MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

Determinación de la Disponibilidad de Aguas Subterráneas en el Valle del Río Aconcagua.

IT DARH N° 163

SDT N° 372

Santiago, de Julio 2015.

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES..... 3

2 OBJETIVO..... 3

3 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

3.1 Geología del valle del río Aconcagua 4

3.2 Modelo de operación del sistema, MOS ACN 2008..... 9

3.3 Estudio Hidrogeológico..... 12

4 MODELO NUMÉRICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

4.1 Implementación del modelo..... 14

4.2 Calibración y validación del modelo..... 18

4.3 Simulaciones..... 19

4.4 Criterios Oficiales de Sustentabilidad de Acuíferos en Modelos Tipo Modflow 21

4.5 Aplicación de los Criterios, Resultados..... 23

5 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN LA CUENCA DEL VALLE DEL RÍO ACONCAGUA.....22

6 DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS.....24

6.1 Demanda Comprometida de Recursos Hídricos..... 28

6.2 Situación de Disponibilidad Final para Derechos Definitivos 29

6.3 Volumen Total Factible de Otorgar como Derechos de Aprovechamiento Provisional..... 30

7 CONCLUSIONES 32

ANEXO 1 DEMANDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

1 ANTECEDENTES

En diciembre del año 2009, el DICTUC, desarrolló el Informe "Modificación Modelos DGA Visual Modflow – MOS y MOS-PS para la determinación de disponibilidad real de aguas subterráneas en el valle del Aconcagua" con el objeto contar con una herramienta de apoyo corregida y actualizada en función de nuevos antecedentes y el desarrollo tecnológico, modificando los modelos MOS y Visual Modflow del valle del Aconcagua utilizados por la Dirección General de Aguas.

Los cambios a la estructura de los modelos de la DGA, generaron un nuevo modelo conceptual hidrológico, simplificando el proceso de operación y reduciendo errores, constituyéndose de esta forma en una herramienta de gran capacidad para representar y simular de manera adecuada el funcionamiento de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos.

A partir de nuevos y abundantes antecedentes de geología y geofísica, datos de pozos sobre habilitación y pruebas de bombeo, dicho estudio permitió entonces, conocer y definir de mejor manera las características y propiedades de los acuíferos de la cuenca del Aconcagua, siendo éste caracterizado desde la perspectiva de su funcionamiento, conexión río acuífero, distribución espacial de la profundidad de niveles, piezometría, sentido de escurrimiento subterráneo asociado, variación temporal de los niveles en pozos, productividad de los pozos y valores de permeabilidad entre otros.

2 OBJETIVOS

El objetivo general del presente informe es dar a conocer los alcances del Informe "Modificación Modelos DGA Visual Modflow – MOS y MOS-PS para la determinación de disponibilidad real de aguas subterráneas en el valle del Aconcagua" 2009.

El objetivo específico es analizar la situación de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en la cuenca del río Aconcagua, y determinar la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos para el otorgamiento derechos de aprovechamiento

Quedan excluidos del presente informe, en lo referente a la determinación de la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos, los sectores 1, 2, 3 y 4, definidos en el informe técnico SDT N° 357 de junio de 2014 denominado "Determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, Valle del río Aconcagua".

3 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

3.1 Geología del valle del río Aconcagua

El estudio geológico tuvo por objetivo describir el contexto geológico, tanto de superficie como subsuperficie, del valle donde se anida el acuífero, en base a la revisión, recopilación y reinterpretación de numerosos antecedentes disponibles, donde se destaca la estratigrafía de pozos y los estudios geofísicos previos, lo que permitió básicamente obtener:

a) la delimitación en superficie del contacto roca relleno,
b) la interpretación de la profundidad del basamento y
c) la definición y caracterización de los diferentes estratos.

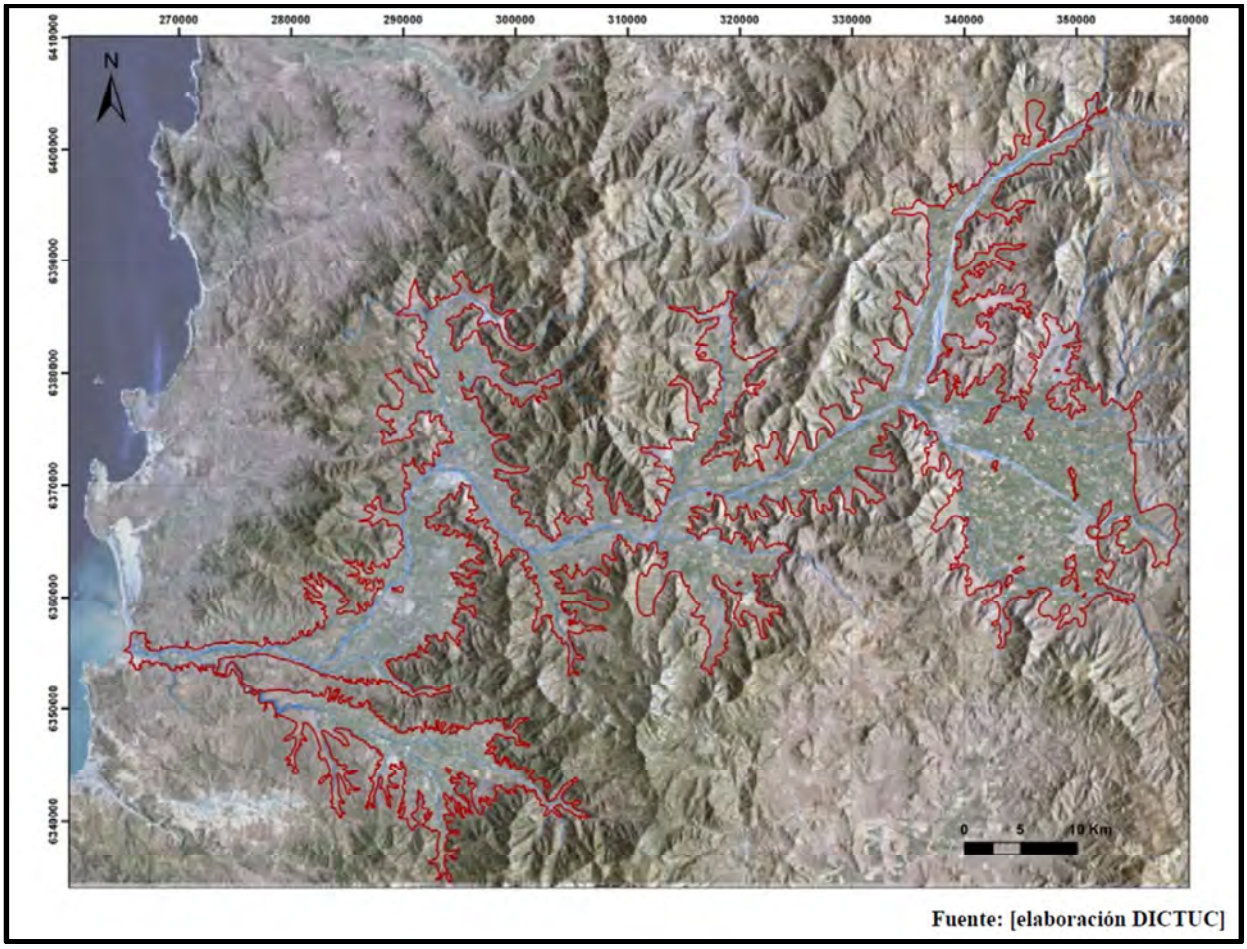
La geología del área de estudio está compuesta principalmente, por rocas volcánicas interestratificadas con sedimentos marinos y continentales, cuyas edades fluctúan entre el Triásico superior y el Mioceno superior. Además existen variados cuerpos intrusivos datados entre el Paleozoico superior y el Plioceno y una importante extensión de terreno cubierta por depósitos sedimentarios no consolidados, de edad cuaternaria (menor a 1,8 Ma) y en menor proporción de edad Terciaria, cuyo origen se asocia a procesos de erosión, transporte y sedimentación aluvial y fluvial.

El valle del río Aconcagua presenta un importante control estructural que se ve reflejado en su geomorfología y en la distribución de las unidades geológicas. Desde el límite occidental de la Cordillera Principal situada al este de la ciudad de Los Andes, hasta la desembocadura en la localidad de Con, presenta rasgos geomorfológicos de transición entre las cuencas del centro de Chile y los valles transversales del Norte Chico. La zona comprendida entre Los Andes y San Felipe se podría caracterizar como una pequeña depresión central, con un valle de dimensiones similares tanto en dirección NS como EO (15 x 15 km2 aprox.), en cambio, inmediatamente al oeste de esta zona, la morfología del valle cambia radicalmente, tomando características más similares a los valles transversales de más al norte.

La delimitación en superficie del contacto roca relleno, que representa el límite del modelo hidrogeológico conceptual, se trazó, esencialmente, en base a tres criterios: topográfico, geológico y geomorfológico, los que en general dan resultados similares, debido a la estrecha relación entre ellos. El principal criterio utilizado fue el topográfico, ya que cambios en la pendiente son indicativos del paso de roca a relleno. De esta forma, se incluyeron como parte del relleno sedimentario las superficies relativamente planas y con pendiente baja, mientras que aquellas superficies con pendientes abruptas y cuyo espesor estimado de relleno fuese poco significativo, quedaron fuera del límite del modelo. El relleno sedimentario está representado por depósitos Cuaternarios que se extienden por todo el valle y, en menor proporción, por depósitos Terciarios distribuidos principalmente en la parte baja del valle.

Debido a la mayor consolidación que presentan los últimos en relación al relleno Cuaternario en general, sólo se incluyeron como parte del relleno cuando existían

evidencias de pozos que indicaran un espesor considerable de sedimentos permeables. La superficie del relleno corresponde a aproximadamente 1.200 km2. El mapa N°1 muestra el contacto roca relleno para el valle del Aconcagua definido en el Informe "Modificación Modelos DGA Visual Modflow – MOS y MOS-PS para la determinación de disponibilidad real de aguas subterráneas en el valle del Aconcagua" 2009.



Mapa N° 1 Contacto roca relleno o límite del acuífero del valle del río Aconcagua.

Los criterios utilizados para la interpretación de la profundidad del basamento se basaron en un conocimiento tanto de los métodos geofísicos involucrados como del contexto hidrogeológico del valle del río Aconcagua. Se consideró como el dato más confiable la estratigrafía de pozos que al ser relativamente escasa sirvió principalmente para calibrar los datos geofísicos, los cuales abarcaban gran parte del valle.

