la escala de tiempo utilizada es año a año.

La clasificación de los **IDE** utilizada sigue los lineamientos dados por la OMM para caudales (Figura 16). Sin embargo, como se observó que era muy amplio del rango denominado “Próximo a lo Normal”, se definieron tres sub-clasificaciones para caracterizar mejor el fenómeno. Se respeta la escala de colores propuesta por la OMM.

Organización Meteorológica Mundial			Departamento General de Irrigación		
INDICE DE CAUDALES ESTANDAR (ICE)			INDICE DE DERRAMES ESTANDAR (IDE)		
Código	Límites	Clasificación	Límites	Clasificación	Código
	$2.0 < ICE$	EXTREMADAMENTE ABUNDANTE	$2.0 \leq IDE$	EXTREMADAMENTE ABUNDANTE	
	$1.5 \leq ICE < 2.0$	MUY ABUNDANTE	$1.5 \leq IDE < 2.0$	MUY ABUNDANTE	
	$1.0 \leq ICE < 1.5$	MODERADAMENTE ABUNDANTE	$1.0 \leq IDE < 1.5$	MODERADAMENTE ABUNDANTE	
	$-1.0 \leq ICE < 1.0$	PRÓXIMO A LO NORMAL	$0.3 \leq IDE < 1.0$	HÚMEDO	
	$-1.5 \leq ICE < -1.0$	SEQUÍA MODERADA	$-0.3 \leq IDE < 0.3$	NORMAL	
	$-2.0 \leq ICE < -1.5$	SEQUÍA SEVERA	$-1.0 < IDE \leq -0.3$	POBRE	
	$ICE < -2.0$	SEQUÍA EXTREMA	$-1.5 < IDE \leq -1.0$	SEQUÍA MODERADA	
			$-2.0 < IDE \leq -1.5$	SEQUÍA SEVERA	
			$IDE \leq -2.0$	SEQUÍA EXTREMA	

Figura 16. Clasificación de índices de caudales de la OMM y su aplicación a Derrames Anuales en DGI.

OFERTA

Esta clasificación permite caracterizar la **sequía hidrológica**, ya que representa la mayor o menor disponibilidad de recurso hídrico. Así se puede analizar el fenómeno de sequía en los últimos años, como puede verse en Figura 17.

	RÍO MENDOZA	RÍO TUNUYÁN	RÍO DIAMANTE	RÍO ATUEL	RÍO GRANDE
2001-02	Húmedo	Moderadamente Abundante	Húmedo	Moderadamente Abundante	Húmedo
2002-03	Moderadamente Abundante	Moderadamente Abundante	Moderadamente Abundante	Muy Abundante	Moderadamente Abundante
2003-04	Normal	Normal	Normal	Húmedo	Normal
2004-05	Pobre	Pobre	Normal	Normal	Pobre
2005-06	Muy Abundante	Extremadamente Abundante	Muy Abundante	Extremadamente Abundante	Muy Abundante
2006-07	Moderadamente Abundante	Moderadamente Abundante	Húmedo	Moderadamente Abundante	Húmedo
2007-08	Húmedo	Normal	Normal	Normal	Pobre
2008-09	Moderadamente Abundante	Húmedo	Normal	Húmedo	Normal
2009-10	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2010-11	Sequía Moderada	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Severa
2011-12	Pobre	Sequía Moderada	Pobre	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2012-13	Pobre	Sequía Moderada	Pobre	Pobre	Sequía Severa
2013-14	Pobre	Pobre	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Severa
2014-15	Pobre	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Pobre
2015-16	Normal	Normal	Normal	Normal	Pobre
2016-17	Húmedo	Pobre	Normal	Normal	Sequía Moderada
2017-18	Pobre	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2018-19	Pobre	Sequía Severa	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2019-20	Sequía Moderada	Sequía Extrema	Sequía Extrema	Sequía Extrema	Sequía Extrema
2020-21	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2021-22	Sequía Severa	Sequía Extrema	Sequía Extrema	Sequía Extrema	Sequía Extrema
2022-23	Sequía Severa	Sequía Severa	Sequía Extrema	Sequía Extrema	Sequía Extrema

Figura 17. Índice de Derrame Estándar (IDE) de los ríos de Mendoza en los últimos 20 años.

Además, el IDE tiene incidencia directa en el Pronóstico de Esgurrimiento, ya que permite clasificar el fenómeno de sequía que se corresponde con el Derrame Anual pronosticado para el año hidrológico que va a comenzar. Así, cuando se realiza la presentación del Pronóstico de Esgurrimiento, se presenta el Derrame Anual pronosticado junto con su clasificación hidrológica. Se muestra en Figura 18 el Pronóstico para el año 2022/2023.

CUENCA	SECCIÓN	MEDIA	%	DERRAME	IDE	CLASIF. HIDROLÓGICA
Río Mendoza	Guido	1.381 hm ³	58%	800 hm ³	-1,50	SEQUIA SEVERA
Río Tunuyán	Valle de Uco	851 hm ³	51%	435 hm ³	-1,96	SEQUIA SEVERA
Río Diamante	La Jaula	994 hm ³	40%	400 hm ³	-2,21	SEQUIA EXTREMA
Río Atuel	La Angostura	1.093 hm ³	52%	570 hm ³	-2,19	SEQUIA EXTREMA
Río Malargüe	La Barda	302 hm ³	41%	125 hm ³	-1,94	SEQUIA SEVERA
Río Grande	La Gotera	3.183 hm ³	42%	1.330 hm ³	-2,08	SEQUIA EXTREMA

Figura 18. Pronóstico de Derrame Anual 2022/2023 y clasificación hidrológica. Fuente: Hidrología DGI.

B.4.7. Índice de Caudales Estándar (ICE)

El ICE es una aplicación más directa que los lineamientos dados por la OMM para índices de caudales. El Departamento de Hidrología realizó una adaptación de estos lineamientos a las características hidrológicas de los ríos de la Provincia de Mendoza, desarrollando así el **Índice de Caudales Estándar (ICE)**. En este caso el análisis es mes a mes.

- En este caso el **indicador** utilizado es el **Caudal Medio Mensual** de cada estación de aforo de ríos, calculado en base a los datos de caudales de las estaciones de aforo del SIH.
- Luego se calculan las **anomalías** de esos **Caudales Medios Mensuales** respecto al valor medio.
- Por último, se realiza un **análisis estadístico** de probabilidad de ocurrencia para definir el **Índice de Caudales Estándar (ICE) mes a mes**. Los índices obtenidos son clasificados con la denominación y color que se muestra en Figura 19.

Organización Meteorológica Mundial		
INDICE DE CAUDALES ESTANDAR (ICE)		
Código	Límites	Clasificación
	$2.0 < ICE$	EXTREMADAMENTE ABUNDANTE
	$1.5 \leq ICE < 2.0$	MUY ABUNDANTE
	$1.0 \leq ICE < 1.5$	MODERADAMENTE ABUNDANTE
	$-1.0 \leq ICE < 1.0$	PRÓXIMO A LO NORMAL
	$-1.5 \leq ICE < -1.0$	SEQUÍA MODERADA
	$-2.0 \leq ICE < -1.5$	SEQUÍA SEVERA
	$ICE < -2.0$	SEQUÍA EXTREMA

Figura 19. Código de color y clasificación del ICE.

Esta clasificación se realiza mes a mes para cada una de las estaciones de aforo con una serie histórica de datos completa y confiable. En la Figura 20 se muestra esta clasificación para la Estación de Aforo de Valle de Uco sobre el Río Tunuyán.

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
90 / 91												
91 / 92												
92 / 93												
93 / 94												
94 / 95												
95 / 96												
96 / 97												
97 / 98												
98 / 99												
99 / 00												
00 / 01												
01 / 02												
02 / 03												
03 / 04												
04 / 05												
05 / 06												
06 / 07												
07 / 08												
08 / 09												
09 / 10												
10 / 11												
11 / 12												
12 / 13												
13 / 14												
14 / 15												
15 / 16												
16 / 17												
17 / 18												
18 / 19												
19 / 20												
20 / 21												
21 / 22												
22 / 23												

Figura 20. Clasificación mensual según Índice de Caudales Estándar (ICE) del Río Tunuyán en Estación Valle de Uco.

El Índice de Caudales Estándar (ICE), al hacer un análisis mensual de caudales, permite tener una buena caracterización del fenómeno de **sequía hidrológica** mes a mes. Esta información permite comparar los ciclos de sequía a lo largo del año, con los ciclos de demanda hídrica de los cultivos a lo largo del año. Es por ello que el ICE es aplicable también para conocer, estudiar y representar el fenómeno de la **sequía agrícola**.

B.5. Planes de erogación

Una vez que se tiene el pronóstico de escurrimiento del año hidrológico que va a comenzar...

¿Cómo distribuimos el recurso que vamos a disponer?

El pronóstico de escurrimiento, que se presenta formalmente en la primera quincena del mes de octubre, sirve como base para planificar la distribución en cada cuenca en el año hidrológico que está comenzando.

En base al **Derrame Anual** pronosticado, a los **Caudales Mensuales** pronosticados, al **Volumen de Agua** con que se cuenta en los Embalses, a la demanda hídrica de la cuenca, al nivel de embalses esperable a fin de temporada y otras informaciones locales de cada cuenca, las Subdelegaciones de Aguas y Jefatura de Riego realizan el **Plan de Erogación** para el año hidrológico que comienza. Allí se especifica caudal medio y volumen de agua a distribuir mes a mes del año hidrológico entrante. En la Figura 21 se muestra como ejemplo el Plan de Erogación 2020-21 de la Cuenca Río Mendoza.

Mes	Pronóstico escurrimiento		Erogación desde Potrerillos	
	(m3/s)	(hm3)	(m3/s)	(hm3)
Octubre 2020	17.5	47	30	80
Noviembre	23.1	60	30	78
Diciembre	34	91	33.1	89
Enero 2021	50.4	135	32.5	87
Febrero	47.9	116	30	73
Marzo	39.6	106	30	80
Abril	23.5	61	26.4	68
Mayo	18.7	50	21.7	58
Junio	16.2	42	15	39
Julio	14.6	39	15	40
Agosto	14.6	39	18.3	49
Septiembre	17	44	30	78
TOTALES		830		819

Figura 21. Plan de Erogación 2020-21 de la Cuenca del Río Mendoza. Res. Subd. Río Mza. N°334

Este plan que se realiza en el inicio del año hidrológico puede ir sufriendo algunos cambios en función a: la **meteorología** (por ejemplo por temporadas de lluvias), el avance de fusión de la nieve, los caudales que se van registrando mes a mes en las Estaciones de Aforo del SIH, cambios en la demanda, etc. Aquí entra en relevancia la información aportada por el Boletín Diario de Información Hidronivometeorológica.

En resumen

Los datos recolectados por la red de estaciones del Sistema de Información Hidronivometeorológica son procesados diariamente para elaborar dos informes: un boletín diario y un pronóstico anual. Estos dos informes sirven a los encargados de la distribución de riego de las Subdelegaciones y Jefatura de Riego para planificar y ajustar la distribución del recurso hídrico.

PROGRAMADOR DE RIEGO

El programador de riego es una herramienta informática que surge con la finalidad de proporcionar información al usuario para aportar conocimiento en la hora de tomar decisiones en el proceso del riego.

A través de esta herramienta se puede conocer las demandas de los cultivos y su relación con los aportes de la precipitación. El Programador relaciona: el tipo de suelo, su capacidad de retener agua, las eficiencias de cada método de riego y los parámetros técnicos que tienen que ver con la relación agua - suelo - planta. Además, permite evaluar calendarios de riego, el impacto de los intervalos entre turnos, dimensionar unidades de riego, tapadas y cantidad de surcos por tapada óptimos.

Pasos metodológicos de uso

1. Ubicación

Especificar la ubicación de la parcela en la que se quiere conocer las demandas y realizar el análisis de la programación del riego. Esto es crucial, ya que cada zona posee características agroclimáticas diferentes y condicionan la Eto (evapotranspiración Potencial) que se traduce luego en las demandas de los cultivos.

El programador posee cargada una base de datos que representa la Eto media de los últimos 22 años de información agrometeorológica para cada estación utilizada. Para zonas entre estaciones, realiza una ponderación de la información que representa el gradiente que existiera entre ambas estaciones.

Se puede seleccionar la ubicación de su predio o parcela a partir de diferentes criterios de búsqueda:

- Departamento, Distrito;
- Inspección de Cauce a la que pertenece;
- Cuenca o Estación Meteorológica.

Una vez establecido el criterio de búsqueda, en el siguiente casillero se selecciona, gracias a un menú desplegable, los diferentes **distritos, estaciones, departamentos**, etc, dependiendo el criterio seleccionado.

Con dicha ubicación el sistema seleccionará las Estaciones Meteorológicas que tienen influencia sobre la ubicación determinada y a partir de las mismas se definirá la Evapotranspiración media de referencia (Eto). También se puede seleccionar una Estación Meteorológica determinada para realizar los cálculos.

En la parte inferior de la pantalla aparecen los parámetros que se van calculando en función de las especificaciones que se van dando.

También se puede observar el gráfico de Eto en esta etapa, el cual se puede descargar con diversos formatos de imagen, como así también en una planilla de Excel donde puede observar la información de forma mensual o diaria.

2. Período

Determinar el período en el cual se desea conocer la necesidad hídrica del cultivo. La misma puede ser anual (todo el año) o un periodo definido hasta un límite diario. Esto se logra ingresando las fechas, desde/hasta, deseadas.

También se puede observar el gráfico de Eto en esta etapa, el cual se descarga de diversos formatos de imagen, como así también en una planilla de Excel donde puede observar la información de forma mensual o diaria.

3. Cultivo

Determinar el cultivo para el cual se requiere conocer su demanda de agua. La elección del cultivo nos permite conocer el kc (coeficiente del cultivo) del mismo. Este parámetro representa la relación que existe entre la Evapotranspiración de Referencia (Eto) y la Evapotranspiración del Cultivo (Etc). Si el usuario quiere cargar un nuevo cultivo, el mismo deberá introducir los diferentes valores de Kc de cultivo y la profundidad radicular que el mismo posea. Dicha carga se deberá realizar en la sección Otro cultivo “personalizar”.

4. Precipitación

Estimar el tipo de precipitación que se presenta en la zona del cultivo, para conocer el aporte del agua de lluvia a la necesidad de riego. El sistema permite caracterizar las precipitaciones efectivas a partir de la frecuencia de ocurrencia histórica. Se clasifican cuatro situaciones diferentes: Alto, Bajo, Medio y Nulo.

5. Tipo de riego

Seleccionar el Tipo de riego que posee el cultivo lo que nos definirá la eficiencia potencial, a partir de la cual se calcula el volumen de riego. Es decir la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación al total del agua que se aplicó. El sistema por defecto, definirá un valor de eficiencia y, según el sistema seleccionado, se puede modificar por el usuario.

6. Uso cultural

Cargar los usos culturales que se realizan en el predio que demandan una cantidad extra de agua, siempre y cuando estas demandas superen las demandas fisiológicas propias de la planta. Es decir, considera que, parte del agua necesaria para cubrir estos usos culturales, ha sido provista por el agua de las necesidades de riego del cultivo.

Para la elección del **Tipo de Uso**, se debe ingresar en la casilla desplegable. Allí se encontrarán 4 usos culturales:

1. Lucha contra Heladas
2. Preparación del Terreno
3. Lavado de Suelos
4. Requerimiento de Lixiviación

Cada uno de ellos requerirá de información específica y se activaran las casillas correspondientes para ello. Una vez elegido el uso cultural y los parámetros, debe hacerse clic en el botón indicado con el símbolo +. De esta manera que da sumado dicho uso cultural. Pueden seleccionarse más de un uso cultural y la carga de los mismos se hace de uno a la vez. Para eliminar un uso cultural se hace clic en el botón simbolizado con la X.

7. Resultado

Una vez cargado todos los parámetros requeridos, el sistema calculará la **Demanda total**, la cual constituye la necesidad del cultivo sin considerar el aporte de agua por la precipitación y los **Requerimientos de riego**, que sí tiene en cuenta los aportes por precipitación. También, se mostrará un resumen de los datos cargados que fueron ingresados para llegar a dichos resultados y, al igual que en los pasos anteriores, se puede ver y descargar los datos en forma de gráfico o de tabla, eligiendo en este caso si se quieren ver los correspondientes a demanda o requerimiento.

8. Característica de la parcela

A partir de este punto, comienza el módulo en donde se relaciona la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo que está en función del tipo de suelo, profundidad de raíces y método de riego.

En este momento, en el **Programador** se puede escoger continuar por dos caminos:

- Uno que apunta a una optimización y diseño de un riego en particular.
- Y otro camino que evalúa un calendario de riego, futuro o pasado.

9. Demanda para un Riego Definido

Demanda DEL RECURSO HÍDRICO



23 de Marzo
 2023
 9:00 - 13:30



Bloque de Aulas
 FCA - UNCuyo
 Alte. Brown 52
 Luján de Cuyo



Guillermo Cúneo
 Ing. Agrónomo
 Carlos Schilardi
 Mgter. Riego y Drenaje
 DGI

OBJETIVOS

- » Comprender y estimar las demandas agrícolas y agroindustriales de los cultivos bajo riego.
- » Comprender cómo la demanda agrícola se vincula a la oferta y entrega de agua.

BIENVENIDA

09:00 - 09:40

BLOQUE DE AULAS

Acreditaciones. Café. Entrega de material y detalles de jornada.
 Desplazamiento a la estación Meteorológica.

ESTACIÓN 1

10:00 - 11:10

A ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA | CARLOS SCHILARDI

- › Descripción breve de las variables meteorológicas medidas por la estación.
- › Lectura de variables del momento en App.
- › Concepto de Evapotranspiración de referencia (ET_o) - Balance Hídrico.
- › Determinación de ET_o a campo: estaciones meteorológicas, tanque Tipo A, atmómetro, lisímetros.
- › Uso de herramientas digitales: Evapo (FCAV - UNESP).

ESTACIÓN 2, 3, Y 4

11:20 - 12:30

B CULTIVOS VID, FRUTALES, HORTÍCOLAS Y PASTURAS ROCÍO HERNÁNDEZ - LEANDRO MARTÍN - FABIÁN TOZZI

- › Concepto de demanda del cultivo.
- › Concepto de coeficientes del cultivo.
- › Demanda (máxima y ajustada) de riego y agroindustriales del cultivo.
- › Requerimientos mensuales y anuales del cultivo.
- › Aspectos prácticos y discusión.

ESTACIÓN 5

12:40 - 13:00

C TOMA DE AGUA DE TURNO Y REPRESA | CARLOS SCHILARDI

- › Conceptos generales de entrega a la oferta de agua.
- › Coeficiente de riego. Dotación máxima de cultivos.
- › Relación oferta, demanda.
- › Turno de riego. Represa.
- › Análisis de la oferta y demanda del recurso hídrico para la entrega del agua.
- › Análisis de la oferta y demanda del recurso hídrico en finca.

ESTACIÓN 6

13:10 - 13:30

D RELACIÓN DE LA DEMANDA DE RIEGO CON EL MANEJO DE EMBALSES, DIQUES Y CANALES | CARLOS SCHILARDI

- › Regreso al bloque de aulas para integración de conocimientos.

A ESTACIÓN 1: ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

Mendoza tiene un clima semiárido con escasas precipitaciones anuales (200 mm en promedio) que no alcanzan a cubrir los requerimientos de agua de la mayoría de los cultivos, por lo tanto, la agricultura se realiza bajo riego integral (sin riego, no hay cosecha rentable).

Las principales fuentes disponibles de agua (oferta de agua) en la naturaleza son las nevadas de alta montaña y las aguas subterráneas. La agricultura es el mayor consumidor de estas fuentes (85% a 90%), ya que se utilizan para cubrir las demandas de riego de aproximadamente 270.000 ha cultivadas, que representan el 4% del territorio mendocino.

