

2022

# Balance Hídrico

**Río Atuel y Malargüe**

*Actual y proyecciones*



## ÍNDICE

1	PREFACIO .....	9
2	INTRODUCCIÓN .....	11
2.1	ÁREA DE ESTUDIO .....	12
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	15
3.1	CONCEPTO DE BALANCE HÍDRICO Y DE CICLO HIDROLÓGICO.....	15
3.2	ESTRUCTURA DEL PROCESO DE ANÁLISIS .....	16
3.3	LA CUENCA DEL RÍO ATUEL.....	16
3.3.1	Estaciones de aforo y datos disponibles. Rio Atuel .....	18
3.4	LA CUENCA DEL RÍO MALARGÜE.....	19
3.4.1	Estaciones de aforo y datos disponibles .....	20
3.5	UNIDADES DE MANEJO .....	20
3.5.1	Tomas Superiores: El Sosneado, La Junta y Coihueco .....	21
3.6	DETERMINACIÓN DE LA OFERTA SUPERFICIAL.....	22
3.6.1	RÉGIMEN HIDROLÓGICO RIO ATUEL.....	25
3.6.2	AÑO MEDIO .....	25
3.6.3	RÉGIMEN HIDROLÓGICO RIO MALARGÜE.....	26
3.6.4	AÑO MEDIO .....	27
3.7	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.....	27
3.7.1	USOS DEL SUELO.....	28
3.7.2	DEMANDA NETA .....	31
3.7.3	DEMANDA BRUTA.....	39
3.8	ANÁLISIS DEL PADRÓN DE AGUAS SUPERFICIALES .....	51
3.9	INDICADORES DE RESULTADO .....	53
3.9.1	INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA.....	54
3.9.2	COBERTURA DE LA DEMANDA.....	54
3.9.3	GARANTÍAS.....	55
4	BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL ACTUAL.....	57
4.1	INTRODUCCIÓN .....	57
4.2	OFERTA.....	57
4.3	DEMANDA .....	57
4.4	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN .....	60
4.4.1	INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA.....	61
4.4.2	COBERTURA DE LA DEMANDA.....	62

4.4.3	GARANTÍAS .....	69
5	ESCENARIOS PROSPECTIVOS .....	71
5.1	INTRODUCCION .....	71
6	ESCENARIO PROSPECTIVO - MAXIMO COMPROMISO .....	73
6.1	INTRODUCCIÓN .....	73
6.2	OFERTA .....	73
6.3	DEMANDA.....	73
6.3.1	DEMANDA BRUTA MAXIMO COMPROMISO RIO ATUEL .....	74
6.3.2	DEMANDA BRUTA MAXIMO COMPROMISO RIO MALARGÜE .....	74
6.4	RESULTADOS DE LA MODELACION.....	75
6.4.1	INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA RIO ATUEL .....	75
6.4.2	INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA RIO MALARGÜE.....	75
6.4.3	COBERTURA DE LA DEMANDA RIO ATUEL .....	76
6.4.4	COBERTURA DE LA DEMANDA RIO MALARGÜE.....	76
6.4.5	GARANTÍAS .....	76
7	ESCENARIO PROSPECTIVO -COEF. ENTREGA 1.0 .....	89
7.1	INTRODUCCIÓN .....	89
7.2	OFERTA .....	89
7.3	DEMANDA.....	89
7.3.1	DEMANDA BRUTA RÍO ATUEL .....	90
7.3.2	DEMANDA BRUTA AÑO RÍO MALARGÜE.....	90
7.4	RESULTADOS DE LA MODELACION.....	91
7.4.1	INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA.....	91
7.4.2	COBERTURA DE LA DEMANDA RÍO ATUEL .....	92
7.4.3	COBERTURA DE LA DEMANDA RÍO MALARGÜE.....	92
7.4.4	GARANTÍAS .....	95
8	RESUMEN EJECUTIVO.....	103
9	BIBLIOGRAFÍA.....	109
10	SIGLAS .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa general de la cuenca del Río Atuel.....	14
Figura 2. Mapa general de la cuenca del Río Malargüe .....	14
Figura 3. Esquema hidrológico cenca activa del Rio Atuel.....	17
Figura 4. Usos de Suelo – Inspecciones El Sosneado, Coihueco y La Junta.....	22
Figura 5. Derrames y caudales mensuales - Año Medio - Río Atuel. ....	26
Figura 6. Derrames y caudales mensuales - Año Seco - Río Atuel.....	26
Figura 7. Derrames y caudales mensuales - Año Medio - Río Malargüe.....	27
Figura 8. Derrames y caudales mensuales - Año Seco - Río Malargüe.....	28
Figura 9. Usos actuales del Suelo según Google Earth Engine.....	30
Figura 10. Células de cultivo de UAM con agua superficial. ....	31
Figura 11. Polígonos de Thyssen sobre las áreas de manejo. ....	34
Figura 12. Evapotranspiración mensual Eto (mm).....	36
Figura 13. Demanda neta por Tipo de Uso – Río Atuel .....	41
Figura 14. Demanda neta por Tipo de Uso – Río Malargüe.....	42
Figura 15. Vista general de la red de riego de la cuenca del Río Atuel .....	45
Figura 16. Demandas Brutas por UAM – Eficiencia actual- Río Atuel.....	49
Figura 17. Demandas Brutas por Tipo Uso para la Cuenca del Río Atuel .....	49
Figura 18. Demandas Brutas por UAM – Eficiencia actual- Río Malargüe.....	50
Figura 19. Demandas Brutas por Tipo Uso para la Cuenca del Río Malargüe .....	50
Figura 20. Superficies empadronadas y categorías de empadronamiento. Río Atuel.....	52
Figura 21. Superficie empadronada según categoría de empadronamiento. Río Malargüe .....	52
Figura 22. Demanda Bruta – Situación Actual, para UAM del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	58
Figura 23. Demanda bruta por tipo de cultivo, eficiencia actual – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ). ....	59
Figura 24. Demanda Bruta, eficiencia actual – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ).....	59
Figura 25. Demanda Bruta, por tipo de cultivo, eficiencia actual – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ) .....	60
Figura 26. Insatisfacción de la Demanda, por UAM, Río Atuel, Situación Actual – Año Medio (hm <sup>3</sup> )	64
Figura 27. Cobertura de la Demanda – Río Atuel – Situación Actual, por UAM .....	66
Figura 28. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por UAM del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	74
Figura 29. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por Tipo Uso del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	74
Figura 30. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por UAM del Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ).....	75
Figura 31. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por Tipo Uso del Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ) .....	75
Figura 32. Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) ....	80
Figura 33. Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	82
Figura 34. Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> )	84

Figura 35. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por UAM del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	90
Figura 36. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por Usos del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	90
Figura 37. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por UAM del Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ) .....	91
Figura 38. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por Usos del Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ) .....	91
Figura 39. Insatisfacción de la Demanda – Coef. de Entrega 1.0 – Año medio, por UAM del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	97
Figura 40. Insatisfacción de la Demanda – Coef. de Entrega 1.0 – Año Seco, por UAM del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Balace de Subcuencas y entradas y salidas al embalse El Nihuil .....	18
Tabla 2	Río Atuel - Superficies con derecho de riego, por UAM (ha).....	21
Tabla 3	Río Malargüe - Superficies con derecho de riego, por UAM (ha) .....	21
Tabla 4	Usos de Suelo – Inspecciones El Sosneado, Coihueco y La Junta.....	21
Tabla 5	Demandas Brutas - Inspecciones El Sosneado, Coihueco y La Junta .....	22
Tabla 6	Río Atuel - Caudal medio y derrames mensuales para el Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	23
Tabla 7	Río Malargüe - Caudal medio y derrames mensuales para el Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	24
Tabla 8	Usos del suelo determinados .....	32
Tabla 9	Evapotranspiración de referencia promedio - Estaciones Río Atuel (mm).....	36
Tabla 10	Parámetros para el cálculo de la demanda bruta. Río Atuel.....	41
Tabla 11	Parámetros para el cálculo de la demanda bruta. Río Malargüe. ....	42
Tabla 12	Eficiencias de conducción - Río Atuel (%).....	46
Tabla 13	Eficiencias de aplicación - Riego con correcta proyección y mantenimiento.....	47
Tabla 14	Desempeño de Riego en el Río Atuel. Resumen .....	48
Tabla 15	Demanda Bruta, por UAM Río Atuel, Eficiencia Actual, año Medio (hm <sup>3</sup> ).....	59
Tabla 16	Demanda Bruta mensual, por UAM, Eficiencia Actual, año Medio (hm <sup>3</sup> ).....	60
Tabla 17	Insatisfacción de la Demanda, por UAM, Río Atuel, Situación Actual – Año Medio (hm <sup>3</sup> )	63
Tabla 18	Cobertura de la Demanda – Río Atuel – Situación Actual, por UAM .....	65
Tabla 19	Cobertura de la Demanda – Río Malargüe – Situación Actual, por UAM.....	67
Tabla 20	Superficies de Balances Hídricos.....	71
Tabla 21	Demanda Bruta – Máximo Compromiso Año Medio, para UAM del Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	77
Tabla 22	Demanda Bruta – Máximo Compromiso Año Medio, para UAM del Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ).78	
Tabla 23	Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año medio – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	79
Tabla 24	Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ).....	81
Tabla 25	Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> )..	83
Tabla 26	Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	85
Tabla 27	Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Atuel(hm <sup>3</sup> ) .....	86
Tabla 28	Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> )...87	
Tabla 29	Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ).....	87
Tabla 30	Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, para UAM del Río Atuel(hm <sup>3</sup> ) .....	93
Tabla 31	Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, para UAM del Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ).....	94
Tabla 32	Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Medio – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	99
Tabla 33	Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Seco – Río Atuel (hm <sup>3</sup> ) .....	100

Tabla 34	Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Medio – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> )..	101
Tabla 35	Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Seco – Río Malargüe (hm <sup>3</sup> ).....	101
Tabla 36	Usos de Suelo y Cultivo de Referencia .....	104

## 1 PREFACIO

Sin lugar a dudas, un factor determinante para el desarrollo sustentable de la provincia de Mendoza, es la capacidad de conocimiento de sus recursos hídricos. Además, por sus características, ubicación y topografía, la provincia debe aprovecharlos estratégicamente. Para ello es necesario conocer de la manera más completa posible, la cantidad y la calidad de nuestras fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Con este objetivo claro y concreto, el Departamento General de Irrigación llevó adelante una actualización del Balance Hídrico, utilizando una nueva metodología, de acuerdo a los avances alcanzados en esta etapa.

El presente documento con carácter de difusión, muestra la metodología empleada y los resultados de los principales parámetros. De igual manera, la particularidad de este estudio, radica en el uso de la información obtenida, lo que conlleva a una mayor precisión, sobre la disponibilidad del recurso, en cuanto a las principales redes hídricas del territorio provincial. Este avance constituye un importante paso, en el camino de la planificación y la mejora continua de la administración, más aún en una etapa de sequía como la actual.

Cabe aclarar que el contenido de este informe de Balance Hídrico, no es una herramienta para evaluar una gestión. Es la presentación de resultados medios, promedios generales, de los valores correspondientes a años similares (Años Medios o Años Secos) ocurridos en las últimas dos décadas. No obstante, la gran información generada con la modelación, permite evaluar y corregir, en otra instancia, los resultados de las medidas estructurales y no estructurales implementadas. También permite evaluar posibles escenarios prospectivos y planificar distintas acciones a llevar a cabo en el futuro.

Esta herramienta será útil para alcanzar el desarrollo económico, social y ambiental en equilibrio, en el marco de los principios de la Seguridad Hídrica, mediante la planificación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), destinada a lograr un acceso y uso más adecuado del agua, para obtener mejores avances sociales con mayor seguridad alimentaria. Asimismo, se trabaja en forma paralela el manejo integral del medio ambiente y los ecosistemas, con un enfoque de conservación y aprovechamiento racional de las cuencas, generando condiciones de equidad y transparencia. En este marco, una de las actividades fundamentales para la planificación del recurso hídrico, es justamente la actualización periódica del Balance Hidrológico, a fin de gestionar de manera sustentable los recursos hídricos.

Por tal razón, es grato poder presentar el siguiente aporte, para continuar trabajando hacia las metas establecidas y fortalecer nuestra gestión, de cara a los nuevos desafíos que plantea tanto el Cambio Climático como el Calentamiento Global.

**Ing. Agrim. Sergio Marinelli**  
**Superintendente General de Irrigación**



## 2 INTRODUCCIÓN

1. Sobre la base de los estudios que se han realizado anteriormente, respecto de la situación y las necesidades de las cuencas, el objetivo general de la presente actualización del Balance Hídrico, es contribuir al sentido estratégico de la Seguridad Hídrica de las cuencas de la provincia de Mendoza, República Argentina.
2. El valor de un balance hídrico radica en su capacidad de generar información y convertirse en herramienta fundamental, que el Departamento General de Irrigación (DGI) utiliza para gestionar y evaluar la disponibilidad hídrica a nivel provincial.
3. Los resultados del mismo permiten la planificación de una adecuada gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) que avance hacia la sustentabilidad de las cuencas y, en particular, que asegure la disponibilidad del agua acorde a los fines del desarrollo local.
4. Los trabajos realizados responden a la actualización del Balance Hídrico – Río Atuel y Río Malargüe, que el DGI realizó en 2016, en general; para las Unidades Administrativas de Manejo que son dotadas con escurrimientos superficiales del Río Atuel, desde el Dique Valle Grande y para el Río Malargüe, las dotas desde el Dique Blas Brisoli y demás tomas del Río Malargüe.
5. La Ley General de Aguas que data de 1884, establece como deberes del Departamento General de Irrigación (DGI) el determinar la cantidad de agua de los ríos provinciales, a través de “cálculos científicos necesarios”; el calcular la distribución proporcional de los caudales y, en definitiva, “la administración general de las aguas en la parte científica y de reglamentación”; agregando que dentro de sus atribuciones, debe dictar “las medidas necesarias para el buen orden en el uso y aprovechamiento” de las aguas.
6. Si bien el DGI lleva registros y estadísticas de los distintos ríos de la Provincia, modernamente se interpreta que el “aforo del río” implica la implementación de un balance hídrico, que involucra no sólo tener en cuenta la oferta hídrica y la medición de caudales, sino también la demanda que incluye la cantidad de agua requerida, según la calidad de las tierras y la naturaleza de los cultivos, así como el requerimiento de otros usos especiales distintos del agrícola. Esta interpretación moderna, completa el concepto del “aforo”, y está refrendada y delineada por las leyes 386, 430, 6105 y 7444.
7. Por otra parte, se indica que la Ley de Aguas de 1884 y la Constitución de 1916 no previeron, en la realización del “aforo” de aguas superficiales, la inclusión del recurso hídrico subterráneo. Esto pasa fundamentalmente por el hecho de que las aguas subterráneas recién se incorporan al dominio público en 1968 a partir de la reforma del Código Civil por la Ley 17.711.

8. En este marco, es importante recalcar que el documento describe la actualización del Balance Hídrico de las aguas superficiales; es decir, analiza las coberturas de las demandas en las concesiones superficiales. Aquellas propiedades que poseen la posibilidad de complementar su dotación con una perforación de agua subterránea, logran satisfacer los déficits del abastecimiento superficial.

9. Tanto el Balance Hídrico Actual, como las modalidades prospectivas, se obtienen considerando escenarios de contexto de oferta y demanda hídrica basadas en el empadronamiento y uso del agua superficial de las Unidades Administrativas de Manejo (UAM), con la aplicación de un modelo hidrológico integral calibrado, que posibilita realizar la esquematización de la cuenca, la sistematización de datos, la obtención de resultados y distintas respuestas ante determinados escenarios hídricos y de usos.

10. El modelo hidrológico integral ha sido realizado con el software WEAP (Water Evaluation and Planning) del SEI (Stockholm Environment Institute). Mediante la implementación del mismo se logró construir un modelo ajustado que se adapta a las particularidades de cuenca y a la gestión hídrica integral de la provincia de Mendoza. Concretamente, se trata de un software libre que posibilita la modelación para la planificación y gestión en la distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas.

11. Asimismo, se ha incorporado en la confección y presentación del Balance Hídrico, una descripción de la situación de disponibilidad y uso del agua subterránea, tanto en forma complementaria de las dotaciones superficiales, como en las zonas donde se utiliza exclusivamente este recurso subterráneo, ajustándose así a la actual conceptualización del “ciclo hidrológico”, donde se debe concebir que el agua es una, a pesar de sus distintas fases.

12. Un factor de importancia es que la oferta media del río se modifica año a año, a medida que, con el paso del tiempo, se incorporan nuevos datos a la información. El efecto de escasez de la última década, ha provocado que dicha media histórica haya bajado, lo que produce cambios en la actualización del balance hídrico y en los distintos escenarios prospectivos.

## **2.1 ÁREA DE ESTUDIO**

13. El recurso agua es distribuido en el área irrigada por el río Atuel por un sistema primario que consta de tomas sobre el río y un sistema integrado de distribución desde el Canal Marginal. Las UAM que toman directamente del río son: El Sosneado, Coihueco y La Junta, (aguas arriba de El Nihuil), Concesión Boers y Kraft, Canal Arroyo, Canal Correas, Canal Perrone, Canal Babacci, Canal Regueira y los canales que toman del Canal Marginal del Atuel: Canal Izuel, Canal conjunto Jáuregui y Atuel Sud, Canal Real del Padre, Canal Matriz Nuevo Alvear y Canal San Pedro.

14. En la cuenca del Rio Malargüe el recurso es distribuido en el área irrigada a través del Canal Cañada Colorada y otras tomas directas sobre el rio.
15. Para el estudio hídrico del área irrigada de la cuenca se han establecido unidades de análisis, denominadas Unidades Administrativas de Manejo (UAM). Dicho establecimiento se ha realizado siguiendo el criterio adoptado en trabajos anteriores (DGI, 1997; BHTS2, 2015; BHTI3, BHM4, 2016) pero ajustados a las características del área de estudio. Así, las UAM se definieron en base a tres criterios: la dependencia administrativa, la fuente del recurso hídrico y la unidad hidráulica- hidrológica. De este modo, las UAM constituyen una porción del territorio que posee características relativamente homogéneas en cuanto a la gestión del recurso hídrico, conforman un área definida en donde se distribuye el agua a ellas asignadas y cuentan a su vez, con la presencia de una autoridad o grupo autoridades de administración y gestión (Inspecciones de Cauce).
16. Mediante estos criterios queda establecido que todas las parcelas que integran una misma UAM están provistas por la misma fuente de agua superficial, están supeditadas a una misma modalidad de operación y gestión y son irrigadas desde un mismo cauce troncal. A su vez dada la existencia de un sistema de turnado basado en la asignación de tiempos de riego en forma proporcional a la superficie se considera que el volumen de agua destinado a las parcelas es el mismo por unidad de superficie.
17. Debido a que la mayoría de las UAM que tienen derechos superficiales también poseen perforaciones para la utilización de agua subterránea, se las denominó UAM de uso conjunto. Se debe aclarar las perforaciones abastecen sólo a las fincas propietarias de las mismas, o sea que no todos los agricultores tienen la opción de hacer un uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.
18. A continuación, en la Figura 1 se observa el área irrigada de la cuenca del río Atuel con todas las Unidades Administrativas de Manejo construidas para el presente estudio, así como en la Figura 2, el área irrigada por el Rio Malargüe.
19. Las UAM establecidas se corresponden con cauces secundarios y las asociaciones si las mismas poseen un solo punto de toma sobre el rio o el canal Marginal si corresponde. Actualmente en la cuenca del río Atuel existen 21 Inspecciones de cauce y se han definido 11 UAM aguas abajo de Valle Grande y 1 UAM aguas arriba de El Nihuil. Con respecto al rio Malargüe, se ha definido 1 UAM de uso conjunto.

Figura 1. Mapa general de la cuenca del Río Atuel

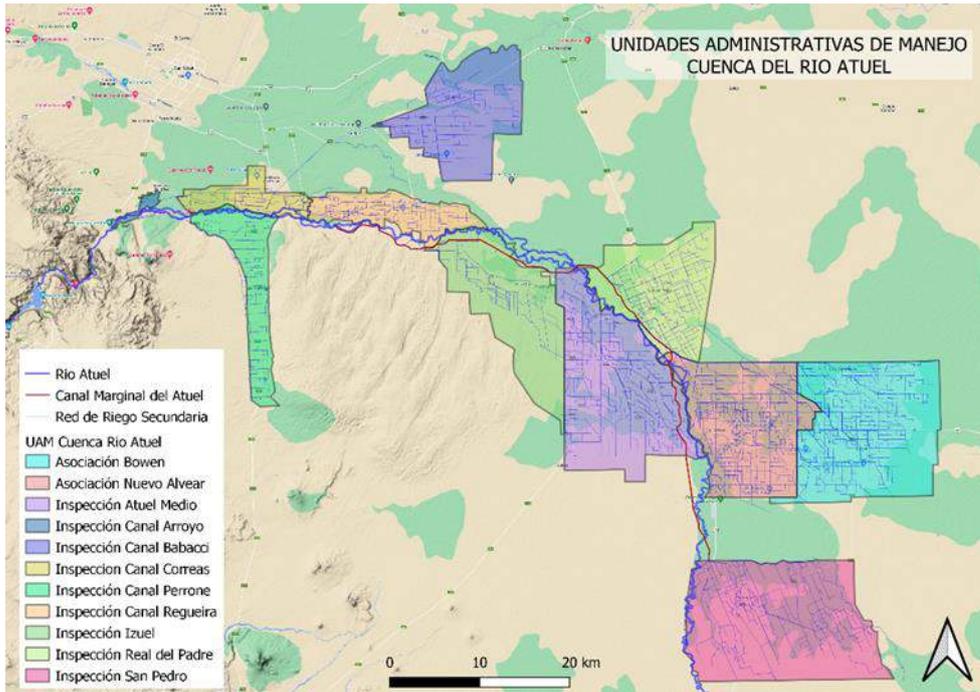
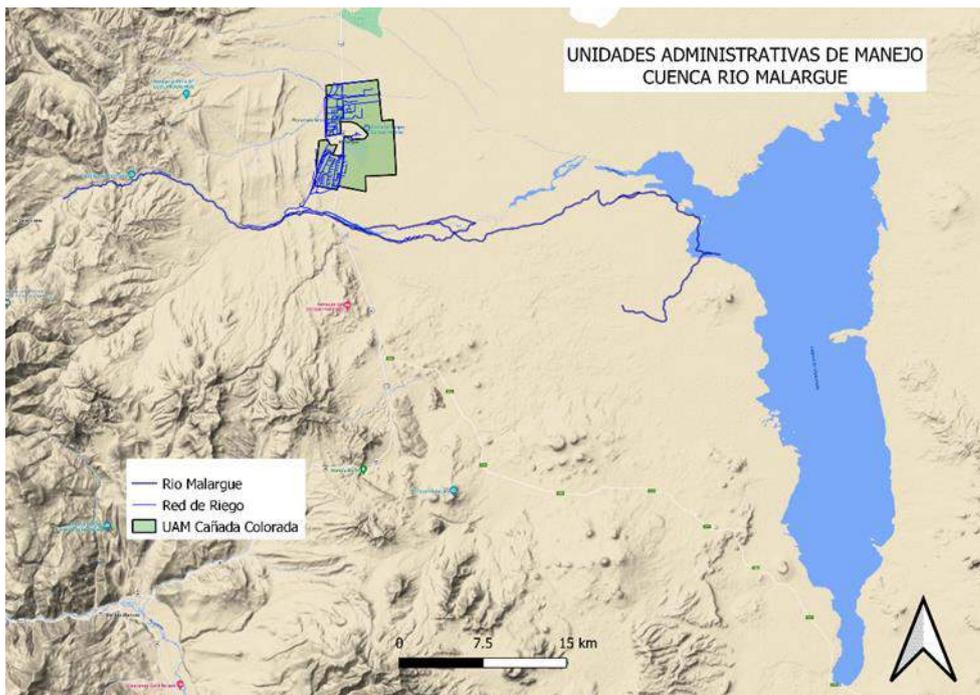


Figura 2. Mapa general de la cuenca del Río Malargüe



### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 CONCEPTO DE BALANCE HÍDRICO Y DE CICLO HIDROLÓGICO

20. El “balance hídrico” es la aplicación detallada de la ecuación de balance de masas o ecuación de continuidad que en este caso simula el ciclo hidrológico. Por su parte, el “ciclo hidrológico” es un concepto teórico que corresponde a un modelo del movimiento, distribución y circulación general del agua en la Tierra.

21. Existen distintos tipos de balances, de acuerdo a su finalidad específica. En este sentido destacan los que se relacionan con el clima, con la situación de los glaciares, dentro de los sistemas limnológicos, y como en este caso, los balances hídricos (oferta y demanda).

22. Entre los componentes más relevantes, que es necesario conocer, medir, procesar y analizar para el mejor conocimiento del “balance hídrico”, figuran como más importantes los siguientes:

- ✓ precipitación (líquida y sólida),
- ✓ pérdidas (evaporación, evapotranspiración y sublimación),
- ✓ escorrentía (superficial, subsuperficial y subterránea),
- ✓ almacenamiento o regulación (ríos, lagos, embalses, pantanos, campos de nieve, glaciares, napa subterránea),
- ✓ infiltración,
- ✓ uso del agua por el hombre.

23. El balance hídrico se utiliza con frecuencia para determinar alguna variable hidrológica, a partir del conocimiento de las restantes variables del ciclo sobre las cuales existe información confiable, de una región, una cuenca, un embalse, la zona de riego, un acuífero, etc.

24. El período para el cálculo del balance está condicionado por la superficie y topografía del terreno, los parámetros hídricos que se deciden analizar para tipificar el fenómeno, los datos realmente factibles de obtener en las redes de estaciones, la disponibilidad de información, etc.

25. Un balance hidrológico puede ser realizado para distintos períodos (horas, días, meses, estaciones del año, años). Los balances medios de agua se realizan en forma anual y en el

caso de América del Sur, donde se trata de minimizar el término de variación de almacenamiento, generalmente el balance abarca varios años.

26. Si bien los períodos medios recomendables para tipificar el fenómeno son del orden de 30 años, se considera que, de acuerdo con la situación citada, sólo es realmente factible realizar un balance para un período más corto. El grupo de trabajo de UNESCO recomienda un período de no más de 15 años.

27. Dada la importancia que tiene, para la Provincia de Mendoza, el balance hídrico, como herramienta de planificación y operación, el DGI intenta actualizar estos balances en períodos menores, cercanos a los 5 años.

### **3.2 ESTRUCTURA DEL PROCESO DE ANÁLISIS**

28. El balance en esta subcuenca hace necesario subdividir el área en estudio según la fuente de provisión de agua, para luego abarcar en conjunto los resultados, ya que hay interdependencia entre ellas:

1. Análisis y actualización de series históricas de factores climáticos e hidrológicos;
2. Revisión y actualización de los empadronamientos que derivan aguas del río Atuel y Malargüe;
3. Revisión de los aportes de aguas subterráneas.

29. También se destaca, que en este documento se calcula la demanda en primer término para derechos definitivos y eventuales, considerando la eficiencia actual.

30. Luego se incorporan al análisis los permisos precarios en el caso del Río Malargüe.

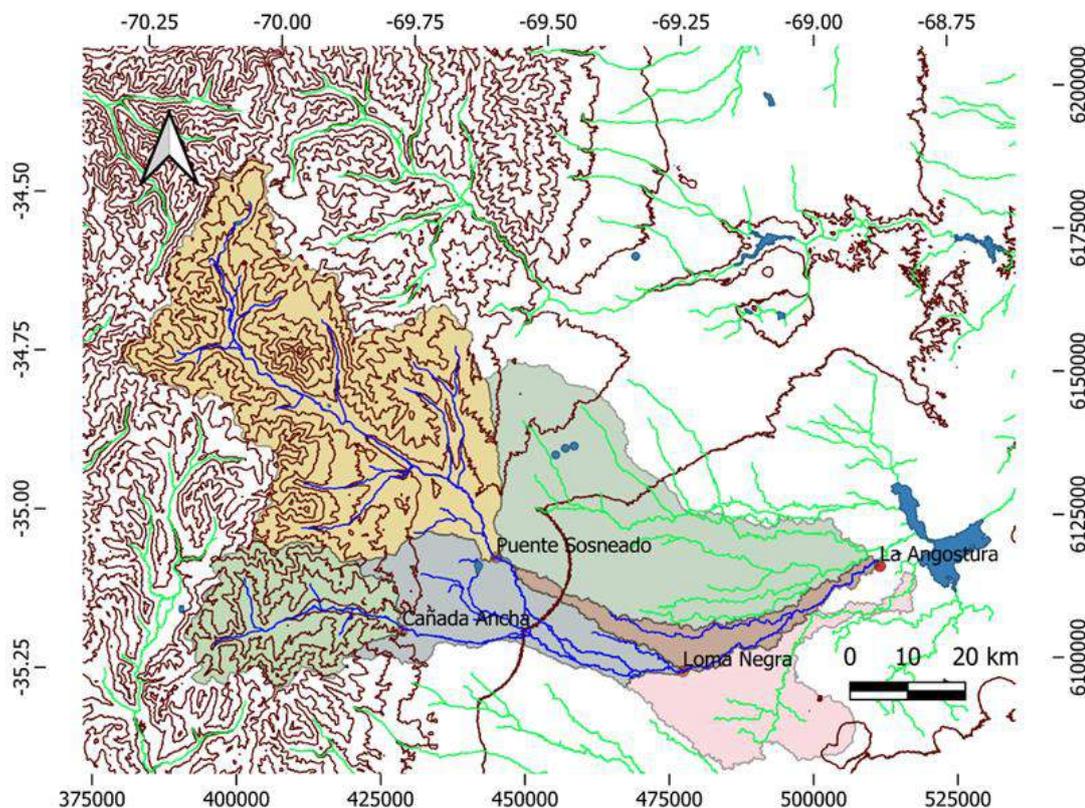
31. También se hace una exploración en escenarios prospectivos de cambios sobre la superficie cultivada considerada a futuro.

### **3.3 LA CUENCA DEL RÍO ATUEL**

32. La zona de influencia del río Atuel, se extiende al sur de la provincia de Mendoza. Abarca la mitad sur del departamento de San Rafael, el sector noreste del departamento de Malargüe y la mitad sur del departamento de General Alvear. Ver Figura 3.

33. La cuenca hidrológicamente activa se encuentra en la región oriental, donde las precipitaciones pluvionivales de origen orográfico varían entre 600 y 800 mm anuales, que alimentan a ríos y arroyos de una desarrollada red imbrífera. En la región occidental, por el contrario, con un régimen pluviométrico del orden de los 250 mm anuales, el río es prácticamente alóctono.

**Figura 3. Esquema hidrológico cenca activa del Rio Atuel**



**Cuencas que influyen sobre la presa El Nihuil**

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Cuenca Superior                  | Curvas de nivel 500 m                            |
| Cuenca del R <sup>o</sup> Salado | Sistema del río Atuel con cierre en La Angostura |
| Cuenca Media                     | arroyos de la zona de influencia de El Nihuil    |
| Cuenca Baja                      | estaciones de aforo                              |
| Zona de Influencia al Norte      | Cuerpos de Agua                                  |
| Zona de Influencia al Sur        |  |

34. Los recursos hídricos superficiales provenientes de la alta cuenca son interceptados en la cuenca media, en la cual se desarrolla un paisaje serrano, y por obras de aprovechamiento hidráulico que posibilitan la regulación de los caudales se desarrollan establecen áreas de regadío y también de generación de energía hidroeléctrica.

35. El sistema de presas del río Atuel, está sustentado en los siguientes objetivos: contener y regular los caudales producidos por deshielos, generar energía hidroeléctrica y utilizar las aguas en abastecimiento poblacional e irrigación de parcelas destinadas al cultivo. Además, al crearse estos espejos de agua se incorporó el objetivo de propender a realizar actividades turísticas y recreativas.

36. Las presas se alojan a lo largo del Cañón del Atuel que se ubica en el tramo medio del río y tienen la característica topográfica de tener un descenso de 580 m en aproximadamente 45 km, lo cual resulta beneficioso para el aprovechamiento energético. Al largo del

mencionado cañón se construyeron los embalses El Nihuil, Aisol, Tierras Blancas, y el compensador Valle Grande.

37. La zona de riego que abastece el río Atuel comprende una red de 1200 km<sup>2</sup>, abarcando los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe. La longitud de su red de riego, muy extensa, es de unos 545 km.

### 3.3.1 Estaciones de aforo y datos disponibles. Río Atuel

38. En la cuenca del río Atuel, aguas arriba del embalse el Nihuil, existen estaciones de aforo en la parte alta de la cuenca, en Puente Sosneado y Cañada Ancha, sobre los ríos Atuel y Salado respectivamente, y en la cuenca inferior, en Loma Negra y La Angostura. Las cuencas con cierre en esas estaciones pueden verse en la Figura 3. También se observa que existe cierta complejidad en los aportes y eventualmente drenajes, en la zona próxima a El Nihuil.