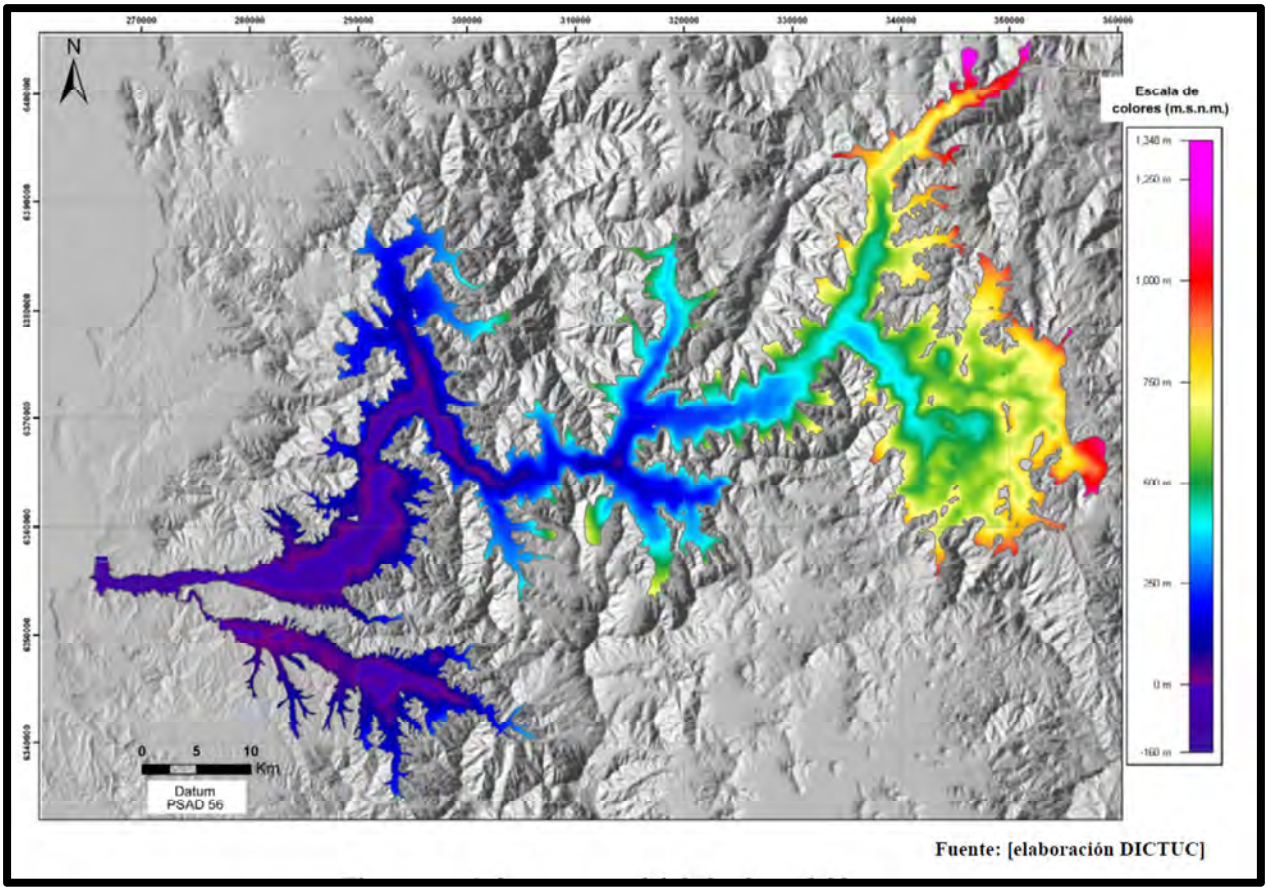
Los perfiles confeccionados permitieron delinear la geometría del basamento impermeable. Se obtuvo como resultado la cota del basamento, es decir, la altura del basamento con respecto al nivel del mar. El mapa n°2 muestra en colores, la cota del basamento para el área de estudio.

Entre Los Andes y San Felipe, en donde hay un pequeño desarrollo de la "Depresión Central", se depositan gran cantidad de sedimentos de granulometría gruesa, debido al cambio de energía del río Aconcagua al pasar de un dominio cordillerano de alta energía a uno de baja energía, y al aporte de esteros al norte y sur del río. En esta zona el basamento se encuentra a unos 200 m en promedio, alcanzando en algunas zonas hasta los 360 m de profundidad y aflorando en otras, en numerosos cerros islas constituidos principalmente, por rocas cretácicas volcanosedimentarias de la Formación Las Chilcas. Esta unidad junto con numerosos cuerpos intrusivos representa el basamento impermeable para este sector.

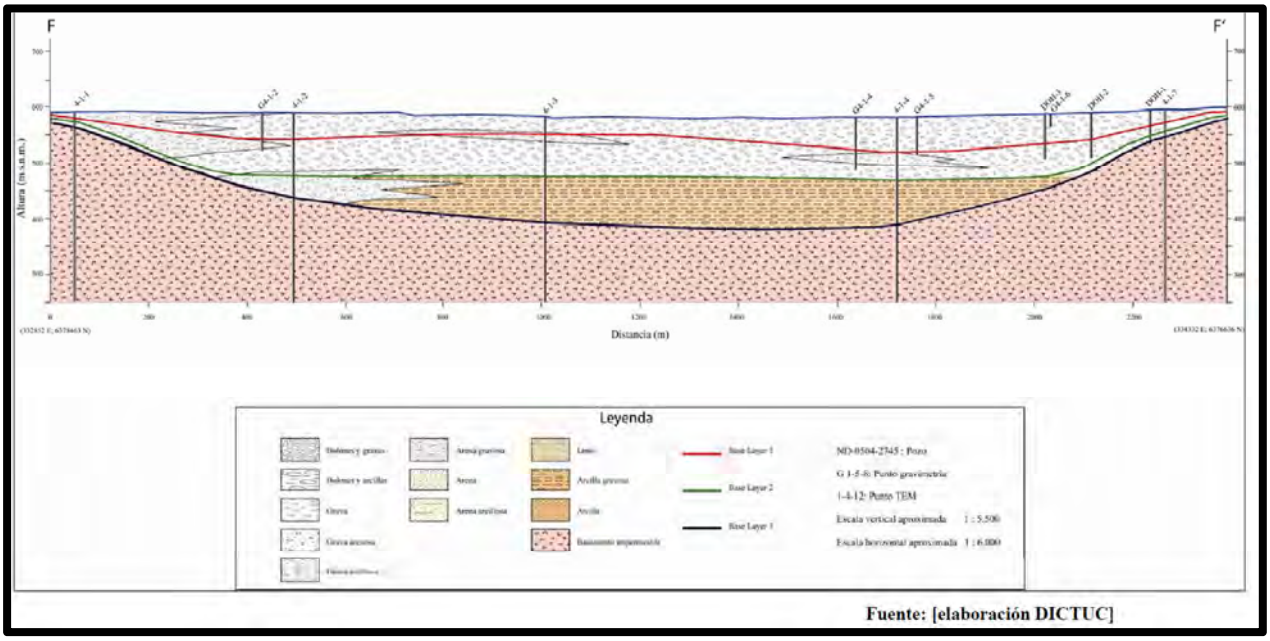
El resto del valle, hacia el norte y oeste de San Felipe presenta una morfología completamente distinta, donde el río se encauza en un valle mucho más estrecho debido probablemente a la aparición del Batolito Cretácico y a una configuración estructural distinta. En este sentido el valle sólo se restringe a zonas de debilidad asociadas a fallas de orientación NNE y NNW principalmente, lo que hace que no haya mucho espacio para la acumulación de sedimentos como ocurre en la parte alta del valle y exista, por lo general, sólo un curso de agua. También esto se ve reflejado en las formas del basamento que, simplemente se interpreta, en general, como una continuación de la morfología observada en superficie.

En la zona inmediatamente al oeste de San Felipe, el valle se estrecha lo que hace confluir los ríos Aconcagua y Putaendo y los esteros Pocuro y Quilpué en un área muy acotada donde el espesor de relleno es estimado entre 120 a 180 m como lo muestra la Figura 1 en el Perfil FF'.

Aquí al mismo tiempo en que se angosta el valle, el basamento presenta una somerización, explicada por la presencia de roca más dura y más difícil de erodar. Estos factores podrían aumentar localmente la energía del río y otorgar condiciones favorables para un aumento de las permeabilidades para la parte superior del relleno. Desde este sector hacia aguas abajo, la permeabilidad del relleno sedimentario, por lo general, va disminuyendo progresivamente.



Mapa N° 2 Cobertura espacial de la altura del basamento.



Perfil F-F', ubicado perpendicular al valle en la salida de la primera sección de riego (fuera de escala).

3.1 Modelo de operación del sistema, MOS ACN 2008

El estudio hidrológico incluyó la revisión de los modelos MOS y MOS-PS, unificándolo ambos en un sólo modelo MOS ACN 2008, la actualización de datos y parámetros del modelo hasta el año 2006 y la calibración del modelo.

El Modelo de Operación del Sistema (MOS), desarrollado por DOH-Ingendesa ("Modelo de Simulación Hidrogeológico, Valle del Río Aconcagua. DOH-Ingendesa, 1998"), es una herramienta que permite representar el sistema superficial, los sistemas de riego y la vinculación general con los sistemas subterráneos. De esta manera se puede caracterizar el funcionamiento de la cuenca y evaluar por ejemplo, el efecto de nuevas obras, cambios en el uso del agua y el aumento en el uso del agua subterránea.

En MOS el sistema del valle del Río Aconcagua está representado por una serie de elementos regidos por la ecuación de continuidad y vinculados entre sí a través de sus respectivas entradas y salidas. Los principales elementos incorporados corresponden a los sectores de riego, acuíferos, embalses superficiales, tramos de río, nodos de distribución y canales de trasvase.

Para poder operar el sistema del valle del río Aconcagua completo, se debió acoplar los resultados entregados por el modelo MOS-PS con el modelo MOS, que permitió simular el comportamiento del valle en solamente un paso.

Por otra parte, se actualizó la información existente sobre las precipitaciones en la zona, que corresponden a uno de los principales datos de entrada al modelo, y la información sobre caudales en distintos tramos del río Aconcagua y afluentes. El modelo incorporó información hasta el año hidrológico 2005/06. Para la actualización de datos, se dispuso de estadísticas de precipitaciones de 19 estaciones meteorológicas situadas en el área de interés, 15 controladas por la DGA y 4 por la DMC. También se dispuso de estadísticas fluviométricas en las estaciones Juncal en Juncal, río Aconcagua en Chacabuquito, estero Pocuro en Sifón, río Putaendo en Resguardo Los Patos, Aconcagua en San Felipe y Aconcagua en Romeral.

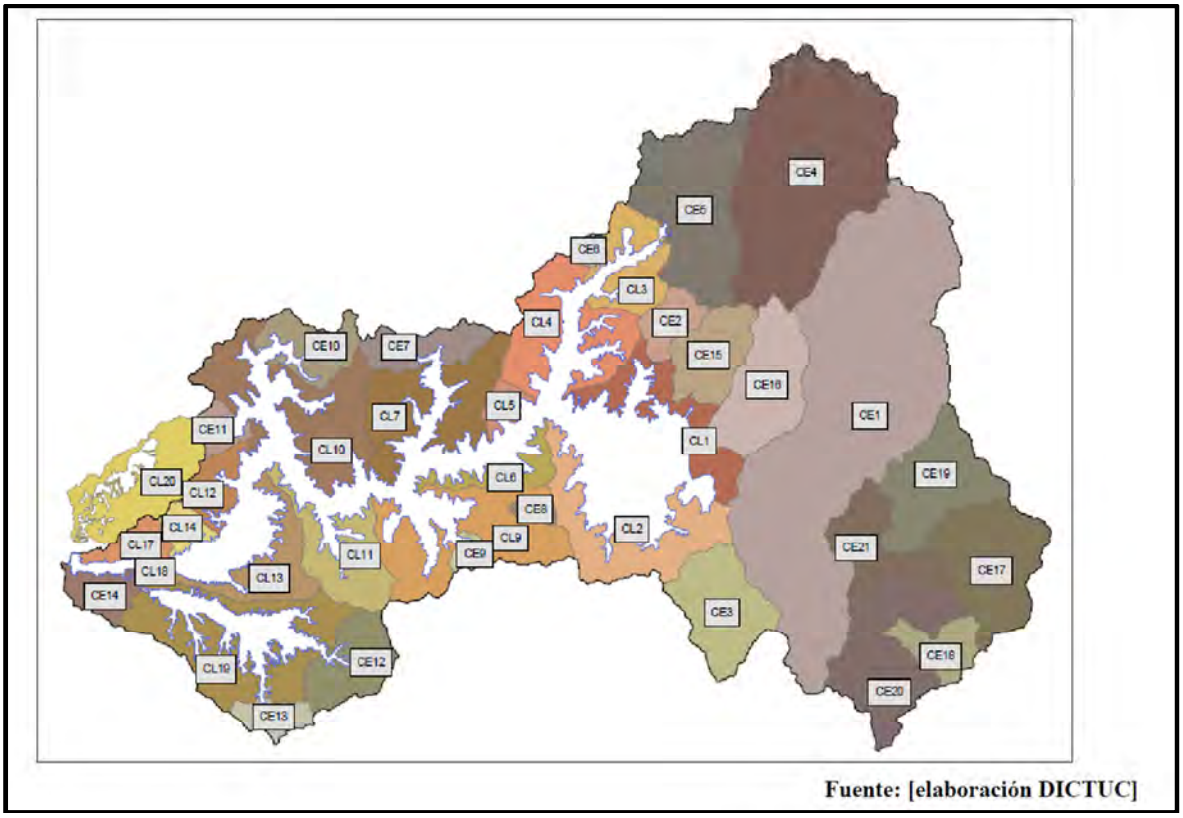
Se requirió además de información de aportes desde cuencas laterales al sistema, la gran mayoría de las cuales no tiene control fluviométrico y requieren que se sinteticen los datos pseudos históricos para que sean compatibles con todo el resto de la información hidrológica.