La gestión responsable de la **oferta**, la **demanda** y la **distribución** del recurso hídrico son fundamentales para el desarrollo sostenible de la agricultura bajo riego. Por ello, es necesario determinar de la manera más precisa posible, el volumen de agua de los ríos (oferta) y las necesidades de riego los cultivos (demanda) para las diferentes cuencas de nuestra Provincia. Los balances hídricos de nuestros ríos permiten estimar y analizar la oferta y demanda del recurso hídrico con el objetivo de optimizar la gestión integral del agua a nivel de cuenca (río) y así poder ajustar las operaciones de los diques de embalse, de derivación y la red de riego que entrega el agua a los usuarios agrícolas, urbanos e industriales.

Estación 1 ¿Cómo determino la demanda de riego para un cultivo?

Así como hay unidades estandarizadas de forma internacional para medir la longitud (metro) y el peso (kilogramo), también existe una unidad internacional para medir la demanda de agua de los cultivos, denominada “**evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto)**”.

La **demanda de agua** o consumo de agua dependen del **cultivo** (ya que no todas las plantas utilizan la misma cantidad de agua) y de la **climatología** del lugar donde crecen. La climatología se refiere a las condiciones de **temperatura, humedad, viento y radiación solar**.

Para el clima: (colocar mayor o menor)

A mayor temperatura: demanda de los cultivos.

A mayor humedad: demanda de los cultivos.

A mayor velocidad del viento: demanda de los cultivos.

A mayor radiación solar: demanda de los cultivos.

Para tener una **medida internacional de referencia** de la demanda de agua de los cultivos, en unas macetas grandes llamadas lisímetros, se coloca como cultivo de referencia un **pasto** (raygrass) de no más de 15 cm de altura y en excelentes condiciones de humedad de suelo y sanidad.

Luego de regar este cultivo de referencia, el contenido del agua almacenado en el suelo se va reduciendo:

1) por la evaporación del agua en los primeros 15 cm del suelo a la atmósfera y;

2) por el consumo del agua del cultivo, que se termina mayormente transpirándose desde las hojas hacia a la atmósfera. Con balanzas de alta precisión que miden el peso de toda la maceta (lisímetro) se puede ir midiendo el consumo de agua de este cultivo de referencia en mm/día (mm de agua consumido en el día).



Figura 1: Lisímetro de pesada.

Este proceso de **evaporación y transpiración** es muy difícil de medir de forma separada, por eso se mide en forma conjunta en lisímetros y se lo llama evapotranspiración del cultivo de referencia (E_{to}), que representa la demanda de agua para el cultivo de referencia de acuerdo a las condiciones climáticas de ese momento dado.

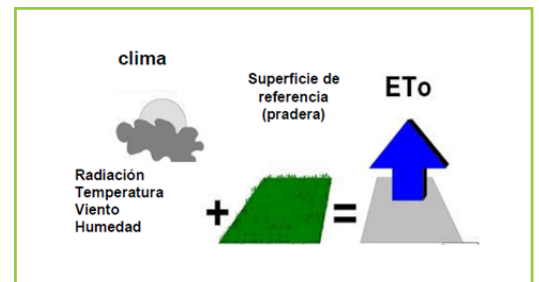


Figura 2: Evapotranspiración de referencia.

Para conocer la demanda de cualquier otro cultivo, se multiplica la demanda del cultivo de referencia (raygrass) por un coeficiente de cultivo (K_c) que ajusta la demanda del cultivo de referencia al cultivo que nos pueda interesar, así obtenemos la evapotranspiración del cultivo de interés en condiciones estándar (cultivo sin limitaciones de agua en el suelo y sin plagas y enfermedades).

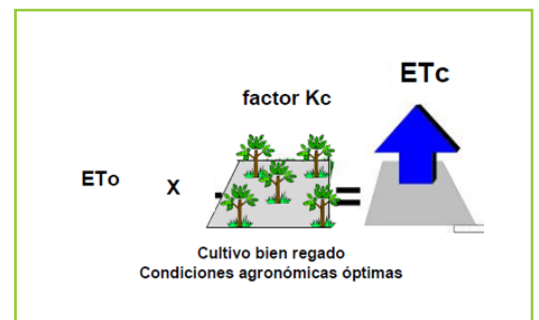


Figura 3: Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar.

El agua se aplica al suelo por medio del riego o lluvia, siendo el **suelo un reservorio de agua** donde queda disponible para que las raíces de las plantas puedan tomarla. Según el tipo de suelo, este podrá almacenar mayor o menor cantidad de agua y además la planta podrá extraerla con mayor o menor facilidad.

El suelo trabaja como un reservorio donde el cultivo extrae el agua, según la demanda evapotranspiratoria que sólo depende del cultivo y del clima donde crece.

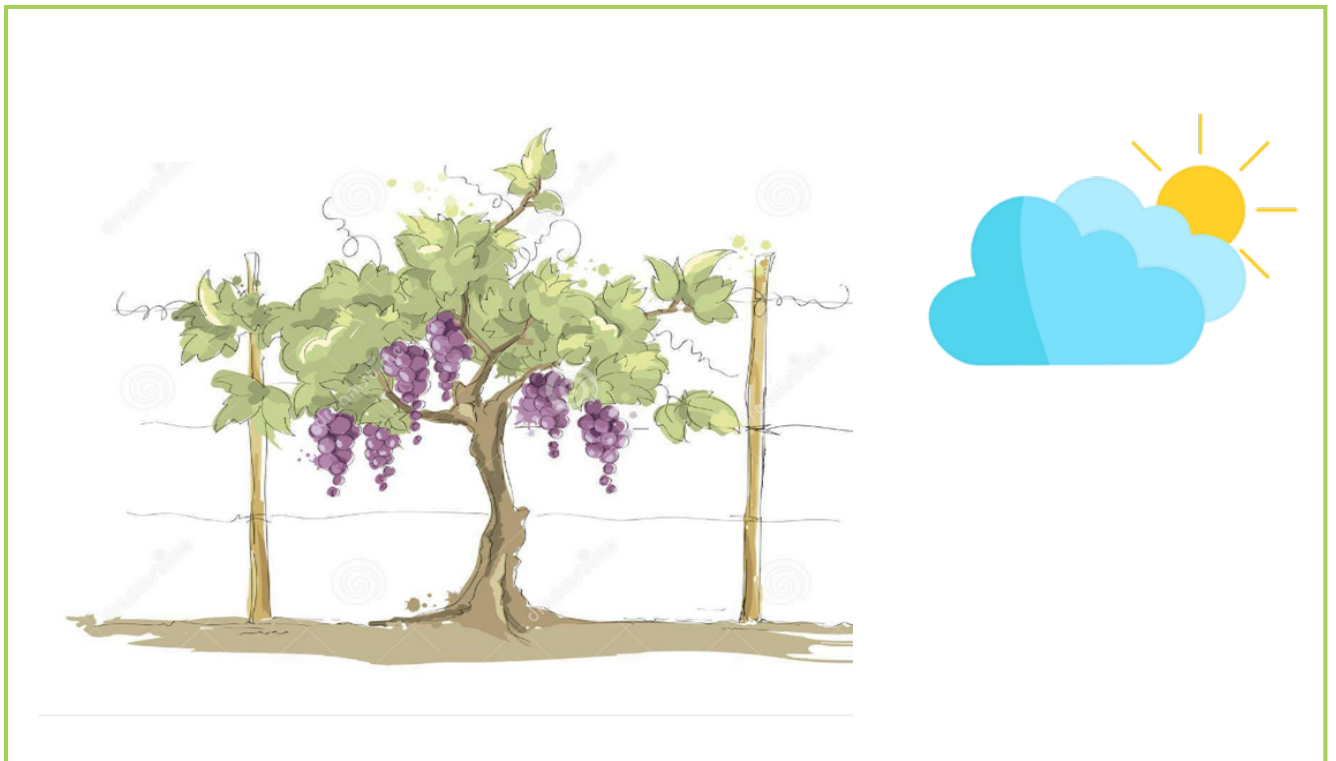
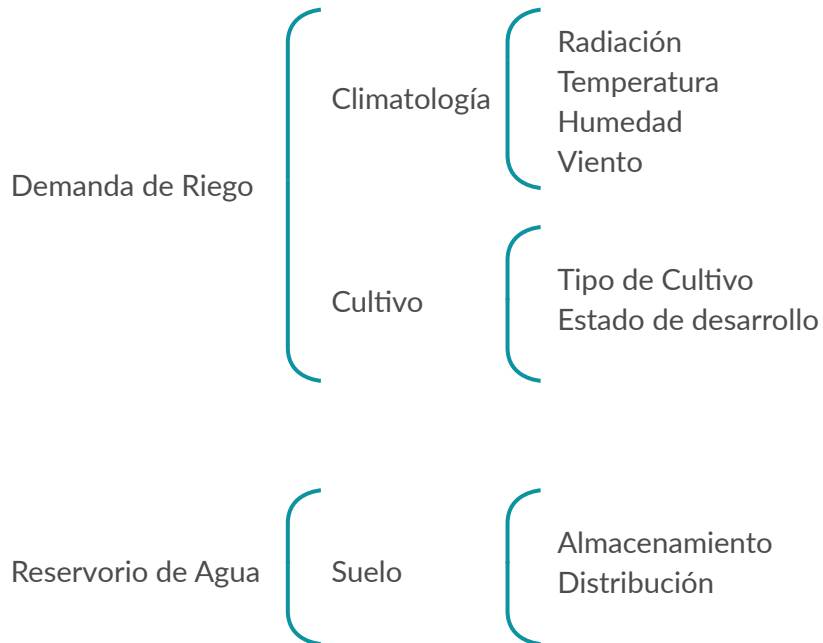


Figura 4: Demanda de riego agrícola.

Como se mencionó antes, la Eto depende del cultivo de referencia, y de la climatología del lugar donde se ubique este cultivo. Además, la Etc (evapotranspiración de un cultivo) depende del cultivo de interés y su estado de desarrollo (kc).

Se puede determinar Eto mediante estaciones meteorológicas que utilizan una ecuación denominada: **Penman-Montieth**, que toma como datos: radiación, temperatura, humedad y velocidad del viento del lugar de interés y a través de un cálculo matemático se obtiene el mismo resultado que con un lisímetro con el cultivo de referencia. Además, también se puede estimar la Eto con otros instrumentos como el **Tanque Tipo A** y los **Atmómetros**.

Anotamos las medidas de la estación meteorológica:

Temperatura: °C

Humedad: %

Velocidad del Viento: km/h

Radiación: W/m²



Figura 5: a) Estación meteorológica, b) Tanque Tipo A y c) Atmómetros.

La tabla 1: Resumen de la Eto diaria promedio de los meses del año para diferentes localidades de Mendoza. La Eto, así como la lluvia, se mide en mm/día o mm/mes o mm/año.

Mes	Jocoli	Tres Porteñas	Rusell	Perdriel	Las Violetas	Gustavo André	Chacras de Coria	Uspallata	Observatorio	Plumerillo
Agosto	2.7	2.5	2.4	2.4	2.6	2.5	2.2	2.4	2.1	2.3
Septiembre	3.9	3.7	3.5	3.5	3.8	3.7	3.2	3.5	3.0	3.5
Octubre	5.4	5.3	4.7	4.7	5.3	5.2	4.3	4.8	4.3	5.1
Noviembre	6.4	6.6	5.8	5.7	6.3	6.5	5.3	5.9	5.4	6.4
Diciembre	6.8	7.2	6.4	6.3	6.7	7.1	5.9	6.4	6.0	7.1
Enero	6.6	6.9	6.0	6.0	6.5	6.9	5.5	6.2	5.6	6.8
Febrero	5.5	5.7	5.2	5.1	5.4	5.8	4.8	5.2	4.7	5.5
Marzo	4.2	4.2	3.9	3.9	4.1	4.3	3.6	4.0	3.6	4.1
Abril	2.8	2.8	2.7	2.6	2.7	2.8	2.4	2.7	2.3	2.6
Mayo	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.8	1.5	1.6
Junio	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5	1.2	1.3
Julio	1.8	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.7	1.4	1.5

Tabla 1: Eto diaria promedio mensual en mm/día, para diferentes estaciones meteorológicas de la Cuenca del Río Mendoza.

Para determinar la demanda de cualquier cultivo se tiene que conocer la Eto del lugar y multiplicarla por el coeficiente de cultivo (kc) que ajusta la demanda del cultivo de referencia la cultivo en particular que nos interese.

$$Etc = Eto \times Kc$$

(1)

El coeficiente de cultivo (Kc) describe las variaciones en la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra/brotación hasta la cosecha.

En los cultivos normalmente podemos diferenciar cuatro etapas o fases de crecimiento del cultivo, donde para cada una de ellas se puede determinar el kc, esto permite ajustar luego el Kc de forma mensual o diaria:

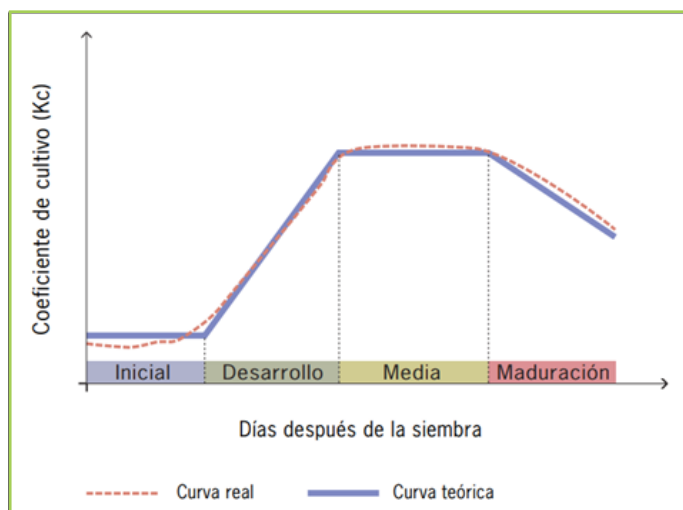


Figura 6: Curvas de coeficiente de cultivo real y teórica para especies anuales, según las diferentes fases de desarrollo.

Mes	Vid	Frutales	Olivos	Hortícolas	Pasturas	Forestales
Ago	0.30	0.45	0.65	0.40	0.40	0.30
Sep	0.50	0.45	0.65	0.50	0.95	0.60
Oct	0.50	0.90	0.65	0.50	0.90	1.25
Nov	0.70	0.90	0.70	0.70	0.90	1.25
Dic	0.70	0.90	0.70	1.15	0.90	1.25
Ene	0.70	0.90	0.70	1.15	0.90	1.25
Feb	0.70	0.65	0.70	1.15	0.90	1.25
Mar	0.45	0.65	0.70	0.90	0.90	1.25
Abr	0.45	0.65	0.70	0.50	0.90	0.64
May	0.30	0.30	0.70	0.50	0.40	0.64
Jun	0.10	0.10	0.60	0.40	0.40	0.30
Jul	0.10	0.10	0.60	0.40	0.40	0.10

Tabla 2: Coeficientes de cultivos mensuales (Kc).

Fecha	Vid	Frutales	Olivos	Hortícola Verano	Hortícola invierno	Pasturas	Forestales
Ago	330	330	500	0	530	590	390
Sep	560	650	720	0	830	850	800
Oct	980	1070	1050	920	1330	1300	1300
Nov	1250	1450	1260	1450	1500	1570	1810
Dic	1430	1740	1430	1950	1130	1840	2250
Ene	1370	1660	1370	2230	980	1760	2150
Feb	1010	1260	1040	1520	740	1340	1640
Mar	640	990	860	900	680	1090	1230
Abr	370	550	550	0	550	470	590
May	210	340	340	0	360	290	290
Jun	170	210	270	0	290	210	170
Jul	200	250	340	0	350	250	200
Año	8520	10500	9730	8970	9270	11560	12820

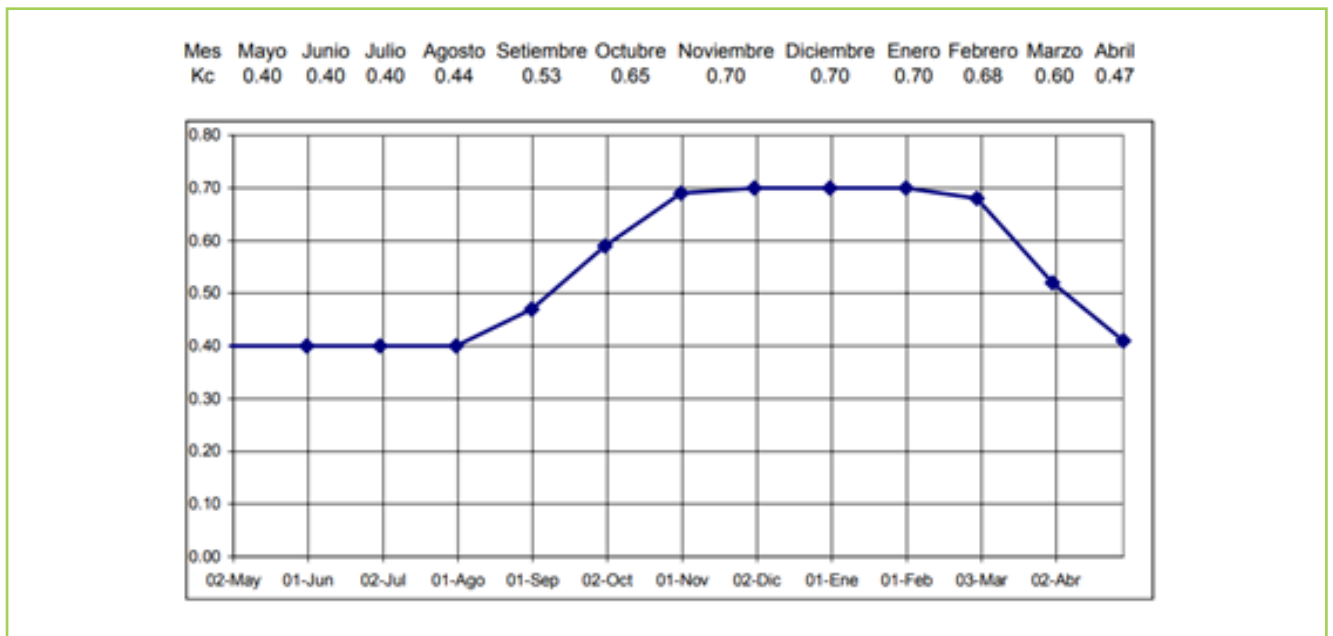
Tabla 3: Demanda de cultivos ($m^3/ha.mes$ y $m^3/ha.año$) en la cuenca del Río Mendoza.

Discutamos y hagamos una referencia rápida de la demanda de los cultivos con lo visto al momento.

B ESTACIÓN 2: ¿CUÁNTA ES LA DEMANDA DE RIEGO EN LA VID?

Fecha	Vid
Ago	330
Sep	560
Oct	980
Nov	1250
Dic	1430
Ene	1370
Feb	1010
Mar	640
Abr	370
May	210
Jun	170
Jul	200
Año	8520

Tabla 4 y Figura 7: Demandas de riego en el cultivo de la vid ($m^3/ha.mes$ y $m^3/ha.año$).



Resumen: 8500 m³/ha.año

B ESTACIÓN 3: ¿CUÁNTA ES LA DEMANDA DE RIEGO EN FRUTALES?

Fecha	Frutales	Olivos
Ago	330	500
Sep	650	720
Oct	1070	1050
Nov	1450	1260
Dic	1740	1430
Ene	1660	1370
Feb	1260	1040
Mar	990	860
Abr	550	550
May	340	340
Jun	210	270
Jul	250	340
Año	10500	9730

Tabla 5: Demandas de riego para cultivos frutales ($m^3/ha.mes$ y $m^3/ha.año$).