39. La siguiente tabla muestra un resumen de los derrames en la cuenca de aporte al embalse, en las distintas estaciones de aforo, y los obtenidos por diferencia de embalse en la presa El Nihuil, en el periodo 2000-2021.

**Tabla 1 Balance de Subcuencas y entradas y salidas al embalse El Nihuil**

Caudal y derrame medio	Cañada Ancha	Puente Sosneado	Loma Negra	La Angostura	Afluente a El Nihuil
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	8.6	33.0	30.7	33.2	30.8
Derrame (hm <sup>3</sup> )	271	1043	968	1049	972

40. Se puede observar que la suma de los derrames en Puente Sosneado y Cañada Ancha es muy superior (36%) al derrame en Loma Negra, estación ubicada aguas debajo de esta. La diferencia con La Angostura es del 25%. Esta diferencia se analizará algunas líneas más abajo.

41. Entre Loma Negra y La Angostura los derrames anuales se incrementan en 81 hm<sup>3</sup>. Sobre esta base, se deduce que un 8% del derrame en La Angostura se produce por aportes, predominantemente pluviales, entre ambas estaciones. Por otra parte, entre La Angostura y el ingreso al embalse El Nihuil el derrame se reduce en 77 hm<sup>3</sup>, un 7% respecto de los valores en La Angostura. Esta pérdida, en una longitud de solo 8 km, se debe tanto a infiltración, como a derivaciones laterales en esta zona de dirección de drenaje poco definida.

42. Cabe destacar que los ingresos a El Nihuil son muy similares a los valores registrados en Loma Negra.

43. A los fines de realizar el balance hídrico de la cuenca del río Atuel, a través del modelo de simulación WEAP, se considera la oferta hídrica superficial disponible del río a partir de las erogaciones realizadas desde la presa Valle Grande.

### 3.4 LA CUENCA DEL RÍO MALARGÜE

44. El río Malargüe es un curso de agua que recorre el sur de la provincia de Mendoza, Argentina. Se origina en el lago Malargüe sobre la cordillera de los Andes a una altura de 2500 msnm, recorre el departamento Malargüe y desemboca en la laguna de Llanquanelo, siendo su principal afluente.
45. La cuenca del río Malargüe constituye la única cuenca endorreica de la provincia con una superficie total de 11146 km<sup>2</sup>. La misma comprende el departamento del mismo nombre y una pequeña parte del departamento de San Rafael.
46. En verano, el caudal medio del río asciende a los 29 m<sup>3</sup>/s cuando comienza el deshielo, y decrece en invierno hasta los 2,6 m<sup>3</sup>/s.
47. La principal obra de toma que existe sobre el cauce del río es el dique derivador Blas Brisoli. La misma está destinada a la captación del agua del río para cubrir la demanda de riego y el abastecimiento poblacional. En la obra de toma se origina canal matriz Cañada Colorada que permite regar gran parte de la zona de influencia. Dicho canal tiene una longitud de aproximadamente 12 km y en su recorrido se derivan 9 tomas con su correspondiente red de distribución.
48. El llamado Bajo de Llanquanelo es producto del hundimiento por compensación cuando se elevaron los Andes. Se ubica aproximadamente a 1.280 msnm. y ocupa una superficie de 370 km<sup>2</sup>. A éste aportan sus aguas el río Malargüe y los arroyos Álamo, Mocho, El Chacay y Malo, además de las vertientes de aguas permanentes que forman los Pozos de Carapacho, los Menucos y el arroyo Carilauquén.
49. La cantidad de agua en la Laguna Llanquanelo es altamente variable en función de las estaciones y depende de la precipitación nival del año. Por ello, la profundidad promedio es de aproximadamente 30 cm y existen algunos sectores más deprimidos que alcanzan el metro. Hacia el sudeste de la laguna se encuentran numerosos sumideros por donde las aguas se infiltran. Está rodeada por bañados (en su borde occidental) y una llanura salina (en su borde oriental). También presenta oscilaciones estacionales que dependen del aporte nival en cordillera. Si bien es cierto que el aporte hidrológico superficial es de agua dulce, el cuerpo de agua tiene una elevada concentración de sales.
50. El humedal de la laguna de Llanquanelo constituye un importante reservorio de avifauna. Es un lugar de reproducción y cría de aves residentes, además de refugio de especies migratorias.

### 3.4.1 Estaciones de aforo y datos disponibles

51. La oferta hídrica superficial del río Malargüe es de 294 hm<sup>3</sup>, la cual ha sido determinada por los escurrimientos medidos en la estación de aforos La Barda, ubicada 5 km aguas arriba del azud derivador Blas Brisoli, la única existente sobre el río Malargüe. Su serie se extiende desde 1987 a la actualidad, existiendo algunos años incompletos en la misma.

## 3.5 UNIDADES DE MANEJO

52. En el área que abarca el oasis cultivado y antropizado, se hace el análisis atendiendo a las fuentes de provisión de agua, y a los distintos usos en cada una de las zonas. Se consideró adecuado seguir la metodología adoptada y ajustada en trabajos antecedentes, también utilizada en el proyecto DGI-PNUD/FAO/ARG/00/008, definiendo unidades administrativas de manejo para el análisis, procesamiento y obtención de resultados.

53. Los factores que en primera instancia se toman para su definición son: origen del recurso hídrico utilizado, aptitud para el riego, dominio de la red de canales, infraestructura de captación y de conducción y uso del suelo.

54. Las unidades definidas surgen de analizar el sistema de distribución en la cuenca, para lo cual, y atendiendo a un concepto de gestión territorial, se consideró oportuno reagrupar las Inspecciones de Cauce existentes en Unidades Administrativas de Manejo (UAM).

55. Existen algunas excepciones donde, por su modalidad de operación del sistema o por la característica heterogénea de algunas Inspecciones, se las desagregó en unidades menores. Por último, se definieron unidades que no poseen derecho de riego o su fuente de abastecimiento es exclusivamente subterránea.

56. En resumen, puede decirse que el criterio general para la determinación de las UAM con dotación de agua superficial, ha sido principalmente el de considerar al área de influencia de las Inspecciones de Cauce, pues cumplen con condiciones de homogeneidad en cuanto a la gestión administrativa y territorial del agua. En el caso de las UAM de agua subterránea, la homogeneidad se define a través de similitudes territoriales, de uso del suelo y características de aptitud para riego.

57. Por lo expuesto se define como Unidad Administrativa de Manejo (UAM) de una cuenca a un área con homogeneidad en sus características de gestión territorial y del recurso hídrico. Esta homogeneidad viene dada por características comunes en cuanto a la fuente de provisión del agua, al uso del suelo o a la Inspección de Cauce que tiene influencia sobre dicha área.

58. A continuación, se presentan las superficies de cada UAM para el área irrigada de la cuenca del río Atuel (Tabla 2) y el Río Malargüe (Tabla 3). Estas superficies son las

empadronadas totales, las que serán afectada por los coeficientes de entrega de los distintos derechos y los usos de suelo para cada escenario prospectivo analizado.

**Tabla 2 Río Atuel - Superficies con derecho de riego, por UAM (ha)**

UAM	Definitivo	Eventual	Precario	Uso Publico	Poblacional	Total
Concesión Boers y Kraft	0	80	0	0	0	80
Inspección Canal Arroyo	395	0	8	0	0	403
Inspección Canal Correas	2 415	200	0	0	0	2 615
Inspección Canal Perrone	5 333	0	0	0	0	5 333
Inspección Canal Babacci	0	8 103	283	2	0	8 388
Inspección Canal Regueira	3 333	1 975	0	0	0	5 308
Inspección Izuel	4 912	3 782	315	2	0	9 011
Asociación Atuel Medio	12 075	3 997	40	0	0	16 112
Inspección Real del Padre	0	11 467	0	0	0	11 467
Asociación Nuevo Alvear	14 492	53	4	79	100	14 728
Asociación Bowen	14 023	1 077	0	0	0	15 100
Inspección San Pedro	5	12 798	0	16	0	12 819
Total	56 983	43 532	650	99	100	101 364

**Tabla 3 Río Malargüe - Superficies con derecho de riego, por UAM (ha)**

UAM	Definitivo	Eventual	Precario	Uso Publico	Poblacional	Total
Canal Cañada Colorada	352	2 117	1 448	105	50	4 072
Laguna de Llancanelo	0	2 478	0	0	0	2 478
Total	352	4 595	1 448	105	50	6 550

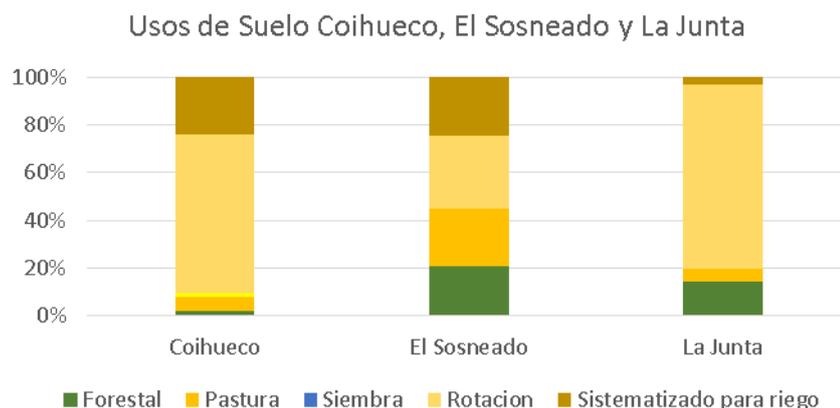
### 3.5.1 Tomas Superiores: El Sosneado, La Junta y Coihueco

59. Para las concesiones de riego ubicadas aguas arriba del embalse El Nihuil y que son abastecidas por el Rio Atuel, si bien no fueron integradas al modelo WEAP, se realiza el Balance hídrico de las mismas a fin de exponer sus cultivos (Tabla 4 y Figura 4) demanda de riego (Tabla 5).

**Tabla 4 Usos de Suelo – Inspecciones El Sosneado, Coihueco y La Junta**

Usos de suelo expresado en hectareas. Tomas superiores del Rio Atuel.						
Zonas	Sistematizado para riego	Barbecho	Forestal	Pastura	Siembra	Total General
Coihueco	431	1191	38	106	29	1795
El Sosneado	85	106	72	83		346
La Junta	5	117	22	8		152
Total general	521	1414	132	197	29	2293

**Figura 4. Usos de Suelo – Inspecciones El Sosneado, Coihueco y La Junta**



**Tabla 5 Demandas Brutas - Inspecciones El Sosneado, Coihueco y La Junta**

**Demandas de riego Brutas. Tomas Superiores.**

Mes	Forestal	Pastura	Siembra	Total
Agosto	0.13	0.31	0.04	0.48
Septiembre	0.31	0.46	0.06	0.83
Octubre	0.51	0.60	0.08	1.19
Noviembre	0.67	0.76	0.10	1.52
Diciembre	0.79	0.89	0.10	1.78
Enero	0.77	0.87	0.00	1.64
Febrero	0.56	0.65	0.00	1.20
Marzo	0.40	0.50	0.00	0.90
Abril	0.16	0.22	0.04	0.41
Mayo	0.07	0.10	0.02	0.19
Junio	0.06	0.09	0.02	0.17
Julio	0.06	0.13	0.02	0.22
Total	4.48	5.58	0.48	10.53

60. Para el cálculo de las demandas hídricas se utiliza de base la interpretación visual de usos de suelo, realizada para la versión anterior del Balance Hídrico del Río Atuel, las que se basaron en un

61. En el análisis del área a través de la interpretación visual de las imágenes satelitales.

### 3.6 DETERMINACIÓN DE LA OFERTA SUPERFICIAL

62. Las leyes 386 y 430 mencionan, como valor de referencia, los caudales medios superficiales, por lo cual se toman como base de partida y comparación en el presente documento. Por otro lado, debido a que el balance hídrico es una herramienta de operación y planificación, se completa el análisis para años que se comportaron hidrológicamente como pobres y secos.

63. La oferta media se obtiene del estudio de los caudales que se registran en la estación de aforo La Angostura, para el Río Atuel y la estación de aforo La Barda para el Río Malargüe.

64. Tienen la particularidad de ubicarse dentro del intervalo modal de frecuencias de caudales, lo que afirma aún más su validez como parámetro. Además, se han atendido las

particularidades desarrolladas en el capítulo estudio de la oferta y también se han considerado las reglas de operación de embalse y diques derivadores.

65. En la construcción del modelo se procuró respetar las erogaciones (operaciones de distribución) que históricamente se han realizado. En forma complementaria, la serie considerada (2000 – 2021) para los derrames, precipitaciones y operación del embalse y azudes, se trabajó de acuerdo a los lineamientos sugeridos por los profesionales que proveyeron la asistencia técnica del proyecto y se logró representar la realidad en un modelo que constituyó el punto de partida del análisis de balance.

66. En cuanto a los datos ingresados a la modelación, para el modelo del Río Atuel se considera las erogaciones históricas del embalse Valle Grande y para el Río Malargüe los valores de caudales del río directamente para el intervalo de tiempo desde el año 2000 al 2021.

67. Por otra parte, el año seco se calculó promediando los caudales de los años que forman parte de la década de emergencia hídrica. En la operación de los diques y el embalse existen factores de clima, salida de servicio de algún derivador, lluvias, y compensaciones que hacen que las reglas de operación sean dinámicas de un ciclo a otro. Por ello, es que se realizó un análisis de las operaciones ejecutadas en el periodo de modelación y se calcula la operación promedio, considerando a ésta como regla de operación de diques derivadores y embalse.

68. En la Tabla 6 se muestra la oferta hídrica, aguas abajo del embalse Valle Grande, mes a mes y total anual.

**Tabla 6 Río Atuel - Caudal medio y derrames mensuales para el Río Atuel (hm<sup>3</sup>)**

**Río Atuel. Caudal medio mensual erogado en Valle Grande.**

Variable	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Media anual
Año Medio	22.4	38.9	32.4	38.9	45.1	48.1	39.2	29.8	22.7	13.1	3.3	8.5	28.5
Año Seco	12.5	34.3	21.5	33.4	42.4	41.5	26.2	16.9	8.2	2.2	1.1	1.8	20.2

**Río Atuel. Derrame medio mensual erogado en Valle Grande.**

Variable	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total Anual
Año Medio	60	101	87	101	121	129	95	80	59	35	9	23	898
Año Seco	34	89	58	86	114	111	63	45	21	6	3	5	635

69. En la Tabla 7 se muestra la oferta hídrica, aguas arriba del dique Blas Brisoli, para el caso del Río Malargüe, mes a mes y total anual.

70. Como se dijo anteriormente, la determinación de las ofertas (media y seca) se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados para la serie de tiempo

modelada (2000-2021), de acuerdo a los datos oficiales de la Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas (SlyPH) de la Nación.

**Tabla 7 Río Malargüe - Caudal medio y derrames mensuales para el Río Atuel (hm<sup>3</sup>)**

Río Malargüe. Caudal medio mensual en la estación La Barda													
Variable	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Media anual
Año Medio	8.1	8.5	11.3	14.9	14.6	11.5	8.2	6.8	6.1	6.5	6.7	6.8	9.2
Año Seco	4.3	4.9	6.9	9.6	8.5	5.8	4.9	4.3	4.3	4.8	3.9	4.4	5.6

Río Malargüe. Derrame medio mensual en la estación La Barda													
Variable	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total Anual
Año Medio	22	22	30	39	39	31	20	18	16	17	17	18	289
Año Seco	11	13	18	25	23	16	12	12	11	13	10	12	175

71. Como se dijo anteriormente, la determinación de las ofertas (media y seca) se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados para la serie de tiempo modelada (2000-2021), de acuerdo a los datos oficiales de la Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas (SlyPH) de la Nación.

72. El año hidrológico, es un periodo de 12 meses a lo largo del cual se miden las variables hidrológicas (precipitaciones, caudales, nevadas, etc.) sobre una determinada cuenca. El año hidrológico no coincide necesariamente con el año natural o calendario, es decir, el período que convencionalmente transcurre entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de un mismo año.

73. El comienzo del año hidrológico puede variar entre una región y otra, incluso dentro de un mismo país dependiendo del objetivo para el que se utiliza. Por ejemplo, en países del hemisferio sur, el año hidrológico para el estudio de crecidas, se inicia en los meses de estiaje o de caudales mínimos, coincidentes con la época invernal (1 de julio de un año al 30 de junio del siguiente).

74. Por el contrario, el año hidrológico agronómico, en zonas con cultivos bajo riego, suele iniciar en coincidencia con el inicio de la temporada de riego. En Mendoza se ha utilizado históricamente el período que comienza el 1 de agosto de un año y finaliza el 31 de julio del siguiente.

75. Por último, el DGI realiza anualmente el cálculo y pronóstico de la oferta hídrica superficial que tendrán los principales ríos de la provincia. Este pronóstico sirve de base para los Planes de Erogación que realizan las Subdelegaciones, en función del estado de los embalses, volúmenes esperados y demanda a satisfacer, lo que constituye la base de la planificación anual de la gestión de recurso en cada temporada.

76. Para el Pronóstico de Caudales se utiliza un año hidrológico que inicia el 1 de octubre y culmina el 30 de septiembre del año siguiente. Esto se ha adoptado así debido a que el invierno termina en el mes de septiembre (en general las nevadas se producen hasta la

primera quincena de este mes y es necesario conocer la totalidad de la acumulación para poder realizar un pronóstico adecuado).

77. Por razones de simplificación, se toma como equivalente el decir “año hidrológico” y “temporada”. Por ejemplo, “año hidrológico 2018/2019” equivale a “temporada 2018/2019”.

78. En este estudio se utilizan indistintamente los años hidrológicos de acuerdo al origen de la información estadística disponible, siendo el modelo de simulación el encargado de elegir los valores a considerar en cada caso.

### **3.6.1 RÉGIMEN HIDROLÓGICO RIO ATUEL**

79. El Río Atuel tiene un régimen simple, con un máximo de caudales en la temporada estival debido al origen termonival de los escurrimientos.

80. Los caudales medios mensuales para la serie completa se registran en la sección de aforos de La Angostura.

81. Para los alcances del presente estudio, y dado que el régimen de riego del oasis del río Atuel comienza generalmente en agosto, en coincidencia con el llenado de los embalses El Nihuil y Valle Grande, se ha considerado para este balance un año hidrológico que comienza en agosto y termina en julio del año siguiente.

### **3.6.2 AÑO MEDIO**

82. El hidrograma del “Año Medio” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento Medio, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas. Ver Figura 5.

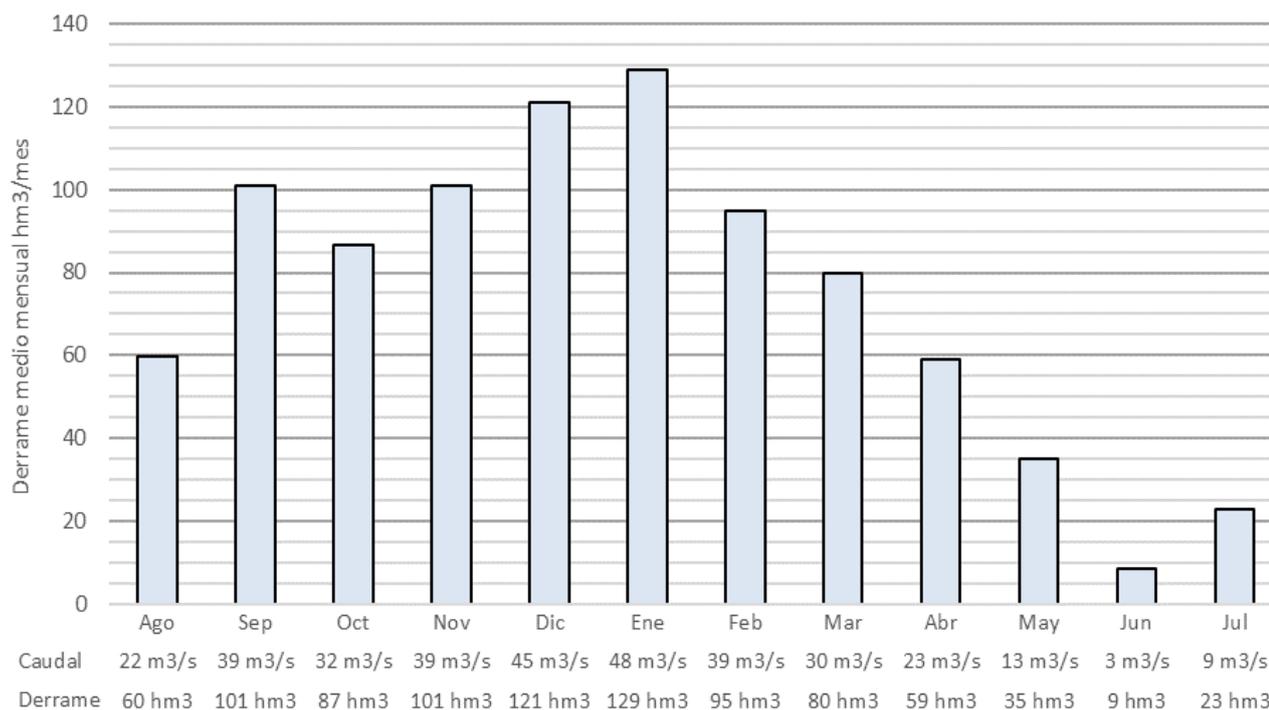
83. En la modelación de la oferta, para el Año Medio se utilizó el hidrograma anterior con un módulo anual medio de  $28,5 \text{ m}^3/\text{s}$  y un derrame anual medio de  $898 \text{ hm}^3$ .

#### **3.6.2.2 AÑO SECO**

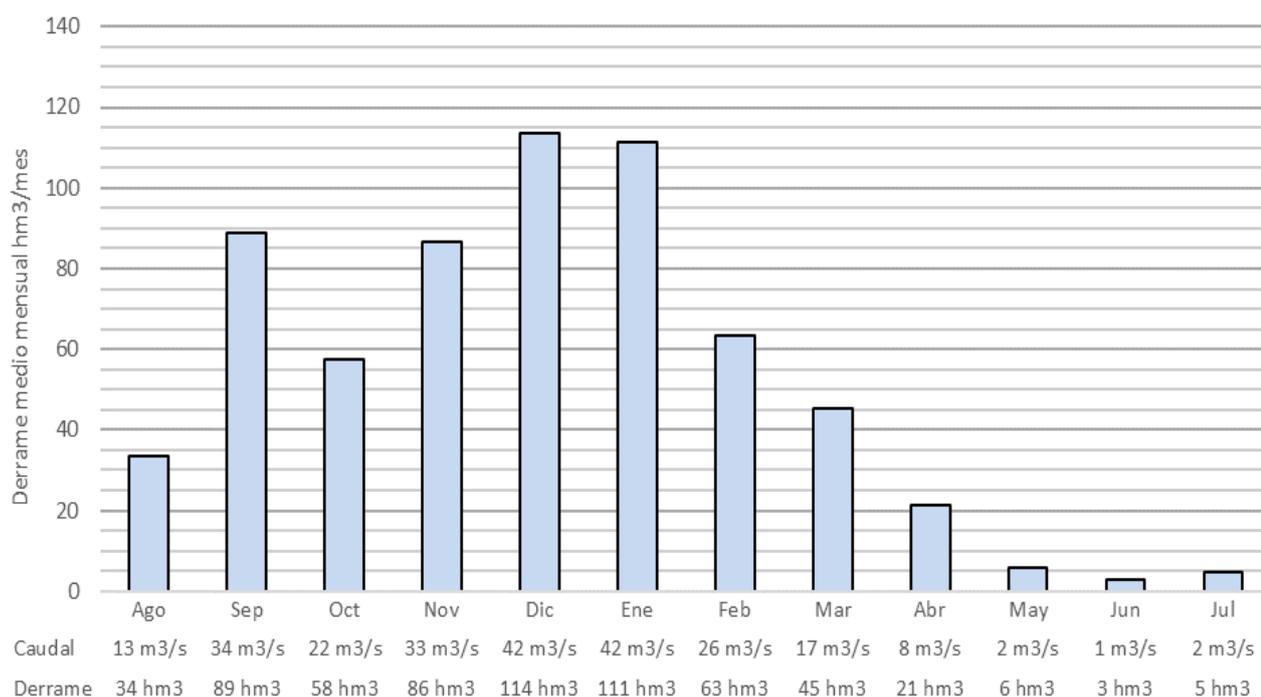
84. El hidrograma del “Año Seco” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año Seco, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas.

85. En la modelación de la oferta, para un año seco se utilizaron los hidrogramas de la Figura 6, con un módulo anual medio de  $20.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , un derrame anual medio de  $635 \text{ hm}^3$ .

**Figura 5. Derrames y caudales mensuales - Año Medio - Río Atuel.**



**Figura 6. Derrames y caudales mensuales - Año Seco - Río Atuel.**



### 3.6.3 RÉGIMEN HIDROLÓGICO RIO MALARGÜE

86. Al igual que el Río Atuel, el Río Malargüe tiene un régimen simple, con un máximo de caudales en la temporada estival debido al origen termonival de los escurrimientos.

87. Los caudales medios mensuales para la serie completa se registran en la sección de aforos de La Barda.

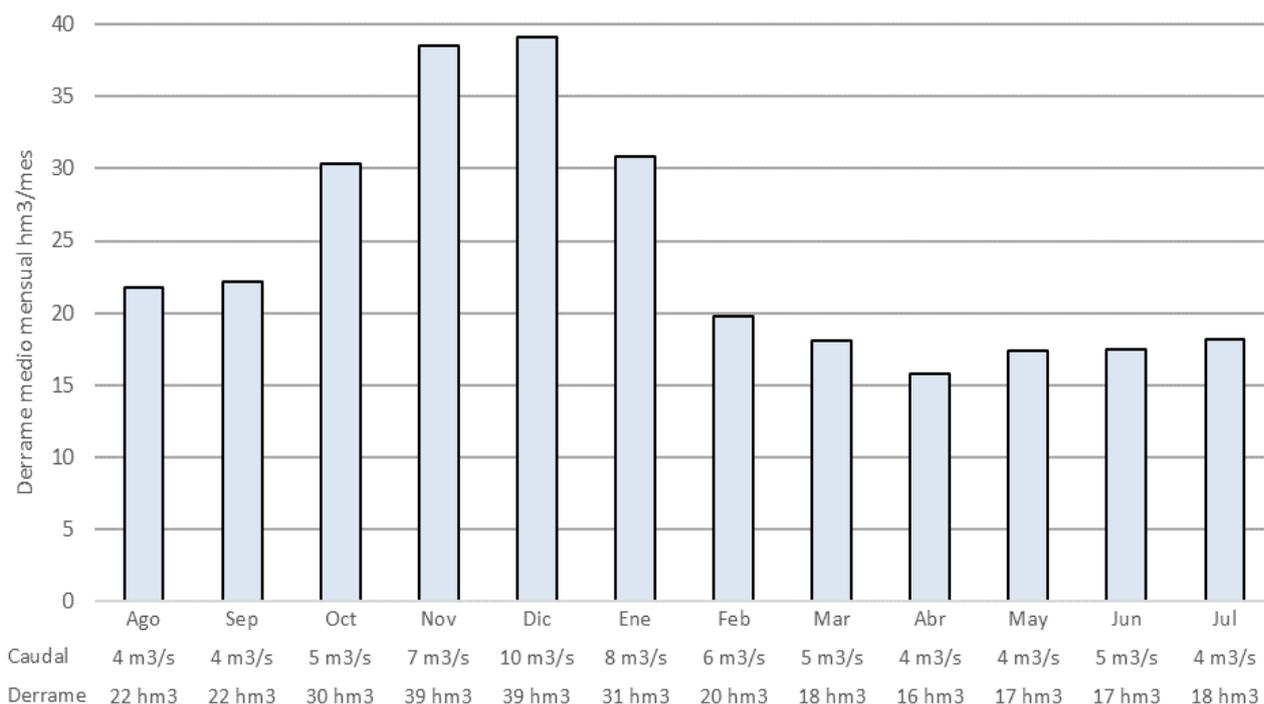
88. Se ha realizado un análisis estadístico simple de las series de datos, determinando de manera clásica el promedio aritmético del escurrimiento y caudales. Esta medida de tendencia central se obtuvo realizando el promedio día por día para toda la serie de años en los que se tengan datos, es decir, el promedio de todos los 1 de enero, el promedio de todos los 2 de enero y así sucesivamente para todos los días del año con todos los años de la serie. De esta manera, se obtiene un año promedio.

### 3.6.4 AÑO MEDIO

89. El hidrograma del “Año Medio” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales de los años hidrológicos, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas.

90. En la modelación de la oferta, para un año medio se utilizó el hidrograma de la Figura 7, con un módulo anual medio de  $9.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , un derrame anual medio de  $289 \text{ hm}^3$ .

**Figura 7. Derrames y caudales mensuales - Año Medio - Rio Malargüe**

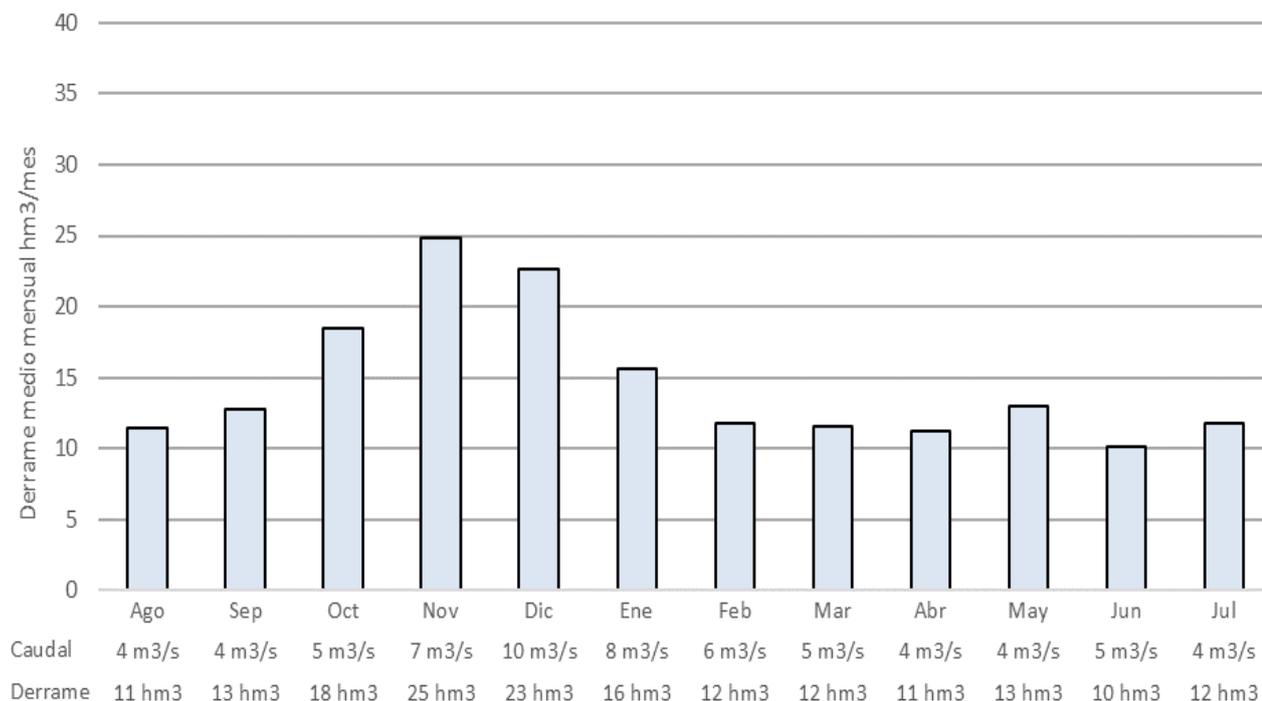


## 3.7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

91. Para el cálculo de la demanda, se han realizado los siguientes pasos: en primer lugar, se identifican los usos del suelo de toda la zona de estudio, luego se calcula la demanda neta para cada tipo de cultivo de referencia, luego se incrementa la demanda neta por los valores de eficiencias, tanto de aplicación en finca (de riego) y como de conducción en la red de

distribución, obteniendo de esta manera la demanda bruta que deberían cubrir las dotaciones de riego.

**Figura 8. Derrames y caudales mensuales - Año Seco - Rio Malargüe**



92. Bajo la consideración de que entre el agua subterránea y superficial hay interacciones que no pueden ser omitidas, en forma complementaria, se han calculado las demandas en todas las unidades de manejo (de uso subterráneo y de uso conjunto), como así también la oferta subterránea.