La mayor parte de las cuencas no controladas poseen régimen pluvial, pero algunas pocas presentan régimen nival, por lo que se necesitan métodos sintéticos diferentes. Para las cuencas de régimen nival se consideran relaciones con otras cuencas, mientras que para las cuencas con régimen pluvial se aplicó el modelo de generación de caudales medios mensuales MPL.

Se actualizó la delimitación del acuífero, el trazado de las áreas de los distintos sectores y de las subcuencas consideradas en el nuevo modelo MOS ACN 2008 (Figuras N°1 y 2).

Esta delimitación es coherente con la delimitación de sectores en Modflow, considerando que los resultados obtenidos para la recarga desde MOS ACN 2008 debe ser fácil de ingresar como dato de entrada a cada uno de las zonas del modelo subterráneo.

Para la actualización de las demandas de riego al año 2005/06, se consideró la información de usos del suelo presente en la cobertura del SAG de 2004. Para obtener los parámetros necesarios para la pérdida porcentual por conducción en cada sector se siguió la metodología usada por otros antecedentes y la información de canales presentes en la cobertura de canales del SAG y del sistema de información integral de la CNR. Para actualizar las eficiencias prediales se usó la información presente en las coberturas de uso de suelo del SAG y la información disponible sobre eficiencias de los distintos métodos de riego y los métodos de riego característicos de cada cultivo. Para los otros parámetros relacionados con los sectores de riego se han considerado los valores presentes en estudios anteriores.



Fuente: [elaboración DICTUC]

Figura N° 1 Cuencas de entrada y laterales del nuevo modelo MOS ACN 2008.

En cuanto a los acuíferos, se cuenta como dato con los volúmenes totales de cada uno, derivados del modelo hidrogeológico desarrollado en el presente estudio. Los otros parámetros de los acuíferos, en especial los que dependen de la permeabilidad, son obtenidos mediante una calibración conjunta con el modelo Modflow.

Además, la calibración del modelo MOS ACN 2008 consideró que los caudales superficiales modelados para el río Aconcagua se ajustasen a los caudales históricos medidos en estaciones de medición que mantiene la DGA.

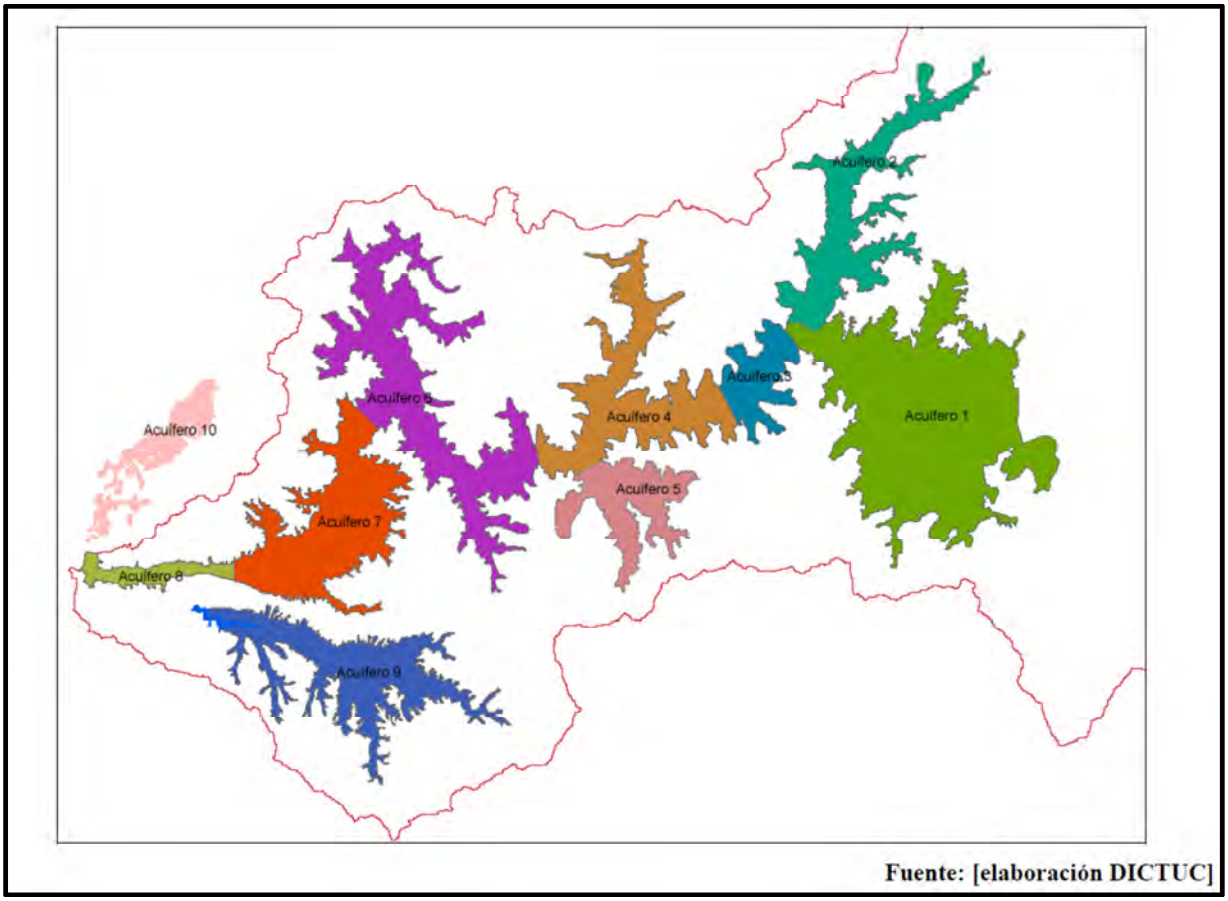


Figura N° 2 Acuíferos considerados en el nuevo modelo MOS ACN 2008.

Para la cuenca del río Aconcagua se obtuvo con el MOS ACN 2008 una recarga de largo plazo de 18,33 m3/s, considerando el período Abril de 1950-Marzo de 2006. Si se toma en cuenta el período Abril de 1991-Marzo de 2001, considerado en la calibración del modelo hidrogeológico, la recarga resultó en 18,62 m3/s.

3.2 Estudio Hidrogeológico.

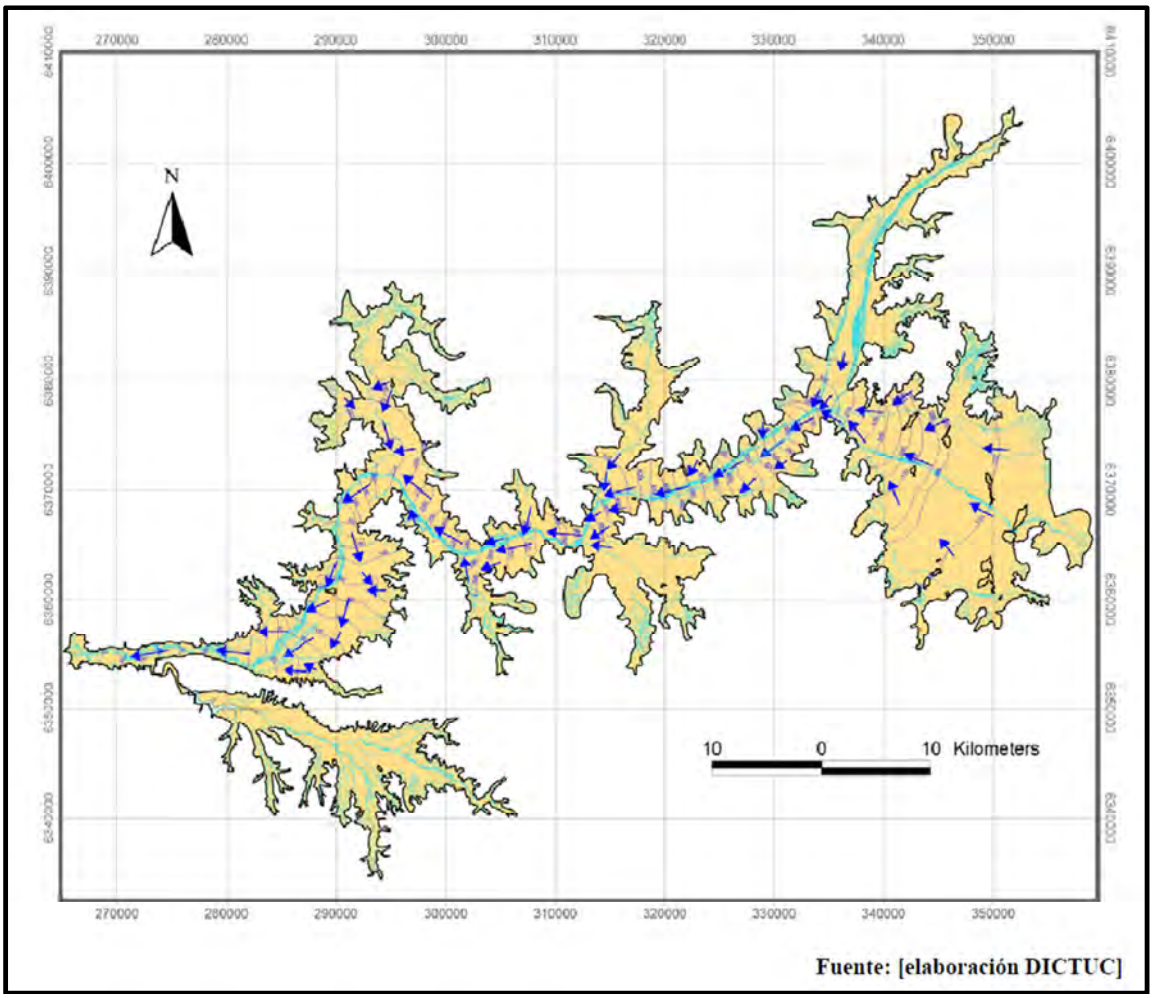
Se describe el acuífero desde la óptica de su funcionamiento, ingresos y salidas, conexión río acuífero, distribución espacial de la profundidad de los niveles, piezometría y sentido de escurrimiento subterráneo asociado, variación temporal de los niveles en pozos seleccionados, productividad de los pozos y valores de permeabilidad correspondientes determinados a partir de los resultados de los ensayos de bombeo.