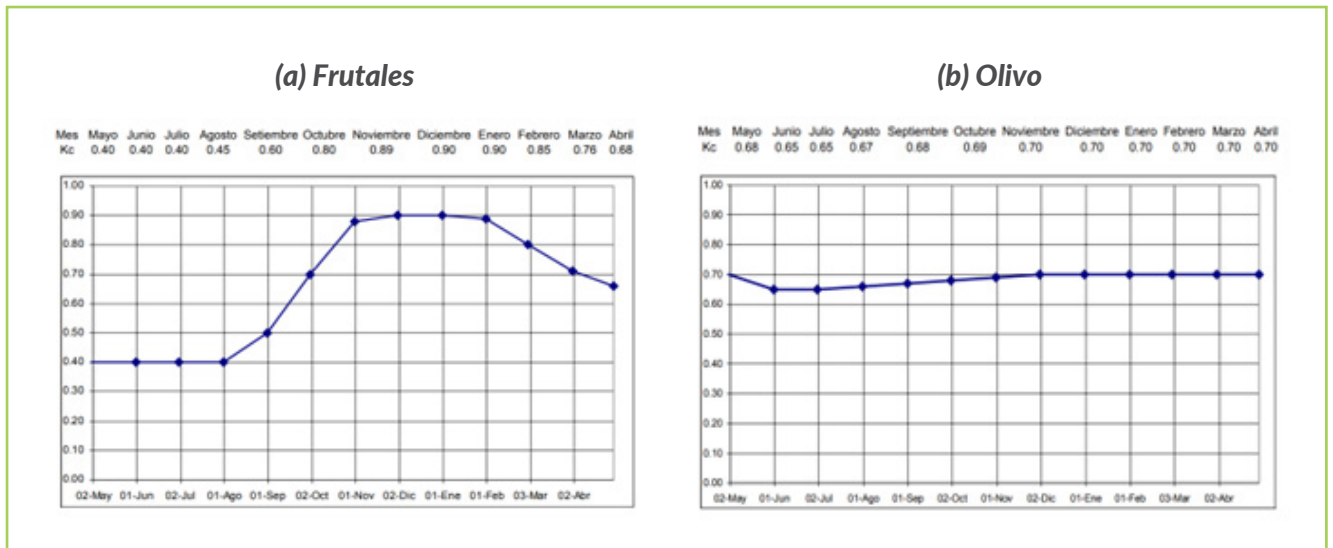


Figura 8: Coeficientes de cultivo para frutales (a) y olivos (b).

Resumen Frutales: 10500 $m^3/ha.año$

Resumen Olivos: 9700 $m^3/ha.año$

B ESTACIÓN 4: ¿CUÁNTA ES LA DEMANDA DE RIEGO EN CULTIVOS HORTÍCOLAS?

Fecha	Hortícola Verano	Hortícola invierno
Ago	0	530
Sep	0	830
Oct	920	1330
Nov	1450	1500
Dic	1950	1130
Ene	2230	980
Feb	1520	740
Mar	900	680
Abr	0	550
May	0	360
Jun	0	290
Jul	0	350
Año	8970	9270

Tabla 6: Demandas de riego para cultivos hortícolas ($m^3/ha.mes$ y $m^3/ha.año$).

Resumen Hortícolas de Verano: 9000 $m^3/ha.año$

Resumen Hortícolas de Invierno: 9300 $m^3/ha.año$

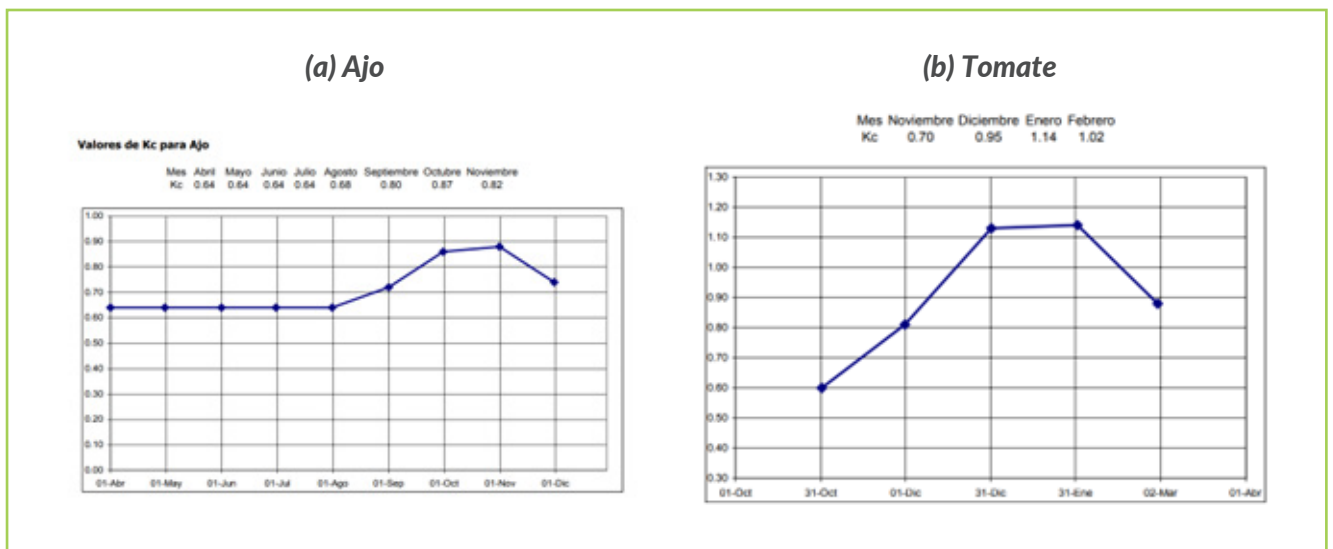
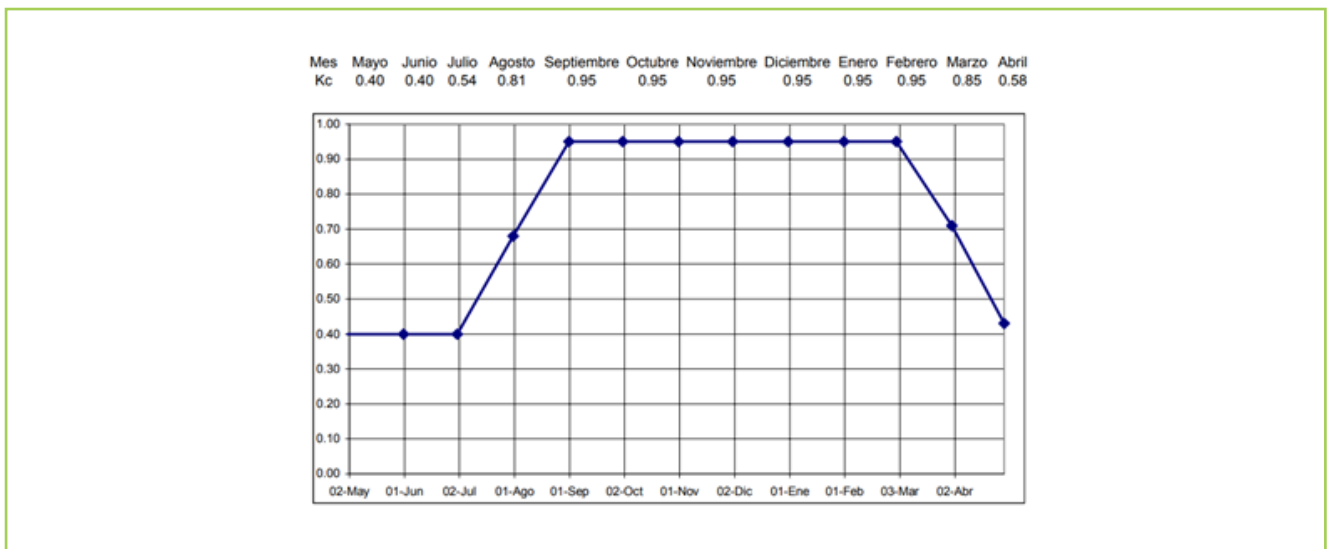


Figura 8: Coeficientes de cultivo para hortalizas de invierno y de verano.

C ESTACIÓN 5: ¿CUÁNTA ES LA DEMANDA DE RIEGO EN PASTURAS?

Fecha	Pasturas
Ago	590
Sep	850
Oct	1300
Nov	1570
Dic	1840
Ene	1760
Feb	1340
Mar	1090
Abr	470
May	290
Jun	210
Jul	250
Año	11560

Tabla 7 y Figura 9: Demanda de riego en pasturas (m³/ha.mes y m³/ha.año).



Resumen Pasturas: 11500 m³/ha.año

D **ESTACIÓN 6: ¿CÓMO SE RELACIONA LA DEMANDA DE RIEGO CON EL MANEJO DE EMBALSES, DIQUES Y CANALES?**

La demanda de riego depende del y de las características del

Respecto al clima podemos decir que:

A mayor temperatura: demanda de los cultivos.

A mayor humedad: demanda de los cultivos.

A mayor velocidad del viento: demanda de los cultivos.

A mayor radiación solar: demanda de los cultivos.

Completamos la siguiente tabla con las demanda anual de los cultivos analizadas (m³/ha.año):

Cultivo	m ³ /ha.año
Forestales	
Pasturas	
Frutales	
Olivos	
Hortícolas de Invierno	
Hortícolas de Verano	
Vid	

Tabla 8: Demanda anual de cultivos para la cuenca del Río Mendoza.

Además de la demanda de agua de un cultivo, para poder distribuir adecuadamente el agua, hay que conocer las demandas agro-culturales y la necesidad neta y bruta de riego de los cultivos.

Las **demandas agro-culturales** es agua necesaria para **preparar el suelo** para las siembras de los cultivos anuales, para adecuar los suelos a un contenido de humedad adecuado para su laboreo (rastreado, cincelado, etc); o para llenar los suelos de agua como **defensa pasiva para las heladas**. Para riegos de siembra y laboreo podemos mencionar una demanda agro-cultural de 500 m³/ha.riego y para el caso de defensa pasiva de heladas 1000 m³/ha.riego.

¿Cómo determina la necesidad neta y la necesidad bruta de riego?

- **Necesidad Neta de Riego**

Es igual a la demanda de agua de los cultivos a la cual se resta la precipitación efectiva.

La precipitación o lluvia efectiva es la parte de la lluvia que queda almacenada en el suelo en la zona de raíces donde el cultivo puede extraerla. Se puede estimar con un 80% de toda la lluvia que cae.

$$\text{Necesidad Neta de Riego (mm/mes): } ET_c \times \text{Precipitación Efectiva} \quad (2)$$

- **Necesidad Bruta de Riego**

Tiene en cuenta toda el agua necesaria para una buena cosecha (necesidad neta de riego), pero además tiene en cuenta la eficiencia del sistema de riego.

Así, por ejemplo, para el caso de un **cultivo frutal**, regado por un sistema de riego por goteo donde la eficiencia del sistema puede ser del 90%, habrá que disponer de un 10% más de agua para cubrir las necesidades de agua del frutal; ya que un 10% de toda el agua aplicada en un sistema de riego por goteo percola por debajo de las raíces y no es tomada por el cultivo para evapotranspirarse.

$$\text{Necesidad Bruta de Riego} = \frac{\text{(Necesidad Neta de Riego)}}{\text{(Eficiencia del Sistema de Riego)}} \quad (3)$$

Para nuestro ejemplo:

$$\text{Necesidad Bruta de Riego en Durazno: } \frac{10500 \frac{\text{m}^3}{\text{ha.año}}}{0,90}$$

$$\text{Necesidad Bruta de Riego en Durazno: } 11666 \frac{\text{m}^3}{\text{ha.año}}$$

La necesidad bruta de riego de los cultivos es la que se debe tener en cuenta para derivar el agua por los canales. Para ello se estima una eficiencia razonable del método de riego como se detalla en Tabla 9:

Método de Riego	Eficiencia Razonable (%)
Riego por Superficie sin desagüe	60
Riego por Superficie con desagüe	50
Riego por Goteo o Microaspersión	90
Riego por Pivote Central	85

Tabla 9: Eficiencias según el método de riego.

¿Cómo se considera la demanda de riego de los cultivos en la distribución de agua de los usuarios?

Para cada río en su totalidad, Asociación e Inspección de Cauce se tiene que conocer la superficie (ha) de los distintos cultivos, a esto se le llama **célula de cultivo** o **patrón de cultivos** de la zona. Con ello, se pueden determinar los valores vistos de demanda de agua, necesidad neta y bruta de riego de cada cultivo.

Finalmente, para cada mes del año se puede conocer la cantidad de agua disponible que deben tener los embalses para derivar y poder cumplir con las demandas de agua, necesidades netas y brutas de los cultivos (Discutir situaciones de años hidrológicos).

Como vincular la demanda de agua a la distribución de los usuarios será tema del próximo encuentro.

Distribución PRIMARIA Y SECUNDARIA



30 de Marzo
2023
9:00 - 14:30



ASIC - 1° Zona de riego
del Río Mendoza
Videla R. 8325
Luján de Cuyo



Guillermo Cúneo
Ing. Agrónomo
DGI

OBJETIVOS

- » Entender conceptos de la distribución del agua.
- » Relación entre la distribución primaria y secundaria.
- » Generar capacidades para la programación de turnos de riego.
- » Abordar el tema "Cuenta de agua".

INTRODUCCIÓN

09:00 - 09:15

BIENVENIDA EN SALÓN DE USOS MÚLTIPLES

Acreditaciones. Entrega de material y detalles de jornada.
Objetivos generales: "Distribución Primaria y Secundaria".

MÓDULO TEÓRICO

09:20 - 10:30

A DISTRIBUCIÓN PRIMARIA | RICARDO LUQUI - CECILIA MARTÍN

- › Principios rectores de la distribución del agua.
- › Métodos de entrega del agua a las Inspecciones de Cauce.
- › Criterios de distribución actuales. Cuenta de Agua.
- › Modelos informáticos para la planificación y control de la distribución primaria.
- › Obras de distribución. Tipos de obras.
- › Métodos de aforo en canales de riego. Secciones de aforo. Curvas de gasto. MIDO.

10:30 - 11:00

BREAK

11:00 - 12:10

B DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA | CARLOS SÁNCHEZ - MATIAS ROSELLÓ

- › Métodos de entrega del agua a las Inspecciones de Cauce.
- › Elaboración de cuadro de turnos.
- › Medición de agua en canales.
- › Mantenimiento y conservación del sistema de riego.
- › Criterios de distribución actuales. Cuenta de Agua.
- › Reservorios en Canales. Distribución por Demanda Acordada.
- › Software de Distribución Secundaria

MÓDULO PRÁCTICO

12:20 - 13:10

C DISTRIBUCIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA (TERRENO) GUILLERMO CÚNEO - GONZALO MUÑIZ - ROCÍO MARTÍNEZ

- › Revisión de los temas vistos en el módulo teórico a campo (Dique Carrodilla, Canales primarios y secundarios, sección de aforo). Recreativos.

CIERRE

13:20 - 13:50

INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Actividad de integración de conocimientos.

A DISTRIBUCIÓN PRIMARIA

A.1. Principios rectores de la distribución del agua

1. El agua y su ciclo

a. El agua es un recurso renovable, escaso y vulnerable

El agua es un elemento insustituible para el sostenimiento de la vida humana y el resto de los seres vivos. A pesar de ser **renovable**, la **escasez** se manifiesta a medida que aumentan las demandas y los conflictos por su uso. Su carácter **vulnerable** se manifiesta en la creciente degradación de su calidad, lo cual amenaza la propia existencia de la vida.

b. El agua tiene un único origen

Toda el agua que utilizamos, ya sea que provenga de una fuente atmosférica, superficial o subterránea, debe ser tratada como parte de un único recurso, reconociéndose así la unicidad del ciclo hidrológico. La conectividad hidrológica que generalmente existe entre las distintas fuentes de agua hace que las extracciones y/o contaminaciones en una de ellas repercutan en la disponibilidad de las otras.

2. El agua y el ambiente

a. Conservación y reuso del agua

Las prácticas conservacionistas y el reuso del agua brindan oportunidades para el ahorro del recurso que derivan en importantes beneficios sociales, productivos y ambientales.

3. El agua y la sociedad

a. Ética y gobernabilidad del agua

Alcanzar la plena **governabilidad** del sector hídrico requiere del compromiso y el accionar conjunto de los organismos de gobierno y usuarios del agua para democratizar todas las instancias de la gestión hídrica. La dimensión ética en el manejo de las aguas se logrará incorporando a la gestión diaria la equidad, la participación efectiva, la comunicación, el conocimiento, la transparencia y especialmente la capacidad de respuesta a las necesidades que se planteen en el sector. Ambas, la ética del agua y la gobernabilidad del sector hídrico, se alcanzarán a través del cumplimiento de todos y cada uno de los Principios Rectores aquí enunciados.

b. Uso equitativo del agua

Todos los habitantes de una cuenca tienen derecho a acceder al uso de las aguas para cubrir sus necesidades básicas de bebida, alimentación, salud y desarrollo.

c. Responsabilidades indelegables del Estado

El agua es tan importante para la vida y el desarrollo de la sociedad que ciertos aspectos de su gestión deben ser atendidos directamente por el Estado. La formulación de la política hídrica, la evaluación del recurso, la planificación, la administración, la asignación de derechos de uso y vertido, la asignación de recursos económicos, el dictado de normativas, y muy especialmente la preservación y el control son responsabilidades indelegables del Estado.

4. El agua y la gestión

a. Gestión descentralizada y participativa

Cada Estado Provincial es responsable de la gestión de sus propios recursos hídricos y de la gestión coordinada con otras jurisdicciones cuando se trate de un recurso hídrico compartido. La descentralización de funciones debe alcanzar el nivel local más próximo al usuario del agua que resulte apropiado, promoviendo la participación de organizaciones comunitarias en la gestión del agua. Al mismo tiempo se fomenta la participación efectiva de toda la sociedad en la definición de los objetivos de la planificación hídrica, en el proceso de toma de decisiones y en el control de la gestión.

b. Gestión integrada del recurso hídrico

La diversidad de factores ambientales, sociales y económicos que afectan o son afectados por el manejo del agua avala la importancia de establecer una gestión integrada del recurso hídrico (en contraposición al manejo sectorizado y descoordinado).

c. Usos múltiples del agua y prioridades

Excepto el agua para consumo humano básico –cuya demanda se juzga prioritaria sobre todo otro uso– el resto de las demandas serán satisfechas conforme a las prioridades establecidas por cada jurisdicción.

d. Planificación hídrica

Cada provincia desarrollará planes hídricos como instrumento de compromiso técnico y político para el cumplimiento de los objetivos fijados. La planificación hídrica debe contar con la fuerza legal necesaria que asegure su continuidad y con los mecanismos de actualización que correspondan. Las planificaciones hídricas provinciales así concebidas deben ser articuladas en un Plan Hídrico Nacional que asegure el cumplimiento de los objetivos y metas de la política hídrica consensuada en el Consejo Hídrico Federal.

e. Acciones estructurales y medidas no-estructurales

Una planificación hídrica se alcanza mediante la adecuada combinación de acciones estructurales (construcción de infraestructura) y de medidas de gestión, tecnológicas y disposiciones legales y reglamentarias que complementen o sustituyan las obras físicas –medidas no-estructurales.

f. Prevención de conflictos

Con el consenso y el manejo de los conflictos se busca identificar los intereses de cada una de las partes y así juntos construir soluciones superadoras que potencien el beneficio general y que al mismo tiempo satisfagan las aspiraciones genuinas de las partes.

5. El agua y las instituciones

a. Autoridad única del agua

Centralizar las acciones del sector hídrico en una única conducción favorece la gestión integrada de las aguas. Dicha autoridad tiene la responsabilidad de articular la planificación hídrica con los demás sectores de gobierno. Esta debe disponer de la necesaria autarquía institucional y financiera para garantizar un adecuado cumplimiento de sus misiones, debiendo ser además autoridad de aplicación de la legislación de aguas y contar con el poder de policía necesario para su efectiva aplicación.

b. Organizaciones de usuarios

Siguiendo el principio de centralización normativa y descentralización operativa, se propicia la participación de los usuarios del agua en determinados aspectos de la gestión hídrica. Para ello se fomenta la creación y fortalecimiento de organizaciones de usuarios del agua en los cuales delegar responsabilidades de operación, mantenimiento y administración de la infraestructura hídrica que utilizan.