93. Es de destacar que para el caso de las UAM de uso conjunto se consideró que el bombeo de aguas subterránea sólo se realiza en aquellas parcelas que poseen perforación y que el agua extraída se utiliza para satisfacer los déficits que se pudieran producir por escasa oferta de agua superficial en esas parcelas.

94. Para las UAM que se abastecen exclusivamente de agua subterránea, se consideró que la extracción es la necesaria para cubrir la demanda bruta de los cultivos.

### 3.7.1 USOS DEL SUELO

95. Para la definición de los usos del suelo en la primera edición del Balance Hídrico del Atuel (2016), se realizó una comparación entre la interpretación visual de imágenes Quick Bird, contrastado con una interpretación radiométrica de una imagen Landsat disponible, siguiendo la metodología propuesta por el SIPH (Sistema de Información para la Planificación Hídrica) y utilizado en el DGI. Se concluyó que la interpretación visual de la imagen Q\_Bird de alta definición fue mucho más rica en información y en el detalle a la hora de definir las células de cultivos por unidad de manejo. A raíz de estos estudios preliminares se decidió utilizar la metodología de interpretación visual con imágenes de alta definición.

96. Para el presente análisis de actualización del balance hídrico se utilizó y desarrollo una nueva metodología para el DGI. Ampliamente utilizado, Google Earth Engine (GEE), se presenta como una herramienta versátil y ágil para la definición de los usos del suelo, permitiendo acortar los tiempos de determinación, lo que puede implicar la realización de actualizaciones de los balances hídricos en tiempos menores a los actuales. Se combinaron ambas metodologías y se realizó una fuerte tarea de comprobación a campo por parte de la Subdelegación del Río Atuel.

97. Bajo el marco un convenio firmado con el INTA, se realizó una capacitación y un desarrollo de la herramienta a nivel local. En este desarrollo participaron diferentes Instituciones que aportaron con trabajo en el desarrollo y fueron claves para poder llegar a obtener una herramienta útil y aplicable. Las instituciones participantes fueron el INTA, IDR, DCC, CONICET, FCA y DGI. Cada una de ellas aportó con su expertís y trabajo, logrando que esta herramienta sea aplicable a los fines de cada una de estas organizaciones.

98. Esta metodología se basa en el análisis radiométrico de imágenes satelitales Landsat o Séntinel. GEE permite el desarrollo local de algoritmos y firmas espectrales que describen a las coberturas de suelo por zonas. Incluso, a la cuenca del Tunuyán Superior, luego de las validaciones realizadas, se las subdividió en 8 zonas. Cada una de estas zonas posee su firma espectral para cada tipo de uso. Esto se debe a que cada zona presenta características diferentes, lo que hace que un uso del suelo se exprese espectralmente diferente en las distintas zonas.

99. Como resultado, se obtiene un mapa de los diferentes usos del suelo, que al superponerse con las parcelas y derechos, se obtienen los usos del suelo por derecho de riego.

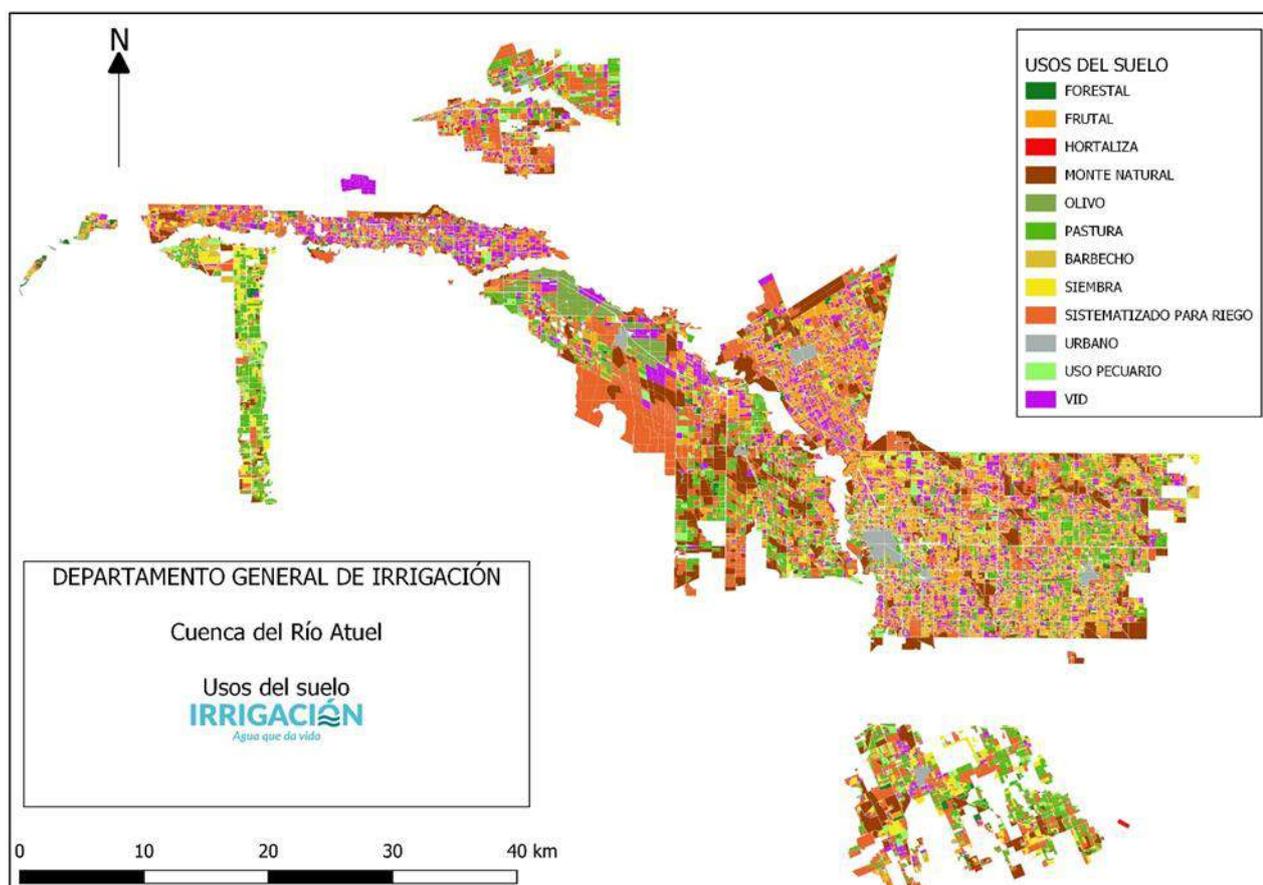
100. El análisis de las imágenes y su procesamiento permitió obtener la célula de cultivo por unidad administrativa de manejo. Por otra parte, se ha realizado una relación de cada polígono interpretado con la parcela catastral correspondiente, lo que permite obtener, finca por finca, relaciones de uso del derecho respecto de cultivos, con distinta escala de agregación. También permitió realizar intervalos de clase para obtener grado de utilización de derechos de riego consiguiendo un muy buen nivel de detalle en la clasificación de usos del suelo.

101. Los resultados son fundamentales para la evaluación de usos evaluación de los usos empadronados y como contraste del grado de satisfacción de las demandas agrícolas calculadas con el Modelo WEAP.

102. Los usos agrícolas del suelo que se determinaron a través de la interpretación por GEE fueron: Olivo, Vid, Frutal, Pastura, Barbecho, Hortícola, Siembra, Sistematizado para Riego,

Uso Pecuario, Antropizado. Una validación a campo dio como conclusión una exactitud del método aceptable en cada una de las zonas establecidas para la técnica de interpretación de los usos del suelo. Ver Figura 9.

**Figura 9. Usos actuales del Suelo según Google Earth Engine**



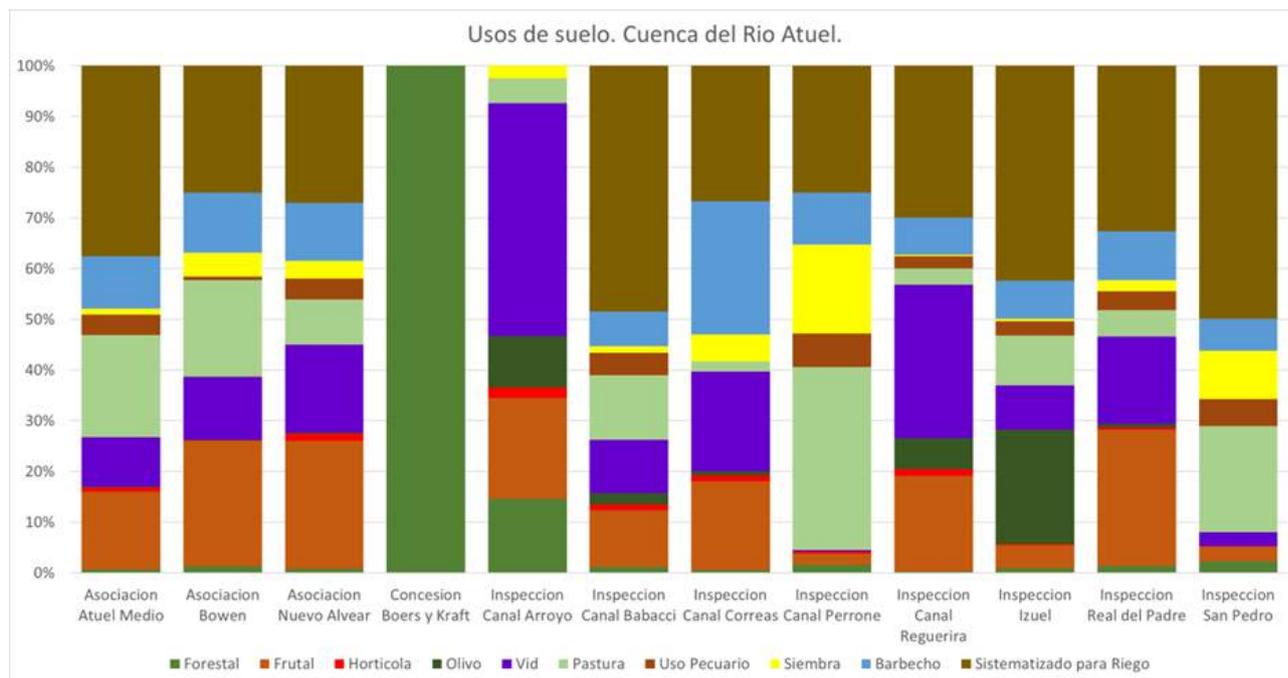
103. La metodología de la validación se basó en la realización de una matriz de confusión donde se comparan los usos constatados a campo con lo que resulta de las interpretaciones del GEE.

### 3.7.1.1 Caracterización de la matriz agrícola

104. Para la determinación de la demanda por unidad de manejo, es necesario establecer la célula de cultivos en cada UAM. En este ítem se desarrolla la metodología utilizada para su estimación, a partir de la información obtenida, su actualización y validación a campo.

105. Las células de cultivo son muy dispares entre las UAM, como se aprecia en la Figura 10, la que permite visualizar el predominio de vid y frutales, y también se advierten las unidades de manejo donde las hortalizas adquieren importancia en su superficie.

**Figura 10. Células de cultivo de UAM con agua superficial.**



### 3.7.2 DEMANDA NETA

106. La demanda neta de cultivo se refiere a la cantidad de agua que necesitan las plantas para cumplir con su ciclo vital, sin tener en cuenta parámetros de eficiencia de aplicación parcelaria u otros usos culturales del agua.

107. En primer lugar, se calcula la evapotranspiración de referencia de la región en la que se está trabajando, la cual se calcula a partir de la información agroclimática (temperaturas del aire máxima, media y mínima; humedad relativa, máxima, media y mínima; velocidad del viento; radiación solar).

108. Luego, para determinar la necesidad de cada cultivo, para cumplir con su ciclo vital (demanda neta del cultivo), se afecta el valor de la evaporación de referencia zonal por unos coeficientes de cultivos "kc".

109. La determinación de la evapotranspiración de referencia fue realizada a partir de la metodología de FAO en su Manual n° 56 (Estudio FAO Riego y Drenaje, Evapotranspiración del Cultivo).

110. Los coeficientes de cultivo (kc) y demás parámetros de cultivo (ciclo, fechas fenológicas, tipo de suelo) fueron ajustados para cada zona mediante ensayos locales y bibliografía consultada (FCA UNCuyo, INTA La Consulta e INTA Luján de Cuyo).

111. Todos estos cálculos se han realizado con la ayuda del software ETo Calculator, siendo posteriormente cargados como input al modelo, construido en el software WEAP.

112. Las demandas netas de todas y cada una de las UAM, han sido obtenidas teniendo en cuenta la superficie empadronada, el porcentaje de la misma que se encuentra cultivada, el origen del recurso hídrico que se utiliza (superficial, reúso, subterráneo, etc.), el coeficiente de distribución según la categoría de derecho que dispone el empadronamiento y la demanda neta de los cultivos que existen en la unidad.

113. Cabe aclarar que, en las UAM de uso de aguas subterráneas exclusivo, se han tenido en cuenta los tipos de cultivos, y se calcularon las demandas netas en finca.

114. Como metodología para la definición de los usos del suelo se ha utilizado la herramienta Google Earth Engine. El DGI viene realizando, en convenio con el INTA y participación del IDR, un desarrollo de teledetección a través de la herramienta mencionada. Este método permite realizar una interpretación de los usos del suelo de manera rápida, lo que permite además ir analizando los cambios que se van produciendo en esta materia con mayor celeridad que con la metodología aplicada en la primera versión del Balance (interpretación visual).

115. Se establecieron 10 tipos de usos representativos de la zona de estudio (Tabla 8).

116. Finalmente se multiplica la demanda neta de cada tipo de uso por la superficie detectada en las Unidades de Manejo de esos usos.

**Tabla 8 Usos del suelo determinados**

USO	CULTIVO DE REFERENCIA
Sistematizado para riego	terrenos incultos con Derecho
Forestal	álamo
Frutal	duraznero
Hortícola	tomate
Vid	vid
Olivo	olivo
Pastura	alfalfa
Siembra	ajo
Usos Pecuarios	terrenos con derecho con pasto natural de pastoreo directo
Barbecho	rotación de cultivos

### 3.7.2.1 Características agroclimáticas

117. En el presente apartado se trata la temática de características agroclimáticas de la cuenca del Río Atuel. Son aquellas variables que permiten el cálculo de las necesidades de riego a partir de la evapotranspiración.

118. Como componente fundamental del balance hídrico, se procedió al procesamiento de datos agroclimáticos a los fines de ser utilizado en tres aspectos fundamentales:

1. Determinación de áreas de influencia agroclimática de las estaciones meteorológicas.
2. Caracterización agroclimática de la cuenca en estudio.
3. Determinación de las necesidades de riego de los cultivos.

119. El procesamiento de la información agroclimática de las cuatro estaciones meteorológicas de la Dirección Contingencias Climáticas (DCC), con las series de las variables climáticas de los últimos 22 años, proporciona la cobertura adecuada para el cálculo de demanda correspondiente a la cuenca del Río Diamante. Las estaciones son: Rama Caída, La Llave, Villa Atuel y Bowen.

120. En la Figura 11, se muestran los polígonos de Thiessen correspondientes a las distintas estaciones meteorológicas, y las UAM como fondo de mapa.

121. A cada unidad de manejo se le asignó su caracterización climática, que proviene de la intercepción de cada polígono de influencia meteorológica con la superficie que representa cada UAM. Para luego prorratear los datos de clima para cada una de ellas.

122. El resultado es que cada UAM tiene su propia caracterización climática. La información gráfica obtenida con el software ArcGis es utilizada luego como otro dato de entrada para el modelo WEAP. En dicho modelo, los años incorporados en esta actualización se utilizan también para la validación del modelo.

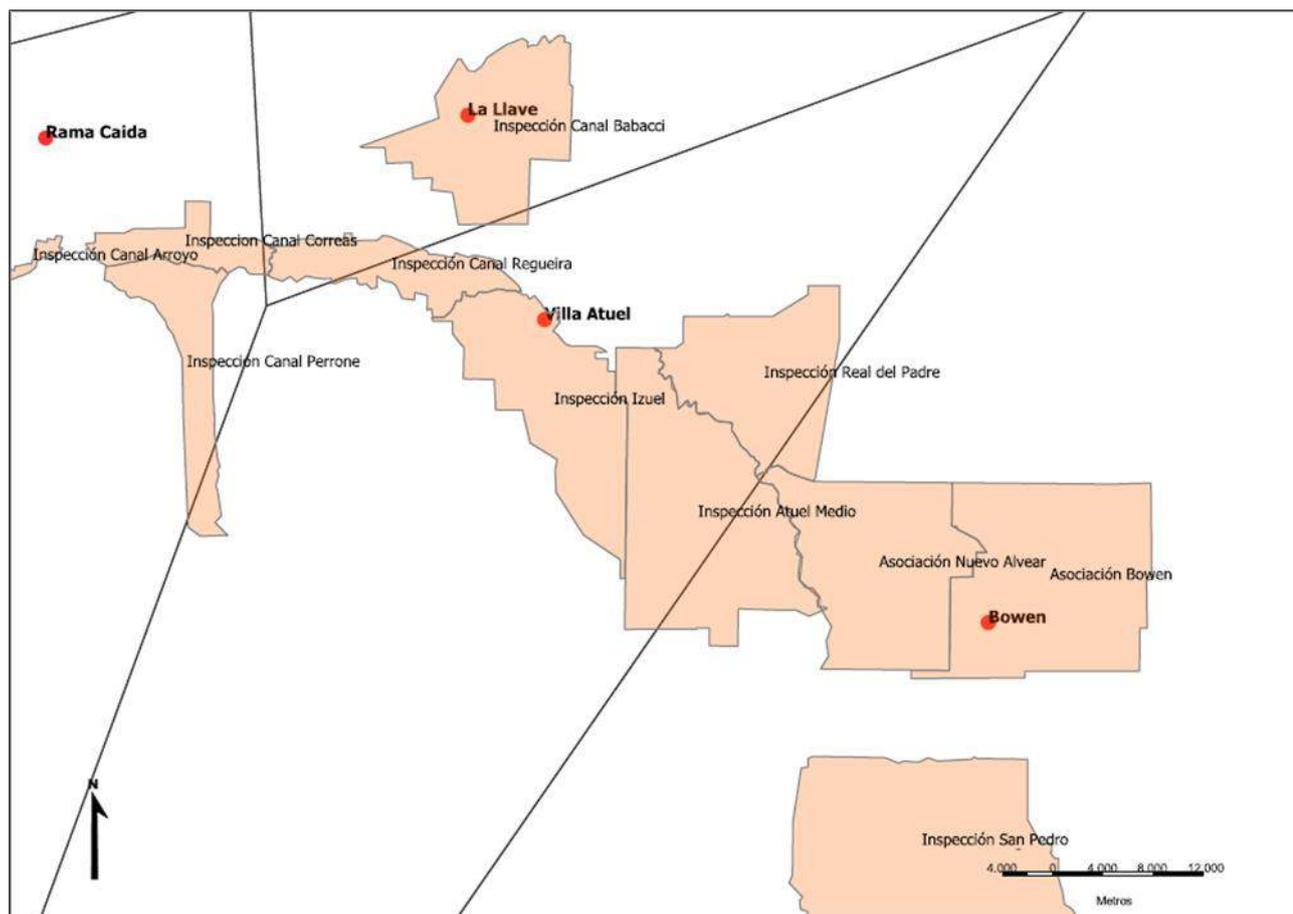
123. En el proceso de actualización se mantuvieron los polígonos establecidos y se actualizaron las series de datos de las estaciones que caracterizan a cada polígono.

124. A continuación, se detallan los principales pasos seguidos para el procesamiento de los nuevos datos para anexarlos a la información anterior:

- a) Conversión del formato origen de datos a planilla de cálculo MS Excel.
- b) Ordenamiento de los datos por fecha y variable.
- c) Depuración de años, meses y días faltantes. A tal efecto se descartaron años con menos de 250 días de datos y meses con menos de 25 días de datos, puesto que se ha tomado como límite admisible para efectuar relleno de datos faltantes por interpolación y ajuste aritmético.

- d) Determinación del rango de datos útiles. Esto implica seleccionar del periodo de datos existentes, cuál es aquel que cuenta con series completas o con un mínimo de datos a completar.
- e) Graficación de las series de datos seleccionadas para cada una de las variables necesarias (Temperatura máxima y mínima, humedad relativa media, precipitación, velocidad del viento, y radiación).
- f) Eliminación de “outliers” o datos fuera de rango, mediante el análisis de los gráficos obtenidos. Estos se generan por déficit en la carga de la base de datos, o por errores del instrumental de medición.
- g) Confección de base depurada de trabajo.
- h) Representación de resúmenes de datos a través de tablas dinámicas.
- i) Procesamiento de información obtenida.

**Figura 11. Polígonos de Thyssen sobre las áreas de manejo.**



### 3.7.2.2 Evapotranspiración del Cultivo de Referencia

125. La metodología de FAO aconseja la utilización de la fórmula de Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>). En 1948, Penman combinó

el balance energético con el método de transporte de masa y derivó una ecuación para calcular la evaporación de una superficie libre de agua, a partir de registros climatológicos normalizados de heliofanía, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. Esto se llamó método combinado y fue luego desarrollado por numerosos investigadores, quienes la aplican a superficies de cultivos, mediante la introducción de factores de resistencia.

126. A los efectos de la determinación de la Evapotranspiración del Cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>) se procedió a ejecutar software de modelación de ET<sub>0</sub> por el método de Penman-Monteith.

127. El software utilizado fue “ET<sub>0</sub> Calculator v3.2” diseñado y provisto por FAO. Utilizan como inputs los datos de las estaciones meteorológicas con frecuencias diarias para el período 2000-2018. En la tabla de la Tabla 9 se presentan los valores obtenidos.

128. En Figura 12 se observa la consistencia de datos y la correlación que existe entre las series, presentando muy poca variabilidad por tratarse de estaciones cercanas, lo cual permite estimar que son datos confiables para análisis posteriores.

### 3.7.2.3 Necesidades de riego

129. Cuando se riega un cultivo, se repone el agua que ha consumido desde el último riego. Esa agua corresponde a:

- 1) La que se agrega al suelo para que éste quede en “capacidad de campo” y permita que el agua sea absorbida por las raíces de las plantas. De esa agua una parte se consume porque:
- 2) La que absorben las raíces de las plantas para transpirar.
- 3) Se evapora del suelo a la atmósfera.
- 4) La que se “pierde” por percolación y por escurrimiento al pie del cultivo.

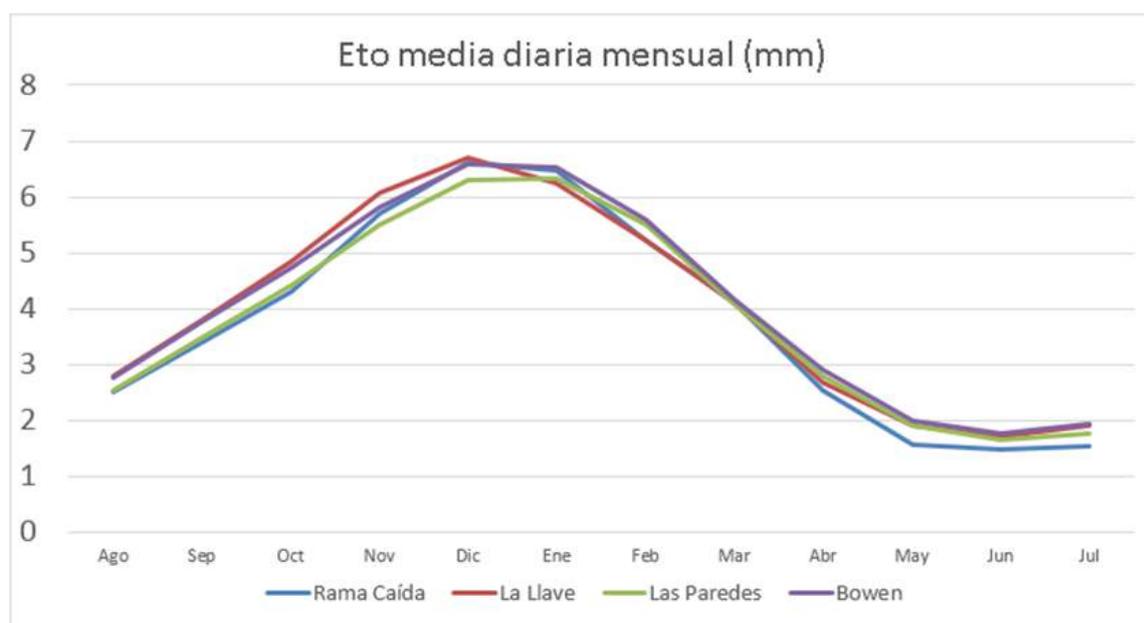
130. La primera corresponde a la evapotranspiración del cultivo. La segunda se considera en la eficiencia de riego parcelaria para obtener la demanda bruta de los cultivos y en las necesidades. Culturales como el lavado de suelo y balance salino

131. Siguiendo la metodología que se ha aplicado en trabajos antecedentes, se estima la demanda por unidad de manejo, con sus características agroclimáticas, aplicada a su célula de cultivos, y referida a su superficie empadronada. Con ello se pretende responder al objetivo de establecer la cantidad de agua que corresponde a cada hectárea, según la naturaleza del terreno y la clase de cultivos existentes.

Tabla 9 Evapotranspiración de referencia promedio - Estaciones Río Atuel (mm)

Mes	Rama Caída	La Llave	Las Paredes	Bowen
Ago	2.5	2.8	2.5	2.8
Sep	3.4	3.8	3.5	3.8
Oct	4.3	4.9	4.4	4.7
Nov	5.7	6.1	5.5	5.8
Dic	6.6	6.7	6.3	6.6
Ene	6.5	6.2	6.3	6.5
Feb	5.2	5.2	5.5	5.6
Mar	4.1	4.1	4.1	4.2
Abr	2.5	2.7	2.8	2.9
May	1.6	1.9	1.9	2.0
Jun	1.5	1.7	1.6	1.8
Jul	1.5	1.9	1.8	1.9
<b>Promedio</b>	<b>3.9</b>	<b>4.0</b>	<b>3.9</b>	<b>4.0</b>

Figura 12. Evapotranspiración mensual Eto (mm)



132. A partir de los datos meteorológicos procesados de la DCC se obtuvo la Evapotranspiración del Cultivo de Referencia (ETo) para las cuatro estaciones (Figura 12).

133. En el balance hídrico anterior (2017), se redefinieron los siguientes usos del suelo: Cultivado e Inculto.

134. En la presente actualización se ha utilizado una nueva herramienta de identificación (GEE), la que es capaz de distinguir la tela antigranizo negra y tela blanca. Estas dos nuevas identificaciones se las ha redistribuido como cultivos de vid o frutal, respectivamente, gracias a una validación de campo.

135. También se han identificado y definido otras clases de coberturas de suelo que se han filtrado para el análisis del balance ya que corresponden a áreas sin derecho de riego o concesión de agua subterránea. Estas corresponden a vegetación de ribera, vegetación natural, zona urbana y agua.

136. Cada una de estas clases de usos de suelo responde a un cultivo de referencia para obtener sus correspondientes demandas.

137. En particular, las categorías de interés de acuerdo con las células de cultivo correspondientes son las siguientes:

- ✓ Vid: se incluyen los cultivos de vid para vinificar y para consumo en fresco, conducidos en espaldero o en parral. Además, se suma la superficie correspondiente a la clase “tela negra”, ya que se ha validado la misma como vid en su gran mayoría.
- ✓ Frutales: se tomó como cultivo referencial al duraznero por ser el de mayor superficie cultivada. Además, se suma la superficie correspondiente a la clase “tela blanca”, ya que se ha validado la misma como frutal en su gran mayoría.
- ✓ Hortalizas: se definió como hortaliza de verano al tomate. Como cultivo de invierno se consideró al ajo, cuya inclusión está considerada en la categoría siembra en el Balance Hídrico edición 2013-2014. En la presente actualización, para caracterizar estas parcelas como hortícola, el método compara la firma espectral que muestra esa parcela es todas las imágenes satelitales legibles a lo largo del año y si en parte de ellas esta firma coincide con la de cultivo hortícola, la parcela se clasifica como hortícola. Esto es ya que el terreno no está cubierto todo el año con este cultivo, y por lo tanto, se puede incurrir en un error si se considera sólo una imagen dependiendo de la época de la misma.
- ✓ Forestales: se consideró al álamo como la especie representativa.
- ✓ Suelo descubierto: son aquellas propiedades sin cultivo permanente, se las considera sin consumo y por lo tanto se considera que no tienen demanda. Son suelos que no poseen cultivo por alguna razón como ser abandono, rotación de cultivos, callejones, zonas de maniobras en fincas, casas y galpones, etc.
- ✓ Abandonado Reciente: son terrenos sistematizados para riego que se detectan incultos por un corto tiempo. en algunos casos se ha detectado como rotación de cultivos hortícolas.

- ✓ Abandonado Antiguo: son terrenos sistematizados para riego que presentan evidencia de largos períodos de tiempo sin cultivos.

138. El criterio principal para definir los cultivos referenciales en frutales y hortalizas ha sido su relevancia en cuanto a la superficie cultivada, con los datos obtenidos de los relevamientos hortícolas y frutícolas llevados a cabo por el IDR en 2011 y 2012. Esta información ha sido corroborada a campo por el equipo técnico del Departamento General de Irrigación.

139. La secuencia de trabajo fue la siguiente:

- 1) Determinación de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) para cada estación agrometeorológica a través del software ETo Calculator.
- 2) Determinación de los parámetros de cultivo necesarios para la carga del software CROPWAT y sus correspondientes coeficientes de cultivo (kc). Esta información comprende datos como fecha de inicio del cultivo; duración de las etapas fenológicas de inicio, desarrollo, medio y final de ciclo. Esta información fue obtenida a partir de experiencias locales provista por el INA y FCA UNCuyo.
- 3) Carga de los datos de precipitación y determinación de la precipitación efectiva. Se tomó como valor para el cálculo de la precipitación efectiva el 80% de la precipitación bruta.
- 4) Caracterización de los parámetros de suelo medio, para la carga en CROPWAT. A tal efecto se utilizó un trabajo encargado a la Facultad de Ciencias Agrarias que concluyó en el Mapa de aptitud de suelos con fines de riego. Se obtuvo un valor promedio de los suelos para la zona en estudio y dicho valor fue incorporado al modelo.
- 5) Determinación de la Evapotranspiración de Cultivo (Etc) por estación a partir de la ecuación:

$$Etc = Eto * kc$$

Donde:

- Etc evapotranspiración del cultivo
- Eto evapotranspiración del cultivo de referencia
- Kc coeficiente de cultivo

- 6) Determinación de las necesidades netas de riego de los cultivos a partir de la ecuación:

$$NRn = Etc * Pef$$

Donde:

- NRn necesidad de riego neta

Pef precipitación efectiva agronómica

140. Consideraciones importantes:

- La información obtenida en cuanto a necesidades de riego representa un promedio para cada unidad de manejo.
- A partir de la metodología propuesta, y contrastado con datos de otras experiencias locales, se procedió a la determinación de las necesidades netas de los principales tipos de cultivo de este oasis perteneciente a la subcuenca del Río Tunuyán Superior.

141. Las necesidades de riego obtenidas representan valores de Demanda Neta, es decir, no tienen en cuenta las eficiencias de aplicación, los factores limitantes de suelo y agua (ej. salinidad, tipo de suelo, etc.), los usos culturales del agua para riego.

### 3.7.3 DEMANDA BRUTA

142. Se entiende por Demanda Bruta a la cantidad real de agua demandada para abastecer las necesidades totales de riego de los cultivos y usos culturales. En su cálculo intervienen la Demanda Neta (necesidad real de riego de los cultivos entendida como lo que consume el cultivo), la eficiencia global del sistema (producto de las eficiencias de conducción y aplicación) y los usos culturales del agua.

143. De estos conceptos se desprende que la demanda bruta es mayor a la demanda neta ya que la cantidad de agua realmente demandada por los cultivos, se ve incrementada por efecto de la falta de eficiencia y de otros usos culturales del agua (lavado de suelos, defensa contra heladas, abonados, etc.). Esta demanda bruta refleja la necesidad real de riego que debe ser entregada a los cultivos.

144. Para el cálculo de la demanda bruta de los cultivos en general y de otros usos considerados, en la modelación de toda la cuenca se han adoptado los parámetros de las Tabla 10 y Figura 13 para el río Atuel y Tabla 11 y Figura 14 para el Malargüe.

145. Es importante tener en cuenta los valores del coeficiente de reducción para los Permisos Precarios, estos llevan un coeficiente 0,8.