En primer lugar, se presentó la base de datos de obras de captación de aguas subterráneas de la cuenca del río Aconcagua lograda, se realizó sobre la base de una exhaustiva revisión y análisis de los principales catastros previos recopilados, seguido de varias campañas de terreno realizadas especialmente para fines de este estudio durante los años 2007 y 2008, que permitieron corregir y complementar los antecedentes inicialmente reunidos. Se observa que las principales extracciones de agua subterránea que se manifiestan en la cuenca están ligadas a la actividad agrícola, en efecto, aproximadamente un 90% de las captaciones están destinadas para uso en riego predial.

A partir de esta nómina de obras de captación de aguas subterráneas y su situación de derechos, considerando la distribución de las fuentes subterráneas en los distintos acuíferos de la cuenca adoptados en el estudio, se estableció para cada uno la demanda formal vigente de recursos subterráneos, actualizada al mes de Enero de 2007, expresada en términos nominales y además, atendiendo a su uso previsible. La zonificación de acuíferos usada en la evaluación, correspondió a aquella utilizada históricamente en el modelo de operación del sistema de la zona (MOS). La demanda total nominal de agua subterránea en la cuenca del río Aconcagua, vigente al mes de Enero de 2007, se estableció en 65,1 m3/s, magnitud que expresada según uso previsible equivale a 18,4 m3/s y de ésta, la parte comprometida actualmente por la DGA, corresponde a 51,6 m3/s nominales, o su equivalente a uso previsible de 15,2 m3/s.

Para el análisis de la variación histórica de la profundidad de los niveles de la napa, se seleccionó 61 limnigramas de pozos, en su mayoría actualizados hasta el año 2006, disponibles entre los registros oficiales (DGA), los que distribuyen homogéneamente a lo largo del curso principal de la cuenca, con menor presencia en las principales hoyas laterales que drenan hacia el río. En los valles de Los Andes-San Felipe y Putaendo los niveles muestran en general importantes fluctuaciones consistentes con la ocurrencia de períodos climatológicos extremos, que se atenúan hacia la confluencia de ambos, y significativas profundidades que van desde los 100 m o más en sus zonas de cabecera hasta alrededor de 10 m en las zonas de salida. En cambio, en el resto del valle del Aconcagua, es decir desde el inicio de la segunda sección de riego, los niveles de la napa se presentan en general con profundidades someras (menores a 10 m) y mucho más estables en el tiempo.

A partir de los registros oficiales de los pozos seleccionados se elaboró el mapa de curvas de igual altura piezométrica para el período Agosto de 1990-Abril de 1991. Este resultado sirvió además de base para la definición posterior de la condición inicial del nuevo modelo numérico de flujo subterráneo.



Mapa N° 3 Isopiezas (msnm) y sentido del escurrimiento.

El río Aconcagua a lo largo de su cauce muestra un comportamiento variable en la interrelación con la napa subterránea y la cobertura de isopiezas lograda lo refleja. El acuífero está desconectado del río Aconcagua en la mayor parte de la primera sección de riego, tendencia que cambia a contar de aproximadamente la zona de confluencia con el río Putaendo (inicio de la segunda sección de riego), donde se establece un importante grado de conexión entre el río Aconcagua y el acuífero que se mantiene hasta la parte más baja del valle.

La evidencia histórica existente (estudios de pérdidas y recuperaciones) muestra consistentemente al interior de la segunda sección de riego un río bastante ganador, con una magnitud más reiterada de caudal de recuperación desde el acuífero de entre 7 y 8 m3/s. Por el contrario, dentro de la primera sección de riego del valle, el río percola significativamente al acuífero (hasta 12 m3/s según las corridas de aforo del estudio de Ingendesa de 1998), dado que la permeabilidad de los materiales de relleno que conforman la cubeta sedimentaria en esta zona favorece en general la infiltración, que se vuelve efectiva en la mayor parte del tramo, debido a la importante profundidad a la que ocurre el agua subterránea.

La napa continúa escurriendo en conexión con el río Aconcagua dentro de las dos últimas secciones (tercera y cuarta), no obstante la menor permeabilidad relativa de los rellenos donde se aloja, alternándose tramos de río de pérdidas y recuperaciones, resultando de esta manera que la magnitud del intercambio neto entre el acuífero y el río en toda la longitud de su cauce no es en términos relativos (en comparación con las dos primeras secciones de riego) importante.

Respecto de la estimación de la conductividad hidráulica, se presenta por una parte la descripción de las metodologías de cálculo aplicadas y los resultados obtenidos en función de los ensayos de bombeo individuales revisados y por otra, el análisis de los resultados de la prueba de bombeo simultánea a que fueron sometidos durante el mes de Diciembre de 2007 los pozos colectivos de la DOH del sector de Panquehue, estimaciones que sustentan la construcción del modelo conceptual de permeabilidades a nivel de cuenca hidrogeológica presentado en el estudio geológico realizado con ocasión del informe "Modificación Modelos DGA Visual Modflow – MOS y MOS-PS para la determinación de disponibilidad real de aguas subterráneas en el valle del Aconcagua", 2009.

Las estimaciones de conductividad hidráulica puntuales en los pozos de la cuenca hidrogeológica completa, según los resultados de la zona de captura, calculados considerando el gradiente hidráulico de la napa, tienen valores que van de los 0,01 a los 430 m/d, en una superficie aproximada de 1.200 km^2.

4 MODELO NUMÉRICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

Del Informe "Modificación Modelos DGA Visual Modflow – MOS y MOS-PS para la determinación de disponibilidad real de aguas subterráneas en el valle del Aconcagua" DICTUC 2009, se resume el modelo numérico que se construyó para describir el funcionamiento del acuífero del valle del río Aconcagua, el cual corresponde a un modelo subterráneo unificado del valle, estructurado sobre una sólida base conceptual, que se ha denominado VM ACN 2008.

4.1 Implementación del modelo

El acuífero en el modelo actualizado (VM ACN 2008) se representó sobre un dominio rectangular de 58,8 kilómetros de ancho por 100,8 kilómetros de largo, rotado 32º en sentido contrario a las manecillas del reloj, para adaptarse más apropiadamente a la geometría de la cuenca, reduciendo el tamaño del área de estudio y representando mejor a los ejes cartesianos X-Y el flujo subterráneo (Figura 3).

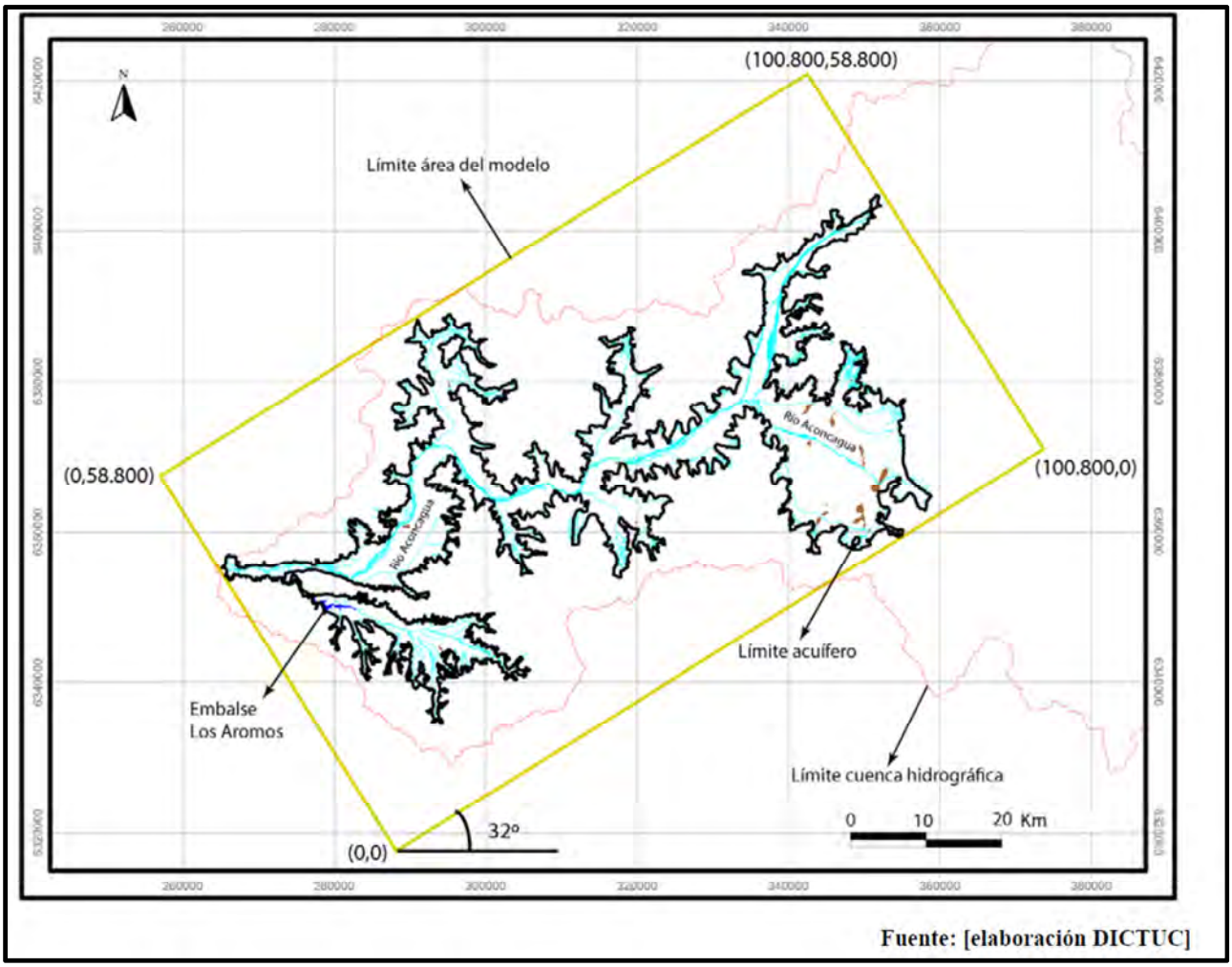


Figura N° 3 Relación de coordenadas en la representación del acuífero en el modelo.

La representación del acuífero en el modelo considera que éste está en su globalidad acotado lateralmente por una frontera impermeable que impide el flujo a través de él (borde impermeable lateral), con excepción del sector de descarga subterránea hacia el mar en la desembocadura del río Aconcagua y al embalse Los Aromos en el sector de Limache.

En la representación numérica del acuífero se considera un borde impermeable de fondo, que corresponde al límite inferior del modelo y que le sirve de zócalo al acuífero. Sobre el piso del acuífero en el modelo, y de acuerdo a la discusión conceptual de su funcionamiento, se ha considerado la existencia de tres estratos con características geométricas e hidrogeológicas variables arealmente, denominados, de menor a mayor profundidad, estrato superior (layer 1), estrato intermedio (layer 2) y estrato inferior (layer 3).

Los mecanismos de recarga considerados en el modelo son:
Recarga superficial (estrato 1).
Recarga lateral (estrato 3).
Recarga desde la condición de río (estrato 1).

La recarga superficial en el modelo corresponde a la infiltración directa de parte de la lluvia, los excedentes de riego y la percolación desde los canales desde la superficie hacia el acuífero, el modelo también considera la infiltración hacia el acuífero proveniente de determinados cursos de aguas naturales.