6. El agua y la ley

a. El agua como bien de dominio público

Por ser el agua un bien del dominio público, cada Estado Provincial en representación de sus habitantes, administra sus recursos hídricos superficiales y subterráneos, incluyendo los lechos que encauzan las aguas superficiales con el alcance dado en el Código Civil. Los particulares sólo pueden acceder al derecho del **uso** de las aguas públicas, no a su **propiedad**. Asimismo, la sociedad, a través de sus autoridades hídricas, otorga derechos de uso del agua y vertido de efluentes con la condición que su aprovechamiento resulte beneficioso en términos del interés público.

b. Asignación de derechos de uso del agua

La necesidad de satisfacer crecientes demandas de agua requiere contar con instrumentos de gestión que permitan corregir ineficiencias en el uso del recurso y su reasignación hacia usos de mayor interés social, económico y ambiental. En tal sentido, los Estados provinciales condicionarán la asignación de derechos de uso del agua a los usos establecidos por sus respectivas planificaciones hídricas; otorgándolos por un período de tiempo apropiado al uso al que se los destine. Se busca así asegurar el aprovechamiento óptimo del recurso a través de periódicas evaluaciones de los derechos de uso asignados.

c. Derecho a la información

Les cabe a las autoridades hídricas provinciales y nacional la responsabilidad de garantizar el acceso libre y gratuito de todos los ciudadanos a la información básica relacionada con las instancias de monitoreo, evaluación, manejo, aprovechamiento, protección y administración de los recursos hídricos.

7. El agua y la economía

a. El agua como motor del desarrollo sustentable

El agua es un recurso estratégico para el desarrollo de las economías regionales, y por ende, de la Nación en su conjunto. La asignación del agua disponible en una región debe atender no sólo los requerimientos ambientales y las necesidades básicas del ser humano, sino también elevar su calidad de vida, poniendo el recurso hídrico al servicio del desarrollo y bienestar de la sociedad.

b. El valor económico del agua

Al convertirse el agua en un bien escaso como resultado de la competencia por su aprovechamiento, una vez cubierta su función social y ambiental, adquiere valor en términos **económicos**, condición ésta que introduce racionalidad y eficiencia en la distribución del recurso. La consideración del valor económico del agua durante la etapa de planificación permite identificar los posibles usos del recurso con capacidad de aportar desarrollo sustentable a una región.

c. Pago por el uso de agua

Las estructuras tarifarias asociadas al cobro por el uso del agua deben incentivar el uso racional del recurso y penalizar ineficiencias. Por todo uso de agua corresponde abonar un cargo para cubrir los gastos generales en que incurre la administración hídrica a los efectos de llevar adelante su misión. Adicionalmente, y según corresponda, se abonarán cargos para cubrir los gastos operativos inherentes al manejo propiamente dicho del recurso. Para aquellos usos con probada rentabilidad, corresponde abonar un cargo por el derecho al uso diferenciado de un bien público.

d. Pago por vertido de efluentes, penalidad por contaminar y remediación

Las acciones de control de vertido de efluentes demandan cubrir los gastos en que incurre la administración hídrica en ese sentido (cargo directo al vertido de efluentes). La infracción a los parámetros establecidos como límites será pasible de la aplicación de penalidades, con la obligación adicional de remediar los daños ocasionados. En este contexto, las penalidades por contaminar y las acciones de remediación emergentes deben ser estructuradas para inducir la corrección de situaciones contaminantes existentes. Este criterio se extiende a proyectos de nuevas actividades mediante la previsión de reaseguros económicos que consideren el riesgo potencial de contaminar.

e. Cobro y reinversión en el sector hídrico

Los recursos económicos recaudados por el sector hídrico deben reinvertirse en el propio sector hídrico; parte en forma directa para cubrir los gastos de gestión del agua y parte retornan a la sociedad en forma indirecta a través del financiamiento de obras y medidas no-estructurales que se realicen en satisfacción del interés público. De este modo el sector hídrico obtiene recursos económicos genuinos para llevar adelante una gestión independiente y con continuidad en el tiempo, y la sociedad se ve beneficiada a través de obras y servicios que promuevan su desarrollo socio-económico.

f. Financiamiento de medidas no-estructurales

Resulta esencial para una mejor gestión hídrica contar con financiamiento para la implementación de medidas no-estructurales tales como el monitoreo sistemático, normas de ordenamiento territorial, zonificación de riesgos, mecanismos de organización y participación institucional de los actores involucrados y otras formas adicionales para garantizar la gestión de las obras y la permanencia en el tiempo de su función.

8. La gestión y sus herramientas

a. Desarrollo de la cultura del agua

Se busca instalar nuevas conductas y actitudes en la sociedad en su relación con el agua, lo que permitirá una mejor comprensión de la complejidad de los temas hídricos y de su interdependencia con factores económicos, sociales y ambientales. Dicha tarea es una responsabilidad compartida entre las organiza-

ciones que administran el agua y las instituciones educativas formales y no formales con dedicación al tema; teniendo como fin una participación más comprometida y mejor informada de todos los niveles de la sociedad en la gestión de los recursos hídricos.

b. Actualización legal y administrativa

La gestión integrada de los recursos hídricos requiere de un marco legal que provea la estructura para el cumplimiento de las metas de desarrollo y la protección de las aguas. Ante dicha necesidad, las leyes y los mecanismos administrativos y regulatorios vigentes en materia de agua requieren de una continua actualización que permita avanzar hacia una unificación de criterios y normativas que eviten contradicciones y/o superposición de funciones y eliminen ambigüedades jurisdiccionales. Las normativas deben ser simples y ágiles de aplicar, deben reflejar los avances del conocimiento, deben enmarcarse en esquemas sociales y económicos modernos y deben estar comprometidas solidariamente con las generaciones futuras.

c. Monitoreo sistemático

Conocer y evaluar el estado y la dinámica del recurso hídrico con precisión –en cantidad y calidad– constituye el insumo básico de todo proceso de planeamiento y gestión, proveyendo además información esencial para controlar la eficiencia y sustentabilidad de los sistemas hídricos y del conjunto de las actividades sociales y económicas relacionadas con el agua. Es función del Estado Nacional asegurar la colección y diseminación de la información básica climática, meteorológica, cartográfica e hidrológica necesaria. Esto deberá complementarse y coordinarse con las mediciones que realizan los estados provinciales y los usuarios del agua, en función de sus necesidades, con la finalidad de disminuir la incertidumbre en el conocimiento del recurso a un nivel razonable.

d. Sistema integrado de información hídrica

Es esencial contar con un sistema de información que provea los elementos necesarios para llevar adelante una gestión racional y eficiente del sector hídrico. Para ello, debe contarse con un sistema de información integrada –con alcance nacional e internacional– fundado en una estructura adecuada de última tecnología que cubra todos los aspectos de cantidad y calidad del agua, incluyendo información relevante relacionada con la planificación, administración, concesión, operación, provisión de servicios, monitoreo y protección, regulación y control del sector hídrico. La integración de la información hídrica con otros sistemas de información de base favorecerá la toma de decisiones de los sectores público y privado y como instrumento de control de la gestión.

e. Optimización de sistemas hídricos

Considerando que buena parte de la infraestructura hídrica existente ha sido diseñada y es operada como componentes independientes, es conveniente reevaluar su operación mediante técnicas de análisis de sistemas a los efectos de mejorar el rendimiento operativo de las obras y la rehabilitación de la infraestructura ociosa. Se busca así nuevas y más eficientes formas de distribución del recurso, proporcionando la posibilidad de identificar potenciales conflictos por su uso y la búsqueda de alternativas de distribución con mayor aceptación social.

f. Formación de capacidades

Es esencial mejorar las capacidades humanas a todos los niveles para alcanzar una acertada gestión del agua. Para ello es imperativo reforzar el desarrollo de capacidades en disciplinas relacionadas con el conocimiento básico, la planificación, la gestión y el control de los recursos hídricos. A ello se suman otras disciplinas relacionadas con la formulación de normas regulatorias y legislación de agua.

g. Red de extensión y comunicación hídrica

Se promueve la creación de una red de extensión y comunicación entre todos los actores vinculados al quehacer hídrico para la divulgación de información y experiencias del sector. Se busca así fomentar las mejores prácticas en todos los aspectos que hacen al uso y protección del recurso y eliminar las prácticas inadecuadas. Se considera a la red de extensión y comunicación hídrica como una herramienta efectiva para alcanzar el conocimiento y la necesaria toma de conciencia de los usuarios actuales del agua, como también de los nuevos usuarios y administradores que se sumen progresivamente a la gestión hídrica como resultado del proceso de descentralización.

h. Impactos por exceso o escasez de agua

En situaciones de escasez deben evitarse las extracciones descontroladas de aguas superficiales y subterráneas que degraden los ecosistemas y atenten contra la sustentabilidad de los acuíferos. Ello exige ingentes esfuerzos de monitoreo y una estricta regulación conjunta de ambas fuentes de agua en términos de cantidad y calidad.

A.2. Métodos de entrega del agua a las Inspecciones de Cauce

1. Un dato fundamental para **iniciar** la planificación de entrega primaria es el que se obtiene del **pronóstico de escurrimiento**. En este documento, se desprenden los **valores de derrames mensuales** que, se estima, el río entregará con niveles de precisión aceptables. Es importante aclarar que existen distorsiones producidas por la temperatura, la metodología utilizada para su estimación, las situaciones de sequía, etc.
2. Como paso **posterior** se elabora el **plan de erogación de la cuenca**, teniendo en cuenta datos de volumen almacenado en los embalses, demandas o usos prioritarios, estacionalidad en las demandas de riego, caudales operativos en la red de riego, volumen final pretendido en los embalses. También, hay que tener en cuenta otros factores como son: producción hidroeléctrica, caudales operativos, satisfacción de la demanda, pérdidas en la conducción, etc.
3. Con el **pronóstico de escurrimiento**, el **plan de erogación de la cuenca y descontando las pérdidas por conducción en la red primaria y el río**, se puede estimar de manera *aproximada* cuánta agua le corresponde a cada concesión para ese año en particular. Otro dato fundamental es la superficie habilitada para recibir el agua. Este dato es sumamente importante, ya que afecta de manera directa el volumen de agua que le corresponde a cada concesión, por ende a la inspección.
4. Teniendo en cuenta la **infraestructura** y los **métodos de riego** predominantes en la inspección, se procede a plantear los diversos **esquemas de entregas**. Normalmente los canales se encuentran **turnados**, esto se debe a que, para poder cumplir con el caudal óptimo para la operación de la red de riego, se debe acortar el tiempo de riego, generando situaciones donde el canal está con agua en un momento y sin agua en otro momento.
 - Existen situaciones donde la dotación es continua (varía el caudal, pero el tiempo de riego se prolonga), siempre y cuando la red primaria como secundaria lo permiten.
 - Esta situación es preferible en zonas donde el objetivo es flexibilizar las entregas, pero de todos modos se debe analizar cada caso en particular.

Dependiendo del volumen de oferta, podríamos pensar en dos modalidades de distribución primaria:

Distribución extendida: se aplica generalmente cuando la oferta en el río es suficiente para abastecer a todos los canales del sistema de riego a la vez.

- Cada canal realiza el típico turnado de distribución secundaria.
- Los canales necesitan de un mínimo de caudal para poder estar operativos. Por debajo de ese límite, la distribución es dificultosa, no posible o bien ineficiente. Por ello se asocia la distribución extendida a caudales altos en los ríos para años ricos.
- En esta modalidad, el **caudal ficticio continuo** (l/s/ha) es igual al **coeficiente de distribución**, ya que el tiempo de dotación son las 24 horas del día por todos los días del mes o período de riego.

Turnados: se da cuando los caudales de oferta en el río son escasos y no se alcanzan a dotar a todos los canales con el caudal mínimo operativo de los mismos.

- Aquí aparece el concepto de **seccionado** que consiste en agrupar canales, hijuelas o bien superficies, para dotar con agua a cada grupo por vez y, dentro de cada grupo, se asigna algún tipo de distribución (extendido o por turnado). De esta manera, cada sección recibe un caudal mayor que si fuese extendido, logrando un caudal óptimo de manejo dentro de la sección.
- Aquí el **caudal ficticio continuo** no es igual al **coeficiente de distribución**, ya que este último aumenta al disminuir el tiempo de dotación. Al terminar el ciclo de turnados de secciones, todos han recibido el mismo volumen de agua y equivalentes al coeficiente continuo ficticio.

En un ejemplo esquemático trata de explicar estos dos métodos.

Supongamos que el río trae un caudal de 60 m³/s y alimenta una cuenca que riega 60.000 ha

En el caso de la **distribución extendida** el cálculo del coeficiente se calcula de manera sencilla:

Se divide el **caudal de oferta** (expresado en litros por segundo) **por la superficie** a dotar en hectáreas.

Caudal ficticio continuo = Coef. distribución = 60.000 l/s / 60.000 ha = 1 l/s/ha

Un coeficiente de 1 l/s/ha incluso es alto en un esquema de distribución.

1. Si el río trae un caudal de oferta de 30.000 l/s, para la misma superficie, el **caudal ficticio continuo** es de **0,5** (30.000 l/s / 60.000 ha = 0,5 l/s/ha).
2. Si tomamos un ciclo de seccionados de 30 días, podemos optar por realizar **2 secciones** de 30.000 ha cada una y dotamos primero una con los 30 m³/s durante 15 días y luego la otra con el mismo caudal.

Para cada sección el coeficiente de distribución es de 1 l/s/ha, pero el ficticio continuo para el mes completo es de 0,5 l/s/ha. El volumen dotado al cabo del mes es el mismo para todos.

3. En otro caso hipotético, y para nada alejado de la realidad, sería que el caudal de oferta en el río fuese de 20 m³/s, por lo que el caudal ficticio continuo de 0,33 l/s/ha.

Se puede pensar en realizar un seccionado en 3 partes de 20.000 ha cada una, dotando 10 días a cada sección con un coeficiente de distribución de 1 l/s/ha.

.....

En los tres casos se está dotando con el mismo coeficiente de distribución, cumpliendo con los caudales operativos, pero cada caso se amolda a la existencia de la oferta.

Ejemplo Práctico

En el siguiente apartado se desarrolla un ejemplo práctico de gestión de la distribución primaria. El objetivo es, a partir de un plan de erogación, calcular el caudal y tiempo de riego que le corresponde a cada canal. Se aplican conceptos de: **plan de erogación, usos prioritarios, tiempos de riego, láminas entregadas y caudales.**

La información con la que se cuenta al inicio de la planificación de la distribución es:

- El pronóstico de escurrimiento de los ríos;
- el plan de erogación y;
- la superficie habilitada para recibir el agua de riego.

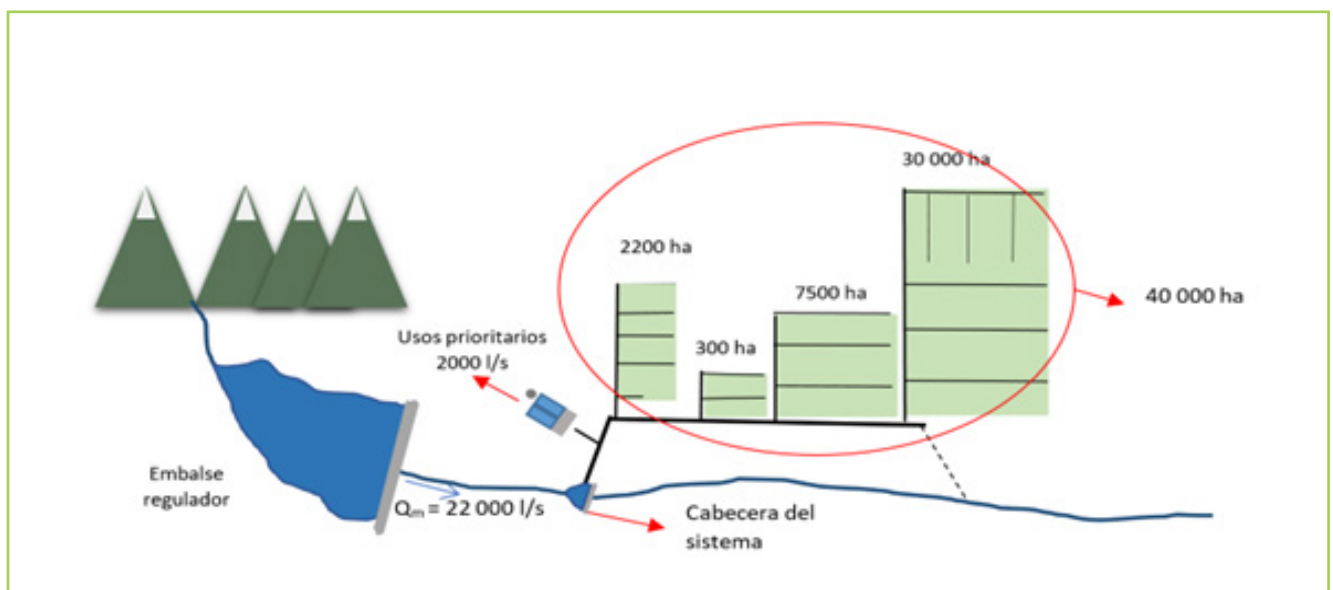


Figura 1: Cuenca del ejemplo a desarrollar

Como primer paso se define un valor que llamaremos **Caudal Ficticio Continuo** o CFC, (en el libro “Manual de agricultura bajo riego” -Luque, 1955- lo llama índice de riego).

Caudal Ficticio Continuo

División entre el **caudal medio del río** derivado al sistema de riego para un periodo de tiempo definido y la **superficie** a regar habilitada.

Conceptualmente, este valor representa el caudal por hectárea que tendría que dotar a todas las propiedades de forma continua todo el periodo en estudio.

En el ejemplo dado y, en el mes analizado, la erogación es de 22 m³/s, el cual se extrae del plan de erogación. Allí se expresa un uso prioritario del agua de 2 m³/s que deberá ser descontado del total derivado.

Pasando la unidad de caudal de m³/s al l/s, queda de la siguiente manera:

$$Q_m = Q_{erogado} - Usos\ prioritarios$$

$$Q_m = 22\ 000 \frac{l}{s} - 2\ 000 \frac{l}{s}$$

$$Q_m = 20\ 000 \frac{l}{s}$$

La superficie que debe abastecer es de 40.000 hectáreas, este caso el CFC sería de 0.5 l/s ha.

$$CFC = \frac{Q_m}{S_{riego}} = \frac{20\ 000 \frac{l}{s}}{40\ 000\ ha} = 0.5 \frac{l}{s\ ha}$$

Con el dato de **caudal ficticio continuo**, se calcula el **volumen** y la **lámina diaria** que le corresponde según el **plan de erogación**, a cada concesión o canal.

$$Volumen\ referencia\ diario = CFC * 86400 \frac{s}{día} * \frac{1}{1000} \frac{m^3}{l} = 0.5 \frac{l}{s\ ha} * 86400 \frac{s}{día} * \frac{1}{1000} \frac{m^3}{l} = 43.2 \frac{m^3}{ha\ día}$$

$$Lamina\ referencia\ diario = \frac{V\ referencia\ diario}{10} = \frac{43.2 \frac{m^3}{ha\ día}}{10} = 4.32 \frac{mm}{día}$$

Esto significa que, si quisiésemos entregar agua continuamente a las 40.000 ha (es decir, todas las propiedades del distrito de riego) durante todo el mes, se tendría que abastecer con 0.5 l/s por hectárea a cada una.

Debido a, la infraestructura, los métodos de riego y las superficies de las propiedades, es necesario aumentar los caudales de entrega, disminuyendo el tiempo de riego. A esta operación se la llama **“turno de riego”**. El objetivo es disminuir el intervalo de tiempo de riego hasta que los caudales sean los adecuados para regar. Esto genera que los canales no estén con agua todo el tiempo, sino que durante periodos determinados.

De este razonamiento se desprende el concepto de **módulo de riego**.

Caudal necesario y suficiente que el productor necesita recibir para lograr un riego eficiente. Esto depende del tipo de suelo, del cultivo, de las técnicas de riego implementadas, de las pendientes del terreno, etc.

Continuando con el ejemplo...

Si se tiene un caudal medio de 20.000 l/s (luego de restar los usos prioritarios), se abastecen 4 canales secundarios. La superficie de cada canal es:

- Canal A: 2.200 ha,
- Canal B: 300 ha,
- Canal C: 7.500 ha y
- Canal D: 30.000 ha

Si se quisiera dotar de agua a los cuatro canales a la vez, durante todo el mes, se tendrían los siguientes caudales por toma de manera continua:

Canal	CFC	Superficie (ha)	Caudal (l/s)
Canal A	0.5	2200	1100
Canal B	0.5	300	150
Canal C	0.5	7500	3750
Canal D	0.5	30000	15000

Tabla 1: CFC, superficie y caudal según el caudal

Se define **lámina acumulada** como la sumatoria de las **láminas aplicadas**, para este ejemplo, a lo largo del mes:

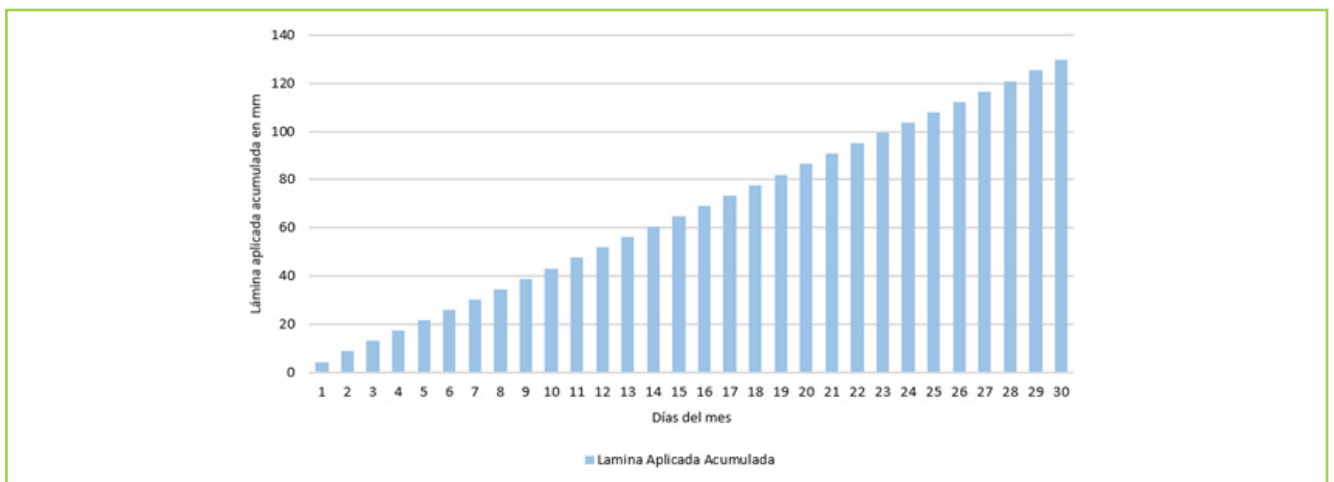


Figura 2: Lamina programada acumulada durante el mes. Ejemplo práctico.

Este **valor de lámina programada** será el valor de comparación frente a las láminas entregadas. La diferencia entre lo **programado** y lo **entregado** será la cuenta de agua que se genera en la distribución. Si esta diferencia es positiva, el canal está acumulando agua para ser utilizada a futuro, si es negativa, está consumiendo más agua de la programada, y deberá devolverla en el futuro.

La infraestructura (canales, tomas, etc.) operan en un rango de caudales con un mínimo operativo y un máximo posible. Estos valores determinan un rango de caudales que está condicionado, además de la infraestructura, con la gestión de la red de riego dentro de la inspección.

Se define **factor de uso del canal** como el cociente entre el tiempo en que el canal tiene agua sobre el tiempo total del periodo.

$$f_u = \frac{T_r + T_t}{T_t}$$

Donde:

f_u = Factor de uso del canal

T_t = Tiempo total

T_r = Tiempo de riego

Con estos datos se calcula el coeficiente de riego para cada canal. Una vez definido, podemos determinar el tiempo que estará dotado un canal y el tiempo que estará sin agua. Esto nos determina un valor de coeficiente de riego del canal que multiplicado por la superficie nos da como resultado el caudal a dotar el canal.

El CR es mayor al CFC cuando el riego no es extendido.

$$C_R = CFC \cdot f_u$$

Donde:

C_R = Coeficiente de Riego

CFC = Caudal Ficticio Continuo

f_u = Factor de uso

Continuando con el ejemplo, suponemos que los canales B y C necesitan mayor caudal para operar en un tiempo de riego y números de turnos diferentes. Para ello, los tiempos de riego y los caudales quedan de la siguiente manera:

Canal	Tiempo de Riego en días	Tiempo sin agua en días	Intervalo entre riegos en días	Numero de Turnos al mes	CFC	Coficiente de Riego del Canal C_R	Superficie (ha)	Caudal a Dotar l/s
Canal A	30	0	0	Extendido	0.5	0.5	2200	1100
Canal B	5	5	10	3	0.5	1	300	300
Canal C	10	5	15	2	0.5	0.75	7500	5625
Canal D	30	0	0	Extendido	0.5	0.5	30000	15000

Al analizar la lámina aplicada acumulada, en los casos Canal A y Canal B, la curva no varía con respecto a la mostrada en la Figura 2.

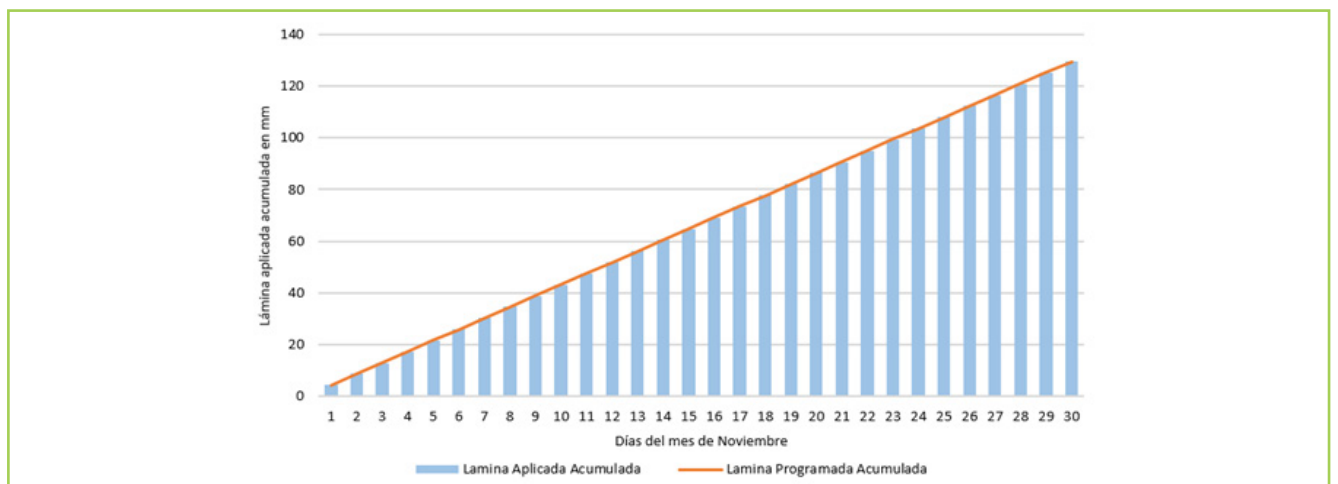


Figura 3: Lamina aplicada acumulada durante el mes. Ejemplo práctico. Canales A y B.

Al analizar lo que sucede con la lámina aplicada acumulada en los canales B y C nos encontramos con lo siguiente (suponiendo que el turno comienza el día 1):

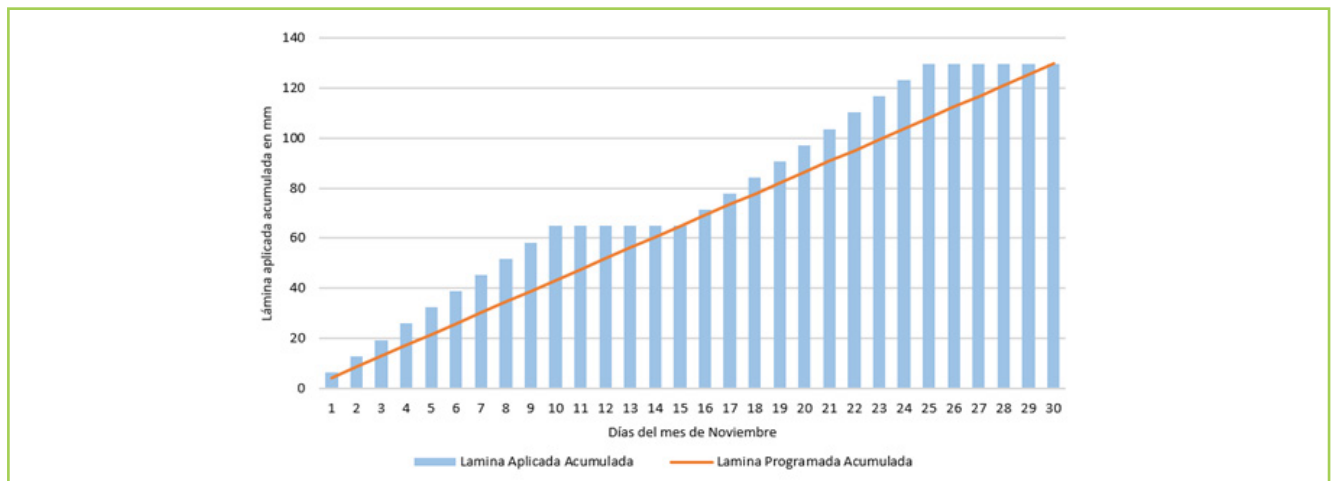


Figura 4: Lamina aplicada acumulada durante el mes de noviembre. Ejemplo práctico. Canal C.

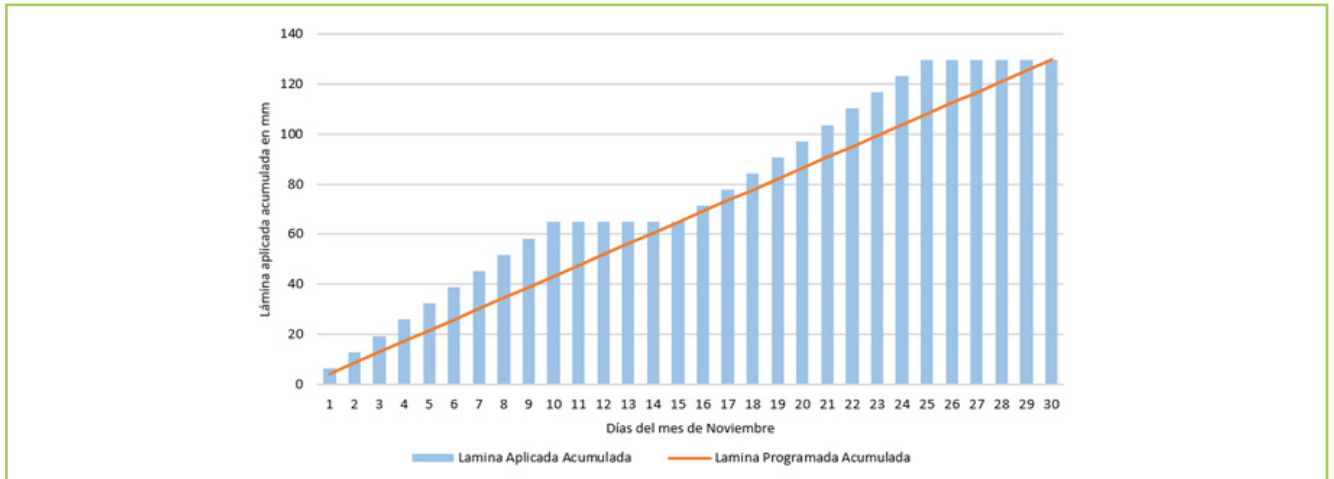


Figura 5: Lámina aplicada acumulada durante el mes de noviembre. Ejemplo práctico. Canal B.

En los gráficos anteriores, se observan momentos donde la **acumulación de lámina** (y la velocidad de acumulación de la lámina) es **mayor**, debido a que están regando con un caudal mayor que el programado por plan de erogación, pero luego existen periodos, cuando el canal está sin agua, donde la acumulación de lámina no se incrementa. Como se observa, para cada evento de riego, al finalizar el tiempo de corta de agua, la lámina coincide con la lámina acumulada programada. Esto significa que el canal no solicita mayor o menor volumen de agua al sistema, sino que está utilizando el agua que le corresponde según el plan de erogación, pero de manera diferente en el tiempo.

A.3. Criterios de distribuciones actuales. Cuenta de Agua.

Una de las políticas más importantes de distribución primaria es el fomento al uso de la denominada **“cuenta de agua”**, que busca lograr la flexibilidad necesaria para que cada inspección pueda satisfacer sus necesidades hídricas de la mejor manera.

El objetivo es que el inspector pueda hacer “pedidos de agua” a la distribución primaria en función de las demandas particulares de su inspección. Para el correcto control de estas entregas de agua y para mantener el criterio de equidad en la distribución, se procede a registrar los volúmenes de entrega y la cuota de agua correspondiente, generando un balance entre lo solicitado y lo que corresponde según el plan de erogación. Necesariamente se generan situaciones donde la inspección “ahorra agua” y situaciones donde “debe agua” al sistema.

Ejemplo práctico

Continuando con el ejemplo anterior, se supone que el Canal B de 300 hectáreas, por sus requerimientos hídricos, necesita más agua en el mes que transcurre, que la cantidad asignada por el plan de erogación. El mismo solicita regar la misma cantidad de días, pero con 400 l/s. Esto genera la siguiente situación:

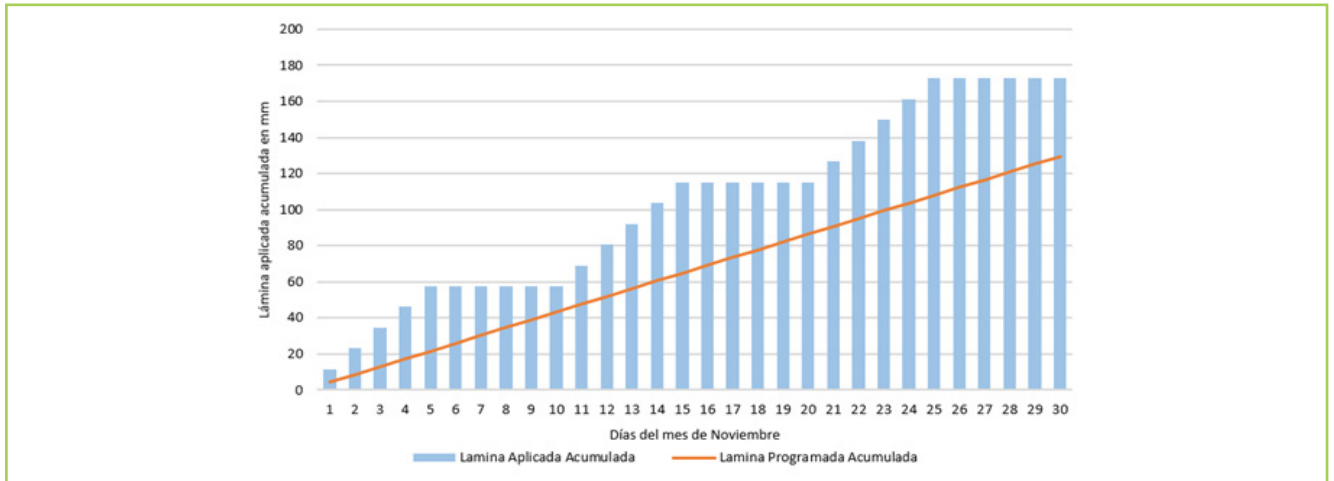


Figura 6: Lamina aplicada acumulada durante el mes. Ejemplo práctico. Canales C. Caudal solicitado de 400 l/s

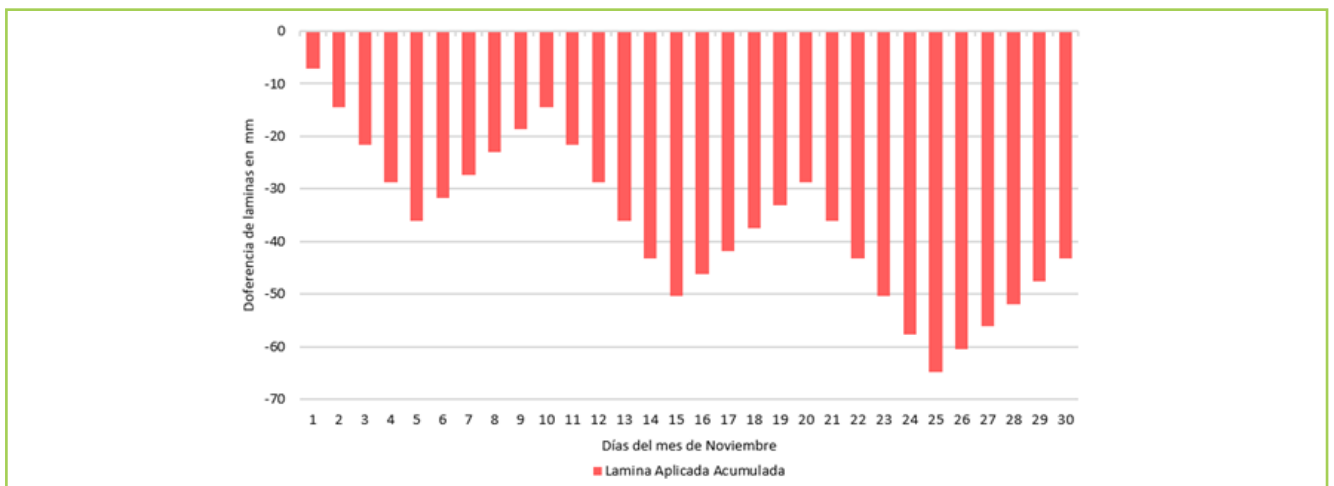


Figura 7: Diferencia entre lámina aplicada y lámina programada. Ejemplo práctico. Caudal solicitado de 400 l/s

En la Figura 7, se observan tres eventos de riego. Al solicitar un caudal mayor al programado, se genera un déficit en la **cuenta de agua** (el canal está consumiendo más de lo que le corresponde) y en los periodos donde no riega este déficit de agua disminuye, ya que la lámina acumulada programada aumenta, pero luego comienza a regar de nuevo, terminando el periodo con un déficit cada vez mayor. Este canal tendrá que “devolver al sistema” el próximo mes (o en algún momento) el agua que ha consumido de más.

Otra situación es que el Canal B solicite regar tres días con un caudal de 600 l/s, cortar 15 días, luego regar 5 días con 400 l/s y cortar el resto del mes. El resultado de esta operación donde se ha fijado los días de riego y los caudales, lo observamos en los siguientes gráficos:

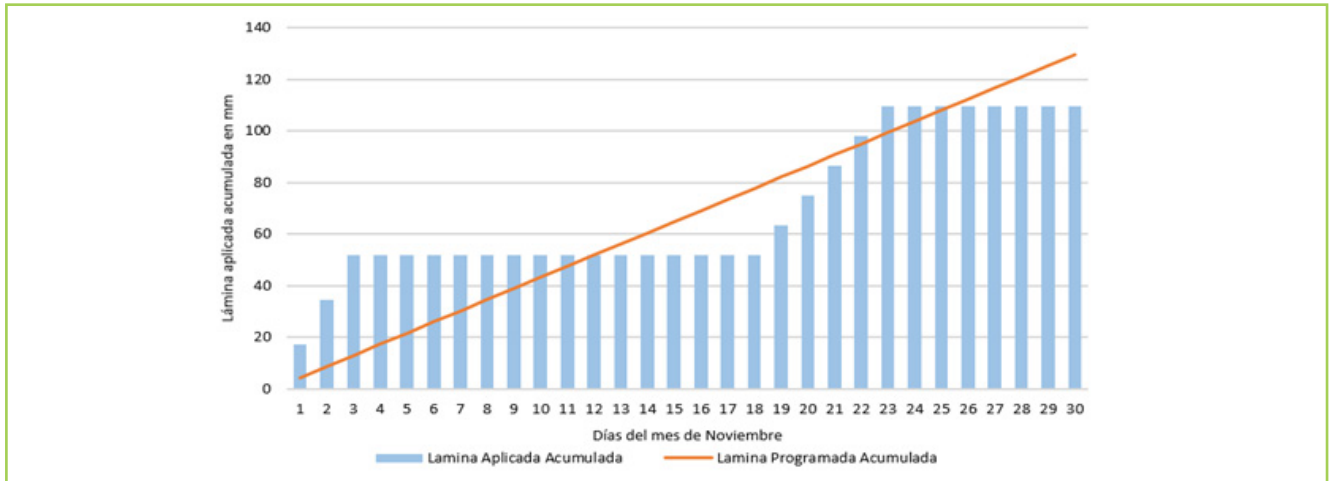


Figura 8: Lámina aplicada acumulada durante el mes de noviembre. Ejemplo práctico. Canales C. Caudal solicitado de 400 l/s y 600 l/s



Diferencia entre lámina aplicada y lámina programada. Ejemplo práctico. Caudal solicitado de 400 l/s y 600 l/s

En la situación descrita anteriormente vemos dos eventos de riego:

- El primero con un caudal de **600 l/s**, cuatro veces mayor que el programado que forma un rápido crecimiento de la lámina aplicada generando un déficit en la cuenta de agua y luego corta 15 días. Lo que sucede en estos días de corta es que el día 12, se compensan la lámina aplicada con la programada, y como el canal no está regando se genera un ahorro de agua.
- Al comenzar el día 19 nuevamente el riego con un caudal de **400 l/s** (mayor que el programado) comienza a consumirse este ahorro de agua, cuando termina el evento de riego el canal debe agua al sistema. El resto de los 7 días del mes el canal permanece cortado, generando nuevamente un ahorro de agua. El mes termina con agua a favor para este canal que podrá utilizar en un futuro.

Con respecto a la situación de los caudales en cabecera del sistema, si tomamos la operación descrita en el ejemplo, obtenemos el siguiente grafico de caudales en l/s vs tiempo en días:

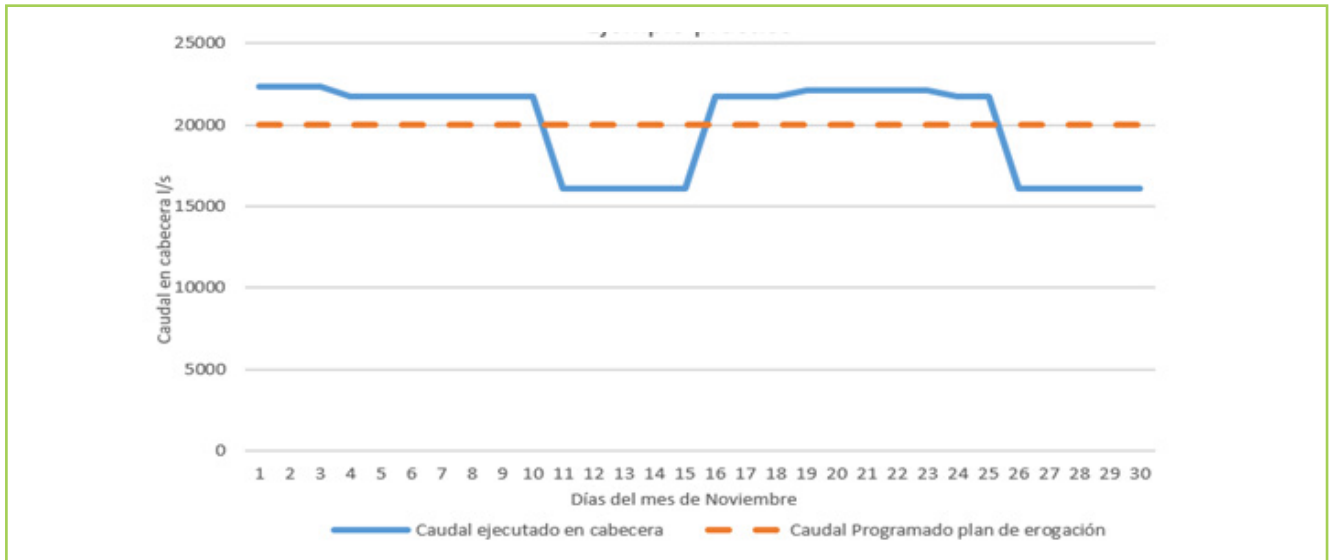


Figura 9: Caudales en cabecera mes de noviembre. Ejemplo práctico.

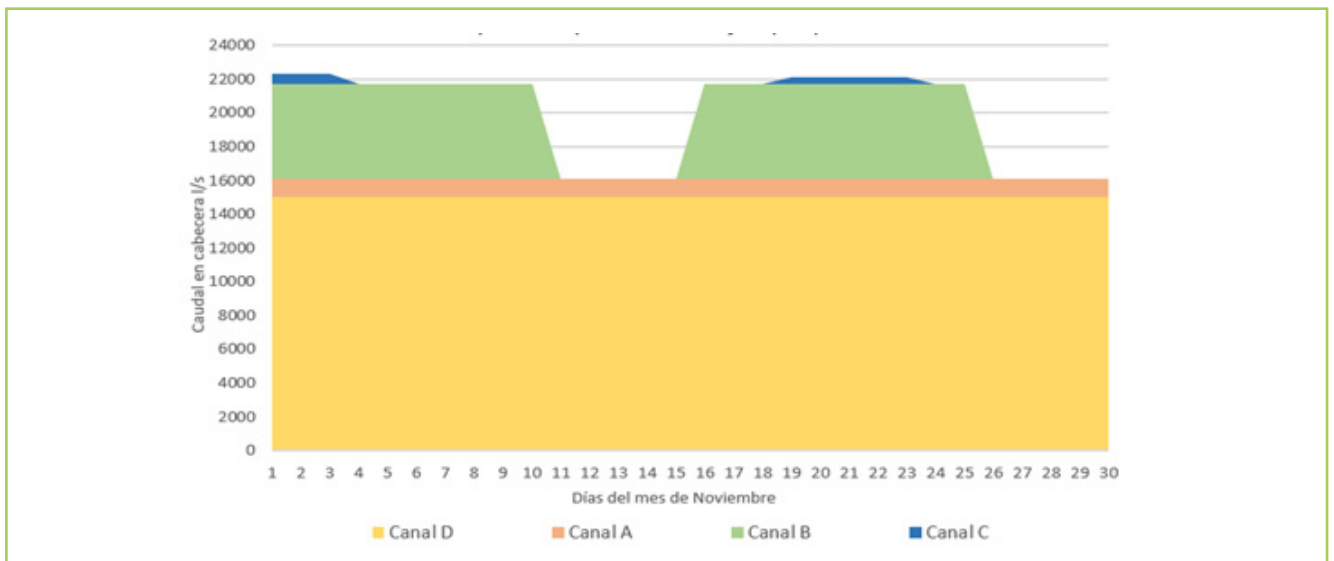


Figura 10: Caudales en cabecera mes de noviembre separado por canales. Ejemplo práctico.

Como **conclusiones generales** a lo planteado anteriormente es necesario que el embalse de regulación sea capaz de absorber las diferencias de volumen que se producen al modificar los caudales programados del plan de erogación y los canales sean capaces de distribuir esas cantidades de agua. En el ejemplo citado las diferencias más importantes las produce la modificación en la operación del canal B, Figura 10, no tanto las producidas por el canal C, ya que sus caudales son menores.

A.4. Modelos Informáticos para la planificación y control de la Distribución Primaria

El Departamento General de Irrigación cuenta actualmente con tres herramientas informáticas destinadas a apoyar la toma de decisiones respecto a la Distribución Primaria del agua. Todas se encuentran en proceso de desarrollo y mejora, a partir del intercambio entre los desarrolladores de la Dirección de Informática, el departamento de Planificación e Investigación Hídrica y los usuarios/destinatarios finales de cada una.

1. Sistema de distribución primaria

Objetivo

Reunir y disponer información básica (registral, recaudatoria, red de riego, etc.) para facilitar la distribución de agua a nivel de inspecciones, canales e hijuelas.

Funciones

Consulta/carga/descarga de cuadros de turno.

Visualización de red de riego.

Vinculación con telemetría (MIDO).

Consultas de padrones de riego.

Consulta de superficie al día (has SI/has NO).

Destinatarios

Inspectores de cauce y Subdelegación. Sistema cerrado para la asistencia en la planificación de la distribución primaria.

Acceso

Acceso restringido a usuarios autorizados (Jefes de distribución de las subdelegaciones, personal administrativo de Asociaciones de Inspecciones de cauce e Inspectores de cauce).

2. Sistema registral de cuenta de agua

Esta herramienta se encuentra en incipiente desarrollo, por lo cual algunas opciones aún no están disponibles.

Objetivo

Brindar información para la vigilancia de regantes y comunidad en general de la transparencia y equidad en la asignación del recurso hídrico. Rápida y clara visualización de volúmenes planificados y distribuidos a nivel de canal o Inspección (“Cuenta de agua”).

Funciones

Visualizar cuenta de agua (diferentes opciones de salida gráfica)

Conocer si actualmente el canal/Inspección está regando (dotado de agua) y verificar concordancia entre caudal planificado y real (telemetría).

Destinatarios

Regantes, inspectores, subdelegación, autoridades, público en general.

Acceso

Acceso abierto (página web del DGI). No habrá necesidad de generar un usuario.

En las imágenes a continuación se observa la pantalla de inicio y algunas salidas del sistema, al seleccionar una cuenca y una inspección o canal.



Figura 11: Sistema registral de cuenta de agua.

1 Menú inicial: una vez seleccionada una cuenca (en este caso, del Río Mendoza) se listan en pantalla todas las inspecciones/canales con algunos datos básicos a la vista y 4 opciones a las que se puede ingresar haciendo clic.

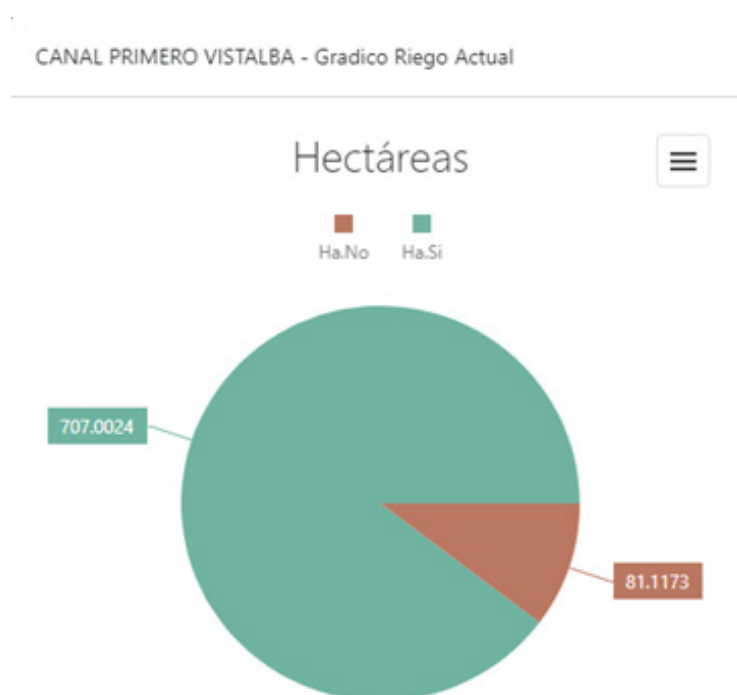


Figura 12: Salida gráfica (gráfico de torta) con has SI y NO actualizadas.

CANAL LUNLUNTA 1 - Riego Actual

Ha Si	Ha No	Caudal Programado l/s	Telemetría l/s
716.8253 (85%)	130.6848 (15%)	716.8253	533.4

CANAL PRIMERO VISTALBA - Riego Actual

Ha Si	Ha No	Caudal Programado l/s	Telemetría l/s
707.0024 (90%)	81.1173 (10%)	636.30216	-

Figura 13: Ejemplos de visualización de datos del riego actual, opción que se habilita sólo cuando el canal/Inspección está dotado de agua.

Gasto m3	Acumulado m3	Saldo m3	Inicio	Fin
549542	549542	6752737	2/10/2022, 0:00:00	12/10/2022, 0:01:00
200901	750443	6551835	26/11/2022, 23:15:00	1/12/2022, 1:55:00
555491	1305935	5996343	28/11/2022, 23:15:00	9/12/2022, 1:45:00
21	1305956	5996322	10/12/2022, 0:00:00	10/12/2022, 0:01:00
438142	1744099	5558179	30/12/2022, 23:15:00	7/1/2023, 22:35:00
610850	2354949	4947329	9/1/2023, 23:15:00	19/1/2023, 23:15:00
170656	2525605	4776673	28/1/2023, 23:15:00	1/2/2023, 1:45:00
499942	3025548	4276730	29/1/2023, 3:45:00	7/2/2023, 6:00:00

Figura 14: Cuenta de agua en formato tabla.

Se detalla cada turno con los datos de volumen entregado, día y hora de inicio y fin y volumen acumulado consumido.

CANAL PRIMERO VISTALBA - Grafico Cuenta de Agua

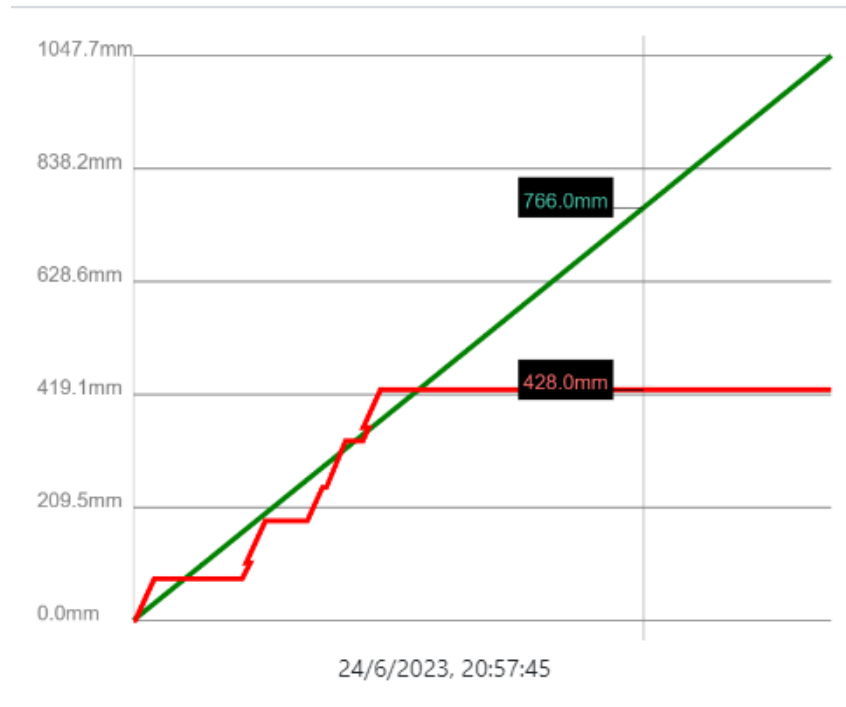


Figura 15: Cuenta de agua en formato gráfico

Se muestran las láminas asignadas y distribuidas a lo largo de la temporada de riego.

3. Sistema MIDO

El Sistema MIDO es una red de puntos de aforo en canales e hijuelas que registran el caudal pasante a tiempo real y lo transmiten a los servidores del DGI donde son publicados en la página web del Departamento General de Irrigación. Cada punto consta de una sección de aforo, un sensor que registra la altura del agua en dicha sección y un sistema de comunicación de la información. Cuando la información arriba al servidor, con el dato de altura, se calcula el caudal a través de la función que representa la curva de gasto.

Objetivo

Medir y registrar en tiempo real los caudales en puntos clave de la red de riego. La finalidad es poner a disposición la información de caudales de manera de transparentar la distribución y lograr un control cruzado de la ejecución de los planes de distribución a nivel primario y secundario.

Funciones

Acceder al dato de caudal pasante en cabecera de canal.

Obtener una base de datos histórica para fines de evaluación y control de los programas de distribución.

Destinatarios

Departamento General de Irrigación, Inspecciones de cauce y Asociaciones de Inspecciones de cauce, Usuarios del agua, Público en general.

Acceso

Acceso restringido a personal del Departamento General de Irrigación e Inspecciones de cauce para la serie histórica. Libre para la consulta de datos en tiempo real.

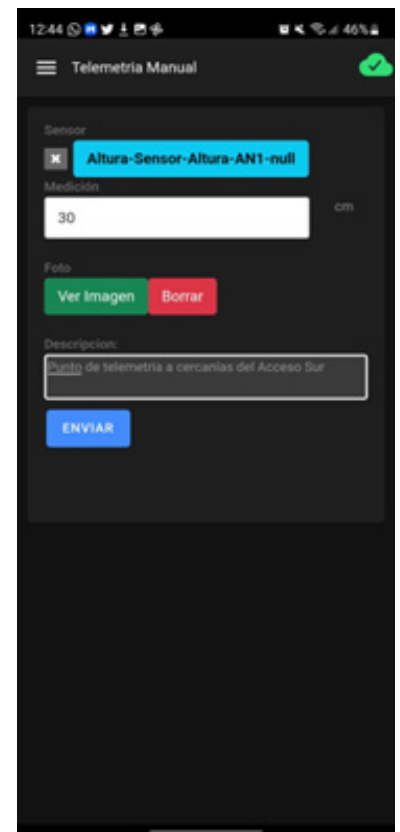
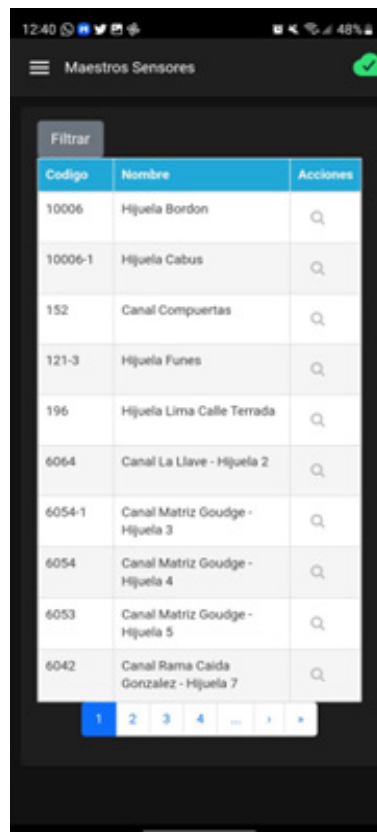
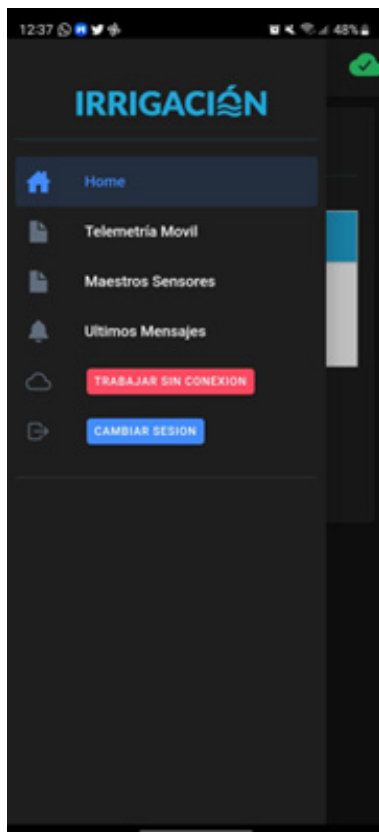
4. Sistema de control de puntos de telemetría

Objetivo

Control de los datos de telemetría mediante la recopilación de datos en el terreno efectuado por los operadores de la red: tomeros/as e inspectores/as.

Funcionalidad

El operador de la red selecciona el punto de telemetría sobre el cual se realiza el control. El dato lo debe ingresar de manera manual al sistema y luego, toma una foto que queda registrada en la base de datos. El dato queda cargado en el sistema de telemetría y se puede visualizar en conjunto con el dato del sensor.



A.5. Obras de distribución. Tipos de obras.

En la actualidad, es necesario medir los caudales entregados, ya sea por la escasa oferta existente (“el agua no alcanza”) como para hacer una operación eficiente del riego. Antes, esto no era prioridad, ya que el agua alcanzaba para la demanda que existía. Hoy en día en algunos sectores las demandas han aumentado y la oferta es cada vez más escasa.

TIPO DE OBRA	FUNCIÓN	DENOMINACIÓN
DISTRIBUCIÓN Y CONTROL	CONTROLAR Y DISTRIBUIR EL AGUA	PARTIDORES
		COMPUERTAS PLANAS
		COMPUERTAS MODULABLES
		VERTEDEROS
		ORIFICIOS

Figura 16: Obras de distribución

Partidores

Son estructura que divide el caudal entrante en forma proporcional a los anchos. Para tener una mayor precisión en la proporción de caudales, es necesario generar un resalto (independizar el régimen de aguas arriba y el de aguas abajo). Para ello, se coloca una barrera de fondo (escalón) y, se realiza una división de los filetes de agua con una hoja partidora, chapa o punta diamante.

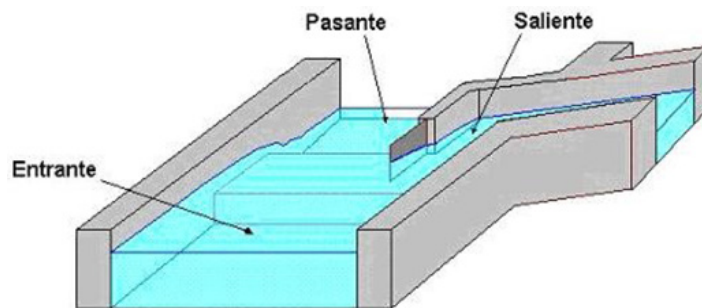


Figura 17: Partidor



Figura 18: Partidor hijuela Villalobos y estación mido



Figura 19: Partidor vista hacia aguas abajo, resalto



Figura 20: Partidor

Compuertas planas

Son estructuras generalmente de chapa que permiten la apertura y cierre del cauce. En algunos casos, se pueden motorizar y automatizar y, dependiendo del ancho del canal, tienen uno (hasta $B = 1,5\text{m}$) o dos tornillos ($B > 1,5\text{m}$). También pueden llevar reductores que permiten que el movimiento de apertura y cierre sea posible con menor esfuerzo de la manivela.

En algunos sitios se utilizan para regular caudales, pero no son muy precisas y se les puede agregar un aforador aguas abajo para poder medir caudales.



Figura 21: Derivación con compuertas planas



Figura 22: Compuerta baja altura Rama Chimba

En este caso, la función de la compuerta de baja altura es elevar el nivel del agua del canal, generando un embalse que dota de agua a ambas márgenes.

Vertedero de pared delgada – pico de pato

Función

- Medir caudales (altura de lámina vertiente).
- Permitir el paso de excedencias de caudal contenido en un reservorio, o el que circula en un río o canal.
- Elevar el nivel de agua en un canal (permite derivar a alguna toma sin dominio aguas arriba).
- Pueden clasificarse por el tipo de cresta (triangular, rectangular, trapecial, etc.).

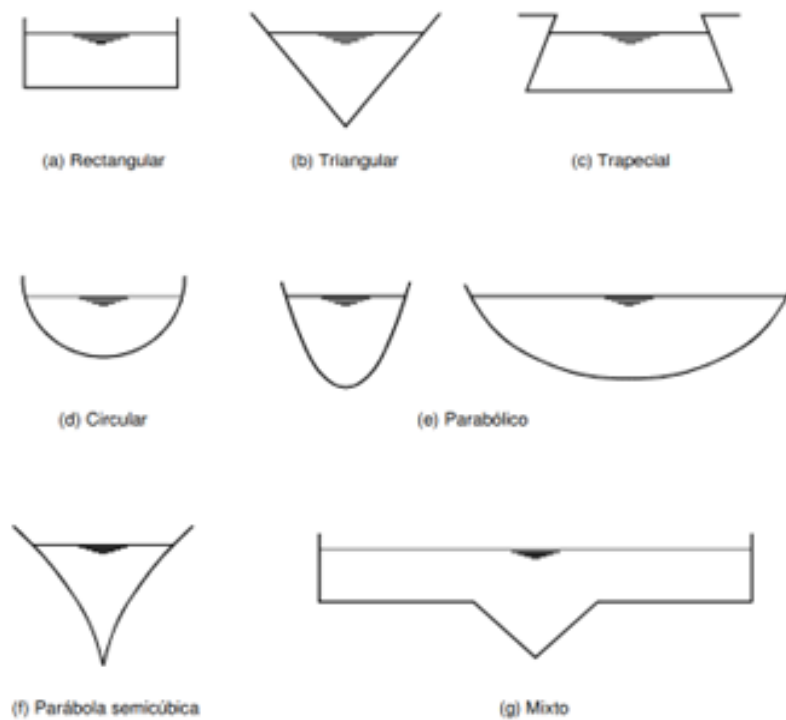


Figura 23: Tipo de vertederos según su forma



Figura 24: Pico de pato Canal Nuevo Retamo



Figura 25: Derivación con pico de pato + módulo

Compuertas modulares

Función

- Se instalan en canales, o a la salida de reservorios.
- Permiten suministrar caudales casi constantes, independientemente de las variaciones de niveles del canal (dentro de ciertos límites).
- Tienen apertura o cierre completo.

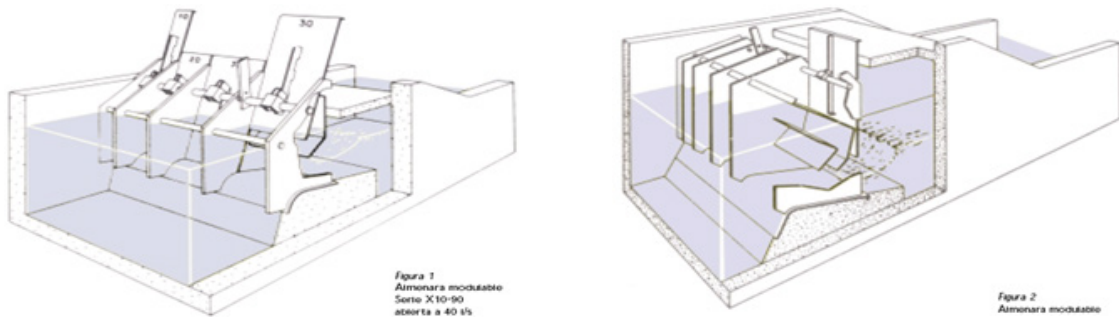


Figura 26: Compuertas de orificio: simple y doble máscara

Funcionamiento

- Con el nivel de canal bajo, trabaja a lámina libre (Fase A) sobre un umbral.
- Cuando el nivel del canal sube, tocando la máscara (Fase B), funciona como un orificio sumergido.
- El caudal erogado no depende del canal derivado aguas abajo (debiendo verificar que se produzca un resalto).

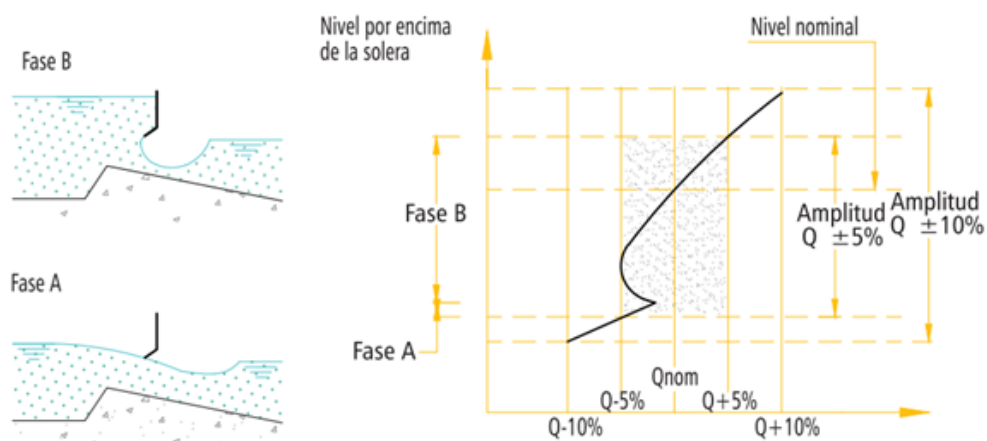


Figura 27: Esquema de funcionamiento de módulo SIMPLE MÁSCARA

Para instalar módulos se requiere:

- Control de nivel en el canal, en caso de caudales variables (mín. y máx. distintos).
- Canal con caudal constante.
- Canal con vertedero de pared delgada (pico de pato).
- Canal con compuertas automáticas que controlen niveles (ver ejemplos).

Compuerta de nivel constante aguas abajo

Función

Mantienen automáticamente el nivel constante del agua en un canal, aguas abajo de su posición, independientemente del caudal que pasa por el canal y el nivel del mismo.



Figura 28: Toma en canal o reservorio, CNC ag ab + MÓDULO



Figura 29: Toma en canal a la demanda de aguas abajo



Figura 30: Canal Reducción-Los Andes

Compuertas de nivel constante aguas arriba

Esta compuerta eleva el nivel de agua del canal para poder derivarla con el módulo de máscara. Esta obra no es estanca, ya que se la puede mover según el nivel de variación de los caudales en el canal y su regulación depende de la calibración del contrapeso.



Figura 31: Toma en canal con poco dominio



Figura 32: Canal Independencia Cobos

A.6. Métodos de aforo en canales de riego. Secciones de aforo, curvas de gasto, MIDO.

Secciones de aforo con WINFLUME

Un aforador es una estructura que permite determinar el caudal pasante por un canal, donde se lee la altura en una escala. La lectura del nivel agua, se asocia al caudal a través de una curva de gasto representada por una ecuación.

Existe un software específico para el diseño de aforadores de pared gruesa denominado WINFLUME.

Ventajas

- Curvas de Gasto con error < 2%, Relación ($Q = f(h)$).
- La sección de control puede ser de cualquier geometría, permitiendo la determinación para el rango de caudales a medir con buena posición.
- Pérdida de carga mínima.
- Se puede operar con una submergencia parcial.
- Se pueden diseñar para minimizar problemas con sedimentos y arrastres.
- Posibilita el ajuste de la curva de gasto de acuerdo con lo construido.
- Economía de construcción.
- Adaptable a la instalación de canales existentes.



Figura 33: Sección de aforo en Canal Baja de Araujo

Criterios a tener en cuenta

- Objetivo de la barrea: independizar regímenes de aguas arriba y aguas abajo.
- Diseño para caudales máximos y mínimos.
- Froude < 0.5 en la posición de la escala.
- Para canales con sedimentos es conveniente mantener Fr relativamente elevados.
- El canal de aguas arriba debe ser recto uniforme por una distancia de aproximadamente 30 veces H_{1max} .
- Desde estructuras de compuertas, saltos, curvas, etc., es conveniente alejarlos 30 veces H_{1max} desde la posición de la escala.
- Tramos rectos sin cambio de dirección en aproximadamente H_{1max} aguas arriba de la escala.
- Supresores de ondas en distancias del orden de 10 veces H_{1max} .

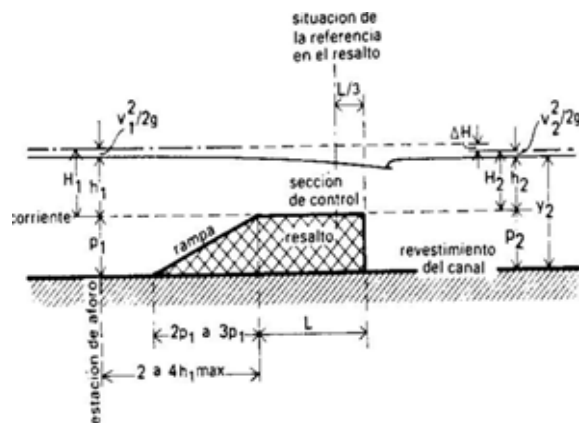


Figura 34: Esquema general de un aforador. Corte longitudinal

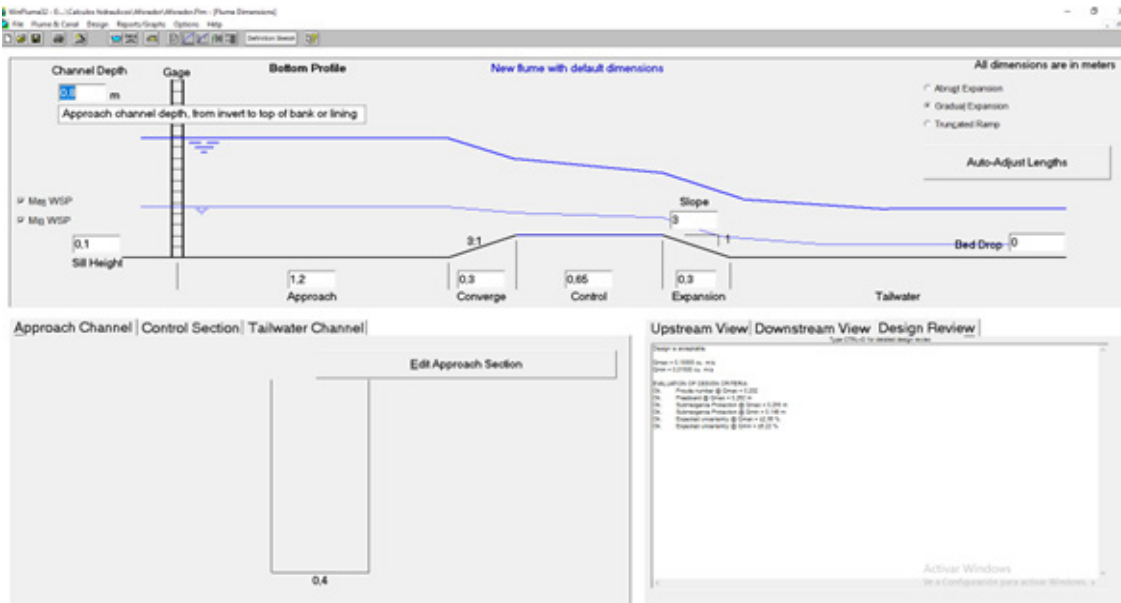


Figura 35: Ejemplo de aforador de cresta ancha- Modelo winflume

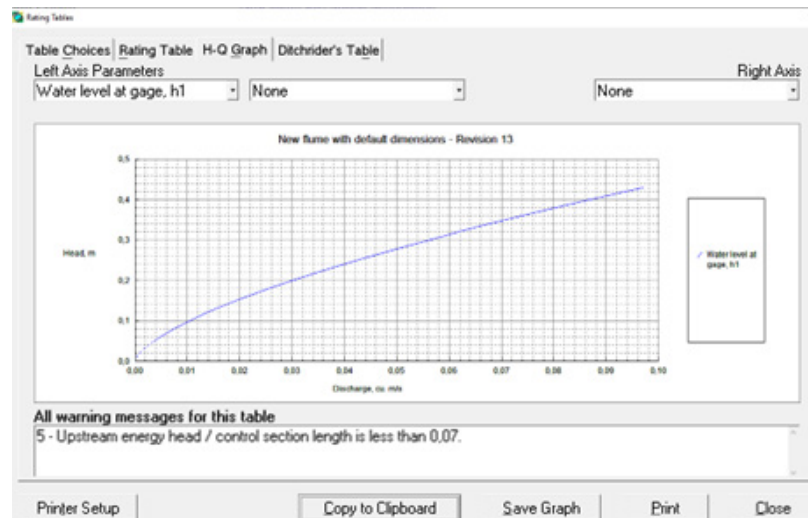


Figura 36: Curva de gasto del aforador

Aspectos constructivos

- Replanteo altimétrico.
- Construcción primera etapa.
- Replanteo de detalle segunda etapa.
- Instalación escala.
- Relevamiento conforme a obra.
- Ajuste en el modelo curva de gasto final.



Figura 37: Aforo con moliente en canales

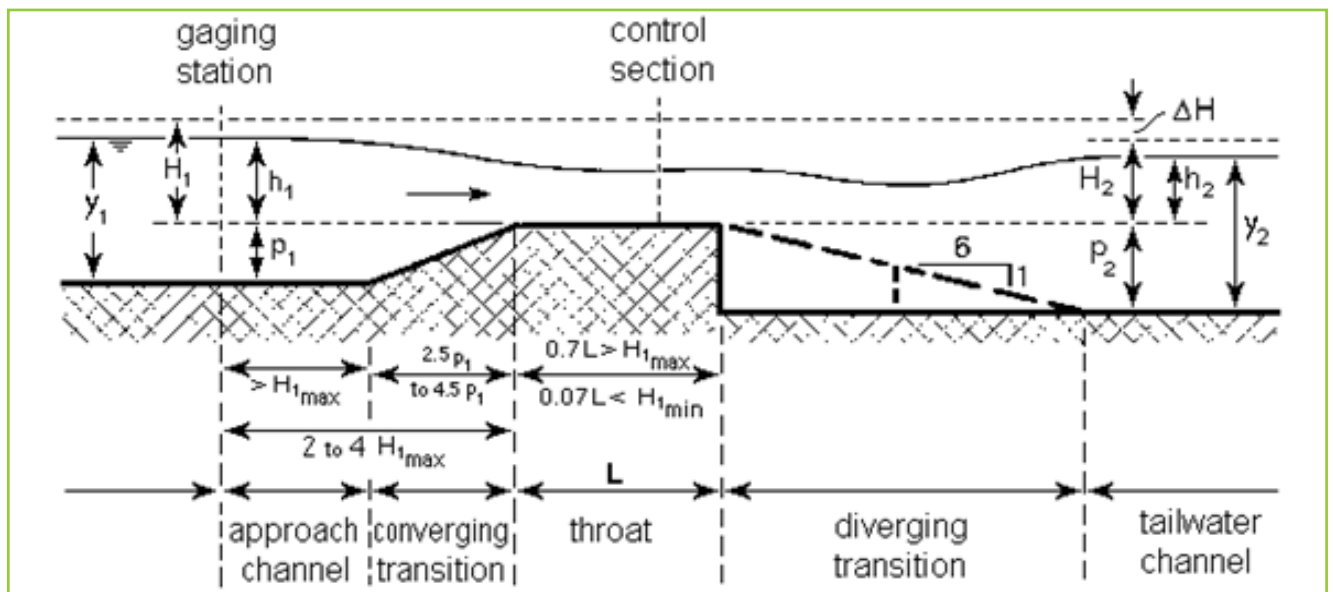


Figura 38: Forma generalizada de un aforador con WinFlue

MIDO

Sistema de telemetría de estaciones de aforo existentes en la red de riego. En el caso de caudales, MIDO utiliza sensores de nivel o altura de agua que, a través de una curva de gasto, entrega el dato de caudal instantáneo y pasante, en un sitio determinado.

Para ingresar desde la web

<http://www.irrigacion.gov.ar/telemetry>

Para ingresar desde el celular

<http://www.irrigacion.gov.ar/telemetry/movil/>



Figura 39: Visualización de la web de MIDO

RIO MENDOZA
Criterio de Ordenamiento

Nombre Código

CODIGO	NOMBRE			
101	Rama Sobremonte Carrodilla	Caudal: 410.59 l/s	Altura: 22.71 cm	Fecha: 03/10/22 11:00
102	Canal Chachingo	Caudal: 289.08 l/s	Altura: 29.58 cm	Fecha: 03/10/22 11:00
102-1	Pluviómetro - Chachingo	Lluvia Ac.: 0.0 Mm Último Día 23/06/19 09:00	Fecha: 03/10/22 11:00	
103	Matriz Vistalba - Bodega Caggeatti	Altura: 70.1 cm	Fecha: 03/10/22 10:50	
103-1	Planta Potabilizadora - Municipio Luján	Altura: 48.39 cm	Caudal: 785.0 l/s	Fecha: 03/10/22 10:50
104	Hijuela 1ª Vistalba	Caudal: 152.0 l/s	Altura: 41.03 cm	Fecha: 03/10/22 11:04
105	Planta Potrerillos - Aysam - Aforador Sur	Altura: 49.0 cm	Caudal: 327.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03
105-1	AySAM - Potrerillos - Total	Caudal: 732.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03	
106	Planta Luján 2 - AySAM	Caudal: 329.0 l/s	Altura: 42.8 cm	Fecha: 03/10/22 11:03
107	Planta Potrerillos - Aysam - Aforador Norte	Altura: 56.5 cm	Caudal: 405.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03
108	General Planta Luján 1 y 2-Aysam	Altura: 85.19 cm	Caudal: 3107.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03
109	Humedad de Suelo - INTA Luján	Humedad - Prof. 100 cm: 21.38 % H	Humedad - Prof. 50 cm: 9.96 % H	Fecha: 03/10/22 10:35

RÍO MENDOZA

Criterio de Ordenamiento

Nombre Código

CODIGO	NOMBRE			
20001	Aforador 5º Tramo	Caudal: 12877.41 l/s	Altura: 91.6 cm	Fecha: 03/10/22 11:00
20005	Aforador 6º Tramo	Caudal: 18711.24 l/s	Altura: 170.32 cm	Fecha: 03/10/22 10:20
105-1	AysAM - Potrerillos - Total	Caudal: 732.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03	
127	Aº Fernandez	Altura: 0.0 cm	Fecha: 03/10/22 10:33	
20012	California 1	Caudal: 118.0 l/s	Altura: 15.23 cm	Fecha: 03/10/22 09:33
20009	California 2 - Derecha	Caudal: 445.0 l/s	Altura: 35.68 cm	Fecha: 03/10/22 11:03
20010	California 3 - Derecha	Altura: 29.28 cm	Caudal: 251.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03
20011	California 4	Altura: 20.79 cm	Fecha: 03/10/22 11:03	
214	California 5	Altura: 41.96 cm	Caudal: 911.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:01
20013	California 6	Altura: 6.35 cm	Caudal: 27.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03
20017	California entre 6 y 7	Altura: 49.33 cm	Caudal: 532.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03
20004-1	Canal Bajada de Araujo	Altura: 0.0 cm	Caudal: 0.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:04
114	Canal Barrancas	Altura: 3.78 cm	Caudal: 120.99 l/s	Fecha: 03/10/22 11:00
137	Canal Cacique Guaymallén-AF. Drummond	Caudal: 2113.92 l/s	Altura: 23.91 cm	Fecha: 03/10/22 11:00
120-1	Canal Calderon	Altura: 0.06 cm	Caudal: 0.0 l/s	Fecha: 03/10/22 11:03

B DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

B.1. Métodos de entrega del agua en las Inspecciones de Cauce

→ Es tarea de las inspecciones **organizar la distribución** entre sus regantes, primando los criterios de:

Equidad

El volumen por hectárea, asignado a cada concesión habilitada para recibir agua, debe ser igual para todos los usuarios del sistema a lo largo de la campaña de riego. Puede haber diferencias estacionales, pero al finalizar la campaña, el volumen asignado tiene que ser el mismo.

Confiabilidad

Tanto las operaciones, como los caudales derivados, deben ser de conocimiento entre los usuarios con el objetivo de generar controles cruzados entre las operaciones. Es fundamental el cálculo correcto de los caudales derivados, así como su medición en las secciones de aforo.

Uniformidad

Una entrega justa no es suficiente con la igualdad de volúmenes asignados, es necesario que, en la medida que la gestión lo permita, todos los regantes posean características de entrega similares, esto significa:

- Evitar que un mismo regante reciba el agua de riego en el mismo día y a la misma hora siempre, una solución es cambiar el tiempo de rotación;
- Contemplar las pérdidas en los tramos del canal si las obras son costeadas por toda la inspección;
- Considerar tiempos de recorrido en hijuelas y ramas;
- Considerar los descuelgues en la distribución cuando sean relativamente importantes y tener en cuenta los usos y costumbres del lugar cuando éstos no contradigan los principios expuestos.

Flexibilidad

la distribución debe ser capaz de corregirse en el caso que se detecte un problema o inconveniente, también debe cumplir de manera correcta las demandas de los regantes cuando la infraestructura lo permita.

→ En función de la **planificación de las entregas de agua**, los métodos pueden dividirse en sistemas a la demanda y sistemas programados.

1. Sistemas a la demanda o de demanda libre

En estos, se desconoce quién es el usuario que está utilizando el recurso en cada momento, o llegado el caso de poder monitorear toda la red todo el tiempo, se desconoce quién será el próximo usuario en utilizarlo. Es por ello, que el sistema de manera automática, debe adaptarse hidráulicamente a los requerimientos de los usuarios. Normalmente existen restricciones sobre el caudal y también medidores para controlar su consumo. También, este sistema está identificado con redes presurizadas de distribución, pero existen casos de canales a cielo abierto con esta metodología de entrega. Es necesario un reser-

vorio o canal que abastezca de manera permanente la red de riego para poder satisfacer las entregas de agua. Además, para realizar una gestión eficiente de control y lectura de los caudalímetros es necesario instalar un caudalímetro o sección de aforo.

El ejemplo más claro de estos sistemas son el de entrega domiciliarias de agua potable. Cada ciudadano abre la canilla a demanda y el distribuidor desconoce el momento en el que ocurre tal demanda.

2. Sistemas de entrega programados

- Turnos preestablecidos.
- Programación según pedidos.

Características

- Debemos conocer los volúmenes de agua a entregar y su ubicación.
- Ajuste periódico de caudales desde la cabecera del canal.
- Aceptación de los usuarios a un programa de consumos.

Necesidad de contar con elementos para medir de caudales

- Compuerta plana + aforador.
- Compuerta calibrada.
- Módulo de máscara.

Se dividen en **sistemas turnados**, de **distribución continua** (una variante del anterior) o **sistemas acordados** de entrega.

Sistemas turnados

- Se le asigna a cada usuario un tiempo y un caudal determinado.
- El tiempo se asigna en función de la superficie y el tiempo total de la hijuela, lo mismo con el caudal para cada derivación.
- Con esto se asegura la equidad en la asignación.
- No tiene en cuenta demandas puntuales de los usuarios y estos poco pueden influir sobre el turnado.
- Puede suceder que, ante una demanda puntual o un cambio en la entrega necesario para satisfacer a una necesidad en concreto, sea dificultoso o imposible satisfacerla.
- Su principal ventaja es la facilidad y rapidez a la hora de organizar turnos.

Sistema continuo

- Es una variante del método anterior en el sentido que el tiempo de entrega a cada usuario es el mismo que el tiempo asignado a la hijuela, sucediendo que dos o más regantes de una hijuela riegan en simultáneo.
- Es necesario tener aforadores en cada toma de las propiedades para cumplir con los caudales de entrega, ya que lo más probable es que sean diferentes.
- Puede observarse en redes de distribución pequeñas, arroyos o zonas donde predomine un tipo de riego intrafinca, que se vea beneficiado por la entrega de pequeños caudales un tiempo extenso, como ser los sistemas presurizados.

Entregas acordadas, llamado también riego acordado

- En este se combina un sistema turnado con la posibilidad de incluir en el esquema de entregas las demandas puntuales de los regantes.
- Los pedidos pueden ser turno a turno o adoptar metodología de entrega al comienzo de la temporada.
- El objetivo es que los volúmenes entregados representen de la mejor manera las demandas de riego del cultivo y las necesidades de los usuarios.
- La infraestructura y las herramientas de gestión condicionan su implementación, siendo necesario analizar cada caso en particular.

En la provincia de Mendoza, **el sistema de entrega más usado** es a través de **turnos**, que la inspección de cauce confecciona y vela por su cumplimiento.

B.2. Elaboración de cuadro de turnos

Los cuadros de turno son implementados para cumplir con la normativa vigente:

- Ley de Aguas,
- Ley 6405 y
- Resolución 594/96 y complementarias.

Como principios básicos, el **cuadro de turnos** debe cumplir con el principio de **equidad** y de **transparencia**. Es fundamental, para lograr el correcto ordenamiento de la distribución hídrica, buscar la disminución de conflictos. Además, es la vía de comunicación principal con la Inspección de Cauce y debe ser actualizado con cierta periodicidad para representar el padrón real de usuarios.

Pasos para su correcta elaboración:

1. Cartografía: planos de la red de riego.
2. Ordenamiento de padrones por toma: padrón real de usuarios.
3. Listados de hectáreas si/no para la reducción de riego.
4. Planilla de turnado.
5. Asignación de tiempos proporcionales a la superficie de acuerdo a las secciones a bloques en los que esté planificada la entrega.
6. Comunicación- publicación.
7. Ajustes durante el turno.
8. Verificación del cumplimiento.
9. Modificaciones y re cálculo.

Un cuadro de turno debe proporcionar **flexibilidad** a la **distribución**, permitir rotación de horarios y poder actualizarse.

El cuadro de turno con los horarios asignados **no es suficiente para lograr una buena distribución**, debe ser acompañado con **mediciones de caudales**, ya sean puntuales o con aforadores en las derivaciones principales. Además, se debe adaptar la infraestructura para permitir turnar, situación necesaria en los periodos de sequía. El regante tiene que ser un colaborador porque le asigna un rol de responsabilidad en el cumplimiento. Establece una vía de comunicación entre Regante-Inspección.

B.3. Medición de agua en canales

La medición de los caudales tanto en los canales principales, como en secundarios es fundamental para la adecuada y equitativa distribución del agua.

- Lo que no se mide no se conoce.
- Si no se conoce el caudal de agua que se deriva hacia un cauce a otro, no se puede tener control de la gestión. Además, atenta contra el principio de **Confiable** y **Transparencia**.

La medición se debe realizar a través de secciones de aforo, diseñadas para cada caso en particular, ya que existen condiciones hidráulicas diferentes, como por ejemplo pendiente (aguas arriba y aguas abajo) que modifican la medición (aunque la sección del canal y la altura del agua sea la misma para dos secciones de aforo con pendientes diferentes).

Por esto cada sección de aforo tiene su única y particular **curva de gasto**.

Valores colocados en una tabla, que relaciona la altura del agua con el caudal que está pasando al momento de la lectura.

Cuando se calcula el cuadro de turnos, también se calculan los caudales con los que hay que cargar el canal y cada hijuela para asegurar la entrega del volumen que le corresponde a cada usuario. El caudal multiplicado por el tiempo de entrega resulta en el **volumen entregado**. El control debe estar enfocado en la medición del caudal y el cumplimiento del tiempo.

B.4. Mantenimiento y conservación del sistema de riego

Limpieza de cupos

Según la **Ley de Aguas** en su **Artículo 144**:

- La **limpieza de los canales** se hará por los que rieguen con ella en lo que lo disponga el Departamento de Aguas, avisándose a los vecinos con ocho días de anticipación, para cuyo efecto deba tener cada vecino la parte que le corresponda en proporción al número de hectáreas que riega y de la extensión del canal que aproveche.
- La **limpieza de cupos** es el mantenimiento básico de la red de riego (hijuelas, ramas y canales) que debe realizarse al menos una vez al año y se realiza durante el invierno en coincidencia con la corta de agua programada para tal fin.
- Es responsabilidad de cada regante la **limpieza de la porción de hijuela** y/o **rama** que le corresponde.
- Hay que hacer la extracción de malezas que crecen en los bordos e interior de los cauces y la descolmatación o desembanque (remoción de la acumulación de sedimentos transportados por el agua de riego). Ambos procesos obstruyen el normal flujo de agua, reduciendo su velocidad y capacidad de conducción. Los métodos de erradicación de la vegetación se pueden agrupar en: manuales, mecánicos y químicos.
- Respecto al embanque, no debe tolerarse una acumulación de sedimentos mayor a 30% de la sección hidráulica.

Mantenimiento de estructuras de medición (aforadores)

El aforador es una estructura que distorsiona el normal escurrimiento del agua, un sector donde habitualmente se produce la acumulación de sedimentos y residuos.

- Cuando se verifique la acumulación de obstrucciones, se debe remover malezas aguas arriba y abajo del aforador.
- Para mantener su operatividad, limpieza de la escala y mantenimiento, hay que evacuar los sedimentos aguas abajo del medidor.

Mantenimiento de estructuras de distribución

Comprende entre otras tareas:

- Lubricación de compuertas de operación y descargadores.
- Tratamiento anticorrosivo de compuertas (hoja, guías, vástagos, etc.).
- Conservación y reposición de accesorios de compuertas.
- Mantenimiento de rejas de protección.
- Mantenimiento de vías de acceso.
- Limpieza y pintado de las obras de toma.
- Mantenimiento de estructuras de protección (muros de encauzamientos).

Mantenimiento de canales de hormigón

- Mantenimiento preventivo de juntas, fisuras y extracción de vegetación.
- Mantenimiento correctivo de roturas producidas por fisuras, juntas no tratadas, desprendimiento de losas, efecto erosivo de piedras, crecimiento de vegetación, etc.

Mantenimiento de estructuras de almacenamiento (reservorios)

- Desemboque.
- Eliminación de malezas.
- Re perfilado de taludes.
- Reposición de rellenos de juntas de dilatación.
- Reparación de socavaciones.
- Limpieza, pintado y engrase de estructuras metálicas.
- Reparaciones de compuertas y mecanismos de operación.

B.5. Criterios de Distribución Actuales. Cuenta de Agua.

La situación de sequía que persiste en la Provincia genera la necesidad de aumentar la eficiencia en el uso de agua. Por ello, se está implementando, en los canales que la infraestructura lo permite, una metodología de entrega de agua a los usuarios que tiene en cuenta las demandas particulares de los regantes. De esta manera, se genera una **cuenta de agua** por inspección con una metodología igual a la de los usuarios del canal.

B.6. Reservorios en Canales. Distribución por Demanda Acordada.

Reservorios en canales

La función principal de un reservorio es la de regulación, independientemente de su tamaño. Esto significa que será el encargado de absorber las diferencias de volumen que se produzcan entre la presentación de la oferta hídrica y la demanda de la misma.

Un aumento en la capacidad de almacenamiento de agua, le dará al sistema una mayor garantía a la hora de satisfacer las demandas de agua. Estas diferencias pueden deberse a:

- Un caudal a erogar en el periodo de corta de agua para algún cultivo que lo requiera.
- Un pedido de agua de un canal en particular que no justifica una operación desde los embalses reguladores del río o simplemente un caudal adicional, para aportar a la red o extraer de ella durante un corto periodo de tiempo, con el objetivo de estabilizar los caudales cuando se está operando un canal matriz.

Para el caso particular de los reservorios del **Canal San Martín del Río Mendoza**, las tomas presentan un diseño que permite una operación de estabilización de los caudales de manera automática desde el punto de vista hidráulico. Pudiendo “absorber” los pulsos positivos de caudal y “compensar” los pulsos negativos de caudal. Estas variaciones, producto de flujos denominados “impermanentes” son típicos de los tramos finales de las redes de distribución de agua en sistemas a lamina libre.

Un ejemplo de esta operación se presenta a continuación:



Distribución por demanda acordada

Los sistemas acordados de entrega son modelos de distribución programada, existe una planificación en las entregas (cuadro de turno) pero se incluyen los pedidos de los regantes. El objetivo es aumentar la **flexibilidad y la eficiencia** en las entregas de agua. Los regantes realizan sus pedidos de riego modificando las entregas de agua, pero sin afectar el volumen asignado a las demás concesiones.

El sistema debe registrar las solicitudes de riego, verificar la viabilidad del pedido, y organizar todos los pedidos y re organizar la programación habitual incorporando los pedidos factibles.

El uso del reservorio en cabecera del canal resulta fundamental para absorber los pedidos de riego que serán de ahorro o en caso de consumir más agua, este volumen lo entrega el reservorio.

Para el sistema acordado del **Canal Vila en San Rafael** cada regante accede a la información básica de la concesión de riego, el padrón, superficie, categoría de derecho, hijuela y orden de riego.

RIEGO ACORDADO
CUENTA AGUA REGANTES

CANAL
VILA

Ingresar tu número de Padrón de Riego y Enter:

Padron

SUPERFICIE PP:	66.43925 Ha
CATEGORIA:	Eventual (80%)
SUP. RIEGO:	53.1514 Ha
HIJUELA:	HIJ. 4.B.
ORDEN RIEGO:	51

Se presentan el estado de la cuenta de agua:

- Lámina **programada** para la campaña de riego.
- Lámina **programada** para el próximo turno.
- Lámina **solicitada** para el próximo turno y,
- Lámina **ahorrada** o a cuenta (diferencia de las dos anteriores).
- También se visualiza el porcentaje de lámina **consumida** que tiene el regante durante la campaña de riego.

DETALLE CUENTA

TURNOS INSPECCION: 7.344

TURNOS PADRON: 3.483

FECHA ACTUALIZAC: 2023-01-31

LAMINA A GASTAR: 800 mm

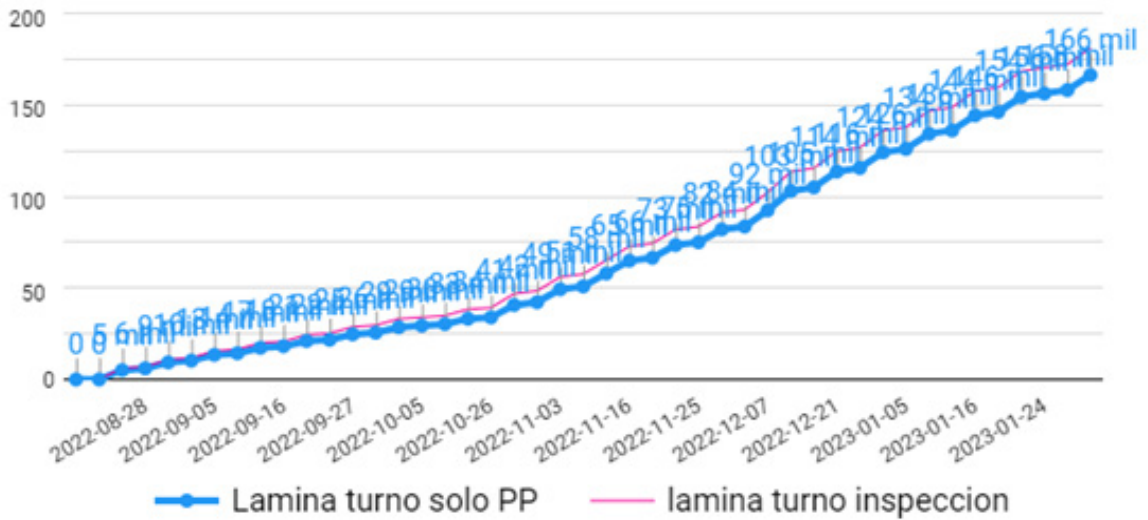
LAM.PROGRAMADA HOY: 181 mm

LAMINA GASTADA: 166 mm

LAMINA AHORRADA: 15 mm



LAMINA ACUMULADA



Los pedidos o acuerdos se realizan a través de un formulario donde se especifica el usuario, sus datos de contacto y el tipo de acuerdo de entrega.



RIEGO ACORDADO - CANAL VILA (Rio Diamante)

Explica en pocas palabras cual es el Acuerdo de Agua que buscas realizar. (Esta respuesta no es obligatoria, en caso de no responder cuando te llamemos podras explicarnos)

Tu respuesta

BREVE EXPLICACION DE PROCEDIMIENTO

- Recibimos la respuesta de este formulario.
- Analizamos los pedidos ya realizados.
- Realizamos llamada telefonica al numero ingresado para dejar claro el Acuerdo que se esta pidiendo.
- Pueden pasar 3 situaciones:
 - 1- No hay problema con el acuerdo ni hace falta realizar cuentas para determinar cambios en turnos de resto de la inspeccion.
 - 2- No pareciera haber problema con el acuerdo pero se necesita realizar algunas simulaciones para verificar que los turnos del resto de la inspeccion no sea perjudicado.
 - 3- El acuerdo es imposible de realizar.

B7. Software de Distribución Secundaria

La herramienta consiste en un sistema informático para gestionar la distribución secundaria en canales de riego. Las características son:

a. Adaptabilidad

El sistema se adapta a las diversas realidades de los canales de riego de la Provincia, independientemente si son sistemas regulados por embalses o sistemas sin regular.

b. Flexibilidad

Les permite a los usuarios realizar pedidos de riego y adaptar la distribución de agua a sus requerimientos y la de sus cultivos.

c. Portabilidad

Aplicación web que funciona en pc y móviles.

d. Integración

Consulta el padrón y la cuenta corriente de cada regante del sistema.

e. Múltiples Usuario

Inspector, administrativos, regantes, público en general.

f. Modulación

Partiendo de la entrega de un cuadro de turnos para cada regante, permite integrar caudales, volúmenes, cuenta de agua, pérdidas de agua por conducción, compensación de pérdidas, pedidos de riego y pases de agua.