Tabla 10 Parámetros para el cálculo de la demanda bruta. Río Atuel.

Abastecimiento de población	Definitivo	Eventual	Uso publico	Permiso precario	Total general
Superficie (ha)	100	56983	43532	99	70931

Figura 13. Demanda neta por Tipo de Uso - Río Atuel

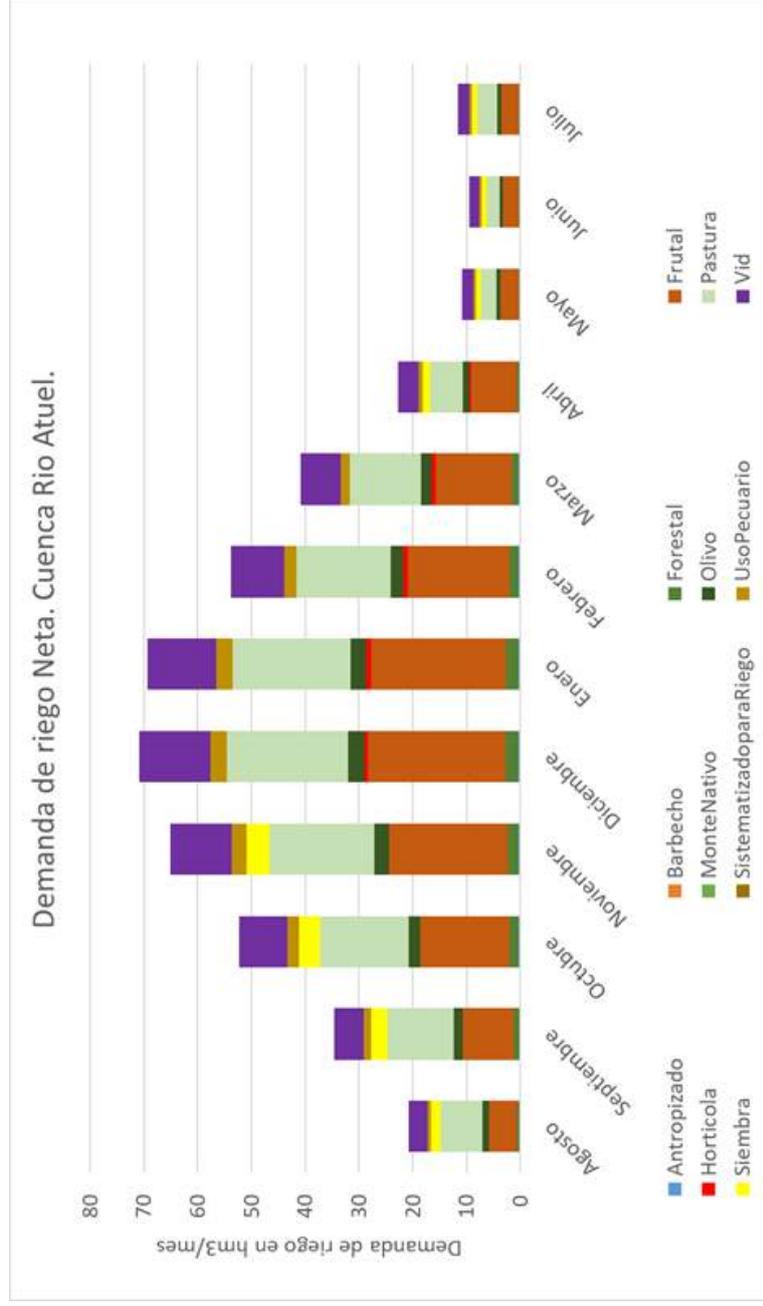
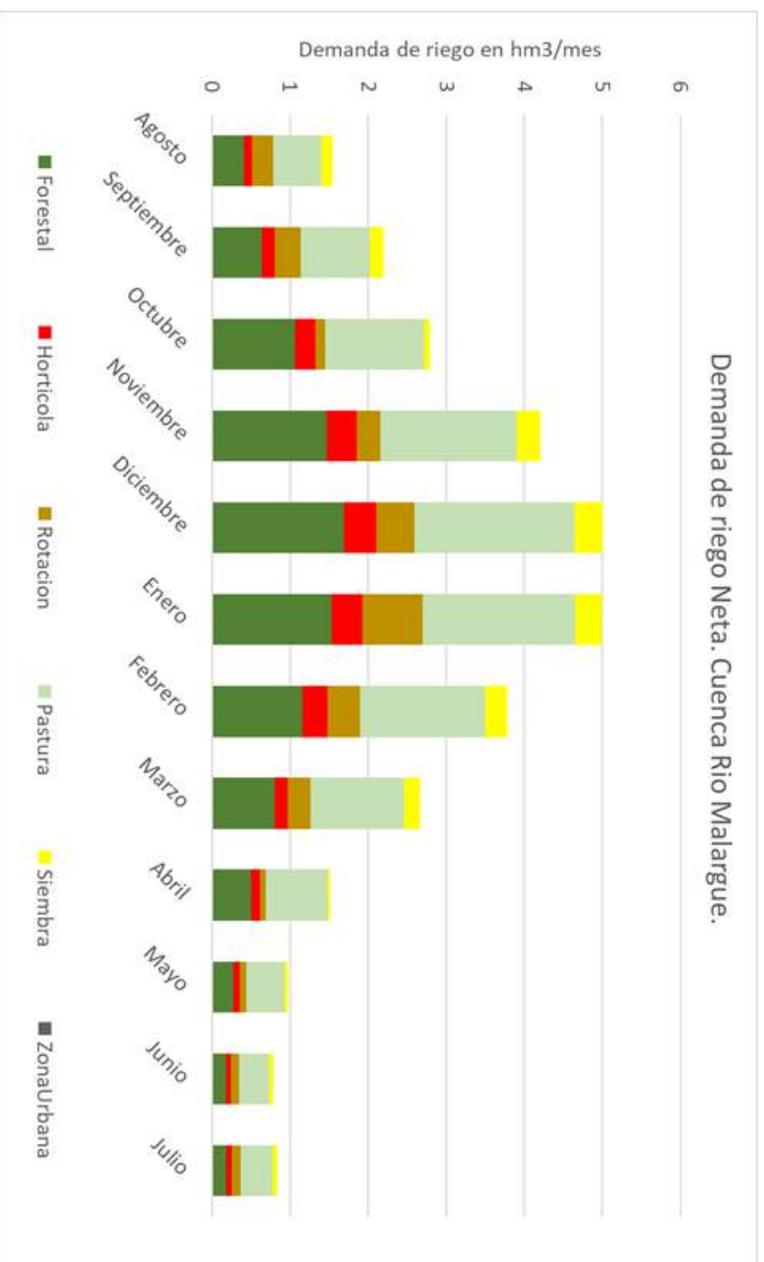


Tabla 11 Parámetros para el cálculo de la demanda bruta. Río Malargüe.

Abastecimiento de población	Definitivo	Eventual	Uso publico	Permiso precario	Total general	
Superficie (ha)	50	352	4595	105	1448	70931

Figura 14. Demanda neta por Tipo de Uso – Río Malargüe



146. Cabe destacar que además de las demandas evapotranspirativas, se producen otras demandas denominadas culturales. Estas últimas son aquellos requerimientos hídricos que necesita el productor para realizar diferentes actividades culturales, entre las más importantes es la defensa contra heladas. Estas demandas son satisfechas en mayor o menor medida dependiendo del turno de riego y de las fechas en las que ocurren los eventos climáticos. Por ello, estas demandas, no son de fácil análisis. Pero están cubiertas en gran medida, en años medios, por las eficiencias de riego promedio.

### **3.7.3.1 Demanda Agrícola por UAM**

147. Se han redefinido las unidades de manejo, replanteando los criterios para su clasificación: subdivisión por fuente de provisión de agua, características edáficas y grado de abandono; analizando las parcelas involucradas en base a la actualización cartográfica para realizar el cruce de superficies de manera gráfica y sistemática. Se han respetado los límites de las inspecciones de cauce, aprovechando también el hecho de que estas unidades de manejo responden, además de lo descrito, a unidades administrativas homogéneas.

148. El análisis de la demanda en WEAP es un modelo disgregado basado en los requerimientos de agua en un área determinada. Usando WEAP se puede aplicar información económica, demográfica y uso del agua para construir escenarios alternativos que examinan como el consumo disgregado y total, del recurso, se desarrolla a lo largo del tiempo. El análisis de la demanda en WEAP es el punto de partida para todo el análisis, los cálculos de suministros de recursos son impulsados por los niveles de demanda final calculados.

149. WEAP provee una gran flexibilidad en como estructurar la información. Esto puede variar desde estructuras altamente disgregadas hasta concepciones muy simples de demanda. Esta estructura se compone de sectores tales como: uso doméstico, industrial y agrícola. Cada uno, de los mismos, pudiendo disgregarse en diferentes subsectores en función de los usos finales y dispositivos que consumen agua. Esto permite adaptar la estructura de datos a los propósitos de estudio, basado en la disponibilidad de información, el tipo de análisis que se quiera realizar y las unidades de preferencia. Como conclusión, se puede crear diferentes niveles de información en cada sitio de demanda.

150. En cada caso, los cálculos de demanda están basados en diferentes medidas disgregadas de actividad social y económica (número de personas, hectáreas cultivadas, unidades de producción industrial, etc.). En los casos más simples, estos niveles de actividad son multiplicados por las tasas de uso de agua para cada actividad. Estos niveles de actividad y uso de agua pueden proyectarse individualmente usando una gran variedad de técnicas desde aplicar simples técnicas de crecimiento exponencial y funciones de interpolación, hasta modelos sofisticados que WEAP posee incorporados. Puede incorporarse un enfoque más

avanzado para describir procesos hidrológicos para determinar la demanda, por ejemplo: cálculos de evapotranspiración de cultivos para determinar la demanda.

151. Para comenzar, los siguientes tipos de datos son útiles:

- Requerimientos básicos de agua, discriminados por sector o uso específico.
- Estudios existentes dentro del área en estudio, de organismos nacionales, provinciales o municipales.
- Proyecciones de población de ciudades o departamentos y niveles de actividad de industrias y agricultura.
- Consumo de agua (agua consumida por un sitio de demanda que sale del sistema).

152. Es importante destacar que las demandas de riego de la agricultura pueden calcularse utilizando niveles de actividad o simulando procesos hidrológicos en un catchment como ser: captación, evapotranspiración, escorrentía o infiltración.

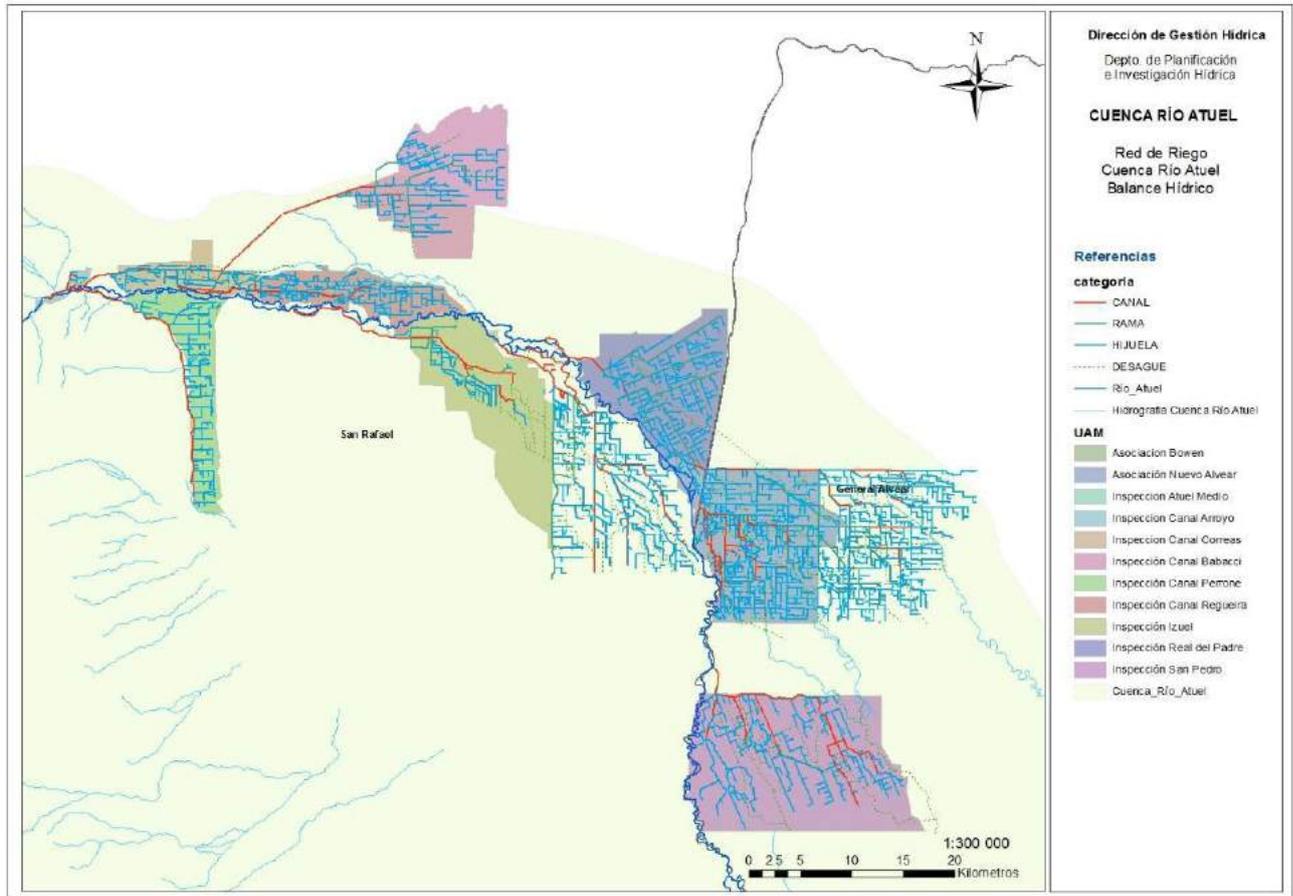
153. Irrigation Demands Only Method (FAO Crop Requirements Method). De los cinco métodos, este es el más simple. Utiliza coeficientes de cultivo para el cálculo de la evapotranspiración potencial en el catchment, luego determina la demanda de riego como la porción de agua que la precipitación no es capaz de satisfacer. Este método no simula procesos de escorrentía o infiltración, como así tampoco cambios en el contenido de agua del suelo

154. Se han realizado los cálculos de necesidades de riego con el software ETo Calculator, y se han utilizado los resultados como input del modelo WEAP. Esta metodología permite realizar el cálculo de las demandas de los diferentes usos a partir de la información de clima disponible para la zona. Se han tomado para realizar este cálculo de la demanda, los kc (coeficientes de cultivo) y demás parámetros de cultivo (ciclo, etc.) ajustados a la zona. Finalmente se calcula la Demanda Neta de los cultivos que refiere a la cantidad de agua que necesitan las plantas para cumplir con su ciclo vital, sin tener en cuenta parámetros de eficiencia de aplicación parcelaria u otros usos culturales del agua.

### **3.7.3.2 Eficiencia de Conducción**

155. A los efectos de determinar la demanda es necesario estimar la eficiencia con que el agua es conducida y distribuida desde la cabecera del sistema hasta la bocatoma de la propiedad. Esta eficiencia se ha considerado como eficiencia externa. Dentro de la propiedad o finca existe también la eficiencia de conducción y la eficiencia de aplicación, que se corresponden con el riego de la parcela, y que dan lugar a la eficiencia intrafinca. Afectando a la demanda neta por estos los valores de eficiencia externa (Figura 15) y de eficiencia intrafinca, se obtiene la demanda bruta en cabecera del sistema.

**Figura 15. Vista general de la red de riego de la cuenca del Río Atuel**



156. También se ha expresado en documentos referidos al tema, elaborados por referentes zonales, que la eficiencia externa es el producto de la eficiencia de conducción por la eficiencia de distribución afectadas por la eficiencia de administración u operación.

157. Las pérdidas administrativas son aquellas que se producen por la gestión y operación y dan origen a la eficiencia de administración. En general, pérdidas de esta índole, se verifican preponderantemente en las redes secundarias, terciarias y cuaternarias, afectando muy poco a la red primaria. De acuerdo a lo expresado se han estimado las pérdidas administrativas en las redes secundarias, terciarias y cuaternarias, es decir sólo dentro de las UM. Por lo tanto, se ha considerado que esta eficiencia afecta a la eficiencia de conducción de la red secundaria y a la de distribución (red terciaria y cuaternaria).

158. En esos casos se considera que el valor de la eficiencia de conducción da la magnitud de las pérdidas de agua que se producen en la conducción primaria y en las conducciones secundarias; se la define como la relación entre el volumen de agua derivado a las conducciones terciarias y el volumen derivado a la zona de riego desde la captación. El valor de la eficiencia de distribución es la relación entre el agua suministrada a las unidades de

riego y la derivada a los canales terciarios desde los secundarios. Estos valores, como se ha indicado, se deben afectar por la eficiencia de administración de las UAM.

159. A los efectos de la estimación de la eficiencia de conducción se realizó la medición de caudales en diversos tramos de la red de riego de la cuenca del río Atuel. En correspondencia con los antecedentes y con los estudios realizados por el DGI las mediciones fueron realizadas por medio del método de entradas y salidas. Realizando una ponderación por la longitud de cauces revestidos y no revestidos que existe en cada UAM. La Tabla 12 muestra los valores obtenidos.

**Tabla 12 Eficiencias de conducción - Río Atuel (%)**

<b>UAM</b>	<b>Ef conducción (%)</b>
Inspección Canal Arroyo	86.0
Inspección Canal Correas	94.2
Inspección Canal Perrone	82.7
Inspección Canal Babacci	82.5
Inspección Canal Regueira	84.8
Inspección Izuel	86.4
Inspección Real del Padre	89.1
Asociación Nuevo Alvear	92.2
Asociación Atuel Medio	85.7
Asociación Bowen	86.0
Inspección San Pedro	62.5

### **3.7.3.3 Eficiencia de Aplicación**

160. La eficiencia parcelaria merece una amplia discusión y replanteo de conceptos a distintos niveles. El DGI ha iniciado una discusión de este tema, que incluye aspectos jurídicos y de desarrollo económico, ya que los valores que se adopten de eficiencia parcelaria repercuten necesariamente en las acciones jurídicas, administrativas y de operación. De este modo fijado un valor de eficiencia, queda determinado el valor de demanda bruta, por lo que se debe contar con los instrumentos pertinentes para ejecutar adecuadamente la operación.

161. Para el cumplimiento de los objetivos del Balance Hídrico y de los enunciados legales que lo motivan, así como a efectos de asegurar la cantidad de agua que requiere un terreno y un cultivo determinado, se precisa definir la cantidad de agua que se debe disponer en cabecera para llegar a regar adecuada y sustentablemente un cultivo.

162. Como se ha comentado en este documento, el principal objetivo de este trabajo es el de establecer una cantidad suficiente de agua por hectárea para satisfacer las necesidades a la que se destina, teniendo en cuenta la naturaleza de las tierras y de los cultivos presentes en ella. Por ello el valor de la eficiencia actual es importante y permite mostrar la realidad del uso del agua.

163. No obstante, el DGI ha planteado como meta la optimización del uso del agua en todas las cuencas provinciales y por ello se propone el concepto de eficiencia razonable.

164. Por otra parte, el DGI viene realizando un programa de medición de eficiencias de riego en las diferentes cuencas de la provincia. A través de estas evaluaciones de desempeño del riego dentro de las propiedades, se elaboran recomendaciones de riego que a modo de devolución se entregan a los productores e Inspecciones de Cauce.

165. Respecto a la eficiencia de aplicación, en la Tabla 13 se muestran valores indicativos de eficiencia de aplicación para distintos sistemas de aplicación (Pereyra, 2010). Los valores más bajos se refieren a melgas tradicionales, mal nivelados y sin un adecuado control de la lámina de agua en la melga, mientras que los más altos se refieren a melgas de grandes dimensiones, bien nivelados y con buen control de la lámina de agua.

**Tabla 13 Eficiencias de aplicación - Riego con correcta proyección y mantenimiento**

SISTEMA DE RIEGO	EFICIENCIA (%)
Riego por gravedad tradicional:	
Surcos	40-70
Fajas	45-70
Riego por aspersión:	
Laterales móviles, con pivote central	65-85
Microriego (riego localizado):	
Goteros, = 3 emisores por planta (frutales)	85-95
Goteros, < 3 emisores por planta	80-90

166. El trabajo realizado constituye un estudio de base y un antecedente de suma importancia, debido a que los trabajos realizados en la región sobre esta temática son escasos y de difícil acceso.

167. A través de la magnitud de las láminas percoladas resumidas en la Tabla 14, se ve que con cierta frecuencia, éstas representan una parte importante de la lámina bruta y también superan ampliamente los valores de reposición de agua en el suelo. Esta situación presenta una explicación multicausal, siendo algunas causas inherentes al ámbito de la propiedad y de las decisiones tomadas durante el riego, y otras de carácter estructural y de gestión del agua, que dependen exclusivamente de las Inspecciones de Cauce y del DGI.

**Tabla 14 Desempeño de Riego en el Río Atuel. Resumen**

Parametros	Lámina de reposición mm	Lámina Bruta mm	Lámina Infiltrada mm	Lámina Escurrída mm	Lámina Percolada mm	Caudal de Manejo mm	Tiempo de Riego minutos
Valores Medios	84	144	143	1	73	61	94

**Cuenca del Rio Atuel**

**Eficiencia Actual Media 49.8 %**

168. Cabe señalar que se considera más conveniente (en tiempo y espacio) mejorar los valores de las eficiencias parcelarias, ya que, si bien se encuentran dentro de los valores esperados según los métodos de riego predominantes en la zona, estos se pueden mejorar mediante la tecnificación del riego por parte de los productores y la mejora en la distribución y flexibilización de la entrega de agua de riego por parte del DGI, tarea en la que el organismo está inmerso en los últimos años.

169. Para asignar este valor de eficiencia parcelaria global del sistema del Atuel, se realizaron 45 evaluaciones de riego parcelario en diferentes propiedades agrícolas distribuidas en toda la cuenca, que equivale a una evaluación cada 1000 hectáreas. El trabajo de campo fue realizado entre febrero de 2016 y enero de 2017; incluyendo evaluaciones en coincidencia con tres momentos del ciclo de los cultivos con diferente requerimiento hídrico.

170. Basados en las evaluaciones realizadas se encontró que predominan los riegos sin desagüe al pie debido a las pequeñas pendientes de las parcelas. En cuanto a la sistematización del riego, el 58% corresponde a riegos por surcos y el 42% por melgas.

171. En promedio cada finca riega con una lámina bruta de 144 mm por operación, la cual se infiltra en su mayoría: 143 mm. El tiempo promedio de aplicación de esta lámina es de 94 minutos.

172. La zona irrigada del río Atuel tiene una problemática asociada a la salinidad del agua. Esto genera la necesidad de aportar una lámina extra a la requerida por el cultivo para que se produzca el lixiviado de las sales contenidas en el agua e impida la salinización excesiva de los suelos en la profundidad explorada por las raíces de los cultivos).

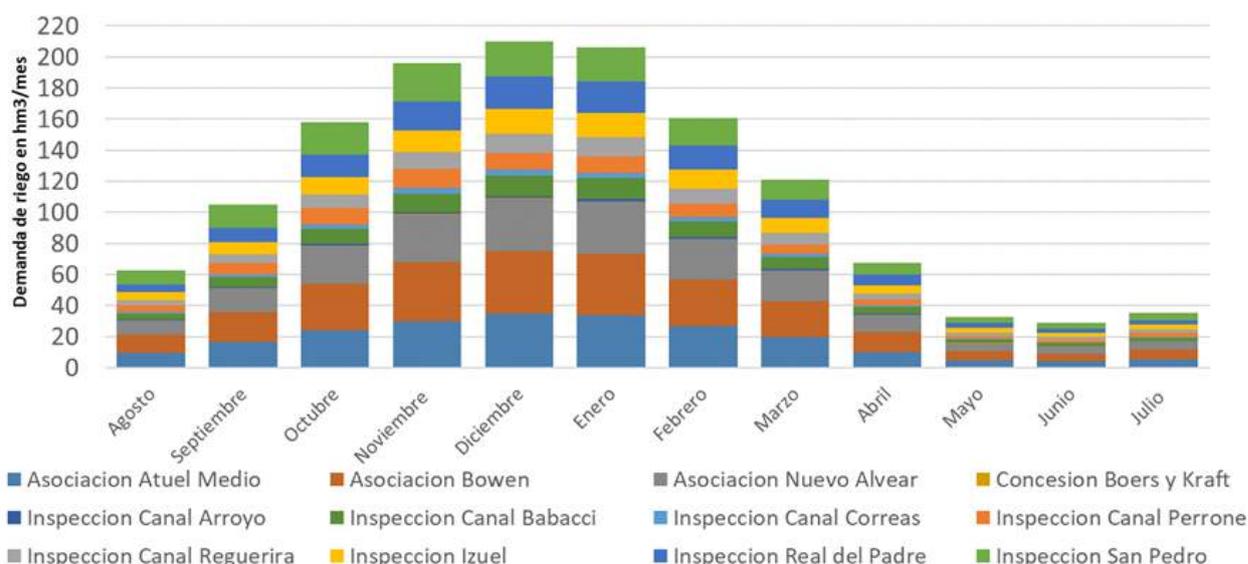
173. El requerimiento de lixiviación promedio para la cuenca es de 41 mm; por lo cual de los 73 mm percolados (ver tabla anterior), el 56% es agua útil, ya que satisface el mencionado requerimiento. Es decir que parte de la ineficiencia del riego cumple en realidad, una función de mantenimiento de la calidad del suelo para su uso agrícola. Esto genera que, en términos reales, la eficiencia de aplicación del agua de riego en el Río Atuel es mayor que la indicada con anterioridad.

174. Para la situación del Río Malargüe, debido a la dinámica del riego propia de la zona y teniendo en cuenta los métodos de riego existentes se adopta como eficiencia de modelación un valor del 55%. Este valor representa un valor medio de eficiencia de aplicación según los métodos de riego descriptos en la Tabla 13.

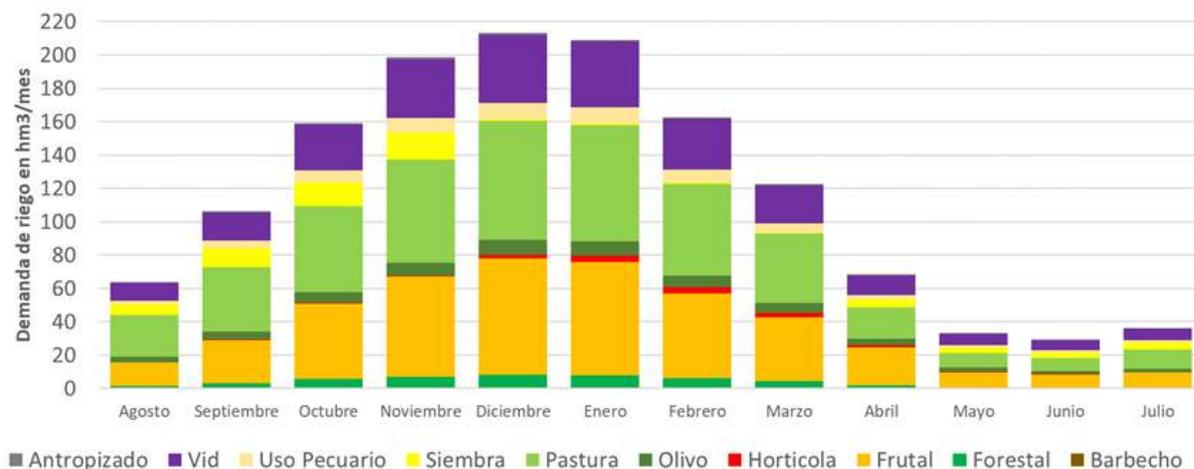
175. Al afectar todos los factores de pérdidas (eficiencia de aplicación y conducción) con la Demanda Neta, obtenemos la Demanda Bruta. Este concepto de Demanda Bruta se refiere a la cantidad de agua total que se debe derivar del río para satisfacer al 100 % las demandas de cada uno de los usos, teniendo en cuenta las pérdidas ocasionadas en el camino hasta que el agua llega al pie de la planta o a la boca de cada uso.

176. Las Figura 16 y Figura 17 muestran, para el río Atuel, las demandas brutas por UAM y por tipo de uso (cultivo) respectivamente.

**Figura 16. Demandas Brutas por UAM – Eficiencia actual- Río Atuel**

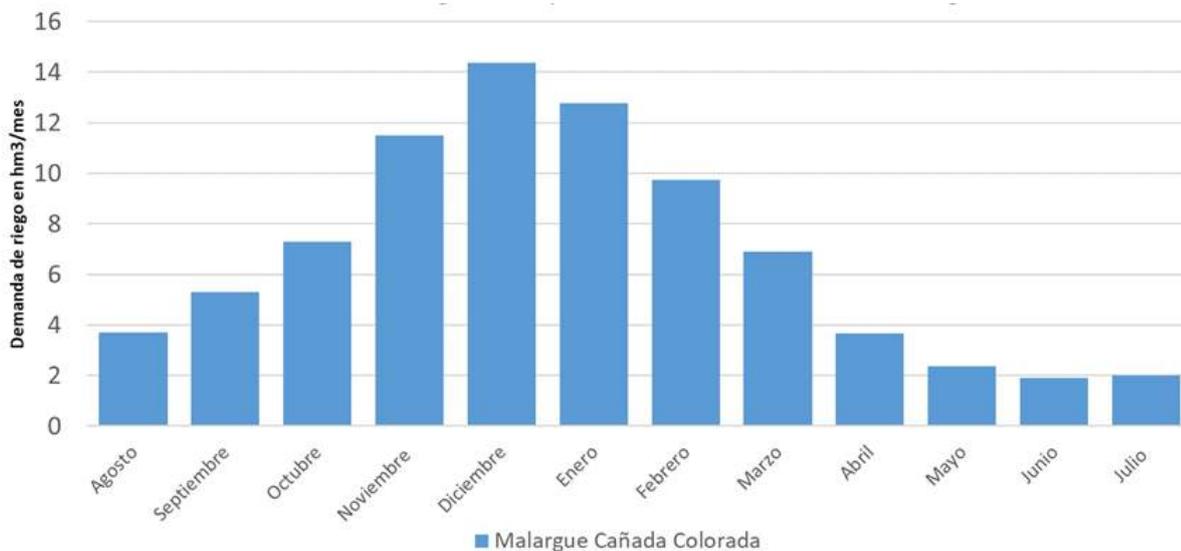


**Figura 17. Demandas Brutas por Tipo Uso para la Cuenca del Río Atuel**

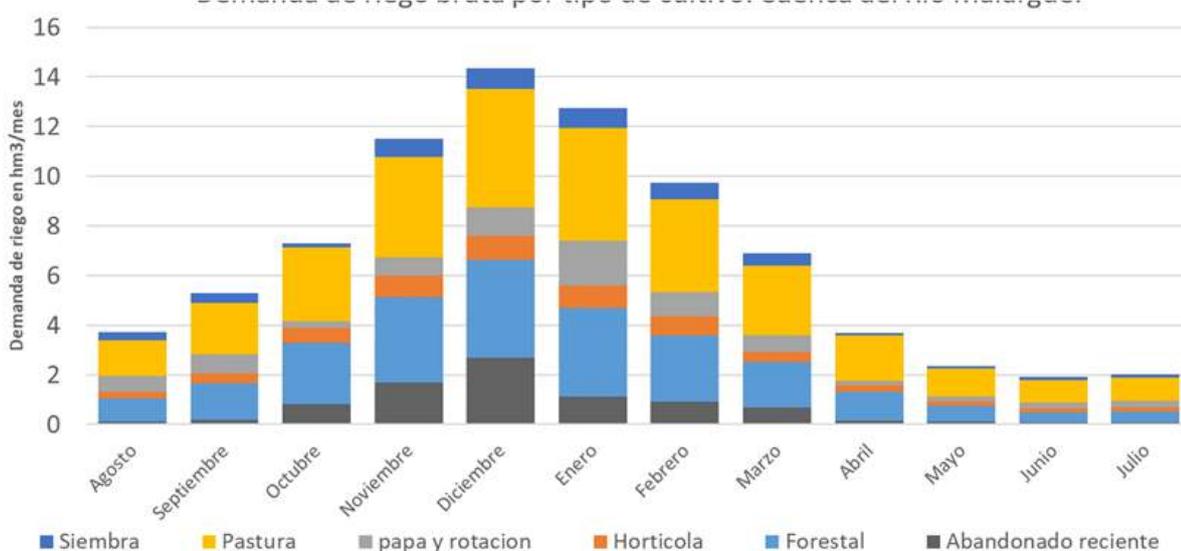


177. Las Figura 18 y Figura 19 muestran, para el río Malargüe, las demandas brutas por UAM y por tipo de uso (cultivo) respectivamente.