La recarga lateral, por su parte, se origina de la parte de la precipitación sobre las subcuencas contiguas al valle (precipitación indirecta) que se infiltra y escurre subsuperficialmente en dirección hacia el acuífero, ingresando al sistema desde la periferia del mismo.

La descarga subterránea hacia el mar es representada en el modelo a través de una condición de borde de carga constante en el estrato 1 (estrato superior), con una cota fija de 0 msnm, mientras que en el estrato 3 (estrato inferior) se utilizó una condición de borde de carga general debido a que el acuífero en este estrato muestra evidencia de un cierto grado de confinamiento, por lo tanto, tiene un nivel de energía distinto al del estrato 1.

El río Aconcagua que en gran parte (desde el nodo 7 del MOS ACN 2008 hasta la desembocadura en el océano) es representado en el modelo del acuífero con la condición de borde tipo río (Figura N° 4). El sentido y magnitud del flujo que genera esta condición de borde es calculada en forma automática por el modelo numérico subterráneo y depende de la posición de la napa, de la conductancia del lecho y de la altura de agua en cada celda de río, pudiendo ser desde el río al acuífero (recarga) o viceversa (recuperación en el río).

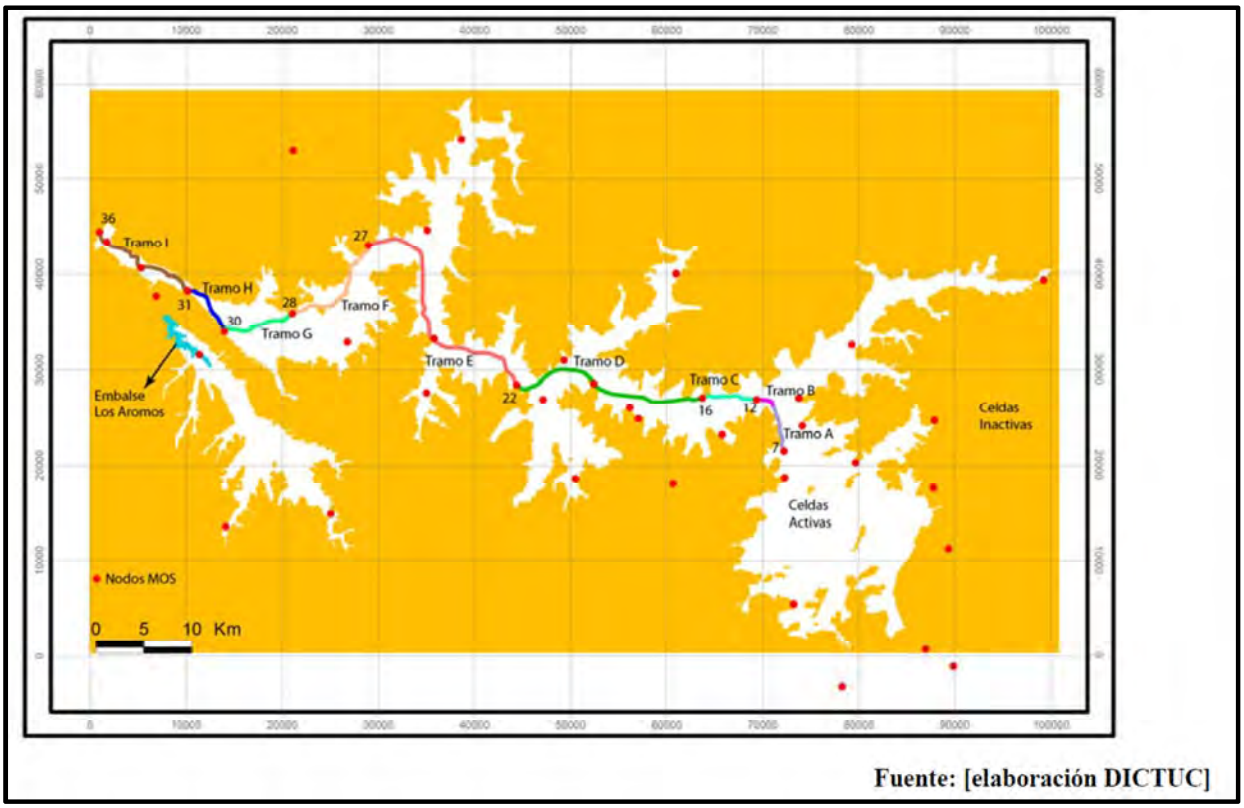


Figura N° 4 Ubicación de los tramos definidos en el río Aconcagua

Finalmente, se debe indicar que la zonificación de acuíferos considerada en el modelo subterráneo corresponde a aquella utilizada históricamente en el MOS, pero adaptada a los resultados del presente estudio (Figura N°5).

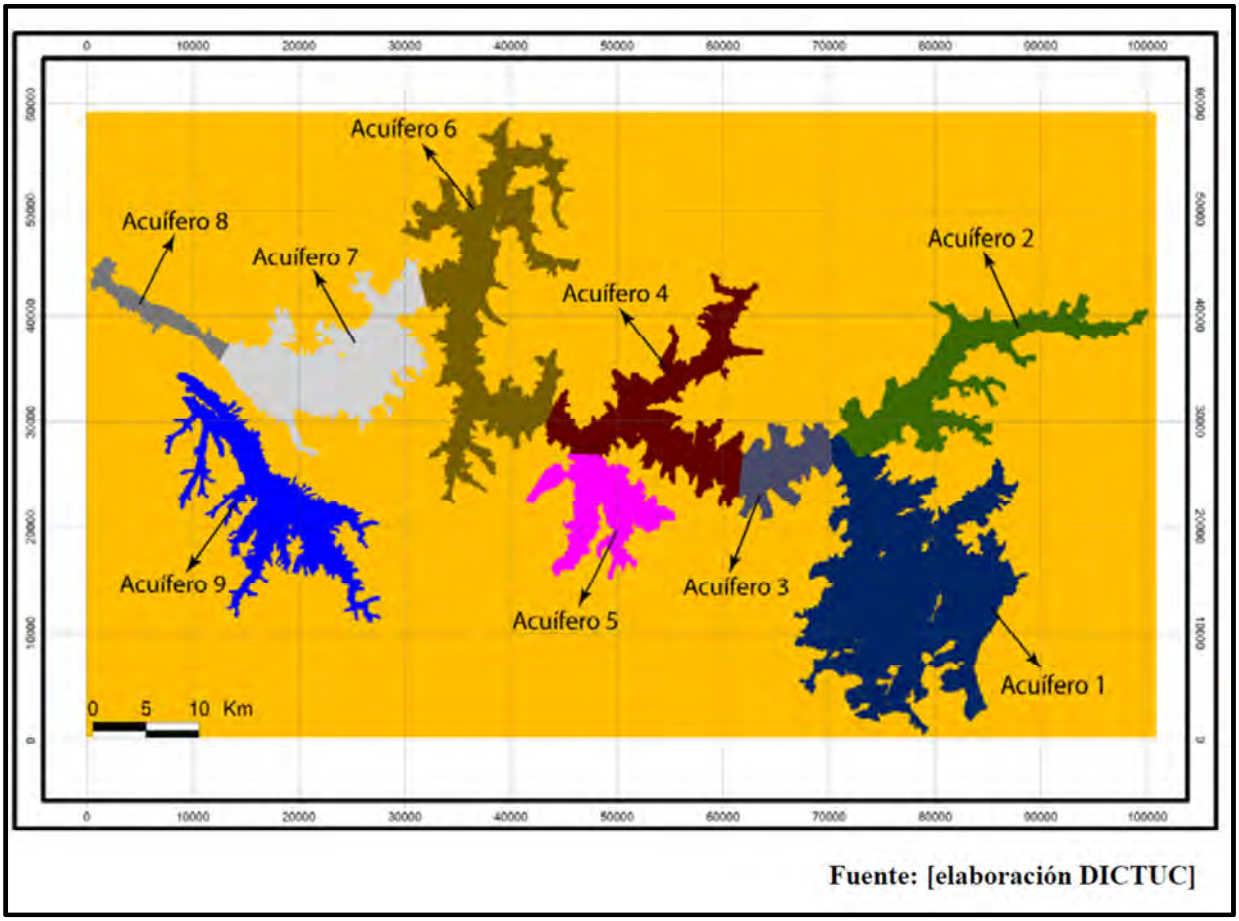


Figura N° 5 Zonificación adoptada de acuíferos en el modelo.

4.2 Calibración y validación del modelo

La calibración del modelo en régimen impermanente consistió en hacer funcionar el modelo bajo condiciones de explotación, extracciones que se estima se ajustan aproximadamente a la realidad, a nivel mensual durante el período Abril de 1991-Marzo de 2001, de manera de ajustar el coeficiente de conductividad hidráulica y los valores de coeficiente de almacenamiento que caracterizan el acuífero, con el propósito de representar en forma adecuada la variación temporal de los niveles de la napa en los pozos de observación.

Los principales resultados obtenidos en la calibración del modelo en régimen impermanente se pueden resumir en:

- Coeficiente de almacenamiento de largo plazo (Sy) variable espacialmente entre 1 y 12% y coeficiente de permeabilidad variable espacialmente entre 0,1 y 600 m/d, consistente con el conocimiento hidrogeológico del valle.

- El modelo muestra, en general, un adecuado nivel de ajuste en el tiempo entre los niveles de la napa observados y modelados. En general, las diferencias principales se explican debido a que las extracciones consideradas en los miles de pozos de producción del modelo es una aproximación razonable y no precisa de la realidad. Se estima que estas diferencias se encuentran dentro del error esperado para este tipo de modelo.

- Error de cierre en los balances promedio de 0,0%, valor estimado excelente. En la Tabla 1 se resume estos balances promedio global de la zona modelada. Se observa que la descarga promedio en el dren Las Vegas es de 1,6 m^3/s, consistente con los valores históricos medidos y suministrados por ESVAL.

- De los resultados del balance por acuífero para el período de calibración, se obtiene que el caudal promedio de recuperación del río Aconcagua en la segunda sección de riego del valle (acuíferos 3 y 4) es de 8,1 m^3/s, valor que está dentro del rango de las recuperaciones en el río estimadas por distintos autores a partir de diversas corridas de aforos en el tiempo.

- Los valores promedio de escurrimientos subterráneos de entrada y salida de cada acuífero, así como de afloramientos, determinados por el modelo de operación superficial (MOS ACN 2008) son consistentes con aquellos entregados por el modelo modflow del acuífero (VM ACN 2008).

Tabla N°1 Balance promedio del periodo de calibración (abr91-mar01), expresado en m^3/s.

Entrada Total	**24,73**
Recarga superficial	16,47
Recarga lateral	0,22
Recarga desde el río Aconcagua	6,79
Almacenamiento	1,25
Salida Total	**24,73**
Extracciones artificiales	4,56
Afloramientos en el río Aconcagua	14,94
Descarga en otros cauces naturales	3,38
Descarga galería Las Vegas	1,63
Descarga hacia el mar	0,11
Descarga hacia el embalse Los Aromos	0,11
Error de Balance	**0,0 m^3/s (0,0%)**

Fuente: [elaboración DICTUC]

4.3 Simulaciones

La herramienta computacional elaborada para el informe "Modificación Modelos DGA Visual Modflow – MOS y MOS-PS para la determinación de disponibilidad real de aguas subterráneas en el valle del Aconcagua" Dictuc 2009, utilizó para el análisis 4 escenarios distintos. Los escenarios de modelación fueron:

a) Situación actual con restricción DGA (Escenario 1)

b) Máximo crecimiento con restricción DGA (Escenario 2).

c) Condiciones especiales, con nuevas restricciones consensuadas (Escenario 3).

d) Gestión del acuífero con uso parcial del embalse subterráneo en el proyecto DOH de riego integral del valle del Aconcagua (Escenario 4).

La herramienta computacional desarrollada permitió resolver la situación actual de disponibilidad de agua subterránea del valle (Escenario 1), al mes de Enero del año 2007, y estimar su máximo crecimiento (Escenario 2) bajo los criterios de sustentabilidad de acuíferos definidos por este Servicio.

En el Escenario 3 se obtuvo primero el incremento adicional de explotación sustentable que se logra manteniendo dichos criterios, pero aceptando una condición consensuada de compensación de los recursos superficiales del río Aconcagua, y luego, además de lo anterior, el aumento extra que resulta obviando en la evaluación 1 o 2 pozos activos secos adicionales en el sector de la desembocadura (acuífero 8).

Los Escenarios 2 y 3 consideran los embalses Puntilla del Viento y Chacrillas en operación, por lo que sus resultados son válidos bajo este supuesto.

En la Tabla N° 2 se muestran los resultados obtenidos con la aplicación de estos 3 escenarios de simulación. Se concluye que el hecho de permitir devolver al río Aconcagua en el sector de Panquehue parte del caudal subterráneo extraído en las baterías de pozos de la DOH permite un aumento de 1,86 m3/s previsible en la explotación sostenible del sistema sobre el límite obtenido en el Escenario 2. Permitiendo la posibilidad de compensación del río Aconcagua, y además, descartando en la evaluación 1 o 2 pozos activos secos adicionales en el sector de la desembocadura, se consigue un aumento extra de 0,77 m3/s previsible, con lo que la oferta obtenida máxima del valle corresponde a un caudal previsible global de 19,08 m3/s.

Tabla N°2 Disponibilidad previsible de los sectores acuíferos, con compensación en el río Aconcagua

Acuífero	Oferta Actual (m^3/s)*	Máximo Incremento (m^3/s)**	Incremento Adicional, con Compensación (m^3/s)***	Aumento Extra (m^3/s)	Oferta Máxima (m^3/s)
1	3,66	0,35	0,45	0,30	4,76
2	0,40	0,32	0,42	0,12	1,26
3	0,24	0,32	0,19	0,35	1,10
4	0,62	0,32	0,78	0,00	1,72
5	0,83	0,00	0,00	0,00	0,83
6	2,71	0,00	0,00	0,00	2,71
7	3,14	0,00	0,00	0,00	3,14
8	1,96	0,00	0,00	0,00	1,96
9	1,59	0,00	0,00	0,00	1,59
Total	**15,16**	**1,29**	**1,86**	**0,77**	**19,08**

Nota: * Corresponde a la demanda comprometida a Enero de 2007 **Fuente: [elaboración DICTUC]**

** Corresponde al resultado del Escenario 2

*** Corresponde al resultado del Escenario 3

Los resultados de los Escenarios 2 y 3 muestran que en general el embalse subterráneo no manifiesta descensos sostenidos del nivel de la napa, alternando períodos de descensos importantes debido a sequías prolongadas con significativas recuperaciones posteriores, o bien alcanzando un nuevo equilibrio. La principal limitante para el aumento de los caudales subterráneos posibles de extraer en forma sostenible de acuerdo a los criterios oficiales viene dada por la interferencia rio acuífero.

Dejando de lado estos criterios, y en particular el de la interferencia río acuífero, los casos elaborados en el Escenario 4 muestran que explotaciones previsibles subterráneas totales en el valle del orden de 26,2 y 32,5 m3/s, que logran satisfacer aumentos de 20 y 40% en la superficie actual cultivada respectivamente, si bien arrojan depresiones de la napa mayores y con ello un aumento en el nivel de afección del río, no producen mayores impactos sobre los volúmenes almacenados en el largo plazo, en el entendido que no se observa un agotamiento continuo del recursos embalsado del acuífero. Se concluye entonces que es factible lograr caudales de extracción sustancialmente mayores a los que se obtienen bajo los procedimientos oficiales de evaluación de sustentabilidad.

4.4 Criterios Oficiales de Sustentabilidad de Acuíferos en Modelos Tipo Modflow

Los criterios cuantitativos oficiales para estimar el caudal de explotación sustentable de un acuífero corresponden a una interpretación de la Resolución DGA N°341 del año 2005 (o Res DGA 425 de 2007, a la fecha del informe Dictuc) y han sido definidos explícitamente por dicha entidad.

En este sentido se presentan los criterios, para modelos modflow que permiten evaluar la demanda máxima sustentable, esto es maximizar la explotación posible de obtener de cada sector acuífero, sujeto a una serie de restricciones que se describen a continuación.

4.4.1 Criterios de Sectores Abiertos

Criterio 1: Descensos sustentables en el tiempo a nivel de sector acuífero.

Es decir, los descensos generales en el sector deben estar estabilizados para una operación del sistema de 50 años.

Si los descensos son sostenidos:

Se considera que el volumen de afección sobre el acuífero en el largo plazo (50 años) no debe afectar más allá de un 5% del volumen total del acuífero. En caso contrario, el sistema acuífero será considerado con afección y se deberá cerrar el acuífero.

$$\frac{V_0 - V_{50}}{V_0} < 0{,}05$$

Donde V50 indica el volumen del acuífero a los 50 años de operación indicados por el modelo y V0 corresponde al volumen inicial en el acuífero.

En caso que los descensos sean sostenidos y no se cumpla la condición de cierre para volúmenes, se deberá aumentar la extracción hasta alcanzar la condición del 5%.

Criterio 2: Interferencia río acuífero.

Este criterio busca no afectar los recursos superficiales ya comprometidos. El grado de interacción debe ser menor que 10% de los flujos superficiales pasantes en cada una de las zonas, evaluados como el caudal promedio anual de 85% de probabilidad de excedencia.

La afección sobre el cauce superficial se define como ΔQ, término compuesto por dos variables:

- Aumento de infiltración en el sector acuífero debido al aumento de la explotación.

Disminución de los afloramientos del río.

$$\Delta Q \leq 10\% \cdot Q_{ANUAL,\,85\%}$$

Criterio 3: Satisfacción de la demanda.

Para cada sector hidrogeológico, el modelo debe permitir una extracción mínima de un 95% del caudal ingresado como demanda y la oferta estará dada por el caudal de los pozos que el modelo indica que son factibles de obtener.

$$Q_{OFERTA} > 95\% \cdot Q_{DEMANDA}$$

Criterio 4: Pozos secos.

En cada sector hidrogeológico no debe haber más de un 5% de pozos desconectados o colgados. En caso contrario el sector quedará cerrado. Esta condición apunta a respetar derechos de terceros sin importar la cantidad que extraiga cada pozo.

$$\frac{N_{POZOS\ SECOS}}{N_{TOTAL\ POZOS}} < 5\%$$

Criterio 5: Afección a sectores abiertos.

Verificar que el aumento de extracciones desde un sector no afecte la disponibilidad sustentable desde otro sector aguas abajo. El cumplimiento de este criterio estará dado porque ninguno de los sectores abiertos en que se aumente la demanda provoque el no cumplimiento de los criterios para los otros sectores abiertos, o para los sectores cerrados (dichos criterios para los sectores cerrados se especifican en el siguiente punto).

4.4.2 Criterios de Sectores Cerrados

Criterio 1: Descensos sustentables.

No se puede afectar el volumen almacenado del sector acuífero que ha sido cerrado, en más de un digito porcentual. Es decir, si el sector acuífero ha sido cerrado por descensos sostenidos con una afección sobre el volumen total almacenado de N%, no es permitido que esta afección aumente al (N+1)%. Si esto se produce, aquel sector abierto que provoque dicho efecto, deberá ser cerrado.

Criterio 2: Interferencia río acuífero.

No se puede aumentar el grado de interferencia río acuífero en un sector que ha sido cerrado en más de una dígito porcentual. Es decir, si el sector acuífero ha sido cerrado por interferencia río acuífero con una afección del N%, no es permitido que esta afección aumente al (N+1)%. Si esto sucede, el sector abierto que provoque este aumento deberá cerrarse.

Criterio 3: Satisfacción de la demanda.

No se puede disminuir el grado de cumplimiento de la demanda en un sector cerrado en más de una dígito porcentual. Es decir, si el sector acuífero ha sido cerrado por cumplimiento de la demanda de un N%, no es permitido que este cumplimiento

disminuya a un (N-1)%. Si esto sucede, el sector abierto que provoque esta disminución deberá cerrarse.

Criterio 4: Pozos secos.

Si en uno de los sectores cerrados, se seca un nuevo pozo, se deberá cerrar aquel sector (abierto) en que se aumentó la demanda y que provocó este nuevo pozo seco en el sector cerrado.

4.5 Aplicación de los Criterios, Resultados

En base a los resultados obtenidos, la demanda máxima sostenible se alcanza cuando el acuífero 5 y 7 mantienen el mismo nivel de extracción que en el Escenario 1, dado que un aumento en el nivel de extracciones en estos 2 acuíferos provoca el secado de 1 pozo activo adicional en el acuífero 8, 5 y 7. Por lo tanto, ambos acuíferos son cerrados por el criterio 4 de sustentabilidad de sectores cerrados. El acuífero 3 se cierra debido a que el grado de interferencia río acuífero aumenta hasta alcanzar un nivel cercano del 10%. Finalmente, los acuíferos 1, 2 y 4 se cierran debido a que el grado de interferencia río acuífero en el acuífero 3 aumenta hasta el nivel máximo admitido (10%) por el criterio 2 de sustentabilidad de sectores cerrados.

En la tabla N°3 del escenario de la demanda comprometida fue posible realizar un primer diagnóstico del estado del acuífero, donde se observa que el acuífero 7 queda cerrado por interferencia con el río, en tanto, los acuíferos 6, 8 y 9 no son capaces de satisfacer la demanda de aguas subterráneas.

Tabla N°3 Evaluación Demanda Comprometida (Enero 2007)

Acuífero	Número Total de Pozos Activos	Caudal Nominal (m^3/s)	Caudal Previsible (m^3/s)	Criterio 2					Criterio 3		Criterio 4	
				Q_{85} (m^3/s)	Q_{base} (m^3/s)	$Q_{simulación}$ (m^3/s)	ΔQ (m^3/s)	Grado de Interferencia (%)	Demanda Insatisfecha (m^3/s)	Demanda Insatisfecha (%)	Pozos Activos Secos	Pozos Activos Secos (%)
1	249	13,51	3,66	-	-	-	-	-	0,17	4,6	7	2,8
2	19	1,10	0,40	-	-	-	-	-	0,00	0,0	0	0,0
3	23	1,10	0,24	3,41	5,98	5,82	0,16	4,7	0,00	1,0	0	0,0
4	48	2,07	0,62	2,25	1,31	1,29	0,02	0,7	0,01	1,7	0	0,0
5	50	3,91	0,83	-	-	-	-	-	0,01	1,4	0	0,0
6	795	8,23	2,71	8,97	-0,02	-0,15	0,13	1,5	0,15	5,5	4	0,5
7	1.523	11,12	3,14	3,77	-0,41	-0,78	0,37	9,8	0,04	1,1	0	0,0
8	118	4,54	1,96	13,31	-0,10	-0,29	0,19	1,5	0,99	50,3	32	27,1
9	1.859	6,02	1,59	-	-	-	-	-	0,42	26,4	207	11,1
Total	**4.684**	**51,61**	**15,16**									

Al obtener la oferta máxima del acuífero, chequeando cada uno de los criterios DGA, como se aprecia en la tabla N°4, los resultados de las simulaciones del modelo indican que es factible aumentar la explotación en volumen previsible por 1,29 m³/s.