**Figura 18. Demandas Brutas por UAM – Eficiencia actual- Río Malargüe**



**Figura 19. Demandas Brutas por Tipo Uso para la Cuenca del Río Malargüe**



178. El valor de la eficiencia actual es importante y permite mostrar la realidad del uso del agua. Pero no es el más indicado para sustentar el Balance Hídrico, puesto que el DGI persigue como meta optimizar el uso del agua en todas las cuencas provinciales. Es por ello que tanto en los escenarios futuros de la primera edición del Balance Hídrico, como así también en esta actualización, la demanda de los cultivos se calcula con la Eficiencia Razonable.

179. La eficiencia razonable es aquella que, partiendo del valor actual de eficiencia lograda con las prácticas comunes de riego, se puede alcanzar con simples mejoras en la forma de regar. Esto es, sin inversión económica, realizar cambios en la metodología de riego. Simples recomendaciones como acortar los tiempos de riego, modificar la superficie de la unidad riego (surcos por tapada), caudales y toda aquella variable que se pueda manejar a nivel de

finca sin mayores inversiones como retoques de nivel y lonas regadoras. Con estas tareas se puede alcanzar un valor de eficiencia que se encuentra entre el valor actual y el valor de eficiencia potencial. Incluso, en años de escasez, los productores alcanzan eficiencias superiores que la eficiencia razonable obligadas por la falta de agua.

180. Al afectar todos los factores de pérdidas (eficiencia de aplicación y conducción) con la Demanda Neta, obtenemos la Demanda Bruta. Este concepto de Demanda Bruta se refiere a la cantidad de agua total que se debe derivar del río para satisfacer al 100 % las demandas de cada uno de los usos, teniendo en cuenta las pérdidas ocasionadas en el camino hasta que el agua llega al pie de la planta o a la boca de cada uso.

#### **3.7.3.4 Los Usos Culturales del Agua**

181. Los agricultores demandan aguas para distintas tareas agrícolas, tales como humedecer para arar y rastrear, controlar malezas, abrir y/o tapar surcos para incorporación de abonos o fertilizantes; defensa pasiva contra heladas, etc. Para ellas se necesita adecuada humedad del suelo.

182. Por otra parte, la sistematización de los cuarteles a regar está preparada para recibir los caudales máximos de verano (el tamaño de regadoras, estructuras de derivación, ancho y largo de unidades de riego), de modo tal que la infraestructura de riego en finca tiene poca elasticidad para las entregas mínimas de primavera que indican las fórmulas de necesidades netas de riego.

183. Lo lógico sería realizar un riego que humedezca en profundidad y manejar los riegos variando el intervalo entre los mismos.

184. En general, el sistema no posee la elasticidad necesaria para el manejo de bajos caudales. El resultado es que se entregan volúmenes superiores a los estrictamente necesarios para cubrir los requerimientos de evapotranspiración de los cultivos. Es por ello que, los usos culturales descritos con anterioridad quedan contemplados en las demandas de riego brutas del sistema.

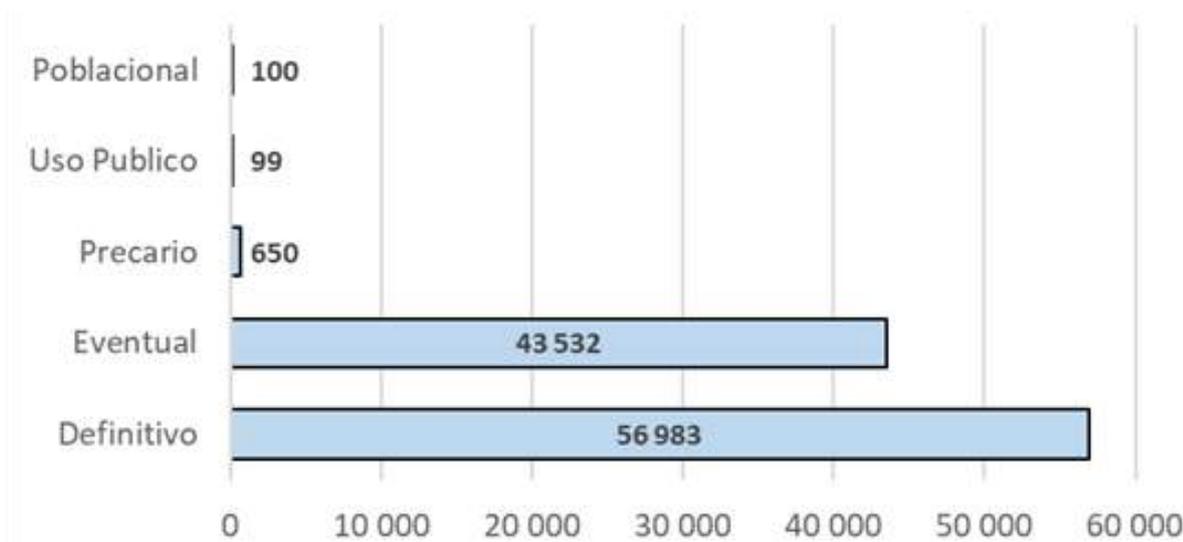
### **3.8 ANÁLISIS DEL PADRÓN DE AGUAS SUPERFICIALES**

185. En la primera edición del Balance Hídrico de la cuenca Río Atuel y Malargüe, realizado en el 2016, se desarrolló la revisión de los padrones de concesiones, necesaria para el cumplimiento de los objetivos de este documento.

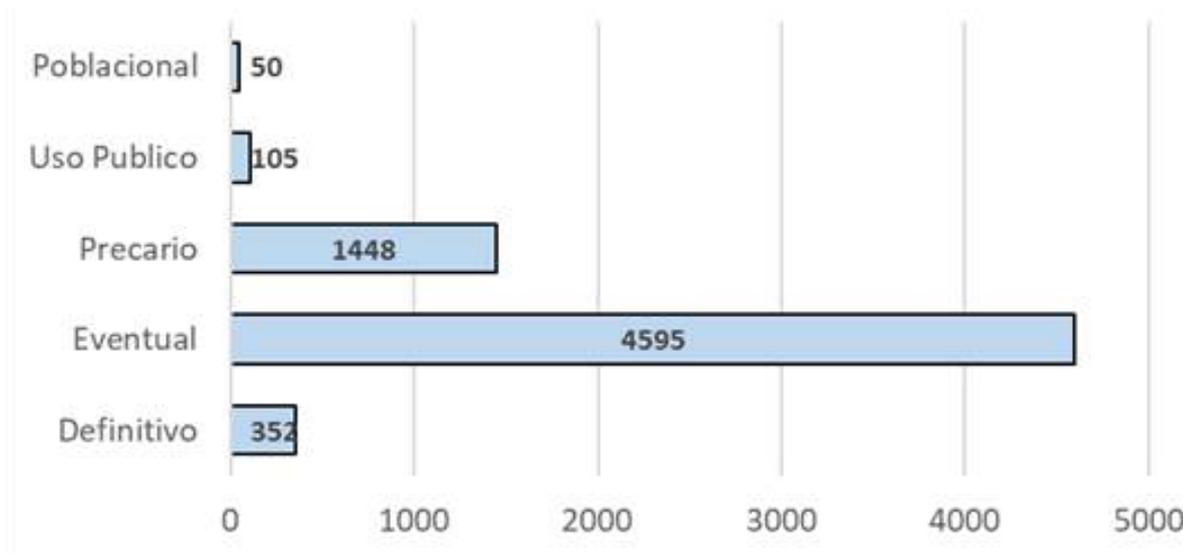
186. Se consultaron los antecedentes registrales, ajustando y verificando la ubicación de derechos y adecuando las nomenclaturas catastrales a las que contiene el parcelario de la Dirección Provincial de Catastro.

187. Para la presente actualización del balance, se toma el padrón de usuarios, con corte a la fecha en la que se tiene el resto de la información. La Figura 20 presenta las superficies empadronadas por categoría de derecho o permiso para el río Atuel y la Figura 21 para el Río Malargüe.

**Figura 20. Superficies empadronadas y categorías de empadronamiento. Río Atuel**



**Figura 21. Superficie empadronada según categoría de empadronamiento. Río Malargüe**



188. A los efectos de la caracterización de la demanda, es fundamental determinar las superficies concesionadas para cada tipo de uso, ya que será en base a esta información que se procesarán las distintas demandas según sea su naturaleza.

189. A tal fin se dispuso de la base de datos registrales del DGI y se procedió al procesamiento de los datos realizando un ordenamiento y clasificándolas de acuerdo a las UAM previamente determinadas.

190. La superficie total empadronada surge de considerar todos los empadronamientos vigentes, tomando en consideración la superficie sin reducidos para riego.

191. El área considerada como la superficie total empadronada es de 101364 ha para la cuenca del Rio Atuel y de 6550 ha para el Rio Malargüe. (considera el empadronamiento de Llanquanello). Los coeficientes para la entrega del agua de riego son los siguientes:

- ✓ Categoría de definitivos: reciben agua por el 100% de la superficie empadronada.
- ✓ Categoría de eventuales: Reciben el 80% de lo que recibe un definitivo.
- ✓ Permisos Precarios: Reciben el 80% de lo que recibe un definitivo.
- ✓ Desagüe: Situaciones especiales.
- ✓ Sobrantes: Situaciones especiales.
- ✓ Uso Público: Reciben el 80% de lo que recibe un definitivo.

192. Al considerar la diferencia entre las concesiones de tipo Definitivos y las Eventuales, en cuanto a asignarle un valor de demanda de agua, se obtiene una idea de cuál sería el techo o la mayor cantidad de agua que se debería distribuir, y en qué medida y con qué garantía se puede satisfacer la demanda.

193. Para la cuenca del Rio Atuel, del total de la superficie empadronada, el 56% corresponde a derechos Definitivos y el 43 % a Eventuales. El 1% restante son en su mayoría Precarios, aunque también están contemplados el Uso Público y Consumo Poblacional.

194. Para la cuenca del Rio Malargüe, del total de la superficie empadronada, el 5 % corresponde a derechos Definitivos y el 70 % a Eventuales (están contempladas las 2478 ha correspondiente a la laguna de Llanquanello). Los Precarios representan un 22% y el 3% restante a uso público y Poblacional.

### **3.9 INDICADORES DE RESULTADO**

195. De las distintas corridas del modelo de simulación hidrológica WEAP se obtienen varios parámetros, o indicadores, que son utilizados para definir numéricamente las características y comportamiento de cada escenario, como la relación entre las ofertas y demandas consideradas.

196. Se evalúan 3 indicadores básicos:

- ✓ Insatisfacción de la Demanda
- ✓ Cobertura de la Demanda
  - Cobertura Global Anual
  - Cobertura por Suma de Fallos
- ✓ Garantía.

### **3.9.1 INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA**

197. Este indicador expresa cuál es el volumen de agua faltante para cubrir al 100% la demanda bruta de los cultivos, con la oferta considerada o disponible. Se expresa en unidades de volumen, generalmente en hm<sup>3</sup>.

198. Otra forma de expresar esta variable es en lámina (mm) para facilitar la comparación con el resto de las variables meteorológicas (precipitación, por ejemplo). Se obtiene dividiendo el volumen de insatisfacción por la superficie abastecida.

### **3.9.2 COBERTURA DE LA DEMANDA**

199. Se calculan dos indicadores respecto de la cobertura de la demanda: uno por suma de fallos y otro como global anual.

#### **3.9.2.1 Cobertura Global Anual**

200. Es el cociente porcentual entre oferta anual y demanda bruta anual. En los casos que esta relación sea superior al 100%, se toma éste como valor máximo.

#### **3.9.2.2 Cobertura por Suma de Fallos**

201. El concepto de “fallo” implica que el volumen de la oferta, en un determinado mes, no alcanza para cubrir la demanda bruta de los cultivos, de ese mes. Este valor indica el volumen de agua que no se ha podido abastecer para cubrir demandas de las UAM en su totalidad.

202. En correspondencia, la “suma de fallos” es la acumulación, a lo largo de un año, de los fallos mensuales.

203. Cobertura por suma de fallos: la relación entre la diferencia de la demanda bruta y la suma de fallos, respecto de la demanda bruta, o sea:

$$\text{Cobertura Suma Fallos} = \frac{\text{Demanda Bruta} - \text{Suma Fallos}}{\text{Demanda Bruta}} = 1 - \frac{\text{Suma Fallos}}{\text{Demanda Bruta}}$$

204. Indica cual es el porcentaje de la demanda bruta que ha sido efectivamente satisfecho con la oferta disponible, considerando las coberturas mensuales para cada UAM.

205. Se interpreta que este valor es menor a la Cobertura Global Anual por cuanto si bien anualmente la oferta pudo ser suficiente para cubrir la demanda anual, al hacer el análisis mes a mes, la oferta no se encuentra bien distribuida y produce meses con déficit y otros con superávit. De esta manera se presentan meses donde la oferta supera a la demanda en un cierto porcentaje y estos excedentes no son contabilizados como oferta disponible.

206. La Cobertura Anual Global, relacionado con la Cobertura por Suma de Fallos, pone de manifiesto si existen excedentes o déficits y permite saber si la oferta está bien distribuida a lo largo del ciclo por UAM.

207. La diferencia entre la Cobertura Anual Global y la Cobertura por Suma de Fallos da una idea de la necesidad que tiene un sistema de elementos de regulación, que permitan guardar el recurso de meses con excedentes o los meses deficitarios.

### 3.9.3 GARANTÍAS

208. Se analiza el concepto tradicional de garantía, que aplicado a los sistemas hídricos, se ha referido a la capacidad de estos sistemas para satisfacer las demandas en un determinado período de tiempo.

209. Para ríos regulados, los indicadores de mayor utilización son los basados en la ocurrencia de fallos, aunque hay interpretaciones diferentes al respecto. Por ello resulta conveniente considerar distintos niveles de fallo.

210. Para hacer el análisis de garantía en esta cuenca, se ha recurrido a los conceptos utilizados en los estudios previos de la regulación del río Mendoza, que fueron tomados y adaptados de los criterios de garantía usados en España (Estrada Lorenzo y Luján García, 1993), donde se tienen en cuenta las siguientes circunstancias: 1) que durante un mes no se satisfaga el 75 % de la demanda y 2) que durante tres meses seguidos, o más, el valor de la disponibilidad de cada mes esté entre el 75 % y el 80 % de la demanda.

211. Cumplidas estas condiciones, la garantía que generalmente se considera aceptable, se sitúa entre el 85% y 90%. El método presenta el inconveniente que no considera la secuencia de la presentación de los fallos, ya que, si los fallos se concentran en un determinado periodo, el servicio es peor que si se distribuyen a lo largo del tiempo.



## 4 BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL ACTUAL

### 4.1 INTRODUCCIÓN

212. Los trabajos realizados responden a la actualización del Balance Hídrico – Río Atuel y Malargüe, que el DGI realizó en el año 2015/16, en general; y para las Unidades Administrativas de Manejo que son dotadas tanto, con escurrimientos superficiales del Río Atuel, desde el Embalse Valle Grande y para el caso del Malargüe, lo que corresponde al derivado por el Dique Blas Brisoli.

213. Para realizar la actualización del balance, se completó la serie de datos hidrometeorológicos desde 2015 al 2021, en el modelo de simulación WEAP originalmente utilizado, calibrado y validado para que los resultados simulados representen la realidad de manera satisfactoria y con respaldo estadístico.

### 4.2 OFERTA

214. De acuerdo a los antecedentes metodológicos presentados, el balance de aguas superficiales actual se modeló con el hidrograma correspondientes a Año Medio y Seco, según corresponde.

### 4.3 DEMANDA

215. Las demandas utilizadas para la situación actual del Río Atuel corresponden a:

- ✓ Las 57 009 ha cultivadas actuales que riegan desde el Embalse Valle Grande.
- ✓ Existen en la cuenca 3802 ha de uso Pecuario (que no se tienen en cuenta como superficie cultivada) donde no se observa un cultivo de pasturas, pero si una actividad ganadera y en determinadas situaciones, requieren agua de riego y bebida.
- ✓ La eficiencia de aplicación actual
- ✓ La información meteorológica de la Dirección de Contingencias Climáticas en coincidencia con los años hidrológicos medios.
- ✓ Los usos del suelo a través de la metodología de Google Earth Engine

216. Las demandas utilizadas para la situación actual del Río Malargüe corresponden a:

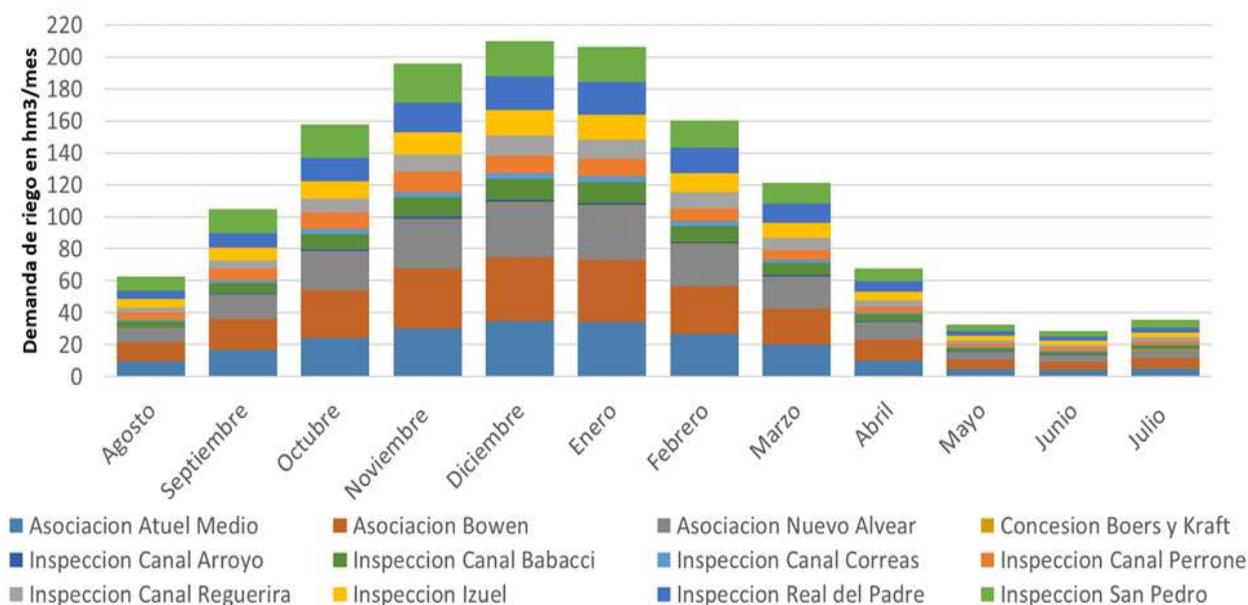
- ✓ Las 3 480 ha cultivadas actuales que riegan desde el Dique Blas Brisoli.
- ✓ La eficiencia de aplicación actual
- ✓ La información meteorológica de la Dirección de Contingencias Climáticas en coincidencia con los años hidrológicos medios.
- ✓ Los usos del suelo a través de la metodología de Google Earth Engine
- ✓ Se considera el empadronamiento de Llananelo en la distribución de agua del Río.

217. Para años medios, los volúmenes de agua disponibles por superficie cultivada a la salida del embalse Valle Grande o el dique Blas Brisoli, según corresponda, (no tiene en cuenta perdidas de conducción) rondan los 15700 m<sup>3</sup>/ha/año para el Río Atuel y 26100 m<sup>3</sup>/ha/año para el Río Malargüe.

218. Para años de escasez y sin considerar perdidas por conducción, los valores rondan los 11.100 m<sup>3</sup>/ha/año para el Río Atuel y 15.800 m<sup>3</sup>/ha/año para el Río Malargüe. Esta situación es muy similar a la que ha estado transitando la provincia en la última década.

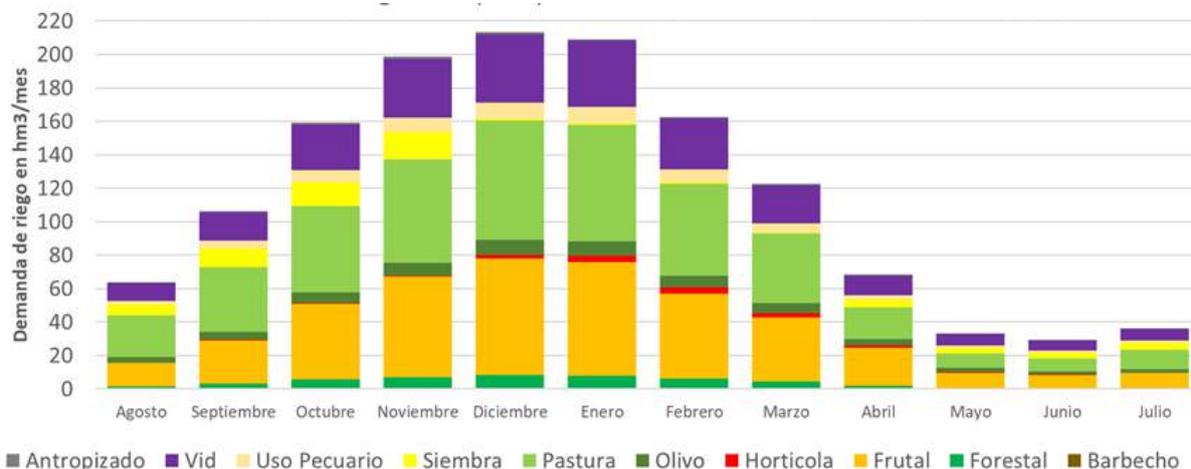
219. En la Figura 22 se observa el comportamiento de la demanda por UAM, mes a mes, a lo largo del año, resumen de los valores de la Tabla 15.

**Figura 22. Demanda Bruta – Situación Actual, para UAM del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)**



220. En la Figura 23 se observa el comportamiento de la demanda por tipo de uso a lo largo del año, con su distribución estacional. Se advierte que la pastura, junto con el frutal y la vid, son los usos que presentan mayor demanda, debido a la significativa superficie cultivada que se refleja en las células de cultivo. resume los valores calculados.

**Figura 23. Demanda bruta por tipo de cultivo, eficiencia actual – Río Atuel (hm<sup>3</sup>).**

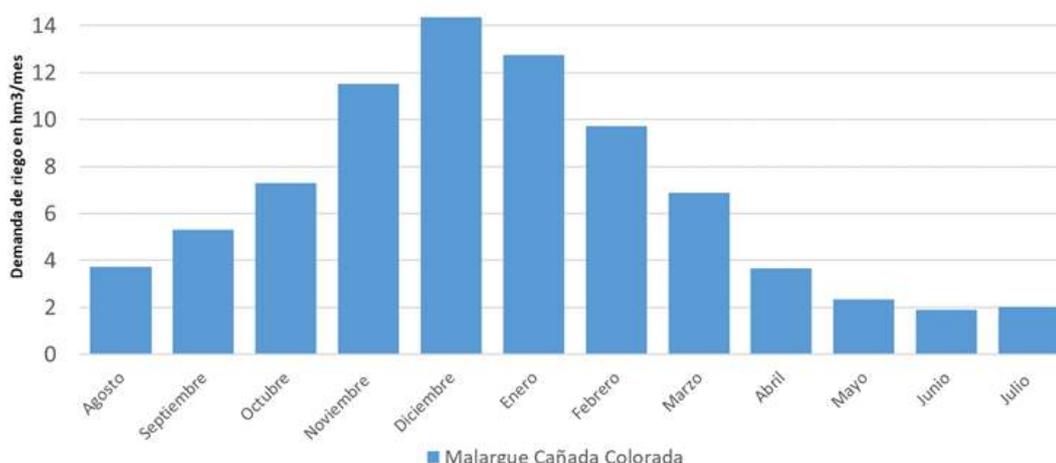


**Tabla 15 Demanda Bruta, por UAM Río Atuel, Eficiencia Actual, año Medio (hm<sup>3</sup>)**

UAM	Asociación Atuel Medio	Asociación Bowen	Asociación Nuevo Alvear	Concesión Boers y Kraft	Inspección Canal Arroyo	Inspección Canal Babacci	Inspección Canal Correas	Inspección Canal Perrone	Inspección Canal Reguerira	Inspección Izuel	Inspección Real del Padre	Inspección San Pedro	Total Cuenca
Agosto	9.7	11.8	9.0	0.1	0.3	4.0	0.9	4.4	3.2	5.2	5.2	9.0	62.7
Septiembre	16.5	19.7	15.3	0.1	0.6	6.4	1.5	7.3	5.3	8.1	9.1	15.0	105.0
Octubre	24.3	30.1	24.4	0.2	1.0	9.5	2.7	10.7	8.3	11.3	14.4	21.0	157.9
Noviembre	30.3	37.6	30.9	0.3	1.3	11.8	3.5	12.7	10.7	13.9	18.5	24.8	196.1
Diciembre	34.7	40.2	34.0	0.3	1.5	13.2	3.5	10.8	12.5	16.1	20.9	22.5	210.2
Enero	33.9	39.3	33.7	0.3	1.5	13.2	3.6	10.8	12.3	15.5	20.3	22.1	206.5
Febrero	26.6	30.3	25.9	0.2	1.1	10.4	2.7	8.4	9.6	12.4	15.7	17.3	160.5
Marzo	19.9	23.0	19.7	0.1	0.8	7.9	1.9	6.1	7.3	9.7	11.7	13.0	121.2
Abril	10.2	12.9	11.1	0.1	0.4	4.3	1.1	3.6	4.0	5.5	6.6	7.8	67.6
Mayo	4.7	6.0	5.1	0.0	0.2	2.1	0.5	1.9	2.0	3.2	3.1	4.0	32.8
Junio	4.1	5.2	4.4	0.0	0.2	1.9	0.5	1.7	1.8	2.7	2.7	3.6	28.7
Julio	5.2	6.4	5.2	0.0	0.2	2.3	0.6	2.4	2.0	3.2	3.2	4.7	35.5
Total	220.2	262.3	218.7	1.7	9.1	87.1	23.0	80.6	79.1	106.6	131.4	164.8	1384.7

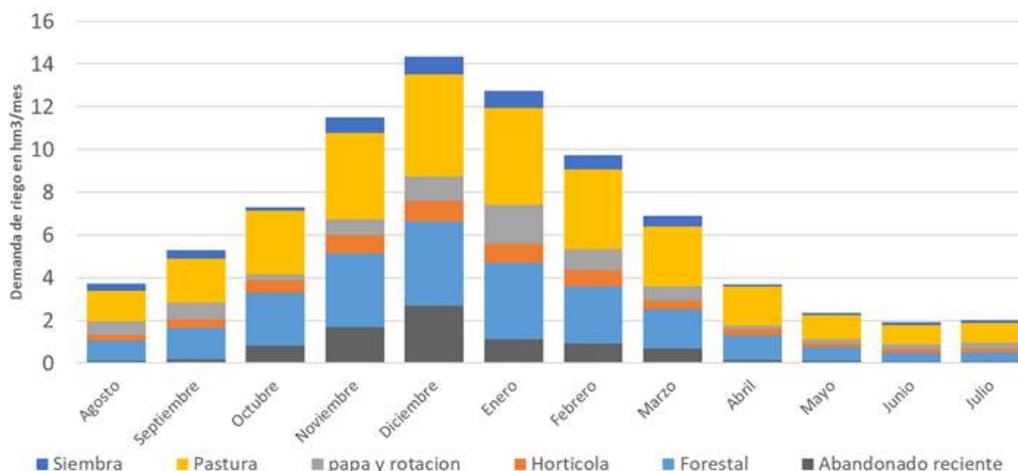
221. 213. En la Figura 24 se observa el comportamiento de la demanda por UAM, mes a mes, a lo largo del año, para la cuenca del Río Malargüe.

**Figura 24. Demanda Bruta, eficiencia actual – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)**



222. La Figura 25 desglosa la demanda bruta total según los cultivos. Los valores se resumen en la Tabla 16.

**Figura 25. Demanda Bruta, por tipo de cultivo, eficiencia actual – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)**



**Tabla 16 Demanda Bruta mensual, por UAM, Eficiencia Actual, año Medio (hm<sup>3</sup>)**

Mes	Malargue	
	Cañada	Colorada
Agosto		3.7
Septiembre		5.3
Octubre		7.3
Noviembre		11.5
Diciembre		14.4
Enero		12.8
Febrero		9.7
Marzo		6.9
Abril		3.7
Mayo		2.4
Junio		1.9
Julio		2.0
<b>Total</b>		<b>81.5</b>

#### 4.4 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

223. Como se presentó anteriormente, los resultados obtenidos para cada modelación son: la Insatisfacción de la Demanda, la Cobertura de la Demanda, tanto por Suma de Fallos como Global, y la Garantía del sistema de riego.

224. Es importante aclarar que el modelo del Río Atuel ha tenido en cuenta, para el cálculo de la cobertura, la distribución hídrica promedio histórica, la cual genera estas curvas de cobertura que presentan fallos a lo largo de la temporada. Puede concluirse en consecuencia que la modelación realizada simula la erogación de agua del embalse Valle Grande que han efectuado los operadores del sistema. Este requerimiento de modelación fue oportunamente

sugerido por el panel de expertos internacionales de FAO durante sus misiones de trabajo en Mendoza a lo largo el desarrollo de la primera versión del presente Balance Hídrico.

225. Para la modelación del río Malargüe, los valores de oferta hídrica media, son los derivados por el dique Blas Brisoli, teniendo en cuenta, en todo momento lo correspondiente a la laguna de Llanquanelo. A través de la asignación del agua en función de la superficie empadronada de la misma.

226. Cabe destacar, a la hora de analizar el balance hídrico del Río Atuel, el papel que juegan los embalses reguladores del sistema, El Nihuil y Valle Grande. Si bien la presencia de los mismos no afecta la cobertura anual global ya que esta última depende de la oferta natural, si genera un efecto positivo en cómo se va presentando la cobertura mes a mes. El efecto de regulación estacional que poseen estos embalses permite disponer de agua en los momentos en que la oferta natural aún no alcanza a satisfacer las demandas de inicio de temporada (agosto, septiembre y octubre), para luego comenzar a recuperar en los meses en donde la fusión nival es más elevada y produce mayores caudales. Luego, en la corta anual de invierno, la mayor parte del derrame del río de esta época se destina a almacenarse en los embalses.

#### **4.4.1 INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA**

227. La Tabla 17 y la Figura 26 muestran los resultados de insatisfacción de la demanda de todas las UAM abastecidas por el Río Atuel, y allí se pone de manifiesto los déficits mensuales generados por la relación oferta/demanda para la situación actual, con una oferta hídrica correspondiente a un Año Medio.

228. Al analizar el balance con una oferta media y las eficiencias que se alcanzan en los años de escasez hídrica, podemos observar que, en los meses de agosto y septiembre, no se observan grandes fallos en la cobertura de la demanda ya que en esos meses el efecto regulador del embalse hace que se puedan cubrir con comodidad las demandas de primavera.

229. Es a partir de octubre, cuando se comienzan a observar mayores fallos. Esto tiene que ver con las altas demandas de riego y la escasa oferta de agua del río. Llegando a un máximo nivel insatisfacción en los meses de noviembre y diciembre. A partir de este último mes, la insatisfacción disminuye ya que alcanza un máximo en la fusión de la nieve y por ende en los caudales el río. Esto va acompañado por la disminución de la demanda de riego. A partir del mes de abril en adelante y hasta el mes de julio, se produce la “corta de agua”; en estos meses al priorizar el llenado del embalse, se genera una leve insatisfacción de la demanda.

230. Entre noviembre y febrero se observan los mayores déficits, que en conjunto suman algo más de 400 hm<sup>3</sup> en total, representando, aproximadamente, el 80 % de la insatisfacción total y el 30 % de la demanda bruta total.

231. En cambio, para la UAM Cañada Colorada, abastecida por el Río Malargüe, no presenta, para la situación actual y bajo condiciones de oferta hidrológica media, insatisfacción de la demanda a lo largo del año.

#### **4.4.2 COBERTURA DE LA DEMANDA**

232. En la Tabla 15 y el Gráfico 20 se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la situación actual (Cobertura por Suma de Fallos y la Cobertura Anual Global).

233. En el Gráfico 20 se observa que las coberturas se separan del 100% ya que el dique baja su nivel y hasta que el operador comienza a restringir para no bajar por debajo de niveles que luego no puedan recuperarse. Durante el invierno, con menor demanda, se realiza la corta de aguas por obras de mantenimiento, mejoramiento de la red de distribución, nuevas obras y almacenamiento de agua para mejorar la disponibilidad de volumen embalsado para la primavera, que es la época de mayor sensibilidad debido a que las demandas del cultivo aumentan más rápido que los caudales en el río.

234. Esta corta produce fallos en usos agrícolas (cultivos hortícolas de invierno), pero se diferencian de los anteriores fallos, en que la falta de cobertura de la demanda, se produce por razones operativas, que son ajenas a la disponibilidad propia del agua, por lo cual no se muestran en el gráfico. Es importante aclarar que para la satisfacción de la demanda de cultivos en invierno se realizan entregas menores de caudales a cuenta de la temporada de riego según corresponda.

235. La Cobertura Anual Global para las UAM que se abastecen del Río Atuel es del 65%. Y la cobertura por suma de fallos es del 62%. Es interesante observar que, si este escenario se evalúa bajo un régimen hidrológico de año seco, estas coberturas caen al 53% la cobertura anual global y 66% la cobertura por suma de fallos. Esto significa que, bajo las condiciones hidrológicas de los últimos 20 años, la cobertura por suma de fallos estaría en un techo cercano al 65%

Tabla 17 Insatisfacción de la Demanda, por UAM, Río Atuel, Situación Actual – Año Medio (hm<sup>3</sup>)

UAM	Asociación Atuel Medio		Asociación Nuevo Alvear		Concesión Boers y Kraft		Inspección Canal Arroyo		Inspección Canal Babacci		Inspección Canal Correas		Inspección Canal Perrone		Inspección Canal Reguerira		Inspección Izuel		Inspección Real del Padre		Inspección San Pedro		Total Cuenca	
	Asociación Bowen	Asociación Nuevo Alvear	Concesión Boers y Kraft	Inspección Canal Arroyo	Inspección Canal Babacci	Inspección Canal Correas	Inspección Canal Perrone	Inspección Canal Reguerira	Inspección Izuel	Inspección Real del Padre	Inspección San Pedro	Total Cuenca												
Agosto	0.4	0.5	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	2.8		
Septiembre	0.6	0.8	0.6	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	4.0		
Octubre	10.9	13.5	11.0	0.1	4.3	1.2	4.8	3.8	5.1	5.1	6.5	9.4	71.0											
Noviembre	15.0	18.7	15.3	0.1	5.9	1.7	6.3	5.3	6.9	9.2	12.3	97.5												
Diciembre	15.4	17.8	15.1	0.1	5.8	1.6	4.8	5.5	7.1	9.3	10.0	93.2												
Enero	13.4	15.6	13.3	0.1	5.2	1.4	4.3	4.9	6.1	8.0	8.7	81.7												
Febrero	11.4	13.0	11.1	0.1	4.4	1.1	3.6	4.1	5.3	6.7	7.4	68.7												
Marzo	7.5	8.6	7.4	0.1	3.0	0.7	2.3	2.7	3.6	4.4	4.9	45.5												
Abril	1.7	2.1	1.8	0.0	0.7	0.2	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	11.0												
Mayo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0												
Junio	4.1	5.2	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.7	3.6	22.7												
Julio	5.2	6.4	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	3.2	4.7	28.0												
<b>Total</b>	<b>85.7</b>	<b>102.2</b>	<b>85.6</b>	<b>0.6</b>	<b>29.7</b>	<b>8.0</b>	<b>27.1</b>	<b>27.3</b>	<b>41.5</b>	<b>51.6</b>	<b>63.4</b>	<b>526.0</b>												

Figura 26. Insatisfacción de la Demanda, por UAM, Río Atuel, Situación Actual - Año Medio (hm<sup>3</sup>)

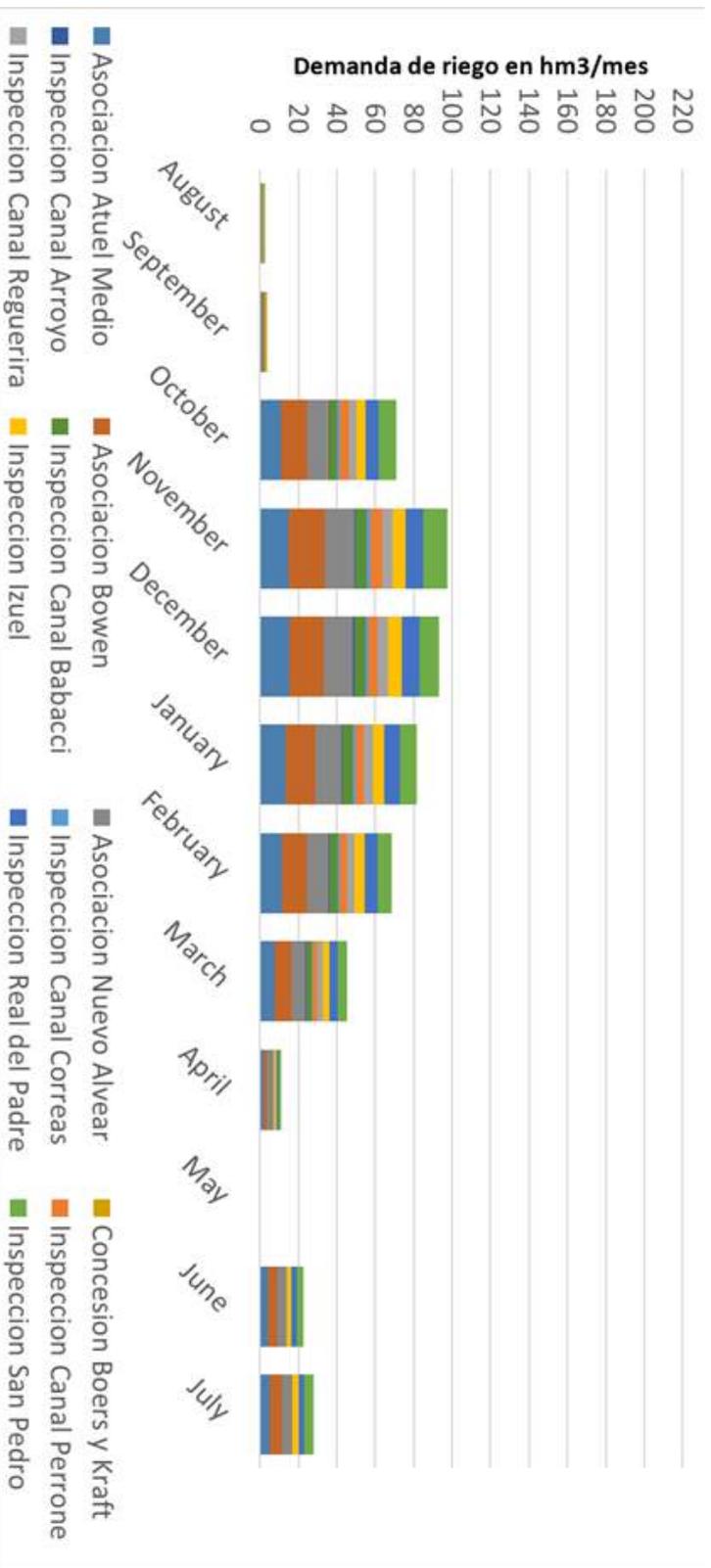


Tabla 18 Cobertura de la Demanda – Río Atuel – Situación Actual, por UAM

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm3)	Oferta Disponible (hm3)	Suma de Fallos (hm3)	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm3)	Cobertura Anual Global (%)
Abastecimiento de Población	165	0.0	0.0	0.0	100%	0.0	100%
<b>Abastecimiento de Población</b>	<b>165</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>
Asociación Atuel Medio	8944	220.2	140.9	-85.7	61%	-79.3	64%
Asociación Bowen	11056	262.3	174.2	-102.2	61%	-88.1	66%
Asociación Nuevo Alvear	9920	218.7	156.3	-85.6	61%	-62.4	71%
Concesion Boers y Kraft	46	1.7	0.7	-0.6	64%	-1.0	42%
Inspección Canal Arroyo	401	9.1	6.3	-3.2	65%	-2.8	70%
Inspección Canal Babacchi	3110	87.1	49.0	-29.7	66%	-38.2	56%
Inspección Canal Correas	1872	23.0	29.5	-8.0	65%	6.5	100%
Inspección Canal Perrone	3608	80.6	56.8	-27.1	66%	-23.8	70%
Inspección Canal Reguerira	3326	79.1	52.4	-27.3	66%	-26.7	66%
Inspección Izuel	4453	106.6	70.1	-41.5	61%	-36.5	66%
Inspección Real del Padre	5690	131.4	89.6	-51.6	61%	-41.8	68%
Inspección San Pedro	4583	164.8	72.2	-63.4	62%	-92.6	44%
<b>Total Río Atuel</b>	<b>57009</b>	<b>1384.7</b>	<b>898.0</b>	<b>-526.0</b>	<b>62%</b>	<b>-486.7</b>	<b>65%</b>

Figura 27. Cobertura de la Demanda – Río Atuel – Situación Actual, por UAM

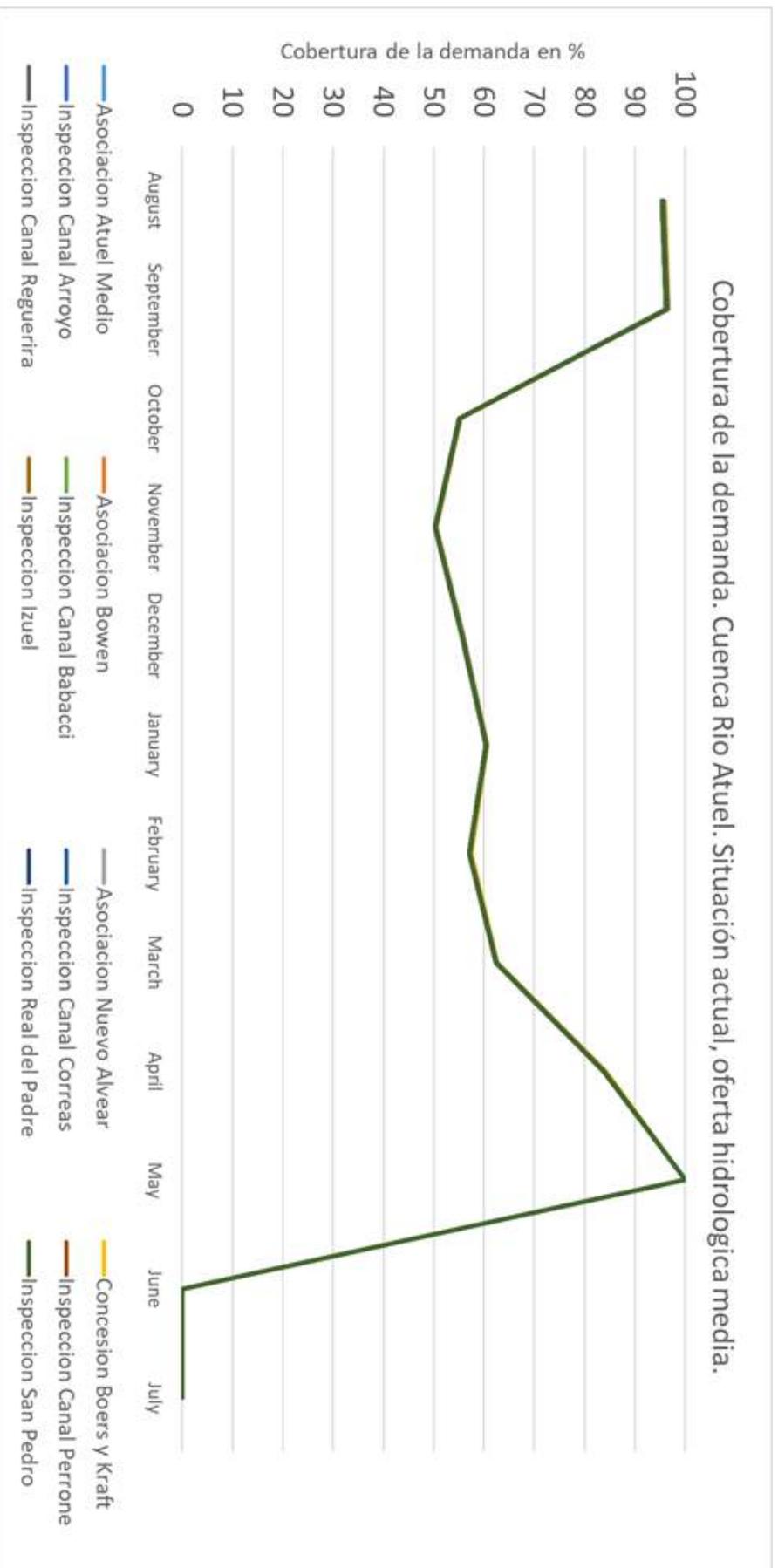


Tabla 19 Cobertura de la Demanda – Río Malargüe – Situación Actual, por UAM

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm3)	Oferta Disponible (hm3)	Suma de Fallos (hm3)	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm3)	Cobertura Anual Global (%)
Malargue Cañada Colorada	2713	81.5	115.8	0.0	100%	34.3	100%
Malargue Llancanelo*	2478	-	173.4	-	-	-	-
<b>Total Río Malargüe</b>	<b>5191</b>	<b>203.5</b>	<b>289.22</b>	<b>-29.0</b>	<b>86%</b>	<b>85.7</b>	<b>100%</b>

\*Corresponde a la superficie empadronada de la laguna de Llancanelo



#### 4.4.3 GARANTÍAS

236. Las UAM que toman agua del Río Atuel poseen una cobertura anual global del 65%. Este valor indica que con los volúmenes anuales de oferta (derrame anual) se puede abastecer el 65% de la demanda bruta de esas UAM.

237. Sin embargo, considerando la temporalidad con la que se van presentando la oferta y la demanda, se producen déficits o fallos mensuales. Estos déficits generan coberturas mensuales (para los meses en donde se destina la prioridad a llenar el embales) cercanas al cero y para los meses de más demanda, la cobertura se sitúa en torno al 55%. Con un mínimo del 50% en noviembre.

238. En este caso en particular, aunque considerando configuración de eficiencias y oferta asignada, y pese a que la capacidad de regulación de embalse permite guardar el agua de los meses con superávit para luego distribuirlos en los meses con déficit, no se cumplen los criterios de garantía fijados metodológicamente. Esta condición se da ya que existen varios meses en los que la cobertura baja por debajo del límite establecido por la regla.

239. Al haber meses donde la cobertura se sitúa por debajo del umbral del 75, y hasta valores del 50%, no se cumple con las reglas establecidas de garantía.

240. En conclusión, la situación actual de la cuenca irrigada del Río Atuel, no cumple los criterios de garantía de riego estipulados, para un año medio. Con respecto al Río Malargüe, la situación es diferente, los criterios de garantía si se ven satisfechos prácticamente en su totalidad.



## 5 ESCENARIOS PROSPECTIVOS

### 5.1 INTRODUCCION

241. En el apartado anterior se han determinado relaciones de oferta y demanda para la Situación Actual y para todos los derechos, considerando la eficiencia actual y las reglas de operación del embalse y diques derivadores, teniendo en cuenta el promedio (tanto hidrológico como de demandas) de toda la serie de tiempo considerada (2001 - 2021).

242. El objeto de este apartado es estudiar el comportamiento del sistema hídrico ya abordado, frente a escenarios multivariados o combinados, que incorporan diferentes factores de cambio: distintas ofertas hidrológicas (medias y secas), cambios en la eficiencia de riego, diferentes usos y superficies dotadas, para desde allí analizar prospectivamente el comportamiento del indicador cobertura de la demanda.

243. Estos escenarios prospectivos son fundamentales al momento de tomar decisiones estratégicas y las correspondientes planificaciones necesarias para alcanzarlas.

244. Los escenarios analizados son:

- ✓ **Máximo Compromiso** se cultiva toda la superficie empadronada de la cuenca. Este escenario representa la máxima demanda de agua que puede llegar a tener la cuenca. Se utiliza la eficiencia de aplicación razonable.
- ✓ **Coefficiente de Entrega 100%** situación en la todos los permisos y concesiones de uso de agua tienen el mismo factor de entrega. Esto modifica la superficie cultivada y los criterios de distribución del recurso. Se utiliza la eficiencia de aplicación razonable.

245. En la Tabla 20 se presentan las superficies de las UAM que se abastecen con agua viva del Río Atuel.

**Tabla 20 Superficies de Balances Hídricos**

Escenario	Cuenca del Rio Atuel	Cuenca del rio Malargüe
Actual	57009 ha	2713 ha
Sup. Total Empadronada	88530 ha	3560 ha
Eventuales y Precarios al 100%	61749 ha	3260 ha



## 6 ESCENARIO PROSPECTIVO - MAXIMO COMPROMISO

### 6.1 INTRODUCCIÓN

246. La situación en la que la demanda de uso del recurso es máxima se da cuando toda la superficie empadronada se encuentra cultivada.

247. Este escenario se analiza con una eficiencia de aplicación actual del 49.8% y una eficiencia de conducción del 84.4%. Por lo cual maneja una eficiencia global del 42.5%.

### 6.2 OFERTA

248. Se toman los regímenes hidrológicos de años medios y secos para el análisis.

### 6.3 DEMANDA

249. Las demandas utilizadas en este escenario corresponden a:

- ✓ Rio Atuel: 3.560 ha cultivos (total empadronadas), es decir, un aumento del 55 % de las 2.713 ha cultivadas actuales.
- ✓ Rio Malargüe: 8.530 ha cultivos (total empadronadas), es decir, un aumento del 31 % de las 57.009 ha cultivadas actuales.
- ✓ Las parcelas que reciben dotación de riego desde el Rio Atuel y Malargüe.
- ✓ La eficiencia de aplicación es la actual: 49.8%.
- ✓ La información meteorológica de la Dirección de Contingencias Climáticas en coincidencia con los años hidrológicos utilizados como oferta (medio y seco).
- ✓ Los usos de suelo son obtenidos a través de la metodología Google Earth Engine.

250. Para el cálculo de la demanda en este escenario, el aumento de la superficie se lo ha considerado con la célula de cultivo actual; en detrimento de la superficie inculta: superficie sistematizada para riego. En las tablas se observa que los usos suelo sistematizado para riego demanda agua de riego.

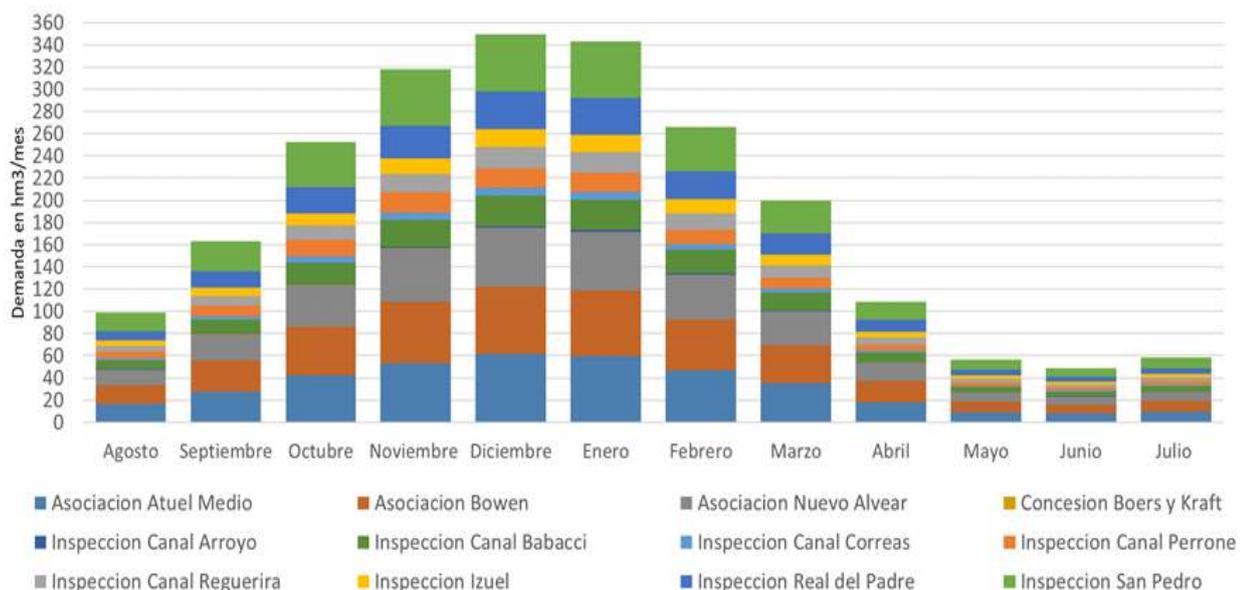
251. Obsérvese que la demanda total para las unidades de manejo del Rio Atuel en la situación actual con eficiencia actual es de: 1385 hm<sup>3</sup>/año, en el escenario de máximo

compromiso, con la misma eficiencia, este valor se eleva a 2262 hm<sup>3</sup>/año. El peso sobre la demanda de la superficie abandonada que se simula como cultivada, hace que la demanda sea un 63% mayor que en el escenario actual.

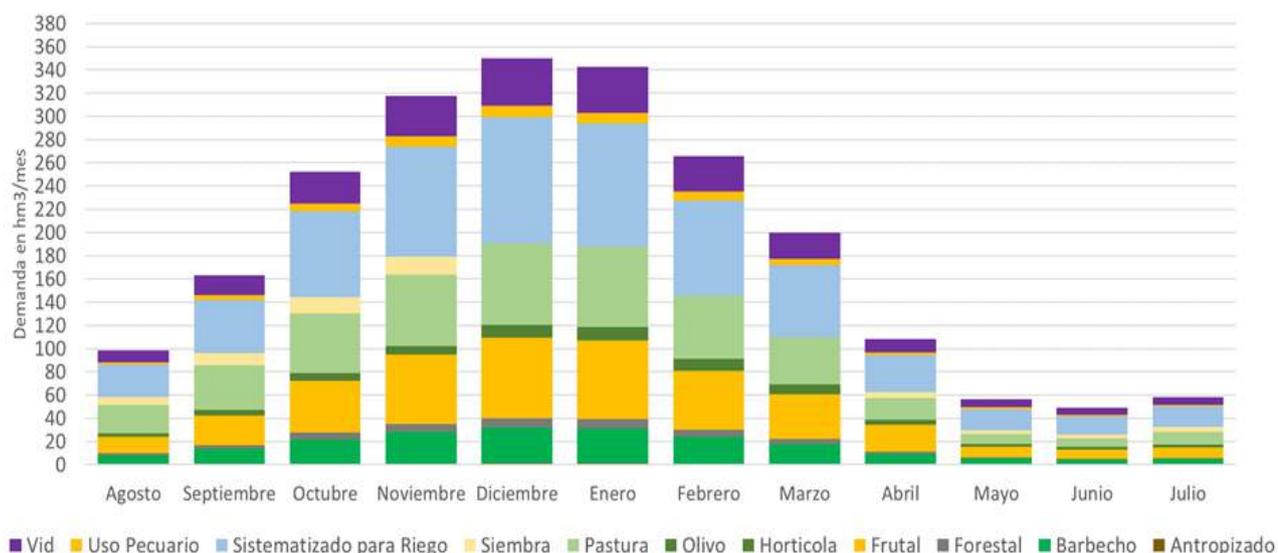
### 6.3.1 DEMANDA BRUTA MAXIMO COMPROMISO RIO ATUEL

252. En la Figura 28 se observa el comportamiento de la demanda expresada en hm<sup>3</sup> para los años medios por UAM, mes a mes, a lo largo del año y en el Figura 29 por tipo de uso.

**Figura 28. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por UAM del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)**



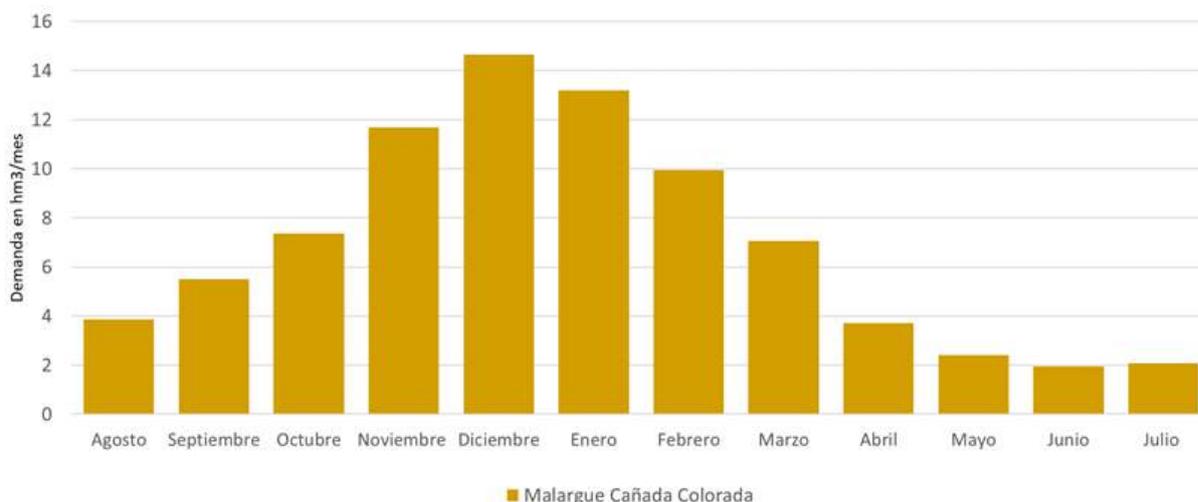
**Figura 29. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por Tipo Uso del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)**



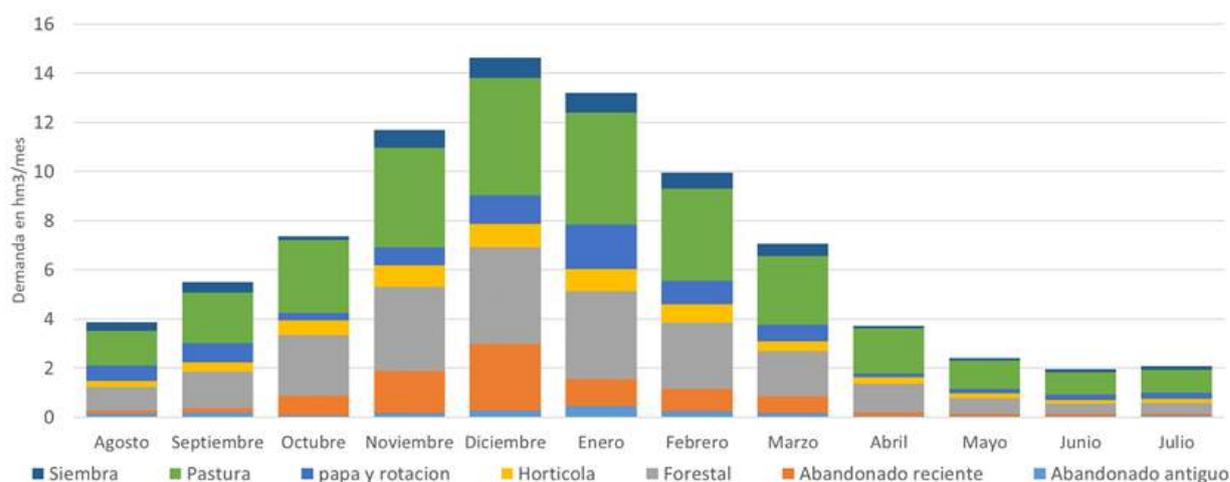
### 6.3.2 DEMANDA BRUTA MAXIMO COMPROMISO RIO MALARGÜE

253. En la Figura 30 se observa el comportamiento de la demanda, expresada en hm<sup>3</sup>, para los años medios para la UAM, mes a mes, a lo largo del año y en la Figura 31 por tipo de uso.

**Figura 30. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por UAM del Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)**



**Figura 31. Demanda Bruta – Máximo Compromiso, por Tipo Uso del Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)**



## 6.4 RESULTADOS DE LA MODELACION

### 6.4.1 INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA RIO ATUEL

254. En la Tabla 23 y Figura 32, se presentan la insatisfacción de las demandas para años hidrológicos medios. En la Tabla 24 y Figura 33, se presentan la insatisfacción de las demandas para años hidrológicos secos.

### 6.4.2 INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA RIO MALARGÜE

255. Para la situación de máximo compromiso, la UAM irrigada por el Río Malargüe no presenta insatisfacciones de la demanda para la condición de año medio. En la Tabla 25 y Figura 34, se presenta la insatisfacción de las demandas para años hidrológicos secos.

### **6.4.3 COBERTURA DE LA DEMANDA RIO ATUEL**

256. En la Tabla 26 se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un Año Medio. En la Tabla 27 se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un Año Seco.

### **6.4.4 COBERTURA DE LA DEMANDA RIO MALARGÜE**

257. En la Tabla 28 se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un Año Medio. En la Tabla 29 se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un Año Seco.

### **6.4.5 GARANTÍAS**

#### **6.4.5.1 Garantía Año Medio**

258. Las UAM que toman agua del Río Atuel para el escenario de máximo compromiso poseen una cobertura anual global del 40% para un año medio. Este valor, para el caso del Río Malargüe es del 100%.

259. Sin embargo, considerando la temporalidad con la que se va presentando la oferta y la demanda, se producen déficits mensuales. Estos déficits generan coberturas mensuales más bajas llegando al valor de 38% de cobertura por suma de fallos. Para el caso del Río Malargüe, la cobertura por suma de fallos se mantiene en niveles del 100%.

260. Bajo el escenario de máximo compromiso, la cuenca irrigada del Río Atuel, no cumple los criterios de garantía de riego estipulados, para un año medio.

#### **6.4.5.2 Garantía Año Seco**

261. Las UAM que toman agua del Río Atuel para el escenario de máximo compromiso poseen una cobertura anual global del 28% para un año seco. Este valor, para el caso del Río Malargüe es del 66%.

262. Sin embargo, considerando la temporalidad con la que se va presentando la oferta y la demanda, se producen déficits mensuales. Estos déficits generan coberturas mensuales más bajas llegando al valor de 27% de cobertura por suma de fallos. Para el caso del Río Malargüe, la cobertura por suma de fallos se mantiene en niveles del 74%.

263. Bajo el escenario de máximo compromiso, la cuenca irrigada del Río Atuel y la del Malargüe, no cumplen los criterios de garantía de riego estipulados, para un año seco.

Tabla 21 Demanda Bruta – Máximo Compromiso Año Medio, para UAM del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

UAM	Asociación Atuel Medio		Asociación Nuevo Alvear		Concesión Boers y Kraft		Inspección Canal Arroyo		Inspección Canal Babacci		Inspección Canal Correas		Inspección Canal Perrone		Inspección Canal Reguerira		Inspección Izuel		Inspección Real del Padre		Inspección San Pedro		Total Cuenca	
	Atuel Medio	Bowen	Nuevo Alvear	Alvear	Boers y Kraft	Arroyo	Canal	Arroyo	Canal	Babacci	Canal	Correas	Canal	Perrone	Canal	Reguerira	Izuel	Real del Padre	San Pedro	Total Cuenca				
Agosto	16.5	17.0	14.0	14.0	0.1	0.3	0.3	7.9	1.8	5.8	5.0	5.2	8.5	16.5	98.7									
Septiembre	27.7	28.2	23.3	23.3	0.1	0.6	0.6	12.5	3.0	9.7	8.2	8.1	14.6	27.2	163.3									
Octubre	42.2	43.8	37.3	37.3	0.2	1.0	1.0	19.3	5.3	14.9	12.9	11.3	23.3	40.9	252.5									
Noviembre	53.4	55.3	47.6	47.6	0.3	1.3	1.3	24.4	6.9	18.1	16.6	13.9	29.8	50.4	317.9									
Diciembre	61.5	60.4	53.1	53.1	0.3	1.5	1.5	27.3	7.4	17.1	19.3	16.1	34.1	51.7	349.8									
Enero	59.9	59.2	52.4	52.4	0.3	1.5	1.5	27.1	7.5	17.0	18.9	15.5	33.0	50.6	342.8									
Febrero	46.8	45.5	40.3	40.3	0.2	1.1	1.1	21.1	5.6	13.0	14.7	12.4	25.6	39.3	265.7									
Marzo	34.9	34.4	30.5	30.5	0.1	0.8	0.8	16.1	4.0	9.4	11.1	9.7	19.1	29.6	199.8									
Abril	18.0	18.9	16.7	16.7	0.1	0.4	0.4	8.6	2.2	5.3	6.0	5.5	10.4	16.4	108.4									
Mayo	9.1	9.4	8.3	8.3	0.0	0.2	0.2	4.7	1.1	2.8	3.2	3.2	5.3	8.9	56.2									
Junio	7.9	8.1	7.2	7.2	0.0	0.2	0.2	4.2	1.0	2.5	2.8	2.7	4.6	7.8	48.9									
Julio	9.5	9.7	8.3	8.3	0.0	0.2	0.2	4.9	1.1	3.3	3.2	3.2	5.3	9.4	58.1									
Suma	387.5	389.8	338.9	338.9	1.7	9.1	9.1	178.1	46.9	118.9	122.0	106.6	213.7	348.8	2262.1									

Tabla 22 Demanda Bruta – Máximo Compromiso Año Medio, para UAM del Río Malarquíe (hm<sup>3</sup>)

Mes	Malgargüe	
	Cañada	Colorada
Agosto	3.9	
Septiembre	5.5	
Octubre	7.4	
Noviembre	11.7	
Diciembre	14.6	
Enero	13.2	
Febrero	10.0	
Marzo	7.1	
Abril	3.7	
Mayo	2.4	
Junio	2.0	
Julio	2.1	
<b>Total</b>	<b>83.4</b>	

Tabla 23 Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año medio – Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

UAM	Asociación Atuel Medio		Asociación Bowen		Asociación Nuevo Alvear		Asociación Boersy Kraft		Inspección Canal Arroyo		Inspección Canal Babacci		Inspección Canal Correas		Inspección Canal Perrone		Inspección Canal Reguerira		Inspección Izuel		Inspección Real del Padre		Inspección San Pedro		Total Cuenca	
	Atuel Medio	Bowen	Nuevo Alvear	Boersy Kraft	Canal Arroyo	Canal Babacci	Canal Correas	Canal Perrone	Canal Reguerira	Izuel	Real del Padre	San Pedro	Total Cuenca													
Agosto	6.5	6.7	5.5	0.0	0.1	3.1	0.7	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.4	3.4	6.5	6.5	38.7	38.7
Septiembre	10.6	10.7	8.9	0.0	0.2	4.8	1.2	3.7	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	5.6	5.6	10.4	10.4	62.3	62.3
Octubre	27.7	28.7	24.5	0.1	0.7	12.7	3.5	9.8	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	15.3	15.3	26.8	26.8	165.6	165.6
Noviembre	36.8	38.1	32.8	0.2	0.9	16.8	4.7	12.5	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	20.6	20.6	34.8	34.8	219.2	219.2
Diciembre	40.9	40.2	35.3	0.2	1.0	18.2	4.9	11.3	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	22.7	22.7	34.4	34.4	232.7	232.7
Enero	38.1	37.6	33.3	0.2	0.9	17.2	4.7	10.8	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	21.0	21.0	32.2	32.2	217.9	217.9
Febrero	30.6	29.8	26.4	0.1	0.7	13.8	3.7	8.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	16.8	16.8	25.7	25.7	173.9	173.9
Marzo	21.7	21.4	18.9	0.1	0.5	10.0	2.5	5.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	11.9	11.9	18.4	18.4	124.2	124.2
Abril	8.6	9.0	8.0	0.0	0.2	4.1	1.0	2.5	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	5.0	5.0	7.8	7.8	51.8	51.8
Mayo	3.4	3.5	3.1	0.0	0.1	1.8	0.4	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.0	2.0	3.4	3.4	21.1	21.1
Junio	7.9	8.1	7.2	0.0	0.0	0.7	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.6	4.6	7.8	7.8	40.2	40.2
Julio	9.5	9.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	5.3	9.4	9.4	45.4	45.4
Suma	242.4	243.6	212.2	1.0	5.4	103.2	27.5	68.7	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	134.0	134.0	217.6	217.6	1392.9	1392.9

Figura 32. Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Atuel (hm³)

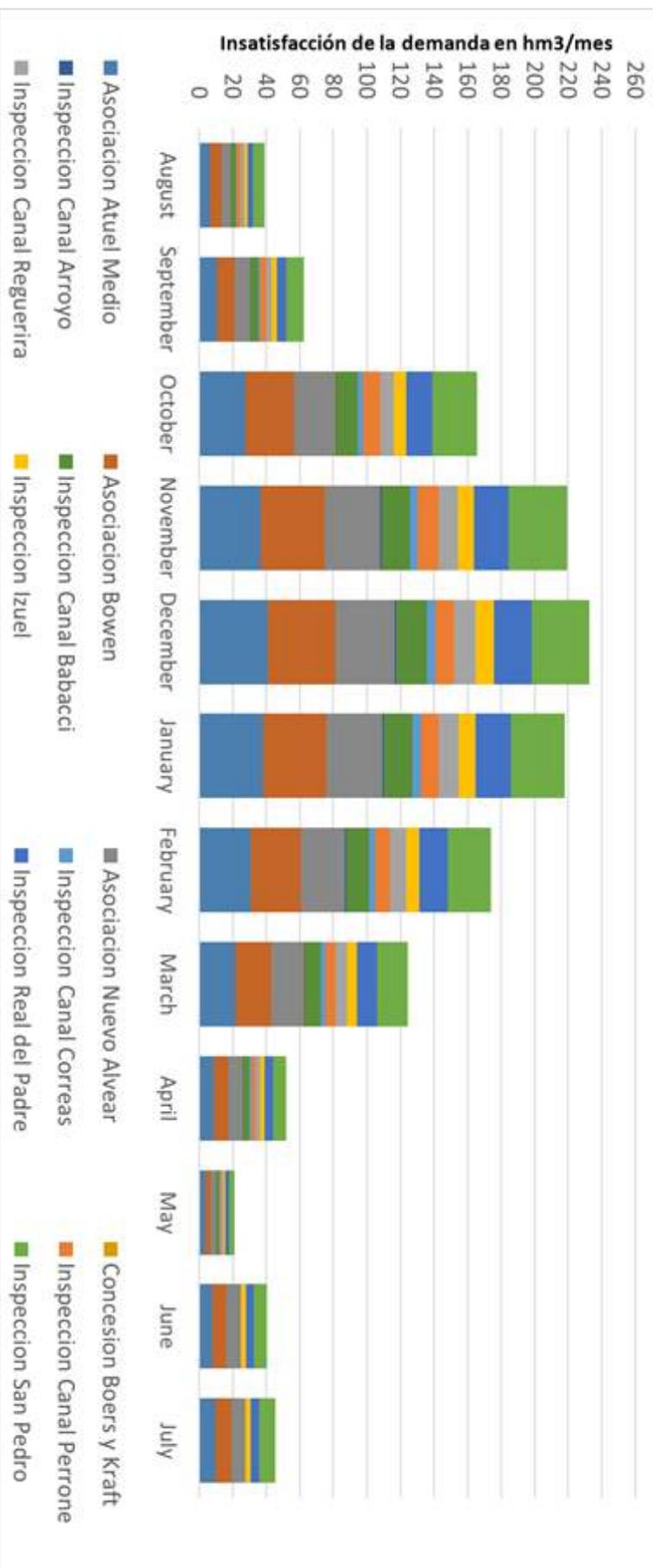


Tabla 24 Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

UAM	Asociación Atuel Medio		Asociación Bowen		Asociación Nuevo Alvear		Concesión Boers y Kraft		Inspección Canal Arroyo		Inspección Canal Babacci		Inspección Canal Correas		Inspección Canal Perrone		Inspección Canal Reguerira		Inspección Izuel		Inspección Real del Padre		Inspección San Pedro		Total Cuenca	
	Atuel Medio	Bowen	Nuevo Alvear	Boers y Kraft	Arroyo	Babacci	Correas	Perrone	Reguerira	Izuel	Real del Padre	San Pedro	Total Cuenca													
Agosto	10.9	11.3	9.2	0.0	0.2	5.2	1.2	3.8	3.3	3.4	5.6	10.9	65.3													
Septiembre	12.6	12.8	10.6	0.1	0.3	5.7	1.4	4.4	3.7	3.7	6.6	12.4	74.2													
Octubre	32.6	33.8	28.8	0.2	0.8	14.9	4.1	11.5	10.0	8.7	18.0	31.5	194.9													
Noviembre	39.2	40.6	34.9	0.2	1.0	17.9	5.1	13.3	12.2	10.2	21.9	37.0	233.4													
Diciembre	42.2	41.5	36.4	0.2	1.0	18.7	5.1	11.7	13.2	11.0	23.4	35.5	240.0													
Enero	41.2	40.7	36.0	0.2	1.0	18.6	5.1	11.7	13.0	10.7	22.7	34.8	235.6													
Febrero	36.1	35.2	31.2	0.2	0.9	16.3	4.3	10.1	11.4	9.5	19.8	30.4	205.4													
Marzo	27.8	27.4	24.2	0.1	0.6	12.8	3.2	7.5	8.8	7.7	15.2	23.5	158.7													
Abril	14.8	15.5	13.7	0.1	0.3	7.0	1.8	4.3	5.0	4.5	8.6	13.5	89.1													
Mayo	8.2	8.4	7.5	0.0	0.2	4.2	1.0	2.5	2.9	2.8	4.7	8.0	50.5													
Junio	7.9	8.1	7.2	0.0	0.1	3.0	0.7	1.8	2.0	2.7	4.6	7.8	45.9													
Julio	9.5	9.7	8.3	0.0	0.1	3.0	0.7	2.0	1.9	3.2	5.3	9.4	53.1													
Suma	283.0	284.8	248.0	1.2	6.5	127.5	33.6	84.6	87.4	78.2	156.4	254.8	1646.0													

Figura 33. Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

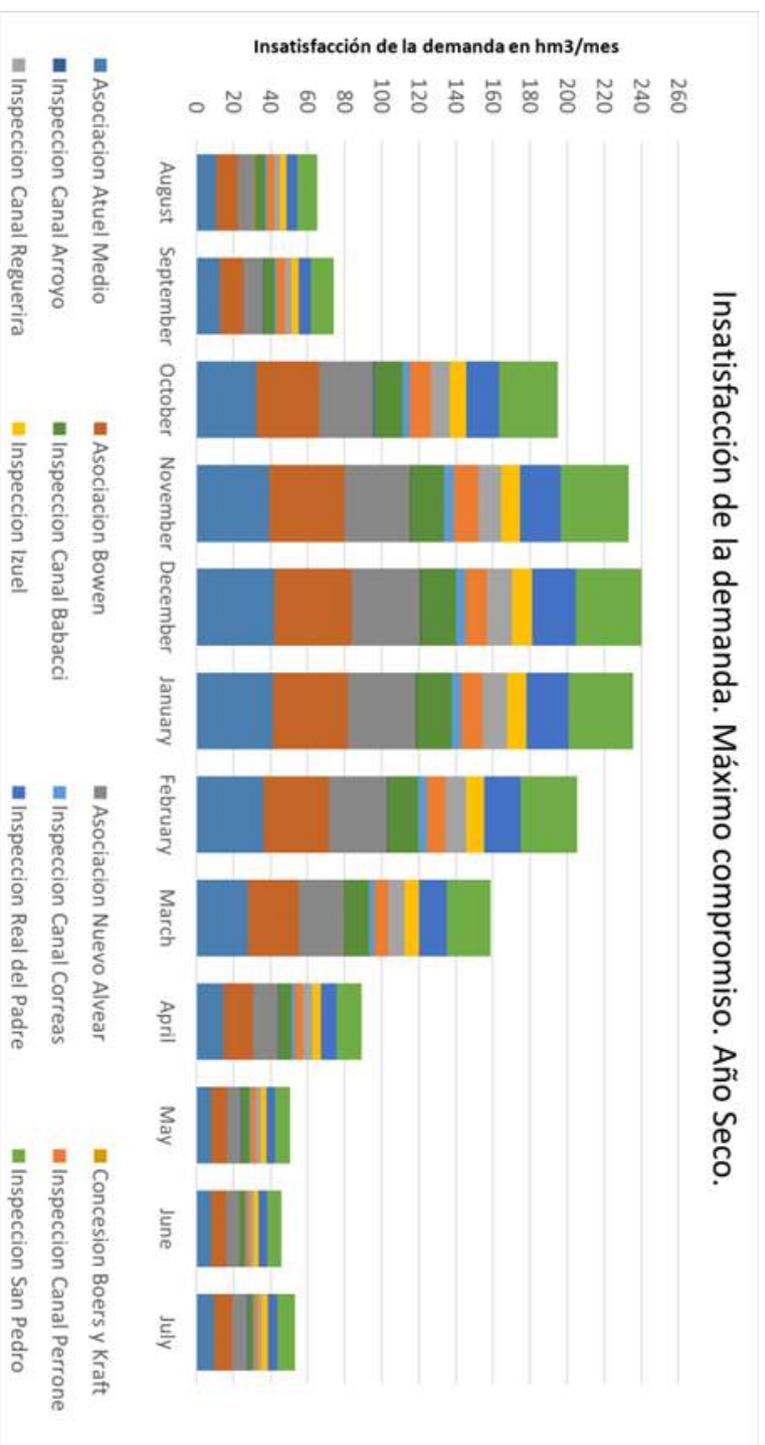


Tabla 25 Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)

Mes	Malargüe Cañada Colorada
Agosto	0.0
Septiembre	0.0
Octubre	0.0
Noviembre	0.0
Diciembre	1.2
Enero	4.1
Febrero	3.2
Marzo	0.5
Abril	0.0
Mayo	0.0
Junio	0.0
Julio	0.0
<b>Total</b>	<b>8.9</b>

Figura 34. Insatisfacción de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)

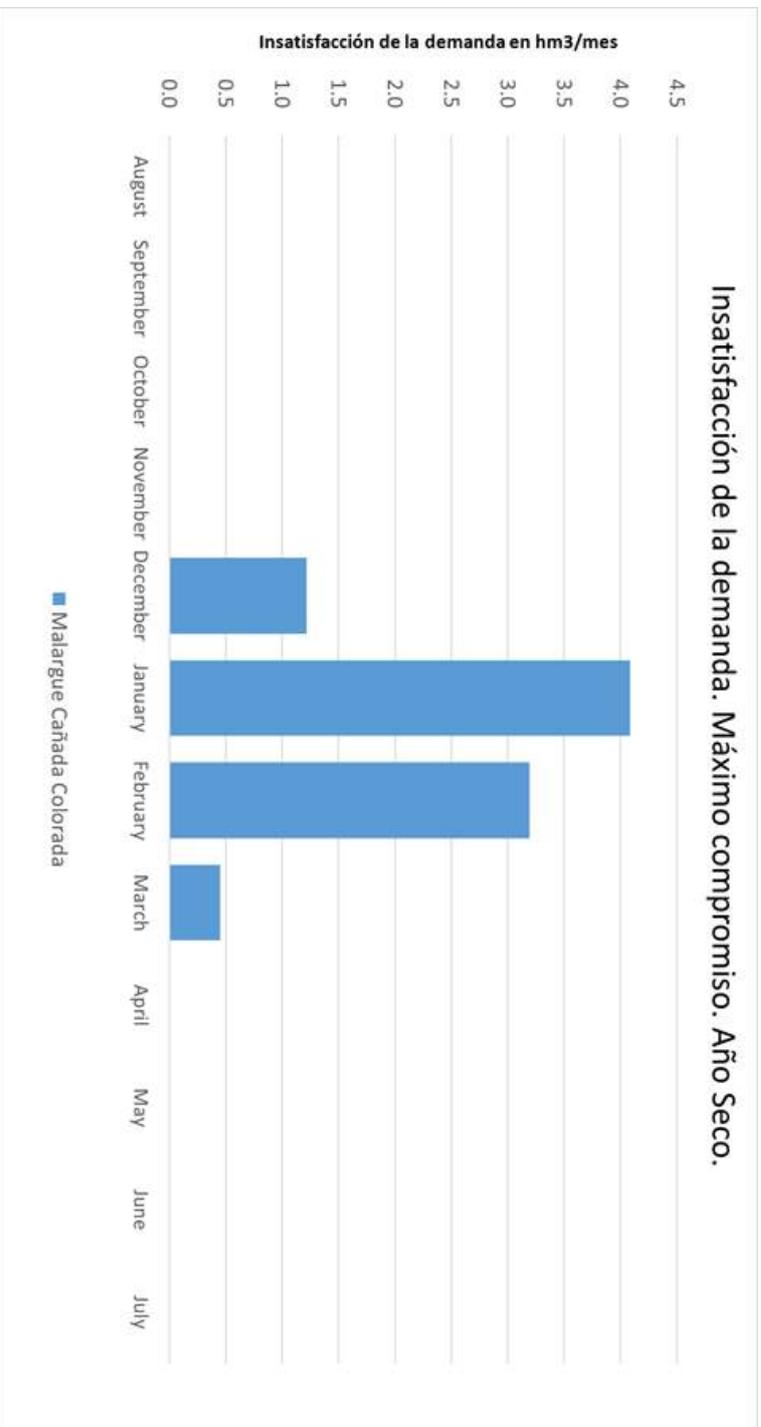


Tabla 26 Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm3)	Oferta Disponible (hm3)	Suma de Fallos (hm3)	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm3)	Cobertura Anual Global (%)
Abastecimiento de Población	165	0.0	0.0	0.0	100%	0.0	100%
<b>Abastecimiento de Población</b>	<b>165</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>
Asociación Atuel Medio	14694	387.5	149.0	-242.4	37%	-238.5	38%
Asociación Bowen	14776	389.8	149.9	-243.6	38%	-239.9	38%
Asociación Nuevo Alvear	13818	338.9	140.2	-212.2	37%	-198.7	41%
Concesion Boers y Kraft	46	1.7	0.5	-1.0	40%	-1.3	27%
Inspección Canal Arroyo	401	9.1	4.1	-5.4	41%	-5.0	45%
Inspección Canal Babacci	6321	178.1	64.1	-103.2	42%	-114.0	36%
Inspección Canal Correas	2554	46.9	25.9	-27.5	41%	-21.0	55%
Inspección Canal Perrone	4927	118.9	50.0	-68.7	42%	-68.9	42%
Inspección Canal Reguerira	4795	122.0	48.6	-70.9	42%	-73.3	40%
Inspección Izuel	7887	106.6	80.0	-66.4	38%	-26.6	75%
Inspección Real del Padre	8612	213.7	87.4	-134.0	37%	-126.4	41%
Inspección San Pedro	9698	348.8	98.4	-217.6	38%	-250.5	28%
<b>Total Río Atuel</b>	<b>88530</b>	<b>2262.1</b>	<b>898.0</b>	<b>-1392.9</b>	<b>38%</b>	<b>-1364.1</b>	<b>40%</b>

Tabla 27 Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Atuel(hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm <sup>3</sup> )	Oferta Disponible (hm <sup>3</sup> )	Suma de Fallos (hm <sup>3</sup> )	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm <sup>3</sup> )	Cobertura Global Anual (%)
Abastecimiento de Población	165	0.0	0.0	0.0	100%	0.0	100%
<b>Abastecimiento de Población</b>	<b>165</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>
Asociación Atuel Medio	14694	387.5	105.4	-283.0	27%	-282.1	27%
Asociación Bowen	14776	389.8	106.0	-284.8	27%	-283.8	27%
Asociación Nuevo Alvear	13818	338.9	99.2	-248.0	27%	-239.7	29%
Concesion Boers y Kraft	46	1.7	0.3	-1.2	29%	-1.4	19%
Inspección Canal Arroyo	401	9.1	2.9	-6.5	28%	-6.2	32%
Inspección Canal Babacci	6321	178.1	45.4	-127.5	28%	-132.8	25%
Inspección Canal Correas	2554	46.9	18.3	-33.6	28%	-28.6	39%
Inspección Canal Perrone	4927	118.9	35.4	-84.6	29%	-83.5	30%
Inspección Canal Reguerra	4795	122.0	34.4	-87.4	28%	-87.6	28%
Inspección Izuel	7887	106.6	56.6	-78.2	27%	-50.0	53%
Inspección Real del Padre	8612	213.7	61.8	-156.4	27%	-151.9	29%
Inspección San Pedro	9698	348.8	69.6	-254.8	27%	-279.2	20%
<b>Total Río Atuel</b>	<b>88530</b>	<b>2262.1</b>	<b>635.3</b>	<b>-1646.0</b>	<b>27%</b>	<b>-1626.8</b>	<b>28%</b>

Tabla 28 Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Medio – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm <sup>3</sup> )	Oferta Disponible (hm <sup>3</sup> )	Suma de Fallos (hm <sup>3</sup> )	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm <sup>3</sup> )	Cobertura Anual Global (%)
Malargüe Cañada Colorada	3560	83.4	90.7	-0.0	100%	7.3	100%
Malargüe Llanccanelo*	2478	-	86.4	-	-	-	-
<b>Total Río Malargüe</b>	<b>6038</b>	<b>162.9</b>	<b>177.13</b>	<b>-13.7</b>	<b>92%</b>	<b>14.3</b>	<b>100%</b>

\*Corresponde a la superficie empadronada de la laguna de Llanccanelo

Tabla 29 Cobertura de la Demanda – Máximo Compromiso – Año Seco – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm <sup>3</sup> )	Oferta Disponible (hm <sup>3</sup> )	Suma de Fallos (hm <sup>3</sup> )	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm <sup>3</sup> )	Cobertura Anual Global (%)
Malargüe Cañada Colorada	3560	83.4	55.0	-8.9	89%	-28.5	66%
Malargüe Llanccanelo*	2478	-	52.3	-	-	-	-
<b>Total Río Malargüe</b>	<b>6038</b>	<b>162.9</b>	<b>107.30</b>	<b>-41.6</b>	<b>74%</b>	<b>-55.6</b>	<b>66%</b>

\*Corresponde a la superficie empadronada de la laguna de Llanccanelo



## 7 ESCENARIO PROSPECTIVO –COEF. ENTREGA 1.0

### 7.1 INTRODUCCIÓN

264. En este escenario se plantea elevar el coeficiente de entrega para los derechos eventuales y precarios del 0.8 al 1. De manera de evaluar el balance hídrico y el impacto de aumento de la superficie de entrega que surge de este aumento del coeficiente de distribución. Los escenarios se analizan bajo dos situaciones, bajo año hidrológico medio y año hidrológico seco. En ambos casos se calcula la demanda con la eficiencia de aplicación actual 49.8%.

### 7.2 OFERTA

265. Se toman los regímenes hidrológicos de años medios y secos para el análisis.

### 7.3 DEMANDA

266. Las demandas utilizadas en este escenario corresponden a:

- ✓ Para el Rio Atuel: 61.379 ha cultivadas, es decir, un aumento del 8 % de las 57.009 ha cultivadas actuales.
- ✓ Para el Rio Malargüe: 3 260 ha cultivadas, es decir, un aumento del 20% de la superficie actual.
- ✓ Las parcelas que reciben dotación de riego desde el Rio Atuel.
- ✓ La eficiencia de aplicación es la actual: 49.8%.
- ✓ La información meteorológica de la Dirección de Contingencias Climáticas en coincidencia con los años hidrológicos utilizados como oferta (medio y seco).
- ✓ Los usos de suelo son obtenidos a través de la metodología Google Earth Engine.

267. Para el cálculo de la demanda en este escenario, el aumento de la superficie se lo ha considerado con la célula de cultivo actual.

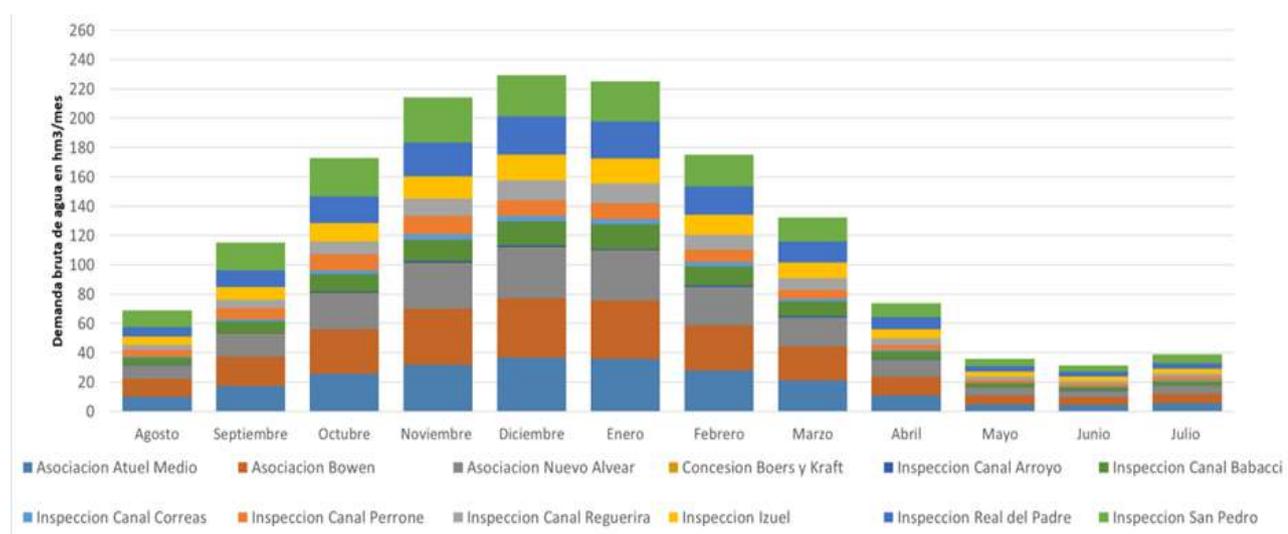
268. Obsérvese que la demanda total para las unidades de manejo del Rio Atuel en la situación actual es de: 1385 hm<sup>3</sup>/año, en el escenario de derechos al 100%, con la misma

eficiencia, este valor se eleva a 1514 hm<sup>3</sup>/año. El peso sobre la demanda de la superficie abandonada que se simula como cultivada, hace que la demanda sea un 9% mayor que en el escenario actual. Para la situación del Río Malargüe, la demanda de riego pasa de 82 hm<sup>3</sup> a 99 hm<sup>3</sup> al año.

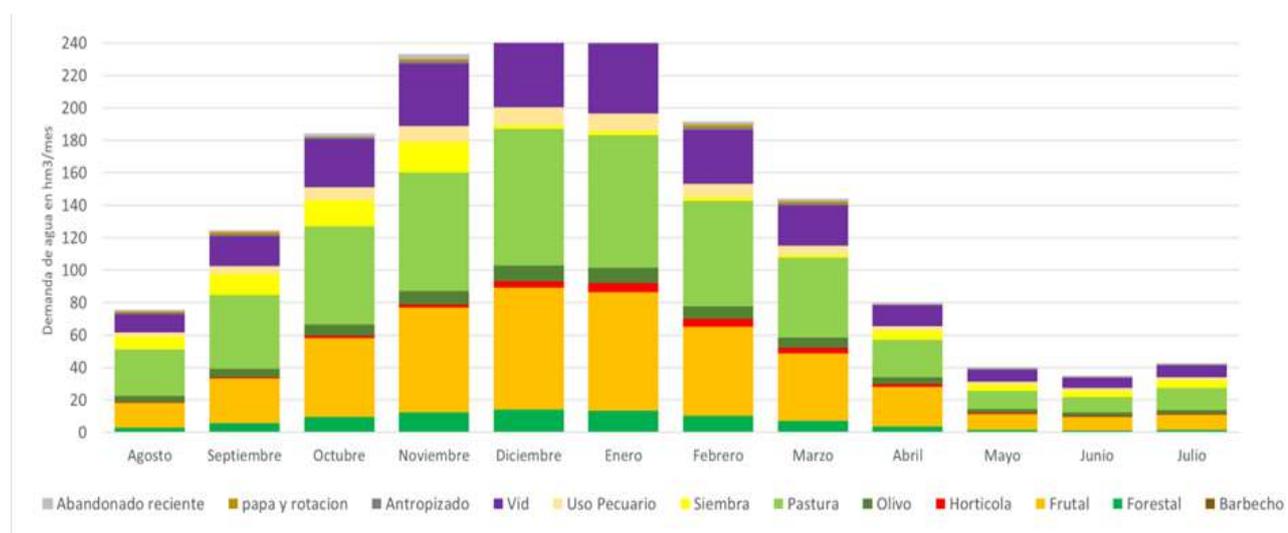
### 7.3.1 DEMANDA BRUTA RÍO ATUEL

269. En la se observa el comportamiento de la demanda expresada en hm<sup>3</sup> por UAM, mes a mes, a lo largo del año y la por tipo de uso.

**Figura 35. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por UAM del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)**



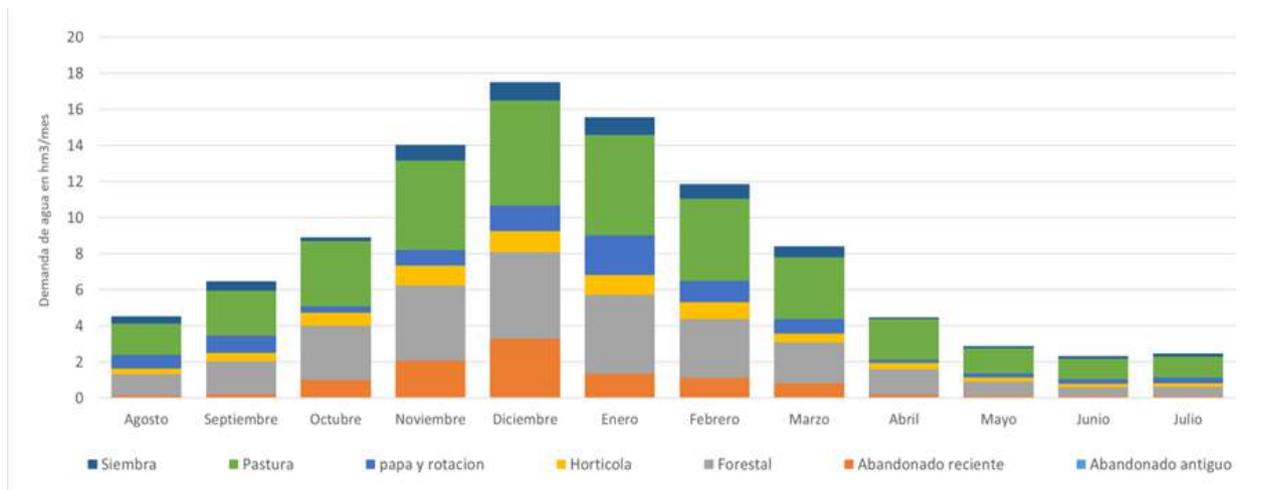
**Figura 36. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por Usos del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)**



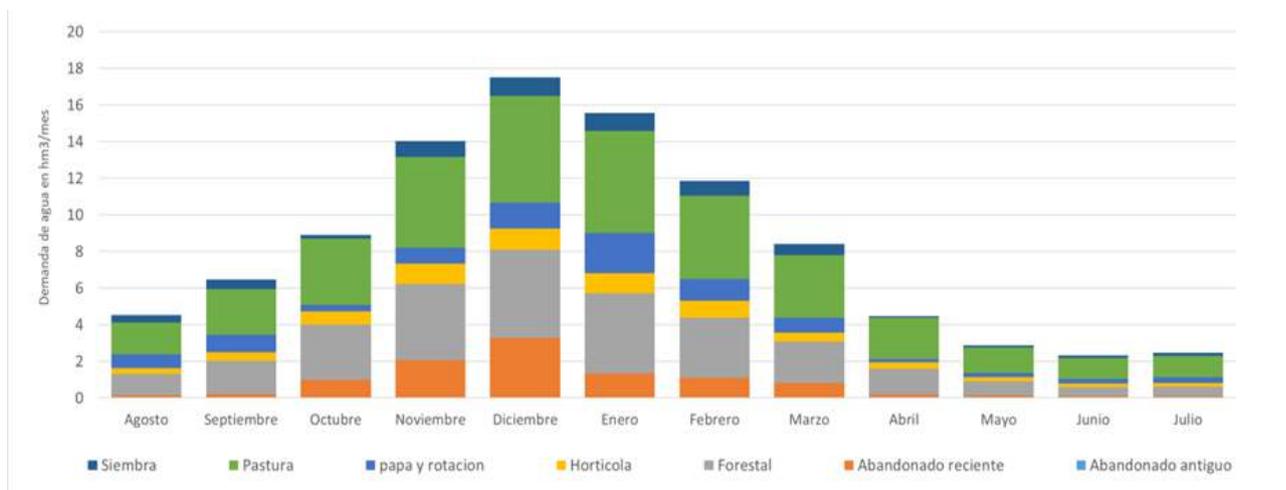
### 7.3.2 DEMANDA BRUTA AÑO RÍO MALARGÜE

270. En la Figura 37 se observa el comportamiento de la demanda expresada en hm<sup>3</sup>, mes a mes, a lo largo del año y la Figura 38 por tipo de uso.

**Figura 37. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por UAM del Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)**



**Figura 38. Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, por Usos del Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)**



## 7.4 RESULTADOS DE LA MODELACION

### 7.4.1 INSATISFACCIÓN DE LA DEMANDA

#### 7.4.1.1 Insatisfacción de la demanda - Año Medio

271. En la Gráfico 36, se presentan la insatisfacción de las demandas para años hidrológicos medios.

#### 7.4.1.2 Insatisfacción de la demanda - Año Seco

272. En la Gráfico 37, se presentan la insatisfacción de las demandas para años hidrológicos secos.

#### **7.4.2 COBERTURA DE LA DEMANDA RÍO ATUEL**

273. En la tabla de la se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un Año Medio. En la se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un año seco.

#### **7.4.3 COBERTURA DE LA DEMANDA RÍO MALARGÜE**

274. En la tabla de la se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un Año Medio. En la se presentan los resultados de la cobertura de la demanda para la un año seco.

Tabla 30 Demanda Bruta – Coef. de Entrega 1.0, para UAM del Río Atuel(hm³)

UAM	Asociación Atuel Medio		Asociación Bowen		Asociación Nuevo Alvear		Concesión Boers y Kraft		Inspección Canal Arroyo		Inspección Canal Babacci		Inspección Canal Correas		Inspección Canal Perrone		Inspección Canal Reguerira		Inspección Izuel		Inspección Real del Padre		Inspección San Pedro		Total Cuenca	
	Atuel Medio	Bowen	Nuevo Alvear	Boers y Kraft	Canal Arroyo	Canal Babacci	Canal Correas	Canal Perrone	Canal Reguerira	Izuel	Real del Padre	San Pedro	Total Cuenca													
Agosto	10.2	11.9	9.0	0.1	0.3	5.0	0.9	4.4	3.5	5.7	6.5	11.2	68.8													
Septiembre	17.3	20.0	15.4	0.1	0.6	8.0	1.6	7.3	5.7	8.9	11.4	18.7	115.0													
Octubre	25.6	30.5	24.4	0.3	1.0	11.9	2.7	10.7	9.0	12.4	18.1	26.2	172.8													
Noviembre	31.8	38.1	30.9	0.3	1.3	14.8	3.5	12.7	11.6	15.3	23.1	31.0	214.4													
Diciembre	36.6	40.7	34.0	0.4	1.5	16.5	3.6	10.8	13.5	17.7	26.1	28.2	229.5													
Enero	35.7	39.9	33.7	0.4	1.5	16.5	3.6	10.8	13.3	17.1	25.4	27.6	225.4													
Febrero	28.0	30.7	26.0	0.3	1.1	13.0	2.7	8.4	10.4	13.6	19.6	21.7	175.3													
Marzo	21.0	23.3	19.7	0.2	0.8	9.9	2.0	6.1	7.9	10.6	14.7	16.3	132.4													
Abril	10.8	13.1	11.1	0.1	0.4	5.3	1.1	3.6	4.4	6.1	8.3	9.7	73.9													
Mayo	4.9	6.1	5.1	0.0	0.2	2.7	0.5	1.9	2.2	3.5	3.9	5.0	36.0													
Junio	4.3	5.2	4.4	0.0	0.2	2.4	0.5	1.7	1.9	3.0	3.4	4.5	31.5													
Julio	5.5	6.5	5.2	0.0	0.2	2.9	0.6	2.4	2.2	3.5	4.0	5.9	39.0													
Suma	231.8	266.1	218.9	2.2	9.1	108.9	23.4	80.6	85.4	117.3	164.2	206.0	1514.0													

Tabla 31 Demanda Bruta - Coef. de Entrega 1.0, para UAM del Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)

Mes	Malargue	
	Cañada	Colorada
Agosto	4.5	
Septiembre	6.5	
Octubre	8.9	
Noviembre	14.0	
Diciembre	17.5	
Enero	15.6	
Febrero	11.9	
Marzo	8.4	
Abril	4.5	
Mayo	2.9	
Junio	2.3	
Julio	2.5	
<b>Total</b>	<b>99.4</b>	

#### 7.4.4 GARANTÍAS

##### 7.4.4.1 Garantía Año Medio

275. Al igual que la situación actual, no se cumple con los criterios de garantía de riego estipulados, para un año medio. Por lo tanto, considerando el aumento de superficie de riego demandante de agua que significa llevar los eventuales al 100%, no se cumple con la condición de garantía del sistema de riego, para años hidrológicos medios y eficiencia de riego establecida para este escenario.

276. Las UAM que toman agua del Río Atuel para el escenario de entrega con derechos al 100% poseen una cobertura anual global del 59% para un año medio. Este valor, para el caso del Río Malargüe es del 100%.

277. Sin embargo, considerando la temporalidad con la que se va presentando la oferta y la demanda, se producen déficits mensuales. Estos déficits generan coberturas mensuales más bajas llegando al valor de 57% de cobertura por suma de fallos. Para el caso del Río Malargüe, la cobertura por suma de fallos se mantiene en niveles del 87%.

278. Bajo este escenario de máximo compromiso, tanto la cuenca irrigada del Río Atuel como la del Malargüe, no cumplen los criterios de garantía de riego estipulados, para un año Medio.

##### 7.4.4.2 Garantía Año Seco

279. Al igual que la situación de año medio, no se cumple con los criterios de garantía de riego estipulados para un año seco. Por lo tanto, considerando el aumento de superficie de riego demandante de agua que significa llevar los eventuales al 100%, no se cumple con la condición de garantía del sistema de riego, para años hidrológicos secos y eficiencia de riego establecida.

280. Las UAM que toman agua del Río Atuel para el escenario de entrega con derechos al 100% poseen una cobertura anual global del 42% para un año medio. Este valor, para el caso del Río Malargüe es del 79%.

281. Sin embargo, considerando la temporalidad con la que se va presentando la oferta y la demanda, se producen déficits mensuales. Estos déficits generan coberturas mensuales más bajas llegando al valor de 41% de cobertura por suma de fallos. Para el caso del Río Malargüe, la cobertura por suma de fallos se mantiene en niveles del 65%.

282. Bajo este escenario de máximo compromiso, tanto la cuenca irrigada del Río Atuel como la del Río Malargüe, no cumple los criterios de garantía de riego estipulados, para un año medio.

#### **7.4.4.3 Comentarios**

283. Este escenario no cumple con los niveles de garantías. Ya que incluso en la situación actual no se cumple con esta regla, más aún con el aumento de superficie que representa el pasaje de los eventuales al 100%. Los resultados son similares a la situación actual ya que el aumento de superficies es bajo (5%) por lo que este escenario no genera un impacto relevante.

284. La evaluación de este escenario indica que el pasaje de los eventuales al 100 % no genera un impacto significativo en las coberturas de las demandas para las concesiones otorgadas en la cuenca.

285. De la misma manera que cuando se evaluó el escenario anterior, es interesante comparar este escenario cuando se calcula con la demanda Neta. Es decir, sin contemplar las pérdidas en los sistemas de riego como así también las de conducción externas.

286. Bajo estas consideraciones para años hidrológicos medios la cobertura anual global es del 100%, y la cobertura por suma de fallos es del 100%. Bajo un régimen hidrológico de año seco, estos indicadores se comportan de la siguiente manera respectivamente 100% y 100%.

287. Cumpliéndose las reglas de garantías en ambos casos, se tiene como conclusión que el punto de equilibrio entre la demanda de los cultivos y la oferta en el río está en las eficiencias del uso del agua.

Figura 39. Insatisfacción de la Demanda – Coef. de Entrega 1.0 – Año medio, por UAM del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

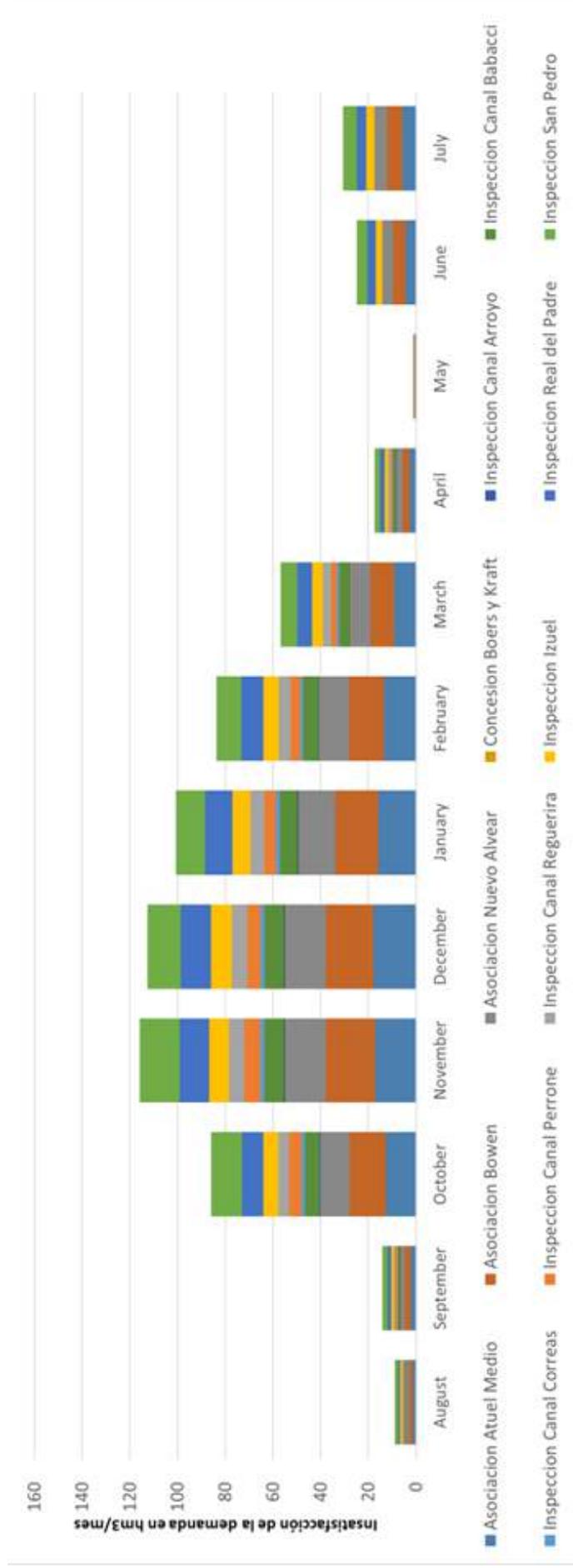


Figura 40. Insatisfacción de la Demanda – Coef. de Entrega 1.0 – Año Seco, por UAM del Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

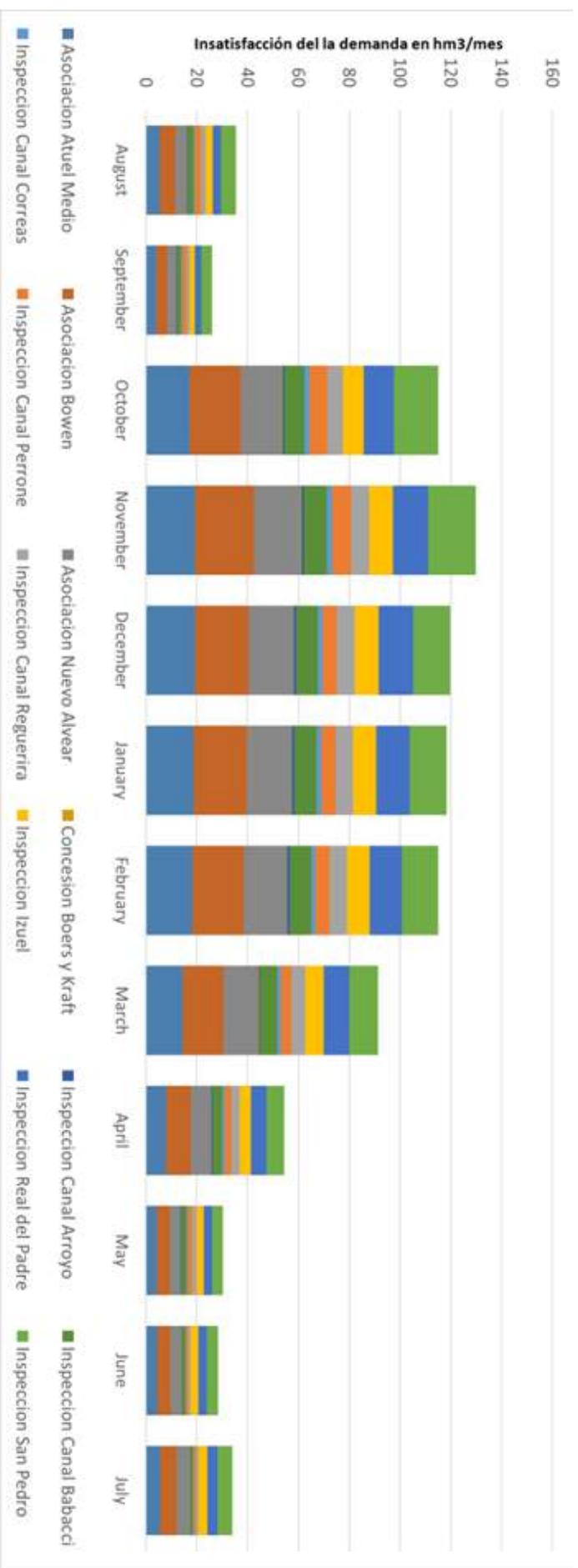


Tabla 32 Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Medio – Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm <sup>3</sup> )	Oferta Disponible (hm <sup>3</sup> )	Suma de Fallos (hm <sup>3</sup> )	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm <sup>3</sup> )	Cobertura Anual Global (%)
Abastecimiento de Población	165	0.0	0.0	0.0	100%	0.0	100%
<b>Abastecimiento de Población</b>	<b>165</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>	<b>0.0</b>	<b>100%</b>
Asociación Atuel Medio	9416	231.8	136.9	-102.1	56%	-94.9	59%
Asociación Bowen	11216	266.1	163.1	-117.2	56%	-103.0	61%
Asociación Nuevo Alvear	9928	218.9	144.4	-96.8	56%	-74.5	66%
Concesion Boers y Kraft	57	2.2	0.8	-0.9	59%	-1.3	39%
Inspección Canal Arroyo	403	9.1	5.9	-3.7	60%	-3.3	64%
Inspección Canal Babacci	3888	108.9	56.5	-42.7	61%	-52.4	52%
Inspección Canal Correas	1901	23.4	27.7	-9.3	60%	4.3	100%
Inspección Canal Perrone	3608	80.6	52.5	-31.2	61%	-28.1	65%
Inspección Canal Reguerira	3593	85.4	52.3	-33.8	60%	-33.2	61%
Inspección Izuel	4898	117.3	71.2	-51.6	56%	-46.1	61%
Inspección Real del Padre	7113	164.2	103.4	-72.9	56%	-60.8	63%
Inspección San Pedro	5728	206.0	83.3	-89.8	56%	-122.7	40%
<b>Total Río Atuel</b>	<b>61749</b>	<b>1514.0</b>	<b>898.0</b>	<b>-651.8</b>	<b>57%</b>	<b>-616.0</b>	<b>59%</b>

Tabla 33 Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Seco – Río Atuel (hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm <sup>3</sup> )	Oferta Disponible (hm <sup>3</sup> )	Suma de Fallos (hm <sup>3</sup> )	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm <sup>3</sup> )	Cobertura Anual Global (%)
Abastecimiento de Población	165	0.0	0.0	0.0	100%	0.0	100%
Abastecimiento de Población	165	0.0	0.0	0.0	100%	0.0	100%
Asociación Atuel Medio	9416	231.8	96.9	-138.2	40%	-134.9	42%
Asociación Bowen	11216	266.1	115.4	-159.1	40%	-150.7	43%
Asociación Nuevo Alvear	9928	218.9	102.1	-131.3	40%	-116.7	47%
Concesion Boers y Kraft	57	2.2	0.6	-1.2	43%	-1.6	27%
Inspección Canal Arroyo	403	9.1	4.1	-5.2	42%	-5.0	45%
Inspección Canal Babacci	3888	108.9	40.0	-62.5	43%	-68.9	37%
Inspección Canal Correas	1901	23.4	19.6	-13.4	42%	-3.8	84%
Inspección Canal Perrone	3608	80.6	37.1	-45.8	43%	-43.5	46%
Inspección Canal Reguerira	3593	85.4	37.0	-49.3	42%	-48.5	43%
Inspección Izuel	4898	117.3	50.4	-70.8	40%	-66.9	43%
Inspección Real del Padre	7113	164.2	73.2	-98.6	40%	-91.1	45%
Inspección San Pedro	5728	206.0	58.9	-122.7	40%	-147.1	29%
<b>Total Río Atuel</b>	<b>61749</b>	<b>1514.0</b>	<b>635.3</b>	<b>-898.3</b>	<b>41%</b>	<b>-878.6</b>	<b>42%</b>

Tabla 34 Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Medio – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm3)	Oferta Disponible (hm3)	Suma de Fallos (hm3)	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm3)	Cobertura Anual Global (%)
Malargüe Cañada Colorada	3260	99.4	129.9	-0.2	100%	30.4	100%
Malargüe Llanquanelo*	2478	-	159.3	-	-	-	-
<b>Total Río Malargüe</b>	<b>5738</b>	<b>221.4</b>	<b>289.22</b>	<b>-29.3</b>	<b>87%</b>	<b>67.8</b>	<b>100%</b>

\*Corresponde a la superficie empadronada de la laguna de Llanquanelo

Tabla 35 Cobertura de la Demanda – Coef. de Entrega a 1.0, Año Seco – Río Malargüe (hm<sup>3</sup>)

Unidad de Manejo	Sup. Emp. Cult.	Demanda Bruta (hm3)	Oferta Disponible (hm3)	Suma de Fallos (hm3)	Cobertura por Suma de Fallos (%)	Balance Global Anual (hm3)	Cobertura Anual Global (%)
Malargüe Cañada Colorada	3260	99.4	78.7	-17.4	82%	-20.8	79%
Malargüe Llanquanelo*	2478	-	96.5	-	-	-	-
<b>Total Río Malargüe</b>	<b>5738</b>	<b>221.4</b>	<b>175.20</b>	<b>-77.9</b>	<b>65%</b>	<b>-46.2</b>	<b>79%</b>

\*Corresponde a la superficie empadronada de la laguna de Llanquanelo



## 8 RESUMEN EJECUTIVO

288. De acuerdo a los trabajos realizados para la concreción de esta actualización del Balance Hídrico de los Ríos Atuel y Malargüe, se concluye que:

- ✓ este documento describe la actualización del Balance Hídrico de las aguas superficiales, es decir, analiza las coberturas de las demandas de las concesiones superficiales, dotadas ya sea del Dique Valle Grande, para el Atuel, o del Dique Blas Brísoli, para el Malargüe.
- ✓ se presentan los resultados de siete balances: el Balance Hídrico Actual, que considera solamente la superficie cultivada actual; y varios Balances Hídricos Prospectivos, que consideran, para Años Medios y Secos, 2 escenarios distintos: i) la totalidad de la superficie empadronada; y ii) igualando el coeficiente de entrega, de todas las categorías, a 1.0 como si fueran Derecho Definitivo.
- ✓ se han considerado escenarios de contexto de oferta y demanda hídrica basadas en el empadronamiento y uso del agua superficial de las Unidades Administrativas de Manejo (UAM).
- ✓ se definieron 28 UAM: de uso conjunto superficial y subterránea (se dotan del río y las perforaciones en aquellas propiedades que poseen); y 6 UAM con abastecimiento de desagües y surgencias.
- ✓ aquellas propiedades que poseen perforación y tienen la posibilidad de complementar su dotación superficial con perforación de agua subterránea, satisfacen las demandas totales con el uso del recurso.
- ✓ la modelación de la oferta se ha realizado con los valores históricos de la Sección de Aforos de La Angostura, en el río Atuel, aguas arriba del dique Nihuil. Para el Río Malargüe se ha considerado la estación La Barda.
- ✓ el Año Medio tiene un módulo anual medio de 27,4 m<sup>3</sup>/s, un derrame anual medio de 898 hm<sup>3</sup>.
- ✓ el Año Seco tiene un módulo anual medio de 16,0 m<sup>3</sup>/s, un derrame anual medio de 635 hm<sup>3</sup>.
- ✓ para el cálculo de la Demanda Neta de los cultivos se identificaron 10 tipos de usos representativos de la zona de estudio, mediante la utilización de la herramienta Google Earth Engine.

Tabla 36 Usos de Suelo y Cultivo de Referencia

USO	CULTIVO DE REFERENCIA
Sistematizado para Riego	Terrenos incultos con Derecho
Forestal	álamo
Frutal	duraznero
Hortícolas	tomate
Olivo	olivo
Pasturas	alfalfa
Vid	Vid
Siembra	Ajo
Uso Pecuario	Terrenos con derecho con pasto natural de pastoreo directo
Barbecho	Rotación de cultivos

- ✓ en la determinación de la Demanda Bruta se tuvo en cuenta Demanda Neta de los cultivos y las eficiencias de conducción y aplicación, además de los usos culturales del agua.
- ✓ la eficiencia de conducción general tiene un valor de 81,9 %, resultante de un promedio ponderado de las eficiencias de conducción de cada UAM, valores que se utilizaron en la modelación de cada una de ellas.
- ✓ para la determinación de la eficiencia de aplicación o intrafinca global de todo el sistema, se tuvieron numerosos ensayos realizados, quedando en un valor de 49.8% (ponderado según la superficie de cada UAM).
- ✓ se evalúan 3 indicadores básicos para definir las características de cada simulación: Insatisfacción de la Demanda, Cobertura de la Demanda y Garantía.
- ✓ la Insatisfacción de la Demanda es el volumen de agua faltante para cubrir al 100% la Demanda Bruta de los cultivos, con la oferta considerada o disponible.
- ✓ la Cobertura de la Demanda se expresa mediante dos indicadores: Cobertura por Suma de Fallos y Cobertura Global Anual.
- ✓ la Cobertura Anual Global es el cociente porcentual entre oferta anual y demanda bruta anual.
- ✓ la Cobertura por Suma de Fallos es la relación entre la diferencia de la demanda bruta y la suma de fallos mensuales, respecto de la demanda bruta e indica cuál es el porcentaje de la Demanda Bruta que ha sido efectivamente satisfecho con la oferta disponible, considerando las coberturas mensuales para cada UAM.
- ✓ la Garantía del sistema de riego está referida a la capacidad de los sistemas para satisfacer las demandas en un determinado período de tiempo. Se evalúa que

durante un mes no se satisfaga el 75 % de la demanda o que, durante tres meses seguidos, o más, el valor de la disponibilidad de cada mes esté entre el 75 % y el 80 % de la demanda. Se considera una garantía aceptable, si se sitúa entre el 85% y 90%.

- ✓ el resumen de resultados de la modelación de los escenarios, para el Río Atuel son:

Balance Hídrico Río Atuel	Actual	
	Año Medio	Año Seco
Tipo de año de la oferta	898 hm <sup>3</sup>	635 hm <sup>3</sup>
Volumen anual Distribuido para riego	15752 m <sup>3</sup> /ha	11144 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia	Actual	
Superficie bajo riego	57009 ha	
Demanda Bruta agrícola	1385 hm <sup>3</sup>	1385 hm <sup>3</sup>
Insatisfacción de la Demanda	526 hm <sup>3</sup>	769 hm <sup>3</sup>
Cobertura por Suma de Fallos	62%	44%
Cobertura Anual Global	65%	46%
Garantía Sistema de Riego	No es aceptable	

Balance Hídrico Río Atuel	Sup Total Empadronada	
	Año Medio	Año Seco
Tipo de año de la oferta	898 hm <sup>3</sup>	635 hm <sup>3</sup>
Volumen anual Distribuido para riego	10143 m <sup>3</sup> /ha	7176 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia	Actual	
Superficie bajo riego	88530 ha	
Demanda Bruta agrícola	2262 hm <sup>3</sup>	2262 hm <sup>3</sup>
Insatisfacción de la Demanda	1393 hm <sup>3</sup>	1646 hm <sup>3</sup>
Cobertura por Suma de Fallos	38%	27%
Cobertura Anual Global	40%	28%
Garantía Sistema de Riego	No es aceptable	

Balance Hídrico Río Atuel	Coef. Entrega al 100%	
	Año Medio	Año Seco
Tipo de año de la oferta	Año Medio	Año Seco
Volumen anual Distribuido para riego	898 hm <sup>3</sup>	635 hm <sup>3</sup>
	14543 m <sup>3</sup> /ha	10289 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia	Actual	
Superficie bajo riego	61749 ha	
Demanda Bruta agrícola	1514 hm <sup>3</sup>	1514 hm <sup>3</sup>
Insatisfacción de la Demanda	652 hm <sup>3</sup>	898 hm <sup>3</sup>
Cobertura por Suma de Fallos	57%	41%
Cobertura Anual Global	59%	42%
Garantía Sistema de Riego	No es aceptable	

- ✓ el resumen de resultados de la modelación de los escenarios, para el Río Malargüe son:

Balance Hídrico Río Malargüe	Actual	
	Año Medio	Año Seco
Tipo de año de la oferta	Año Medio	Año Seco
Volumen anual distribuido para riego	71 hm <sup>3</sup>	43 hm <sup>3</sup>
	26154 m <sup>3</sup> /ha	15843 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia	Actual	
Superficie bajo riego	2713 ha	
Demanda Bruta agrícola	82 hm <sup>3</sup>	82 hm <sup>3</sup>
Insatisfacción de la Demanda	0 hm <sup>3</sup>	8 hm <sup>3</sup>
Cobertura por Suma de Fallos	100%	90%
Cobertura Anual Global	87%	53%
Garantía Sistema de Riego	Si es aceptable	No es aceptable

Balance Hídrico Río Malargüe	Sup Total Empadronada	
	Año Medio	Año Seco
Tipo de año de la oferta	Año Medio	Año Seco
Volumen anual distribuido para riego	91 hm <sup>3</sup>	55 hm <sup>3</sup>
	25485 m <sup>3</sup> /ha	15438 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia	Actual	
Superficie bajo riego	3560 ha	
Demanda Bruta agrícola	83 hm <sup>3</sup>	83 hm <sup>3</sup>
Insatisfacción de la Demanda	0 hm <sup>3</sup>	9 hm <sup>3</sup>
Cobertura por Suma de Fallos	100%	89%
Cobertura Anual Global	100%	66%
Garantía Sistema de Riego	> 80% - Si es aceptable	< 80% - No es aceptable

Balance Hídrico Río Malargüe	Coef. Entrega al 100%	
	Año Medio	Año Seco
Tipo de año de la oferta		
Volumen anual distribuido para riego	80 hm <sup>3</sup>	48 hm <sup>3</sup>
	24398 m <sup>3</sup> /ha	14779 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia	Actual	
Superficie bajo riego	3260 ha	
Demanda Bruta agrícola	99 hm <sup>3</sup>	99 hm <sup>3</sup>
Insatisfacción de la Demanda	0 hm <sup>3</sup>	17 hm <sup>3</sup>
Cobertura por Suma de Fallos	100%	82%
Cobertura Anual Global	80%	48%
Garantía Sistema de Riego	Si es aceptable	No es aceptable



## 9 BIBLIOGRAFÍA

- Bacaro, A. y Otros; 2014. Estimación de Eficiencias de Conducción en el Río Mendoza. Departamento General de Irrigación. Mendoza.
- Bruijnzeel, L.A.; 1991. Hydrological impacts of tropical forest conversion. *Nature & Resources* 27 2):36-45.
- Chambouleyron, J., Menenti, M. Fornero, L., Morábito, J. Y Stefanini, L.; 1982. Evaluación y optimización del uso del agua en grandes redes de riego. INCyTH -IILA. Roma. Italia.
- Chambouleyron, J. Y Morábito, J.; 1982. Evaluación de riego en fincas. INCyTH CRA. Mendoza, Argentina.
- Departamento General de Irrigación; 2005. Sistema de Información para la Planificación Hídrica. Planes Directores de Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Provincia de Mendoza. Proyecto PNUD/FAO/ARG/00/008. Mendoza.
- Estrela, T.; 1992. Metodología y Recomendaciones para la Evaluación de Recursos Hídricos. Centro de Estudios Hidrográficos - Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, Madrid, España. 52 p.
- Heras, R.; 1983. Recursos Hídricos Síntesis, Metodología y Normas. Edita Cooperativa de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Almagro, 42 -Madrid. 4361 p.
- Mustoni, N.; Comes, D.; Femenía, A.; 2010. Uso de Imágenes Satelitales para la gestión de los Recursos Hídricos. Unidad de SIG y Teledetección. Departamento General de Irrigación, Mendoza.
- Organización Meteorológica Mundial; 2009. Guía de Prácticas Hidrológicas (OMM No.168). Ginebra, Suiza.
- Pladeyra; 2003. Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala, México.
- Proyecto PNUD/FAO/ARG/00/008 – DGI; 2005. Plan Director de Ordenamiento de Recursos Hídricos – Informe Principal. Volumen I. Cuenca del Río Mendoza. Mendoza, Argentina.

- Rendón, Luis.; 2003. La cuenca: sistema hidrológico o curso de agua natural. IMTA. Documento electrónico.
- Sánchez San Roman; J. 2001. El agua en el suelo. Web.usual.es/javisan/hidro/temas/T040 Sing, H.V.P. (1989. Hydrologic Systems Vol II watershed modeling Prentice Hall, New Jersey 320 pp.
- Satlari, G.; 2011. Infiltración y Erosión: sus efectos sobre la red de canales a partir de la regulación del río Mendoza. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Villodas, A. Rubén; 2008. Hidrología I. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- WEAP; 2011. User Guide. Stockholm Environment Institute.

## 10 SIGLAS

- ACRE                   Área de Cultivos Restringidos y Especiales.
- ArcGIS                Software de información geográfica.
- AySAM                Agua y Saneamiento Mendoza.
- ASAE                 American Society of Agriculture Engenners
- BPA                   Buenas Prácticas Agrícolas.
- CE                    Conductividad Eléctrica.
- CEPAL                Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Naciones Unidas).
- CEZA.                Centro de Estudios de Zonas Áridas.
- Cl.                    Canal.
- COHIFE               Consejo Hídrico Federal.
- COIRCO              Comité Interjurisdiccional del Río Colorado.
- CONICET             Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- COVIAR              Corporación Vitícola Argentina.
- CRA                   Centro Regional Andino.
- DA                    Demanda Agrícola.
- DGI                   Departamento General de Irrigación (Gobierno de Mendoza).
- DN                    Demanda Neta.
- DU                    Disponibilidad Unitaria.
- EA                    Eficiencia de Aplicación.
- EAP                   Explotación Agropecuaria.
- EC                    Eficiencia de Conducción.
- EMI                   Estrategia de Manejo Integrado.
- EPSA                 Estratégicas Provinciales para el Sector Agropecuario.

- ER Eficiencia Razonable.
- Eto Evapotranspiración del cultivo de referencia.
- Et Evapotranspiración.
- FAO Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FCA Faculta de Ciencias Agrarias.
- FDH Fondo de Desarrollo Hídrico.
- GEE Google Earth Engine.
- GIS Sistema de Información Geográfica.
- ha Hectáreas.
- HaSI derechos pagos o al día.
- HEC-RAS Hidrologic Engenier Center – River Analisis Sistem. Programa de Cálculo hidráulico.
- hm Hectómetros.
- IdC Inspección de Cauce.
- IDR Instituto de Desarrollo Rural
- IF Informe técnico.
- INA Instituto Nacional del Agua (Argentina).
- INDEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- INV Instituto Nacional de Vitivinicultura.
- IVAN Índice del Valor Actual Neto.
- Kc Coeficiente de cultivos.
- LR Lámina de Riego.
- MAGyP Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- MD Margen derecha.
- MI Margen izquierda

- MIRH Manejo Integrado de los Recursos Hídricos.
- M&E Monitoreo y Evaluación.
- ONG Organización No Gubernamental.
- ONU Organización de las Naciones Unidas.
- OSMSA Obras Sanitarias Mendoza S.A.
- PBG Producto Bruto Geográfico.
- Pef. Precipitación efectiva.
- PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PROSAP Programa de Servicios Agrícolas Provinciales.
- RSU Residuos Sólidos Urbanos.
- SAGPyA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.
- SAPEM Sociedad Anónima con Participación Estatal Mayoritaria.
- SECYT Secretaría de Ciencia y Técnica.
- SENASA Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
- SEV Sondeos eléctricos verticales.
- SFR Superficie Factible de Riego.
- SIH Sistema de Información Hidronivometeorológica.
- SIPH Sistema de Información Planificación Hídrica.
- SNIH Sistema Nacional de Información Hídrica.
- SRRHH Subsecretaría de Recursos Hídricos.
- UAM Unidad Administrativa de Manejo.
- UNCuyo Universidad Nacional de Cuyo.
- UNSL Universidad Nacional de San Luis.
- UNSJ Universidad Nacional de San Juan.
- USD Dólar norteamericano.

- VAD Volumen de agua disponible.
- WEAP Software Water Evaluation And Planning.
- Wm Punto de marchitamiento.