Tabla N°4 Evaluación de la oferta sustentable (Escenario 2)

Acuífero	Número Total de Pozos Activos	Caudal Nominal (m^3/s)	Caudal Previsible (m^3/s)	Criterio 2					Criterio 3		Criterio 4	
				Q_{85} (m^3/s)	Q_{base} (m^3/s)	$Q_{Iteración}$ (m^3/s)	ΔQ (m^3/s)	Grado de Interferencia (%)	Demanda Insatisfecha (m^3/s)	Demanda Insatisfecha (%)	Pozos Activos Secos	Pozos Activos Secos (%)
1	303	14,74	4,01	-	-	-	-	-	0,17	4,1	8	2,6
2	50	1,44	0,72	-	-	-	-	-	0,00	0,1	1	2,0
3	35	2,68	0,56	3,41	5,98	5,63	0,34	10,1	0,00	0,4	0	0,0
4	66	3,63	0,94	2,25	1,31	1,21	0,09	4,1	0,01	1,2	0	0,0
5	50	3,91	0,83	-	-	-	-	-	0,01	1,4	0	0,0
6	795	8,23	2,71	8,97	-0,02	-0,16	0,14	1,5	0,15	5,6	5	0,6
7	1.523	11,12	3,14	3,77	-0,41	-0,77	0,36	9,4	0,04	1,1	0	0,0
8	118	4,54	1,96	13,31	-0,10	-0,29	0,19	1,4	0,99	50,3	32	27,1
9	1.859	6,02	1,59	-	-	-	-	-	0,40	25,3	201	10,8
Total	**4.799**	**56,31**	**16,45**									

La Tabla 5 muestra el balance hídrico global para el Aconcagua, para los distintos escenarios de simulación según Visual MODFLOW. Debido a que no se cuenta con el escenario de maximización sin embalse, se ha procedido a analizar el origen del aumento de la recarga superficial. En este caso, entre el escenario 1 (demanda comprometida) y el escenario 2 (de optimización) existe 1,0 m³/s de aumento de recarga. De estos, 450 l/s tienen que ver con la operación de los embalses Puntilla del Viento y Chacrillas (Diferencia entre Escenario 1 con embalses y sin embalses), los 550 l/s restantes corresponde al aumento de recarga por el riego por pozos asociados a la optimización del sistema.

En resumen, de los 1,29 m³/s propuestos como aumento de explotación en el escenario de optimización del acuífero, 0,84 m³/s corresponde al volumen de agua subterránea posible de extraer desde las condiciones de almacenamiento del acuífero y del aumento de las áreas de riego producto de los nuevos pozos.

Tabla 5. Balance Hídrico Global para los Escenarios de Simulación de los sectores acuíferos del río Aconcagua.

	Escenario 1	Escenario 1 con Embalses	Escenario 2
Entrada Total	**31,48**	**31,87**	**32,56**
Recarga superficial	22,83	23,28	23,83
Recarga lateral	0,43	0,43	0,43
Recarga desde el río Aconcagua	8,19	8,14	8,28
Almacenamiento	0,03	0,02	0,02
Salida Total	**31,46**	**31,86**	**32,55**
Pozos de extracción	13,57	13,64	14,88
Afloramientos en el río Aconcagua	13,17	13,46	12,95
Descarga en drenes	4,62	4,65	4,62
Descarga hacia el embalse Los Aromos	0,1	0,11	0,1
Error de Balance	**0,02 m³/s (0,0%)**	**0,01 m3/s (0,0%)**	**0,01 m³/s (0,0%)**

La tabla N°6 siguiente resume la oferta actual y el caudal nominal en derechos de agua otorgados en cada uno de los sectores acuíferos satisfaciendo los criterios de oferta máxima establecidos por la DGA.

Tabla 6. Oferta de aguas subterráneas y caudal nominal otorgado.

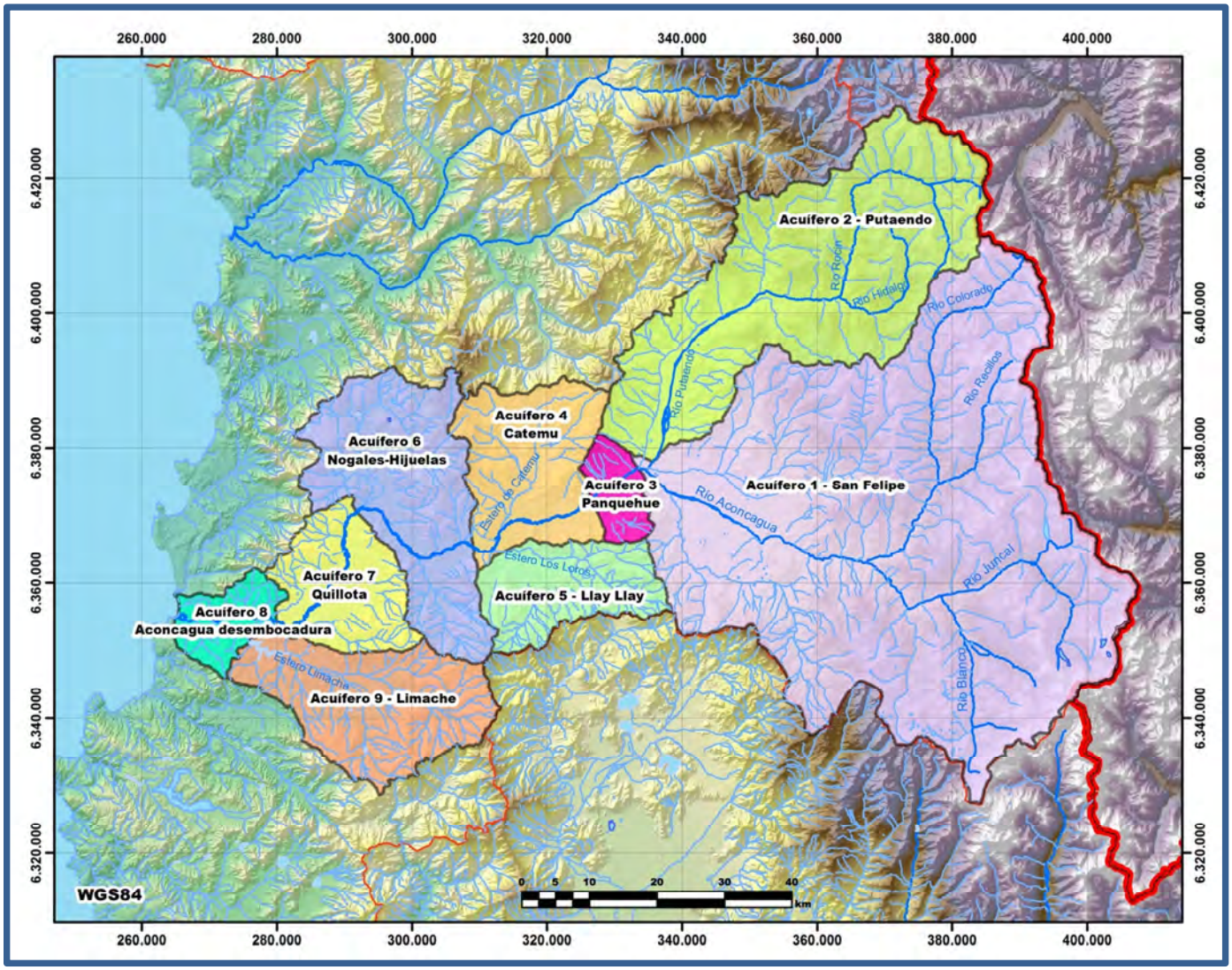
Acuífero	Oferta Sustentable [m³/s]		Caudal Nominal Otorgado [m³/s]
1	4,01		13,51
2	0,72		1,1
3	0,56		1,1
4	0,94		2,07
5	0,83		3,91
6	2,71		8,23
7	3,14		11,12
8	0,97	*	4,54
9	1,19	*	6,02
Total	**15,07**		**51,6**

*Se descuenta la demanda insatisfecha

5. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN LA CUENCA DEL VALLE DEL RÍO ACONCAGUA

El informe DARH SDT N°357 de junio de 2014 "Determinación de los Sectores Hidrogeológicos de aprovechamiento común, Valle del río Aconcagua" establece la delimitación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común del valle del Río Aconcagua. Estos, se conforman en 9 sectores, que son representados en el mapa N°4 y que corresponden a los siguientes:

- Acuífero 1 – San Felipe
- Acuífero 2 – Putaendo
- Acuífero 3 – Panquehue
- Acuífero 4- Catemu
- Acuífero 5 –LlayLlay
- Acuífero 6 – Nogales – Hijuelas
- Acuífero 7- Quillota
- Acuífero 8- Aconcagua desembocadura
- Acuífero 9 – Limache



Mapa N°4 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común Acuífero del Río Aconcagua.

El presente informe excluye del análisis los sectores 1, 3 y 4, por existir nuevos antecedentes que serán analizados en una etapa posterior; también excluye el sector 2 por encontrarse en directa conexión con el sector 3 y 4.

El informe Dictuc, 2009 "Modificación Modelos DGA Visual Modflow – MOS y MOS-PS para la determinación de disponibilidad real de aguas subterráneas en el valle del Aconcagua" entrega el caudal previsible posible de otorgar en derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en los diferentes sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, dicha disponibilidad se muestra en la tabla N° 7 siguiente:

Tabla N°7 Disponibilidad previsible en los sectores acuíferos valle Río Aconcagua.

Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento común	m^3/s	Volumen Sustentable m^3/año
Acuífero 5 –LlayLlay	0,83	26.174.880
Acuífero 6 – Nogales – Hijuelas	2,71	85.462.560
Acuífero 7- Quillota	3,14	99.023.040
Acuífero 8- Aconcagua desembocadura	0,97	30.589.920
Acuífero 9 – Limache	1,19	37.527.840

6. DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

6.1 Demanda Comprometida de Recursos Hídricos.

Este Servicio entiende que demanda comprometida de un sector acuífero a una fecha determinada, corresponde a la suma de todos los derechos otorgados, las solicitudes tramitadas conforme al artículo 2º Transitorio del Código de Aguas de 1981, las solicitudes tramitadas en virtud del artículo 4º Transitorio de la Ley 20.017 que modificó el Código de Aguas, correspondientes a aquellas presentadas por pequeños productores agrícolas y campesinos que se encuentran definidos en el artículo 13 de la Ley N° 18.910 y también aquellas solicitudes pendientes tramitadas de acuerdo a este mismo artículo 4 transitorio, las solicitudes tramitadas en virtud del artículo 3º Transitorio de la Ley 20.017 que modificó el Código de Aguas, y las solicitudes tramitadas por el artículo 6º transitorio de la Ley 20.017 que modificó el Código de Aguas.

En la Tabla Nº8 se presenta la información de la demanda de agua subterránea asociada a cada sector hidrogeológico de aprovechamiento común analizado en el presente informe, con fecha 30 de septiembre de 2014.

Tabla N°8 Demanda de Recursos Hídricos subterráneos en los sectores acuíferos valle Río Aconcagua a septiembre de 2014.

Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento común	Demanda comprometida m^3/año
Acuífero 5 –LlayLlay	128.133.560
Acuífero 6 – Nogales – Hijuelas	193.737.004
Acuífero 7- Quillota	231.955.197
Acuífero 8- Aconcagua desembocadura	90.937.966
Acuífero 9 – Limache	100.706.680

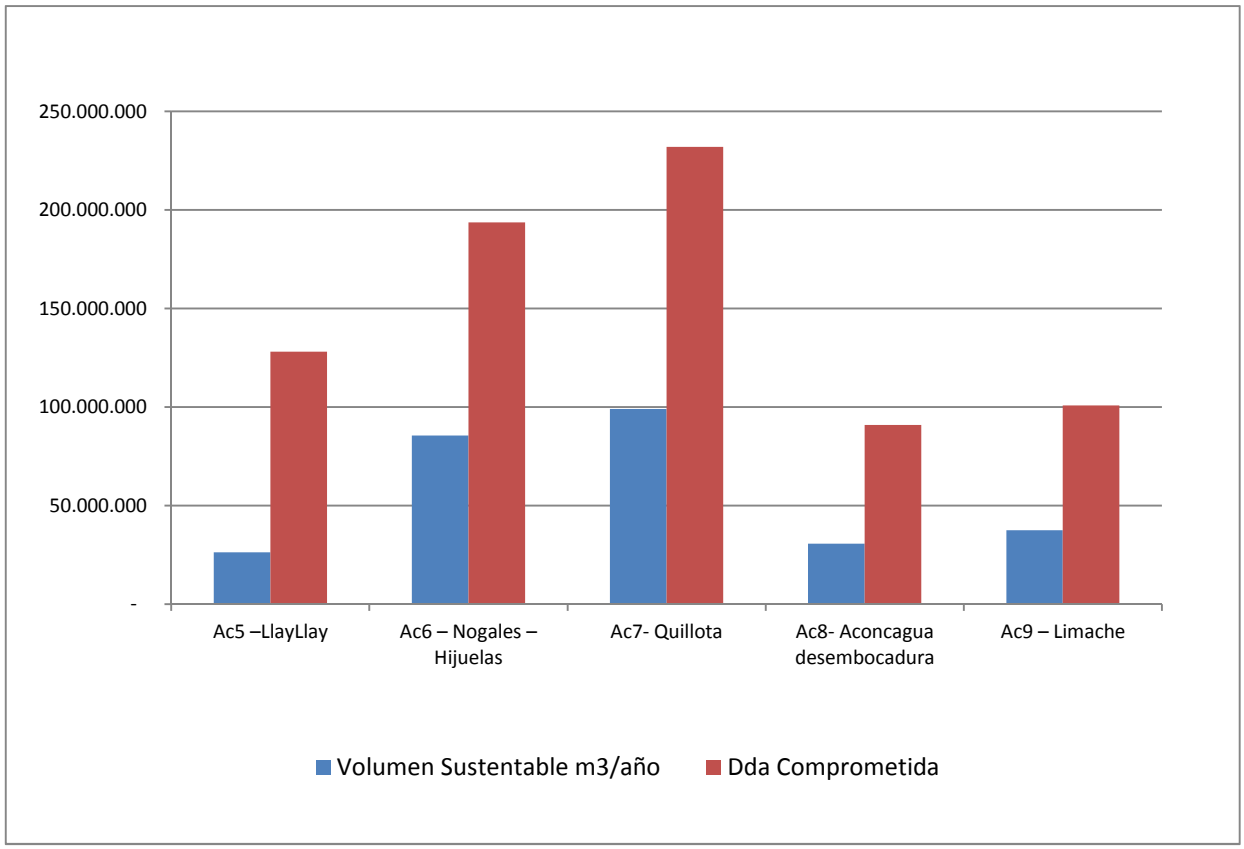
6.2 Situación de Disponibilidad Final para Derechos Definitivos

En la Tabla Nº 9 se presenta la información de la demanda de agua subterránea contrastada con el volumen sustentable de explotación asociada a cada sector hidrogeológico de aprovechamiento común analizado en el presente informe.

Tabla N°9 Demanda y Volumen Sustentable de Recursos Hídricos subterráneos en los Sectores acuíferos valle Río Aconcagua.

Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento común	Volumen Sustentable m^3/año	Demanda comprometida m^3/año
Acuífero 5 –LlayLlay	26.174.880	128.133.560
Acuífero 6 – Nogales – Hijuelas	85.462.560	193.737.004
Acuífero 7- Quillota	99.023.040	231.955.197
Acuífero 8- Aconcagua desembocadura	30.589.920	90.937.966
Acuífero 9 – Limache	37.527.840	100.706.680

Gráfico N°1 Demanda y Volumen Sustentable de Recursos Hídricos subterráneos en los Sectores acuíferos valle Río Aconcagua.



Del análisis de la oferta de recursos hídricos y la demanda comprometida que se observa en la Tabla 9, como en el gráfico N°1 se tiene que todos los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común analizados, correspondientes a los acuíferos; 5 LlayLlay, 6 Nogales–Hijuelas, 7 Quillota, 8 Aconcagua Desembocadura y 9 Limache, la demanda de aguas subterráneas comprometida al 30 de septiembre de 2014 supera con creces la oferta total de recursos hídricos.

En este sentido podemos concluir que en los sectores acuíferos ya individualizados en el párrafo precedente, se estima que existe riesgo de grave disminución de dichos acuíferos con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él, procediendo de acuerdo a los artículos 65 del Código de Aguas, como también a lo indicado en el artículo 30 letra b) del DS 203 de 2014, donde la demanda comprometida sea superior a la recarga de éste, ocasionando riesgo de grave disminución de los niveles del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él, por lo cual corresponde declarar como área de restricción los sectores 5 LlayLlay, 6 Nogales–Hijuelas, 7 Quillota, 8 Aconcagua Desembocadura y 9 Limache, no existiendo entonces disponibilidad de recurso hídrico subterráneos para otorgar nuevos derechos de aprovechamiento en calidad de definitivos.

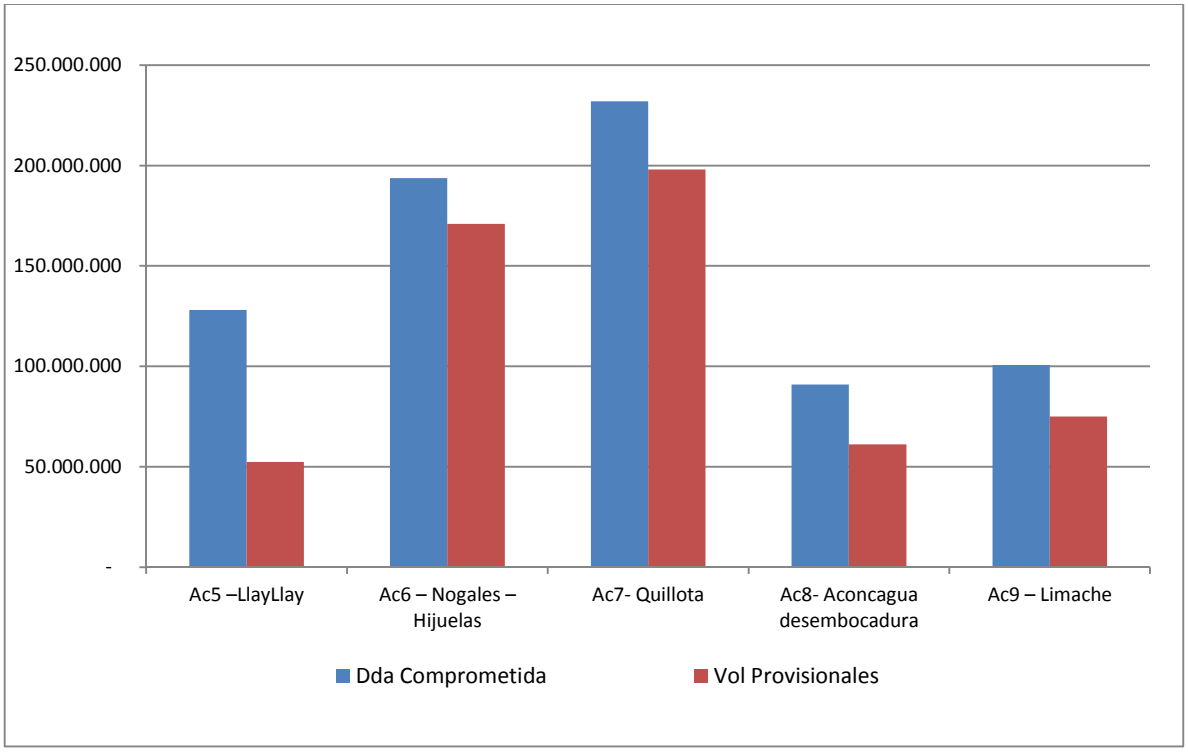
6.3 Volumen Total Factible de Otorgar como Derechos de Aprovechamiento Provisional.

A fin de evaluar el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en calidad de provisionales en los sectores acuíferos analizados en el presente informe del valle del río Aconcagua, y de acuerdo al procedimiento establecido en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, modificado por la Resolución DGA (Exenta) N°2.455 de 10 de agosto de 2011, se analizaron los sectores acuíferos de aprovechamiento común de dicho valle en lo que respecta a sus características hidrogeológicas, régimen hídrico, características morfológicas, ubicación geográfica e interrelación con fuentes superficiales, y la relación existente entre el volumen sustentable y la demanda comprometida, con lo que se concluye que los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común aquí analizados, presentan características particulares que no permiten establecer un sector a utilizar como patrón.

Según lo establecido en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos de la DGA, y sobre la base que se implementará un monitoreo efectivo del acuífero, pudiendo ser dejados sin efecto en caso de detectarse afección a derechos de terceros, se podrán otorgar derechos provisionales en magnitud equivalente a su volumen sustentable.

El cálculo de los derechos de aprovechamiento factibles de otorgar en calidad de provisionales se muestra en gráfico N° 2.

Gráfico N°2 Demanda comprometida y Volumen en derechos provisionales factibles de otorgar en los Sectores acuíferos valle Río Aconcagua.



En el gráfico N°2 se observa que en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común 5 LlayLlay, 6 Nogales–Hijuelas, 7 Quillota, 8 Aconcagua Desembocadura y 9 Limache, no existen posibilidades de otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de provisionales, pues las demandas comprometidas en ellos, superan ampliamente el volumen factible de otorgar como derechos provisionales.

7 CONCLUSIONES

El presente informe determinó la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común pertenecientes al valle del río Aconcagua, individualizados como sector 5 LlayLlay, 6 Nogales–Hijuelas, 7 Quillota, 8 Aconcagua Desembocadura y 9 Limache.

De este análisis se estima que existe riesgo de grave disminución de dichos acuíferos con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en ellos, por lo cual corresponde proceder de acuerdo lo estipulado en el artículo 65 del Código de Aguas.

Corresponde entonces declarar como área de restricción los sectores 5 LlayLlay, 6 Nogales–Hijuelas, 7 Quillota, 8 Aconcagua Desembocadura y 9 Limache en virtud de lo establecido en el artículo 65 del Código de Aguas y en el artículo 30 letra b) del DS 203 de 2014, cuando la demanda comprometida en un sector hidrogeológico de aprovechamiento común, es superior a la recarga de éste, ocasionando riesgo de grave disminución de los niveles, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él, no existiendo entonces disponibilidad de recurso hídrico subterráneos para otorgar nuevos derechos de aprovechamiento en calidad de definitivos.

No existen posibilidades de otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de provisionales, pues las demandas comprometidas en ellos, superan ampliamente el volumen factible de otorgar como derechos provisionales.

Nury Salazar Martínez
Geógrafo
Depto. Adm. Recursos Hídricos
Dirección General de Aguas

DEPTO. DE ADMINISTRACION DE RECURSOS HIDRICOS
AGENTE EXPEDIENTES

CFF/NSM/nsm
SSD Nº: 8946281

ANEXO 1

DEMANDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS