DIRECCION GENERAL DE AGUAS

REH-634
v.1 c.2

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

TOMO I DE II

(Texto)

CENTRO INFORMACION RECURSOS HIDRICOS
.491
D.G.A.
M.O.P.
V.1 C.1

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACION

S.I.T. Nº 30

Financiamiento: F.N.D.R. - Región de Atacama

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA Ingenieros Consultores Ltda.

DICIEMBRE 1995

16/8/96

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACION

EQUIPO PROFESIONAL

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

Director General de Aguas	:	Ing. Humberto Peña T.
Sub-Director General de Aguas	:	Ing. Andrés Benítez G.
Jefe Departamento de Estudios y Planificación	:	Ing. Carlos Salazar M.
Inspector Fiscal	:	Ing. Mario Cornejo S.

ALAMOS Y PERALTA Ingenieros Consultores Ltda.

Jefe Proyecto	:	Ing. Fernando Peralta T.
Profesionales	:	Ing. Fernando Alamos C.
		Ing. Sergio Núñez C.
Técnicos	:	Víctor Munzenmayer C
		Jorge Osorio C.
		Freddy Estañaro A.
		Marcelo Fierro A.
Dibujante	:	Ramón Fierro A.

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

TOMO I de II
(Texto)

INDICE

		Páginas
1.-	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	Cap1-Pag. 1 a 2
2.-	INTRODUCCION	Cap 2-Pag. 1 a 3
3.-	CONCLUSIONES	Cap 3-Pag 1 a 6
4.-	RECOPILACION DE ANTECEDENTES Y TRABAJOS REALIZADOS	Cap 4-Pag 1 a 23
4.1	BIBLIOGRAFIA EXISTENTE	Cap 4.-Pag 02
4.2	ENCUESTA DE TERRENO	Cap 4.-Pag 04
4.3	CATASTRO DE POZOS	Cap 4.-Pag 07
4.4	ANTECEDENTES LEGALES	Cap 4.-Pag 10
4.5	ESTADISTICAS EXISTENTES	Cap 4.-Pag 17
4.6	DISTRIBUCION DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL	Cap 4.-Pag 23
4.7	GEOMETRIA ACUIFERA	Cap 4.-Pag 23
5.-	DESCRIPCION DEL ANALISIS POR SECTORES	Cap 5.-Pag 1 a 11
5.1	INGRESOS Y SALIDAS SUPERFICIALES	Cap 5.-Pag 1
5.2	INGRESOS Y SALIDAS SUBTERRANEAS	Cap 5.-Pag 1
5.3	SUPERFICIE REGADA, TASAS DE RIEGO Y DEMANDAS HIDRICAS	Cap 5.-Pag 1
5.4	CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION	Cap 5.-Pag 4
5.5	SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA	Cap 5.-Pag 4
5.6	NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA	Cap 5.-Pag 5
5.7	SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO	Cap 5.-Pag 8
5.8	PLANTEAMIENTO DEL BALANCE POR SECTORES	Cap 5.-Pag 9
6.-	SECTOR N°1, ARRIBA EMBALSE LAUTARO	Cap 6.-Pag 1 a 45
7.-	SECTOR N°2, EMBALSE LAUTARO-LA PUERTA	Cap 7.-Pag 1 a 32
8.-	SECTOR N°3, LA PUERTA - MAL PASO	Cap 8.-Pag 1 a 36
9.-	SECTOR N°4, MAL PASO - COPIAPO	Cap 9.-Pag 1 a 40
10.-	SECTOR N°5, COPIAPO - PIEDRA COLGADA	Cap10-Pag 1 a 36
11.-	SECTOR N°6, PIEDRA COLGADA-ANGOSTURA	Cap11-Pag 1 a 29

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

TOMO II de II
ANEXOS Y PLANOS

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1, CATASTRO DE POZOS

ANEXO 2, CATASTRO DE DERECHOS

ANEXO 3, EXPEDIENTES

ANEXO 4, ANTECEDENTES FLUVIOMETRICOS

ANEXO 5, ROL DE REGANTES

ANEXO 6, ROL DE CANALES

ANEXO 7, DATOS EMBALSE LAUTÀRO

ANEXO 8, PLANOS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

TOMO II de II
(ANEXOS Y PLANOS)

INDICE DE PLANOS

a) PLANOS DE UBICACION CATASTRO DE POZOS

1	SECTOR :	AGUAS ARRIBA EMBALSE LAUTARO
2	SECTOR :	EMBALSE LAUTARO-LA PUERTA
3a	SECTOR :	LA PUERTA-MAL PASO (ZONAS AGUAS ARRIBA)
3b	SECTOR :	LA PUERTA-MAL PASO (ZONAS AGUAS ABAJO)
4a	SECTOR :	MAL PASO-COPIAPO (ZONAS AGUAS ARRIBA)
4b	SECTOR :	MAL PASO-COPIAPO (ZONAS AGUAS ABAJO)
5	SECTOR :	COPIAPO-PIEDRA COLGADA
6	SECTOR :	PIEDRA COLGADA-ANGOSTURA

b) PLANOS VARIACION HISTORICA DE NIVELES

- SECTORES N°1 Y N°2
  AGUAS ARRIBA EMBALSE LAUTARO Y EMBALSE LAUTARO-LA PUERTA
- SECTOR N°3
  LA PUERTA-MAL PASO
- SECTOR N°4
  MAL PASO-COPIAPO
- SECTOR N°5
  COPIAPO-PIEDRA COLGADA
- SECTOR N°6
  PIEDRA COLGADA-ANGOSTURA

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS



ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO Nº1

- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

1.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo central del estudio se encuentra claramente definido en los Términos de Referencia del llamado a propuesta donde se indica que:

> "*El Objetivo General, es obtener una visión global de la situación del uso actual y real de los Recursos Hídricos de la Cuenca*".

Como objetivos específicos se señalan:

a) Realización de un "*Catastro del Uso o Explotación de las Aguas Subterráneas*".

b) Actualización de las "*Demandas de Agua para Distintos Sectores*", sobre la base de antecedentes disponibles.

c) Actualización de la "*Evaluación de la Disponibilidad de Aguas Subterráneas del Acuífero*", para sectores claramente diferenciados.

En ellos queda establecido en forma precisa que la demanda de agua debe hacerse sobre la base de los antecedentes disponibles, uno de ellos es el estudio D.G.A del año 1987 y éste se utilizó o no, en la medida que los nuevos datos eran más precisos que los anteriores, en particular, en lo que se refiere a demanda de agua para usos agrícolas. En relación con el resto de las demandas se hizo una actualización específica para los usos de agua potable y mineros, recurriendo siempre a la fuente de origen.

Estos objetivos se han cumplido en cada una de las etapas del estudio. Adicionalmente, se han profundizado temas de infraestructura y antecedentes legales. Especialmente el punto a), que incluyó un Catastro de Derechos de Aprovechamiento, sean estos Concedidos o en Trámite, que permitiese relacionar el caudal legalmente otorgado, con los caudales medios que se extraen actualmente desde los acuíferos y poder así relacionar los expedientes con los correspondientes pozos catastrados y la conocer la cuantía de los caudales involucrados.

Respecto a los objetivos específicos se puede indicar lo siguiente:

El Punto a), Se cumplió totalmente en la Etapa I.
Se presenta en el Tomo I de II (Textos y Anexos) y en el Tomo II de II (Planos) del Informe Final

El Punto b), Cuantificado en la Etapa II, contando con los antecedentes necesarios, ubicados y verificados.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Se presenta y describe en los Capítulos 6 al 11 del presente informe (Tomo I de II)

El Punto c), Analizado y Descrito en la Etapa II.
Se presenta en los Capítulos 6 al 11 del presente informe (Tomo I de II)

Respecto a los alcances del estudio, éste abarca la cuenca completa del río Copiapó, incluyendo aguas superficiales y subterráneas. La labor de la consultoría contempla el desarrollo de actividades de terreno y de gabinete; sin embargo, no es el propósito de este trabajo rehacer aquellas labores que el consultor, basado en fundamentación adecuada, ha considerado apropiada y cuyos resultados los ha hecho suyos para los fines del presente trabajo.

También, las bases indican que "no es propósito rehacer aquellas labores que el consultor basado en fundamentación adecuada considere apropiada". Por lo tanto resta agregar que en la mayoría de los casos los datos del año 1987 se basan en labores de terreno que incluyen dos años de trabajo, con un equipo multidiciplinario en los diversos temas hidrológicos, hidrogeológicos, geofísicos, agrícolas, etc. Posteriormente estos datos fueron incorporados a un modelo hidrológico-hidrogeológico general del valle, a la vez que se hicieron 8 modelos hidrogeológicos de ocho sectores diferentes del valle. El proceso de calibración y simulación, sirvió para verificar y recalcular en muchos casos los datos de entrada, haciendo nuevos estudios de terreno, de allí que la consultora los haya considerado de mayor validez que los actuales en algunos casos.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°2

- INTRODUCCION

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

2. INTRODUCCION

El presente estudio "Análisis y Evaluación de los Recursos Hídricos en el Valle del Río Copiapó", comprende un análisis de la situación del embalse subterráneo, en particular de su evolución y comportamiento en los últimos 10 años (1985-1995).

En particular, interesa realizar un estudio de las variaciones del nivel de saturación, en relación con las recargas y descargas, dentro de éstas últimas, la relación con las extracciones de agua subterránea por los sondeos existentes.

Al mismo tiempo se requiere analizar la situación de los Derechos de Aprovechamiento tanto Concedidos como En Trámite, y su relación con los volúmenes de agua de renovación hiperanual y los volúmenes embalsados en el acuífero.

Dada las especiales características de este acuífero, es decir su gran longitud, en relación con su estrechez y además el hecho de presentar vertientes cada ciertos tramos, se ha dividido en seis sectores, los cuales se han tratado en forma separada y sistemática.

Los tramos en que se ha dividido el valle del río Copiapó son los siguientes:

(1)- Sector Aguas Arriba del Embalse Lautaro
(2)- Sector Embalse Lautaro - La Puerta
(3)- Sector La Puerta - Mal Paso
(4)- Sector Mal Paso - Copiapó
(5)- Sector Copiapó - Piedra Colgada
(6)- Sector Piedra Colgada - Angostura

En cada uno de estos sectores se han analizado los siguientes aspectos:

- Volumen de Agua Subterránea Embalsada
- Volumen de Agua Subterránea Extraída Anualmente.
- Superficie Cultivada y Demanda Agrícola
- Situación de los Canales y Riego Superficial
- Variación Histórica de Niveles de Saturación (período 1986 - 1995).
- Total de pozos existentes y situación de derechos de aprovechamiento ya sea Concedidos o En Trámite.
- Caudal Total Concedido y Porcentaje de Empleo del mismo.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

El volumen de agua subterránea embalsada, se ha obtenido mediante, la multiplicación del volumen de acuífero por el coeficiente de almacenamiento.

El volumen de acuífero se obtuvo desde el plano geológico del Estudio[1] D.G.A. 1987 y superponiendo espesores de 100, 200 y 300 metros. Aunque los espesores totales detectados por la campaña de geofísica eran mayores en muchos casos, se ha limitado a tales profundidades (300 m.), debido a que no existen elementos de contraste que permitan extrapolar hasta esa profundidad, sobre la base de sondeos mecánicos existentes. La reinterpretación de la Campaña de Geofísica, vuelve a dar los mismos espesores que se obtuvieron en el año 1987, por tal razón se prefirió limitar arbitrariamente el fondo del acuífero.

El valor del coeficiente de almacenamiento se obtuvo en parte de los resultados de pruebas de bombeo analizadas en el año 1986, pero básicamente del resultado obtenido en el valor de este parámetro durante el proceso de calibración de los modelos matemáticos realizados también en el estudio de la Dirección General de Aguas del año 1987. De todas maneras, se ha dejado consignado el volumen embalsado para un coeficiente de almacenamiento de 5% y 10%. Por otra parte se deja establecido que el valor del coeficiente de almacenamiento medido en pruebas de bombeo entrega valores por defecto, debido al fenómeno del drenaje retardado. Desde ese punto de vista es más real el valor obtenido en un proceso de simulación en el mediano y largo plazo.

El volumen de agua subterránea extraído anualmente se obtuvo desde la encuesta de terreno, cuyos resultados forman parte de este estudio y que se analiza por sectores en los capítulos 6 al 11 del presente Tomo I de II (Informe).

La superficie cultivada, se obtuvo del estudio D.G.A. 1987, a pesar de que en el Estudio de Demandas[2] hecha por D.G.A. en el año 1994, esta superficie era menor. Aunque esto es una imprecisión, se prefirió emplear tales valores porque están mas acordes con la realidad del período 1986-1995. Sucede que en el Valle de Copiapó, en particular en los sectores aguas abajo de la ciudad de Copiapó, se efectúan cultivos de temporada cuando el río dispone de excesos de agua lo que sucedía en el año 1986 y siguientes. Posteriormente en forma paulatina se va disminuyendo la superficie cultivada de acuerdo con los caudales de agua disponibles en el río. La demanda de agua por cultivos, se obtuvo del mencionado estudio D.G.A. 1994 por ser más actual.

La situación de canales y riego superficial, se obtuvo de una encuesta de terreno y de varias reuniones con la organización de usuarios y sus técnicos. En realidad, en este aspecto no existe una situación clara en la distribución de las aguas del río Copiapó, debido a que en gran parte del río, los canales no se han empleado y solo han comenzado a hacerlo en forma progresiva durante los últimos años. Por otra parte en los sectores superiores del valle, desde la localidad de Nantoco no se ejerce una acción fiscalizadora por parte de la Junta, debido en parte al empleo parcial de los canales y en parte a falta de organización de la Junta de Vigilancia. Recién durante el año 1995 la mencionada Junta se encuentra empeñada en el empleo de las aguas acorde a Derechos. De todas maneras se ha dejado consignado el número de canales de cada sector y el total de

---

[1]Ref N°1: "Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos, Valle del río Copiapó, III Región. D.G.A.-Alamos y Peralta.-1987"

[2]Ref N°2: "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de chile", Informe Etapa N°4, Demandas Actuales en Cuencas Norte. D.G.A.-Ipla-1994

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

acciones que le corresponde a cada uno de ellos, así como su actual estado de empleo.

La variación histórica de niveles de saturación del agua subterránea, se obtuvo de los antecedentes propios de nuestra oficina, de los registros periódicos de la D.G.A., del estudio de la D.G.A. 1987 y de encuesta directa de campo en que se midieron los niveles estáticos. Así, se pudo confeccionar un listado en que se comparó los niveles del año 1986 y 1995 a la vez que establecer la tendencia histórica de los niveles en épocas de sequía y en épocas de elevado escurrimiento del río Copiapó, se pudo constatar un proceso de llenado y de desembalse de cada sector acuífero, que sucede en forma natural, en ausencia de extracciones. Basado en esta hipótesis se intentó separar los descensos en metros/año producido por el proceso natural de aquel debido a extracciones artificiales de agua subterránea.

La situación de pozos existentes, diferenciando los que están en uso de los que no lo están, se obtuvo directamente de la encuesta de terreno, del mismo modo se obtuvo el destino de las aguas bombeadas ya sea en agricultura, minería, industria o agua potable.

La situación de pozos existentes y sus Derechos de Aprovechamiento, corresponde a una exhaustiva labor de investigación en la cual se pesquisó para cada uno de los 440 pozos del valle, cuál era su estado en cuanto a Derechos, para ello se trabajó en los archivos de la D.G.A., tanto a nivel de provincia como en el archivo nacional. Esta labor fue particularmente difícil debido a que existen distintas individualizaciones para un mismo sondeo, pero que han quedado lo suficientemente claro y preciso en esta ocasión incluso con su identificación en planos a escala 1.10000 y 1:20000.

El caudal total correspondiente a los Derechos Concedidos y en Trámite, fue obtenido de la misma investigación del punto anterior. El porcentaje empleado de cada uno se obtuvo de la encuesta de terreno.

Los trabajos anteriores entregan un panorama actualizado de la situación de las aguas subterráneas en cada uno de los seis sectores en que se ha dividido el valle y permiten visualizar el estado de uso de las aguas subterráneas en relación con los Derechos Concedidos a la vez que con el volumen total del embalse.

Los espesores totales del acuífero, fueron calculados mediante la definición geométrica obtenida de la campaña de geofísica, dado que no existen suficientes elementos de contraste para pozos profundos mayores de 200 metros, se han efectuado 3 cubicaciones correspondientes a limitar el acuífero arbitrariamente a los 300, 200 y 100 metros de profundidad, todo ello para los 6 sectores en que se ha dividido el valle.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°3

- CONCLUSIONES

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

3. CONCLUSIONES

- Los Derechos de Aprovechamiento Concedidos en 200 pozos del valle alcanzan a 13.157 l/s. Los Derechos en Trámite para 81 pozos del valle alcanzan a 5.012 l/s. Si se consideran los derechos en Trámite más los Concedidos alcanzarían a un total de 18.169 l/s para 281 pozos del total de 440 que hay en el valle.

- Los ingresos totales de agua al Valle en cabecera tanto en forma superficial como subterránea se han calculado en 3250 l/s (102 Mm^3/año). Por lo tanto, el valle no puede sustentar una explotación permanente y continua ni de los Derechos Concedidos ni de los Derechos en Trámite, a menos que se realice una explotación programada con dichos volúmenes.

- En la actualidad la extracción de aguas subterráneas en el Valle alcanza a 125 millones de m^3 al año (Mm^3/año), lo que representa un caudal continuo equivalente de 3.965 l/s. La extracción neta, asumiendo una infiltración (percolación) media de 15% alcanzará a 106 Mm^3/año, lo que representa un caudal continuo de 3.370 l/s.

- La comparación de las cifras anteriores indica que las extracciones de agua subterránea son cercanas al ingreso medio anual, de acuerdo con los antecedentes en que se basa el presente informe. No obstante esto debe ser precisado mediante un monitoreo permanente.

- La extracción actual de 125 Mm^3, podría hipotéticamente transformarse en una mayor en la medida en que se utilice más horas al año cada pozo, de lo que se hace actualmente. Esto podría suceder frente a un cambio de cultivo más exigente de agua en caso de uso agrícola o bien, por cambio en el destino del empleo de las aguas para otros fines, tales como la industria o la minería. En tal caso el acuífero iría entregando progresivamente sus reservas, las cuales son abundantes y alcanzan a 3.445 Mm^3 ó 6.890 Mm^3 según se adopte un coeficiente de almacenamiento de 5% o de 10%. Otra manera de que el acuífero del río Copiapó, vea aumentada su extracción es la que corresponde a la entrada en operación de pozos que tienen derechos y que no se utilizan o bien, que los derechos en trámite se transformen en definitivos. Lo anterior agregaría una extracción adicional de 200 Mm^3/año considerando una explotación según sus derechos.

- Si se considera el sector de valle desde sus inicios hasta la ciudad de Copiapó (sectores hidrogeológicos N°2, N°3 y N°4 y sin considerar los afluentes de Manflas, Pulido y Jorquera), el volumen extraído alcanza a 100 Mm^3 frente a un volumen almacenado de 1.980 Mm^3 o de 990 Mm^3 según se adopte un 10% ó 5% de coeficiente de almacenamiento. Los sectores aguas abajo de la ciudad de Copiapó extraen solo 23 Mm^3, frente a un volumen embalsado de 4.620

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6 2.310 Mm^3 respectivamente. Lo anterior sugiere la posibilidad y conveniencia de tratar en forma separada ambos sectores. Desde el punto de vista hidrogeológico esta separación es factible por dos razones: la primera es que existe una discontinuidad hidrogeológica en dicha ciudad y es lo que hace surgir las vertientes localizadas entre San Fernando y Copiapó. La segunda razón, es la enorme magnitud de los embalses subterráneos del Valle aguas abajo de Copiapó (3600 a 4620 Mm^3 según se considere 200 o 300 metros de espesor) en comparación con lo exiguo de su actual explotación (23 Mm^3). Esto es particularmente cierto en el sector aguas abajo de Piedra Colgada donde todo el sector es una zona de descarga y los niveles se encuentran muy superficialmente y las fluctuaciones son mínimas.

- El Tramo Embalse Lautaro - Copiapó, es el más importante dentro del conjunto, pues en él se encuentran 258 pozos de los 440 y se extraen 100 Mm^3 del total de los 125 Mm^3 del valle. Al mismo tiempo se riegan 5.374 Hás de un total de 8.028 Has, es decir el 70% de la superficie regada en el valle. El volumen embalsado de este gran sector es de 1.990 Mm^3 ó 995 Mm^3 para 10% y 5% del coeficiente de almacenamiento. Las cifras anteriores indican que este gran sector del valle sería el más vulnerable frente a un aumento explosivo de las extracciones de agua subterránea.

- La extracción anual del tramo Emb. Lautaro - Copiapó representa un 5.5% (promedio entre 6.1%; 5,1% y 5.4%) del volumen embalsado. Lo cual no ha provocado aún descensos alarmantes, pero sí acusa un desbalance entre las entradas y las salidas producto de su funcionamiento histórico en el último tiempo (1988-1995), de acuerdo con la tendencia a la baja de los niveles. Es en este sector donde se aprecia con mayor nitidez la regulación hiperanual del embalse subterráneo.

- Si se comparan los descensos históricos de niveles con el descenso durante el período 1988 - 1995 se puede apreciar que son similares en magnitud y en el lapso en que se producen y además que la mayoría de ellos aún no alcanza el mínimo histórico registrado en 1968.

- Lo anterior indica que durante estos últimos diez años considerados en su conjunto, las recargas han sido inferiores a las extracciones netas, esta situación puede continuar durante varios años más, hasta que se produzcan nuevas avenidas del río Copiapó, época en la cual se volverá a producir el relleno del acuífero por infiltración de estas aguas.

- El registro histórico de variación de niveles de saturación del agua subterránea en los acuíferos del valle de Copiapó, se extiende desde el año 1960 hasta la fecha. En él se pueden apreciar que entre los años 1960 a 1980 se produjo un descenso de niveles casi continuo de no ser por pequeños ascensos producidos entre 1966, 1973 y 1974 que no lograron revertir la situación general. A partir del año 1981 y como resultados de las lluvias en el período de 1980-87, los niveles comenzaron a subir llegando a situarse en su nivel original del año 1960 al final de 1985 e incluso sobrepasando los niveles de 1960. Posteriormente los niveles del agua subterránea alcanzaron los valores históricos más cercanos a la superficie a fines de 1987 y comienzos de 1988. Luego de 1988 se ha producido una situación de descensos hasta la fecha (sin ser mayores que la situación de 1960), aunque evidencian en el período 1993-94 una tendencia a estabilizarse. Todo lo anterior es un indicador claro de que el acuífero opera

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

como un embalse de regulación multianual, con largos períodos de sequía, en los que se desembalsa, para posteriormente rellenarse en las épocas de abundancia de aguas superficiales.

- Dada la especial situación hidrológica del valle del río Copiapó, en que los períodos de recarga al acuífero se producen en lapsos de 10 ó 20 años, se hace necesario un tratamiento especial del embalse subterráneo.

- Se requiere de un programa permanente de vigilancia y control del acuífero mediante un exhaustivo sistema de monitoreo que incluya: medidores de caudal en todos y cada uno de los sondeos en explotación con registro mensual por la D.G.A., medidas de niveles estáticos y dinámicos en un mayor número de sondeos con lectura mensual y medidas de caudales en el río Copiapó, al inicio de cada uno de los sectores hidrogeológicos en que se ha dividido el valle en el presente estudio. Al respecto cabe señalar que la D.G.A cuenta con todas las atribuciones legales necesarias para obligar a los que poseen derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, a la instalación de medidores de caudales a la salida del sondeo. Del mismo modo, puede solicitar las mediciones de niveles estáticos y dinámicos y la entrega periódica de dicha información, sin perjuicio que la propia D.G.A puede efectuar las verificaciones y comprobaciones que estime conveniente.

- Es imperativa la creación de una Comunidad de Aguas Subterráneas del acuífero del Valle del río Copiapó, al menos desde sus nacientes hasta la ciudad de Copiapó. Tal comunidad deberá llegar a un acuerdo relativo a los volúmenes anuales de extracción en función de la situación del embalse subterráneo y a la cuantía de las recargas.

- De los 440 sondeos que se han identificado en el valle, hay 151 que no tienen Derechos de Aprovechamiento, de ellos hay 86 en el sector aguas arriba de Copiapó y de éstos 46 pozos se encuentran en el sector Mal Paso-Copiapó. Esto crea una situación de hecho que es preciso corregir a la mayor brevedad.

- En el valle en su conjunto la relación entre Extracción y Derechos Concedidos es del 30,2%, no obstante en el sector Mal Paso - Copiapó es de 58%, lo que se explica por el mayor uso en Minería.

- En el conjunto del valle la relación entre extracción anual y volumen almacenado es de 2,3% ó 4,6% para coeficiente de almacenamiento de 10 y 5% respectivamente. Sin embargo la relación entre extracción y recarga media anual es cercana al 100%. Esto expresa que existe un enorme volumen de agua almacenada, lo cual se podrá emplear de acuerdo con una política de desarrollo y conservación del recurso, basado en los resultados de la labor de vigilancia y control y particularmente en el conocimiento del recurso por parte de la D.G.A.

- En el sector aguas abajo de la ciudad de Copiapó, las extracciones anuales son de 0,3% y 2,3% respecto de los volúmenes embalsados, lo cual lo califica como en condiciones de una muy

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

baja explotación. Dado que existen abundantes recursos de agua se requiere establecer una política de empleo de estos recursos.

- En la cuantificación de las entradas totales de agua al Valle de Copiapó en el sector de La Junta, se ha basado en escasos antecedentes por lo que la cifra indicada es imprecisa. Es altamente probable que dicho caudal subterráneo sea mayor por lo que se recomienda una precisión en ello sobre la base de sondeos de reconocimiento, que permitan obtener valores más reales de la transmisibilidad y del gradiente hidráulico.

- En el cálculo de los volúmenes extraídos se han obtenido datos de encuesta del 75% de los pozos que se encuentran en uso, por lo que la extracción real podría ser mayor.

- Existe por otra parte en el Valle, un reuso de las aguas especialmente en las aguas superficiales, sin embargo este aspecto no se puede valorar por el momento.

- Una forma de aumentar los recursos de agua subterránea del Valle del río Copiapó es mediante la recarga artificial. Para tener una idea de los volúmenes aprovechables se puede analizar la estadística de caudales del río en la ciudad de Copiapó. En dicho punto el caudal base se puede estimar en 500 l/s (probabilidad de ocurrencia 55%, período de retorno 1,8 años), no obstante el caudal medio en el período 1983-1991 es de 2.540 l/s (probabilidad de ocurrencia 20%, período de retorno 5 años). Esto indica que existiría un total de 2.000 l/s durante nueve años que podrían infiltrarse lo que asciende a un volumen de 540 Mm^3 cifra de extraordinaria importancia frente a los recursos del acuífero. Los caudales punta en Copiapó alcanzan a 20 m^3/s los cuales deberían infiltrarse a lo largo de casi 80 kilómetros de río entre el embalse Lautaro y Tierra Amarilla. La elevada permeabilidad del lecho del río Copiapó y de su área de inundación hacen factible este proceso.

- Los volúmenes de agua embalsados considerando sólo los primeros 200 metros del acuífero alcanzan a 5.460 Mm^3. De ellos hay 1.860 Mm^3 en el sector de acuífero aguas arriba de Copiapó y 3.400 Mm^3 entre Copiapó y Angostura, ello suponiendo un Coeficiente de Almacenamiento de 10% .

- Los volúmenes explotados para el sector aguas arriba de Copiapó ascienden a 4,2% del volumen embalsado u 8,4% de éste, según se considere un 10% ó 5% como valor del Coeficiente de Almacenamiento. Esto indica que actualmente no existe una sobreexplotación del acuífero, debido a que no se bombea todas las horas del año.

- Los volúmenes explotados respecto al volumen medio de circulación anual por cada sector acuífero fluctúan entre un 11% y un 71% aproximadamente para los sectores Arriba Embalse Lautaro y Mal Paso-Copiapó. Las explotaciones artificiales por sondeos calculadas corresponden a: 355, 656, 761, 1482, 527 y 203 l/s para los sectores N°1 al N°6 respectivamente. Los volúmenes medios de circulación anual corresponden a: 3200, 2620, 2460, 2080, 1330 y 530 l/s respectivamente. Por consiguiente la razón entre la explotación por

LOS MILITARES Nº 4285 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

sondeos y los volúmenes de recarga media anual se pueden desglosar para cada uno de los sectores desde el sector N°1 al N°6 en 11%, 25%, 31%, 71%, 40% y 38%.

- En el caso que se produjese un cambio en la intensidad de empleo de las aguas subterráneas, se podría generar una sobreexplotación en el acuífero comprendido entre Juntas y Copiapó.

- El efecto provocado por una sobreexplotación del acuífero, haría descender los niveles y caudales en algunos sondeos, lo cual activaría reclamos legales por parte de los afectados que posean derechos de aprovechamiento.

- Los reclamos anteriores provocarían la declaración de área de restricción por parte de la D.G.A., a la vez que se establecería una cadena de juicios legales, con el consiguiente perjuicio económico para la mayoría de los usuarios y para la zona en general.

- Es muy necesario dar a conocer a los tenedores de derechos de aprovechamiento de agua una síntesis del resultado de este informe para lograr la formación de una Comunidad de Aguas Subterráneas.

- Por otra parte, dado que no hay experiencia en este tipo de organización en el país, se sugiere que la propia D.G.A. estudie la forma de su constitución, así como los estatutos por los que deban regirse.

- Al mismo tiempo cabe señalar que existe una responsabilidad compartida entre los usuarios y la administración, por cuanto a los primeros les cabría una correcta distribución de los recursos y al segundo le corresponde el conocimiento del recurso así como su vigilancia y monitoreo.

- Un análisis general que relaciona las características de los acuíferos del Valle de Copiapó en cuanto a la gran capacidad de su embalse subterráneo, la profundidad del basamento rocoso y consecuentemente el espesor del acuífero, la posición del nivel de saturación y sus fluctuaciones hiperanuales, como su capacidad de recuperación en los períodos de recarga, permiten concluir que la actual infraestructura de pozos, especialmente por su escasa profundidad de perforación, no se adapta al óptimo aprovechamiento del acuífero.

En cada sector se ha hecho un comentario acerca de esta situación, existiendo algunas zonas en las cuales la subexplotación del acuífero no requiere, a lo menos por el momento, de pozos mas profundos. Lo anterior no implica que a futuro esas zonas también requieran como el resto del valle que los pozos sean profundizados o en su defecto reemplazados por nuevos pozos ubicados en su vecindad y que puedan mantener el Derecho de Aprovechamiento del pozo antiguo.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

- Se estima, como política adecuada a las características acuíferas del Valle, el reemplazo de pozos obsoletos por otros nuevos ubicados en su proximidad, para los cuales la autoridad le otorgue o acepte el "Traslado del Derecho de Aprovechamiento" sin efectuar variaciones en la cuantía del Derecho. Se sugiere para ello que la distancia del traslado no sea superior a 20 m. ni que interfiera con algún radio de protección existente en un pozo vecino. Esta política permitiría un mejor aprovechamiento del acuífero sin que ello afecte los Derechos de Aprovechamiento concedidos. De ninguna manera, se aconseja el traslado de derechos desde un sector a otro en un mismo acuífero, como tampoco entre acuíferos vecinos. Lo primero porque estaría modificando el equilibrio hidráulico con el posible perjuicio de otros sondeos o bien a las naturales descargas de un acuifero que recarga al siguiente de aguas abajo. Lo segundo porque en la práctica, tal como se ha establecido en este informe los diferentes acuíferos del valle del río de Copiapó, aunque están comunicados hidráulicamente, actúan para efectos de la explotación como acuíferos independientes.

  Contrariamente, una política de "Defensa de los Derechos Concedidos" no permite aprovechar el acuífero en toda su magnitud y capacidad de recuperación.

  Respecto a los pozos con derechos concedidos y que no están en uso se puede indicar que alcanzan a 62 pozos los cuales tiene derechos comprometidos por 3848 l/s (120 Mm^3/año) por lo tanto si se consideran como obsoletos estos pozos es un volumen importante de tener en cuenta respecto al tema de Traslado de Derechos.

- La declaración de zona de prohibición para nuevas explotaciones, existente en el valle del río Copiapó ha sido decretada por la D.G.A. de acuerdo con el Articulo N°63 del Código de Aguas.

  Desde el punto de vista general, la recarga media calculada y la explotación calculada, se encuentran balanceadas, por lo que puede presumirse que podría producirse un déficit de recarga en caso que aumenten las extracciones por nuevos pozos o por mayor intensidad en la explotación de los actuales. Esto hace que el tema deba tratarse con cuidado al menos para los acuíferos ubicados aguas arriba de la ciudad de Copiapó y aguas bajo de La Puerta.

  El estudio realizado, indica que la única zona crítica que puede presentar en un futuro cercano signos de sobreexplotación, es el Sector N°3 La Puerta-Mal Paso, más específicamente en el subsector La Puerta-Elisa de Bordos.

  El acuífero comprendido entre Copiapó y Angostura, no presenta ninguna muestra de agotamiento y a nuestro juicio debería quedar fuera de la zona de prohibición.

/FPT/SNC/Copiapo/Abr96/

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°4

- RECOPILACION DE ANTECEDENTES Y TRABAJOS REALIZADOS

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

D.G.A.
M.O.P.

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

4. RECOPILACION DE ANTECEDENTES Y TRABAJOS REALIZADOS

La recopilación de antecedentes se ha centrado en 7 puntos principales que se indican a continuación y se desglosan posteriormente.

1- *Bibliografía Existente*

2- *Encuesta de Terreno*
- *-Ficha Encuesta*
- *-Reconocimiento de Canales*
- *-Volúmenes Explotados Mediante Sondeos*

3- *Catastro de Pozos*
- *-Recopilación de Catastros Anteriores*
- *-Trabajos en Terreno*
- *-Revisión y Comparación con Derechos de Aprovechamiento*

4- *Antecedentes Legales*
- *-Análisis y Revisión de Expedientes*
- *-Catastro de Derechos*
- *-Rol de Canales*
- *-Rol de Regantes*

5- *Estadísticas Existentes*
- *-Variación Histórica de Niveles Freáticos*
- *-Registros Fluviométricos*

6- *Distribución de los Recursos Hídricos Superficiales*

7- *Geometría Acuífera*

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.1 BIBLIOGRAFIA EXISTENTE

El valle de Copiapó ha sido estudiado anteriormente en varias ocasiones, con diferentes perspectivas y grados de profundidad. A continuación, se detallan algunos de los trabajos consultados:

-Kleiman y Torres, 1962
-CORFO-Italconsult, 1963
-Dirección de Riego-Uri Hammer, 1980
-Análisis Recursos Hidrogeológicos, DGA-Alamos y Peralta, 1987
-Inventario Contaminación, DGA-Alamos y Peralta, 1987
-Estudio Nantoco-Copiapó, SENDOS, Isamu Kodama, 1992
-Catastro CIREN y Catastro de la DGA regional (III Región), 1994
-Uso actual y futuro de los recursos hídricos, DGA-Ipla, 1994
-Estudios Privados (1980-1995)
-Otros estudios

4.1.1 Estudio de Kleiman y Torres.

Este es uno de los primeros, efectuados a nivel general del Valle y fue ejecutado en 1962 por Kleiman y Torres.

4.1.2 Estudio CORFO-Italconsult.

En 1963 CORFO efectúa el estudio "Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos del Valle de Copiapó", en conjunto con la firma Italconsult.

En ambos trabajos, anteriormente mencionados, se hace un análisis de los recursos hidrogeológicos con los datos existentes a esa fecha, los cuales son de extremo interés en la actualidad, como por ejemplo el mínimo grado de explotación del agua subterránea con solo 46 pozos perforados, datos de calidad de las aguas, y niveles estáticos, los que sirven de comparación con la situación actual. Se presentan también, antecedentes geológicos; suelos; plan de obras civiles; aspectos legales e institucionales; relación costo beneficio del proyecto, etc.

4.1.3 Estudio de la DIRECCION DE RIEGO y Uri-Hammer

En 1980 el Ingeniero Uri Hammer, efectuó para la Dirección de Riego un estudio en el cual, utilizando los antecedentes a esa fecha sobre recursos superficiales y subterráneos, los comparó con las demandas del Valle en sus aspectos Agrícola, Poblacional y Minero, concluyendo que a esa fecha se estaban sobre-explotando los recursos, demostrado ello por el continuo descenso de los niveles estáticos.

4.1.4 Análisis de los Recursos Hidrogeológicos (Modelo); D.G.A.-Alamos y Peralta Ing.

Entre 1985 y 1987 la firma ALAMOS Y PERALTA Ingenieros Consultores Ltda, efectuó para la D.G.A el "Análisis de los Recursos Hidrogeológicos del Valle del Río Copiapó", en el cual se construyeron y operaron 8 modelos hidrogeológicos de diversos sectores acuíferos, evaluando las recargas y descargas hacia y desde el acuífero, analizándose las implicancias de la explotación del acuífero con las fluctuaciones periódicas del

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

nivel estático.

El período 1980-1985 de mayor pluviosidad que los años anteriores, permitió detectar fuertes incrementos en las recargas al acuífero y tener así una perspectiva diferente a la de estudios anteriores, en lo que respecta a la relación oferta-demanda y valorar en mejor forma la capacidad de regulación que poseen los acuíferos de este valle.

4.1.5 Análisis Crítico de la Red de Mediciones e Inventario de Contaminación ; D.G.A.-Alamos y Peralta.

También en 1987, la Empresa ALAMOS Y PERALTA, efectuó para la D.G.A. un "Inventario de Contaminación. Etapa I" y un "Análisis Crítico de la Red de Mediciones de Aguas Subterráneas".

En este último, se utilizó el catastro de pozos y norias del valle de Copiapó recientemente actualizado en el "Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos" y se propuso una red de puntos de medición para los pozos de este valle.

4.1.6 Estudio, Sector Nantoco-Copiapó, para el Abastecimiento de Agua Potable; ISAMU KODAMA-1992.

La empresa ALAMOS Y PERALTA, efectuó para la firma ISAMU KODAMA un estudio hidrogeológico y proposición de obras de captación subterráneas, como parte del contrato de esa firma con SENDOS. Se estudió el sector Nantoco-Copiapó. En dicho estudio la firma KODAMA, analizó las demandas de agua potable para el período 1992-2017.

4.1.7 Catastro CIREN y Catastro D.G.A. III Región.

Por otra parte, entre 1991 y 1994 tanto la D.G.A. como CIREN, efectuaron una actualización del catastro de pozos perforados en el valle, ubicándolos CIREN en Cartografía 1:50.000.

Dichos catastros no comprenden otras actividades hidrogeológicas tales como, fluctuación de niveles, ni análisis de la explotación del acuífero, pero permiten ubicar aproximadamente 350 pozos, es decir, el doble de los catastrados en 1985, demostrando ello el incremento en ese período en la explotación del acuífero.

4.1.8 Dirección General de Aguas - IPLA 1994.

El estudio "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile, Etapas 4 y 7, Demandas Actuales y Futuras en Cuencas del Norte". Entrega importantes antecedentes en su tema, lo que ha servido para complementar los resultados de la Encuesta realizada en el presente estudio. Analiza las demandas en forma separada por tipo de usuarios: Agrícola; Industrial; Minería y Agua Potable, todo ello como valores generales para el Valle del Copiapó en su conjunto y no por sectores.

4.1.9 Estudios Privados

ALAMOS Y PERALTA, ha realizado otros estudios hidrogeológicos en el Valle del Copiapó a solicitud de Empresas Mineras, tales como Ojos del Salado, Candelaria y Mantos Blancos, de los cuales se han recopilado antecedentes hidrogeológicos, suelos, demandas, pruebas de bombeo, etc., los cuales debidamente analizados han pasado a formar parte del presente estudio.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.2. ENCUESTA DE TERRENO

Se efectuó un minucioso recorrido del Valle desde los sectores precordilleranos de los 3 afluentes del río Copiapó, hasta el predio María Isabel en el sector de Angostura. Este recorrido se efectuó a todos los predios Agrícolas; Industriales; Mineros y Recintos de Agua Potable, que cuentan con pozos profundos o norias.

La encuesta de terreno a permitido materializar tres puntos del presente estudio, ellos son:

-Catastro de Pozos
-Catastro de Canales
-Cálculo de Volúmenes Explotados

4.2.1 Catastro de Pozos

La realización del catastro de pozos fue abordada en dos frentes, el primero consistió en recopilación de los catastros anteriores y la cartografía existente, el segundo corresponde a la encuesta de terreno llenando una ficha tipo, previamente confeccionada y marcando en la cartografía la ubicación del pozo después de haberlo inspeccionado en el terreno.

La Ficha Tipo se ha dividido en 4 temas:

- *Datos Particulares de la Captación*
- *Datos de la Construcción del Sondeo*
- *Datos de la Explotación del Sondeo*
- *Datos Derechos de Aguas*

En cuanto a planos catastrales se utilizaron los siguientes:

	Plano	*Escala*	*Sector*
-	*N°1*	*1:25.000*	*Arriba del Embalse Lautaro.*
-	*N°2*	*1:10.000*	*Embalse Lautaro a La Puerta.*
-	*N° 3a y 3b*	*1:10.000*	*La Puerta-Mal Paso.*
-	*N° 4a y 4b*	*1:10.000*	*Mal Paso-Copiapó*
-	*N°5*	*1:20.000*	*Copiapó-Piedra Colgada*
-	*N° 6*	*1:20.000*	*Piedra Colgada a Angostura.*

En total, son 8 planos, presentados en el Tomo II de II (Anexo y Planos), donde se han ubicado los pozos existentes y se han diferenciado por su uso actual, ya sea: Riego, Minero, Industrial, Agua Potable u Observación.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Ficha Tipo

A continuación se describen los datos incluidos en la Ficha de Encuesta y su mayor o menor disponibilidad para ubicarlos.

a.1) Datos Particulares de la Captación

Se actualizan los nombres del Predio y Propietario en pozos antiguos y se reconocen los de los Pozos Nuevos, otorgándoles una numeración acorde con lo indicado en los planos catastrales.

a.2) Datos de la Construcción del Sondeo

Se refiere a las características del pozo. Respecto a ello, el encuestado escasamente recuerda la empresa que lo construyó y algunas veces conoce la profundidad y caudal obtenido. Regularmente, los otros datos es posible obtenerlos del perforista, solo cuando éste accede a entregarlos. En otros casos estos antecedentes han sido obtenidos en los Expedientes de la D.G.A. cuando el propietario ha solicitado el Derecho de Aprovechamiento respectivo.

a.3) Explotación de la Captación de Aguas Subterráneas

En general se pudo conocer si el pozo se encontraba en condiciones de *Operación o Sin Uso* .Igualmente fue posible anotar el tipo de bomba utilizado, pero desconociéndose el modelo del equipo y marca de éste cuando es del tipo sumergido.

Cuando fue posible, se midió el nivel Estático y se estimó el Caudal en Explotación, ya sea por antecedentes dados por el propietario o por observaciones en terreno. Ello en general presenta dificultades al estar las bombas conectadas a los sistemas de impulsión y sin ningún elemento de control de flujo. Puede indicarse, que en general los usuarios no utilizan Bitácoras de Explotación del Pozo.

En cuanto al tiempo de uso efectivo del pozo, solo se logró respuesta de los propietarios en 147 casos de los 231 pozos en operación existentes en el valle, (64% de cobertura), indicando para tal efecto el N° de horas/días y días/mes para cada mes del año. Este antecedente fue entregado generalmente como "*Memoria y Datos Generales*", no conociéndose que proviniesen de anotaciones sistemáticas.

a.4) Derechos de Aguas

La información se obtuvo de los archivos en Expedientes de la D.G.A. III Región. Los propietarios normalmente no tienen dicha información en forma expedita, ordenada y de fácil acceso. Aunque podrían ubicarla y entregarla, pero no con la agilidad que la encuesta requiere.

No se detectaron casos de pozos con registros históricos de niveles o volúmenes extraídos, por cuenta del propietario, salvo el caso de Minera Candelaria. Se conocen sí, las mediciones de niveles efectuadas por la Dirección General de Aguas, la que efectúa esta función en la actualidad.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Debe señalarse que la Encuesta no siempre es posible llenarla en la primera visita al terreno, lo que sucede generalmente al no encontrarse con la persona adecuada para su respuesta, debiendo volver al predio 2 ó más veces.

En general se puede indicar que la encuesta y ubicación de pozos en plano fue una labor dificultosa, prolongada más allá de lo esperado y con resultado suficiente en lo que a cuantificación de la explotación se refiere, sin embargo en los otros aspectos fue muy significativa.

La Ficha, ha sido llenada en terreno en forma parcial, siendo completada posteriormente o en forma previa, con antecedentes obtenidos del Perforista; de la Dirección General de Aguas y de Archivos del Consultor.

4.2.2 Catastro de Canales

Se realizó una inspección a los canales existentes pudiéndose observar sus bocatomas y su estado actual. Esta información se presentará en detalle en el análisis por sectores de los canales existentes. (capítulos 6 al 11 del Tomo I).

4.2.3 Volúmenes Explotados

Como parte de la Encuesta realizada a los propietarios de pozos, se consultó por las horas de bombeo durante el período Abril-Agosto y por el período Septiembre-Marzo, consultando a la vez por el caudal estimado de la explotación. Producto de estas cifras fue posible conocer los volúmenes extraídos en ambos períodos habida cuenta de sus limitaciones y exactitud de los resultados.

Para el Sector Agrícola se consultó además, por el número de Hás. regadas, lo que permitirá conocer la "Tasa de Riego" por hectárea cultivada. A ello se suman antecedentes entregados por algunos Agricultores que riegan Parronales por goteo.

De 180 pozos de Regadío que están siendo explotados en la actualidad en el valle de Copiapó, se lograron antecedentes en 125 de ellos, es decir se obtuvo una respuesta en el 70% de los casos, aunque no todos ellos en forma completa, especialmente en cuanto al caudal estimado y a la superficie de riego.

Para los 5 pozos Industriales que se operan, se obtuvo respuesta en todos ellos; este tipo de usuario es poco relevante en la explotación del acuífero.

Para los 25 pozos del Sector Minero que están en operación, se obtuvo respuesta en 16 de ellos, incluyendo 6 pozos de ENAMI-Paipote y 5 pozos de Minera Candelaria, con la cual se obtuvo una respuesta prácticamente total para los usos mineros.

El Sector de Agua Potable, explotado esencialmente por EMSSAT S.A (existen norias para abastecimiento poblacional que no fueron cuantificadas) entregó respuesta, expresado en volúmenes mensuales por "Planta o Recinto", para los 12 meses del período Abril 1994 a Marzo 1995 , ambos incluidos.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.3. CATASTRO DE POZOS Y NORIAS

Este trabajo debió realizarse a lo menos en 3 partes y que se describen a continuación.

- *Recopilación de Catastros Existentes y Cartografía.*
- *Trabajo de Terreno*
- *Revisión Catastro de Pozos y Derechos de Aprovechamiento*

4.3.1 Recopilación Catastros Existentes y Cartografía

Primeramente, se recopilaron los catastros existentes y planos con ubicación de pozos, desde el trabajo hecho por CORFO-Italconsult. en 1963 con solo 46 pozos; el confeccionado por Alamos y Peralta en 1985-87 para los Modelos Hidrogeológicos con 167 pozos; el de la Dirección General de Aguas (III Región) en 1994 con 242 pozos, y el de CIREN de 1994 con 353 pozos.

En cuanto a Cartografía, se obtuvo la utilizada por CIREN en escala 1:50.000 y la utilizada por nuestra empresa en 1987 en escalas 1:10.000 en el sector principal del Valle (Lautaro- Copiapó) y 1:20.000 y 1:25.000 para los sectores extremos.

La recopilación de estos diversos catastros debió llevarse a una sola versión, lo que obligó a resolver variados casos de discrepancia, especialmente en lo que a numeración de pozos, o asignación de coordenadas se refería.

En cuanto a la Cartografía, la 1:50.000 es inadecuada para lograr precisiones de Catastro y solo entrega visiones generales del Valle, por lo tanto fue utilizada en los planos de variación de niveles de la napa, donde sirvió para ubicar los sectores y en ellos los pozos con registros de niveles y sus gráficos.

Se estimó que esta primera parte era previa al trabajo de terreno, ya que hacer el trabajo de terreno sin antecedentes previos, lleva grandes dificultades, aumenta el tiempo del trabajo en terreno y expone al encuestador a ignorar algunos pozos que resultan de difícil ubicación, especialmente a aquellos que no se explotan en la actualidad.

4.3.2 Trabajo de Terreno, Encuesta

La segunda parte, consistió en un trabajo en terreno, encuestando a los propietarios o sus representantes y visitando cada uno de los pozos para así ubicarlo en el plano catastral. Dicha labor fue complementada con la confección de la Encuesta que se describió recientemente.

El Catastro Actual se entrega en *Tomo II (Anexos y Planos),* en un listado para los 440 pozos ubicados y en 8 láminas del Plano Catastral, a las escalas antes indicadas, éstas últimas incluidas en el mismo Tomo II .

En el listado catastral se puede observar para cada pozo, los antecedentes de:

- N° del pozo, según el presente Catastro 1995 y número del plano catastral en el que se encuentra ubicado el pozo (Corresponde al N° de Sector).

- Sector del Valle donde se ubica y zona dentro de ese sector. La sectorización corresponde a la

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

subdivisión en 6 áreas acuíferas, coincidentes con las analizadas en 1987 por nuestra firma, con el fin de facilitar su comparación y especialmente por el hecho de realizar un análisis en forma separada para las distintas zonas acuíferas del Valle. Las zonas corresponden a partes de un sector.

- Coordenadas Geográficas y Coordenadas U.T.M.
  Las coordenadas geográficas obedecen al sistema que usó Corfo y que continúa CIREN hasta la fecha, habiendo sido la forma habitual de ubicar el pozo. Los cuadrantes están divididos cada 10 minutos geográficos y estos a su vez subdivididos en 4, con las letras A, B, C y D numerando el pozo en forma correlativa en cada uno de ellos. Un diagrama de las coordenadas geográficas se ha colocado en cada lámina, achurando los cuadrantes existentes en ella, a fin de facilitar su ubicación.

- Las coordenadas U.T.M. utilizadas, y que aparecen trazadas en los planos catastrales, son las del sistema "DATUM 56 (Internacional de Venezuela)", utilizada en toda la Cartografía Nacional, tanto por el I.G.M. como por la FACH.

  El Instituto Geográfico Militar ha indicado en carta del 12 de Abril de 1995 "...que por el momento este Instituto no dispone de parámetros de transformación a WVSS 84 para el área de su interés, por lo cual no podemos realizar los cálculos requeridos ni tampoco entregar cantidades de variación entre el DATUM 56 y el WVGS 84 para realizar las nuevas evaluaciones.".

  Era interés de la D.G.A. y también nuestro, haber entregado las Coordenadas U.T.M. en el sistema WVGS 84 que otorga mayor facilidad para el uso de G.P.S. (Sistema de Posicionamiento Satelital), pero, dada la inexistencia de cartografía en dicho sistema coordenado ni transformaciones oficiales se ha prescindido de ella y se ha utilizado el sistema oficial actual del I.G.M.

- Se indica el predio donde se ubica el pozo y el actual dueño del predio y/o pozo.

- Finalmente se entregan los antecedentes constructivos del pozo, indicando Nombre del Constructor y Fecha en la cual lo construyó; Profundidad y Diámetro del pozo y los antecedentes de la Prueba de Bombeo. También se indica el tipo de uso del pozo, diferenciando si actualmente está en condiciones de operar (Op) o sin uso (S/u).

Los tipos de uso obtenidos después de efectuar la encuesta en todo el valle de Copiapó son:

287 pozos "R" =	Riego
8 pozos "I" =	Industrial
49 pozos "M" =	Minero
40 pozos "P" =	Agua Potable
54 pozos "O" =	Pozo de Observación (para medir el nivel estático)
2 pozos "S/I"=	Sin identificación

Se entrega a continuación una tabla con el número de pozos existentes por Sector y Zona.

En los Planos Catastrales (Tomo II de II, Anexos y Planos) se presentan los pozos con su ubicación y se entregan con simbologías diferenciadas según el tipo de usuario recién descrito (Riego, Industria-Minería, Agua Potable y Observación.).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 4.-1
"División Hidrogeológica del Valle de Copiapó y Pozos Existentes"

SECTOR	ZONA	Nº de Pozos en ..	
		Zona	Sector
1.-Arriba Embalse Lautaro	1.1-Manflas	8	
	1.2-Jorquera	1	
	1.3-Pulido	25	
	1.4-Juntas	3	37
2.-Emb. Lautaro-La Puerta	2.1-Lautaro-San Antonio	33	
	2.2-San Antonio-Los Loros	8	
	2.3-Los Loros-La Puerta	14	55
3.-La Puerta-Mal Paso	3.1-La Puerta-Hornitos	6	
	3.2-Hornitos-Elisa de Bordos	23	
	3.3-Villa María-Jotabeche	25	
	3.4-Alianza-Cerrillos	13	
	3.5-Nantoco-Mal Paso	22	89
4.-Mal Paso-Copiapó	4.1-Mal Paso-Tierra Amarilla	6	
	4.2-Tierra Amarilla-Paipote	39	
	4.3-Paipote-San Fernando	17	
	4.4-San Fernando-Coplapó	49	111
5.-Coplapó-Piedra Colgada	5.1-La Chimba-Bodega	34	
	5.2-Bodega-Chamonate	28	
	5.3-Chamonate-Piedra Colgada	37	99
6.-Piedra Colgada-Angostura	6.1-Piedra Colgada-San Pedro	29	
	6.2-Hda. Margarita-Hda M. Isabel	20	49
		440	440

4.3.3 Revisión del Catastro y Derechos de Aprovechamiento.

En cuanto a la 3ª parte del Catastro, ésta consistió en una revisión del Catastro de Pozos, una vez efectuado el Catastro de Derechos de Aprovechamiento que se detalla en el punto siguiente, ya que ello mostró algunas discrepancias entre el Catastro realizado y los datos existentes en los Expedientes. A su vez el catastro de Derechos de Aprovechamiento permitió ubicar algunos pozos no catastrados.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.4 ANTECEDENTES LEGALES

La recopilación y estudio de los antecedentes legales dice relación con 4 puntos que se señalan y se describen a continuación.

- *Análisis y Revisión de Expedientes de la D.G.A*
- *Catastro de Derechos de las Aguas Subterráneas en el Valle de Copiapó*
- *Rol de Canales del Valle*
- *Rol de Regantes*

4.4.1 Análisis de Expedientes

Se efectuó el análisis y revisión de 3 listados, que entregó la D.G.A. (Regional), de los expedientes registrados en esa oficina con las siguientes numeraciones:

M-3-...	Del Expediente N° 1 al 269
M-III-...	Del Expediente N° 1 al 218
ND-...	Del Expediente N° 1 al 400

Se tiene un total de 887 Expedientes, los cuales consideran tanto aguas subterráneas como superficiales, solicitados en la III Región. De los anteriores se eliminaron aquellos que no correspondían al valle de Copiapó. Además, se analizó un "Listado Catastral" de esa Dirección Regional, fechado el 15/08/85 y un "Catastro de Pozos del 20/10/94", que contienen también antecedentes sobre Derechos de Aprovechamiento. Lo anterior se complementó con antecedentes del Registro Nacional de Derechos Concedidos, existente en las oficinas de la D.G.A en Santiago.

Posteriormente se estudiaron 9 casos correspondientes a derechos otorgados mediante Decretos de la Dirección de Riego del M.O.P., antes que fuese creada la Dirección General de Aguas y 3 casos de denominación "R" (Regularización) en el cual el Derecho se otorgó por el Juzgado de Letras de Copiapó, al conjunto de estos casos se les identifica en los párrafos siguientes como "Casos Especiales".

En total se revisaron 899 expedientes y se confeccionaron como resultado de ello 4 listados de la "Situación Legal de los Sondajes Ubicados en el Valle del Copiapó" ellos se presentan en el Tomo II, (Anexos y Planos):

Listados de Expedientes en la D.G.A. (Aguas Subterráneas) del Valle de Copiapó.

-1) *Expedientes con Derechos Concedidos.*
-2) *Expedientes con Derechos En Trámite*
-3) *Expedientes con Derechos Denegados*
-4) *Expedientes con Casos Especiales*

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cada listado, contiene información de:

- *Número del Expediente.*
- *Fecha de Ingreso del Expediente.*
- *Solicitante.*
- *Caudal Solicitado (en el caso de los Derechos Concedidos se anotó el caudal concedido)*
- *Ubicación del Predio.*
- *Situación del Expediente, referente al otorgamiento del derecho (concedido, denegado, en trámite).*
- *Número y Fecha de la Resolución D.G.A.*
- *Coordenadas Geográficas del pozo al cual se le otorga la Merced o el Derecho de Aprovechamiento (según numeración CORFO).*

Se obtuvieron así 4 listados, para un totales de 454 expedientes, relacionados con captaciones de aguas subterráneas, las que se resumen a continuación:

-Derechos Concedidos	: 177	Expedientes. Con 199 pozos construidos, producto que algunos expedientes consideran dos o más pozos.
-Derechos En Trámite	: 83	Expedientes. De los cuales 7 expedientes, corresponden a solicitudes por pozos no construidos hasta la fecha. Los 73 expedientes restantes representan 83 pozos construidos, debido a que algunos expedientes consideran dos o más pozos.
-Derechos Provisorios anteriores a DGA y casos especiales	: 12	Expedientes. Con 13 pozos construidos
-Derechos Denegados	: 182	Expedientes.

En total existen 295 pozos que se relacionan con 454 expedientes, de un total de 440 pozos catastrados en el valle de Copiapó.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.4.2 Catastro de Derechos

Un estudio conjunto de los antecedentes recopilados en el Catastro de Pozos y del Análisis de Expedientes de Derechos de Aguas, permitió asignar a cada pozo su situación legal y su ubicación.

Se procedió, usando el mismo formato que el "Catastro de Pozos" a generar un "Catastro de Derechos", donde a cada pozo se le identifica con sus características de ubicación y de derechos. Este Catastro de Derechos, se presenta en el Tomo II (Anexos y Planos).

De acuerdo a lo anterior, para las aguas subterráneas, se han concedido en el valle de Copiapó:

	Caudal (l/s)	*Pozos N°*
- *Mercedes y Derechos de Aprovechamiento*	*13.157,0*	*200 (138 operando y 62 sin uso)*
- *En Trámite, solicitudes por*	*5.012,7*	*81 (45 operando y 36 sin uso)*
- *Casos Especiales*	*492,0*	*8 (2 operando y 6 sin uso)*
- *Sin Derechos*	-	*151 (46 operando y 105 sin uso)*

Según su uso, de los 440 pozos catastrados se tiene que:

- *231 Operan*
- *207 No se utilizan*
- *2 No clasificados por imposibilidad de acceso*

Los 231 pozos en operación se dividen en:

- 138 Con Derecho Concedido.
- 45 Derechos en Trámite
- 46 Sin Derechos
- 2 Casos Especiales

Los 207 pozos que no se utilizan se dividen en:

- 62 Con Derecho Concedido
- 36 Derechos en Trámite
- 105 Sin Derechos
- 4 Casos Especiales

Los 2 pozos no clasificados, se dividen en:

- 2 Casos Especiales

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.4.3 Rol de Canales

Se entrega en el Tomo II (Anexos y Planos), el Rol de Canales de los Afluentes del Copiapó y de sus 9 Distritos.

Este rol fue aprobado por el Directorio de la Junta de Vigilancia del río Copiapó en la Sesión Ordinaria de fecha 3 de Marzo de 1986.

> *"Cada acción equivale a 10 minutos de riego con un quinto del caudal del río, cada 14 días, lo que significa dividir el caudal del Río en 10.080 acciones".*
>
> *"Las acciones del Sector Cordillera (3 afluentes del Copiapó) son para uso exclusivo de ese sector y no podrán trasladarse ni cambiarse de distrito o sector, ni dentro de él mismo".*

Previamente al Rol de Canales se adjunta un cuadro 4-3, con la equivalencia de acciones entre los distritos, contemplándose valores de intercambio de acciones entre ellos, según las siguientes bases:

- 3,750 acciones del Noveno Distrito equivalen a 1,00 acciones del Primer Distrito.
- 3,250 acciones del Octavo Distrito equivalen a 1,00 acciones del Primer Distrito.
- 2,467 acciones del Séptimo Distrito equivalen a 1,00 acciones del Primer Distrito.
- 2,032 acciones del Sexto Distrito equivalen a 1,00 acciones del Primer Distrito.
- 2,000 acciones del Quinto Distrito equivalen a 1,00 acciones del Primer distrito.
- 1,000 acciones del Primero al Cuarto Distrito equivalen a 1,00 acciones del Primer Distrito.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 4-2
Equivalencias
por Distritos

CUADRO DE EQUIVALENCIAS DE ACCIONES ENTRE DISTRITOS

Fuente : Junta de Vigilancia río Copiapó

	ACCIONES	PRIMER DISTRITO	SEGUNDO DISTRITO	TERCER DISTRITO	CUARTO DISTRITO	QUINTO DISTRITO	SEXTO DISTRITO	SEPTIMO DISTRITO	OCTAVO DISTRITO	NOVENO DISTRITO
PRIMER DISTRITO	720.0	1	1	1	1	2 / 1	2.032 / 1	2.467 / 1	3.25 / 1	3,75 / 1
SEGUNDO DISTRITO	720.0	1	1	1	1	2 / 1	2.032 / 1	2.467 / 1	3.25 / 1	3.75 / 1
TERCER DISTRITO	720.0	1	1	1	1	2 / 1	2.032 / 1	2.467 / 1	3.25 / 1	3.75 / 1
CUARTO DISTRITO	720.0	1	1	1	1	2 / 1	2.032 / 1	2.467 / 1	3.25 / 1	3.75 / 1
QUINTO DISTRITO	1.440.0	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1	1.016 / 1	1.234 / 1	1.625 / 1	1.875 / 1
SEXTO DISTRITO	1.463.2	1 / 2.032	1 / 2.032	1 / 2.032	1 / 2.032	1 / 1.016	1	1.214 / 1	1.6 / 1	1.845 / 1
SEPTIMO DISTRITO	1,776.8	1 / 2.467	1 / 2.467	1 / 2.467	1 / 2.467	1 / 1.234	1 / 1.214	1	1.317 / 1	1.52 / 1
OCTAVO DISTRITO	2,340.0	1 / 3.25	1 / 3.25	1 / 3.25	1 / 3.25	1 / 1.625	1 / 1.6	1 / 1.317	1	1.15 / 1
NOVENO DISTRITO	900.0	1 / 3.75	1 / 3.75	1 / 3.75	1 / 3.75	1 / 1.875	1 / 1.845	1 / 1.52	1 / 1.15	1
TOTAL	10.800.0									

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 4-3
Resumen Rol de Canales

CUADRO RESUMEN ROL DE CANALES

Fuente: Junta de Vigilancia Río Copiapó

SECTOR O DISTRITO	Nº DE ACCIONES			TIEMPO DE RIEGO		CANALES
	DERECHA	IZQUERDA	TOTALES	HORAS	MIN	Nº
JORQUERA	0.0	1008.0	1008.0	168	0	3
PULIDO	129.0	27.0	156.0	26	0	9
MANFLAS	144.0	0.0	144.0	24	0	1
SUBTOTAL AFLUENTES			1308	218	0	13
PRIMER DISTRITO	585.3	122,70	708.0	118	0	8
SEGUNDO DISTRITO	432	288,00	720.0	120	0	3
TERCER DISTRITO *	252	468	720.0	120	0	11
CUARTO DISTRITO	229	491	720.0	120	0	5
QUINTO DISTRITO	1440	0	1,440.0	240	0	2
SEXTO DISTRITO	900	563.2	1,463.2	243	52	7
SEPTIMO DISTRITO	0	1769.6	1,769.6	294	56	13
OCTAVO DISTRITO	0	2340	2,340.0	390	0	3
NOVENO DISTRITO	900	0	900.0	150	0	1
SUBTOTAL RIO			10,780.8	1796	48	53
TOTAL			12,088.8	2014	48	66

Los canales del Río Jorquera tienen turno con un séptimo del caudal de ese Río cada 14 días.

Los canales del Resto de Distritos tienen turno con un quinto del Río cada 14 días.

* No son aguas de río, son aguas de vertiente

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Se observa que, según estas equivalencia el total de acciones en que se divide el río Copiapó es de 10.060,8 en lugar de las 10.080 indicadas recientemente, teniendo en consideración que las acciones del Tercer Distrito proviene de aguas de vertientes propias.

Por su parte en las Estatutos de la Junta de Vigilancia y acorde con el Rol de Canales, el total de acciones en que se divide el Río Copiapó en sus 9 Distritos alcanza a 10.780,80 acciones, además de las 1.308,0 acciones en los afluentes.

De todo ello, se observan discrepancias, que para los fines de este estudio no parecen significativas.

El Anexo VI del Tomo III de II (Anexos y Planos), junto con el Rol de Canales se entrega en forma gráfica la "Red de Canales del Valle de Copiapó", haciéndose presente que ella no concuerda plenamente con el Rol de Canales, situación que deberá revisarse con la Junta de Vigilancia.

A continuación se indican los canales que actualmente no operan, pero que mantienen sus derechos legales. No obstante esta situación actual podrá sufrir variaciones en un futuro proximo.

Canales Sin Uso

A) "Existen con Bocatomas y no están operando"

Distrito	Canal
1°	Goyo Díaz
4°	Cantera y Villa María
9°	San Camilo

B) "Destruidos y Sin Bocatoma"

Distrito	Canal
1°	Carrizalillo
	Los Hornos O.I
2°	Palo Blanco
3°	Santa Rosa
	Los Loros
	Bolsico
4°	Arena
5°	Niagara
9°	Ciudad de Copiapó
	Carrozzini

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.4.4 Rol de Regantes

En Tomo II (Anexo N°5), se adjunta el Rol de Regantes del río Copiapó para los afluentes de él y para los 9 Distritos de Riego.

Se entregan ordenados por canal de Regadío, indicándose Nombre del Usuario; Acciones que poseen según los antecedentes en poder de la Junta de Vigilancia y horas de turno.

Se observa una completa coincidencia entre el Rol de Regantes y el Rol de Canales.

Se estima que si bien el Rol de Regantes, es de interés catastral, no se utilizará para los fines del presente estudio ya que el análisis de los Recursos y Demandas se hará para diferentes sectores del Valle del Río Copiapó, siendo suficiente para ello los antecedentes entregados en el Rol de Canales y la Cuantía del Recurso Superficial que por ellos se capta.

4.5 ESTADISTICAS

La recopilación de antecedentes agrupados bajo el título de Estadísticas Existentes se compone de 2 items, que se señalan a continuación:

- *Registros de Variación Histórica de Niveles del Agua Subterránea.*
- *Registro de Estaciones Fluviométricas.*

4.5.1 Variación Histórica de Niveles Estáticos

Se recopilaron y verificaron los antecedentes existentes sobre variación histórica de niveles freáticos, medidos en pozos ubicados en el valle del río Copiapó.

Las fuentes de antecedentes fueron:

- *Red de Niveles, del Banco Nacional de Aguas (B.N.A.) de la Dirección General de Aguas (D.G.A.)*
- *Análisis y Evaluación de los Recursos Hídricos en el Valle del río Copiapó (Modelo), 1987, D.G.A.- ALAMOS Y PERALTA Ingenieros Consultores.*
- *Estudio Hidrogeológico, Sector Nantoco-Copiapó, para el Mejoramiento del Servicio de Agua Potable de Copiapó, Isamu Kodama-Alamos y Peralta 1986.*
- *Archivos Varios de Alamos y Peralta.*
- *Mediciones de Niveles, durante la Encuesta'95*

Se tiene un total de 62 pozos con mediciones de niveles freáticos, registradas en el Banco Nacional de Aguas de la D.G.A. Adicionalmente, existen antecedentes de 33 pozos, recopilados principalmente del Informe DGA-Alamos y Peralta 1987.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

En la encuesta efectuada en terreno para la Etapa I se midieron niveles en 159 pozos ubicados en el valle de Copiapó.

La información recopilada se ha presentado en forma gráfica, de manera de tener una visión general de las características de las fluctuaciones de los niveles del agua subterránea en todo el valle en estudio. Se han construido 5 Planos a escala 1:50.000, que permiten observar esta característica tanto a nivel espacial como temporal y se presentan en el Tomo II de II (Anexos y Planos), del presente estudio. Los dos primeros sectores (Arriba Embalse Lautaro y Emb. Lautaro-La Puerta) se han presentado en un plano conjunto y el resto de los sectores del valle se presentan en forma independiente.

Los gráficos de todo el valle se han estandarizado usando una extensión de tiempo de 34 años, que va desde 1961 a 1995, ambos años incluidos. La amplitud mostrada para las fluctuaciones, se ha considerado de 30 metros, ya que ese rango permite agrupar a todos los pozos del valle. No obstante lo anterior, existen algunas excepciones.

Los gráficos también han considerado la cota de terreno de cada uno de los pozos con registros. Ello con el fin de referir la superficie de la napa respecto al nivel del mar.

La cota del pozo se ha calculado usando los mismos planos del Catastro de Pozos indicados en el Capítulo 4.2.1. Para lo anterior se han ubicado los pozos en planos a escala 1:10.000 y en ellos se ha considerado el valor de la curva de nivel más próxima, que en este caso ocurren cada 1 metro. Por lo tanto la precisión es de ese orden.

En las páginas siguientes se presenta el Cuadro 4-3, resumen de los pozos donde se mide, se ha medido, o se midieron niveles estáticos.

La información del cuadro resumen, contiene además otros datos de interés como son el Sector y Zona de Ubicación, Nombre del Predio y del Propietario, su Uso ya sea: Riego, Industrial, Minero, Agua Potable u Observación. Además se incluye el estado actual del pozo durante la presente temporada si es, sin uso (S/U) u operando (Op).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Diagrama de Registros de VARIACION DE NIVELES
POZOS VALLE DEL RIO COPIAPO (DGA - Alamos y Peralta Ing. Consultores - 1995)

Nº Cat95	Nº Plano	Fechas		Fechas de Registros de Niveles	SECTOR	ZONA	POZOS Lat	POZOS Long	POZOS Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Uso	Estado	Cota msnm
1	1	85-86	90-95		Arriba Emb. Lautaro	Pulido	2800	6950	A-01	Hda. Pulido S.I	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	R	Op	1240
3	1	85-86			Arriba Emb. Lautaro	Manflas	2800	6950	A-03	Hda. Manflas (El-Lautaro)	Agro ? Amigos Ltda.	O	S/U	1160
5	1	87-95			Arriba Emb. Lautaro	Jarquera	2800	6950	A-05	Fdo. El Rodeo	Alfonso Prohens A.	R	Op	1450
14	1	87-95			Arriba Emb. Lautaro	Manflas	2800	6950	C-01	Hda. Manflas E.02	Soc. Agr. Manflas Ltda.	R	S/U	1450
15	1	87-95			Arriba Emb. Lautaro	Manflas	2800	6950	C-02	Hda. Manflas E.05	Soc. Agr. Manflas Ltda.	O	S/U	1300
25	1	85-86	87-95		Arriba Emb. Lautaro	Pulido	2800	6950	D-01	Iglesia Colorada 3	Soc.Agr. Iglesia Colorada	R	Op	1600
27	1	85-86	87-95		Arriba Emb. Lautaro	Pulido	2800	6950	D-03	Qda. Seca	Soc.Agr. Iglesia Colorada	R	Op	1500
28	1	85-86	87-95		Arriba Emb. Lautaro	Las Juntas	2750	6950	C-05	Algarrobo La Virgen	Alfonso Prohens A.	R	Op	1140
36	2	81-86			Emb. Lautaro- La Puerta	Lautaro- San Antonio	2750	6950	C-01	Emb. Lautaro	Agricola Hermitos	O	S/U	1111
46	2	71-95			Emb. Lautaro- La Puerta	San Antonio - Los Loros	2750	7000	B-01	Fdo. El Olivo- San Antonio	Raul Henderson Dom	R	Op	900
47	2	79-86			Emb. Lautaro- La Puerta	Lautaro- San Antonio	2750	7000	B-02	Predio San Antonio	Constanzo Segura	O	S/U	1000
54	2	80-80			Emb. Lautaro- La Puerta	Lautaro- San Antonio	2750	7000	B-09	Fdo. San Antonio El Olivo	Domingo Ongaro (Eduardo)	R	Op	1000
65	2	71-95			Emb. Lautaro- La Puerta	Lautaro- San Antonio	2750	7000	D-02	Q.Colgua Salada Fdo Camilo Rojo	Buenaldo Grossi G.	O	S/U	1071
79	2	71-95			Emb. Lautaro- La Puerta	Los Loros - La Puerta	2740	7000	C-01	Estanda Los Loros (D 43)	Ministerio de Educacion	F	Op	935
82	2	74-80	87-95		Emb. Lautaro- La Puerta	Los Loros - La Puerta	2740	7000	C-04	Fdo. La Puerta Buen Retiro	Alfonso Prohens	R	Op	880
86	3a	75-77	83-87		La Puerta - Mal Paso	La Puerta - Hermosa	2740	7000	C-02	Hermosa- Qda. Sn. Alvin	U.T.C.	R	Op	830
101	3a	74-95			La Puerta - Mal Paso	Hermosa-Elias de Bordes	2740	7010	B-03	Elias de Bordes	Abel Bordeau- Ofic. D.G.A.	O	S/U	748
102	3a	75-95			La Puerta- Malpaso	Villa Maria -Jondacha	2740	7010	B-04	Villa Maria Hermosa	Sergio Emil. Tagle	P	Op	712
124	3a	77-86			La Puerta- Malpaso	Hermosa-Elias de Bordes	2740	7010	D-01	Hermosa (Reyna)	DIE.SIDER S.A.	O	S/U	792
132	3b	66-86	86-95		La Puerta- Malpaso	Nuestro- Mal Paso	2750	7010	A-01	Parcela Nº 8 Nuestro	Cia. Minera Cipaldana	O	S/U	549
134	3b	71-77	83-95		La Puerta- Malpaso	Nuestro- Mal Paso	2750	7010	A-05	Canal Mal Paso	Com. Nac. Segura	O	S/U	528
161	3b	63-79	87-95		La Puerta-Malpaso	Carrillos	2750	7010	B-01	Qda. Carrillos	CORFO	R	S/U	598
169	3b	79-81	87-95		La Puerta-Malpaso	Jotabeche	2750	7010	D-01	Pabellón	DGA- Observación	O	S/U	652
193	4a	61-70			Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-06	Pc. Basta Olivares E.	Comunidad San Fernando	R	S/U	427
194	4a	61-70			Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-07	Pc. Basta Olivares E.	Comunidad San Fernando	O	S/U	427
195	4a	61-86	87-95		Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-08	Anibal Perez y Magda Cali	DGA - Ofic	O	Op	429
196	4a	62-70			Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-09	Fdo Vitalia San Fernando	Angel Revello	R	S/U	419
197	4a	62-74			Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-10	Chacra Villa Angela	Victor Salas y Otros	R	Op	427
198	4a	61-73			Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-11	Pc. Pedro Carrillo	Comunidad San Fernando	R	Op	435
199	4a	64-65	70-71		Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-12	Fdo. San Miguel	Victorio Guglino	R	Op	428
204	4a	67-95			Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-17	Pueblo San Fernando	DGA - Ofic	O	S/U	435
205	4a	67-71	73-95		Malpaso- Copiapo	San Fernando - Copiapo	2720	7010	A-18	Pueblo San Fernando	DGA - Ofic	O	S/U	421
212	4a	73-80			Malpaso- Copiapo	Paipote - San Fernando	2720	7010	A-25	Cruce Paipote	Fundo del cobre S.A.	M	Op	439
253	4a	61-74			Malpaso- Copiapo	T.Amarillo- Paipote	2720	7010	C-02	Pozalones Paipote Florida	Ilustri	M	S/U	446
259	4a	65-74			Malpaso- Copiapo	T.Amarillo- Paipote	2720	7010	C-06	Chacra Alcaparrosa	Patricio Astui	R	S/U	479
262	4a	67-71	74-95		Malpaso- Copiapo	T.Amarillo- Paipote	2720	7010	C-09	Fdo. Palomas	DGA- Ofic	O	S/U	496
265	4a	70-73			Malpaso- Copiapo	T.Amarillo- Paipote	2720	7010	C-10	T.Amarillo (parque)	Com.Nac Segura/Minist. T. A.	R	Op	496
268	4a	70-74			Malpaso- Copiapo	T.Amarillo- Paipote	2720	7010	C-12	El Chuzero	Com. Nac. Segura	R	S/U	461
269	4a	70-86			Malpaso- Copiapo	T Amarillo- Paipote	2720	7010	C-16	Punta Negra	DGA- Ofic	O	S/U	443
270	4a	74-95			Malpaso- Copiapo	T.Amarillo- Paipote	2720	7010	C-17	Alcaparrosa	DGA- Ofic	O	S/U	468
189	4b	63-67			Malpaso- Copiapo	San Fernando - Copiapo	2730	7010	A-02	Planada Sierrulla	(Dos 75) EMSSAT S.A.	O	S/U	407
192	4b	75-86			Malpaso- Copiapo	San Fernando - Copiapo	2730	7010	A-05	Planada Sierrulla	(Dos 285\ EMSSAT S.A.	P	S/U	
200	4b	68-74			Malpaso- Copiapo	San Fernando - Copiapo	2730	7010	A-13	Parcela Sr Nunmaca	(Sr Nunmaca) Unsrof	R	S/U	348
201	4b	63-67			Malpaso- Copiapo	San Fernando - Copiapo	2730	7010	A-14	Parque El Frutal	Municipalidad de Copiapo	R	Op	404
206	4b	91-95			Malpaso- Copiapo	Paipote San Fernando	2730	7010	A-19	Planada Sierrulla	(Dos 745) EMSSAT S.A.	P	Op	405
211	4b	80-81			Malpaso- Copiapo	San Fernando - Copiapo	2730	7010	A-24	Ap El Rosario	(SINDICO) EMSSAT	P	Op	388
233	4b	87-95			Malpaso- Copiapo	San Fernando - Copiapo	2730	7010	A-48	Planta Castellon	Hector R. Castellon (Pta del Cora	M	Op	419
259	4b	75-77	83-89		Copiapo - P. Colgada	La Chimba - Bodega	2730	7020	B-07	Pennsuvcana	DGA - Ofic	O	S/U	184
294	5	70-75			Copiapo - P. Colgada	La Chimba - Bodega	2720	7020	B-02	Soc. A.P. Cuesta Rajada	(Dos 8401 EMSSAT S.A	P	S/U	154
298	5	74-77	92-94		Copiapo - P. Colgada	La Chimba - Bodega	2720	7020	B-06	Fdo (Bodega)	Soc Agr Valle Dorado	R	S/U	336
300	5	75-77	79-95		Copiapo - P. Colgada	La Chimba - Bodega	2720	7020	B-08	La Chimba	DGA - Ofic	O	S/U	351
353	5	62-76			Copiapo - P. Colgada	Chamonate - P. Colgada	2710	7020	C-02	Pc 9 Chamonate Los Holmos	Raul y Norma Portale Calderon	R	S/U	285

Diagrama de Registros de VARIACION DE NIVELES
POZOS VALLE DEL RIO COPIAPO (DGA - Alamos y Peralta Ing. Consultores - 1995)

Nº Cat95	Nº Plano	Fechas de Registros de Niveles: Fechas	SECTOR	ZONA	POZOS Lat	POZOS Long	POZOS Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Uso	Estado	Cota msnm
357	5	66-74	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-06	Parcela 8 Chamonate	Gabriela Parcela	R	Op	288
358	5	66-82	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-07	Fdo. Santa Laura 2	Agricola San Esteban	R	Op	287
359	5	81-95	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-08	Hda. Toledo Pz 33	DGA - Obs	O	S/U	288
361	5	75-95	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-10	Camino a Cerro Imau	DGA - Obs	O	S/U	291
362	5	?	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-11	Camino a Cerro Imau	Agustin Vergantini Hnos.	R	Op	-
367	5	88-95	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-16	Parcela 1 Santa Rosa	(Fdo Santaluces) Carlos Guerra	R	Op	257
369	5	87-95	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-18	Chamonate (Pz 14)	DGA - Obs	O	S/U	282
370	5	87-95	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-19	P. Colgado (pz 13)	DGA - Obs	O	S/U	264
371	5	87-95	Copiapo - P. Colgado	Chamonate - P. Colgado	2710	7030	C-20	Fdo. El Carmen (Pz 12)	DGA - Obs	O	S/U	248
389	5	61-65	Copiapo - P. Colgado	Bodega - Chamonate	2710	7030	D-01	Parcelas 1 y2 Chamonate	Juan Diaz y Luis Salas	R	S/U	305
390	5	70-74	Copiapo - P. Colgado	Bodega - Chamonate	2710	7030	D-02	Parcela 4 Chamonate	Soc. Agric. San Francisco	R	Op	299
391	5	64-67	Copiapo - P. Colgado	Bodega - Chamonate	2710	7030	D-03	Pichanche, Toledo 1	Comunes Pichanche,Fdo Toledo	R	S/U	320
392	5	66-85	Copiapo - P. Colgado	Bodega - Chamonate	2710	7030	D-04	Hda. Bodega	DGA - Obs	O	S/U	330
395	5	79-80	Copiapo - P. Colgado	Bodega - Chamonate	2710	7030	D-07	Chamonate	CORFO D.G.A.	O	S/U	307
396	5	73-74	Copiapo - P. Colgado	Bodega - Chamonate	2710	7030	D-08	Aeropuerto Copiapo	DGA - Obs	O	S/U	301
397	5	?	Copiapo - P. Colgado	Bodega - Chamonate	2710	7030	D-09	Parcela 22 Toledo	Soc.Agric.Chamonate (Vicente Ar	R	S/U	304
337	6	67-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7050	A-01	Hda. Margarita	DGA - Obs	O	S/U	189
338	6	67-77	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7050	A-02	Hda. Margarita	Sucesion A. Cervan	R	S/U	199
339	6	66-67	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7050	A-03	Fdo Valle Fertil	Eliseo Grossi	R	S/U	184
331	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7050	A-05	Hda Perales (Pz 10)	DGA - Obs	O	S/U	199
332	6	88-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7050	A-06	Margarita (Pz 9)	DGA - Obs	O	S/U	195
333	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7050	A-07	Valle Fertil	DGA - Obs	O	S/U	168
334	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7050	A-08	San Camilo (Pz 8)	DGA - Obs	O	S/U	164
341	6	65-76	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	A-02	Hda Maria Isabel	DGA - Obs	O	S/U	89
342	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	A-03	Hda Maria Isabel (Pz 3)	DGA - Obs	O	S/U	105
343	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	A-04	Hda Maria Isabel (Pz 4)	DGA - Obs	O	S/U	119
344	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	A-05	Hda Maria Isabel (Pz 1)	DGA - Obs	O	S/U	95
345	6	61-77	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	B-01	Eduardo Monte Amargo	DOS	O	S/U	134
346	6	62-66	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	B-02	Totoralillo	DOS 301	O	S/U	148
347	6	61-66	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	B-03	Totoralillo	DOS 302	O	S/U	148
348	6	61-66	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	B-04	Totoralillo	DOS 309	O	S/U	147
349	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	B-05	San Camilo (Pz 6)	DGA - Obs	O	S/U	157
350	6	87-95	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	B-06	Punta Piraus (Pz 5)	DGA - Obs	O	S/U	149
351	6	88-89	P. Colgado - Angostura	Hda. Margarita - Hda Mª Isabe	2720	7040	B-07	Monte Amargo (Pz 7)	DGA - Obs	O	S/U	133
418	6	61-62	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-01	Fdo. San Pedro	Comunidad Paredero	R	S/U	220
419	6	61-62	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-02	Fdo. San Pedro	Cia.Agric. y Gan. Herrera	R	S/U	223
420	6	61-63	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-03	Fdo. Las Angelas	Raul Barrionuevo	R	S/U	240
421	6	61-72	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-04	Fdo. San Juan	Mercedes Vidal	R	S/U	246
422	6	65-65	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-05	Fdo. Marquesado	Cia.Agric. y Gan. Herrera	R	Op	207
423	6	66-67	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-06	Fdo. Dos Hermanas	Camila Aguero	R	Op	236
424	6	67-95	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-07	Fdo. San Pedro	DGA - Obs	O	S/U	212
425	6	67-95	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-08	Fdo. San Juan	DGA - Obs	O	S/U	240
434	6	87-95	P. Colgado - Angostura	P. Colgado - San Pedro	2710	7050	D-17	San Pedro (Pz. 11)	DGA - Obs	O	S/U	213

4.5.2 Registros Fluviométricos

La información fluviométrica disponible comprende, para los fines de este estudio, los caudales medios mensuales en 12 estaciones hidrométricas, cuya ubicación y período de control se dan a conocer en la tabla adjunta.

Cuadro 4-5
Resumen de Estadísticas Fluviométricas

Estación	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)	Superficie Cuenca (Km²)	Períodos		
	Lat	Long			Años	Años	Años
1.- Río Jorquera en Vertedero.	28.02	69.58	1250	4150	1947-1950	1964-1994	-
2.- Río Pulido en Vertedero.	28.03	69.58	1310	2108	-	1964-1994	-
3.- Río Manflas en Vertedero.	28.04	70.00	1550	1180	-	1964-1994	-
4.- Río Copiapó en Lautaro.	27.59	70.04	1200	7496	-	1947-1994	-
4b.- Río Copiapó en By Pass Emb. Lautaro.	27.59	70.01	950	7496	1931-1938	-	-
5.- Copiapó en San Antonio	27.52	70.04	850	7816	1927-1929	1968-1968	-
6.- Copiapó en Pastillo.	28.03	69.59	1300	7467	1927-1930	1952-1987	1991-1994
7.- Copiapó en La Puerta.	27.48	70.08	758	8348	1927-1930	1947-1994	-
8.- Copiapó en El Bosque.	27.43	69.39	-	-	1918-1931	-	-
9.- Copiapó en Pabellón.	27.39	70.15	-	-	1927-1930	-	-
10.- Copiapó en Mal Paso.	27.31	70.18	431	10186	1929-1930	1947-1987	-
11- Copiapó en Ciudad de Copiapó.	27.05	68.05	-	-	-	1963-1994	-
12.- Copiapó en Angostura.	27.20	70.54	48	18324	-	1963-1994	-

Las estadísticas de caudales medios mensuales se presentan en el Tomo II de II "Anexo N°4", proviniendo todas ellas del Banco de Datos de la Oficina Central de la Dirección General de Aguas.

Analizados estudios anteriores, se concluye que el estudio realizado por nuestra empresa en 1987 "*Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos del Valle del Río Copiapó*", en lo que a fluviometría se refiere, resume y complementa la información existente a esa fecha y la única diferencia con la entregada aquí por el Banco de Datos, es la extensión de los antecedentes para el período 1985-1994.

De las 12 estaciones con estadísticas, 2 de ellas se dejaron de medir desde 1931, descartándose por ello; otras 2 estaciones: Río Copiapó en San Antonio y Río Copiapó en Mal Paso cuentan con antecedentes solo hasta 1988 las cuales se han rellenado y extendido en el presente estudio para el periodo común de 1963 a 1994.

Los caudales que se miden periódicamente, a través de las 10 estaciones más relevantes, no corresponden a las condiciones naturales de escurrrimiento del río Copiapo. Por el contrario los gastos medidos están influenciados por factores de diversa naturaleza, a saber, extracciones de agua para riego, intercambio entre la napa subterránea y superficial, funcionamiento del Embalse Lautaro, las pérdidas y recuperación producidas en diferentes tramos del río, etc.

Las estaciones de aguas arriba del Embalse tales como las de Jorquera, Pulido y Manflas, disponen de registros a partir de 1942, sin embargo presentan interrupciones importantes y en algunos casos de varios años, siendo continuas desde 1964 en adelante. La estación del río Copiapó en Pastillo ubicada aguas abajo

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

de las anteriores permite medir el agua que entra al embalse Lautaro. Sin embargo, las mediciones se inician el año 1952, habiendo años sin información (1987-1991).

Las cuatro estaciones indicadas en el párrafo anterior, de acuerdo al estudio crítico realizado por D.G.A., han funcionado en forma irregular en algunos casos.

La estación río Copiapó en by-pass Embalse Lautaro, es la que dispone de un registro de mayor extensión en la hoya en estudio y mide las entregas del Embalse Lautaro al río Copiapó.

La estación río Copiapó en la Puerta, registra caudales del año 1947 hasta 1994, sin interrupciones. Esta ubicada en una sección del río en la que el valle se estrecha produciendose un afloramiento rocoso. En este caso, se puede afirmar que, prácticamente toda el agua escurre superficialmente. En consecuencia, esta sección presenta muy buenas condiciones para medir el recurso de agua disponible en el valle.

La estación del río Copiapó en Mal Paso, mide caudales en forma continua a partir de 1947. Se dispone de una estadística hasta 1987. Sin embargo está muy influenciada por los turnos, las pérdidas o recuperaciones y otros factores. Además, no registra el escurrimiento del agua subterránea.

La estación hidrométrica del río Copiapó en Angostura fue instalada en 1963 y la de Copiapó en Copiapó, el año 1983.

Para el río Copiapó en San Antonio, se dispone de información continuada a partir de 1968. La instalación de la estación tuvo por objeto evaluar las recuperaciones en el río para el tramo comprendido entre esta sección y la Puerta.

De lo anteriormente expuesto se deduce que la estación de La Puerta es la que reúne las mejores condiciones para estudiar el recurso de agua del valle, por lo cual se empleará como estación básica en el presente estudio, en conjunto con las de aguas arriba.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

4.6. DISTRIBUCION DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL

En la actualidad las aguas de la cuenca del Copiapó se distribuyen en 14 secciones, correspondiendo 3 de ellas a cada uno de las afluentes que conforman el río Copiapó; 9 son las secciones de riego con aguas del río Copiapó propiamente tal, y las 2 últimas se basan en aguas de recuperaciones producidas por el uso en las secciones de aguas arriba y por condiciones hidrogeológicas; ellas son:

Secciones de Afluentes

- Río Jorquera
- Río Pulido
- Río Manflas

Secciones del Río Copiapó

- Primer Distrito al Noveno Distrito, inclusive

Secciones con Recuperaciones del Río Copiapó

- Ciudad de Copiapó a Piedra Colgada
- Piedra Colgada a Angostura

La Junta de Vigilancia, tiene la facultad de controlar la distribución de las aguas acorde con los derechos de cada canal de regadío, correspondiendo a las Comunidades de Aguas la distribución de las aguas del canal entre sus regantes, también acorde con los derechos de cada uno de ellos. Así la Junta de Vigilancia controla las aguas de los 12 primeros distritos.

4.7 GEOMETRIA ACUIFERA

Durante la recopilación de información se ha localizado la situación de los sondajes, encontrándose que de ellos una cantidad de 97 dispone de información litológica sobre el perfil atravesado. A ello se suma un total cercano a los 250 sondeos eléctricos de resistividad distribuidos en 58 perfiles a lo largo de todo el valle. Lo anterior, unido a los antecedentes geomorfológicos existentes en las fotografías aéreas y en los planos topográficos, permiten configurar una versión sobre la geometría acuífera de cada uno de los 6 sectores en los que se ha dividido el Valle.

Por otra parte, en el tiempo transcurrido entre el estudio realizado en el año 1987 (Ref N°1) y el actual, se han producido dos hechos que han aportado mayor información.

- El primero, corresponde a la profundización de los sondeos de algunos sectores que han disminuido su productividad.

- Un segundo aspecto corresponde a los nuevos sondeos que se han construido, los que son de mayor profundidad que los anteriores, pudiendo constatar en algunos puntos la bondad de las interpretaciones de la campaña de geofísica.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°5

- ANALISIS POR SECTORES HIDROGEOLOGICOS (DESCRIPCION)

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

5. DESCRIPCION DEL ANALISIS POR SECTORES HIDROGEOLOGICOS

En el presente capítulo se indican los aspectos generales de los análisis efectuados para los 6 sectores hidrogeológicos en que se ha dividido el valle de Copiapó y cuyo análisi particular se entrega en los capítulos del 6 al 11.

En cada uno de los capítulos se estudiarán 8 puntos que se indican a continuación:

- *Ingreso y Salida de las Aguas Superficiales*
- *Ingresos y Salidas de Aguas Subterráneas*
- *Superficies Regadas, Tasas de Riego y Demandas*
- *Canales Existentes y en Operación*
- *Sondeos Existentes y Extracción de Aguas Subterráneas*
- *Variación Histórica de Niveles de la Napa*
- *Situación del Embalse Subterráneo*
  - *Volumen de Acuífero y Agua Embalsada*
  - *Perfil Hidrogeológico del Sector*
- *Balance Hídrico de cada Sector Hidrogeológico.*

5.1 INGRESOS Y SALIDAS SUPERFICIALES

Corresponden principalmente a los caudales medios anuales de las estaciones fluviométricas que controla la D.G.A. En algunos casos, en ausencia de registros, se han considerado los valores obtenidos en el estudio D.G.A-1987 y se han efectuado los rellenos y extensiones de estadísticas. El período considerado corresponde desde 1963 a 1994.

5.2 INGRESOS Y SALIDAS SUBTERRANEAS

Estos ingresos corresponden al flujo subterráneo en las secciones de entrada y salida de los sectores estudiados.

Su cuantificación se ha realizado en base a la expresión de Darcy (Q=T*i*L) donde los valores de Transmisibidad (T) se han obtenido en base a antecedentes de pruebas de bombeo, o bien utilizando la expresión que correlaciona el caudal específico con el valor de T. El valor del gradiente hidráulico (i) se ha obtenido de las mediciones efectuadas durante la encuesta de los niveles freáticos y de la topografía del terreno. El valor del ancho de la sección (L) se obtuvo de los planos topográficos a escala 1:10000 y 1:20000.

5.3 SUPERFICIE REGADA, TASAS DE RIEGO Y DEMANDAS HIDRICAS

Las superficies de riego se han obtenido del estudio D.G.A.-Alamos y Peralta-1987 ya que éste considera su distribución por sectores (superficie total del valle de 7931 Has.). El estudio D.G.A.-Ipla-1994, considera una

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

menor superficie (6820 has.) y no presenta una distribución por sectores.

Para el presente estudio se han adoptado las superficies por sectores del estudio D.G.A-87, no obstante teniendo en consideración la diferencia existente con la situación actual, que se justifica porque en dicho período había abundancia de aguas lo que se manifestaba en mayores superficies de hortalizas en la parte baja del valle.

Las tasas de riego se han obtenido del Estudio D.G.A.-Ipla-1994 donde se adoptó una ETo media de 1506.5 mm/año (15065 m^3/ha/año) y valores de 1644 mm/año (16400 m^3/Ha/año) en la parte alta del valle. Para lo anterior se han considerado eficiencias ponderadas según el Cuadro 5-1

Las demandas de riego se obtuvieron en base a las superficies multiplicadas por las tasas de riego.

Cuadro 5-1
Eficiencias y Hectáreas totales del Valle de Copiapó

VALLE DEL COPIAPO										
CALCULO DE LOS REQUERIMIENTOS HIDRICOS										
			Participación y eficiencia asociada a cada método							
CULTIVOS	SUPERFICIE	Eficiencia	Surco		Goteo		Californiano		Tendido	
	Has	Ponderada	Part	Efic.%	Part	Efic.%	Part	Efic.%	Part	Efic.%
Plantaciones Frutales	**5849.0**									
Parrón vid de mesa	5473.1	84%	15%	50%	85%	90%	0%	60%	0%	35%
Duraznos y Otros	66.2	50%	100%	50%	0%	90%	0%	60%	0%	35%
Olivo	268.6	50%	100%	50%	0%	90%	0%	60%	0%	35%
Paltos y otros	6.9	78%	30%	50%	70%	90%	0%	60%	0%	35%
Limoneros y otros	30.2	78%	30%	50%	70%	90%	0%	60%	0%	35%
Cultivos Otoño-Invierno	**30.0**									
Trigo -Cebada	30.0	35%	0	0.45	0	0.9	0%	60%	100%	35%
Cultivos Primavera-Verano	**710.0**									
Maiz	10.0	50%	100%	50%	0%	90%	0%	60%	0%	35%
Papas	10.0	50%	100%	50%	0%	90%	0%	60%	0%	35%
Hortalizas surtidas	690.0	50%	100%	50%	0%	90%	0%	60%	0%	35%
Praderas de Siembra	**255.0**									
Alfalfa y Otros	235.0	35%	0%	45%	0%	90%	0%	60%	100%	35%
TOTAL	**6820.0**									

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

5.3.1 Riego por goteo, análisis de las pérdidas

Gran parte del área de cultivo del Valle de Copiapó está ocupada por parronales de uva de mesa, estimándose que el 90% de los Parronales de este valle se están regando por goteo.

Entre los diversos sistemas de riego, el goteo se destaca por ser el de mejor aprovechamiento de agua por la planta y su entorno, estimándose que del agua entregada al suelo por el gotero, cerca del 90 por ciento es utilizada en evapotranspiración. Este valor porcentual está avalado por numerosas experiencias Internacionales y en nuestro país, la Comisión Nacional de Riego lo ha adoptado oficialmente en el cálculo de las necesidades de los cultivos para efecto de Proyectos que concursan en la Ley de Riego.

Al señalar eficiencias de riego, sea por goteo u otro sistema, se considera como "agua utilizada" la que es consumida por el cultivo y su entorno, es decir todas las plantas que consumen agua en el área, incluso malezas e incluso la evaporación desde el suelo húmedo, la que en el caso del goteo es prácticamente nula. Todo ello se conoce como evapotranspiración y se mide en mm/día o m^3/Há para períodos diarios, mensuales o anuales.

El saldo no utilizado en evapotranspiración, se denomina pérdidas (10% en el goteo) y comprende al escurrimiento superficial fuera del área y a la infiltración a través del suelo, la que puede alcanzar a recargar el acuífero. El goteo alcanza una alta eficiencia debido a la carencia de escurrimientos superficiales fuera del área y a la vez a la inexistencia de pozas de agua.

Por lo tanto el 10% del agua de riego que se "pierde" en el goteo, puede considerarse que en su totalidad se infiltra y recarga al acuífero.

Todo lo anterior debe entenderse como valores medios, en los cuales juega un importante papel el tiempo o número de horas de riego del sector y el tipo de suelo.

Es usual regar parronales utilizando goteros de 4 lts/hora espaciados cada metro, entre hileras de 3 a 3,5 metros. Esto implica una dotación de 11,5 a 13,3 m^3/Há por cada hora de riego, por lo que habitualmente en la época de máxima demanda se riega con 5 a 6 horas diarias cada sector.

Algunos agricultores riegan esas 5 a 6 horas diariamente cada sector, mientras otros prefieren hacerlo por aproximadamente 20 horas en 2 riegos semanales. Ello acorde con la capacidad de retención del suelo, lo que implicará diversas pérdidas porcentuales según sea la capacidad de retención del suelo.

Por lo expuesto se ha estimado para los fines de este estudio que al utilizar el goteo en Parronales del Valle del Copiapó, un 10% del agua utilizada se infiltra en el suelo y va a recargar el acuífero.

Este valor de infiltración se utilizará en los balances de los sectores altos y medios del Valle, teniendo en cuenta a la vez que allí también se riegan superficies de parronales por otros métodos de riego y frutales, praderas, etc. cada una de ellas con diferente porcentaje de infiltración según sea el método de riego que se utiliza y la capacidad de retención de los suelos que allí existen. En general y como se puede apreciar en los balances de diversos sectores, la infiltración media se ha considerado cercana al 10 %.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

5.4 CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

Esta información se obtuvo de diversas fuentes, entre ellas la Junta de Vigilancia, recorridos en terreno por personal de esta oficina consultora y del estudio previo Copiapó D.G.A.-1987.

Por otra parte es necesario indicar que la utilización de los canales en los últimos diez años no ha sido sistemática, sino que más bien progresiva en algunos sectores del río en que se ha dividido para el presente estudio.

Si bien es cierto que la infiltración puede producirse a nivel mensual o estacional, para los objetivos del presente estudio eso es irrelevante por cuanto el acuífero reacciona a nivel hiperanual; la infiltración proveniente de canales no se traduce en variaciones mensuales o estacionales del nivel estático, sino que éste reacciona a más largo plazo. De acuerdo con ello no es aconsejable trabajar con diferentes escalas de tiempo en los distintos factores de recarga y descarga, porque introduciría más confusión en el balance y obligaría a hacer hipótesis poco valederas en el análisis de las fluctuaciones de nivel del acuífero, que es uno de los aspectos más importantes para entender el funcionamiento de estos embalses subterráneos. Solamente una medición sistemática de los caudales entrantes en cada canal podría ayudar a dilucidar este aspecto, trabajo que debería durar al menos unos 4 años para obtener resultados valederos. Este trabajo se hace en muchos ríos de Chile y se considera necesario hacerlo en el valle del río Copiapó.

5.5 SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRANEA

Respecto a los sondeos existentes se ha efectuado un resumen del catastro de pozos como parte de las encuesta; se han presentado cuadros clasificando los sondeos por aquellos que operan y aquellos que no se usan; también se han clasificado según sus derechos sean éstos concedidos, en trámite o sin derechos.

Respecto a la extracción de agua subterránea ésta se ha diferenciado según su uso para riego, agua potable y minería.

Los volúmenes extraídos se han basado en datos de horas de funcionamiento y caudal bombeado, recopilados en la encuesta de terreno.

En aquellos pozos en operación y que no se dispone de datos, tanto de horas de funcionamiento como de caudal de operación, se ha procedido a estimar estos valores según:

- Para el caso de las horas de funcionamiento en aquellos pozos sin datos, se ha supuesto que éstos, funcionan el mismo número de horas que los pozos con datos de la encuesta. Dichos valores fluctúan entre 2210 y 3107 horas anuales (6 hrs 3 min a 8 hrs 30 min diarios) para los distintos sectores analizados. Siendo el de mayor número de horas de operación el Sector N° 1 y los con menos los Sectores N°3 y N°5.

- Para estimar el caudal de operación de aquellos pozos sin datos, se ha utilizado el caudal de diseño de los pozos (caudal obtenido al término de la construcción de los pozos) multiplicado por un factor, el cual corresponde a la razón entre los caudales de operación indicados en la encuesta versus los caudales medios de diseño. De acuerdo al Cuadro 5-2 adjunta, se tiene que dicho factor varía entre 66,5% y 82,2% del caudal de diseño de los pozos por sectores.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 5-2

RELACIONES ENTRE POZOS CON DATOS Y SIN ELLOS EN LA ENCUESTA

SECTOR	Q de Diseño (l/s) Pozos S/Datos	Factor Qencuesta/Qdiseño	Factor Qencuesta /Qderechos	Funcionamiento Medio (horas/año)
1.- ARRIBA EMBALSE LAUTARO	565	82.2%	88.0%	3107
2.- EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA	287	78.0%	89.0%	2931
3.- LA PUERTA - MAL PASO	1229	77.3%	82.0%	2210
4.- MAL PASO - COPIAPO	237	72.8%	79.0%	2377
5.- COPIAPO PIEDRA COLGADA	273	79.1%	71.0%	2230
6.- PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA	484	66.5%	81.0%	2928
		76.0%	81.7%	2631
				7hrs 12min 30seg

Por otra parte surge la necesidad de contar con un mayor número de sondeos de observación de niveles estáticos, para cubrir con mayor densidad y precisión todo el sector del acuífero. Al mismo tiempo, si se desea tener un control más exhaustivo del embalse subterráneo, se considera indispensable la instalación de medidores de caudal y volumétricos en todos y cada uno de los sondeos de explotación y su medición mensual como la única forma válida de conocer los volúmenes extraídos por los diferentes pozos mes a mes. Esta exigencia que en principio podría parecer onerosa, no lo es en términos relativos si se considera el costo total de cada pozo con su instalación eléctrica y bomba de extracción.

5.6 NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA

Se han analizado los registros históricos de niveles en los 62 pozos que tiene información el Banco Nacional de Aguas (B.N.A) de la D.G.A.

Se presenta en planos (Ver Tomo II de II, planos de variación histórica de niveles del N°1 al N°6.) y además se realiza un análisis caso a caso de las fluctuaciones de niveles en los pozos más representativos de cada sector.

5.6.1 Descripción de Vertientes

Las vertientes del valle de Copiapó se encuentran localizadas en el lecho del Río y en sectores bien definidos. No se han detectado vertientes alejadas del valle, en zonas de cerros y/o quebradas adyacentes.

La totalidad de las vertiente reconocidas tienen un origen en la descarga de napas subterráneas, cuando el nivel del terreno corta o se interfiere con el nivel de saturación del acuífero. Ello se produce en los bajos naturales y sus bordes, ubicados generalmente en el cauce del río Copiapó, confundiéndose sus caudales con los escurrimientos superficiales del río, salvo en los sectores en que el cauce se encuentre seco en razón al manejo de las aguas superficiales o turnos de riego.

Por su parte el nivel estático o de saturación del acuífero se ubica cercano a la superficie del terreno en las zonas de "estrechamiento" del valle, sea éste provocado por una angostura física del Valle o por la presencia de materiales de acarreo de quebradas laterales; ambas situaciones provocan una disminución de la sección de escurrimiento del acuífero, lo que a su vez provoca un acercamiento del nivel de saturación del acuífero a la superficie del terreno, ocurriendo así "zonas de vertientes" y adyacentes a ellas "zonas de vegas" de alta

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

evapotranspiración.

La sectorización del Valle del Copiapó indicada en este estudio, se ha efectuado teniendo en cuenta las zonas de estrechamiento del valle y por lo tanto las zonas de vertientes o vegas, ya que ellas enmarcan sectores acuíferos de comportamiento independiente.

Se han podido reconocer así las siguientes zonas de vertientes y vegas:

- **Sector N°1, Aguas Arriba del Embalse Lautaro,**
  En él no se han reconocido vertientes. En la lámina N° 1 y 2 de los planos de "Variación Histórica de Niveles" (Tomo II de II Planos), se presentan 13 gráficos con las mediciones del nivel de saturación en igual número de pozos, 9 de ellos pertenecen al sector aguas arriba del Embalse Lautaro y solo uno, el pozo "Algarrobo-La Virgen" ubicado inmediatamente aguas arriba del Embalse, manifiesta cortos períodos en los cuales el nivel estático se presenta cercano a la superficie, lo que podría provocar vertientes de escaso interés por su corta duración.

- **Sector N°2, Embalse Lautaro - La Puerta**
  La misma lámina N° 1 y 2 entrega antecedentes de 5 pozos, observándose en ellos un progresivo acercamiento del nivel estático al de terreno, en la medida que se acercan al sector de La Puerta.

  En "Vegas El Giro", el nivel estático se mantiene en largos períodos en la vecindad de los 5 a 6 m. de profundidad, lo que permite la ocurrencia de vegas. Aguas abajo de estas vegas y como consecuencia de la Angostura "La Puerta" se produce la 1ª zona de Vertientes reconocidas como "Los Loros".

  Las Vertientes de Los Loros son las de mayor interés en el Valle del Copiapó ya que ellas representan el caudal con el que se riega el 3er. Distrito de Riego del Valle. Según el estudio D.G.A.-1987 se cuantificaron estas vertientes en 1300 l/s, obtenido de la modelación del acuífero durante 25 años.

  Para los efectos de este estudio interesa la cuantificación total de las vertientes o afloramientos, siendo innecesaria la cuantificación individual ya que todas ellas pasan a formar el caudal entrante al sector siguiente.

- **Sector 3 La Puerta - Mal Paso**
  Se observan Niveles Estáticos profundos entre La Puerta y Quebrada Carrizalillo o Cerrillos, oscilando éstos interanualmente pero sin alcanzar el nivel del terreno.

  Desde Carrizalillo a Mal Paso, los niveles estáticos se observan relativamente estables y cercanos al terreno, favoreciendo la presencia de vegas y vertientes. Se reconocen así las Vegas de Nantoco. Las vertientes se ubican preferentemente aguas abajo de Nantoco y se valoran en 75 l/s según el informe D.G.A.-87.

- **Sector N°4, Mal Paso-Copiapó**
  En el Plano N°4 de "Variación Histórica de Niveles", se aprecian 2 zonas con niveles estáticos cercanos a la superficie.

  El sector nominado Alcaparroza presenta zonas de vegas, no apreciándose vertientes propiamente tales. Además, del análisis de la fluctuación de niveles se observa que su ocurrencia es ocasional y

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

obedece solo a períodos de gran recarga del acuífero (1988-1990).

El otro sector se ubica frente a la Ciudad de Copiapó, aguas arriba de la localidad de La Chimba, debido al estrechamiento del Valle, formándose Las Vegas y Vertientes "El Pretil".

Una estimación del caudal de esta vertiente fluctúa entre 25 y 200 l/s, siendo los máximos en períodos de gran y prolongada recarga del acuífero, y los mínimos en períodos secos. (D.G.A. 1987). Estas vertientes de la ciudad de Copiapó y los derrames de riego que allí llegan pasan a ser el caudal superficial que abastece la zona de Bodega-Toledo y parte de Chamonate, complementándose con las aguas servidas de la ciudad.

- Sector N°5, Copiapó - Piedra Colgada

Las aguas subterráneas del sector, se ubican vecinas a la superficie del terreno entre las Puntillas del Cerro Imán y del Cerro Piedra Colgada. La Angostura de Piedra Colgada provoca hacia aguas arriba afloramientos de vertientes y aguas arriba de éstas zonas de Vegas (Chamonate Bajo).

La magnitud del área vegosa y consecuentemente la magnitud o caudal de las vertientes es producto de la cuantía del escurrimiento subterráneo, dependiendo ello de la recarga desde la Angostura de Copiapó e incluso de la escorrentía superficial que pasa allí ocasionalmente.

En estudio anterior (D.G.A. 87) se cuantificó esta zona de vertientes con caudales entre 50 y 90 l/s, los que se agregan a la descarga de la zona vegosa, de dimensiones también variables.

El caudal de las Vertientes de Piedra Colgada, es captada por los Canales Piedra Colgada N°° 1 y 2 y Canal San Pedro.

- Sector N°6 - Piedra Colgada - Angostura

Toda esta amplia zona se caracteriza por niveles estáticos cercanos a la superficie del terreno, asociándose así una extensa zona de descarga de la napa subterránea por evapotranspiración de vegas y especialmente por vertientes que se ubican en el lecho del río y que sirven para abastecer los canales de regadío de este sector.

De acuerdo a aforos realizados en 1986 en los canales que captan estas vertientes, se obtuvieron 420 l/s.

Las vertientes de la zona de María Isabel, las ubicadas más bajas en el sector, vienen a conformar el caudal superficial del río Copiapó medido en Angostura, el cual puede estimarse entre 90 y 140 l/s. para períodos normales en los cuales no se reciben aguas superficiales provenientes de los sectores superiores del Valle.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

5.7 SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO

5.7.1 Volumen del Acuífero

Responde principalmente a la cubicación, en base a los antecedentes existentes, de cada uno de los sectores y teniendo en consideración una reinterpretación de la geofísica en aquellos sectores muy profundos. Es por lo anterior que se ha adoptado limitar a 300 metros el espesor del acuífero en aquellas zonas donde la geofísica indicaba profundidades mayores.

Asimismo, se puede comentar la necesidad de efectuar sondeos de reconocimiento profundos de 200 a 300 metros de profundidad para determinar las características geométricas, hidráulicas y de la capa acuífera en todo el espesor del mismo. Hasta la fecha, el espesor total en muchos puntos solo está avalado por la campaña de geofísica de 1986, como es el caso de los valles de Jorquera, Pulido y Manflas donde el conocimiento del acuífero está limitado a los primeros kilómetros de valle.

Para determinar la magnitud del acuífero, se presenta un cuadro con los volúmenes de embalse para espesores de 100, 200 y 300 m. Respecto a los coeficientes de almacenamiento (S) se indican valores de 5%, 10% y 15%. de manera de tener alternativas de volumen embalsado. Este cuadro, permite realizar un análisis de sensibilidad de los volúmenes almacenados según sea la profundidad adoptada y el coeficiente de almacenamiento a considerar.

Los valores del coeficiente de almacenamiento para este tipo de embalses subterráneos fluctúa entre 5% y 15% siendo el rango entre 5% y 10% el comúnmente aceptado y además el más fiable ya que la modelación del estudio D.G.A.-Alamos y Peralta 1987, se ajustó y calibró con valores de S=10% en la mayoría de los sectores.

Por lo tanto, se efectuará un comentario de los volúmenes de acuífero según las situaciones de profundidad y coeficiente de almacenamiento antes indicados.

5.7.2 Perfil Longitudinal

Para obtener un conocimiento de la fluctuación del volumen saturado del acuífero, se adjunta un perfil longitudinal de cada sector, en el cual aparecen 8 aspectos del acuífero a saber:

- La cota del terreno superficial.
- El nivel de saturación al año 1986/87.
- El nivel de saturación al año 1995
- El fondo de los sondeos actuales.
- El fondo del acuífero o basamento según la geofísica.
- El espesor límite de 300 m. considerado para efectos prácticos
- La línea que define el espesor 200 m.
- La línea que define el espesor 100 m.

En cada uno de los capítulos del N°6 al N°11 se describirán las características principales mostradas en los perfiles longitudinales. Entre dichas características principales se señalan los valores promedio de los niveles de agua subterránea entre los años 1987 y 1995. Además se describirá el valor medio de las profundidades de los pozos perforados, con lo cual se hace un comentario referente a la profundidad actual de los pozos en cada sector y su relación con el aprovechamiento del volumen embalsado en el acuífero.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

5.8. PLANTEAMIENTO DEL BALANCE POR SECTORES

De acuerdo a las bases, se debería efectuar un Balance Hídrico que considere un período estadístico de 30 años y entregándose en términos de volumen anual y estacional (Sep-Mar y Abr-Ago) con los siguientes elementos de recarga y descarga:

-Entradas Superficiales

Caudales Afluentes Naturales
Recuperaciones desde el Acuífero
Recuperaciones Superficiales de Riego

-Salidas Superficiales

Caudales de Salida del Río
Recarga al Acuífero
Extracciones o Consumos

-Entradas Subterráneas

Recarga Superficial
Caudales Subterráneos Entrantes

-Salidas Subterráneas

Caudales subterráneos de salida
Afloramientos
Caudales de Extracción

De acuerdo a lo anterior durante el desarrollo del presente estudio y en la encuesta efectuada se consideró el período Septiembre-Marzo y el Abril-Agosto. Sin embargo, el resultado de la encuesta presenta deficiencias con resultados que no corresponderían fielmente a la realidad ya que los usuarios no llevan un registro ni mensual ni estacional de sus bombeos. Por otra parte, se tienen registros históricos de variaciones de niveles que presentan una definida forma de variación hiperanual, salvo algunos casos aislados en los ríos Pulido y Manflas. Además los registros de caudales del río Copiapó presentan un comportamiento similar a las variaciones de nivel del agua subterránea lo que indica una particularidad especial de la hidrología e hidrogeología del valle de Copiapó. Estos tres argumentos llevaron a no introducir las variaciones de tipo estacional.

El balance hídrico por sectores será cuantificado en base a 6 puntos que a continuación se señalan, los cuales son posibles de calcular con mayor o menor precisión según los antecedentes disponibles.

Es importante observar que en el balance se mezclan valores del presente período, con valores promedios anuales, lo cual aritméticamente no es exacto, pero, permite efectuar este ejercicio, ya que de lo contrario se debería efectuar una modelación mes a mes y calcular valores discretizados o en el caso contrario, se debería efectuar un programa de monitoreo de al menos unos 2 a 3 años, con mediciones al menos mensuales de todos los factores involucrados (ingresos superficiales y subterráneos, volúmenes extraídos por sondeos, canales y hectáreas regadas, afloramientos, etc), lo que no es del caso ya sea por su costo y por el tiempo involucrado.

Los términos del balance consideran el sistema subterráneo-superficial como un todo, por lo que sus

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

características se presentan a continuación:

Entradas Superficiales. Calculadas en base al caudal medio mensual o anual obtenido de las estadísticas oficiales de la D.G.A. Debidamente rellenadas y corregidas.

Salidas Superficiales. Idem al anterior, pues coinciden los puntos de control con la divisoria de los sectores.

Entradas Subterráneas. Calculada en base a la expresión de Darcy (Q=T*i*L), donde el valor de Transmisibidad se obtiene en base a los valores obtenidos en las pruebas de bombeo en pozos cercanos a la sección de control o bien, calculado por la expresión[1] T=300*caudal especifico.

Salidas Subterráneas. Calculadas en igual forma que las entradas subterráneas.

Salidas Netas del Sistema. Estas corresponden a su vez a tres tipos:
- Evapotranspiración por cultivos
- Evapotranspiración en zona de vegas
- Exportación de Agua fuera de la cuenca

Variación Almacenamiento. Corresponde al embalse o desembalse que sufre el acuífero producto de años de recargas o de descargas que se manifiestan en las variaciones históricas de los niveles freáticos.

Es importante señalar que la cuantificación de este valor se ha efectuado considerando las fluctuaciones de nivel del último período (1987-995) independientemente de los valores que se pudiesen obtener de hacer la diferencia entre las entradas y salidas.

Intercambios de aguas al interior del sector.

Adicionalmente existen intercambios de aguas al interior del acuífero. Algunos de ellos, son factibles de cuantificar y otros requieren campañas de terreno extensas tanto en tiempo, costo y número de ellas.

Estos intercambios no afectarán al balance ya que se toma el sector completo como sistema (componente superficial y subterránea). Aquellos que sea factibles de cuantificar serán calculados y los restantes serán mencionados dentro del contexto de los demás.

Entre los intercambios que producen un aumento en el volumen almacenado

---

[1] T=300*qe

Donde qe=caudal específico, (caudal de habilitación del pozo / depresión de niveles para ese caudal).
Caudal de habilitación expresado en l/s
Depresión de niveles (N.E-N.D) en metros.
El valor de T se obtiene en m^2/día.
Esta expresión se obtuvo de correlacionar más de 80 pozos en todo el valle de Copiapó que tenían prueba de bombeo y también valores de caudal específico.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

en el acuífero se pueden señalar:

- Infiltraciones del río
- Infiltraciones en canales
- Infiltración en predios

Entre los que producen un desembalse del acuífero se pueden mencionar:

- Descarga artificial por sondeos
- Descargas por vertientes y zonas de vegas (ya sean localizadas o como afloramientos en el río).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS



ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°6

SECTOR N°1
- VALLES AGUAS ARRIBA DEL EMBALSE LAUTARO (JORQUERA, PULIDO Y MANFLAS)

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

SECTOR ARRIBA EMBALSE LAUTARO

		Pag.
6.1	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL	6.-02
6.2	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA	6.-08
6.2.1	Ingresos	6.-08
6.2.2	Salidas	6.-10
6.3	SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR N°1	6.-11
6.4	CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION	6.-13
6.5	SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA	
6.5.1	Sondeos Existentes	6.-16
6.5.2	Extracción de Agua Subterránea	6.-21
6.6	NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA	6.-24
6.6.1	Variación Hiperanual de Niveles	6.-26
6.7	SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO	6.-33
6.7.1	Volumen del Acuífero	6.-33
6.7.2	Perfil Longitudinal de los Valles de Jorquera, Pulido y Manflas	6.-34
6.8	BALANCE HIDROGEOLOGICO DEL ACUIFERO	6.-40

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

SECTOR N°1
ARRIBA EMBALSE LAUTARO
ZONAS DE MANFLAS, PULIDO, JORQUERA Y JUNTAS

6.1 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL

Los caudales de agua superficial que ingresan al sector en estudio corresponden a los ingresos por cada uno de los 3 afluentes, ellos son los valles de los ríos Manflas, Pulido y Jorquera.

No se dispone de estadísticas fluviométricas en estaciones ubicadas en la parte alta de estos ríos.

Las estaciones fluviométricas de Jorquera y Pulido, se ubican en las salidas de sus valles, a menos de 1 y 3 kilómetros de sus juntas respectivamente. A los caudales medidos superficialmente en ellas, se debe agregar el flujo subterráneo bajo ellas, para así contabilizar la totalidad de los recursos hídricos que aportan estos valles tributarios del río Copiapó. El río Manflas, tiene su sección de control aproximadamente a unos 17 km de la Junta Manflas (la longitud total del río Manflas es de aproximadamente 50 km.).

Las estaciones fluviométricas indicadas corresponden a:

Estación Fluviométrica	Código B.N.A.	Area(Km^2).
Río Jorquera en Vertedero	(03404101-K)	4150
Río Pulido en Vertedero	(03414001-4)	2108
Río Manflas en Vertedero	(03421001-2)	1180
	Area Total:	7438 Km^2

Para el río Jorquera, las estadísticas de los caudales medios mensuales entregan los siguientes resultados para el período 1964-1994.

Cuadro 6-1, Caudales Medios Mensuales 1964-1994
Estación: Río Jorquera en Vertedero

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	0.819	0.715	0.692	0.699	0.756	0.795	0.811	0.839	0.822	0.799	0.854	0.906	0.790

Fuente : B.N.A de la D.G.A.

Estos caudales de ingreso son bastante constantes con una variación porcentual entre el mínimo y el máximo de 12,4% y 14,7% respecto al promedio.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Para el río Pulido, los caudales medios mensuales entregan los siguientes resultados para el período 1964-1994.

Cuadro 6-2, Caudales Medios Mensuales 1964-1994
Estación: Río Pulido en Vertedero

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m³/s	2.53	2.34	1.83	1.46	1.31	1.23	1.14	1.05	0.961	0.939	1.12	1.90	1.477

Fuente : B.N.A de la D.G.A.

Estos caudales presentan una variación porcentual entre el mínimo y el máximo de 36,4% y 71,3% respecto al promedio. Observándose que el río Pulido presenta crecidas durante los meses de Diciembre y Enero que duplican sus caudales medios del resto de los meses.

Para el río Manflas, los caudales medios mensuales entregan los siguientes resultados para el período 1964-1994.

Cuadro 6-3, Caudales Medios Mensuales 1964-1994
Estación: Río Manflas en Vertedero

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m³/s	0.692	0.659	0.570	0.516	0.502	0.458	0.435	0.457	0.461	0.605	0.760	0.754	0.569

Fuente : B.N.A de la D.G.A.

Estos caudales de ingreso son asimismo bastante constantes con una variación porcentual entre el mínimo y el máximo de 23,5% y 33,5% respecto al promedio.

En el cuadro siguiente (Cuadro 6-4) se presenta la suma aritmética de los caudales aportados superficialmente por los valles tributarios. Lo cual corresponde un caudal medio anual de 2,84 m^3/s, que traducido a volumen corresponde a 90 millones de m^3 anuales, aproximadamente.

Cuadro 6-4, Suma Afluentes al río Copiapó
Suma Ríos : Jorquera+Pulido+Manflas

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m³/s	4.041	3.714	3.092	2.675	2.568	2.483	2.386	2.351	2.244	2.343	2.735	3.561	2.836

Fuente : B.N.A de la D.G.A.

Aguas abajo de estas estaciones fluviométricas, en el sector que va desde las Juntas hasta el Embalse Lautaro se ubica la estación fluviométrica Río Copiapó en Pastillo. La cual, debería presentar un régimen semejante al que presenta la suma de los valles tributarios, si en el trayecto no existiera un acuífero importante y los caudales deribados por los canales de riego no fuesen importantes. Dicha situación no ocurre y la estación presenta caudales menores que la suma de los anteriores, por lo que en este sector se producen infiltraciones importantes al acuífero que se encuentra entre las Juntas y el Embalse Lautaro, como también en los primeros 17 km. del valle del río Manflas que queda incluido en esta comparación, dada la ubicación de su punto de control.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 6-5, Caudales Medios Mensuales (1964-1994)
Río Copiapó en Pastillo

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	3.188	2.935	2.545	2.241	2.149	2.099	2.035	2.001	1.877	1.907	2.174	2.838	2.322

Fuente : B.N.A de la D.G.A.

De los cuadros anteriores se observan algunas situaciones que vale la pena mencionar:

- Los caudales medios mensuales de los ríos Jorquera y Manflas son muy constantes en el tiempo y no presentan crecidas.

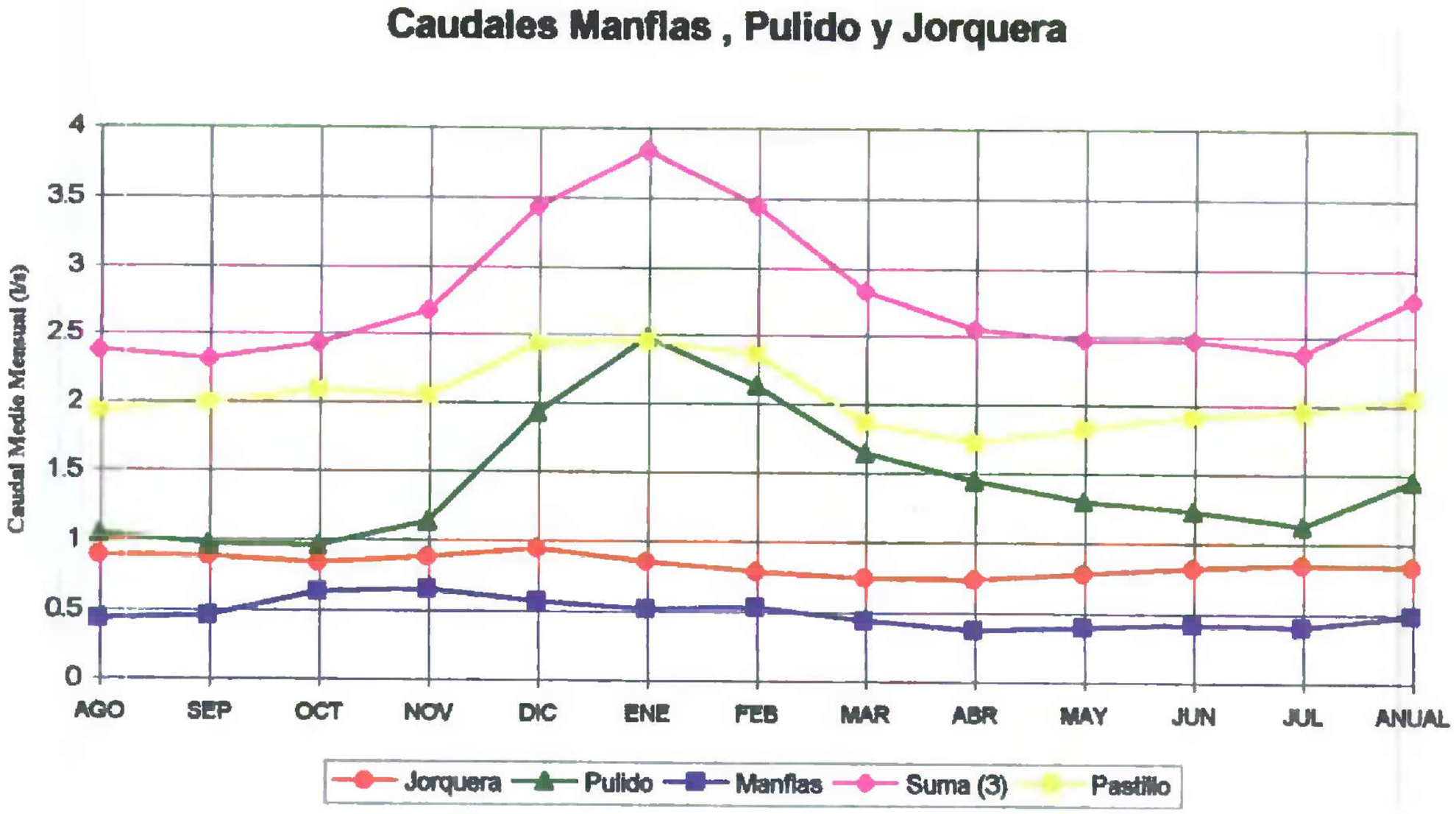
- El río Pulido pese a tener un 28% del área del conjunto de los tres afluentes, aporta un 52% del caudal.

- La estación fluviométrica, Copiapó en Pastillo presenta caudales menores que el conjunto de los aportes de los tres valles superiores (suma de Jorquera,Pulido yManflas).

- En la página siguiente se presenta un gráfico con los caudales superficiales medios mensuales de los tres valles tributarios y de la estación Copiapó en Pastillo.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Gráfico de caudales ríos: Manflas, Pulido, Jorquera, suma anteriores y río Copiapó en Pastillo.



LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

En el cuadro siguiente (Cuadro 6-6). se observan las características principales de los caudales aportados por los valles de Manflas, Pulido y Jorquera.

Cuadro 6-6

Cuadro Comparativo de los Afluentes del Río Copiapó.

Ríos	Q anual m^3/s	Volumen anual Millones m^3	Area km^2	% del Area	% del Caudal	Rendimiento $l/s/km^2$
Jorquera	0.790	24.89	4150	55.8%	27.9%	0.19
Pulido	1.477	46.53	2108	28.3%	52.1%	0.70
Manflas	0.569	17.92	1180	15.9%	20.1%	0.48
Suma	2.836	89.33	7438	100.0%	100.0%	0.46
Copiapó en Pastillo	2.032	65.84	7467			0.27
Suma-Pastillo	0.804	25.33	29			27.72

De acuerdo a lo enunciado anteriormente y al cuadro 6-6, se pueden resumir las siguientes características para este sector.

- No existen antecedentes fluviométricos en la parte alta de los valles tributarios, que permitan caracterizar los caudales superficiales en zonas intermedias de estos valles, salvo el caso del Manflas que la estación fluviométrica se encuentra a 17 km. aguas arriba de la Junta Manflas. Por lo tanto, solo se cuenta con caudales superficiales de salida en los ríos Jorquera y Pulido. Además con caudales superficiales en la parte media-baja del río Manflas.

- El río Pulido es quién produce los mayores aportes superficiales (media anual 1,477 m^3/s), producto principalmente de sus crecidas de verano (Dic-Mar).

- En el valle de Pulido, existe un acuífero importante que según corridas de aforos de 1986 se calcularon pérdidas por infiltraciones por un caudal de 800 l/s.

- Es importante estudiar en detalle, mediante campañas de terreno y sondeos de reconocimiento, la hidrogeología de estos valles tributarios ya que hay marcados indicios de que existen acuíferos de importancia en cada uno de ellos. Su mayor reflejo corresponde a la constancia de los flujos mes a mes e incluso en forma hiperanual, con crecidas muy amortiguadas por grandes extensiones de rellenos acuíferos ubicados en serie que permiten dicha regulación.

- El río Jorquera que presenta un área tributaria de más del doble del río Pulido y el Manflas juntos, no obstante así, aporta apenas un 28% del caudal total aportado por los 3 valles. Lo anterior no es más que una amortiguación importante por acuíferos en su recorrido.

- El río Jorquera presenta rellenos con posibilidades de presentar características acuífera en varios sectores de sus aproximados 120 km. de recorrido. Las zonas con mejores posibilidades se extienden desde las Juntas con el Pulido hasta el Sector de Aguada Tres Chañares; el sector de la

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Junta con el río Turbio y más hacia aguas arriba en el río Figueroa, pasado la junta con el río Aguas Blancas, este último ubicado en la vertiente occidental de la parte sur de Cordillera de Claudio Gay. Todas estas posibilidades deberían ser parte de investigaciones futuras para conocer más cabalmente el funcionamiento global del valle de Copiapó y sus afluentes que son quienes le dan el respaldo hídrico necesario para su desarrollo.

- Un balance preliminar de recursos superficiales puede ser expresado como:

$$Qjor + Qpul + Qmanflas - Qcan = Qinf + Qpast$$

Qjor : Caudal medio anual de Jorquera en Vertedero
Qpul : Caudal medio anual de Pulido en Vertedero
Qman : Caudal medio anual de Manflas en Vertedero
Qcan : Caudal canales ubicados aguas abajo de los aforos
Qinf : Caudal infiltrado entre las Juntas y Pastillo, más los primeros 17 km del valle de Manflas desde la Junta hasta Vertedero.
Qpast: Caudal medio anual del río Copiapó en Pastillo

Los canales involucrados corresponden a:

Canal	*Caudal Aprox. (l/s)*
Manflas	*45*
Gringo Hijuelas	*30*
Pulido o Molino	*03*
Tarola	*04*
Pastillo	*05*
Total	*87*

Por lo tanto se tiene que el caudal infiltrado alcanza en promedio alrededor de:

$$Qjor + Qpul + Qmanflas - Qcan - Qpast = Qinf$$
$$0{,}79 + 1{,}477 + 0{,}569 - 0{,}087 - 2.03 = 0{,}719 \ (m^3/s)$$

Esta cifra, expresado en volumen anual corresponde a 22 millones de m^3 y representa las recargas medias que se producen al acuífero, ubicado entre Pastillo y las Juntas, incluyendo además las infiltraciones netas del acuífero del río Manflas en sus primeros 17 km. Esto es comparable con las diferencias medidas en la estación río Copiapó en Pastillo, la cual registra una diferencia menor de uns 800 l/s respecto a la suma de los tres ríos tributarios.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.2 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA

De acuerdo con el Estudio[1] de la D.G.A. del año 1987 (Ref. N°1), y a valores obtenidos durante el presente estudio, principalmente en lo que dice relación con los niveles del agua subterránea medidos en terreno durante 1995, se tiene que los ingresos y salidas fueron obtenidos según la fórmula de Darcy con los siguientes valores:

6.2.1 Ingresos

- **Río Jorquera**

En el río Jorquera se evaluó el flujo subterráneo en las inmediaciones de la estación fluviométrica Jorquera en Vertedero.

Los valores de la Transmisibidad se han considerado en base al pozo 2800 6950 A-5 (único identificado en este valle) y corresponden a:

T= 2700 a 3700 m^3/día/m
L= 450 m.
i= 0,9 %
Lo anterior arroja un caudal de:
Q= 0,130 a 0,180 m^3/s
Q= 4,1 a 5,7 millones de m^3/año.

Dada la escases de datos, dicho valor está por el lado de la seguridad y por lo tanto es de esperar flujos subterráneos saliendo del valle del río Jorquera por sobre ese valor.

- **Río Pulido**

El río Pulido presenta antecedentes para evaluar los flujos subterráneos en tres secciones tales como:

- *En el Sector de Iglesia Colorada*
- *Los Hornos-Santa María, aguas arriba de Vertedero*
- *Pulido aguas arriba de la Junta con el Jorquera.*

a) Sección Iglesia Colorada

Los valores de la Transmisibidad se han adoptado en base a los valores obtenidos en los pozos (D-4, D-10, D-2, D-9). El ancho de la sección se ha medido de los planos topográficos y el gradiente de acuerdo a los niveles medidos durante la Encuesta del presente Estudio.

Así los valores utilizados corresponden a :
T= 800 a 1000 m^3/día/m

---

1 Ref. N°1: "Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos, Valle del Río Copiapó- III Región". D.G.A.-Alamos y Peralta-1987.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289765 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

L= 300 a 350 m.
i= 4,28 %
Lo anterior entrega un caudal de:
Q= 0,120 a 0,180 m^3/s 6,
Q= 3,8 a 5,7 millones de m^3/año.

b) Sección Arriba de Vertedero

Se usaron los valores de Transmisibidad en base a lo obtenido *en los* Pozos C-8 y C-7 y el gradiente de los niveles medidos durante 1995.

T= 800 a 1100 m^3/día/m
L= 400 a 500 m.
i= 2,3 %
Lo anterior entrega un caudal de:
Q= 0,090 a 0,150 m^3/s,
Q= 2,8 a 4.7 millones de m^3/año

c) Sección Aguas arriba de la Junta

T= 2500 a 3000 m^3/día/m
L= 450 a 550 m.
i= 1,28 %
Lo anterior entrega un caudal de:
Q= 0,170 a 0,250 m^3/s
Q= 5,6 a 7.9 millones de m^3.

Los valores anteriores de los flujos subterráneos, corresponden a secciones ubicadas tanto aguas arriba como aguas abajo de la estación fluviométrica. Así el flujo más representativo corresponde a la sección "Arriba de Vertedero", con un caudal medio de 120 l/s.

De acuerdo a los perfiles longitudinales de los valles tributarios, explicados y presentados en el Capítulo 6.7 "Situación del Embalse Subterráneo", se tiene que un flujo subterráneo de 150 l/s en Iglesia Colorada es consistente con una disminución a 120 l/s en Vertedero Pulido, producto este último que en las inmediaciones de los pozos D-3, D-5, D-6 y D-7 (Carrizalillo a Quebrada Seca) el nivel de la napa se hace más superficial produciendo incluso recuperaciones de los caudales superficiales. Posteriormente, aguas abajo de Carrizalillo hasta la Junta Pulido-Jorquera, se produce una zona de recargas del acuífero, con niveles profundos de la napa entre 40 y 50 metros bajo terreno.

- Río Manflas

El control fluviométrico de este río se encuentra unos 2 a 3 km. aguas arriba del último sondeo reconocido (C-1) y a unos 17 km de la Junta Manflas, por lo tanto se estimará el flujo subterráneo en base a los parámetros de la sección donde se ubica el pozo C-1 (Hacienda Manflas, pozo #2).

Los valores obtenidos son:
T= 800 a 1000 m^3/día/m
L= 200 a 250 m.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

i= 3,1 %
Lo anterior entrega un caudal de :
Q= 0,060 a 0,090 m^3/s
Q= 1,9 a 2.8 millones de m^3.

Resumiendo, se puede indicar que los caudales subterráneos (necesarios de sumar a los flujos superficiales) alcanzan valores según lo indicado en el Cuadro 6-7.

Cuadro 6-7
Flujos Subterráneos, Sector N°1, Arriba Embalse Lautaro

Secciones	Flujo l/s	Subterráneo Mill. m^3/año
Jorquera en Vertedero	180	5.67
Pulido en Vertedero	150	4.73
Manflas en Vertedero	90	2.84
Suma	420	13.23

De acuerdo al capítulo anterior (6.1), se tenían caudales superficiales medios anules al valle de Copiapó, por 2,84 m^3/s, producto de la suma de los ríos: Jorquera, Pulido y Manflas. Por lo tanto, es necesario agregar el ingreso subterráneo que aportan estos 3 valles que sería del orden de 420 l/s como promedio, de acuerdo a los antecedentes existentes y anteriormente analizados.

De esta forma, el conjunto (agua superficial + agua subterránea) produce ingresos al valle de Copiapó con caudales del orden de los 3,26 m^3/s (2,84 m^3/s + 0,42 m^3/s) como promedio anual. Es decir alrededor de 100 millones de m^3 anuales .

6.2.2 Salidas Subterráneas

Las salidas subterráneas para hacerlas comparables, se deben calcular en las inmediaciones de la estación fluviométrica Copiapó en Pastillo.

Respecto al flujo subterráneo este se calcula en la sección Algarrobo-La Virgen, donde se tiene:

Los valores de T se pueden calcular en base al pozo C-3 con 4800 m^2/día y el pozo C-1 con T=12000 m^2/día. Por lo tanto un valor de 10000 m^2/día será considerado.

T= 4800 a 12000 m^3/día/m
L= 600 a 700 m.
i= 1,0 %
Lo anterior entrega un caudal de :
Q= 0,330 a 0,970 m^3/s
Q= 10,4 a 30.5 millones de m^3 anuales

Caudal adoptado 800 l/s (25.2 millones de m^3 anuales)

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.3. SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR N°1, ARRIBA DE EMBALSE LAUTARO

Según el estudio de la D.G.A. de 1987 (Ref N°1), la superficie regada era de 522,6 Há con la siguiente distribución. Además, la superficie potencial del sector también se estimó en 750 Has.

Cuadro 6-8, Distribución de Cultivos (DGA-Alamos y Peralta 1987)
Sector Arriba Embalse Lautaro

Tipo Cultivos	Superficie (Ha)
Vides	513,2
Hortalizas	3,1
Praderas	6,3
Frutales	
Total	522,6

Según el estudio[2] de la D.G.A. del año 1994 (Ref. N° 2). Las tasas de riego para dichos cultivos a nivel anual serían las siguientes:

Cuadro 6-9, Tasas de Riego por Cultivo
Fuente: Estudio D.G.A.-Ipla 1994

Cultivo	Tasa Riego m^3/Ha/año
Vides	9980
Hortalizas	13510
Pradera	38170
Frutales	22240

[2]Ref. N° 2: "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile", Informe Etapa 4, Demandas Actuales en Cuencas Norte. D.G.A-Ipla-1994

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

La demanda anual queda como sigue:

Cuadro 6-10, Demandas Actuales de Riego

Cultivos	Demanda (Millones m^3/año)
Vides	5,12
Hortalizas	0,04
Pradera	0,24
Frutales	
Total	5,4

Se han empleado los valores de demanda del año 1994 por ser más actuales que los anteriores (1986-87), aunque ahora son un 36,6% inferiores en el caso de las viñas (tasa de riego 14342 m^3/Ha/año); 34,9% inferiores en el caso de las hortalizas (tasa de riego 18694 m^3/ha/año) y 20 % en el caso de las praderas (tasa de riego 43256 m^3/ha/año), todo ello según Ref. N° 1.

Por lo tanto a modo de comparación, se pude indicar que la demanda se estima en 5.4 Mm^3 anuales (170 l/s) para el Sector N°1. No obstante lo anterior. si se consideran las Has. potenciales a regar y además las tasas de riego del estudio de 1987, esta cifra puede llegar a los 7.4 Mm^3 año (230 l/s).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.4. CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

Los canales que extraen sus aguas desde los afluentes del Río Copiapó en este Sector Hidrogeológico N°1, denominado Arriba Embalse Lautaro, son:

Cuadro 6-11.

Canales que nacen en el Sector 1. Arriba Embalse Lautaro.

				Tiempo de Riego		Bocatoma	
Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Hrs.	Min.	Estado	Caudal (l/s)
Pulido	Carrizalillo Grande	Izq.	24.00	4	0	Oper.	80
	Junta Montosa	Der.	12.00	2	0	Oper.	40
	Iglesia Colorada	Izq.	27.00	4	30	Oper.	120
	Quebrada Seca	Der.	12.00	2	0	Oper.	120
	El Sauce	Der.	6.00	1	0	Oper.	60
	Carrizalillo Chico	Der.	15.00	2	30	D S/B	60
	Los Hornos	Der.	24.00	4	0	Oper.	120
	Peña Negra	Der.	18.00	3	0	Oper.	120
	TOTAL		138.00	23	0		
Jorquera	El Quemado	Izq.	65.00	10	50	Oper.	80
	Tres Chañares	Der.	128.00	21	20	Oper.	80
	El Rodeo	Der.	815.00	135	50	Oper.	200
	TOTAL		1008.00	168	0		
Manflas	Manflas. Gringo o						
TOTAL	Hijuelas	Izq.	144.00	24	0	Oper.	200
Distrito 1	Pastillo	Der.	57.00	9	30	Oper.	120
	Molino o Huerto	Der.	12.00	2	0	Oper.	180
	Tarola	Izq.	23.00	4	30	Oper.	120
	TOTAL		96.00	16	0		
	TOTAL SECTOR		1386.00				

D S/B : Destruido Sin Bocatoma
C/B no Op. : Con Bocatoma pero no operando
Oper : Operando

D.G.A. M.O.P.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Los datos del cuadro anterior provienen de la Junta de Vigilancia del río Copiapó y la columna relativa al estado actual de la bocatoma proviene de inspección visual de terreno realizada por nuestra empresa.

6.4.1 Caudales Derivables por Cada Canal

Se indicaron en la tabla anterior las capacidades de captación de aguas en las bocatomas de cada canal.

Para los canales del río Pulido éstas oscilan entre 40 y 120 l/s quedando acorde con el caudal máximo de captación permisible.

En el río Jorquera oscilan entre 80 y 200 l/s, con lo cual no tienen limitaciones para captar el Séptimo de Río que corresponde a su Derecho.

En el río Manflas la captación se hace por su canal matriz con bocatoma capaz de captar 200 l/s, caudal inferior a los 300 l/s que es su Derecho de caudal máximo.

En Las Juntas, la capacidad de bocatoma oscila entre 120 y 180 l/s.

6.4.2 Situación del Sistema de Riego.

El sector aguas arriba del Embalse Lautaro, o de los valles afluentes consta de 4 sub-sectores:

- Río Pulido:

Se le reconocen Derechos a extraer 120 l/s durante 24 horas cada 7 días y el saldo pasa hacia los distritos.

El vertedero que mide el caudal del río se ubica aguas abajo de los canales mencionados recientemente.

El caudal captado y sometido a turno entre los diferentes canales se subdivide acorde a los derechos de 138 acciones.

- Río Jorquera:

En informes anteriores se indicaba que en este río no existían canales de regadío; en la actualidad existen 3 canales que derivan aguas, turnándose un séptimo del río permanentemente los 7 días de la semana, en proporción que ellos tienen al total de 1.008 acciones.

Los restantes seis séptimos pasan permanentemente hacia los distritos, midiéndose su caudal en el vertedero y no existiendo otros saques entre vertedero y distritos.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

- Río Manflas:

El vertedero de medición del caudal se ubica en este caso aguas arriba de los canales de regadío.

Todos los canales pertenecen a la Hacienda Manflas y tienen derecho a extraer el total del caudal del río en forma permanente si éste no sobrepasa los 300 l/s; si el caudal es superior, el saldo pasa a los Distritos y el río se somete a turnos. El canal se distribuye en 144 acciones.

- Juntas:

Se denomina al subsector ubicado aguas abajo de los vertederos de medición del Pulido y Jorquera y aguas arriba del Embalse Lautaro.

Los 3 canales que allí existen se reconocen legalmente como parte del primer distrito, pero para los efectos del presente estudio riegan áreas de este sector arriba del Embalse Lautaro.

Entre los 3 canales poseen 96 acciones del Primer Distrito, lo que equivale a 16 horas de riego con un quinto de río, lo que equivale al 0,95% de los derechos sobre el Río.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.5 SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA

6.5.1 Sondeos Existentes

De acuerdo con el Catastro General de Sondeos del Valle de Copiapó 1995, (Ver Tomo II (Anexo)), en el sector N°1, Arriba de Embalse Lautaro, existe un total de 37 sondeos, numerados según el Catastro '95, desde el N°1 al N°39 ambos incluidos, exceptuando los números 36 y 37 que pertenecen al sector N°2.

Los pozos se distribuyen en:

- 25 sondeos en el Valle de Pulido (67,5%)
- 08 sondeos en el Valle de Manflas (21,6%)
- 03 sondeos entre Las Juntas y el Embalse Lautaro (8,1%)
- 01 sondeo en el Valle de Jorquera (2,7%)
- 37 sondeos totales Sector N°1

El detalle de sus características se encuentran en las planillas de los denominados Catastro de Pozos y Catastro de Derechos (Tomo II de II, Anexos y Planos, Anexos N°1 y N°2).

En los cuadros siguientes se presenta la distribución de estos pozos clasificados según su uso (operando o sin uso), luego clasificados según su destino (riego,industrial,minero, agua potable u observación) y también la conceción del derecho (concedido, sin derecho o en trámite).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 6-12, Pozos Clasificados Según su Uso y Destino

SECTOR N°1

ARRIBA EMBALSE LAUTARO

CLASIFICACION POR USO (Operando, Sin Uso).

Pozos	N°	Destinos	N°	Derechos	N°
Operando	17	Industrial	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	17	Concedido	13
				En tramite	2
				Sin Derecho	2
				Juzgado	0
		Observación	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Totales	17	Totales	17
Sin Uso	20	Industrial	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	18	Concedido	8
				En tramite	9
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Observación	2	Concedido	2
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Totales	20	Totales	20

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 6-13, Pozos Clasificados Según sus Derechos de Aprovechamiento

SECTOR N°1

ARRIBA EMBALSE LAUTARO

CLASIFICACION POR DERECHOS (Concedidos, en Tramite, Sin Derecho).

Derechos	l/s	N°	Destinos	l/s	N°	Pozos	l/s	N°
Concedidos	1444	23	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	1284	21	Operando	965	13
						Sin Uso	319	8
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	160	2	Operando	-	0
						Sin Uso	160	2
En Tramite	867.75	11	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	867.75	11	Operando	140	2
						Sin Uso	727.75	9
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
Sin Derecho	-	3	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	-	3	Operando	-	2
						Sin Uso	-	1
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
Especiales	-	0	Riego	-	0	Operando	-	0
			Totales	2311.75	37	Totales	2311.75	37

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Clasificación Pozos según su Uso y Destino (Operando y Sin Uso).

A modo de resumen se puede señalar que una primera división, de acuerdo al estado de funcionamiento actual de los pozos, entrega las siguientes cifras para el sector Arriba del Embalse Lautaro:

- Del total de los 37 pozos ubicados en el sector, existen 17 pozos Operando (45,9%) y 20 pozos Sin Uso (54,1%).

- De los 17 pozos operando (45,9%), todos ellos corresponden a pozos de Riego.

- De los 20 pozos Sin Uso, 18 corresponden a pozos para Riego (90,0%) y 2 son de Observación (10,0%).

Los caudales aforados totales en la época de construcción de los 37 sondeos del sector, de los cuales se dispone de datos en 31 de ellos, alcanza a 1804,5 l/s. (57 millones m^3/año).

Es importante mencionar la gran cantidad de pozos sin uso, más de la mitad de los existentes en el sector. Además es interesante notar que todos los pozos en operación son usados para regadío.

b) Clasificación según Derechos de Aprovechamiento

Una segunda división, de acuerdo a los Derechos de Aprovechamiento y sus caudales Concedidos o En Trámite, en los pozos del sector N°1 "Arriba del Embalse Lautaro", se resume en los párrafos siguientes:

Según N° de Pozos.

- De los 37 pozos del sector, 23 tienen Derechos Concedidos (62,2%); 11 están En Trámite (29,7%) y 3 Sin Derechos (8,1%).

- De los 23 pozos que tienen Derechos Concedidos; 21 son de Riego y 2 de Observación.

- De los 23 pozos con Derechos Concedidos; 13 están Operando y los restantes 10 no funcionan.

- De los 11 pozos que tienen Derechos en Trámite; los 11 son de Riego.

- De los 11 pozos con Derechos en Trámite 2 operan y 9 no se usan.

- Los 3 pozos sin Derechos son de Riego.

- Los 3 pozos Sin Derechos se dividen en 2 que operan y 1 sin uso.

El porcentaje de pozos sin derechos concedidos o en trámite, alcanza al 10.8% del total de pozos del sector (4 de 37).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Según los caudales involucrados se tiene:

- La suma de Derechos; tanto Concedidos y en Trámite alcanza a 2311,75 l/s (72,8 millones de m^3/año).

- Los Derechos de Aprovechamiento Concedidos en un total de 23 sondeos alcanza a 1444 l/s. De los cuales se tiene 1284 l/s en pozos de Riego y 160 l/s en pozos de Observación.

- Del total de los Derechos Concedidos (1444 l/s), 965 l/s (66,8%) corresponden a pozos en Operación y 479 l/s corresponden a pozos Sin Uso.

- Los Derechos de Aprovechamiento en Trámite en 11 sondeos alcanza a 867,75 l/s y todos ellos corresponden a pozos de Riego.

- Con respecto al total de los 867,75 l/s correspondientes a Derechos en Trámite, 140 l/s están asociados a pozos en Operación y los restantes 727,75 a pozos Sin Uso.

Es interesante destacar que los 1.44 m^3/s correspondiente a derechos concedidos de aguas subterráneas corresponden al 44.17% de los recursos hídricos medios que ingresan al sector (superficial+subterráneos) y por consiguiente al valle, dado que este es el sector de aguas arriba y de inicio del Valle.

Los 0,867 m^3/s correspondientes a Derechos en Trámite significan el 26.6% de los recursos hídricos que ingresan al sector (3.26 m^3/s).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.5.2 Extracción del Agua Subterránea

De los 37 pozos existentes en este Sector N°1, un total de 17 de ellos funcionan (45,9%). Las horas de funcionamiento y sus caudales asociados, se han obtenido de la encuesta en terreno.

De los 17 pozos en Operación, 15 poseen Derechos de Aprovechamiento ya sea Concedidos o en Trámite por un caudal de 1105 l/s (35 Mm^3/año). Esta cifra, servirá de horizonte para el cálculo de los volúmenes bombeados actualmente en el acuífero y para futuras comparaciones.

En este Sector N°1, todos los pozos en operación corresponden a uso de Riego.

a) Producción Pozos de Riego

En este sector Arriba del Embalse Lautaro, de un total de 37 pozos construidos, existen 35 pozos usados para riego (94,6%), de los cuales 17 se encuentran en uso (45,9% del total del sector), obtenidos mediante encuesta en terreno durante el año 1995. Los datos que se obtuvieron fueron caudal y horas de bombeo anual, en algunos casos se obtuvo también la superficie abastecida.

De los 17 pozos de Riego en Operación, en 8 se obtuvo respuesta de parte de los agricultores (47,0%), en los restantes 9 pozos no sabe, o el dato entregado no es lo suficientemente confiable.

De los datos anteriores se tiene una dotación media de 8868 m^3/Ha/año para el riego con los pozos con antecedentes de horas de funcionamiento, caudal y hectáreas regadas. Esta cifra es pequeña comparada con las dotaciones estimadas para ese sector del Valle que en el caso de las viñas es cercana a 10000 m^3/Ha/año.

De acuerdo a lo anterior (47,0% de cobertura) se tiene una explotación anual de 5,4 millones de m^3. Los cuales se distribuyen en 1,9 Mm^3 (35%) para el período Abril-Agosto y 3,5 Mm^3 (65%) para el período Septiembre-Marzo.

Respecto a los sondeos sin datos, su producción ya se ha señalado en el Capítulo 5.5. Básicamente se refiere a considerar que los pozos sin datos de explotación funcionan el mismo número de horas promedio de los pozos con datos (3107 hrs. en este sector) y sus caudales de operación son el caudal de diseño multiplicado por un factor que relaciona los caudales declarados en la encuesta con sus respectivos caudales de diseño (en el caso de este sector el factor caudal operacion v/s caudal de diseño = 0.82 y el caudal de los pozos sin datos corresponde a 565*0.82= 463 l/s). Por lo tanto, se puede estimar un volumen de explotación de 5.18 millones de m^3/año por los sondeos en operación y sin datos de la encuesta .

Resumiendo se tiene una explotación de 10.5 millones de m^3/año (335 l/s). Esta cifra ha sido considerada en base a un muestreo pequeño de datos y de asumir ciertas hipótesis sobre horas de funcionamiento y caudales nominales, lo anterior puede presentar un cierto margen de error.

Dicho valor de explotación de alrededor de los 10.5 millones m^3/año, al compararlo con las demandas estimadas para el sector, que fluctúan entre 5.4 y 7.5 millones de m^3/año parece ser una cifra razonable. A su vez, si las dotaciones según encuesta difieren solo un 11% de las adoptadas, de debe concluir que la mayor explotación dada por la encuesta se debe en gran parte a un incremento de la superficie regada, lo que no fue posible de obtenerlo de la encuesta.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

En la página siguiente, se presenta un listado con los pozos de riego tanto en uso como aquellos que no funcionan.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289765 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS
AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO
AGUA POTABLE
MINERIA
INDUSTRIA

PRODUCCION POZOS REGADIO Y OBSERVACIONES
SECTOR Nº 1 ARRIBA EMBALSE LAUTARO

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situacion Derechos	Resolucion DGA Caudal l/s	Resolucion DGA Numero	Resolucion DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3) Abr-Ago	Volumen (m3) Sep-Mar	SUMA TOTAL	Q Diseño l/s	Has.
3	1	2800	6950	A-03	Hda. Manflas (H.J-Lautaro)	Agro 7 Amigos Ltda.	Concedido	120	278	28/06/85	-------	-------	-------	O	S/u					
15	1	2800	6950	C-02	Hda. Manflas S.#3	Soc. Agr. Manflas Ltda.	Concedido	40	498	24/11/86	-------	-------	-------	O	S/U				120	
1	1	2800	6950	A-01	Hda. Pulido S.1	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	80	174	10/04/87	NO RESPONDE			R	Op					
2	1	2800	6950	A-02	Fdo. Las Juntas	Alfonso Probens A.	Concedido	45	183	13/05/85	600	1,800	45	R	Op	97,200	291,600	388,800	80	
4	1	2800	6950	A-04	Fdo. Pastillo	Alfonso Probens A.	Concedido	55	246	2/07/86	NO RESPONDE			R	Op				45	
5	1	2800	6950	A-05	Fdo. El Rodeo	Alfonso Probens A.	Concedido	100	247	2/07/86	NO RESPONDE			R	Op				55	
6	1	2800	6950	A-06	Hda. Manflas (H.J-Lautaro)	Agro 7 Amigos Ltda.	Concedido	80	295	1/08/86	480	1,680	80	R	Op	138,240	483,840	622,080	40	
7	1	2800	6950	A-07	Hda. Pulido S.2	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	80	174	10/04/87	NO RESPONDE			R	Op				100	79.00
8	1	2800	6950	A-08	Hda. Pulido S.3	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	80	174	10/04/87	NO RESPONDE			R	Op				80	
10	1	2800	6950	A-10	Fdo. El Rodeo	Alfonso Probens A.	En Tramite	60			1,320	2,280	64	R	Op	304,128	525,312	829,440	80	
11	1	2800	6950	A-11	Hij. Lautaro S.#3	Agro 7 Amigos Ltda.	S/D				480	1,200		R	Op				64	
12	1	2800	6950	A-12	Hij. Lautaro S.#4	Agro 7 Amigos Ltda.	Concedido	100	089	21/02/91	420	735	100	R	Op	151,200	264,600	415,800		79.00
21	1	2800	6950	C-08	Fdo. Los Hornos S.#4	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	En Tramite	80			NO RESPONDE			R	Op				105	42.16
25	1	2800	6950	D-01	Iglesia Colorada 3	Soc.Agr. Iglesia Colorada	Concedido	80	410	27/10/86	1,772	2,844	47	R	Op	299,822	481,205	781,027	60	
26	1	2800	6950	D-02	Iglesia Colorada ,Hij 2	Lorenzo Baeza	Concedido	50	411	27/10/86	NO SABE			R	Op				70	
27	1	2800	6950	D-03	Qda. Seca	Soc.Agr. Iglesia Colorada	S/D				1,782	2,844	70	R	Op	449,064	716,688	1,165,752	50	
28	1	2800	6950	D-04	Iglesia Colorada	Soc.Agr. Iglesia Colorada	Concedido	95	409	24/10/86	1,782	2,844	70	R	Op	449,064	716,688	1,165,752	100	
38	1	2750	6950	C-03	Algarrobo La Virgen	Alfonso Probens A.	Concedido	60	284	24/07/86	NO RESPONDE			R	Op				95	
39	1	2750	6950	C-04	Punta Negra	Alfonso Probens A.	Concedido	60	321	18/08/86	NO RESPONDE			R	Op				60	
9	1	2800	6950	A-09	Hda. Pulido S.4	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	24	209	19/03/90	-------	-------	----	R	S/U				60	
13	1	2800	6950	A-13	Los Hornos	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	En Tramite	80			-------	-------	----	R	S/U					
14	1	2800	6950	C-01	Hda. Manflas S.#2	Soc. Agr. Manflas Ltda.	Concedido	80	412	27/10/86	-------	-------	----	R	S/U					
16	1	2800	6950	C-03	Hda. Manflas S.#4	Soc. Agr. Manflas Ltda.	En Tramite	33.75			-------	-------	----	R	S/U					
17	1	2800	6950	C-04	Hda. Manflas S.#5	Soc. Agr. Manflas Ltda.	En Tramite	45			-------	-------	----	R	S/U					
18	1	2800	6950	C-05	Fdo. Los Hornos S.#1	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	20	210	1/06/89	-------	-------	----	R	S/U					
19	1	2800	6950	C-06	Fdo. Los Hornos S.#2	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	31	210	1/06/89	-------	-------	----	R	S/U					
20	1	2800	6950	C-07	Fdo. Los Hornos S.#3	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	20	210	1/06/89	-------	-------	----	R	S/U					
22	1	2800	6950	C-09	Fdo. Los Hornos S.#5	Tur. y Hot. Cabo de Hornos	Concedido	58.5	422	16/09/94	-------	-------	----	R	S/U					
23	1	2800	6950	C-10	Carrizalillo - Pulido - Q. Seca	Agr. San Sebastian	Concedido	27	586	7/12/94	-------	-------	----	R	S/U					
24	1	2800	6950	C-11	Q. Seca Carrizalillo	Soc. Agric. San Sebastian	En Tramite	160			-------	-------	----	R	S/U					
29	1	2800	6950	D-05	Iglesia Colorada	Soc.Agr. Iglesia Colorada	En Tramite	20			-------	-------	----	R	S/U					
30	1	2800	6950	D-06	Iglesia Colorada	Soc.Agr. Iglesia Colorada	En Tramite	54			-------	-------	----	R	S/U					
31	1	2800	6950	D-07	Iglesia Colorada	Soc.Agr. Iglesia Colorada	En Tramite	100			-------	-------	----	R	S/U					
32	1	2800	6950	D-08	Iglesia Colorada S 3	Agr. I. Colorada Ltda.	Concedido	58.5	537	17/12/93	-------	-------	----	R	S/U					
33	1	2800	6950	D-09	Iglesia Colorada	Soc.Agr. Iglesia Colorada	En Tramite	100			-------	-------	----	R	S/U					
34	1	2800	6950	D-10	Iglesia Colorada	Soc.Agr. Iglesia Colorada	En Tramite	100			-------	-------	----	R	S/U					
35	1	2800	6950	D-11	Qda Seca Carrizalillo	Soc. Agric. San Sebastian	S/D				-------	-------	----	R	S/U					
37	Total de pozos de Regadio y en Observaciones del sector Nº 1 Arriba Embalse Lautaro						Total	2276.75			1,080	2,028				1,888,718	3,479,933	5,368,651	200.16	

6.6 NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA

En el cuadro de la página siguiente (Cuadro 6-16), se han consignado tres valores del nivel estáticos a saber; el de la fecha de construcción del sondaje, los de Diciembre 1986 y Enero 1987 (correspondiente al estudio de la D.G.A. 1987) y finalmente, el de 1995 correspondiente al catastro de terreno efectuado para el presente estudio.

Del análisis del cuadro adjunto (Cuadro 6-16) se puede comentar lo siguiente:

- Se listan los 37 sondajes del sector, hay 31 sondeos analizados con niveles medidos en el año de construcción, 13 el año 1986 y 16 el año 1995. De todos ellos hay 8 sondeos en que se pudo establecer la diferencia de niveles entre los años 1986 y 1995.

- En el Valle de Manflas, en los 3 sondeos en que se pudo establecer diferencia de niveles entre 1986 y 1995, se tienen ascensos del nivel entre 0,3 y 9,8 metros.

- En el Valle de Pulido en 4 de 5 pozos, se tienen descensos del nivel con valores entre 4,6 m. y 10,1 m. El ascenso corresponde a 3,6 m.

- En el único pozo del valle del río Jorquera pese a que se encuentra en funcionamiento no se pudo medir, por no tener el pozo el orificio para introducir el midiómetro.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro. 6-15
Niveles : Año construcción, 1986 y 1995

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR Nº 1 ARRIBA EMBALSE LAUTARO

Nº	POZO			Año	N.E.	N.E.	N. E.	Dif. Nivel	Prof	Promedio descenso	
Cat-95	Lat	Long	Nº	Const.	Const.	1986	95	1995 - 1986	Perf(m)	Anual m/año	ZONA
1	2800	6950	A-01		23.00	47.00			90		Pulido
2	2800	6950	A-02	18/06/79	21.10	47.56	44.00	3.56	85	0.36	Pulido
7	2800	6950	A-07		51.20	51.57			90		Pulido
8	2800	6950	A-08		52.10	53.95			90		Pulido
9	2800	6950	A-09		49.92				63.4		Pulido
10	2800	6950	A-10		47.18				97		Pulido
13	2800	6950	A-13	/ 93	44.05		49.58		84		Pulido
18	2800	6950	C-05		54.85				86.3		Pulido
19	2800	6950	C-06		58.46				86		Pulido
20	2800	6950	C-07		52.68		63.60		90		Pulido
21	2800	6950	C-08		57.00		51.19		103		Pulido
22	2800	6950	C-09		51.20				108		Pulido
23	2800	6950	C-10								Pulido
24	2800	6950	C-11								Pulido
25	2800	6950	D-01		9.24	9.10	13.70	-4.60	70	-0.46	Pulido
26	2800	6950	D-02		28.00	29.53	33.52	-3.99	80	-0.40	Pulido
27	2800	6950	D-03		10.80	9.07	15.62	-6.55	63.7	-0.66	Pulido
28	2800	6950	D-04		22.00	20.89	30.95	-10.06	80	-1.01	Pulido
29	2800	6950	D-05		4.51				60		Pulido
30	2800	6950	D-06		12.20				41		Pulido
31	2800	6950	D-07		44.27		14.59		80		Pulido
32	2800	6950	D-08								Pulido
33	2800	6950	D-09		13.04				75		Pulido
34	2800	6950	D-10		26.93				75		Pulido
35	2800	6950	D-11								Pulido
3	2800	6950	A-03	17/07/84	7.70	23.34	23.00	0.34	60	0.03	Manflas
6	2800	6950	A-06	11/01/86	27.00		22.30		81.2		Manflas
11	2800	6950	A-11				21.80				Manflas
12	2800	6950	A-12	17/06/87	25.93		21.30		100		Manflas
14	2800	6950	C-01		25.28	24.97	23.04	1.93	50.1	0.19	Manflas
15	2800	6950	C-02			28.44	18.65	9.79		0.98	Manflas
16	2800	6950	C-03	2/01/92	38.65		41.75		80		Manflas
17	2800	6950	C-04	4/05/92	21.45				88.5		Manflas
4	2800	6950	A-04		19.70	19.65			80.2		Las Juntas
38	2750	6950	C-03	4/09/85	4.00				70		Las Juntas
39	2750	6950	C-04	25/07/85	4.20				70		Las Juntas
5	2800	6950	A-05		48.10	53.62			100		Jorquera

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.6.1 Variación Hiperanual de Niveles del Agua Subterránea

En relación con la variación histórica de los niveles del agua subterránea,, se ha incluido un plano denominado: "Plano de Variación Histórica de Niveles N° 1 y 2" (Ver Tomo II Planos), que comprende los sectores: Arriba del Embalse Lautaro y el Sector Lautaro - La Puerta, en él que se encuentran 8 gráficos de Variación Hiperanual de Niveles correspondientes al Sector N°1, de los cuales 3 corresponden a pozos en el Valle de Manflas , 3 en Pulido, 1 en Jorquera y 1 en el sector entre las Juntas y el Embalse Lautaro.

Cuadro 6-16

Sector Nº 1: Arriba embalse Lautaro

Pozos con Registro Histórico de Niveles

VALLE	POZO	NOMBRE	REGISTROS	AÑOS
Manflas				
	2800 6950 C-1	Hda. Manflas S2	Dic 86 a Ene 95	8
	2800 6950 C-2	Hda. Manflas S3	Ene 87 a Ene 95	8
	2800 6950 A-3	Hda. Manflas	Ene 89 a ene 95	6
Pulido				
	2800 6950 D-1	Iglesia Colorada 3	Dic 86 a Ene 95	8
	2800 6950 D-3	Quebrada Seca	Dic 86 a Ene 95	8
	2800 6950 A-1	Turismo C. de Hornos	Jun 89 a Dic 94	5
Jorquera				
	2800 6950 A-5	Fundo Rodeo	Dic 86 a Ene 95	8
Junta -Emb Laut.				
	2750 6950 C-3	Algarrobo - La Virgen	Dic 86 a Ene 95	8

Los pozos anteriores se listan en orden de ubicación en el valle, desde aguas arriba hacia aguas abajo.

En los párrafos siguientes se presenta un análisis de los registros de niveles en cada uno de los pozos.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.6.1-1 Sub-Sector o Valle del río Manflas

Los sondeos en esta zona muestran variaciones de niveles fuertes de un año a otro, evidenciando con ello recargas y descargas a nivel anual para este acuífero.

Sondeo 2800 6950 C-1,
Hda. Manflas, sondeo 2 (Agrícola Manflas Ltda.)
N° 14 del Catastro '95

Corresponde al pozo más interior del valle, ubicado entre las localidades de Manflas y El Ingenio.

Se ubica en un sector del acuífero de buena permeabilidad, pero de poco volumen almacenado, dada la respuesta inmediata que presenta a las recargas. Las variaciones de nivel son proporcionales a las recargas y no es capaz de almacenar un volumen remanente para el período siguiente.

Presenta registros desde Diciembre de 1986 en adelante. A fines del 86 sus niveles se encontraban a 25 metros bajo nivel de terreno.

Las crecidas extraordinarias de 1987 elevaron sus niveles desde 25 a 11 metros bajo nivel de terreno (14 metros en un año).

Posteriormente se observan recargas anuales, que comienzan en primavera para mantenerse en ascenso hasta Marzo, llegando los ascensos medios a ser del orden de 4 metros anuales y los descensos, que se producen entre Abril y Agosto, alcanzan a bajar entre 3 y 4 metros. En promedio se puede indicar que los valores entre 1989 y 1994 han fluctuado alrededor de los 18 y 21 metros bajo terreno, no observándose tendencia histórica ni al descenso prolongado ni al ascenso.

Este sondeo permite inferir que se encuentra ubicado en una zona de recargas que es capaz de recibir grandes aportes de agua y almacenarla en su relleno acuífero para posteriormente entregarla hacia aguas abajo ya sea superficialmente en zonas de afloramiento o subterráneamente a los acuíferos de más abajo, como es el caso del mismo Manflas y el sector de la Junta Manflas.

Este es un motivo por el cual los caudales superficiales del río Manflas, son tan constantes mes a mes y año a año, es decir, su gran poder de almacenamiento subterráneo permite amortiguar las crecidas y no hacer tan notorio los períodos secos.

Es de esperar en esta zona fluctuaciones anuales con una amplitud de 6 metros en condiciones normales, mientras que en eventos extraordinarias estas pueden alcanzar los 14 metros.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Sondeo 2800 6950 C-2
Hda. Manflas, sondeo 3 (Soc. Agrícola Manflas)
N° 15 del Catastro '95

Se ubica aguas abajo del sondeo C-1, en la zona de El Dadinal y presenta, al igual que los demás sondeos, registros desde 1986 en adelante.

Los niveles antes de las crecidas de 1987 se ubicaban en los 28 metros bajo nivel de terreno. Durante la primavera de 1987 se produjeron recargas extraordinarias que subieron los niveles del agua subterránea hasta 2 metros bajo terreno (aumento de 26 metros entre Sept '88 y Mar '88). Dicha recarga fue seguida por un vaciamiento menos brusco del acuífero que duró hasta Marzo de 1990 (dos años) y que estabilizó los niveles del acuífero alrededor de los 18 m. bajo nivel de terreno (10 metros sobre el nivel inicial de 1985).

Posteriormente durante los años 1990 y 1991 los niveles fluctuaron alrededor de los 19 metros.

Desde mediados de 1992 se produce un período de recargas, pero menor que lo ocurrido el '87, esto produce aumentos de nivel desde los 19 metros bajo terreno en Marzo de 1992 hasta los 12 m. a fines de 1993.

De acuerdo a lo señalado en los párrafos anteriores se tiene un sector de acuífero que es capaz de almacenar grandes volúmenes de agua y las recargas y descargas se producen igualmente a nivel anual. No obstante lo anterior se observa una mayor capacidad de almacenamiento respecto de la parte alta del valle de Manflas, ya que los ascensos y descensos son más atenuados año a año.

Pozo 2800 6950 A-3
Hda Manflas (Agro 7 Amigos)
N° 3 del Catastro '95

Se ubica cerca de la Junta de Manflas y posee registros de niveles desde Marzo de 1989, por lo que no se conoce su evolución durante la crecida de 1987 pero si su período de recesión que duró hasta Enero de 1992.

En Enero de 1989 sus niveles se encontraban en el valor más alto histórico registrado de 3 metros bajo nivel de terreno. Posteriormente, se produjo un descenso sostenido, durante 3 años, a una tasa de 9,3 m/año la cual se mantuvo invariable hasta enero de 1992, cuando los niveles alcanzaron los 32 metros bajo nivel de terreno.

Durante el año 1992 las recargas y descargas del acuífero se encuentran en equilibrio y los niveles se mantienen ese año en 31 metros bajo terreno.

A fines de 1992 y hasta mediados de 1993, nuevamente se produce un período de recargas que hacen subir fuertemente los niveles desde los 31 a los 14 metros (tasa de ascenso del orden de 18 metros/año).

Desde mediados de 1993 hasta la fecha se encuentra en un período de descargas a una tasa de

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

descenso cercana a 5 m/año y su evolución futura dependerá de que tan pronto se produzca una recarga producto de un año abundante.

Los párrafos anteriores permiten concluir que este pozo se encuentra en el sector de salida del acuífero del Manflas y donde se produce una excelente zona de recargas donde llegan las crecidas de este río, se infiltran y luego, dada la muy buena comunicación hidráulica con el acuífero de aguas abajo se produce el flujo subterráneo impulsado por el gradiente hidráulico de la napa. Este flujo parece ser muy uniforme dada la constancia con que se manifiestan las tasas de descensos.

6.6.1-2 Valle del Río Pulido

Este valle contiene el mayor número de sondajes perforados en el sector N°1 de este estudio y denominado: "Arriba del Embalse Lautaro". En él se ubican 25 de los 37 sondeos del sector.

El valle del Pulido, posee registros históricos de niveles en 3 de ellos, siendo estos los pozos 2800 6950 D-1, D-3, A-1. Listados por su ubicación desde aguas arriba hacia aguas abajo.

El valle del río Pulido presenta un embalse subterráneo compuesto por sub-embalses o sectores que funcionan conectados en serie uno a continuación de otro separados ya sea por angostamientos del valle y/o afloramientos del basamento de fondo.

Existen sondeos desde La Junta Pulido hasta las inmediaciones de Iglesia Colorada, lo que permite establecer las bases del funcionamiento del acuífero hasta ese sitio al interior del valle.

a) Zona Iglesia Colorada-Quebrada Seca

Se ha reconocido aquí un espesor de acuífero por sobre los 80 metros mediante los sondeos existentes, no obstante ello, es de esperar profundidades aun mayores (100 a 200 metros).

Los niveles se encuentran relativamente superficiales en las inmediaciones del sondeo D-1 (Iglesia Colorada) a profundidades de 13 m. bajo nivel de terreno en la actualidad. Estos niveles profundizan a medida que se avanza hacia aguas abajo del valle, alcanzando actualmente los 30 metros de profundidad en las inmediaciones del sondeo D-4 ubicado aguas arriba de Quebrada Seca.

Inmediatamente aguas abajo del pozo D-4 comienzan a elevarse los niveles, tal como lo muestra el sondeo D-3 (Quebrada Seca), con niveles de 15 metros bajo terreno.

En esta zona existen 2 sondeos con registros de niveles y ambos ubicados en los extremos, el primero (D-1) se ubica al comienzo de este sub-sector, donde los niveles son cercanos a la superficie y el otro (D-3) al final, también donde los niveles se acercan a la superficie. Por lo tanto es muy importante contar a futuro con registros de niveles en uno o más de los pozos intermedios de Piedra Colgada, por ejemplo los sondeos D-4, D-10, D-2 y/o D-9.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Pozo 2800 6950 D-1
Iglesia Colorada pozo 3 (Soc. Agr. Iglesia Colorada)
N° 25 del Catastro '95

Se ubica al comienzo de este sub-sector o zona donde los niveles son relativamente superficiales (13,7 m. actualmente) y el ancho del valle es reducido, pero su espesor de relleno está por sobre los 70 metros reconocidos en este sondaje.

Posee registros continuos de niveles del agua subterránea desde 1986 hasta la fecha, pero lamentablemente carece de antecedentes previos a las crecidas de 1987 que permitan apreciar la magnitud de su respuesta ante eventos como aquel.

Responde a las recargas en forma anual, como producto del efecto conjunto de ubicarse en un acuífero de dimensiones pequeñas en esa zona y también de su explotación artificial. Es así, como se observan fluctuaciones de ascenso-descenso anuales con un promedio de 5 a 6 metros de amplitud en los registros de los años '88 al '94. No obstante dichas fluctuaciones, se observa un comportamiento del embalse subterráneo que registra un período de descargas desde 1988 hasta 1991 con niveles de 8 metros descendiendo hasta 16 metros (tasa media de descenso de 2,5 m/año) y desde 1992 se observa un período de ascenso con niveles medios subiendo desde 16 a 14 metros (tasa media de ascensos de 1,0 m/año).

Los períodos de recargas y descargas mostrados por los registros históricos de niveles de este sector, se pueden observar posteriormente en los acuíferos de aguas abajo del valle donde las fluctuaciones anuales se reducen de amplitud y se observan más atenuadas, mostrando la tendencia general del período, producto de la inercia de los embalses subterráneos a medida que aumentan de volumen almacenado.

Pozo 2800 6950 D-3
Quebrada Seca (Soc. Agr. Iglesia Colorada)
N° 27 del Catastro '95

Este sondeo se ubica aguas abajo del anterior D-1 donde los niveles nuevamente se acercan a la superficie. Por lo tanto es importante en un futuro cercano conocer los niveles de los sondeos intermedios entre el pozo D-1 y D-3.

Presenta registros desde 1986 en adelante y muestra fluctuaciones también a nivel anual, aunque más atenuadas, no superando en amplitud los 4 metros. Al igual que el pozo D-1 muestra el período de descargas posterior a las crecidas de 1987. Desde 1988 hasta 1991 se produce un período de descargas con descensos de niveles desde los 10 metros bajo terreno hasta los 16 metros (tasa de descenso media de 1,5 m/año). Desde 1992 hasta 1993, se manifiesta un período de recargas donde los niveles ascienden hasta los 12 metros en promedio.

Aguas abajo del sondeo D-3 hasta las inmediaciones del pozo D-7 se produce una zona donde los niveles se ubican relativamente cercanos a la superficie con valores actuales (Julio 1995) de 14 metros aproximadamente.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Esta zona de niveles altos (alrededor de los 14 m.), se ha reconocido desde la ubicación del sondeo D-3 (Quebrada Seca) hasta el sondeo D-7 (Iglesia Colorada) avanzando hacia aguas abajo. Se cree, que estos niveles superficiales se extienden hasta el sector de Carrizalillo, pero no ha sido posible verificar dichos niveles en los sondeos C-10 (Agrícola San Sebastián) y C-11 (Agr. Sn. Sebastián) los que serían muy útiles para extrapolar dichas consideraciones.

Desde Carrizalillo hacia aguas abajo se tiene una zona donde los niveles profundizan bastante, llegando a valores medidos durante la encuesta de terreno de mayo 1995, de 50 a 60 metros en los sondajes C-8 y C-7 respectivamente. Lo anterior es una manifestación de la angostura que se produce en Carrizalillo que en cierto modo independiza los acuíferos de aguas arriba de Carrizalillo y el de aguas abajo, que se extiende hasta La Junta Manflas y se continúa hacia el embalse Lautaro.

b) Sector Carrizalillo - Junta Pulido

En este sub-sector del Valle del Pulido se tienen registros de niveles en el pozo 2800 6950 A-1 ubicado en la localidad de Pulido y apenas a un kilómetro de la Junta del río Pulido.

Los registros de niveles de este pozo se miden desde 1987 hasta fines de 1994 y posteriormente se dejó de medir pues se cerró y no se dejó línea de aire que permita medir con seguridad niveles ya que tiene su bomba funcionando.

No es mucho lo que se puede concluir de los niveles en este pozo, dada la falta de otros sondeos con registros en este sub-sector. Por lo anterior es necesario comenzar desde ya a medir niveles en los pozos más cercanos ubicados aguas arriba de él. Dichos pozos a medir niveles, corresponden al menos a 4 de los siguientes sondeos: A-1, A-7, A-9, A-13, C-9, C-5, C-6 y C-7. Siendo recomendable medir los pozos A-13 (Los Hornos), C-9 (Fdo. Los Hornos Pozo 5), C-8 (Fdo Los Hornos Pozo 4) y C-7 (Fdo. Los Hornos Pozo 3).

6.6.1-3 Valle del Río Jorquera

En este valle solo se tiene catastrado un (1) pozo, correspondiente al sondeo 2800 6950 A-5 (Fundo El Rodeo), el que cuenta con registro histórico de niveles desde Diciembre de 1986 hasta Diciembre de 1994. Posteriormente se ha cometido el error de cerrar el pozo y no dejar ningún orificio de medida por lo cual se ha interrumpido un registro histórico de 8 años de duración en el único sondeo del valle del río Jorquera, situación que recomendamos sea solucionada a la brevedad.

Pozo 2800 6950 A-5
Fundo El Rodeo (Alfonso Prohens)
N° 5 del Catastro '95

Este sondeo se ubica a aproximadamente 1,5 km de la Junta del río Jorquera con el río Pulido. Se tienen registros desde 1986 a 1994 cuando se selló el pozo no dejando orificio de medida.

Los niveles durante la construcción se ubicaban en los 48 metros bajo nivel de terreno, pero se desconoce su comportamiento anterior. Previo a las crecidas de 1987 y durante la construcción (1886) de este sondaje de 100 m. de profundidad, se realizaron pruebas de bombeo que entregaron 40 l/s con apenas 4 metros de depresión.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Durante las crecidas de 1987 se produce un ascenso de los niveles desde 48 metros hasta 22 metros bajo terreno registrados en abril de 1988. Es decir, un aumento de 26 metros en aproximadamente un año.

Posteriormente se produjo un descenso sostenido de los niveles entre mediados de 1988 y comienzos de 1992 donde se llegó a estabilizar en torno a los 64 metros bajo nivel de terreno. Lo anterior ubica los niveles 10 metros más bajo que lo encontrado durante la construcción del pozo.

Desde fines de 1992 se produce un período de recargas, también detectado en los demás pozos del sector, que eleva los niveles hasta 50 metros bajo terreno (semejante a los niveles iniciales medidos durante la construcción) y en dichos valores se ha mantenido los dos últimos años (1993 y 1994) aunque se desconoce su tendencia actual por estar discontinuadas sus mediciones.

Por lo enunciado en los párrafos anteriores el funcionamiento de la parte baja del acuífero del río Jorquera se rige por fuertes variaciones de nivel de sus ciclos de recarga y descarga hiperanual. No se observan los efectos de las recargas de año en año, lo que reafirma su condición de ser un gran embalse subterráneo con muy buena comunicación hidráulica con el río que le permite sus recargas extraordinarias como la ocurrida durante fines de 1987.

Este acuífero del valle del río Jorquera es necesario estudiarlo a futuro pues estaría conformado por una serie de acuíferos conectados entre sí, con algunos de grandes dimensiones que son los que regulan el flujo superficial y hacen que este río no tenga crecidas tal como lo muestran sus estadísticas de caudales superficiales.

6.6.2 Conclusiones de las Variaciones de Nivel

Como conclusión general se puede indicar que la situación actual de los acuíferos de los tres valles tributarios es que cuentan con un escaso número de pozos construidos. Por consiguiente, no presentan problemas de sobre-explotación ya que los descensos corresponden a períodos naturales de recarga-descarga del acuífero.

Es necesario mantener una red de medición de niveles que permitan a futuro actualizar las conclusiones de este estudio de manera de ir retroalimentando el conocimiento de estos valles para tener una mayor seguridad en el desarrollo del valle de Copiapó en su conjunto.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.7 SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO

6.7.1 Volumen del Acuífero

El volumen desembalsado anualmente por efecto del bombeo, de acuerdo con los datos contenidos en la encuesta del año 1995 asciende a 10,5 Mm^3 (335 l/s como caudal continuo).

El volumen total del acuífero considerando una profundidad máxima de 200 metros es de 1.900 Mm^3 y si se considera un coeficiente de almacenamiento de 10%, se tiene un volumen total almacenado de 190 Mm^3. Por lo tanto, el volumen de extracción anual es del orden de 5,5 % del volumen total de agua del acuífero. Dada la inexistencia de mayores antecedentes sobre la geometría de los acuíferos, no se considera apropiado efectuar un análisis más detallado para menores espesores de acuífero. Por lo tanto, el valor 200m. será utilizado como espesor medio para los acuíferos ubicados aguas arriba del embalse Lautaro.

A continuación se presenta un cuadro con la cubicación del embalse subterráneo para cada uno de los valles. Este sector presenta perfiles de geofísica y antecedentes de fondo en algunos tramos de los embalse subterráneos, por lo que no se consideran cubicaciones para espesores distintos (100 y 300 metros) ya que sería plantear cifras cuya incertidumbre es muy grande.

Cuadro 6-17

Sector :"Aguas Arriba Embalse Lautaro "

Acuifero	Volumen Mm^3	Volumen Agua Almacenada		
	Acuifero	S=5%	S=10%	S=15%
Jorquera	200(*)	10	20	30
Pulido	570	28	57	85
Manflas	550	23	55	82
Juntas	600	30	60	90
Total	1920	91	192	287

Mm^3= millones metros cúbicos

(*) Entre Juntas y Alto Retamal , por lo tanto no considera todo el valle.

El cuadro anterior permite visualizar un análisis de sensibilidad del volumen de los embalses subterráneos, en función del coeficiente de almacenamiento adoptado. No obstante lo anterior, el valor del coeficiente de almacenamiento de 10% es aquel más probable de ocurrir, dada la naturaleza libre de los acuíferos estudiados.

Lo anterior indica una explotación baja que no afecta el funcionamiento del embalse subterráneo. Esto ratifica la conclusión, de que la explotación actual es sustentable por el acuífero. Así un caso extremo de considerar un coeficiente S=5% implica un volumen embalsado de 90 Mm^3, por lo tanto la razón volumen explotado v/s volumen almacenado alcanza, apenas el 11.6%.

Otro elemento de comparación, para cuantificar la explotación actual, corresponde realizar la razón entre el volumen explotado v/s el volumen en circulación media anual. De acuerdo a lo anterior se tiene una circulación de 1,2 m^3/s (38 Mm^3/año) v/s la explotación de 10.5 Mm^3/año. Por lo tanto dicha la razón, alcanza a un valor cercano al 27%. Cifra considerada normal, ya que valores entre 20% y 30% son considerados de explotación media. Valores para dicha razón menores de 10% son considerados de explotación baja o escasa.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.7.2 Perfil Longitudinal de los Valles de Jorquera, Pulido y Manflas

Para mostrar una visión global del estado actual de los acuíferos de cada uno de los valles y las ubicaciones del nivel freático actual y pasado se ha elaborado un perfil longitudinal del valle, con la mayor cantidad de antecedentes que permitan fijar ideas de lo mencionado anteriormente.

Asimismo se puede comentar la necesidad de efectuar sondeos de reconocimiento profundos de 150 a 250 metros de profundidad para determinar las características geométricas, hidráulicas y de la capa acuífera en todo el espesor del mismo, de manera de tener antecedentes sobre zonas desconocidas del sector por ejemplo en el Valle del río Jorquera.

Hasta la fecha, el espesor total en muchos puntos solo está avalado por la campaña de geofísica de 1986 la cual, en los tres valles solo alcanza los primeros kilómetros.

En este perfil, además se ha eliminado arbitrariamente el sector más abajo de los 300 metros, con el objeto de obtener cifras más conservadoras de la potencialidad del acuífero.

Por otra parte, surge la necesidad de contar con un mayor número de sondeos de observación de niveles estáticos, para cubrir con mayor densidad y precisión todo el sector del acuífero. Al mismo tiempo, si se desea, tener un control más exhaustivo del embalse subterráneo, se considera indispensable la colocación de medidores de caudales en todos y cada uno de los sondeos de explotación. Esta exigencia, si bien es cierto es de alto costo, no lo es en términos relativos si se considera el costo total de cada pozo con su instalación eléctrica y bomba de extracción.

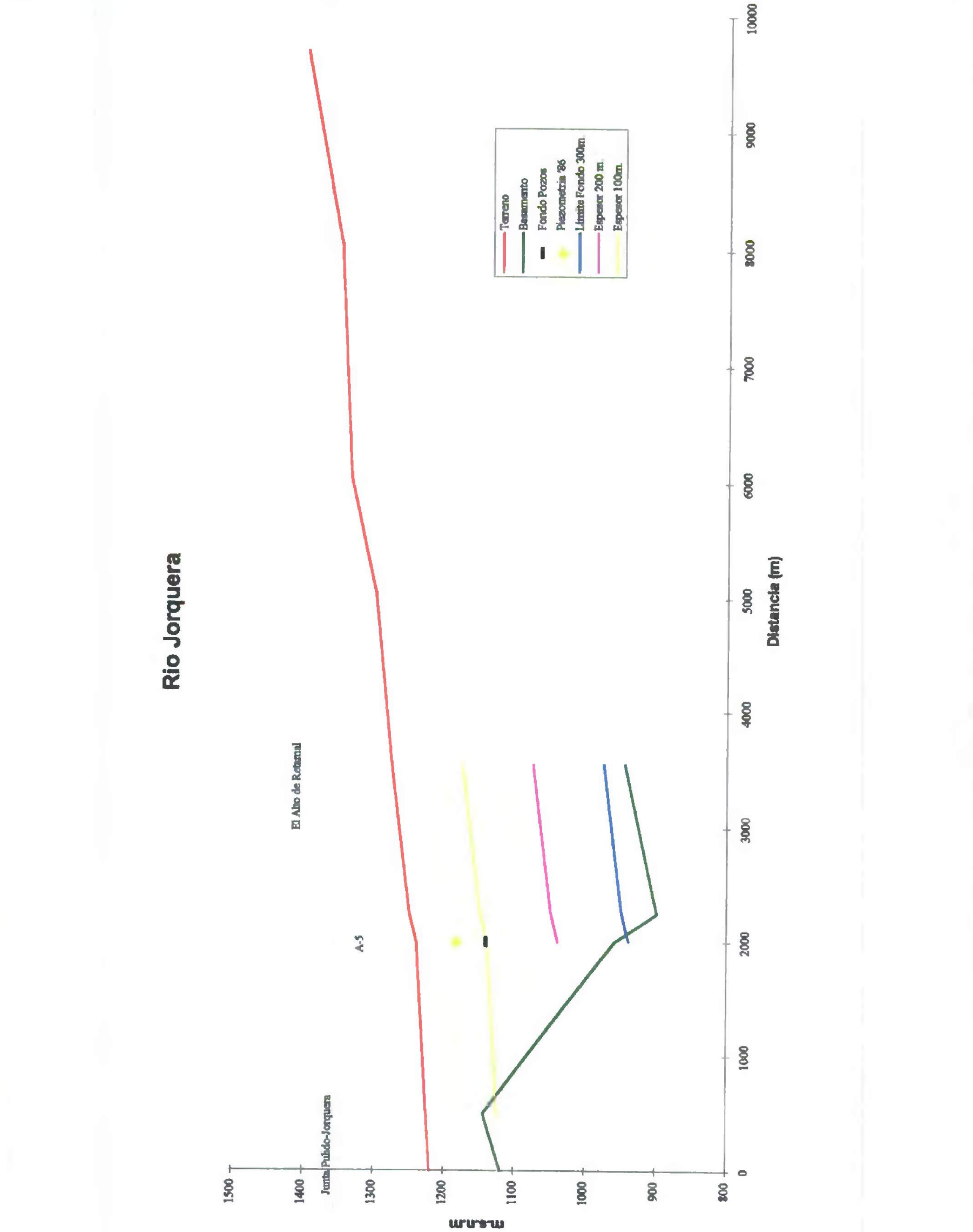
De los perfiles se puede observar :

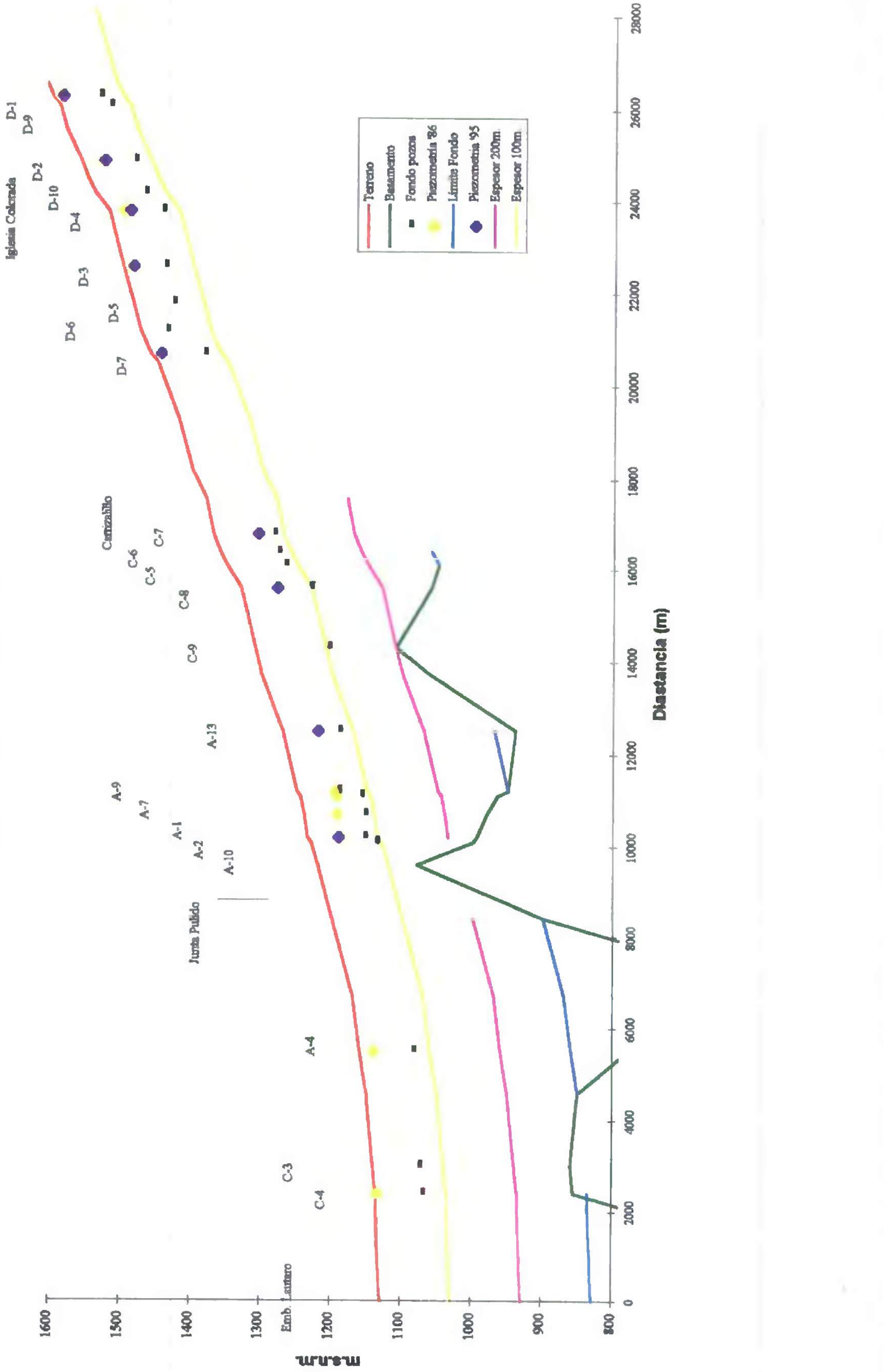
- El promedio de los sondeos construidos es de 78.8 m., valor más alto de todos los sectores del valle del río Copiapó. Presenta asimismo un mínimo de 41 m. y un máximo de 108 m.

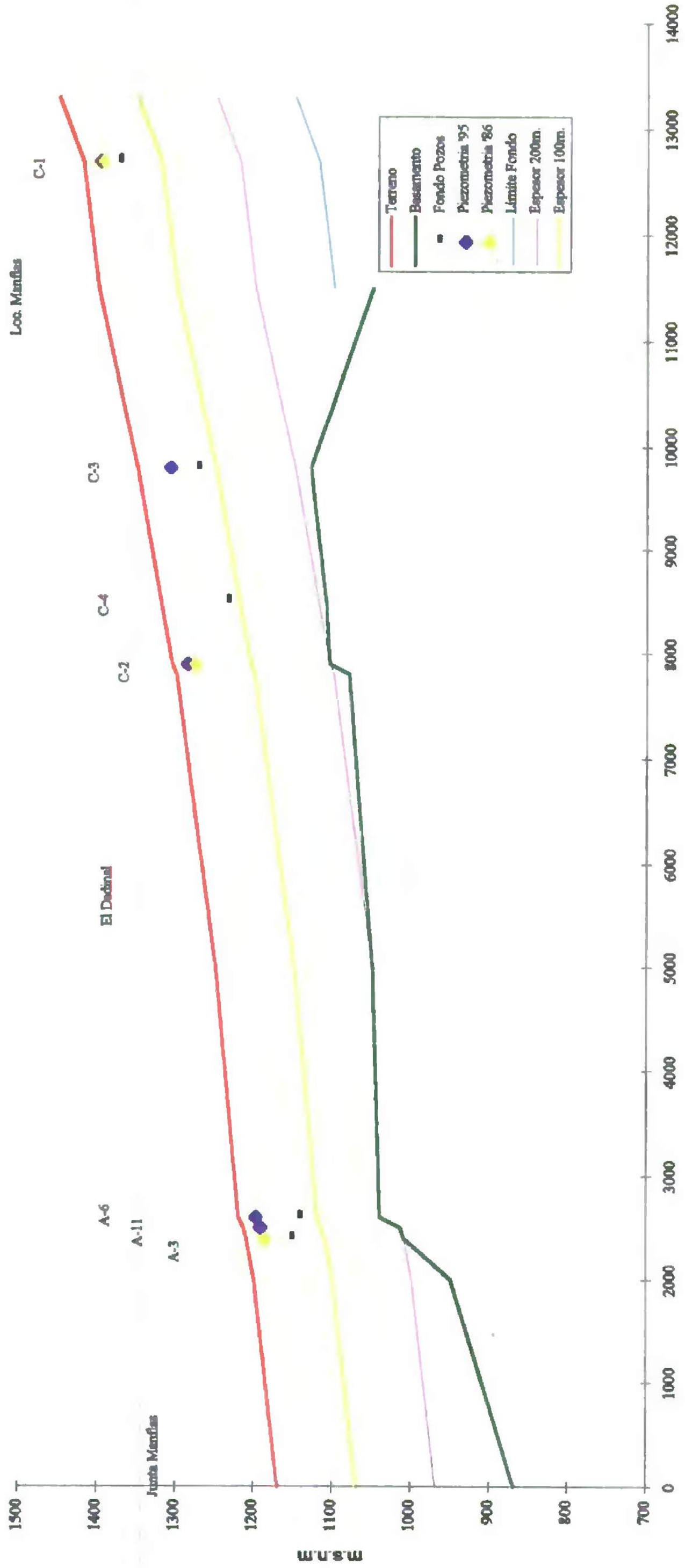
- De los 28 pozos con datos de profundidad de perforación (de un total de 37), el mayor número de ellos se encuentra perforado entre 80 y 90 metros (9 pozos). Le siguen 7 pozos entre 70 y 80 metros y 5 pozos entre 60 y 70 m.

- El promedio de los niveles del agua subterránea en 1986-87 alcanzaba a 28.9 m. y en la actualidad (1995) dicho valor se ubica en 35.2 m. Lo anterior indica un descenso medio del sector de 6.3 m. durante los últimos 7 años. Así el descenso medio del sector alcanza 0.9 m/año., Si se considera que área de la superficie de la napa es aproximadamente 20 km^2, se tiene un volumen de 2 Mm^3 por metro de depresión. Así, se tiene descenso en el volumen embalsado de alrededor de 60 l/s en los últimos 7 años.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE


Rio Jorquera
Tranque
Basamento
Fondo Pozos
Piezometria '86
Limite Fondo 300m.
Espesor 200 m.
Espesor 100m.
El Alto de Retamal
A-5
Junta Pulido-Jorquera
Distancia (m)
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800


Embalse Lautaro - Juntas - Río Pulido
Terreno
Basamento
Fondo pozos
Piezometría '86
Límite Fondo
Piezometría '95
Espesor 200m
Espesor 100m
Distancia (m)
Elevación (m)
Emb. Lautaro
Juntas Pulido
Centenillo
Iglesia Colorada
D-1
D-9
D-2
D-10
D-4
D-3
D-6
D-5
D-7
C-6
C-5
C-7
C-8
C-9
A-9
A-7
A-1
A-2
A-13
A-10
A-4
C-3
C-4


Rio Manflas
Loc. Manflas
El Diamel
Junta Manflas
C-1
C-3
C-4
C-2
A-6
A-11
A-3
Terreno
Basamento
Fondo Pozos
Piezometria '95
Piezometria '86
Limite Fondo
Espesor 200m.
Espesor 100m.
m.s.n.m
Distancia (m)
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
11000
12000
13000
14000

a) Consideraciones de los Perfiles de los Valles Tributarios Jorquera, Pulido y Manflas

a.1) Perfil Valle Río Jorquera

Se muestra desde la Junta con el Pulido hasta unos 10 km. aguas arriba. Desconociéndose hacia el interior sus características acuíferas. Aunque se sostiene que deberían existir importantes rellenos acuíferos en sus 100 km. de recorrido.

La geofísica de 1987, solo cubre los primeros 3,5 km. y presenta profundidades entre 100 y 300 metros.

Se observa su único pozo con una profundidad perforada de 100 m. y su nivel estático de 1986 (53,62 m.), faltando conocer el nivel actual por estar cerrado.

El perfil del valle presenta una pendiente media del terreno de 1,6% en sus primeros 5 km. y de 2,1 % entre los km. 5 y 10.

Las escasas mediciones de nivel estático indican fluctuaciones de hasta 12 m/año., lo que debe tenerse en cuenta al seleccionar las bombas a instalarse en pozos a construir en el sector. Este aspecto indica a su vez que los sondajes deben proyectarse con una profundidad mínima de 100 m. (al menos en la parte baja del valle de Jorquera), para lograr un buen aprovechamiento del embalse subterráneo.

La presencia de un solo pozo en el valle está indicando la escasa explotación de este acuífero.

a.2) Perfil Valle del Río Pulido

En este perfil se ha incluido desde el Embalse Lautaro hacia aguas arriba pasando por la Junta del Manflas y luego del Pulido-Jorquera para posteriormente mostrar 18 km. del valle de Pulido hasta el sector de Iglesia Colorada, último sitio donde se han perforado pozos en el valle.

Se observan en este perfil, las zonas donde los niveles se encuentran más superficiales y también aquellas donde se ubican a mayor profundidad.

La profundidad del Basamento Rocoso se ha estimado en función de la Campaña de Geofísica de 1986 y presenta espesores entre 100 y 400 metros. Estos últimos han sido limitados a un espesor máximo de 300 metros mientras no se tengan nuevos antecedentes. Se cuenta con antecedentes de la geofísica entre el Embalse Lautaro y unos 6 km del Valle de Pulido hasta las cercanías de Carrizalillo. Por lo tanto restan conocer en unos 10 km. las características de fondo del embalse subterráneo.

La parte superior del valle, cercana a Iglesia Colorada muestra niveles oscilantes entre los 10 y 20 metros de profundidad y a su vez, existen sondajes de escasa profundidad (40 m.), que implican una explotación insegura y poco consistente con el aprovechamiento del acuífero. Para este sector, debería recomendarse una profundidad no inferior a 80 m., teniendo en consideración que existen sondeos que han reconocido espesores de acuífero de ese orden, pese a que no se tienen más antecedentes de geofísica en dicha zona aunque se estima que los espesores fluctúan entre 100 y 150 m..

La parte intermedia y baja de este valle, sector Carrizalillo a Junta Jorquera, presenta niveles freaticos que se ubican a mayor profundidad, entre 20 y 50 m. con fluctuaciones históricas de 10 metros/año., por lo

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

cual los sondajes que allí se ubiquen debieran tener una profundidad no inferior a los 100 m.

a.3) Perfil Valle de Manflas

Muestra 14 kilómetros de valle, faltando unos 2 kilómetros más para llegar al punto de ubicación de la estación fluviométrica Manflas en Vertedero.

La profundidad de la roca del Estudio de 1986 se ha basado en la geofísica, faltando pozos de reconocimiento.

En este valle se observan también fuertes fluctuaciones de nivel, llegando hasta 10 m/año. Una adecuada explotación de los acuíferos de este valle requerirá de pozos más profundos y ubicados espaciadamente en aquellos sitios donde hoy no existen.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

6.8 BALANCE DEL SECTOR N°1, ARRIBA DEL EMBALSE LAUTARO
(Valles de Manflas, Pulido y Jorquera más el sector de las Juntas hasta la cola del Emb. Lautaro)

El balance del sector Aguas Arriba del Embalse Lautaro, se presenta en el Cuadro 6-18 "Balance Sector N°1" y cada una de las cifras consideradas se comenta a continuación.

a) Ingresos

a.1) Ingresos Superficiales

Corresponden a los valores indicados en el punto 6.1 "Ingresos Superficiales", básicamente se refieren a los caudales medios anuales de las estaciones fluviométricas de: Jorquera en Vertedero (790 l/s), río Pulido en Vertedero (1477 l/s) y río Manflas en Vertedero (569 l/s). Las que en suma alcanzan un caudal medio anual de 2.84 m^3/s (90 millones de m^3/año).

Estos valores corresponden a los caudales medidos entre 1964 y 1994 y representan valores medios de estos últimos 30 años. Dichas caudales no merecen un cuestionamiento, salvo las impresiciones propias del error de medición de la estación fluviométrica

a.2) Ingresos Subterráneos

Se obtuvieron en base a lo indicado en el capítulo 6.2 "Ingresos Subterráneos" y corresponden a los flujos bajo las estaciones de aforo de los tres afluentes. El caudal subterráneo considerado de 420 l/s corresponde a la suma de 180 l/s por el Jorquera, 150 l/s por el Pulido y 90 l/s del Manflas.

b) Salidas

b.1) Salidas Superficiales

Corresponden a los valores indicados en el capítulo 6.1 y se refieren a los caudales medidos en la estación Río Copiapó en Pastillo de 2322 l/s (73 millones de m^3/año).

b.2) Salidas Subterráneas

Calculadas igual que los ingresos pero considerando ahora la sección Algarrobo -La Virgen, donde se obtiene un caudal medio de 800 l/s.

b.3) Salidas Netas

-Evapotranspiración por Cultivos

Se calcularon en base a las hectáreas regadas del sector y la evapotranspiración de los cultivos. La evapotranspiración real, se ha calculado de acuerdo a los valores de kc y ETo del estudio DGA-Ipla-1994. Estos valores, se incluyen en el capítulo 6.3 "Superficie Regada del Sector N°1".

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

En forma resumida corresponden a los valores de ETc : 8299, 6755 y 13359 m^3/ha/año para los cultivos de Parronales (513,2 Ha.), Hortalizas (3.1 ha.) y Praderas (6.3 ha.) respectivamente. Lo anterior alcanza a 4.36 millones de m^3 anuales (138 l/s).

-Evapotranspiración en Zona de Vegas

En este sector no se han identificado zonas con niveles del agua subterránea cercanos a la superficie, por lo tanto no se cuantificará este item.

-Evaporación desde el Embalse Lautaro

Respecto a este item, se puede comentar la existencia del embalse Lautaro ubicado al final del sector N°1 y comienzo del Sector N° 2, que en su superficie se produce evaporación directa, pero ésta es pequeña en comparación con el resto de los valores, . Por ejemplo si se considera la evaporación media de las Juntas de 2540 mm/año, un coeficiente de 0.7 y una superficie media de 132 has. del embalse, se tiene un volumen evaporado de 2,3 millones de m^3 anuales (74 l/s). Con un valor mínimo de 0 l/s cuando el embalse está seco y de 180 l/s para el año 88 cuando el embalse estuvo a su máxima capacidad.

-Exportación de aguas hacia fuera de cuenca

En este sector no existen exportaciones de agua como ocurre en algunos sectores con proyectos mineros por ejemplo y abastecimiento de agua potable de localidades costeras.

c) Variación del Almacenamiento

De las variaciones de niveles no acusan ni aumentos ni descensos marcados sino más bien alternancia de estos sin ser muy marcadas. Por lo tanto no se consideran cambios en el almacenamientos en este sector para un período extenso. No obstante lo anterior si se efectúa una comparación entre 1987 (año más abundante) y la actualidad los niveles han descendido en promedio 5.8 metros, principalmente en el valle de Pulido, único con antecedentes en ambos períodos.

d) Intercambios de agua al interior del sistema (Sector N°1)

Respecto a los intercambios de aguas al interior del sistema, se pueden mencionar las extracciones artificiales por sondeos que fueron tratadas en el capítulo 6.5.2 "Extracción de Agua Subterránea"

d.1) Intercambios de Entrada

-Descarga Artificial por Sondeos

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

A modo de resumen, se puede indicar que según la encuesta de terreno se obtuvieron datos de producción en un 47% de los pozos en operación, lo que arrojó una explotación anual de 5.37 millones de m^3 (170 l/s continuo).

En base a los sondeos con datos de producción, se obtuvo una promedio de 3100 hrs. de funcionamiento anual por pozo en este sector. Para calcular la explotación en los pozos sin datos de producción, se ha asumido que éstos funcionan el mismo número de horas que los pozos con datos y que sus caudales de operación alcanzan 463 l/s (caudal de diseño de 565 l/s para el conjunto de los pozos sin datos, multiplicado por un factor de operación de 0.82 calculado en el Capítulo 5.5). Por lo tanto, los pozos sin datos de producción, bajo estos supuestos, extraen un volumen de 5,18 millones de m^3. Esta cifra más los 5.37 Mm^3/año calculada anteriormente, permiten llegar a una cifra cercana a los 10,5 millones de m^3 anuales para la explotación total por sondeos en el Sector N°1.

Es importante mencionar que los derechos Concedidos, del total de pozos del sector N°1, alcanzan a 45.53 Mm^3/año y los derechos en Trámite a 27,36 Mm^3/año, los que suman 72.9 millones de m^3/año como caudal teórico máximo extraíble según derechos, esto considerando 8760 horas de funcionamiento al año.

Respecto a los pozos que actualmente están en operación, si se consideran los caudales nominales de acuerdo con los derechos Concedidos, en Trámite y sin Derechos se tiene una explotación potencial de 38 millones de m^3/año en los pozos actualmente en funcionamiento, para 8760 horas anuales.

-Descargas por vertientes

No se manifiestan zonas de vertientes en este sector.

d.2) Intercambios de Salida

-Infiltración del río

En base a los antecedentes existentes y principalmente el estudio anterior de 1987, se tiene, producto de modelar 50 años, una infiltración anual promedio del río de 24.64 Mm^3, lo que equivale a un caudal continuo de 780 l/s.

Además según un balance preliminar efectuado en el punto 6.1 se obtuvo un valor cercano a los 800 l/s para las infiltraciones producto del río.

-Infiltraciones canales matrices

Al igual que la infiltración en el río, los antecedentes existentes provienen del estudio de 1987, donde se obtiene un promedio de 1,34 Mm^3/año (40 l/s) como infiltración por este concepto.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

-Infiltraciones canales secundarios

Idem al anterior por un volumen de 0,44 Mm^3/año (14 l/s).

-Infiltración riego predial

De acuerdo a los antecedentes del estudio DGA-1987 se tiene 0.84 Mm^3/año (27 l/s) como infiltración por este concepto.

Además, dada las demandas calculadas de 5.4 Mm^3 anuales y la evapotranspiración por cultivos de 4.36 Mm^3. se tiene una diferencia (ineficiencias del riego) de 0.8 Mm^3. (25 l/s). Como esta cifra es muy pequeña, comparable al error de medida en muchos casos, se puede asumir que dicha cifra se infiltra.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 6-18
Balance

Sector: N°1	Arriba del Embalse Lautaro		
		l/s	M m3/año
Ingresos			
Entradas Superficiales		2840	89.55
Entradas Subterráneas		420	13.24
Suma Ingresos		**3260**	**102.79**
Salidas			
Salidas Superficiales		2320	73.15
Salidas Subterráneas		800	25.22
Salidas Netas			
Evapotranpiración por cultivos		138	4.36
Evapotranpiración en zona de vegas		0	0.00
Exportación de aguas		0	0.00
Evaporación Emb. Lautaro		72.9	2.30
Suma Salidas		**3331**	**105.04**
Variacion Almacenamiento		-60	-1.89
Intercambios de Entrada			
Infiltración río		780	24.59
Infiltración canales matrices		40	1.26
Infiltración canales secundarios		14	0.44
Infiltracion riego predial		27	0.85
Suma		**861**	**27.15**
Intercambios de Salida			
Descargas por Vertientes		0	0.00
Descarga artificial por sondeos		335	10.55
Suma		**335**	**10.55**
Volumen Embalsado (0-300m)	Mm3		290
(0-200m)	Mm3		190
(0-100m)	Mm3		100
Demanda de uso Agrícola del Secto	Superficie '87 y Tasa '94	**171**	**5.4**
	Sup Potencial y Tasa '94	**235**	**7.4**
BOMBEOS			
Encuesta Riego (cobertura 47%)		170	5.37
Encuesta Extrapolada Riego		164	5.18
Suma		**335**	**10.55**
Extracción según Derechos (24hrs)			
Pozos Operando (17)			
Con Derechos Concedido		965	30.43
Con Derechos En Tramite		140	4.41
Sin Derecho		100	3.15
Suma		**1205**	**37.99**

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, 1995
SECTOR N°1 , ARRIBA EMBALSE LAUTARO (ZONAS DE JORQUERA, PULIDO Y MANFLAS)

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Discusión de los Resultados del Balance

Este capítulo pretende poner en cifras, los valores más significativos en relación con el acuífero, su volumen embalsado, la explotación actual y la situación de los Derechos de Aprovechamiento Concedidos o en Trámite.

Respecto a las entradas de agua se tienen valores de 2,84 m^3/s como aporte superficial y 0,420 m^3/s como ingreso subterráneo para el promedio de los años. Es decir se tienen del orden de 3,26 m^3/s como ingresos promedios (100 millones de m^3 anuales).

Respecto a las salidas se tienen caudales medios anuales de 2,32 m^3/s medidos en la estación fluviométrica río Copiapó en Pastillo, más el flujo subterráneo de 0,800 m^3/s calculado en el sector Algarrobo - La Virgen. Lo anterior suma del orden de 90 millones de m^3 anuales. Además se deben considerar las salidas por evaporación por cultivos, cercana a los 4,36 Mm^3/año y la evaporación media del embalse Lautaro calculada en 2.3 Mm^3/año. Todo lo anterior suman unos 97 millones de m^3 anuales como salidas del sector.

En resumen se tiene ingresos medios anuales del orden de los 100 millones de m^3 y salidas cercanas a los 97 millones de m^3 por lo que la diferencia tan pequeña, se debe a errores de cálculo e impresición propia de los distintos elementos considerados.

Por lo tanto se tiene una explotación de 10.5 millones de m^3/año, cifra cercana al 14,4% del total de los derechos de aguas subterráneas del valle (72.8 Mm^3/año, Constituido+En Trámite).

El porcentaje de pozos en operación (17) respecto del total del sector (37) es de 45,9%.

Respecto a los Derechos Concedidos, se explota aproximadamente un 56,5% de los pozos en la actualidad (13 de 23 pozos).

Respecto a los Derechos en Trámite existe un 18% de ellos que ya se encuentran en operación (2 de 11 pozos).

Respecto a los pozos Sin Derechos existe un 66 % de ellos que está en Operación (2 de 3 pozos).

Por lo tanto en este sector existe una brecha importante entre Derechos Concedidos (1444 l/s o 45,5 Mm^3/año) y la Explotación (10,5 Mm^3/año) por lo que se tiene un porcentaje del 23,1% de la explotación respecto a los Derechos Concedidos.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°7

SECTOR N°2
- EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

CENTRO DE DOCUMENTACION RECURSOS HIDRICOS
D.G.A.
M.O.P.

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

SECTOR EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

		Pag.
7.1	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL	7.-02
7.2	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA	7.-04
7.3	SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR	7.-06
7.4	CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION	7.-08
7.5	SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA	
7.5.1	Sondeos Existentes	7.-12
7.5.2	Extracción de Agua Subterránea	7.-17
7.6	NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA	7.-20
7.6.1	Variación Hiperanual de Niveles	7.-22
7.7	SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO	
7.7.1	Volúmenes del Acuífero	7.-23
7.7.2	Perfil Longitudinal del Sector N°2	7.-24
7.8	BALANCE HIDROGEOLOGICO DEL SECTOR.	7.-27

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

SECTOR N°2
EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

7.1 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL

7.1.1 Ingresos

Los caudales de agua superficial que ingresan al sector están determinados, por la Sección de Aforo existente en el Embalse Lautaro (Estación: Río Copiapó en Emb. Lautaro, código B.N.A. 03430001-1).

De acuerdo con la estadística disponible (Tomo II, Anexo 4, "Antecedentes Fluviométricos"), los caudales medios mensuales son los siguientes para el período 1963-1994.

Cuadro 7-1, Caudales Medios Mensuales 1963-1994
Estación : Río Copiapó en Lautaro

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	1.89	1.81	1.64	1.87	1.21	1.11	0.99	1.08	1.25	1.88	1.57	1.67	1.41

Fuente B.N.A de la D.G.A

Tal y como puede apreciarse en el cuadro adjunto, el caudal es relativamente constante y las variaciones mínima y máxima en relación con la media son 29,7% y 34,0% respectivamente.

Esto es normal en el Valle de Copiapó y evidencia un régimen de caudales con una fuerte incidencia del agua subterránea por una parte, a la vez de la influencia del embalse Lautaro como elemento regulador, cuando éste pasa por períodos de mayores disponibilidades.

7.1.2 Salidas

Los caudales de agua superficial que salen del Sector Emb. Lautaro - La Puerta, están contabilizados por las estadísticas fluviométricas de la estación: "Copiapó en La Puerta".

Los caudales medios mensuales de salida entregan los siguientes resultados para el período 1963-1994

Cuadro 7-2, Caudales Medios Mensuales 1963-1994
Estación: Río Copiapó en la Puerta

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	3.03	2.73	2.54	2.34	2.28	2.26	2.15	2.15	2.22	2.16	2.29	2.92	2.42

Fuente B.N.A de la D.G.A

Del mismo modo que las entradas de agua, los caudales de salida son asimismo muy constantes con una variación porcentual entre el mínimo y el máximo de 11,1% y 24,8% respectivamente.

Es interesante notar que el caudal medio mensual de salida del sector a nivel anual, es de 2,42 m^3/s en relación con 1,41 m^3/s del caudal de entrada medido en Emb. Lautaro. Esto se explica por un aporte

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

subterráneo importante (flujo subterráneo + filtraciones + infiltraciones del Embalse Lautaro) cercano a 1,0 m^3/s como valor medio del período considerado, es mínimo por que a ello hay que sumar el consumo evapotranspirativo de las plantas regadas con los canales de este Sector N°2.

Es importante indicar algunas consideraciones sobre el caudal medio considerado por las estadísticas para el período en cuestión:

Estación Embalse Lautaro

- El valor 1.41 m^3/s del caudal medio anual en el embalse Lautaro en la realidad es mayor, debido a que la estadística solo registra los períodos normales y las crecidas no están contabilizadas, es decir, en aquellos casos excepcionales cuando el vertedero del embalse llega a funcionar, el volumen evacuado que puede ser importante, no se registra. Es el caso de Noviembre y Diciembre de 1987 y Enero de 1988, donde se produjeron grandes escurrimientos que se registraron valores de 11; 24 y 25 m^3/s en San Antonio, mientras que las estadísticas de salida del Embalse Lautaro indican caudales de 7; 6 y 8 m^3/s respectivamente pese a que éste se encontraba a su capacidad máxima.

- Otro factor que no se considera en las estadísticas fluviometricas de la Estación Emb. Lautaro, son las filtraciones por el muro del embalse que fluctuaban entre 150 y 500 l/s, según registros y aforos efectuados por la Dirección de Riego, las cuales obviamente dependen del estado de llenado del embalse del cual se tienen registros entre 1972 a la fecha presentando volúmenes almacenados importantes entre 1984 y 1990 (mayores que 15 millones de m^3) . Dichas filtraciones en la actualidad (fines de 1995) se pueden considerar nulas dado el mínimo estado de llenado del embalse 6.5 millones de m^3 respecto a una capacidad máxima de 27 millones de m^3 (inicialmente tenía 40 millones de m^3 los cuales se han disminuido producto de embanques). Pero en términos de efectuar un balance con valores medios de un período de 30 años, una cifra para las filtraciones se puede considerar de 200 l/s aproximadamente. No obstante lo anterior y con el fin de evitar confusiones, resta por agregar que estas filtraciones ocurren al pie del muro y no corresponden a las infiltraciones o recargas que el embalse Lautaro aporta al acuífero situado bajo él, y que en conjunto con el flujo subterráneo que proviene desde los ríos Jorquera, Pulido y Manflas, son cuantificados en alrededor de 1000 l/s (entre 700 y 1200 l/s) en una sección ubicada aguas abajo del embalse.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.2 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA

Los ingresos y salidas subterráneas, fueron obtenidos según la fórmula de Darcy (Q=T*i*L).

7.2.1 Ingresos Subterráneos

Para calcular la transmisibidad media de la sección de entrada, se usaron los valores de T, calculados según pozos ubicados en las inmediaciones, ya sea en base a pruebas de bombeo o por su caudal específico, los valores obtenidos son los indicados en el cuadro siguiente:

Cuadro 7-3

Pozos en la entrada

del Sector N°2

Pozos		Transmisibidad m^2/día
2750-7000	D-8	5580
2750-7000	D-9	3870
2750-7000	D-15	9630
2750-7000	D-6	4770
2750-7000	D-7	5070
2750-7000	D-10	3720
2750-7000	D-3	14010
T promedio		6864

Por lo tanto se tiene un valor medio para la Transmisibidad de (6700 m^2/día) como cifra conservadora ya que los pozos perforan parcialmente el acuífero, aunque dicha transmisibidad puede ser mayor, ya que se tiene casos de T=14000 m^2/día lo que implica valores que pueden llegar hasta 15000 a 20000 m^2/día.

El ancho de la sección de entrada (L), se obtuvo de los planos topográficos a escala 1:10.000 y alcanza en promedio 700 metros.

El gradiente hidráulico (i) se obtuvo de la piezometría, medida durante la "Encuesta de Terreno", del presente Estudio (Mayo 1995) y alcanza a 0,7 %.

Resumiendo se tiene:

T= 14000 m^3/día/m
L= 700 m.
i= 0,7 %
Lo anterior, entrega un caudal de :
Q= 0,800 m^3/s , equivalentes a : 25,2 millones de m^3.

Este ingreso, puede aumentar a valores mayores 800 l/s (25,22 Mm^3/año), según, se use una transmisibidad de 14000 m^2/día o 20000 m^2/día (caudal 1140 l/s) como existen indicios de ello.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

De acuerdo a lo anterior, el flujo subterráneo entrante, se calcula alrededor de 800 l/s, pudiendo incluso llegar a ser 1100 l/s. Por la ubicación de la sección de control (aguas abajo del Embalse Lautaro entre los pozos D8 y D3), en dicho flujo se incluyen las infiltraciones del embalse hacia la napa. Así, una cifra conjunta de infiltraciones del embalse Lautaro más el flujo subterráneo que proviene de aguas arriba (salida de Jorquera, Manflas y Pulido), se puede aceptar en 1000 l/s como valor medio.

Adicionalmente las filtraciones al pie del Embalse Lautaro, según estudios anteriores DGA-87 y Datos de la Dirección de Riego, indican valores entre 200 y 500 l/s. Por lo tanto una cifra de 200 l/s es considerada como valor conservador por este concepto.

7.2.2 Salidas Subterráneas

Al igual que las entradas, se calcularon los valores más representativos de la transmisibidad, el ancho de la sección y el gradiente hidráulico.

Los valores de T, se basaron en los pozos ubicados en las cercanías de La Puerta, los cuales se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 7-4

Pozos en la salida del Sector Nº2

Pozos		Transmisibidad m^2/día
2740-7000	C-4	680
2740-7000	C-3	1380
T promedio		1020

Por lo tanto para la tranmisibidad en el sector de salida, se puede considerar un valor de 1000 m^2/día como valor representativo. El gradiente (i), se calculó en base a los niveles de 1995 entre los pozos C-4 y C-3 y alcanza un 1,5 %. Finalmente el ancho (L) de la sección se obtuvo de los planos topográficos alcanzando aproximadamente los 230 metros.

Resumiendo se tienen los siguientes valores:

T= 1000 m^3/día/m
L= 230 m.
i= 1,5 %
Lo anterior arroja un caudal de:
Q= 0,040 m^3/s, equivalentes a : 1,26 millones de m^3 anuales.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.3. SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR

Según el estudio de la D.G.A. 1987 (Ref N°1), la superficie regada era de 1.625 Hás. con la siguiente distribución. Además se consideraba una superficie potencial agrícola de 1878 Ha. en el sector.

Cuadro 7-5, Distribución de Cultivos 1986-87
Sector N°2, Embalse Lautaro - La Puerta

Tipo Cultivos	Superficie (Ha)
Vides	1.430
Hortalizas	120
Praderas	62
Frutales	13
Total	1625

Según el estudio[1] de la D.G.A. del año 1994 (Ref. N° 2). Las tasas de riego para dichos cultivos a nivel anual serían las siguientes:

Cuadro 7-6, Tasas de Riego por cultivo
Fuente: Estudio D.G.A-Ipla 1994

Cultivo	Tasa Riego m^3/Ha/año
Vides	9980
Hortalizas	13510
Pradera	38170
Frutales	22240

La demanda anual queda como sigue:

Cuadro 7-7, Demandas Actuales de Riego

Cultivos	Demanda Millones m^3/año
Vides	14,27
Hortalizas	1,62
Pradera	2,37
Frutales	0,29
Total	18,55

[1]Ref. N° 2: "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile", Informe Etapa 4, Demandas Actuales en Cuencas Norte. D.G.A-Ipla-1994

LOS MILITARES Nº 4285 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Se han empleado los valores de demanda del año 1994 por ser más actuales que los anteriores (1986-87), aunque ahora son un 30% inferiores en el caso de las viñas (tasa de riego 13038 m^3/Ha/año, según Ref. N°1) y 46,3 % inferiores en el caso de los frutales (tasa de riego 32540 m^3/ha/año, según Ref. N° 1), sin embargo parecen más reales de acuerdo con la época de cosecha de estos cultivos, entre Noviembre y Enero, quedando por lo tanto con pocas o nulas necesidades de riego en los meses más calurosos de Enero a Abril.

En este capítulo no se puede determinar que superficie se encuentra regada con agua subterránea y cual con agua superficial, porque en la actualidad existe una situación mixta y además se encuentra en franca evolución mediante la reposición de canales que durante algún tiempo quedó en desuso (1987 en adelante), debido a la abundancia de agua subterránea.

Respecto a las superficies regadas del sector, éstas fluctúan entre las 1625 a las 1878 Has. según se considere los valores del estudio DGA-1987 respecto a lo que ocurría a esa fecha y la superficie potencial del sector a ser utilizada. Una diferencia menor de 15 % en los valores anteriores (superficie regada año 87 y potencial) no influirá mayormente en los cálculos posteriores.

En base a los párrafos anteriores se tiene una demanda media para el sector, de acuerdo a todos los supuestos anteriores entre 18,55 y 21,4 millones de m^3/año según se considere 1625 o 1878 Has regadas.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.4. CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

Los canales que extraen sus aguas desde el río Copiapó en el sector hidrogeológico denominado Embalse Lautaro - La Puerta son:

Cuadro 7-8

Canales que nacen en el Sector 2, Embalse Lautaro – La Puerta

				Tiempo de Riego		Bocatoma	
Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Hrs.	Min.	Estado	Caudal (l/s)
1	Punta Negra	Izq.	34.50	5	45	Oper.	40
	Amolanitas	Der.	7.00	1	10	Oper.	40
	Amolanas	Der.	154.50	25	45	Oper.	200
	Goyo Diaz	Der.	140.00	23	20	C/B no Op	250
	Hij. Abello Norte 1	Der.	226.80	37	48	Oper.	400
	Hij. Abello Sur 2	Izq.	61.20	10	12	Oper.	100
	TOTAL DISTRITO 1		**624.00**	**104**	**0**		
2	La Capilla	Der.	432.00	72	0	Oper.	300
	El Carmen	Izq.	144.00	24	0	Oper.	600
	Palo Blanco	Izq.	144.00	24	0	D S/B	200
	TOTAL DISTRITO 2		**720.00**	**120**	**0**		
3	Santa Rosa	Der.	108.00	18	0	D S/B	80
	Los Loros	Der.	144.00	24	0	D S/B	80
	Apacheta	Der.	108.00	18	0	Oper.	100
	Bolsico	Izq.	57.60	9	36	D S/B	80
	El Fuerte	Izq.	86.40	14	24	Oper.	80
	La Puerta 1 Sur	Izq.	32.40	5	24	Oper.	100
	La Puerta 2 Norte	Der.	21.60	3	36	Oper.	80
	TOTAL DISTRITO 3		**558.00**	**93**	**0**		
	TOTAL SECTOR		**1902.00**				

D S/B : Destruido Sin Bocatoma
C/B no Op. : Con Bocatoma pero no operando
Oper : Operando

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Los datos del cuadro anterior, provienen de la Junta de Vigilancia del río Copiapó y la columna relativa al estado actual de la bocatoma proviene de inspección visual de terreno realizada por nuestra empresa.

7.4.1 Caudales Derivables por Cada Canal

En la tabla anterior se han indicado las capacidades de captación de las bocatomas de cada canal.

En el Primer Distrito, se observa una capacidad media del orden de 1,5 l/s por acción, salvo en el Canal Punta Negra.

En el Segundo Distrito las capacidades son muy superiores a los caudales posibles de captar acorde a Derechos.

En el Tercer Distrito las capacidades oscilan entre 80 y 100 l/s dado que las aguas provienen de vertientes de escaso caudal.

7.4.2 Situación del Sistema de Riego

La organización del riego en el Valle del Copiapó se rige por la Ordenanza de Policía Fluvial y de Regadío emitida por la Intendencia de la Provincia de Atacama el 9 de Marzo de 1875, la cual estableció que la distribución del caudal del río Copiapó debía hacerse derivándolo íntegramente durante un número determinado de horas para cada distrito, según detalle del siguiente cuadro, volviendo cada distrito a recibir aguas después de 14 días.

Por su parte el Tercer Distrito riega con aguas de vertientes y no con aguas del río, durante 48 horas simultáneas de los Distritos 1 y 2.

Dada la necesidad actual de regar en forma más continua y evitar la carencia de agua por casi 14 días, se ha variado el sistema turnal por otro de entrega permanente a cada distrito de un caudal menor o "parte de río", sin que ello implique variar los primitivos derechos. Su distribución se indica también en el Cuadro 7-7 que se presenta en la página siguiente.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Por su parte los distritos cuentan en general con embalses en cabecera que les permite regular sus aguas y distribuirlas acordes con los derechos de cada regante, evitando a su vez los riegos nocturnos.

Cuadro 7-9

Distribución de las Aguas Superficiales

Distrito	Distribución de horas según Ordenanza	Actual con 1/5 de río	% de río en Tiempo Permanente
1	24	120	7.143
2	24	120	7.143
3	48*	(240)	0.000
4	24	120	7.143
5	48	240	14.286
6	48	240	14.286
7	60	300	17.857
8	78	390	23.214
9	30	150	8.928
TOTAL	336	1680	100.000

* : Horas no consideradas por ser agua de vertiente y no de río.

El cuadro anterior representa así ambas situaciones en su aspecto "teórico", o de derechos legales.

En 1927 se constituyó la Asociación de Canalistas del Río Copiapó, por los propietarios de los 9 Distritos y sus afluentes, la que posteriormente fue autorizada por la Dirección de Riego en 1951 para actuar en carácter de Junta de Vigilancia Provisional del Río Copiapó, situación que se mantiene hasta la fecha, estando próximo a otorgársele el carácter de definitiva.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Variadas razones han motivado que en la actualidad los regantes estén recibiendo aguas en proporción distinta a sus derechos. Cabe mencionar entre ellas:

- 1984 y 1985, fuertes precipitaciones provocaron grandes crecidas del Río que dañaron bocatomas y canales, destruyendo en gran medida la red de riego, la que recién el último año ha entrado a repararse.

- La implantación de viñedos y riegos por goteo incrementaron el uso del agua subterránea, restándole importancia a las aguas superficiales, con lo cual se prolongó el período de no utilización de estas aguas, a lo menos en el sector alto del Valle.

- Falta de medios y autoridad de la Junta de Vigilancia para hacer valer los derechos individuales de los regantes, en parte motivado ello por las causales antedichas.

Por lo tanto actualmente y desde hace varios años, las aguas del río Copiapó no se están distribuyendo acorde a derechos, situación que ahora se está tratando de dar término, re-organizando la distribución de sus aguas.

Acorde con lo anterior, este sector entre el Embalse Lautaro y La Puerta tiene derechos sobre:

- 104 horas de las 120 que le corresponden al Primer Distrito (6.190% del río estando las 16 horas restantes repartidas en el Sector Arriba del Embalse bajo los vertederos de medición de los afluentes.

- Las 120 horas del segundo distrito (7.143%) y

- 93 horas de las 120 que le corresponden al tercer distrito o sea el 77,50% de las aguas de vertientes.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.5 SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA

7.5.1 Sondeos Existentes

De acuerdo con el Catastro General de Sondeos del Valle (Ver Tomo II Planos y Anexos), en el sector N°2 denominado: Lautaro - La Puerta, existe un total de **55 sondeos** (12,5% del total del valle), identificados según el catastro con lo números 36 al 98, ambos incluidos, pero exceptuando los números 38 y 39 que se ubican en el sector N°1: "Arriba del Embalse Lautaro", y los pozos identificados con los números: 80, 89, 90, 91, 92 y 94 que pertenecen al sector de más abajo (Sector N°3, "La Puerta - Mal Paso").

El detalle de sus características se encuentran en las planillas del Tomo II de II, Anexos (Anexo N°1, Catastro de Pozos).

En dos cuadros siguientes se presenta la distribución de estos sondajes clasificados según su uso y la concesión del derecho.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 7-8 Clasificación Pozos Operando y Sin Uso

SECTOR Nº2

EMBALSE LAUTARO - LA FUERTA

CLASIFICACION POR USO (Operando, Sin Uso).

Pozos	Nº	Destinos	Nº	Derechos	Nº
Operando	32	Industrial	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	3	Concedido	3
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	29	Concedido	23
				En tramite	4
				Sin Derecho	1
				Juzgado	1
		Observación	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Totales	32	Totales	32
Sin Uso	23	Industrial	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	17	Concedido	9
				En tramite	6
				Sin Derecho	2
				Juzgado	0
		Observación	6	Concedido	1
				En tramite	0
				Sin Derecho	5
				Juzgado	0
		Totales	23	Totales	23

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 7-9 Clasificación por Derechos de Aprovechamiento

SECTOR N°2

EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

CLASIFICACION POR DERECHOS (Concedidos, en Tramite, Sin Derecho).

Derechos	l/s	N°	Destinos	l/s	N°	Pozos	l/s	N°
Concedidos	2544	36	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	128	3	Operando	128	3
						Sin Uso	-	0
			Riego	2296	32	Operando	1551	24
						Sin Uso	745	8
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	120	1	Operando	-	0
						Sin Uso	120	1
En Tramite	740	10	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	740	10	Operando	260	6
						Sin Uso	480	4
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
Sin Derecho	-	8	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	-	3	Operando	-	1
						Sin Uso	-	2
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	5	Operando	-	0
						Sin Uso	-	5
Especiales	60	1	Riego	60	1	Operando	60	1
			Totales	3344	55	Totales	3344	55

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Clasificación Pozos en Operando y Sin Uso

A modo de resumen se puede señalar que una primera división de acuerdo al estado de funcionamiento actual de los pozos entrega las siguientes cifras para el sector N°2, Embalse Lautaro - La Puerta:

- Solo existen pozos de uso: Agua Potable, Riego y de Observación. Por lo que no existen pozos de uso Industrial y Minero en este Sector.
- Del total de los 55 pozos ubicados en el sector, existen 32 pozos Operando (58%) y 23 pozos Sin Uso (42%).
- De los 32 pozos Operando, 3 de ellos son se Agua Potable (10%) y 29 corresponden a Riego (90%).
- De los 23 pozos Sin Uso en el sector; 17 corresponden a pozos para Riego (74%) y 6 son de observación (26%).

Los caudales aforados totales en la época de construcción, en 47de los 55 sondeos, en los cuales se dispone de datos, alcanza a 3.444 l/s. (108 millones de m^3 anuales si se bombeasen 24 horas diarias todos los días del año).

b) Clasificación según Derechos de Aprovechamiento

Al realizar un recuento de los Derechos de Aprovechamiento y los caudales concedidos en el sector N°2 "Embalse Lautaro - La Puerta", se tienen los siguientes resultados:

Según el N° de Pozos.

- De los 55 pozos del sector, 36 tienen Derechos Concedidos (65,4%), 10 están en Trámite, 8 no tienen Derechos de Aprovechamiento y 1 caso especial en Juzgado.
- De los 36 pozos que tienen Derechos Concedidos; 32 son de Riego, 3 de Agua Potable y 1 de Observación.
- De los 36 pozos con Derechos Concedidos ; 27 están Operando y 9 están Sin Uso.
- Los 10 pozos con Derechos en Trámite corresponden a pozos de Riego.
- De los 10 pozos con Derechos en Trámite 6 están Operando y 4 Sin Uso.
- De los 8 pozos Sin Derecho, 3 corresponden a Riego y 5 a pozos de Observación.
- De los 8 pozos sin Derechos 1 opera y los restantes 7 están Sin uso.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Según los caudales concedidos, se tiene:

- La suma de Derechos; tanto Concedidos y En Trámite alcanza a 3.344 l/s. (105 millones de m^3 anuales)

- Los Derechos de Aprovechamiento Concedidos en un total de 36 sondeos alcanza a 2544 l/s. De los cuales 128 l/s corresponden a pozos agua potable, 2296 l/s a pozos de riego y 120 l/s en pozos de Observación.

- Del total de Derechos Concedidos (2544 l/s), 1679 l/s corresponden a pozos en Operación y 865 l/s corresponden a pozos Sin Uso.

- Los Derechos de Aprovechamiento en Trámite en 10 sondeos alcanzan a 740 l/s, de los cuales 400 l/s se concentran en la localidad de Los Loros próximo a las vertientes y corresponden a un solo peticionario denominado Sociedad Agrícola Río Escondido. Todos corresponden a pozos de riego.

- Con respecto al total de los Derechos En Trámite por 740 l/s , se tiene que 260 l/s corresponden a pozos en Operación y 480 l/s a pozos Sin Uso.

- Existe además, petición de 60 l/s correspondiente a un expediente R-III-003 que se encuentra en el Juzgado y que no se sabe su situación.

- Respecto a los pozos Sin Derechos, no se tienen caudales asociados.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.5.2 Extracción de Agua Subterránea

En este sector existen en operación solo pozos de riego y algunos de agua potable, no existiendo pozos de uso minero.

En relación con los volúmenes explotados, se dispone de antecedentes en 26 pozos de un total de 32 sondeos (cobertura 81.2%), obtenidos mediante encuesta en terreno durante el año 1995.

a) Pozos Agua Potable

Se han identificado 2 pozos de uso agua potable y 1 que se utiliza en forma mixta tanto en agua potable como en regadío.

Los pozos de agua potable corresponden a:

El sondeo 2740 7000 C-01 Escuela Los Loros y el Sondeo 2740 7000 C-04 EMSSAT-Pueblo Los Loros.
El pozo mixto corresponde a 2740 7000 C-03, Buen Retiro

En total extraen, según antecedentes de la encuesta, 1.15 millones de m^3 anuales (36 l/s continuo).

b) Pozos de Riego

Los datos que se recopilaron fueron caudal y horas de bombeo anual, en algunos casos se obtuvo también la superficie abastecida. En total, el volumen anual bombeado alcanza a 19,53 Mm^3. De esta cifra 17,17 millones de m^3 corresponden a 26 pozos con datos y 2,36 Mm^3 se obtuvieron extrapolando las cifras anteriores para los pozos sin datos, de acuerdo a un funcionamiento medio de 2930 horas anuales y un caudal potencial de los 6 pozos sin datos de 224 l/s en conjunto (caudal de diseño de 287 l/s por factor, caudal de operación/caudal de diseño = 0,78). La justificación de estos valores se indica en el Capítulo 5.5 del presente Tomo I de II.

Si bien esta cifra de 19,53 Mm^3 anuales (620 l/s continuo) puede presentar un margen de error, producto de las impresiciones de los datos de base y principalmente los caudales asignados al funcionamiento de los pozos, se tiene como elemento de comparación, las dotaciones por hectáreas regadas.

De acuerdo a las Has. declaradas en la encuesta, asociadas a algunos datos con valores de producción se tiene en promedio de dotación de 18390 m^3/Ha/año. para algunos pozos de la encuesta. Esta cifra, si bien es elevada en comparación con las dotaciones teóricas de alrededor de 10000 m^3/ha/año, se tiene como antecedente que las dotaciones del estudio de 1987 consideran valores de 13000 m^3/ha/año. Por lo tanto, los valores de las producciones podrían estar en este sector sobrevalorados en alrededor de un 40% o más (18390/13000).

En las páginas siguientes, se presentan las producciones de pozos del sector, los cuales se han distribuido en pozos de riego y pozos de observación los cuales también son utilizados como regadío. Además se incluye un listado con otros pozos denominados de agua potable.

En resumen se tiene una explotación para el sector N°2 de 20.68 millones de m^3 anuales de agua subterránea (19.53 Mm^3 riego más 1.15 Mm^3 de otros pozos).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS RE
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

PRODUCCION POZOS DE REGADIO
SECTOR Nº 2 EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolución DGA Caudal l/s	Resolución DGA Numero	Resolución DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3) Abr-Ago	Volumen (m3) Sep-Mar	SUMA (m3/año)	Q Diseño (l/s)	Has.
43	2	2750	7000	A-02	Apacheta	Jaime Prohens E.	En Tramite	25				NO SABE		R					47	
44	2	2750	7000	A-03	Apacheta	Jaime Prohens E.	En Tramite	30				NO SABE		R						
49	2	2750	7000	B-04	Viña del Cerro	Domingo Guggiana (Agr. Ancoma)	Concedido	30	157	24/04/85		NO SABE		R					42	
42	2	2750	7000	A-01	Apacheta	Jaime Prohens E.	Concedido	55	301	4/08/86		NO SABE		R	Op				80	
45	2	2750	7000	A-04	Los Perales	Antonio Giron	Concedido	8	84	23/02/87		NO SABE		R	Op					
46	2	2750	7000	B-01	Fdo El Giro- San Antonio	Raul Henderson Dorn	En Juzgado	60			96	1,101		R	Op				42	
51	2	2750	7000	B-06	Fdo Santa Rosa	Raul Dorn Henderson	Concedido	90	632	30/12/83	1,152	2,304	90	R	Op	373,248	746,496	1,119,744	90	27
52	2	2750	7000	B-07	Fdo. Casa Rosada	Magahaes y Prohens	Concedido	70	157	10/06/83	252	888	30	R	Op	27,216	95,904	123,120	70	19
53	2	2750	7000	B-08	Fdo Palo Blanco	Sucesión Pesenti Hnos.(Frut.del Norte)	Concedido	70	494	20/11/86	1,008	2,736	70	R	Op	254,016	689,472	943,488	75	
54	2	2750	7000	B-09	Fdo. San Antonio El Cura	Domingo Guggiana (Eduardo)	Concedido	30	179	9/05/85	1,416	2,502	70	R	Op	356,832	630,504	987,336	90	29
55	2	2750	7000	B-10	Hijuela La Capilla, Fdo San Jose	Fisher South America (Pedro Gross T.)	Concedido	60	241	10/06/87	306	1,080	45	R	Op	49,572	174,960	224,532	60	7
56	2	2750	7000	B-11	Fdo. Valle Hermoso	Corpora S.A.	Concedido	80	151	23/04/85		NO SABE		R	Op				80	
59	2	2750	7000	B-14	Sector Viña del Cerro	Frut. Exp. Atacama	En Tramite	54				192	60	R	Op		41,472		60	
62	2	2750	7000	B-17	Predio Las Cebollas San Antonio	Agricola U.A.C.	S/D				1,536	2,952	60	R	Op	331,776	637,632	969,408	100	63
64	2	2750	7000	D-01	El Canelo Bajo	(Uni-Agri)	En Tramite	100			540	4,230	50	R	Op	97,200	761,400	858,600	110	45
67	2	2750	7000	D-04	Calquas 2 El Canelo Alto	UNIFRUTI	Concedido	100	294	30/07/86	930	3,900	95	R	Op	318,060	1,333,800	1,651,860	103	92
68	2	2750	7000	D-05	Qda. Calquas 1	U.T.C.	Concedido	100	467	26/11/85	672	1,632	75	R	Op	181,440	440,640	622,080	100	54
69	2	2750	7000	D-06	Fdo. Amolanas Po 7	Corpora- Agr. Amolanas	Concedido	80	227	23/06/86	420	2,220	80	R	Op	120,960	639,360	760,320	85	
70	2	2750	7000	D-07	Amolanas- Fdo. Tabaio Po 4	Banco del Estado	Concedido	120	391	15/10/86	1,020	4,080	100	R	Op	367,200	1,468,800	1,836,000	135	100
71	2	2750	7000	D-08	Amolanas Po 8 San antonio	Banco del Estado	Concedido	80	376	14/11/84	1,020	4,080	85	R	Op	312,120	1,248,480	1,560,600	80	100
72	2	2750	7000	D-09	Amolanas Po 7	Corpora- Agr. Amolanas	Concedido	100	395	30/09/85	480	1,710	100	R	Op	172,800	615,600	788,400	150	
74	2	2750	7000	D-11	Fdo. Amolanas Pll Santa Camila	Banco del Estado	Concedido	77	083	23/02/87	978	4,350	55	R	Op	193,644	861,300	1,054,944	107	60
75	2	2750	7000	D-12	Amolanas Fdo Mallorca S 3	Alfonso Prohens	Concedido	100	448	6/11/86	300	1,452	100	R	Op	108,000	522,720	630,720	111	53
77	2	2750	7000	D-14	Predio Calquas-Canelo Bajo	UNI - AGRI	En Tramite	76			540	4,230	80	R	Op	155,520	1,218,240	1,373,760	76	50
82	2	2740	7000	C-04	Fdo La Puerta Buen Retiro	Alfonso Prohens A.	Concedido	70	247	11/06/87	936	1,284		R	Op				77.5	22
84	2	2740	7000	C-06	Agricola Sacramento	Soc. Agricola Sacramento	Concedido	25	164	23/05/84	744	1,944	25	R	Op	66,960	174,960	241,920	28	25
85	2	2740	7000	C-07	Fdo Lo Vallejo	Yamil Nicolas Pezzo	Concedido	9	136	17/03/86	744	1,944	15	R	Op	40,176	104,976	145,152	20	
86	2	2740	7000	C-08	Fdo. La Laguna (Los Loros)	Soc. Agric. Amolanas	Concedido	75	096	25/02/86	276	1,440	75	R	Op	74,520	388,800	463,320	75	18
87	2	2740	7000	C-09	Fdo. El Puerto	Agr. El Puerto	Concedido	26	163	6/04/87	240	1,176	26	R	Op	22,464	110,074	132,538	75	15
88	2	2740	7000	C-10	Parcela El Quinto	Carmen Olivares	Concedido	26	475	10/11/93	360	768	36	R	Op	46,656	99,533	146,189	6.5	8
78	2	2750	7000	D-15	Fdo Amolanas Parcela 5	Hermanos Pesenti	Concedido	100	249	26/06/89	825	2,520	41	R	Op	121,770	371,952	493,722	69	
93	2	2740	7000	C-15	Fdo San Francisco	Endraos Nicolas Pezzo	En Tramite	30			720	1,296		R	Op				18	
48	2	2750	7000	B-03	Fdo La Capilla	Fisher South America	Concedido	62	052	18/02/81	----------	----------	-----	R	S/U					
50	2	2750	7000	B-05	Fdo El Carmen San Antonio	U.A.C.	Concedido	80	180	9/05/85	----------	----------	-----	R	S/U					
57	2	2750	7000	B-12	Valle Hermoso	Leonardo Godoy Neira	Concedido	25	207	8/05/87	----------	----------	-----	R	S/U					
58	2	2750	7000	B-13	Goyo Diaz Po 3	Exp. Rio Blanco Ltda.	Concedido	120	028	23/01/92	----------	----------	-----	R	S/U					
60	2	2750	7000	B-15	Viña del Cerro (Fdo.)	United Trading Company (U.A.C.)	Concedido	100	515	15/12/86	----------	----------	-----	R	S/U					
61	2	2750	7000	B-16	Viña del Cerro Abello	Frut. Exp. Atacama Ltda.	S/D				----------	----------	-----	R	S/U					
63	2	2750	7000	B-18	Fdo San Antonio(Casas Viejas)	Domingo Guggiana	S/D				----------	----------	-----	R	S/U					
66	2	2750	7000	D-03	Amolanas (Mallorca) S.1	Alfonso Prohens A.	Concedido	100	271	1/08/80	----------	----------	-----	R	S/U					
73	2	2750	7000	D-10	Amolanas Fdo Mallorca S 2	Alfonso Prohens A.	Concedido	128	256	11/07/86	----------	----------	-----	R	S/U					
76	2	2750	7000	D-13	El Calquas- Mallorca S 2	Codelpa Ltda. - Prohens	Concedido	100	391	30/09/87	----------	----------	-----	R	S/U					
95	2	2740	7000	C-17	Los Loros	Soc. Agric. Sacramento	En Tramite	25			----------	----------	-----	R	S/U					
96	2	2740	7000	C-18	Fdo El Fuerte	Soc. Agric. Rio Escondido	En Tramite	200			----------	----------	-----	R	S/U					
97	2	2740	7000	C-19	Fdo. El Fuerte	Soc. Agric. Rio Escondido	En Tramite	100			----------	----------	-----	R	S/U					
98	2	2740	7000	C-20	Fdo El Fuerte	Soc. Agric. Rio Escondido	En Tramite	100			----------	----------	-----	R	S/U					
46	Total de pozos de Regadio Sector Nº 2 Embalse Lautaro - La Puerta						Total	3096			700	2,231				3,792,150	13,377,074	17,127,752		787

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA
LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

PRODUCCION DE POZOS DE OBSERVACION Y POZOS DE AGUA POTABLE
SECTOR Nº 2 EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolucion DGA Caudal l/s	Resolucion DGA Numero	Resolucion DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3) Abr-Ago	Volumen (m3) Sep-Mar	SUMA (m3/año)
36	2	2750	6950	C-01	Emb. Lautaro	Agricola Hermitos	S/D				----------	----------	----------	O	S/U			
37	2	2750	6950	C-02	Emb. Lautaro	D.G.A. - Obs.	S/D				----------	----------	----------	O	S/U			
40	2	2750	6950	C-05	Emb. Lautaro	Direccion de Riego	S/D				----------	----------	----------	O	S/U			
41	2	2750	6950	C-06	Malloren Anonala	Banco del Estado	S/D				----------	----------	----------	O	S/U			
47	2	2750	7000	B-02	Pueblo San Antonio	Comunes Sequia	S/D				----------	----------	----------	O	S/U			
65	2	2750	7000	D-02	Q Calquis Salida Fdo El Canelo Bajo	Sucesión Groos G.	Concedido	120	340	10/09/80	----------	----------	----------	O	S/U			
79	2	2740	7000	C-01	Escuela Los Loros (D 43)	Ministerio de Educacion	Concedido	23	008	12/01/84	168	768	23	P	Op	13,910	63,590	77,501
81	2	2740	7000	C-03	Buen Retiro (La Puerta)	Alfonso Prohens A.	Concedido	90	391	8/10/80	1,050	1,470	90	P	Op	340,200	476,280	816,480
83	2	2740	7000	C-05	Pueblo Los Loros	Sendos (EMSSAT)	Concedido	15	497	24/11/86	1,985	2,730	15	P	Op	107,190	147,420	254,610
9	Total de pozos del sector Nº 2 Embalse Lautaro - La Puerta							248			1,068	1,656				461,300	687,290	1,148,591

7.6. NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA

En el cuadro de la página siguiente (Cuadro 7-12), se han consignado tres valores del nivel estático a saber, el de la fecha de construcción del sondaje, los de Diciembre 1986 y Enero 1987, correspondiente al estudio de la D.G.A. 1987 y finalmente, el de 1995 correspondiente al catastro de terreno efectuado en el presente estudio.

Del análisis del cuadro adjunto se puede comentar lo siguiente, hay 38 sondeos analizados con niveles medidos en el año de construcción, el año 1986 y/o el año 1995. De todos los anteriores hay 21 sondeos en que se pudo establecer la diferencia de niveles entre los años 1986 y 1995. De estos 21 sondeos hay descensos en 15 y ascensos en 6.

Los descensos máximos anotados son de 10,4 metros y lo ascensos máximos son de 7,3 metros. De los 15 sondeos con descensos hay 5 con menos de 3 metros; 7 entre 3 y 10 metros; 3 entre 10 y 12 metros. De esto se desprende que el descenso más frecuente se encuentra entre 3 y 10 metros es decir entre 0,3 y 1 metros al año como promedio.

De los 6 sondeos con ascensos en 3 de ellos son menores de 3 m.; 2 se ubican entre 3 y 5 m. y 1 de los pozos registra un ascenso mayor que 5 m.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro. 7-12

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR N° 2 EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

Nº Cat-95	POZO Lat	Long	Nº	Año Const.	N.E. Const.	N.E. 1986	N. E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
36	2750	6950	C-01	1965	33.70	1.28			61.3	
37	2750	6950	C-02			10.04				
40	2750	6950	C-05				6.72			
41	2750	6950	C-06				8.30			
42	2750	7000	A-01	1986	11.00	1.00	11.20	-10.20	71.0	-1.020
43	2750	7000	A-02	1993	11.00	13.12	10.70	2.42	70.0	0.242
44	2750	7000	A-03							
45	2750	7000	A-04				2.89		12.0	
46	2750	7000	B-01	1970	6.33	8.93	8.75	0.18	54.0	0.018
47	2750	7000	B-02	1972					30.0	
48	2750	7000	B-03	1976	13.50	8.67			55.0	
49	2750	7000	B-04	1980	17.08	9.66			60.0	
50	2750	7000	B-05	1980	20.10	8.33	12.42	-4.09	70.0	-0.409
51	2750	7000	B-06	1979	0.26	9.89	2.36	7.53	60.0	
52	2750	7000	B-07		7.50		9.73		66.0	
53	2750	7000	B-08	1986	5.50	5.91	13.80	-7.89	80.0	-0.789
54	2750	7000	B-09	1980	20.00		14.25		60.0	
55	2750	7000	B-10	1986	8.25	10.08	13.70	-3.62	60.0	-0.362
56	2750	7000	B-11	1983	11.70	8.88	17.06	-8.18	70.0	-0.818
57	2750	7000	B-12	1986	11.30				50.0	
58	2750	7000	B-13	1990	3.33	8.14	3.58	4.56	70.0	0.456
59	2750	7000	B-14	1990	9.85		15.58		60.0	
60	2750	7000	B-15	1986	7.50		15.47		60.0	
61	2750	7000	B-16	1990						
62	2750	7000	B-17	1990	6.90				76.5	
63	2750	7000	B-18				13.05			
64	2750	7000	D-01		3.37		1.39		90.0	
65	2750	7000	D-02		19.83		14.02		60.0	
66	2750	7000	D-03	1974	10.00	6.90	7.14	-0.24	60.0	-0.024
67	2750	7000	D-04	1985	24.40	29.59	25.50	4.09	80.0	0.409
68	2750	7000	D-05	1985	26.07	26.35			80.0	
69	2750	7000	D-06	1986	3.60	4.33	14.10	-9.77	57.0	-0.977
70	2750	7000	D-07	1985	1.60	5.32	8.13	-2.81	60.0	-0.281
71	2750	7000	D-08	1984	8.10		19.15		60.0	
72	2750	7000	D-09	1985	2.50	5.58	12.30	-6.72	75.5	-0.672
73	2750	7000	D-10	1986	3.40	2.82			70.0	
74	2750	7000	D-11	1986	2.96	4.66	15.03	-10.37	50.0	-1.037
75	2750	7000	D-12	1986	1.10	1.07	7.30	-6.23	56.5	-0.623
76	2750	7000	D-13	1985	5.42		7.00		60.0	
77	2750	7000	D-14	1990	20.15		18.30		90.0	
78	2750	7000	D-15	1987	4.55		11.85		60.0	
79	2740	7000	C-01	1971	21.00	21.60	22.70	-1.10	42.0	-0.110
81	2740	7000	C-03	1972	11.50	19.60			62.0	
82	2740	7000	C-04	1979	35.00	-0.40	10.00	-10.40	75.3	-1.040
83	2740	7000	C-05	1981	13.90		16.12		42.0	
84	2740	7000	C-06		19.50	24.27	23.00	1.27	27.0	0.127
85	2740	7000	C-07	1988	11.90		14.84		39.0	
86	2740	7000	C-08	1985	12.10		1.05		70.0	
87	2740	7000	C-09	1991	0.60	8.54	10.18	-1.64	57.0	-0.164
88	2740	7000	C-10	1986	8.80	7.88	9.03	-1.15	36.0	-0.115
93	2740	7000	C-15		11.00		12.10		28.0	
95	2740	7000	C-17		19.40		19.47		26.0	
96	2740	7000	C-18							
97	2740	7000	C-19							
98	2740	7000	C-20							

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.6.1 Variación Hiperanual de Niveles del Agua Subterránea

En relación con la variación histórica de niveles, en el presente estudio, se ha incluido un plano denominado: "Plano de Variación Histórica de Niveles N° 1 y 2 (Ver Tomo II de II, Plano N°1 y 2), que comprende el Sector "Aguas Arriba del Embalse Lautaro" y también el Sector "Lautaro - La Puerta".

Se analiza en este capítulo el Sector Lautaro - La Puerta, en él se encuentran cinco gráficos de variación hiperanual de niveles con la longitud de registro, que se indica en los siguientes sondeos:

SONDEO	LONGITUD DE REGISTRO	PERIODO
2740 7000 C-4	Enero 1975- Enero 1995	20 años
2740 7000 C-1	Marzo 1971- Enero 1995	24 años
2750 7000 B-1	Marzo 1971- Enero 1995	24 años
2750 7000 B-2	Enero 1979- Enero 1995	16 años
2750 7000 D-2	Enero 1973- Enero 1995	22 años

El sondeo C-4 (Fundo La Puerta - Buen Retiro), indica una permanencia de los niveles en el tiempo alrededor de 1 metro bajo la superficie para los últimos 10 años.

El sondeo C-1 (Escuela Los Loros), indica una constancia de niveles alrededor de los 21 metros de profundidad para los últimos 24 años. Aunque se observa una tendencia a acercarse a los 22 metros bajo nivel de terreno, en los últimos 8 años.

El sondeo B-1 (Fundo El Giro), se mantiene el nivel cerca de los 5 metros de profundidad para el período 1971- 1984, desde esa fecha hasta 1995 presenta un descenso de 3 metros, sin embargo en los últimos 6 años se mantiene alrededor de los 8 metros de profundidad.

El sondeo B-2 (Pueblo San Antonio), indica ascensos de nivel desde 14 metros bajo nivel de terreno hasta 9 metros para el período 1979- 1995 y posteriormente un descenso hasta 14 metros para el período 1985-1995 sin embargo la tendencia de los últimos 3 años es a mantenerse alrededor de los 14 metros de profundidad.

El sondeo D-2 (Fundo el Canelo a la salida de la Quebrada de Calquis), presenta un descenso de nivel desde 12 hasta 18 metros de profundidad para el período 1973-1978, posteriormente asciende hasta los 13 metros en el año 1984 y luego desciende hasta 14 metros en el año 1989. En los últimos seis años se mantiene alrededor de los 14 metros de profundidad.

Todo lo anterior es un indice de que el acuífero responde en forma hiperanual a los períodos de recarga por abundancia de agua en el río y que en períodos de baja escorrentía emplea en parte aguas del propio embalse subterráneo, el cual además se alimenta desde las infiltraciones del embalse Lautaro en épocas que este tiene almacenada agua y también se alimenta del flujo subterráneo que proviene de aguas arriba de los acuíferos de los valles de Jorquera, Pulido y Juntas.

Como conclusión general se puede decir que la situación actual del acuífero al año 1995 no presenta problemas de sobre-explotación como lo demuestran sus niveles freáticos .

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.7 SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO

7.7.1 Volumen de Acuífero

El volumen desembalsado anualmente mediante la explotación de los sondeos, de acuerdo con los datos de la encuesta '95 asciende a 19,2 Mm^3 (650 l/s como caudal continuo).

El volumen total de acuífero, considerando una profundidad máxima de 300 m. es de 4200 Mm^3 y si se considera un coeficiente de almacenamiento de 10%, se tiene un volumen almacenado de 420 Mm^3. Por lo tanto, bajo dichas condiciones, el volumen de extracción anuales del orden del 4,6 % del volumen total de agua almacenada en el acuífero.

En caso de considerarse un espesor máximo de 200 m. se tiene un volumen de acuífero de 3400 Mm^3, lo que considerando S=10% representa un volumen almacenado de agua en el acuífero de 340 Mm^3. Por lo tanto el volumen de extracción anual es del orden de un 5,6 % del volumen de agua almacenada en el acuífero.

Si se realiza el ejercicio extremo de solo considerar un espesor de acuífero de 100 m., bajo los mismos supuestos anteriores, se tiene un volumen de acuífero de 2000 Mm^3 y el agua almacenada a 200 Mm^3. En este caso la razón explotación v/s almacenado sube a 9.6%, valor que incluso es pequeño.

Además la constancia de los niveles en los pozos de observación ratifica la conclusión, de que la explotación actual es sustentable en el acuífero.

El cuadro siguiente presenta un análisis de sensibilidad para el volumen embalsado a distintas profundidades y diferentes coeficientes de almacenamientos.

Cuadro 7-15
Volumenes Embalsados

Espesor Acuifero	Volumen Mm^3 Acuífero	Volumen Agua Almacenada S=5%	S=10%	S=15%
Terreno a 100m.	2040	100	200	300
Terreno a 200m.	3400	170	340	510
Terreno a 300m.	4200	210	420	630

Mm^3: Millones de m^3.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

7.7.2 Perfil Longitudinal del Sector Embalse Lautaro-La Puerta

En relación con el posible desembalse del acuífero, se adjunta un perfil longitudinal del Sector N°2, en el cual aparecen 8 aspectos del acuífero a saber:

- *La cota del terreno superficial.*
- *El nivel de saturación al año 1986/87.*
- *El nivel de saturación al año 1995*
- *El fondo de los sondeos actuales.*
- *El fondo del acuífero o basamento según la geofísica.*
- *El espesor límite de 300 m. considerado para efectos prácticos*
- *La línea que define el espesor 200 m.*
- *La línea que define el espesor 100 m.*

De la observación de este gráfico se puede apreciar que solo se está empleando la parte más superficial del acuífero y que aún queda mucha capacidad para deprimir dentro de los pozos construidos. Queda un gran porcentaje del volumen del acuífero.

- Se puede observar que el promedio de los pozos construidos en el sector es de 59,2 m. con un máximo de 90 m. y un mínimo de 12 m.

- Los niveles medidos en 1986-87 se ubicaban en promedio (para todo el sector) en 6.9 m. bajo nivel de terreno con valores máximos de 13.12 y un mínimo de 0.4 m.

- Los niveles actuales del sector, se ubican en promedio a 12,2 con valores máximos de 23 m. y mínimos 1,39 m.

- En general, si se comparan los valores promedios de los niveles de 1986-87 y 1995 se tiene un descenso de 5,3 m. para los 7 años transcurridos (lo que entrega una tasa de 0.75 m/año), para los pozos del sector Embalse Lautaro-La Puerta. Este descenso en una superficie de 19 Mm^2 (superficie de la napa libre) equivale a un descenso unitario de 1.9 Mm^3/metro de depresión. Por lo tanto se estima una disminución en el volumen embalsado en los últimos 7 años de 10 Mm^3, lo que equivale a un caudal continuo de 40 l/s. De este modo se pude estimar que el embalse a entregado de su almacenamiento máximo agua a una razón de 40 l/s.

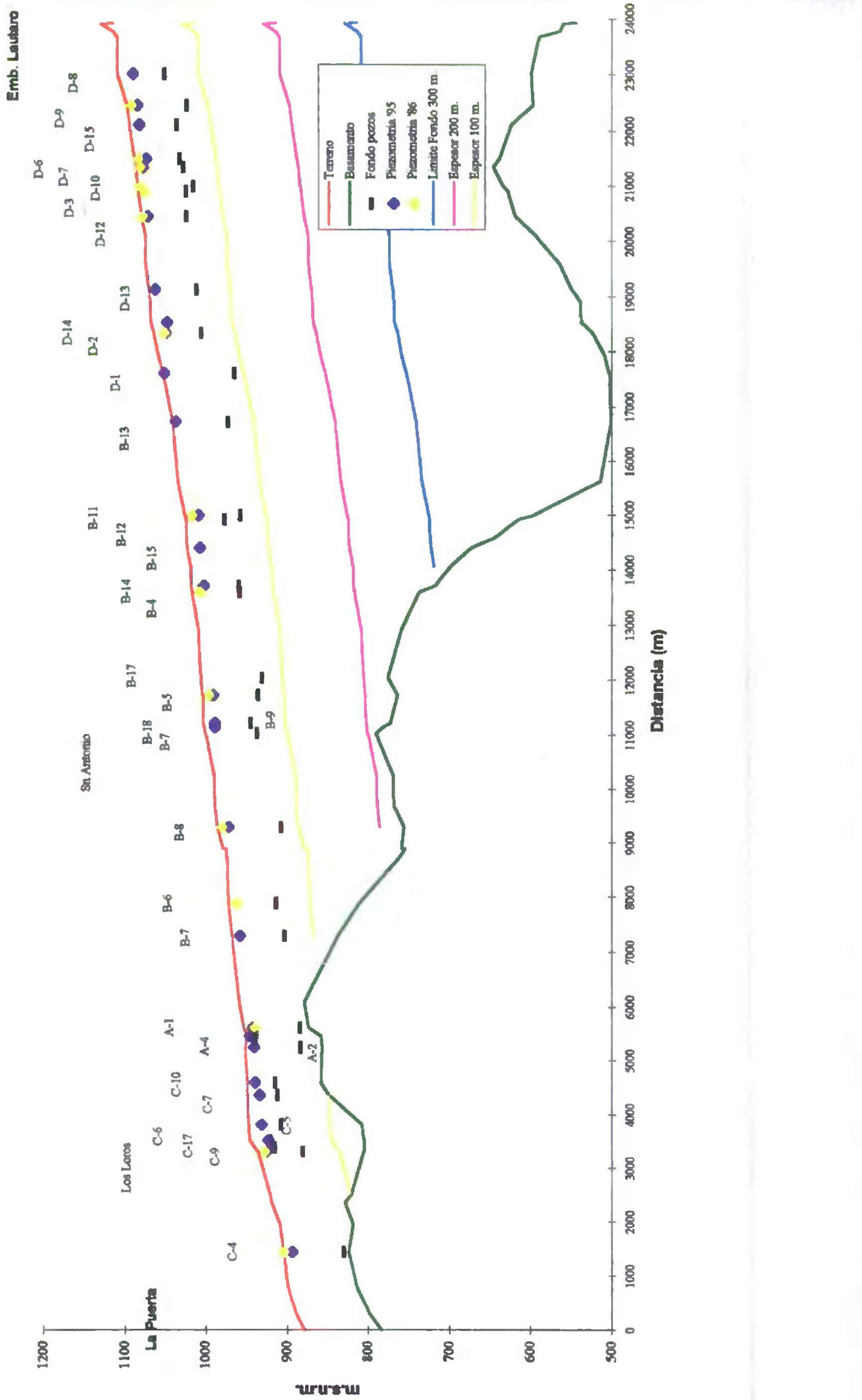
- Se observa así que en general este sector presenta niveles estáticos cercanos a la superficie del terreno y de escasa oscilación, propio de acuíferos subexplotados en relación con la gran capacidad del acuífero y de su funcionamiento particular controlado por la angostura de La Puerta que estabiliza los niveles de salida y además las condiciones de elemento de recarga del embalse Lautaro en su parte alta. Por lo anterior, por el momento la profundidad de los pozos existentes resulta adecuada con la situación actual, pero ante una prolongada época seca de unos 10 años más o una explotación intensa que acelere las tasas de descenso puede ser que la profundidad media de los pozos de 59,2 m. resulte insuficiente para lograr un buen aprovechamiento del acuífero.

Asimismo, se puede comentar la necesidad de efectuar sondeos de reconocimiento profundos de 200 a 300 metros de profundidad para determinar las características geométricas, hidráulicas y de la capa acuífera en todo el espesor del mismo. Hasta la fecha, el espesor total en muchos puntos solo está avalado por la campaña de geofísica de 1986. En ésta además se ha eliminado arbitrariamente el sector más abajo de los 300 metros, con el objeto de obtener cifras más conservadoras de la potencialidad del acuífero.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Por otra parte, surge la necesidad de contar con un mayor número de sondeos de observación de niveles estáticos, para cubrir con mayor densidad y precisión todo el sector del acuífero. Al mismo tiempo, si se desea tener un control más exhaustivo del embalse subterráneo, se considera indispensable la colocación de medidores de caudales en todos y cada uno de los sondeos de explotación. Esta exigencia si bien es cierto es de alto costo, no lo es en términos relativos si se considera el costo total de cada pozo con su instalación eléctrica y bomba de extracción.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE


Sector Nº2
Embalse Lautaro - La Puerta
Emb. Lautaro
D-8
D-9
D-15
D-6
D-7
D-10
D-3
D-12
D-14
D-2
D-1
D-13
B-11
B-12
B-13
B-14
B-15
B-4
B-17
B-18
B-5
B-7
B-9
B-6
B-8
B-7
A-1
A-4
A-2
C-10
C-7
C-6
C-17
C-9
C-3
C-4
San Antonio
Los Lotos
La Puerta
Terreno
Basamento
Fondo pozos
Piezometria 95
Piezometria 86
Limite Fondo 300 m
Espesor 200 m.
Espesor 100 m.
Distancia (m)
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
11000
12000
13000
14000
15000
16000
17000
18000
19000
20000
21000
22000
23000
24000

7.8. BALANCE DEL SECTOR N°2, EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

El balance del sector N°2, Embalse Lautaro-La Puerta, se presenta en el cuadro siguiente (cuadro 7-16) y cada uno de las cifras consideradas se comenta a continuación.

a) Ingresos

a.1) Ingresos Superficiales

Corresponden a los valores indicados en el punto 7.1 "Ingresos y Salidas de Aguas Superficiales", básicamente se refieren a los caudales medios anuales de la estación fluviométrica Río Copiapó en Embalse Lautaro (1410 l/s). Es importante tener en consideración lo indicado en el punto 7.1.1 respecto a los caudales superficiales no controlados que pueden subir este valor medio anual a una cifra cercana a los 1800 l/s.

a.2) Ingresos Subterráneos

Se obtuvieron en base a lo indicado en el capítulo 7.2 "Ingresos y Salidas de Recursos Subterráneos" y corresponden al flujo subterráneo de entrada. El caudal subterráneo calculado en la sección 7.2.1 fluctúa entre 800 y 1100 l/s obtenidos según la expresión de Darcy. No obstante lo anterior existen antecedentes sobre los valores de T que pueden ser mayores y por lo tanto se considerará el valor 1000 l/s como flujo de entrada.

a.3) Aportes Laterales por Quebradas

Según datos del estudio DGA-87 se obtienen valores de aproximadamente 20 l/s por este concepto.

a.4) Filtraciones Embalse Lautaro

Según lo indicado en el capítulo 7.1.2 se ha considerado que 200 l/s puede ser considerada una cifra media para las filtraciones del embalse Lautaro

b) Salidas

b.1) Salidas superficiales

Corresponden a los valores del capítulo 3.1 y se refieren a los valores medidos en la estación Río Copiapó en La Puerta (2420 l/s).

b.2) Salidas Subterráneas

Calculadas igual que los ingresos, pero considerando ahora la angostura de La Puerta donde el flujo subterráneo se hace muy pequeño y todas las salidas corresponden a caudales superficiales (40 l/s).

b.3) Salidas Netas

-Evapotranspiración por Cultivos

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Se calcularon en base a las hectáreas regadas del sector y la evapotranspiración real de los cultivos (ETc), ésta se ha calculado de acuerdo a los valores de Kc y ETo del estudio D.G.A.-Ipla-1994. Dichos valores se incluyen en el capítulo 7.3 "Superficie Regada del Sector N°1".

En forma resumida corresponden a los valores de ETc: 8383, 6755, 13360, 12232 m^3/ha/año para los cultivos de Parronales (1430 Ha.), Hortalizas (120 ha.), Praderas (62 ha.) y Frutales (13 ha.) respectivamente. Lo anterior alcanza a 13.78 millones de m^3 anuales (440 l/s).

-Evapotranspiración en Zona de Vegas

En la Ref. N°1 se tienen diferenciados tres tipos de vagas: Tipo A, con matorrales y suelos húmedos; Tipo B matorrales con suelos menos que húmedos; y Tipo C, matorrales ralos.

En 1986, año con niveles más superficiales de los acuíferos se tenía una distribución de 140, 120 y 380 has. de vegas tipo A, B y C. Se estima que en la actualidad estos valores alcanzan la mitad de dichas cifras y se concentran desde los el Fundo La Laguna hasta La Puerta, principalmente en las riberas del río.

Considerando una evapotranspiración potencial de 16440 m^3/Ha/año y coeficientes Kc de 1, 0.7 y 0.5 para los tipos A,B y C respectivamente, se tiene un volumen de 3.47 Mm^3/año (110 l/s).

-Exportación de aguas hacia fuera de cuenca

En este sector no existen exportaciones de agua como ocurre en algunos sectores con proyectos mineros por ejemplo y abastecimiento de agua potable de localidades costeras.

c) Variación del Almacenamiento

En este sector se puede observar de los planos de variación histórica de niveles, que éstos últimos no manifiestan descensos o ascensos importantes como para considerar esta variable. Más bien parece ser que el embalse Lautaro en conjunto con la angostura de La Puerta proveen las condiciones de recarga constante y descarga controlada, por lo que este sector no ha sufrido variaciones importantes en su almacenamiento.

A modo de cuantificar se puede indicar un descenso medio de 5.3 metros con los valores medidos en 1986-87 (años históricos de más altos niveles registrados) y la actualidad. Este descenso se traduce 0.75 m/año. y que equivale a un vaciamiento cercano a los 40 l/s como caudal continuo promedio.

d) Intercambios de agua al interior del sistema (Sector N°2)

d.1) Intercambios de Salida

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

-Descarga Artificial por Sondeos

A modo de resumen, se puede indicar que según la encuesta de terreno se obtuvieron datos de producción en un 81% de los pozos en operación, lo que arrojó una explotación anual de 17.17 millones de m^3 (620 l/s continuo).

En base a los sondeos con datos de producción, se obtuvo una promedio de 2931 horas de funcionamiento anual por pozo. Para calcular la explotación en los pozos sin datos de producción se han asumido ciertos criterios descritos en el Capítulo 5.5 y en el punto 7.5.2 del presente Capítulo 7, lo que permite extrapolar un volumen de 2,36 Mm^3/año para los pozos sin datos.

Adicional mente se identificaron 3 pozos de agua potable que producen 1,14 Mm^3/año.

Según lo indicado anteriormente, se llega a una cifra cercana a los 20,68 millones de m^3 anuales, para la explotación total por sondeos en el Sector N°2.

-Descargas por Vertientes

Los afloramientos por vertientes se producen en aquellos sectores en que la napa se acerca a la superficie y puede incorporarse al flujo superficial. De acuerdo a valores del estudio D.G.A.-87 se tiene valores cercanos a 1300 l/s como afloramiento. Dichos valores se obtuvieron modelando el acuífero durante 25 años.

Estos afloramientos son los que producen el aumento de los recursos superficiales del río Copiapó en La Puerta y son contabilizados en la estación fluviométrica del mismo nombre y provienen del flujo subterráneo pasante bajo el embalse Lautaro proveniente de los acuíferos de más arriba y de las propias recargas del Embalse Lautaro.

d.2) Intercambios de Entrada

-Infiltración del río

En este sector prácticamente el embalse subterráneo se mantiene y sus niveles presentan muy pocas variaciones, tanto en el tiempo como espacialmente; además los niveles son cercanos a la superficie. Producto de lo anterior, no se dan las condiciones para que el río infiltre y más bien se producen recuperaciones producto de afloramiento en vertientes; pero esta cifra será tratada en dicho punto.

De acuerdo a los valores de la modelación del estudio D.G.A.-87, se puede asignar un caudal de 26 l/s como infiltración del río (0.82 Mm^3/año).

-Infiltraciones canales matrices

Al igual que la infiltración en el río los antecedentes existentes corresponden al estudio de 1987, donde se obtiene un promedio de 3,97 Mm^3/año (126 l/s) como infiltración por este

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

concepto.

-Infiltraciones canales secundarios

Idem al anterior, con un volumen de 3,0 Mm^3/año (96 l/s).

-Infiltración riego predial

De acuerdo a los antecedentes del estudio DGA-1987 se tiene 3.15 Mm^3/año (100 l/s) como infiltración por este concepto.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 7-14
Balance

Sector: N°2	Embalse Lautaro - La Puerta		
M m3/año=millones de m3 año		l/s	M m3/año
Ingresos			
Entradas Superficiales		1410	44.46
Entradas Subterráneas		1000	31.53
Aportes Laterales por quebradas		20	0.63
Filtraciones Emb. Lautaro		200	6.31
Suma Ingresos		**2630**	**82.92**
Salidas			
Salidas Superficiales		2420	76.30
Salidas Subterráneas		40	1.26
Salidas Netas			
Evapotranpiración por cultivos		440	13.87
Evapotranpiración en zona de vegas		110	3.47
Exportación de aguas		0	0.00
Suma Salidas		**3010**	**94.90**
Variacion Almacenamiento		-40	-1.26
Intercambios de Entrada			
Infiltración río		26	0.82
Infiltración canales matrices		126	3.97
Infiltración canales secundarios		96	3.03
Infiltracion riego predial		100	3.15
Suma		**348**	**10.97**
Intercambios de Salida			
Descargas por Vertientes		1300	40.99
Descarga artificial por sondeos		656	20.68
Suma		**1956**	**61.67**
Volumen Embalsado (0-300m)	Mm3		420
(0-200m)	Mm3		340
(0-100m)	Mm3		200
Demanda Uso Agrícola del Sector	Superficie '87 y Tasa Riego '94	**747**	**23.54**
	Superficie Potencial y Tasa '94	**857**	**27.02**
BOMBEOS			
Agua Potable		36	1.15
Riego Encuesta (cobertura 81.25 %)		545	17.17
Riego Encuesta Extrapolada		75	2.36
Suma		**656**	**20.68**
Extracción según Derechos de los			
Pozos Operando (32)			
Con Derechos Concedido		1679	52.94
Con Derechos En Tramite		260	8.20
Sin Derecho		60	1.89
Suma		**1999**	**63.03**

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, 1995
SECTOR N°2 EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Discusión de los Resultados del Balance

Este capítulo pretende poner en cifras, los valores más significativos en relación con el acuífero, su volumen embalsado, la explotación actual y la situación de los Derechos de Aprovechamiento Concedidos o en Trámite.

El caudal de Derechos Concedidos alcanza a 2.544 l/s (80.21 Mm^3/año) y 740 l/s (23.33 Mm^3/año) en Trámite, lo que hace un total de 3.344 l/s (105.4 Mm^3/seg). Una hipotética extracción de este caudal significa 105 Mm^3/año, dado que el volumen embalsado en el acuífero es de 420 Mm^3 (espesor 300 m y S=105), solo alcanzaría para cuatro años sin considerar recargas. Considerando además un ingreso de 35 Mm^3 al acuífero por infiltración desde el embalse Lautaro (flujo subterráneo bajo él, más infiltraciones propias del embalse), el período anterior se duplicaría, pero solo alcanzaría a 10 años. Todo lo anterior en el caso extremo que durante todos esos años no se produjera ninguna recarga y como estas se producen, en mayor o menor grado, no es el caso alarmarse.

Además una explotación de 20,68 Mm^3/año, comparada con un volumen embalsado de 420 millones de m^3 (espesor 300 m. y S=10%) alcanza a un 4,9 %. El caso extremo de solo considerar los primeros 100 metros de acuífero y un coeficiente de almacenamiento de 5% implican un volumen embalsado de 100 Millones de m^3, por lo tanto la explotación sería un 20,6 % del volumen embalsado.

Aparece en consecuencia una gran brecha entre la situación teórica hipotética y la realidad.

La D.G.A., en su calidad de ente que otorga los Derechos de Aprovechamiento, a la vez de evaluadora del recurso y asimismo encargado de velar por su conservación tiene una legítima preocupación por el tema. No obstante si se analiza con suficiente detención, se puede concluir que si bien es cierto se han otorgado los derechos indicados, estos se encuentran supeditados a no afectar derechos de terceros establecidos con anterioridad, tanto subterráneos como superficiales.

Es fácil concluir que una extracción total afectará en primer lugar a otros sondeos existentes y en segundo lugar a los escurrimientos superficiales en el medio y largo plazo, sobre los cuales existen legítimos derechos de aprovechamiento.

Respecto a las cifras del balance este se ha efectuado como un solo sistema, considerando la componente superficial y subterránea juntas. Así se tiene que los ingresos son alrededor de 2.6 m^3/s y las salidas de 3,0 m^3/s.

De lo anterior se puede comentar :

- Los valores de caudal superficial deben ser mayores según lo indicado en el capítulo 7.1

- El valor 3.0 m^3/s como salidas netas del sector es concordante con la suma de las salidas (superficiales y subterráneas) del Sector N°1 denominado "Aguas Arriba del Embalse Lautaro".

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°8

SECTOR N°3
- LA PUERTA - MAL PASO

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

SECTOR LA PUERTA - MAL PASO

		Pag.
8.1	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL	8.-02
8.2	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA	8.-03
8.3	SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR	8.-04
8.4	CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION	8.-05
8.5	SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA	
8.5.1	Sondeos Existentes	8.-09
8.5.2	Extracción de Agua Subterránea	8.-14
8.6	NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA	8.-18
8.6.1	Variación Hiperanual de Niveles	8.-21
8.7	SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO	
8.7.1	Volumen del Acuífero	8.-25
8.7.2	Perfil Longitudinal del Sector N°3	8.-26
8.8	BALANCE HIDROGEOLOGICO DEL SECTOR.	8.-31

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

SECTOR N°3
LA PUERTA - MAL PASO

8.1 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL

8.1.1 Ingresos

Los caudales de agua superficial que ingresan al sector están determinados, por la sección de aforo existente en el sector de La Puerta (Estación: Río Copiapó en La Puerta, Código B.N.A 03431001-7).

De acuerdo con la estadística disponible (Tomo II de II, Planos y Anexos, Anexo N°4 Antecedentes Fluviométricos), los caudales medios mensuales son los siguientes para el período 1963-1993.

Cuadro 8-1, Caudales Medios Mensuales 1963-1994
Estación: Río Copiapó en la Puerta

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	3.03	2.73	2.54	2.34	2.29	2.26	2.15	2.15	2.22	2.16	2.29	2.92	2.42

Fuente B.N.A de la D.G.A.

Tal y como se puede apreciar en el cuadro adjunto, los caudales de salida son asimismo muy constantes con una variación porcentual entre el mínimo y el máximo de 11,1% y 25,1% respectivamente.

Esto es normal en el Valle de Copiapó y evidencia un régimen de caudales con una fuerte incidencia del agua subterránea que actúa como elemento amortiguador de los máximos y mínimos.

8.1.2 Salidas

Los caudales de agua superficial que salen del Sector N°3, La Puerta - Mal Paso, están contabilizados por las estadísticas fluviométricas de la estación: "Río Copiapó en Mal Paso, aguas arriba Canal".

Los caudales medios mensuales se salida del sector, entregan los siguientes resultados para el período 1948-1987.

Cuadro 8-2, Caudales Medios Mensuales 1948-1987
Estación: Río Copiapó en Mal Paso

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	1.32	1.24	1.21	1.22	1.26	1.33	1.23	1.10	1.12	1.11	1.11	1.53	1.23

Del mismo modo que las entradas de agua, los caudales de salida son asimismo muy constantes con una variación porcentual entre el mínimo y el máximo de 10,6% y 26,8% respectivamente.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.2 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA

De acuerdo con el Estudio[1] de la D.G.A. del año 1987 (Ref. N°1), los ingresos y salidas fueron obtenidos según la fórmula de Darcy con los siguientes valores:

8.2.1 Ingresos Subterráneos

Para el ingreso se consideró los siguientes valores (correspondiente a las salidas del acuífero de aguas arriba, Embalse Lautaro-La Puerta):

T= 1000 m^3/día/m
L= 230 m.
i= 1,5 %
Lo anterior arroja un caudal de:
Q= 0,040 m^3/s equivalentes a : 1,26 millones de m^3.

8.2.2 Salidas Subterráneas

Los valores de Transmisibidad, obtenidos de pruebas de bombeo y de relacionar los caudales específicos de los pozos, varía en la sección de salida entre 5000 y 8000 m^2/día.

T= 5.000 a 8000 m^2/día
L= 500 m.
i= 1,25 %
Lo anterior entrega un caudal de :
Q= 0,360 a 0,580 m^3/s equivalentes a : 11,35 a 18,28 millones de m^3/año.

[1]Ref. N°1: "Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos, Valle del Río Copiapó- III Región". D.G.A.-Alamos y Peralta-1987.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.3. SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR N°3

Según el estudio de la D.G.A. 1987 (Ref N°1), la superficie regada en este Sector era de 2.018 Há (además se consideraban 2740 Has como superficie potencial), con la siguiente distribución:

Cuadro 8-3, Distribución de Cultivos 1986-87
Sector La Puerta-Mal Paso

Tipo Cultivos	Superficie (Ha)
Vides	1.806
Hortalizas	66
Praderas	-
Frutales	146
Total	2018

Según el estudio[2] de la D.G.A. del año 1994 (Ref. N° 2). Las tasas de riego para dichos cultivos a nivel anual serían las siguientes:

Cuadro 8-4, Tasas de Riego por Cultivo
Fuente: Estudio D.G.A.-Ipla 1994

Cultivo	Tasa Riego m^3/Ha/año
Vides	9080
Hortalizas	12281
Pradera	34704
Frutales	20214

Con independencia del caso de la pradera, se consideran acertados los valores de demanda de riego, y el caso de la pradera no vale la pena someterlo a discusión al no existir superficie cultivada por este concepto.

La demanda anual queda como sigue:

Cuadro 8-5, Demandas Actuales de Riego

Cultivos	Demanda Millones m^3/año
Vides	16,39
Hortalizas	0,74
Pradera	0,81
Frutales	2,95
Total	20,15

[2]Ref. Nº 2: "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile", Informe Etapa 4, Demandas Actuales en Cuencas Norte. D.G.A.-Ipla-1994

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.4. CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

Los canales que extraen sus aguas desde el río Copiapó en el sector hidrogeológico denominado La Puerta - Mal Paso, son:

Cuadro 8-6
Canales que nacen en el Sector 3, La Puerta - Mal Paso.

				Tiempo de Riego		Bocatoma	
Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Hrs.	Min.	Estado	Caudal (l/s)
3	La Pirca 1	Izq.	23.20	3	52	Oper.	100
	La Pirca 2	Izq.	91.20	15	12	Oper.	100
	Casablanca 1	Izq.	38.10	6	21	Oper.	100
	Casablanca 2	Izq.	9.50	1	35	Oper.	100
	TOTAL DISTRITO 3		**162.00**	**27**	**0**		
4	El Naranjo	Der.	42.00	7	0	Oper.	120
	La Cantera	Der.	187.00	31	10	C/B no Op.	120
	El Sauce	Izq.	30.00	5	0	Oper.	60
	El Jardin	Izq.	180.00	30	0	Oper.	150
	Carrizo	Izq.	281.00*	46	50	Oper.	400
	TOTAL DISTRITO 4		**720.00**	**120**	**0**		
5	Compuertas Negras	Der.	1296.00	216	0	Oper.	1200
	Niágara	Der.	144.00	24	0	D S/B	80
	TOTAL DISTRITO 5		**1440.00**	**240**	**0**		
6	Cerrillos	Der.	318.00	53	0	Oper.	500
	Nantoco	Der.	540.00	90	0	Oper.	500
	Urbina	Izq.	294.00	49	0	Oper.	180
	Compañia	Izq.	72.00	12	0	Oper.	200
	Las Arayas	Izq.	108.00	18	0	Oper.	200
	TOTAL DISTRITO 6		**1332.00**	**222**	**0**		
	TOTAL SECTOR		**3654.00**				

D S/B : Destruido Sin Bocatoma
C/B no Op. : Con Bocatoma pero no operando
Oper : Operando

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.4.1 Caudales Derivables por Cada Canal

En el cuadro anterior, se han indicado las capacidades de captación de las bocatomas de cada canal.

Las capacidades de las bocatomas en el Tercer Distrito son de 100 l/s cada una, dado que las aguas provienen de vertientes de escaso caudal.

En el Cuarto Distrito, los 5 canales existentes son capaces de captar entre 60 y 400 l/s con un total de 850 l/s.

En el Quinto Distrito, de los 2 canales que figuran, uno de ellos se encuentra destruido y sin Bocatoma, operando sólo el Canal Compuertas Negras con 1200 l/s de capacidad, prácticamente 1 l/s por acción.

Cinco de los Seis Canales que conforman el Sexto Distrito, se ubican en este sector y en conjunto poseen el 92,50% de los derechos del sector. Sus bocatomas están operando y son de amplia capacidad totalizando 1580 l/s, lo que se aproxima a 1,2 l/s por acción.

8.4.2 Situación del Sistema de Riego

La organización del riego en el Valle del Copiapó se rige por la Ordenanza de Policía Fluvial y de Regadío emitida por la Intendencia de la Provincia de Atacama el 9 de Marzo de 1875, la cual estableció que la distribución del caudal del Río Copiapó debía hacerse derivándolo íntegramente durante un número determinado de horas para cada distrito, según detalle del siguiente cuadro, volviendo cada distrito a recibir aguas después de 14 días. Por su parte el tercer distrito riega con aguas de vertientes y no con aguas del río, durante 48 horas simultáneas de los Distritos 1 y 2.

Dada la necesidad actual de regar en forma más continua y evitar la carencia de agua por casi 14 días, se ha variado el sistema turnal por otro de entrega permanente a cada distrito de un caudal menor o "parte de río", sin que ello implique variar los primitivos derechos. Su distribución se indica también en el Cuadro 8-7, que se presenta en la página siguiente.

Por su parte los distritos cuentan en general con embalses en cabecera que les permite regular sus aguas y distribuirlas acordes con los derechos de cada regante, evitando a su vez los riegos nocturnos.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 8-7
Distribución de las Aguas

Distribución de las Aguas Superficiales

Distrito	Distribución de horas según Ordenanza	Actual con 1/5 de río	% de río en Tiempo Permanente
1	24	120	7.143
2	24	120	7.143
3	48*	(240)	0.000
4	24	120	7.143
5	48	240	14.286
6	48	240	14.286
7	60	300	17.857
8	78	390	23.214
9	30	150	8.928
TOTAL	336	1680	100.000

* : Horas no consideradas por ser agua de vertiente y no de río.

El cuadro anterior representa así ambas situaciones en su aspecto "teórico", o de Derechos Legales.

En 1927 se constituyó la Asociación de Canalistas del Río Copiapó, por los propietarios de los 9 Distritos y sus afluentes, la que posteriormente fue autorizada por la Dirección de Riego en 1951 para actuar en carácter de Junta de Vigilancia Provisional del Río Copiapó, situación que se mantiene hasta la fecha, estando próximo a otorgársele el carácter de definitiva.

Variadas razones han motivado que en la actualidad los regantes estén recibiendo aguas en proporción distinta a sus derechos. Cabe mencionar entre ellas:

- 1984 y 1985, fuertes precipitaciones provocaron grandes crecidas del Río que dañaron bocatomas y canales, destruyendo en gran medida la red de riego, la que recién el último año ha entrado a repararse.

- La implantación de viñedos y riegos por goteo incrementaron el uso del agua subterránea, restándole importancia a las aguas superficiales, con lo cual se prolongó el período de no utilización de estas aguas, a lo menos en el sector alto del Valle.

- Falta de medios y autoridad de la Junta de Vigilancia para hacer valer los derechos individuales de los regantes, en parte motivado ello por las causales antedichas.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

acorde a derechos, situación que ahora se está tratando de darle término, reorganizando la distribución de sus aguas.

Acorde con lo anterior, este sector entre el Embalse Lautaro y La Puerta tiene Derechos sobre:

- 27 de las 120 horas que le corresponden al Tercer Distrito, o sea el 22,50% de las aguas de vertientes.

- El Cuarto, Quinto y Sexto distrito, salvo lo regado por el Canal "San Román", se ubican en este sector y sus canales poseen el 34,64% de las aguas del río Copiapó.

Del total de las aguas del río Copiapó el 48,9% pertenece a los canales que riegan aguas arriba de Mal Paso y el 51,1% restante a los canales de aguas abajo, los que se encuentran unificados en el Canal Mal Paso. Podría decirse que prácticamente esta Sección de Mal Paso, divide los derechos de aguas superficiales del río por mitad.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.5 SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA

8.5.1 Sondeos Existentes

De acuerdo con el Catastro General de Sondeos del Valle (Tomo II Anexos N°1), en el sector La Puerta-Mal Paso, existe un total de 93 sondeos (21.1% del total del valle), identificados según el Catastro-95 con lo números 80 al 187, ambos incluidos, pero exceptuando los números: 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 94, 95, 96, 97 y 98; que se ubican en el sector de aguas arriba, denominado Embalse Lautaro-La Puerta. Más, los pozos identificados con los números: 137 y 143 que pertenecen al sector de más abajo (Mal Paso - Copiapó).

El detalle de sus características se encuentran en las planillas del Tomo II (Anexos y Planos, Anexos N°2 Catastro de Derechos).

En los cuadros siguientes se presenta la distribución de estos sondajes clasificados según su uso y la concesión del derecho.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 8-8, Pozos Clasificados según su Uso y Destino

SECTOR 3

LA PUERTA - MAL PASO

CLASIFICACION POR USO (Operando, Sin Uso).

Pozos	Nº	Destino	Nº	Derechos	Nº
Operando	69	Industrial	1	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Minero	2	Concedido	2
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	6	Concedido	1
				En tramite	2
				Sin Derecho	3
				Juzgado	0
		Riego	60	Concedido	31
				En tramite	13
				Sin Derecho	15
				Juzgado	1
		Observación	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Totales	69	Totales	69
Sin Uso	24	Industrial	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	2	Concedido	1
				En tramite	0
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Potable	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	17	Concedido	8
				En tramite	3
				Sin Derecho	6
				Juzgado	0
		Observación	5	Concedido	1
				En tramite	3
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Totales	24	Totales	24

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 8-9, Pozos Clasificados Según sus Derechos de Aprovechamiento

SECTOR 3
LA PUERTA - MAL PASO
CLASIFICACION POR DERECHOS (Concedidos, en Tramite, Sin Derecho).

Derechos	l/s	N°	Destino	l/s	N°	Pozos	l/s	N°
Concedidos	2908	44	Minero	373	3	Operando	363	2
						Sin Uso	10	1
			Potable	40	1	Operando	40	1
						Sin Uso	-	0
			Riego	2479	39	Operando	1918	31
						Sin Uso	561	8
			Industrial	-		Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	16	1	Operando	-	0
						Sin Uso	16	1
En Tramite	1308.4	22	Minero		0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	80	2	Operando	80	2
						Sin Uso	-	0
			Riego	1023.4	16	Operando	839	13
						Sin Uso	184.4	3
			Industrial	-		Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	205	3	Operando	-	0
						Sin Uso	205	3
Sin Derecho	-	27	Minero	-	1	Operando	-	0
						Sin Uso	-	1
			Potable	-	3	Operando	-	3
						Sin Uso	-	0
			Riego	-	21	Operando	-	15
						Sin Uso	-	6
			Industrial	-	1	Operando	-	1
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	1	Operando	-	0
						Sin Uso	-	1
Especiales	79	1	Riego	79	1	Operando	79	1
			Totales	4295.4	93	Totales	4295.4	93

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Clasificación de Pozos Operando y Sin Uso

A modo de resumen se puede señalar que una primera división, de acuerdo al estado de funcionamiento actual de los pozos, entrega las siguientes cifras para el sector La Puerta - Mal Paso:

- Del total de los 93 pozos ubicados en el sector, existen 69 pozos Operando (74%) y 24 pozos Sin Uso (26%).

- De los 69 pozos Operando, 1 corresponde a pozo de uso Industrial (1,4%), 2 de uso Minero (2,9%), 6 son de Agua Potable (8,7%) y 60 corresponden a Riego (87%).

- De los 24 pozos Sin Uso, 2 son Mineros (8,3%), 17 corresponden a pozos para Riego (70,8%) y 5 son usados de Observación (20,8%).

Los caudales aforados totales en la época de construcción , en 77 de 93 sondeos, en los cuales se dispone de datos, alcanza a **4.623 l/s**. (145 millones m^3/año).

b) Clasificación de los Pozos Según Derechos de Aprovechamiento

Una segunda división, de acuerdo a los Derechos de Aprovechamiento y sus caudales concedidos, en los pozos del sector La Puerta - Mal Paso, se resume en los párrafos siguientes:

Según N° de Pozos.

- De los 93 pozos del sector, 44 tienen Derechos Concedidos (47,3%), 21 están En Trámite (22,6%), 27 no tienen Derechos (29%) y 1 caso especial que está en el Juzgado.

- De los 44 pozos que tienen Derechos Concedidos, 3 son Mineros, 1 de Agua Potable, 39 de Riego y 1 de Observación.

- De los 44 pozos con Derechos Concedidos, 34 están Operando y los restantes 10 No Funcionan.

- De los 21 pozos que tienen Derechos en Trámite, 2 son de Agua Potable, 16 de Riego y 3 de Observación.

- De los 21 pozos con Derechos en Trámite, 15 operan y 6 no se usan.

- Los 27 pozos Sin Derechos se dividen en 1 de minería, 3 de agua potable, 21 de Riego, 1 Industrial y 1 de Observación.

- Los 27 pozos sin Derechos se dividen en 18 que Operan y 9 Sin Uso.

- El caso especial corresponde a 1 pozo de Riego en Operación.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Según los caudales involucrados se tiene:

- La suma de Derechos tanto Concedidos, en Trámite y casos especiales alcanza a 4295,4 l/s (135 Mm^3).

- Los Derechos de Aprovechamiento Concedidos en un total de 44 sondeos alcanza a 2908 l/s. De los cuales 2490 l/s corresponden a pozos usados para riego, 373 l/s a pozos Mineros, 40 l/s en pozos de Agua Potable y 16 l/s en pozos de Observación.

- Del total de los Derechos Concedidos (2908 l/s), 2321 l/s corresponden a pozos en Operación y 587 l/s corresponden a pozos Sin Uso.

- Los Derechos de Aprovechamiento en Trámite en 21 sondeos alcanza a 1.308,4 l/s. De los cuales 1023,4 corresponden a pozos de Riego, 80 l/s a pozos de Agua Potable, y 250 l/s en pozos de Observación.

- Con respecto al total de 1308,4 l/s correspondientes a Derechos en Trámite, 919 l/s están asociados a pozos en Operación y los restantes 398,4 a pozos Sin Uso.

- Respecto a los Pozos Sin Derechos no se tienen caudales asociados.

- En el Juzgado se tiene un Expediente R-III-007 por 79 l/s. que corresponde a un pozo de riego.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.5.2 Extracción de Agua Subterránea

En este sector se han identificado explotaciones de uso en riego y minería.

En relación con los volúmenes explotados, se dispone de antecedentes en 41 pozos de un total de 69 sondeos operando, obtenidos mediante encuesta en terreno durante el año 1995. Los datos que se obtuvieron corresponden a caudal de operación y horas de bombeo anual, en algunos casos, se obtuvo también la superficie abastecida.

En total (de los 41 pozos con datos, es decir un 60% de cobertura) el volumen anual bombeado alcanza a 16,48 Mm^3 (522 l/s), para una capacidad de producción en pozos operando de 870 l/s. En esta cifra se incluye 1,4 Mm^3/año (44 l/s) correspondiente a pozos de uso en minería.

De acuerdo a los datos de la encuesta se tienen antecedentes en 39 pozos los cuales riegan 1185 has. y además extraen 15.08 Mm^3/año. De acuerdo a lo anterior se obtiene una dotación media anual de 12725 m^3/ha/año, valor semejante a los supuestos para dotaciones de alrededor de 9000 a 14000 m^3/há/año indicados en las referencias 1 y 2.

Respecto a los sondeos sin datos, ya se han señalado en el Capítulo 5.5. Básicamente se refiere a considerar que los pozos sin datos de explotación, funcionan el mismo número de horas promedio de los pozos con datos (2210 hrs. en este sector) y sus caudales de operación, son el caudal de diseño del conjunto de los pozos multiplicado por un factor que relaciona los caudales declarados en la encuesta con sus respectivos caudales de diseño (en el caso de este sector el factor caudal operación v/s caudal de diseño = 0.77 y el caudal de los pozos sin datos corresponde a 1229*0.77= 946 l/s). Por lo tanto, se puede estimar un volumen de explotación de 7.53 millones de m^3/año por los sondeos en operación y sin datos de la encuesta .

De acuerdo a lo anterior, a la explotación de 16,48 Mm^3 (15.08 Mm^3 en riego+1.4 Mm^3 en minería) se le pueden agregar (extrapolando) 7,53 Mm^3 correspondiente a los pozos de riego sin datos. Así, se tiene una explotación media del acuífero de 24.01 Mm^3/año (760 l/s como caudal continuo).

En las páginas siguientes se presentan dos cuadros con el cálculo de la explotación por sondeos.

El primero, corresponde a pozos de Riego
El segundo, corresponde a otros Pozos ya sea Mineros o Industriales.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

PRODUCCION POZOS DE REGADIO
SECTOR Nº 3 LA PUERTA - MAL PASO

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolución DGA Caudal l/s	Resolución DGA Numero	Resolución DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3 Abr-Ago	Volumen (m3 Sep-Mar	SUMA (m3/año)	Q Diseño (l/s)	Has.
131	3a	2740	7010	D-08		Elmeo Orozco	En Tramite	63			872	768	45	R		141,264	124,416	265,680		
89	3a	2740	7000	C-11	Sector Tres Puentes	(DOLE - CHILE S.A.)	S/D				120	168	13	R	Op	5,616	7,862	13,478	13	2
90	3a	2740	7000	C-12	Las Parcelas	Jaime Proboste E.	Concedido	60	507	24/07/90		1,800	60	R	Op		388,800	388,800		37
91	3a	2740	7000	C-13	Parcela Tres Soles	Alfonso Proboste E.	S/D					192		R	Op				80	42
92	3a	2740	7000	C-14	El Mirador	Carlos Torres Pedrero	S/D				768	1,386	7	R	Op	17,971	32,432	50,404	7	6
94	3a	2740	7000	C-16	Pol - El Puente	Pedro Campos Rivera	Concedido	40	404	16/09/92	118	1,104	10	R	Op	4,248	39,744	43,992	23	9
103	3a	2740	7010	B-05	Villa María Hornitos	Soc. del Norte. Exp Frutícola	Concedido	67	068	12/03/80	NO SABE			R	Op				60	
104	3a	2740	7010	B-06	Parcela 17- B Hornitos	DELIBER S.A.	Concedido	80	271	18/07/86	214	720	45	R	Op	34,668	116,640	151,308	100	43
106	3a	2740	7010	B-08	Parcela 27 Fdo. El Yeso	Soc. Agric. Soledad Ltda.	Concedido	49	263	29/07/80	660	2,460	46	R	Op	109,296	407,376	516,672	30	42
107	3a	2740	7010	B-09	Parcela 24 Hornitos	Soc. Agric. Oasis	Concedido	38	331	2/09/80	48	912	60	R	Op	10,368	196,992	207,360	60	30
109	3a	2740	7010	B-11	Parcela 23 Hornitos	DELIBER S.A.	Concedido	100	310	7/08/86	214	720	55	R	Op	42,372	142,560	184,932	100	26
111	3a	2740	7010	B-13	Parcela (22)Hornitos	Soc. Agricola El Sol de Copiapo	Concedido	60	168	3/05/85	NO SABE			R	Op				70	
112	3a	2740	7010	B-14	Villa María- Hornitos	Sergio Ruiz Tagle	Concedido	105	515	7/08/90	NO SABE			R	Op				105	
113	3a	2740	7010	B-15	Fdo. Pabellón Alto	Sergio Ruiz Tagle	S/D				1,008	3,312	20	R	Op	72,576	238,464	311,040	20	28
114	3a	2740	7010	B-16	Predio El Sauce	Sergio Ruiz Tagle	S/D				NO SABE			R	Op				68	
115	3a	2740	7010	B-17	Fdo. Villa María 3	Sergio Ruiz Tagle H.	En Tramite	160			NO SABE			R	Op				50	
117	3a	2740	7010	B-19	Pabellón -3	Sergio Ruiz Tagle	S/D				1,008	3,312	40	R	Op	145,152	476,928	622,080	98	57
118	3a	2740	7010	B-20	El Yeso - Fdo Hornitos	Sergio Ruiz Tagle	En Tramite	70			216	720	42	R	Op	32,659	108,864	141,523	60	25
119	3a	2740	7010	B-21	Fdo. Hornitos	DELIBER S.A.	Concedido	49	212	25/05/94	214	720	80	R	Op	61,632	207,360	268,992		80
120	3a	2740	7010	B-22	Fdo. Hornitos	DELIBER S.A.	S/D				214	720	35	R	Op	26,964	90,720	117,684	35	
122	3a	2740	7010	B-24	Parcela 4 Hornitos	Frutícola Exp. Atacama	Concedido	63	347	16/08/93	NO RESPONDE			R	Op				63	
123	3a	2740	7010	B-25	Retamo	Soc. Agric. Oasis	En Tramite	13			144	384	8	R	Op	4,147	11,059	15,206	8	9
127	3a	2740	7010	D-04	Hornitos El Mirador	Carlos Torres P.	Concedido	20	232	16/06/89	NO RESPONDE			R	Op				45	
128	3a	2740	7010	D-05	Hornitos	Nicasio Torres	En Tramite	28			NO RESPONDE			R	Op				32	
130	3a	2740	7010	D-07	Parcela 18 Fdo Cantaru , Horn	Oscar Proboste	En Tramite	100			750	1,050	80	R	Op	216,000	302,400	518,400		
135	3b	2730	7010	A-04	El Pimiento	Carabineros de Chile	En Tramite	40				804	65	R	Op		188,136	188,136	65	36
139	3b	2730	7010	A-08	Carrillos	Comunidad Nantoco	Concedido	37	053	18/02/81		391	60	R	Op		84,456	84,456	84	
141	3b	2730	7010	A-10	Parcela M 18 y 19 Nantoco	Soc. Agric. Santa Sabina	Concedido	17	085	18/03/81		1,540	15	R	Op		83,160	83,160	60	18
144	3b	2730	7010	A-13	Parcela Nº 2 Nantoco	Humberto Labra	Concedido	35	364	23/09/86		1,248	12	R	Op		53,914	53,914	13	8
145	3b	2730	7010	A-14	Parcela Nº 5 Nantoco	Juan Fdo Silva	En Tramite	75			NO SABE			R	Op					
147	3b	2730	7010	A-16	Fdo. Santa Laura 2	Frut. Export. Atacama Ltda	Concedido	58	554	24/11/94	630	2,514	47	R	Op	106,596	425,369	531,965	84	
148	3b	2730	7010	A-17	Fdo. Santa Laura 3	Frut. Export. Atacama Ltda	S/D				90	2,790	64	R	Op	20,736	642,816	663,552	84	
149	3b	2730	7010	A-18	Parcela 15 Fdo Santa Laura	Frut. Export. Atacama Ltda	Concedido	95	073	18/02/87	630	2,790	58	R	Op	131,544	582,552	714,096	65	30
150	3b	2730	7010	A-19	Parcela Fdo Santa Laura	Frut. Export. Atacama Ltda	En Tramite	30			3,600	5,040	15	R	Op	194,400	272,160	466,560	15	6
152	3b	2730	7010	A-21	Carrillos Nantoco	Uni-Agri	S/D				615	1,230		R	Op					
153	3b	2730	7010	A-22	Soc Agric. Amancay Ltda.	Agro 7 Amagos	S/D							R	Op					
154	3b	2730	7010	A-23	Hda. Carrillos	Soc. Romero - Pinto (Norte)	S/D				NO SABE			R	Op				3 95	
155	3b	2730	7010	A-24	Parcela 11 Nantoco	Soc Rolando Magri	S/D				NO SABE			R	Op				1	
157	3b	2730	7010	A-26	Parcela 9 Nantoco	Patricio Ghiglino	En Tramite	25			NO SABE			R	Op				1 20	
159	3b	2730	7010	A-28	Parcela 4 Nantoco	Soc Agric El Fuerte	Concedido	140	106	5/03/86	1,008	1,080	5	R	Op	18,144	19,440	37,584	5	14
170	3b	2730	7010	D-02	Los Maitenes	ACONEX	Concedido	85	202	17/05/85	330	1,140	63	R	Op	74,844	258,552	333,396	35	64

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

PRODUCCION POZOS DE REGADIO
SECTOR Nº 3 LA PUERTA - MAL PASO

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	Long	Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolución DGA Caudal l/s	Numero	Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3) Abr-Ago	Volumen (m3) Sep-Mar	SUMA (m3/año)	Q Diseño (l/s)	Has
171	3b	2730	7010	D-03	Fdo Chañarcillo - Pabellon Be	Juan Carlos Anaya (Soc. Agr. Chañ	Concedido	80	218	28/05/85	525	1,656	70	R	Op	132,300	417,312	549,612	60	55
172	3b	2730	7010	D-04	Colinas de Jotabeche (Fdo.)	Sergio Ruiz Tagle	En Tramite	90			1,008	1,968	85	R	Op	308,448	602,208	910,656	85	
173	3b	2730	7010	D-05	Parcela 36 Jotabeche	Sergio Ruiz Tagle	S/D				NO SABE			R	Op				80	
174	3b	2730	7010	D-06	Fdo. Tropicana - Colina	Sergio Ruiz Tagle	Concedido	50	078	18/02/87	NO SABE			R	Op				52	
175	3a	2730	7010	D-07	Pabellón S.I	Sergio Ruiz Tagle	Concedido	16	242	16/07/69	NO SABE			R	Op				100	
176	3a	2730	7010	D-08	Fdo. Pabellón	Agro 7 Amigos	En Tramite	14.4			576	2,592	54	R	Op	111,974	503,885	615,859	60	57
177	3b	2730	7010	D-09	Agricola Millahue	Agricola Millahue	S/D				NO RESPONDE			R	Op				70	
178	3b	2730	7010	D-10	Agricola Millahue	Agricola Millahue	Concedido	55	517	7/11/87	96	2,592	54	R	Op	18,662	503,885	522,547	80	17
179	3b	2730	7010	D-11	Fdo. Alianza P 5	Agro Fruta Copiapo	Concedido	100	138	17/03/87	NO RESPONDE			R	Op				78	
180	3b	2730	7010	D-12	Fdo. Alianza P1	Agro Fruta Copiapo	Concedido	70	513	12/12/86	480	2,112	70	R	Op	120,960	532,224	653,184	70	72
181	3b	2730	7010	D-13	Fdo. Alianza P 2	Agro Fruta Copiapo	Concedido	70	513	12/12/86	480	2,112	70	R	Op	120,960	532,224	653,184	70	72
182	3b	2730	7010	D-14	Fdo. Alianza P4	Agro Fruta Copiapo	Concedido	100	413	27/10/86	288	2,304	80	R	Op	82,944	663,552	746,496	130	43
183	3b	2730	7010	D-15	Fdo. Alianza P 3	Agro Fruta Copiapo	S/D				192	1,728	70	R	Op	48,384	435,456	483,840	100	70
184	3b	2730	7010	D-16	Parc. 33 Jotabeche	Soc Agr. Sacramento Ltda.	Concedido	40	388	4/05/90	228	1,176	20	R	Op	16,416	84,672	101,088	40	18
187	3b	2730	7010	D-19	Fdo. Pabellon	Agro 7 Amigos	En Tramite	10			576	2,256	60	R	Op	124,416	487,296	611,712	60	57
165	3b	2730	7010	B-05	Qda. Carrillos Amarrey 1	Agro 7 Amigos Ltda.	Concedido	75	288	27/10/87	552	2,304	87	R	Op	172,886	721,613	894,499	110	70
80	3a	2740	7000	C-02	Hornitos- Qda. Ba. Aires	U.T.C.	Concedido	80	439	6/11/86	1,152	3,024	57	R	Op	236,390	620,525	856,915	100	
108	3a	2740	7010	B-10	Hda. Hornitos Villa Maria	Sergio Ruiz Tagle	Concedido	80	421	18/05/90	222	720	40	R	Op	31,968	103,680	135,648	83	
110	3a	2740	7010	B-12	Parcela 18 Fdo Cantera Hornit	Oscar Probens E.	Concedido	50	314	13/08/86	196	1,860	50	R	Op	35,280	334,800	370,080	50	43
105	3a	2740	7010	B-07	Parcela 15 Hornitos	DELIBER S.A.	Concedido	42	603	14/12/83	----------	----------	-----	R	S/U					
116	3a	2740	7010	B-18	Fdo. Villa Maria 4	Sergio Ruiz Tagle H.	S/D				----------	----------	-----	R	S/U					
121	3a	2740	7010	B-23	Fdo. Hornitos	DELIBER S.A.	Concedido	50	212	25/05/94	----------	----------	-----	R	S/U					
125	3a	2740	7010	D-02	Hornitos Parc 11	Adolfo Muñoz (Nicasio Torres)	Concedido	23	082	23/02/87	----------	----------	-----	R	S/U					
126	3a	2740	7010	D-03	Hornitos Parc.	Parceleros Hornitos (Bien comun)	S/D				----------	----------	-----	R	S/U					
133	3b	2730	7010	A-02	Parcela Nº 4 Nantoco Pach	Soc Agric. El Fuerte	En Juzgado	79			----------	----------	-----	R	S/U					
136	3b	2730	7010	A-05	Parcela Nº 10 Nantoco	J. Manuel Quiroga (Nora)	S/D				----------	----------	-----	R	S/U					
146	3b	2730	7010	A-15	Fdo. Santa Laura Nantoco	Frut. Export. Atacama Ltda.	En Tramite	95			----------	----------	-----	R	S/U					
151	3b	2730	7010	A-20	Parcela Fdo Santa Laura	Frut. Export. Atacama Ltda.	En Tramite	80			----------	----------	-----	R	S/U					
156	3b	2730	7010	A-25	Parcela 10 Nantoco	Jose Manuel Quiroga	S/D				----------	----------	-----	R	S/U					
161	3b	2730	7010	B-01	Qda. Carrillos	CORFO (Romeco Pinchetti)	Concedido	60	434	28/10/85	----------	----------	-----	R	S/U					
163	3b	2730	7010	B-03	Qda. Carrillos	DELIBER S A.	Concedido	110	208	8/05/87	----------	----------	-----	R	S/U					
166	3b	2730	7010	B-06	Qda. Carrillos Amarrey 1	Agro 7 Amigos Ltda.	Concedido	116	393	30/09/87	----------	----------	-----	R	S/U					
168	3b	2730	7010	C-01	Totoralillo	Codelpa (Manuel Jorquera)	Concedido	35	511	15/12/82	----------	----------	-----	R	S/U					
185	3b	2730	7010	D-17	Fdo Tropicana - Colina	Sergio Ruiz Tagle	En Tramite	90			----------	----------	-----	R	S/U					
186	3b	2730	7010	D-18	Pabellon	Pedro Campos Rivera	En Tramite	80			----------	----------	-----	R	S/U					
164	3b	2730	7010	B-04	Qda. Carrillos Amarrey 1	Agro 7 Amigos Ltda.	S/D				----------	----------	-----	R	S/U					
77	Total de pozos de Regadio Sector Nº 3 La Puerta - Mal Paso						Total	3642.4			557	1,653				3,033,187	12,046,504	15,079,691		1,185

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA
LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

PRODUCCION POZOS DE OBSERVACION, POTABLE E INDUSTRIAL.
SECTOR Nº 3 LA PUERTA - MAL PASO

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situacion Derechos	Resolucion DGA Caudal l/s	Resolucion DGA Numero	Resolucion DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen m3) Abr-Ago	Volumen(m3) Sep-Mar	SUMA (m3/año)
158	3b	2730	7010	A-27	Parcela 4 Nantoco	Soc Agric El Fuerte	En Tramite	40						I	Op			
162	3b	2730	7010	B-02	Qda. Cerrillos	Planta Cia. Rumania Ltda Coemin	S/D				1,200	1,680	45	M	Op	194,400	272,160	466,560
167	3b	2730	7010	B-07	Qda. Cerrillos	Coemin	S/D				2,700	3,780	40	M	Op	388,800	544,320	933,120
99	3a	2740	7010	B-01	Planta Elisa de Bordos 1	Cia. Minera San Andres	Concedido	10	417	5/11/79	.....	.....	.....	M	S/U			
100	3a	2740	7010	B-02	Hda. Elisa de Bordos	Cia. Minera San Andres	S/D				.....	.....	.....	M	S/U			
124	3a	2740	7010	D-01	Hornitos (Rojas)	DELIBER S.A.	En Tramite	80			.....	.....	.....	O	S/U			
132	3b	2730	7010	A-01	Parcela Nº 8 Nantoco	Cia. Minera Candelaria	En Tramite	45			.....	.....	.....	O	S/U			
134	3b	2730	7010	A-03	Canal Mal Paso	Agric Sta Sabina Ltda Pc 18 y 19	S/D				.....	.....	.....	O	S/U			
169	3b	2730	7010	D-01	Pabellon	DGA- Observacion	Concedido	60	354	25/10/84	.....	.....	.....	O	S/U			
101	3a	2740	7010	B-03	Elisa de Bordos	Abel Bouchon- Obs. D.G.A.	En Tramite	80			.....	.....	.....	O	S/U			
10	Total depozos de Observacion, de Agua Potable e Industrial - del sector Nº3 La Puerta - Mal Paso						Total	315			1,950	2,730				583,200	816,480	1,399,680

8.6. NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA

En el cuadro de la página siguiente (Cuadro 8-12), se han consignado tres valores del nivel estático a saber, el de la fecha de construcción del sondaje, los de Diciembre 1986 y Enero 1987 (correspondiente al estudio de la D.G.A. 1987) y finalmente, el de 1995 correspondiente al catastro de terreno efectuado en el presente estudio.

Del análisis del cuadro adjunto (Cuadro 8-12) se puede comentar lo siguiente:

- Hay 73 sondeos analizados con niveles medidos en el año de construcción, 33 el año 1986, y 44 el año 1995. De estos hay 19 sondeos en que se pudo establecer la diferencia de niveles entre los años 1986 y 1995. De estos 19 sondeos hay descensos en 16 sondeos y ascensos en 3.

- Los descensos máximos anotados son de 33,6 metros y lo ascensos máximos son de 1,62 metros. De los 16 sondeos con descensos hay 3 con menos de 3 metros; 6 entre 3 y 10 metros; 4 entre 10 y 20 metros y 3 con más de 20 metros.

- De lo anterior se desprende que el descenso más frecuente se encuentra entre 3 y 20 metros es decir entre 0,3 y 2 metros al año como promedio.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro. 8-10 Niveles :

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR N° 3 LA PUERTA - MAL PASO

N° Cat95	POZO Lat	Long	N°	Año Const.	N.E. Const.	N.E. 86	N. E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
80	2740	7000	C-02	1986	38.90	38.20	57.00	-18.80	160.0	-1.88
89	2740	7000	C-11		27.30				52.5	
90	2740	7000	C-12							
91	2740	7000	C-13	1987	15.90				70.6	
92	2740	7000	C-14		42.20				60.0	
94	2740	7000	C-16	1990	36.60		46.00		55.0	
99	2740	7010	B-01	1961	57.00	17.50			81.5	
100	2740	7010	B-02	1972	65.60	14.20			81.0	
101	2740	7010	B-03			17.30				
102	2740	7010	B-04	1986	22.80	25.17			73.5	
103	2740	7010	B-05		62.10				100.0	
104	2740	7010	B-06	1985	28.20	23.16			75.0	
105	2740	7010	B-07			29.94				
106	2740	7010	B-08	1980	47.90				70.0	
107	2740	7010	B-09	1979	50.90	22.82			75.0	
108	2740	7010	B-10	1984	8.90		31.40		75.0	
109	2740	7010	B-11	1984	18.30		44.00		60.0	
110	2740	7010	B-12	1984	28.20		58.50		80.2	
111	2740	7010	B-13	1985	22.00	27.43			79.0	
112	2740	7010	B-14	1984	22.00				75.0	
113	2740	7010	B-15						70.0	
114	2740	7010	B-16	1990	34.60	17.50	48.00	-30.50	87.0	-3.05
115	2740	7010	B-17	1989	26.93		44.72		75.0	
116	2740	7010	B-18	1990	34.50		36.60		55.0	
117	2740	7010	B-19	-	42.26		55.90		85.0	
118	2740	7010	B-20	1990	21.50		36.48		55.0	
119	2740	7010	B-21	1993			56.18		114.0	
120	2740	7010	B-22						90.0	
121	2740	7010	B-23	1993			51.08			
122	2740	7010	B-24						100.0	
123	2740	7010	B-25	1993	33.80				60.0	
124	2740	7010	D-01		72.40		65.11		90.0	
125	2740	7010	D-02				95.00			
126	2740	7010	D-03	1973	57.00				96.0	
127	2740	7010	D-04		39.10				60.0	
128	2740	7010	D-05	1990	56.40		56.32		80.0	
129	2740	7010	D-06	1992					70.0	
130	2740	7010	D-07		60.12		65.80		106.0	
131	2740	7010	D-08		56.30				102.0	
132	2730	7010	A-01	1966	6.10	3.48			36.0	
133	2730	7010	A-02		3.50	2.01	2.85	-0.84		-0.08
134	2730	7010	A-03		5.40	1.53			54.0	
135	2730	7010	A-04						50.0	
136	2730	7010	A-05		11.50	4.19	6.48	-2.29		-0.23
138	2730	7010	A-07	1990	8.90				104.5	
139	2730	7010	A-08	1978	13.40		7.00		49.0	
140	2730	7010	A-09	1977	14.30		4.70		50.0	
141	2730	7010	A-10		50.00	2.30	1.89	0.41	50.0	0.04

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Continuación Cuadro 8-10

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR Nº 3 LA PUERTA - MAL PASO

Nº Cat95	POZO Lat	Long	Nº	Año Const.	N.E. Const.	N.E. 86	N.E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
142	2730	7010	A-11			0.37	6.10	-5.73		-0.57
144	2730	7010	A-13		0.50	2.50	4.70	-2.20	11.5	-0.22
145	2730	7010	A-14	1983			1.30			
146	2730	7010	A-15						48.0	
147	2730	7010	A-16	1991	2.25				55.0	
148	2730	7010	A-17	1991	5.12		6.10		55.0	
149	2730	7010	A-18	1990	7.25				55.0	
150	2730	7010	A-19	1990	4.20		4.20		20.0	
151	2730	7010	A-20	1986	0.72				60.0	
152	2730	7010	A-21		6.50				36.2	
153	2730	7010	A-22	1992	9.50				100.0	
154	2730	7010	A-23				3.33		5.0	
155	2730	7010	A-24		7.00		7.00		12.0	
156	2730	7010	A-25				6.30			
157	2730	7010	A-26				6.12			
158	2730	7010	A-27				3.85			
159	2730	7010	A-28		3.20				10.2	
160	2730	7010	A-29						103.0	
161	2730	7010	B-01	1962	30.00	17.91			126.0	
162	2730	7010	B-02	1983	16.00	11.88	15.70	-3.82	65.6	-0.38
163	2730	7010	B-03	1985	1.90				60.0	
164	2730	7010	B-04	1986	64.85	24.80			120.0	
165	2730	7010	B-05	1986	25.12	24.60	27.80	-3.20	90.0	-0.32
166	2730	7010	B-06			64.20	68.20	-4.00		-0.40
167	2730	7010	B-07	1972	29.60				82.5	
168	2730	7010	C-01	1987	25.35				70.5	
169	2730	7010	D-01		53.00	25.59	41.50	-15.91	65.5	-1.59
170	2730	7010	D-02		51.00	12.02	45.60	-33.58	70.6	-3.36
171	2730	7010	D-03	1980	46.50				100.0	
172	2730	7010	D-04	1979	45.00				94.0	
173	2730	7010	D-05	1980	36.20				80.0	
174	2730	7010	D-06	1986	23.60	23.60	32.18	-8.58	60.0	-0.86
175	2730	7010	D-07		36.90	39.45			70.0	
176	2730	7010	D-08		26.10	32.75	58.00	-25.25	80.0	-2.53
177	2730	7010	D-09	1985	21.96				79.0	
178	2730	7010	D-10	1980	25.20	30.33			66.0	
179	2730	7010	D-11	1986	5.95				70.0	
180	2730	7010	D-12		6.00	11.42	9.80	1.62	60.0	0.16
181	2730	7010	D-13		6.90	10.00	9.72	0.28	70.0	0.03
182	2730	7010	D-14	1986	6.30	9.37	14.60	-5.23	70.0	-0.52
183	2730	7010	D-15	1984	3.10		12.08		80.0	
184	2730	7010	D-16	1988	7.30	4.61	20.02	-15.41	45.0	-1.54
185	2730	7010	D-17	1994	26.20	8.40	26.28	-17.88	58.0	-1.79
186	2730	7010	D-18		36.00				88.0	
187	2730	7010	D-19	1993	54.00		54.00		70.0	

LOS MILITARES Nº 4266 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.6.1 Variación Hiperanual de Niveles

En relación con la variación hiperanual de niveles, se ha incluido un plano denominado: "Plano de Variación Histórica de Niveles N° 3 (Ver Tomo II, Planos), que comprende el Sector La Puerta-Mal Paso. En él que se encuentran 7 gráficos de variación histórica de niveles en los siguientes sondeos, con la longitud de registro que se indica.

SONDEO	LONGITUD DE REGISTRO	PERIODO
2740 7010 C-2	Nov. 1974 - Ene. 1978	4 Años
2740 7010 B-3	Nov. 1974 - Ene. 1995	21 Años
2740 7010 B-4	Mar. 1975 - Ene. 1995	20 Años
2730 7010 D-1	Ene. 1987 - Ene. 1995	8 Años
2730 7010 B-1	Mar. 1963 - Ene. 1995	24 Años
2730 7010 A-1	Dic. 1966 - Ene. 1995	29 Años
2730 7010 A-3	Ene. 1971 - Ene. 1995	24 Años

Los pozos anteriores se listan en orden de ubicación en el valle desde aguas arriba hacia aguas abajo y en los párrafos siguientes se presenta un análisis de registros en cada uno de los pozos.

Sondeo 2740 7000 C-2,
Hornitos-Qda. Buenos Aires (UTC)
N° 80 del Catastro '95

Presenta registros durante los años 75, 76, 86 y parte del 87.

Dado lo discontinuo de los registros su interpretación será en conjunto con sondeos cercanos.

Desde enero de 1975 a enero de 1977 muestra descensos importantes, desde los 46 metros bajo terreno hasta 59 m. Es decir presenta tasas de descenso de alrededor de los 6 m/año.

Durante el año 1986 presenta caídas de los niveles desde 34 a 40 m bajo terreno, ello para medidas de enero y diciembre respectivamente.

Sondeo 2740 7010 B-3
Elisa de Bordos (Abel Bouchon-Observación D.G.A.)
N° 101 del Catastro '95

Presenta un registro grande de mediciones desde 1975 a 1995 (20 años). en él se observan claramente 3 períodos por los que ha pasado el acuífero en el sector de Elisa de Bordos, al menos durante el tiempo que se tienen registros.

El primer período muestra un régimen de descenso de niveles medidos desde 1975 hasta Nov. de

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

1980, con valores entre 41 metros bajo terreno y 48 metros bajo terreno.

El segundo período corresponde desde enero de 1981 a diciembre de 1984 donde se produce un período de recargas del acuífero con aumentos de niveles desde los 48 metros bajo terreno hasta los 14 metros. Presentándose tasas de ascenso durante 1981 de 12 m/año, durante 82-83 de 5 m/año y durante 1984 de 12 m/año.

El tercer período comprende desde enero de 1985 hasta diciembre de 1992 donde los niveles descienden desde 14 metros bajo nivel de terreno hasta los 38 metros. Lo anterior permite evidenciar tasas de descenso de 2 m/año durante los años 85, 86 y 87, de 4,5 m/año entre los años 89 al 92. El año 88 correspondió a un año especial donde en este período de descensos se producen recargas al acuifero y este aumenta sus niveles en 4 metros aproximadamente producto ello de que el año anterior 1987 presentó un invierno con grandes precipitaciones.

Durante los últimos 2 años 1993 y 94 los niveles se han mantenido aproximadamente alrededor de los 37 a 38 metros bajo el nivel de terreno.

Pozo 2740 7010 B-4
Villa María Hornitos (Sergio Ruiz Tagle)
N° 102 del Catastro '95

Se ubica aguas abajo de Elisa de Bordos en el sector de Viñita Azul, aguas arriba de Pabellón.

Este pozo es semejante al B-3, evidenciando los mismos períodos de recarga - descarga. Los valores de los registros mínimos y máximos corresponden en este pozo a 56 y 22 metros bajo nivel de terreno, correspondiente a noviembre de 1980 y enero de 1985.

En la actualidad los niveles se encuentran alrededor de los 43 metros bajo nivel de terreno y esta situación se mantiene desde marzo de 1993 aproximadamente con variaciones de más menos 1 metro.

Pozo 2730 7010 D-1
Pabellón (D.G.A.-observación)
N° 169 del Catastro '95

Este pozo muestra el mismo funcionamiento del embalse subterráneo que se observa en los pozos B-3 y B-4.

Se ubica en el sector de Pabellón aguas abajo del pozo B-4 y aguas arriba del sector de Potrero Seco.

Posee registros desde el año 87 en adelante hasta la fecha y en ellos se observa el último período de descargas donde los niveles han descendido desde los 25 metros bajo terreno en enero de 1987 hasta los 38 metros durante 1993 y 1994.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Pozo 2730 7010 B-1
Pozo Quebrada de Cerrillos
N° 161 del Catastro '95

Este se ubica a la salida de la Q. de Cerrillos o Carrizalillo.

En este pozo se cuenta con registros anteriores a 1975, medidos desde 1963 hasta la fecha actual, aunque entre 1979 y 1986 de dejaron de medir.

Desde 1967 hasta 1972 se presenta una época de descenso de niveles desde los 26 metros bajo nivel de terreno hasta los 35 metros.

Desde fines de 1972 hasta 1976 se produce una época de recargas con aumentos de los niveles desde 35 metros bajo terreno hasta 29 m.

Desde 1988 hasta 1992 se produce un descenso paulatino de los niveles desde 17 metros bajo terreno hasta 21 metros, por lo que se asume una tasa de descenso de 0,8 m/año.

Desde 1993 en adelante los niveles se han mantenido alrededor de los 20 metros bajo nivel de terreno.

Aguas abajo de este sondeo se evidencia un cambio en el funcionamiento del embalse subterráneo y donde los períodos de recarga y descarga se ven reflejados en pequeñas variaciones de los niveles del agua subterránea (no más de 3 metros para el período 88-92) en contraste con las grandes variaciones (20 metros para el período 88-92) que se presentan en los sondajes de aguas arriba como lo muestran los pozos: D-1, B-4 y B-3.

Pozos 2730 7010 A-1 y A-3
Parcela 8 Nantoco (Cía minera Candelaria) y
Canal Mal Paso (Agrícola Sta. Sabina)
N°° 132 y 134 del Catastro '95

Estos pozos se ubican aguas abajo de los anteriores, en el sector de Nantoco y Mal Paso respectivamente.

Muestran un funcionamiento semejante al pozo Quebrada de Cerrillos (B-1) con muy pequeñas variaciones en los niveles de la napa.

Muestran los mismos ascensos y descensos del nivel freático a través del tiempo y durante 1984 a 1992 sus niveles se mantuvieron alrededor de los 4 y 2 metros bajo terreno respectivamente.

Desde 1992 a la fecha evidencian un descenso de alrededor de 1.0 m. en ambos pozos.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Todo lo anterior es un indice de que el acuífero responde en forma hiperanual a los períodos de recarga por abundancia de agua en el río y que en períodos de baja escorrentía se emplea en parte aguas del embalse subterráneo.

Como conclusión general se puede decir que la situación actual del acuífero al año 1995 no presenta problemas de sobreexplotación ya que los descensos corresponden a períodos naturales de recarga-descarga del acuífero producto de años de mayor o menor pluviosidad.

En este embalse subterráneo denominado La Puerta - Mal Paso, se pueden diferenciar dos sectores hidrogeológicos de funcionamiento del acuífero. Uno, donde se manifiestan fuertes variaciones de nivel con aguas subterráneas profundas y otro con pequeñas variaciones del nivel y cercanos a la superficie. El primero corresponde desde La Puerta hasta la junta con la Quebrada de Carrizalillo y el segundo desde Carrizalillo hasta Mal Paso.

Por otra parte el promedio de los niveles medidos en los pozos durante 1995 alcanza a 30.66 m. bajo el nivel de terreno, con valores máximos de 65.8 m. y mínimos de 1.3 m., todo ello en 33 pozos encuestados de un total de 93 sondeos existentes en el sector. Estos valores de acuerdo a antecedentes de 1986-87 alcanzaban un promedio de 17.55 m. con valores máximos de 39.45 m. y mínimos de 1.53 m. en 19 pozos.

Si bien es cierto que las diferencias entre los valores promedios de ambos períodos es de aproximadamente 13.11 m., dicha cifra no debe ser tomada con alarma ya que corresponde a la diferencia entre los niveles históricos más superficiales (1987) y la situación actual de un período seco, pero no el máximo histórico ya que en 1980 se registraron niveles en promedio inferiores a los actuales entre 4 y 8 metros adicionales aproximadamente.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.7 SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO

8.7.1 Volumen del Acuífero

El volumen desembalsado anualmente por la explotación de los pozos, de acuerdo con los datos contenidos en la encuesta del año 1995 asciende a 17 Mm^3.

El volumen total del acuífero considerando una profundidad máxima de 300 metros es de 5.400 Mm^3, si se considera un coeficiente de almacenamiento de 10%, se tiene un volumen total almacenado de 540 Mm^3. Por lo tanto el volumen de extracción anual es del orden del 3,1 % del volumen total de agua del acuífero, según las consideraciones anteriores.

El volumen total del acuífero considerando una profundidad máxima de 200 metros es de 4.700 Mm^3, si se considera un coeficiente de almacenamiento de 10%, se tiene un volumen total almacenado de 470 Mm^3. Por lo tanto el volumen de extracción anual es del orden del 3,6 % del volumen total de agua del acuífero.

Si se considera el caso extremo de un espesor de 100 m., bajo las mismas consideraciones anteriores respecto al coeficiente de almacenamiento se tiene un volumen de agua almacenada de 330 millones de m^3. Así se tiene una razón de explotación v/s volumen embalsado de 5.15%.

Lo anterior indica una explotación baja que no afecta el funcionamiento del embalse subterráneo. Esto ratifica la conclusión, de que la explotación actual es sustentable por el acuífero y que los descensos de niveles producidos en los últimos años es consecuencia de la hidrología e hidrogeología de la zona la cual pasa por períodos abundantes y períodos secos los cuales según los registros históricos se producen cada 20 años o más.

El caso extremo de considerar 100 m de espesor y S=5% entrega una razón de 10% del volumen explotado respecto al volumen almacenado en el acuífero.

En el cuadro siguiente se presenta un análisis de sensibilidad para distintos coeficientes de almacenamiento y espesores del acuífero a considerar.

Cuadro 8-13

Embalse Subterráneo :" La Puerta - Mal Paso"

Espesor Acuifero	Volumen Mm^3 Acuifero	Volumen Agua Almacenada (Mm^3) S=5%	S=10%	S=15%
Terreno-100m.	3,300	160	330	500
Terreno-200m.	4,700	240	470	710
Terreno-300m	5,400	270	540	810

Mm^3= millones metros cúbicos

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.7.2 Perfil Longitudinal del Sector La Puerta - Mal Paso

En relación con el posible desembalse del acuífero, se adjunta un perfil longitudinal del sector en el cual aparecen 8 aspectos del acuífero a saber:

- *La cota del terreno superficial.*
- *El nivel de saturación al año 1986/87.*
- *El nivel de saturación al año 1995*
- *El fondo de los sondeos actuales.*
- *El fondo del acuífero o basamento según la geofísica.*
- *El espesor límite de 300 m. considerado para efectos prácticos*
- *La línea que define el espesor 200 m.*
- *La línea que define el espesor 100 m.*

Asimismo se puede comentar la necesidad de efectuar sondeos de reconocimiento profundos de 200 a 300 metros de profundidad para determinar las características geométricas, hidráulicas y de la capa acuífera en todo el espesor del mismo. Hasta la fecha, el espesor total en muchos puntos solo está avalado por la campaña de geofísica de 1986. En ésta además se ha eliminado arbitrariamente el sector más abajo de los 300 metros, con el objeto de obtener cifras más conservadoras de la potencialidad del acuífero.

Por otra parte, surge la necesidad de contar con un mayor número de sondeos de observación de niveles estáticos, para cubrir con mayor densidad y precisión todo el sector del acuífero. Al mismo tiempo, si se desea, tener un control más exhaustivo del embalse subterráneo, se considera indispensable la colocación de medidores de caudales en todos y cada uno de los sondeos de explotación. Esta exigencia si bien es cierto es de alto costo, no lo es en términos relativos si se considera el costo total de cada pozo con su instalación eléctrica y bomba de extracción.

En las páginas siguientes se presentan tres perfiles del sector La Puerta-Mal Paso.

El primero corresponde a una visión de todo el Sector N°3 desde La Puerta a Mal Paso. El segundo y tercer perfil son del mismo sector N°3 pero mostrado por partes, primero el sub-sector La Puerta-Villa María y en segundo lugar el tramo Pabellón-Mal Paso, con el objeto de observar con mayor precisión.

De la observación de los gráficos anteriores se puede comentar:

- Los sondeos del sector tienen un promedio de 66.9 m. de profundidad y valores máximos de 114 m. y mínimos de 5 m.

- El mayor número de sondeos se encuentra entre los 80 y 90 metros de profundidad con 13 pozos, seguido de pozos 11 perforados entre 50 y 60 m.

- Tal como fue comentado anteriormente el promedio de los niveles de la napa en la actualidad, se ubica en 30 metros bajo nivel de terreno, mientras que en 1987 el promedio alcanzaba los 17.55 m.

- Se observan 2 subsectores de comportamiento diferente en cuanto a ubicación y fluctuaciones de los niveles estáticos, según se ubique arriba o abajo de la Quebrada de Cerrillos o Carrizalillo.

Entre La Puerta y Cerrillos se observan niveles profundos y de gran oscilación anual como proceso natural del acuífero e independiente de su explotación y por ello para lograr un

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

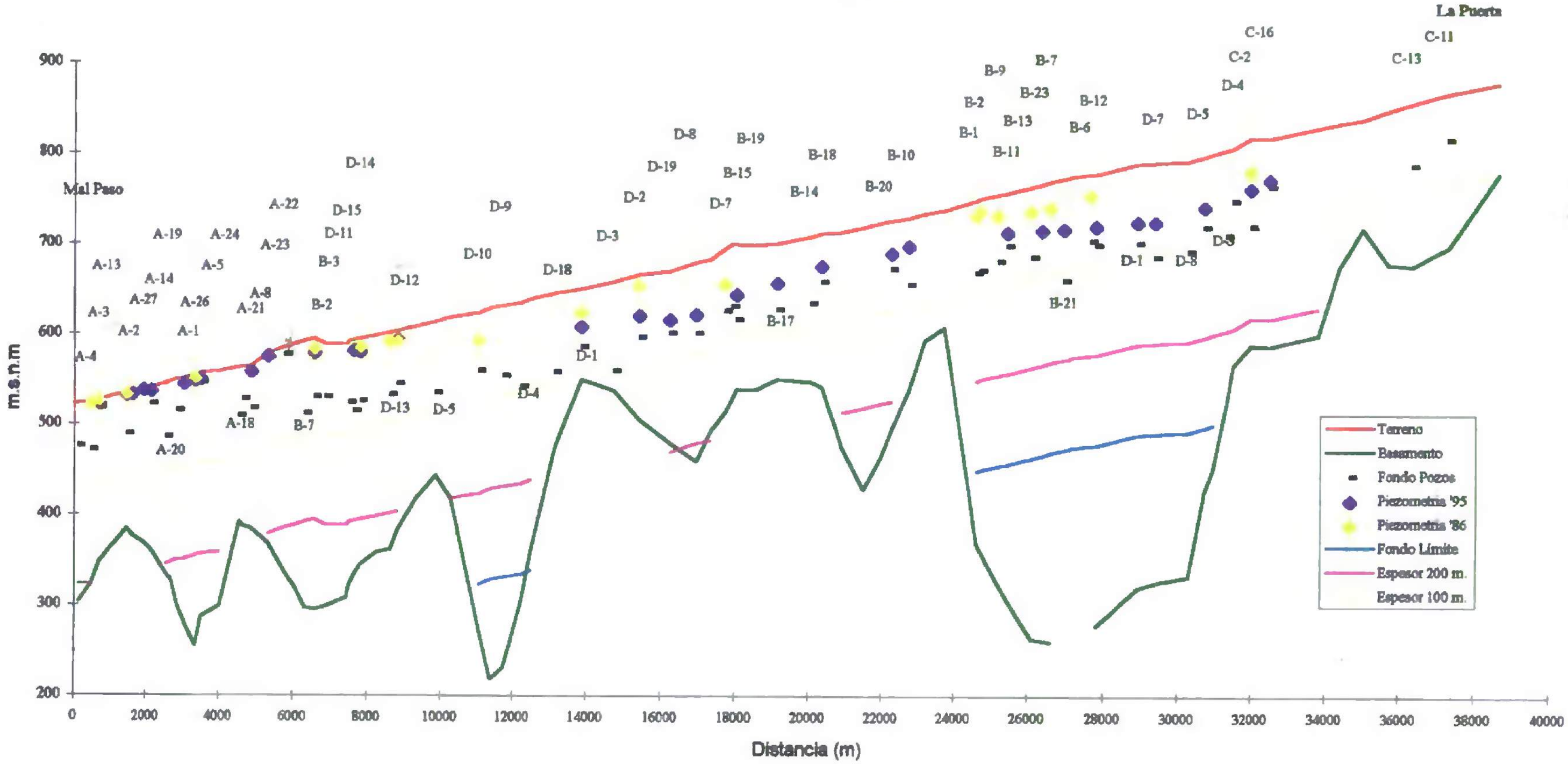
buen aprovechamiento del acuífero, los pozos deberían alcanzar como mínimo los 100 m. y en lo posible llegar a 150 m.

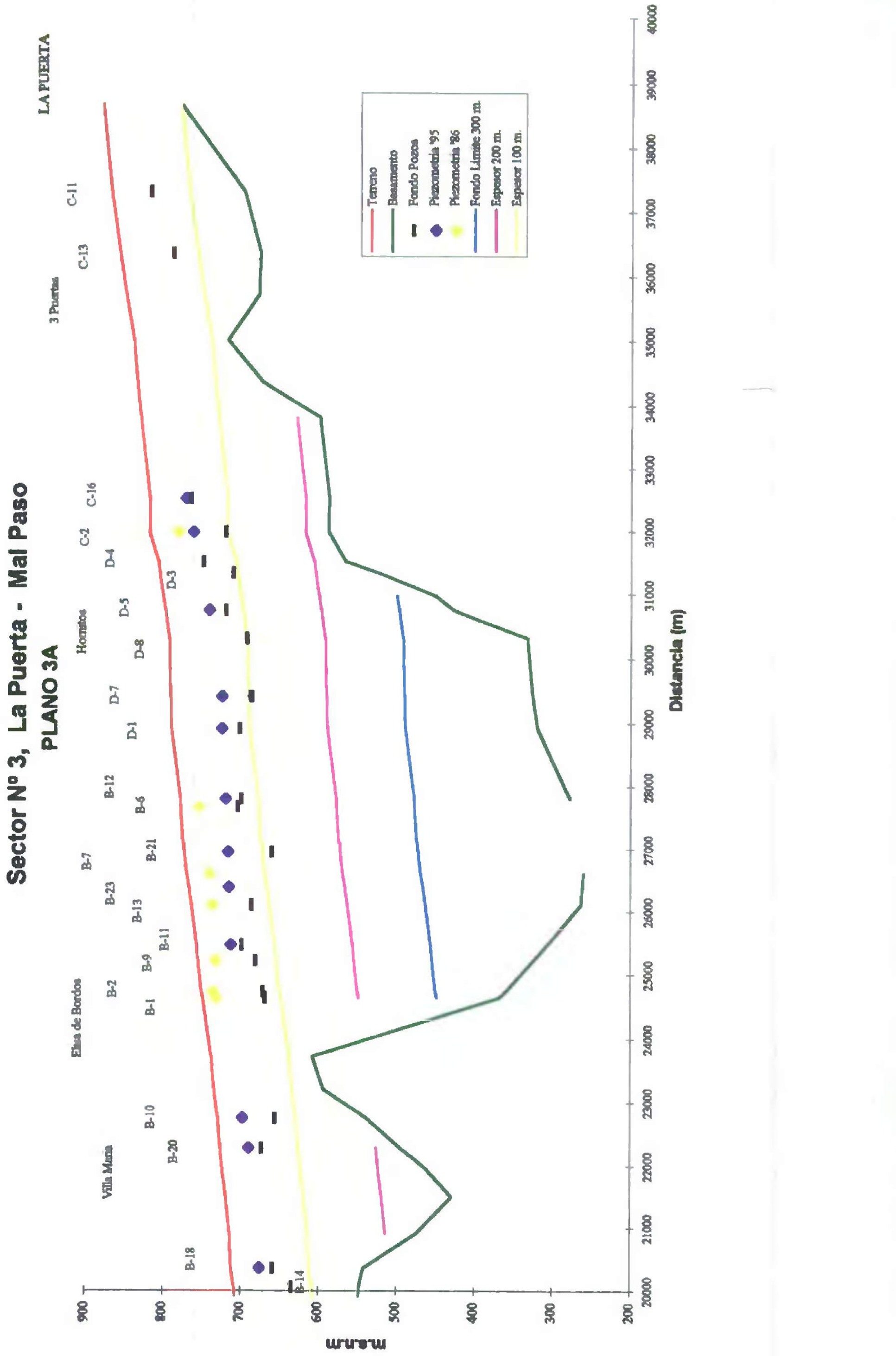
Entre Cerrillos y Mal Paso, se observan niveles cercanos a la superficie y de escasa fluctuación anual, dada la vecindad a la zona de descarga de este acuífero, por ello pozos con profundidades de 60 a 80 m. resultan adecuados a la situación actual del sector y permiten un razonable aprovechamiento del acuífero.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA
LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

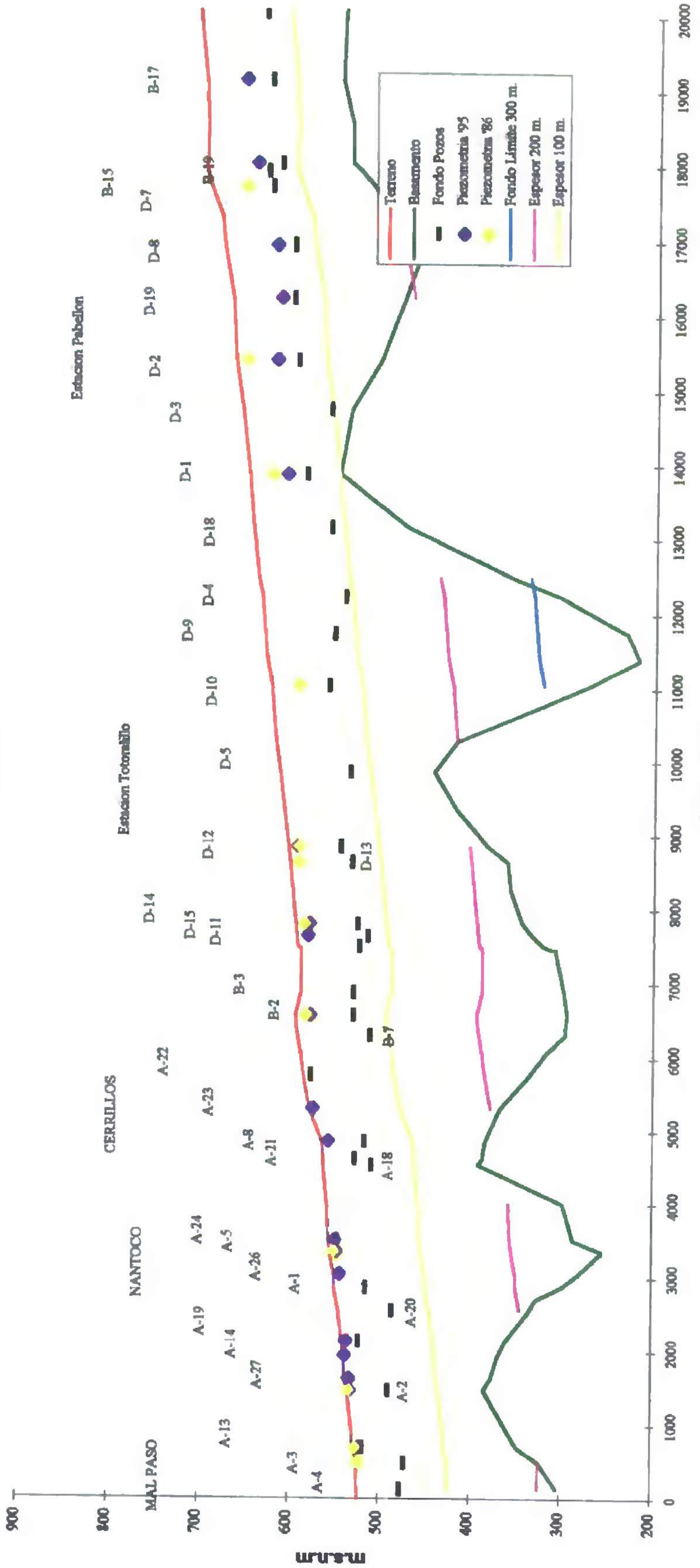
Sector Nº3
La Puerta - Mal Paso




Sector Nº 3, La Puerta - Mal Paso
PLANO 3A
LA PUERTA
3 Puentes
Hornitos
Elisa de Bordos
Villa Mana
C-11
C-13
C-2
C-16
D-4
D-5
D-3
D-7
D-8
D-1
B-7
B-12
B-6
B-23
B-13
B-21
B-11
B-2
B-9
B-1
B-10
B-20
B-18
B-14
Terreno
Basamento
Pozo Pozos
Piezometria '95
Piezometria '86
Pozo Limite 300 m.
Espesor 200 m.
Espesor 100 m.
Distancia (m)
metros

Sector N°3 La Puerta - Mal Paso

Plano 3B



8.8. BALANCE HIDROGEOLOGICO DEL ACUIFERO

8.8.1 Cuantificación de Volúmenes

a) Ingresos

a.1) Ingresos Superficiales

Corresponden a los valores indicados en el punto 8.1 "Ingresos y Salidas de Aguas Superficiales", básicamente se refieren a los caudales medios anuales de la estación fluviométrica Río Copiapó en La Puerta (2420 l/s).

a.2) Ingresos Subterráneos

Se obtuvieron en base a lo indicado en el capítulo 8.2 "Ingresos y Salidas de Agua Subterránea". El caudal subterráneo corresponde al pequeño flujo que se produce en La Puerta, calculado en 40 l/s y es producto del angostamiento de la sección, lo que produce afloramientos en el río y vertientes que son medidos como caudal superficial en La Puerta.

b) Salidas

b.1) Salidas Superficiales

Corresponden a los valores analizados en el capítulo 8.1, y se refieren a los caudales medios anuales de la estación Río Copiapó en Mal Paso (1230 l/s).

b.2) Salidas Subterráneas

Calculadas igual que los ingresos, pero considerando ahora la sección de Mal Paso, donde el flujo subterráneo alcanza valores entre 360 y 600 l/s, según sea el valor de T adoptado. Dado que los valores de T obtenidos de pruebas de bombeo son generalmente por defecto se utilizará el valor 600 l/s como caudal subterráneo de salida.

b.3) Salidas Netas

-Evapotranspiración por Cultivos

Se calcularon en base a las hectáreas regadas del sector y la evapotranspiración real de los cultivos (ETc), ésta se ha calculado de acuerdo a los valores de Kc y ETo del estudio D.G.A.-Ipla-1994. Dichos valores se incluyen en el capitulo 8.3 "Superficie Regada del Sector N°3".

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

En forma resumida corresponden a los valores de ETc : 7010; 5687; 11080 y 9199 m^3/ha/año para los cultivos de Parronales (1806 Ha.), Hortalizas (66 ha.), Praderas (0 ha.) y Frutales (146 ha.) respectivamente. Lo anterior alcanza a un volumen de 14.38 millones de m^3 anuales (456 l/s).

-Evapotranspiración en Zona de Vegas

En la Ref. N°1, se tienen diferenciados tres tipos de vegas: Tipo A, con matorrales y suelos húmedos; Tipo B, matorrales con suelos menos que húmedos; y Tipo C, matorrales ralos.

En 1986, año con niveles más superficiales del agua subterránea, se tenía una distribución de: 138, 63 y 340 has. de vegas tipo A, B y C respectivamente. Se estima que en la actualidad estos valores alcanzan la mitad de dichas cifras y estas áreas se concentran desde Cerrillos pasando por Nantoco hasta Mal Paso, principalmente en las riberas del río.

Considerando una evapotranspiración potencial de 13690 m^3/Ha/año y coeficientes Kc de: 1; 0.7 y 0.5 para las vegas A, B y C respectivamente, se tiene un volumen de 2.52 Mm^3/año (80 l/s) como concepto de evaporación.

-Exportación de aguas hacia fuera de cuenca

No existen exportaciones del recurso fuera del sector y de la cuenca.

-Usos Mineros

Se ha considerado que un 70 % (por no usar el 100%) de la descarga del acuífero mediante sondeos para usos mineros no retorna al ciclo, evaporándose en el proceso productivo. Por lo tanto, según la encuesta, se tiene una explotación minera de 1.4 Mm^3/año en el sector. Lo anterior permite asignar un volumen de 0.98 Mm^3/año como salida neta producto de usos mineros (31 l/s).

c) Variación del Almacenamiento

En este sector se presentan variaciones importantes de niveles freáticos entre La Puerta y Pabellón, es decir aproximadamente el 60 % del área del acuífero.

De acuerdo a la superficie media de la napa, calculada en 33 km^2 para el acuifero de este sector, se tiene una almacenamiento unitario del acuífero de 3.3 Mm^3 por metro de descenso del nivel freático.

En las variaciones de niveles entre 1889-92, se midieron tasas de descenso de 4.5 m/año, lo que permite estimar un desembalse de alrededor de 9 Mm^3/anuales (285 l/s) desde el embalse entre el 89 y 92 considerando un 60 % de su superficie como aquella que presenta descensos importantes. El resto de acuífero ubicado aguas abajo de la Quebrada de Carrizalillo presenta niveles muy constante en el tiempo.

Para asignar al balance un valor de las variaciones en el almacenamiento medio del

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

acuífero se pude considerar la mitad de la cifra anterior. En caso que estar interesados en el desembalse actual dicha cifra debe mantenerse alrededor de los 280 l/s.

d) Intercambios de agua al interior del sistema (Sector N°3)

d.1) Intercambios de Salida

-Descarga Artificial por Sondeos

A modo de resumen, se puede indicar que según la encuesta de terreno, se obtuvieron datos de producción en un 60% de los pozos de riego en operación, lo que arrojó una explotación anual de 16.48 millones de m^3 (523 l/s continuo).

Se calculó una producción de pozos mineros de 1.4 Mm^3/año (44 l/s).

En base a los sondeos con datos de producción, se obtuvo una promedio de 2210 horas de funcionamiento anual por pozo (6 hrs. 3' , diarias). Para calcular la explotación en los pozos sin datos de producción se han asumido ciertos criterios descritos en el Capítulo 5.5 y en el punto 8.5.2 del presente Capítulo 8, lo que permite extrapolar un volumen de 7,53 Mm^3/año para los pozos sin datos.

Este volumen de 7,53 Mm^3/año más los 15,08 Mm^3/año y los 1.4 Mm^3/año calculados anteriormente, permiten llegar a una cifra cercana a los 24 millones de m^3 anuales, para la explotación total por sondeos en el Sector N°3.

Es importante mencionar que los derechos Concedidos, del total de pozos del sector N°3, alcanzan a 91.69 Mm^3/año y los derechos en Trámite a 41,24 Mm^3/año, los que suman 132.93 millones de m^3/año (4216 l/s), como caudal teórico máximo extraíble según derechos, esto considerando 8760 horas de funcionamiento al año (24 horas al día).

Respecto a los pozos que actualmente están en operación, si se consideran los caudales nominales de acuerdo con los derechos Concedidos, en Trámite y aquellos sin Derechos, se tiene una explotación potencial de 127.57 millones de m^3/año (4046 l/s) en los pozos actualmente en funcionamiento, considerando una operación de 8760 horas anuales.

-Descargas por Vertientes

Las descargas por vertientes según la modelación de la Ref N°1 alcanzan los 75 l/s en promedio. El caudal de estas vertientes es variable en el tiempo, dependiendo de las variaciones de niveles estáticos del sector, lo que provoca intermitencia en las descargas de las vertientes.

Se observan niveles estáticos profundos entre La Puerta y Quebrada Carrizalillo o Cerrillos, oscilando éstos interanualmente pero sin alcanzar el nivel del terreno.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Desde Carrizalillo a Mal Paso los niveles estáticos se observan relativamente estables y cercanos al terreno, favoreciendo la presencia de vegas y vertientes. Se reconocen así las Vegas de Nantoco. Las vertientes se ubican preferentemente aguas abajo de Nantoco y se valoran en 75 l/s según el informe D.G.A.-87.

d.2) Intercambios de Entrada

-Infiltración del río

En el sector La Puerta Mal Paso existe una relación permanente entre el río Copiapó y el Embalse Subterráneo. Inicialmente en la zona alta del tramo, se tienen infiltraciones del río. Luego en el sector de Nantoco, se tienen recuperaciones del río, manifestándose en un aumento del caudal y en la aparición de vertientes.

De acuerdo a los valores de la modelación del estudio D.G.A.-87, se tienen infiltraciones en el primer tramo por 750 l/s y recuperaciones en el sector de Nantoco en promedio de 150 l/s. Por lo tanto en valores netos, el río recarga en 600 l/s como valor medio.

-Infiltraciones canales matrices

Al igual que la infiltración en el río, los antecedentes existentes corresponden al estudio de 1987, donde se obtiene un promedio de 3,78 Mm^3/año (120 l/s) como infiltración por este concepto.

-Infiltraciones canales secundarios

Idem al anterior, con un volumen de 0,95 Mm^3/año (30 l/s).

-Infiltración riego predial

Asumiendo que de las ineficiencias de riego la mitad escurre y la otra infiltra al acuífero se puede estimar este concepto.

La demanda del sector, según el capitulo 8.3 (cuadro 8-5) alcanza a 20.1 Mm^3/año y la evapotranspiración por cultivos según los párrafos anteriores es de 14,38 Mm^3/año. Por lo tanto se tiene una infiltración por riego predial de 2,86 Mm^3/año (90 l/s).

De otra forma, adoptar que un 20% de la demanda retorna al acuífero entrega una cifra de 4.02 Mm^3/año (127 l/s). Este 20 % se basa en considerar una eficiencia porderada para los distintos cultivos del sector.

Por lo tanto se adoptará una cifra de 110 l/s como recarga por este concepto.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 8.14
Cuadro
Balance

Sector: N°3	La Puerta-Mal Paso		
M m3/año= millones de m3 año		l/s	M m3/año
Ingresos			
Entradas Superficiales		2420	76.30
Entradas Subterráneas		40	1.26
Aportes Laterales por quebradas		50	1.58
Suma Ingresos		**2460**	**79.14**
Salidas			
Salidas Superficiales		1230	38.78
Salidas Subterráneas		600	18.92
Salidas Netas			
Evapotranpiración por cultivos		456	14.38
Evapotranpiración en zona de vegas		80	2.52
Exportación de aguas		0	0.00
Usos mineros		31	0.98
Suma Salidas		**2597**	**79.58**
Variacion Almacenamiento (anual)		**-287**	**-9.0**
Intercambios de Entrada			
Infiltración río		750	23.65
Infiltración canales matrices		120	3.78
Infiltración canales secundarios		30	0.95
Infiltracion riego predial	148,4 = 7	80	2.52 = 4,68
Suma		**980**	**30.90**
Intercambios de Salida			
Descargas por Vertientes		75	2.36
Recuperaciones del río		150	4.73
Descarga Artificial por Sondeos		806	25.41
Suma		**1031**	**32.50**
Volumen Embalsado (0-300m)			540
(0-200m)			470
(0-100m)			330
Demanda Uso Agrícola del Sector	Superficie '87 y Tasa Riego '94	**637**	**20.08**
	Superficie Potencial y Tasa '94	**865**	**27.26**
BOMBEOS			
Mineros		44	1.4
Encuesta (cobertura 60 %)		523	16.48
Encuesta Extrapolada		239	7.53
Suma		**806**	**25.41**
Extracción max. según Derechos en los			
Pozos Operando (41)			
Con Derechos Concedido		2321	73.18
Con Derechos En Tramite		919	28.98
Sin Derecho		806	25.41
Suma		**4046**	**127.57**

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.8.2 Discusión de los Resultados del Balance

Este capítulo pretende poner en cifras, los valores más significativos en relación con el acuífero, su volumen embalsado, la explotación actual y la situación de los Derechos de Aprovechamiento Concedidos o en Trámite.

El caudal de los derechos Concedidos alcanza a 2.908 l/s; 1308 l/s los derechos en trámite y 79 l/s de aquellos casos especiales, lo que hace un total de 4.295 l/s. Una hipotética extracción de este caudal significa un volumen de 135 Mm^3/año, dado que el volumen embalsado en el acuífero es de 520 Mm^3 (considerando espesor 300 m. y S=10%) solo alcanzaría para cuatro años, sin consideran ninguna recarga. Como ese no es el caso y las recargas se producen no se puede usar dichos valores.

Sin embargo se puede constatar que la extracción anual está cercana a los 24 Mm^3 . Lo que conduce a una razón explotación v/s volumen de acuífero de 4.6%.

Por lo tanto se tiene una explotación cercana al 17,7 % del total de los derechos de agua subterráneas del valle (Constituidos + En Trámite+Casos Especiales).

Respecto a los Derechos Concedidos, se explota aproximadamente un 26 % en la actualidad.

Aparece en consecuencia una gran brecha entre la situación teórica hipotética y la realidad.

Respecto al balance se tiene una cifra cercana a 2.5 m^3/s (78.8 Mm^3/año) como valores medios de entrada y salida para el conjunto agua subterránea y agua superficial. Por lo tanto, respecto a estas cifras un valor de 24 Mm^3/año como explotación corresponde a un 30.0%.

Este esquema de empleo del agua subterránea, supone un juicio sobre cual es la capacidad de renovación hiperanual del embalse subterráneo, extremo que solo puede determinarse en un período de registro de más de 50 años. El cual si bien es cierto puede parecer largo, es concordante con la hidrología de la zona desértica.

Si se establecen normas rígidas de explotación, sobre la base de cifras fijas de extracción se corre el riesgo de sub-explotar los recursos de agua, con el consiguiente perjuicio para el desarrollo económico de la región.

Este estudio presenta un acabado diagnóstico sobre la base de los antecedentes existentes y una adecuada comprensión del funcionamiento del sistema hidrogeológico del Valle. Sobre esta base deberá elaborarse una política de manejo que tenga en cuenta los derechos otorgados con sus limitaciones legales, pero a la vez procurando un desarrollo equilibrado del valle.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°9

SECTOR N°4
- MAL PASO - COPIAPO

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

D.G.A. M.O.P.

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

SECTOR MAL PASO - COPIAPO

		Pag.
9.1	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL	9.-02
9.2	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA	9.-03
9.3	SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR	9.-04
9.4	CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION	9.-06
9.5	SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA	
9.5.1	Sondeos Existentes	9.-09
9.5.2	Extracción de Agua Subterránea	9.-14
9.6	NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA	9.-23
9.6.1	Variación Histórica de Niveles	9.-26
9.7	SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO	9.-32
9.7.1	Volumen Acuífero	9.-32
9.7.2	Longitudinal del Sector N° 4	9.-33
9.8	BALANCE HIDRICO DEL SECTOR.	9.-35

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

SECTOR N°4
MAL PASO - COPIAPO

9.1 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL

9.1.1 Ingresos Superficiales

Los caudales de agua superficial que ingresan al sector Mal Paso - Copiapó, están contabilizados por las estadísticas fluviométricas de la estación: "Río Copiapó en Mal Paso, aguas arriba de canal", Código B.N.A 03434001-3.

Los caudales medios mensuales de ingreso, entregan los siguientes resultados para el período 1963-1994.

Cuadro 9-1, Caudales Medios Mensuales 1963-1994
Estación:Río Copiapó en Mal Paso

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	1.33	1.24	1.21	1.22	1.26	1.34	1.23	1.10	1.12	1.11	1.11	1.53	1.23

Fuente B.N.A. de la D.G.A.

Estos caudales de ingreso son asimismo muy constantes con una variación porcentual entre el mínimo y el máximo de 10,5% y 24,4% respectivamente.

Esto es normal en el Valle de Copiapó y evidencia un régimen de caudales con una fuerte incidencia del agua subterránea que actúa como elemento amortiguador de los máximos y mínimos.

9.1.2 Salidas Superficiales

Los caudales de agua superficial que salen del sector pueden representarse por la estación Río Copiapó en Ciudad de Copiapó, Código B.N.A. 03450001-0.

Los caudales medios mensuales entregan los siguientes resultados para el período 1963-1994.

Cuadro 9-2, Caudales Medios Mensuales 1963-1994
Estación: Río Copiapó en Ciudad de Copiapó

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	1.27	1.21	0.96	0.90	1.03	1.12	1.18	1.00	0.95	0.89	0.83	1.26	1.05

Fuente B.N.A. de la D.G.A.

Es importante señalar que el caudal de salida, corresponde principalmente a recuperaciones del río producto de vertientes y afloramientos. No obstante lo anterior, esta cifra corresponde a estadísticas de un corto período de 10 años y que abarca años abundantes como 19 84-85 y 87-88, donde se ha extrapolado la información para el período 1963-1994.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.2 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA

De acuerdo con el Estudio[1] de la D.G.A. del año 1987 (Ref. N°1), los ingresos y salidas fueron obtenidos según la fórmula de D'arcy.

9.2.1 Ingresos subterráneos

Para el ingreso subterráneo se consideró (correspondiente a las salidas del acuífero de aguas arriba, La Puerta-Mal Paso):

T= 5000 a 8000 m^3/día/m
L= 5000 m.
i= 1,25 %
Lo anterior arroja un caudal de:
Q= 0,360 m^3/s a 0,580 m^3/s, equivalentes a : 11,35 a 18,28 millones de m^3 anuales.

Dado que los valores de Transmisibidad obtenidos en las pruebas de bombeo de los pozos, generalmente entregan valores por defecto, se considerará un valor de 600 l/s por este concepto.

9.1.2 Salidas Subterráneas

Para las salidas se consideró una sección en el sector de la angostura del Cerro La Cruz. Los valores a considerar corresponden a las transmisibidades obtenidas en pruebas de bombeo y en base a los caudales específicos.

T= 5.000 m^2/día
L= 700 m.
i= 1,3 %
Lo anterior entrega un caudal de :
Q= 0,530 m^3/s equivalentes a : 16,7 millones de m^3 anuales.

[1]Ref. N°1: "Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos, Valle del Río Copiapó- III Región". D.G.A.-Alamos y Peralta-1987.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.3. SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR

Según el estudio de la D.G.A. 1987 (Ref N°1), la superficie regada era de 1.731,3 Hás. (además la superficie potencial del sector alcanzaría las 2090 Has.) con la siguiente distribución:

Cuadro 9-3, Distribución de Cultivos 1986-87
Sector Mal Paso-Copiapó

Tipo Cultivos	Superficie (Ha)
Vides	102,9
Hortalizas	1600
Praderas	7,7
Frutales	20
Total	1731,3

Según el estudio[2] de la D.G.A. del año 1994 (Ref. N° 2). Las tasas de riego para dichos cultivos a nivel anual serían las siguientes:

Cuadro 9-4, Tasas de Riego por cultivo
Fuente: Estudio D.G.A.-Ipla 1994

Cultivo	Tasa Riego m^3/Ha/año
Vides	9080
Hortalizas	12281
Pradera	34704
Frutales	20214

La demanda anual queda como sigue:

Cuadro 9-5, Demandas Actuales de Riego

Cultivos	Demanda Millones m^3/año
Vides	0,93
Hortalizas	19,74
Pradera	0,26
Frutales	0,40
Total	21,33

[2]Ref. N° 2: "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile", Informe Etapa 4, Demandas Actuales en Cuencas Norte. D.G.A.-Ipla-1994

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Se han empleado los valores de demanda del año 1994 por ser más actuales que los anteriores (1986-87), aunque ahora son un 26,6% inferiores en el caso de las viñas (tasa de riego 12382 m^3/Ha/año); 36,0 % inferiores en el caso de los frutales (tasa de riego 31618 m^3/ha/año) y 19,1% inferiores en el caso de las hortalizas (tasa de riego 15196 m^3/ha/año), todo ello según Ref. N° 1. Sin embargo parecen más reales de acuerdo con la época de cosecha de estos cultivos, entre Noviembre y Enero, quedando por lo tanto con pocas necesidades de riego en los meses calurosos de Enero a Abril.

En este sector un 92 % de la superficie correspondería a hortalizas, que tendrían un método de riego tipo surco, con una eficiencia de aplicación del 50%. Bajo esta hipótesis la demanda actual alcanza a 21,3 Mm^3, y la infiltración al acuífero se ubicaría entre 5 y 10 Mm^3., según se considere que de las ineficiencias de riego, un 50 % infiltra y el otro 50 % escurre, o bien todas las ineficiencias infiltran al acuífero.

En este capítulo no se puede determinar que superficie se encuentra regada con agua subterránea y cual con agua superficial, porque en la actualidad existe una situación mixta y que además se encuentra en franca evolución mediante la reposición de canales que durante algún tiempo quedó en desuso, debido a la abundancia de agua subterránea en el último decenio.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.4. CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

Los canales que extraen sus aguas desde el río Copiapó en el sector hidrogeológico denominado Mal Paso - Copiapó, nacen del canal Cementado "Mal Paso" y son:

Cuadro 9-6

Canales que nacen en el Sector 4. Mal Paso – Copiapó.

				Tiempo de Riego		Bocatoma	
Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Hrs.	Min.	Estado	Caudal (l/s)
6	San Román	Izq.	108.00	18	0	Oper.	80
	TOTAL DISTRITO 6		**108.00**	**18**	**0**		
7	Las Rojas	Izq.	288.00	48	0	Oper.	200
	Los Patos	Izq.	10.10	1	41	Oper.	80
	Escorial	Izq.	108.00	18	0	Oper.	200
	Palermo	Izq.	238.80	39	48	Oper.	200
	Pedregal	Izq.	130.70	21	47	Oper.	200
	Bellavista	Izq.	262.50	43	45	Oper.	200
	Terawaki o Ronseco	Izq.	144.00	24	0	Oper.	200
	Zavala	Izq.	219.90	36	39	Oper.	200
	Alto Melendez	Izq.	38.00	6	20	Oper.	100
	Buitrón	Izq.	120.00	20	0	Oper.	300
	La Florida	Izq.	240.00	40	0	Oper.	500
	TOTAL DISTRITO 7		**1800.00**	**300**	**0**		
8	Punta Negra	Der.	468.00	78	0	Oper.	1500
	Viñitas	Izq.	468.00	78	0	Oper.	1000
	San Fernando	Der.	1404.00	234	0	C/B no Op.	1000
	TOTAL DISTRITO 8		**2340.00**	**390**	**0**		
9	Ciudad de Copiapó	Der.	900.00	150	0	D S/B	180
	TOTAL DISTRITO 9		**900.00**	**150**	**0**		
	TOTAL SECTOR		**5148.00**				

D S/B : Destruido Sin Bocatoma
C/B no Op. : Con Bocatoma pero no operando
Oper : Operando

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Los datos del cuadro anterior provienen de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y la columna relativa al estado actual de la bocatoma proviene de inspección visual de terreno realizada por nuestra empresa.

9.4.1 Caudales Derivables Por Cada Canal

En la tabla anterior se han indicado las capacidades de captación de las bocatomas de cada canal.

Todo el sector Mal Paso - Copiapó se riega con la red de canales provenientes del Canal Cementado "Matriz Mal Paso" de 10,5 Km. de longitud y que posee una bocatoma de barrera de hormigón a todo lo ancho del Río y con una capacidad de 3 m^3/s.

El estado general del Canal Matriz es bueno y en el se ubican las bocatomas de los canales citados, las que se encuentran en buen estado de operación y todas funcionando; no puede decirse igual cosa sobre el estado de los canales en sí, numerosos de los cuales se encuentran en regular o mal estado de conservación.

Como se observa, las capacidades de las bocatomas son amplias y cumplen adecuadamente con los requerimientos de los usuarios.

9.4.2 Situación del Sistema de Riego

La organización del riego en el Valle del Copiapó se rige por la Ordenanza de Policía Fluvial y Regadío, emitida por la Intendencia de la Provincia de Atacama el 9 de Marzo de 1875, la cual estableció que la distribución del caudal del río Copiapó debía hacerse derivándolo íntegramente durante un número determinado de horas para cada distrito, según detalle del siguiente cuadro, volviendo cada distrito a recibir aguas después de 14 días. Por su parte el Tercer Distrito riega con aguas de vertientes y no con aguas del río, durante 48 horas simultáneas de los Distritos 1 y 2.

Dada la necesidad actual de regar en forma más continua y evitar la carencia de agua por casi 14 días, se ha variado el sistema turnal por otro de entrega permanente a cada distrito de un caudal menor o "parte de río", sin que ello implique variar los primitivos derechos su distribución se indica también en el siguiente cuadro.

Por su parte los distritos cuentan en general con embalses en cabecera que les permite regular sus aguas y distribuirlas acordes con los derechos de cada regante, evitando a su vez los riegos nocturnos.

El cuadro siguiente representa así, ambas situaciones en su aspecto "teórico", o de derechos legales.

En 1927 se constituyó la Asociación de Canalistas del Río Copiapó, por los propietarios de los 9 Distritos y sus afluentes, la que posteriormente fue autorizada por la Dirección de Riego en 1951 para actuar en carácter de Junta de Vigilancia Provisional del Río Copiapó, situación que se mantiene hasta la fecha, estando próximo a otorgársele el carácter de definitiva.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 9-7
Distribución Teórica

Distribución de las Aguas Superficiales

Distrito	Distribución de horas según Ordenanza	Actual con 1/5 de río	% de río en Tiempo Permanente
1	24	120	7.143
2	24	120	7.143
3	48*	(240)	0.000
4	24	120	7.143
5	48	240	14.286
6	48	240	14.286
7	60	300	17.857
8	78	390	23.214
9	30	150	8.928
TOTAL	336	1680	100.000

* : Horas no consideradas por ser agua de vertiente y no de río.

Variadas razones han motivado que en la actualidad los regantes estén recibiendo aguas en proporción distinta a sus derechos. Cabe mencionar entre ellas:

- 1984 y 1985, fuertes precipitaciones provocaron grandes crecidas del Río que dañaron bocatomas y canales, destruyendo en gran medida la red de riego, la que recién el último año ha entrado a repararse.

- La implantación de viñedos y riegos por goteo incrementaron el uso del agua subterránea, restándole importancia a las aguas superficiales, con lo cual se prolongó el período de no utilización de estas aguas, a lo menos en el sector alto del Valle.

- Falta de medios y autoridad de la Junta de Vigilancia para hacer valer los derechos individuales de los regantes, en parte motivado ello por las causales antedichas.

Por lo tanto actualmente y desde hace varios años las aguas del río Copiapó no se están distribuyendo acorde a derechos, situación que ahora se está tratando de darle término, reorganizando la distribución de sus aguas.

Acorde con lo anterior, este sector entre Mal Paso y Copiapó tiene derechos sobre el 51,1% de las aguas superficiales del río Copiapó, distribuyéndola en 16 canales y 5.148 acciones.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.5. SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA

9.5.1 Sondeos Existentes

De acuerdo con el Catastro General de Sondeos del Valle, en el sector N°4, Mal Paso -Copiapó, existen un total de 110 sondeos (25% del total del valle), numerados según el Catastro '95 desde el 188 al 292, ambos incluidos y además los números: 137, 143, 299, 301 y 305.

El detalle de sus características se encuentran en las planillas presentadas en el Tomo II de II denominado "Anexos y Planos" (Anexo N°1, Catastro de Pozos).

En los cuadros siguientes se presenta la distribución de estos sondajes clasificados según su uso y concesión del Derecho.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 9-8, Pozos Clasificados según su uso y destino

SECTOR 4

MAL PASO - COPIAPO

CLASIFICACION POR USO (Operando, Sin Uso).

Pozos	N°	Destinos	N°	Derechos	N°
Operando	51	Industrial	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	23	Concedido	17
				En tramite	2
				Sin Derecho	4
				Juzgado	0
		Potable	9	Concedido	6
				En tramite	1
				Sin Derecho	2
				Juzgado	0
		Riego	17	Concedido	7
				En tramite	4
				Sin Derecho	5
				Juzgado	1
		Observación	2	Concedido	0
				En tramite	1
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Totales	51	Totales	51
Sin Uso	59	Industrial	1	Concedido	0
				En tramite	1
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	20	Concedido	7
				En tramite	6
				Sin Derecho	7
				Juzgado	0
		Potable	16	Concedido	1
				En tramite	3
				Sin Derecho	12
				Juzgado	0
		Riego	13	Concedido	3
				En tramite	3
				Sin Derecho	7
				Juzgado	0
		Observación	9	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	9
				Juzgado	0
		Totales	59	Totales	59

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 9-9 Pozos Clasificados según sus Derechos

SECTOR 4

MAL PASO - COPIAPO

CLASIFICACION POR DERECHOS (Concedidos, en Tramite, Sin Derecho).

Derechos	l/s	N°	Destino	l/s	N°	Pozos	l/s	N°
Concedidos	2546	43	Minero	1554.5	24	Operando	1279.5	17
						Sin Uso	275	7
			Potable	430	8	Operando	360	6
						Sin Uso	70	2
			Riego	559	10	Operando	332	7
						Sin Uso	227	3
			Industrial	2.5	1	Operando	-	0
						Sin Uso	2.5	1
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
En Tramite	1254	20	Minero	513	8	Operando	136	2
						Sin Uso	377	6
			Potable	400	4	Operando	100	1
						Sin Uso	300	3
			Riego	291	7	Operando	216	4
						Sin Uso	75	3
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	50	1	Operando	50	1
						Sin Uso	-	0
Sin Derecho	-	46	Minero	-	11	Operando	-	4
						Sin Uso	-	7
			Potable	-	13	Operando	-	2
						Sin Uso	-	11
			Riego	-	12	Operando	-	5
						Sin Uso	-	7
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	10	Operando	-	1
						Sin Uso	-	9
Especiales	40	1	Riego	40	1	Operando	40	1
			Totales		110	Totales	3840	110

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Clasificación Pozos Operando y Sin Uso

A modo de resumen se puede señalar que una primera división, de acuerdo al estado de funcionamiento actual de los pozos, entrega las siguientes cifras para el sector Mal Paso - Copiapó:

- Del total de los 110 pozos ubicados en el sector, existen 51 pozos Operando (46%) y 59 pozos Sin Uso (54%).

- De los 51 pozos Operando, 23 corresponden a pozo de uso Minero (45%), 9 son de uso Agua Potable (18%), 17 corresponden a Riego (33%) y 2 a pozos de Observación (4%).

- De los 59 pozos Sin Uso en el sector, 1 es industrial (2%), 20 son Mineros (34%), 16 a pozos de Agua Potable (27%), 13 corresponden a pozos para Riego (22%) y 9 son de observación (15%).

Los caudales aforados totales en la época de construcción por 76 de los 110 sondeos en los cuales se dispone de datos, alcanza a 4.729,6 l/s. (150 millones m^3/año).

b) Clasificación de los Pozos según Derechos de Aprovechamiento

Una segunda división, de acuerdo a los Derechos de Aprovechamiento y sus caudales Concedidos o en Trámite, en los pozos del sector Mal Paso - Copiapó, se resume en los párrafos siguientes:

Según N° de Pozos.

- De los 110 pozos del sector, 43 tienen Derechos Concedidos (39%), 20 están En Trámite (18%), 46 no tienen Derechos (42%) y 1 caso especial.

- De los 43 pozos que tienen Derechos Concedidos; 24 son Mineros, 8 de Agua Potable y 10 de Riego.

- De los 43 pozos con Derechos Concedidos; 30 están operando y el resto 13 no funcionan.

- De los 20 pozos que tienen Derechos en Trámite; 8 son de uso minero, 4 son de Agua Potable, 7 de Riego y 1 de Observación.

- De los 20 pozos con Derechos en Trámite 8 operan y 12 no se usan.

- Los 46 pozos sin Derechos se dividen en 11 de Minería, 13 de Agua Potable, 12 de Riego y 10 de Observación.

- Los 46 pozos sin Derechos se dividen en 12 que operan y 34 sin uso.

- El caso especial corresponde a 1 pozo de Riego en operación.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Según sus Caudales se tiene:

- La suma de Derechos tanto Concedidos, en Trámite y casos especiales alcanza a 3840 l/s.

- Los Derechos de Aprovechamiento Concedidos en un total de 43 sondeos alcanza a 2546 l/s. De los cuales 1554,5 l/s corresponden a pozos Mineros, 430 l/s a pozos de Agua potable, 559 l/s en pozos de Riego y 2,5 l/s en pozos Industriales.

- Del total de los Derechos Concedidos (2546 l/s), 1971,5 l/s (77%) corresponden a pozos en operación y 574 l/s corresponden a pozos sin uso.

- Los Derechos de Aprovechamiento en Trámite en 20 sondeos alcanza a 1254 l/s. De los cuales 513 l/s corresponden a pozos Mineros, 400 l/s a pozos de Agua Potable, 291 l/s de Riego, 50 l/s en pozos de Observación.

- Con respecto al total de 1254 l/s correspondientes a Derechos en Trámite, 502 l/s están asociados a pozos en operación y los restantes 752 a pozos sin uso.

- Respecto a los Pozos Sin Derechos, no se tienen caudales asociados.

- Existe un Expediente N° 254-3 con Decreto por 40 l/s. que corresponde a un pozo minero.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.5.2 Extracción del Agua Subterránea

De los 110 pozos existentes en este sector, 51 están en operación (46,3%). Las horas de funcionamiento y sus caudales asociados se han obtenido de la encuesta en terreno.

Los pozos en Operación en su conjunto, poseen Derechos de Aprovechamiento ya sea Concedidos o en Trámite, por 2513,5 l/s (80 Mm^3/año). Esta cifra servirá de horizonte para el cálculo de los volúmenes bombeados actualmente en el acuífero.

En este sector, mayoritariamente el número de pozos corresponde a uso Minero, seguido de Riego y Agua Potable.

Cuadro 9-11,
Pozos en Operación

Uso Pozo	N° Pozos en Operación
Minero	23
Riego	17
Agua Potable	9
Observación	2
Industrial	0
Total	*51*

9.5.2.1 Explotación Minera.

De acuerdo a la encuesta en terreno y a datos entregados por las empresas mineras de la zona se tiene el cuadro resumen que se presenta en la página siguiente.

Por consiguiente, se tiene una explotación del orden de 24 millones de m^3/año (760 l/s). correspondiente a usos mineros de aquellos pozos con datos según la encuesta.

Respecto a los pozos de uso minero y sin datos en la encuesta estos se extrapolaron usando un promedio de 5200 horas anuales de operación y un caudal de diseño de 352 l/s ponderado por el factor caudal operación/caudal diseño y que alcanza a un 0.58 en el caso de los pozos mireros. Por lo tanto se consideran 2.04 Mm^3/año (65 l/s) adicionales en aquellos pozos sin datos de la encuesta.

Se tiene por lo tanto una explotación minera cercana a los 26 Mm^3/año.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

PRODUCCION POZOS MINEROS
SECTOR Nº 4 MAL PASO - COPIAPO

Nº Cat9	Nº Plano	POZO Lat	Long	Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolucion DGA Caudal l/s	Numero	Fecha	Horas de Funcionamiento Abril-Agosto	Horas de Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado	Volumen Abril- Agosto	Volumen Septiembre-Marzo	SUMA TOTAL
208	4a	2720	7010	A-21	Qda. Paipote Los Samos P1	ENAMI Cop.31	Concedido	30	304	11/08/87				M	Op			
209	4a	2720	7010	A-22	Qda. Paipote P2	ENAMI Cop.32	Concedido	30	304	11/08/87				M	Op			
258	4a	2720	7010	C-05	Fundicion Paipote P1	ENAMI Nº1 (cop 26)	Concedido	24	417	26/10/87				M	Op	5,339,520	8,636,544	13,976,064
267	4a	2720	7010	C-14	Paipote Florida	ENAMI Cop. 30	S/D							M	Op			
272	4a	2720	7010	C-19	Paipote Enami.	ENAMI P. Cop. 28	Concedido	47	D-129	12/08/70				M	Op			
273	4a	2720	7010	C-20	Paipote Enami.	ENAMI P. Cop. 24	S/D							M	Op			
212	4a	2720	7010	A-25	Cruce Paipote	Soc. Punta del Cobre S.A.	En Tramite	36			3,000	4,200	18*	M	Op	194,400	272,160	466,560
283	4a	2720	7010	C-30	T Amarilla	Soc. Punta del Cobre S.A.	Concedido	45	414	22/09/92	1,020	1,428	45	M	OP	165,240	231,336	396,576
275	4a	2720	7010	C-22	Parc. Algarrobo S-2	Cia. Min. La Candelaria	Concedido	150	026	22/01/91				M	Op			
276	4a	2720	7010	C-23	Parc. Algarrobo S-3	Cia. Min. La Candelaria	Concedido	150	026	22/01/91				M	Op			
277	4a	2720	7010	C-24	Parc. Algarrobo S-4	Cia. Min. La Candelaria	Concedido	150	026	22/01/91				M	Op	2,332,800	3,447,360	5,780,160
278	4a	2720	7010	C-25	Parc. Algarrobo S-5	Cia. Min. La Candelaria	Concedido	150	026	22/01/91				M	Op			
279	4a	2720	7010	C-26	Parc. Algarrobo S-6	Cia. Min. La Candelaria	Concedido	150	026	22/01/91				M	Op			
266	4a	2720	7010	C-13	Planta P. Aguirre Cerda Tierra A. P3	Cia. Minera Ojos del Salado	S/D							M	Op			
287	4a	2720	7010	C-34	Fdo. Palermo 54	Cia. Minera Ojos del Salado	Concedido	135	453	29/10/93	1,050	1,470	64	M	Op	155,520	235,872	391,392
227	4a	2720	7010	A-40	Callejon Ricardo Vallejos	Soc Minera Andina (Distr. Agua)	Concedido	65	569	25/11/92				M	Op			
301	4b	2720	7020	B-09	Planta Ojancos	Soli Hochschild S.A.	Concedido	70	043	1/02/82				M	Op	499,400	499,400	998,800
271	4a	2720	7010	C-18	Parque T.Amarilla	Cia. Minera San Jose	Concedido	20	045	3/02/82				M	Op			
285	4a	2720	7010	C-32	T.Amarilla	COMINOR S.A.	En Tramite	100						M	Op			
214	4b	2720	7010	A-27	Callejon El Inca S/N	Cia. Minera San Esteban I	S/D				2,880	4,032	25	M	Op	259,200	362,880	622,080
219	4b	2720	7010	A-32	Parcela Las Achiras s/n	Jorge Farah (Min. Provi. de Sauta)	Concedido	40	215	9/07/84	2,160	3,024	70	M	Op	544,320	762,048	1,306,368
222	4b	2720	7010	A-35	Planta Porvenir	Cesar Miranda	Concedido	6.5	456	5/06/90				M	Op			
225	4b	2720	7010	A-48	Planta Castellon	Hector Raul Castellon (Pta del Combo)	Concedido	15	593	13/12/93	2,880	4,032	1.5	M	Op	15,552	21,773	37,325
143	4a	2730	7010	A-12	Punta Bateas	Coop. Minera Agustina	Concedido	15	275	1/08/83	———	———	———	M	S/U			
215	4a	2720	7010	A-28	Fdo Viñita Blanca (Paipote)	Coop. Minera Agustina	Concedido	70	292	24/07/87	———	———	———	M	S/U			
274	4a	2720	7010	C-21	Fdo. Viñita	Coop. Minera Agustina	S/D				———	———	———	M	S/U			
210	4a	2720	7010	A-23	Qda. Paipote P3	ENAMI Cop 33	Concedido	30	304	11/08/87	———	———	———	M	S/U			
254	4a	2720	7010	C-01	Fundicion Paipote P4	ENAMI Nº 4	S/D				———	———	———	M	S/U			
255	4a	2720	7010	C-02	Fundicion Paipote Florida	ENAMI	S/D				———	———	———	M	S/U			
256	4a	2720	7010	C-03	Fundicion Paipote Florida	ENAMI Nº 3	Concedido	20	023	1/09/67	———	———	———	M	S/U			
260	4a	2720	7010	C-07	ENAMI 5 Cop 27	ENAMI Nº 5	En Tramite	47			———	———	———	M	S/U			
268	4a	2720	7010	C-15	Fundicion Paipote	ENAMI Cop 29	S/D				———	———	———	M	S/U			
280	4a	2720	7010	C-27	Fundicion H. Videla Lira	ENAMI	En Tramite	50			———	———	———	M	S/U			
289	4a	2720	7010	C-36	Fundicion Paipote	ENAMI	Concedido	80	317	1/08/94	———	———	———	M	S/U			
247	4b	2720	7010	A-60	Proyecto Jesus Maria	ENAMI	En Tramite	110			———	———	———	M	S/U			
257	4a	2720	7010	C-04	Planta P. Aguirre Cerda	Cia. Minera Ojos del Salado	Concedido	20	361	26/10/81	———	———	———	M	S/U			
286	4a	2720	7010	C-33	Fdo. Palermo 52	Cia. Minera Ojos del Salado	En Tramite	40			———	———	———	M	S/U			
281	4a	2720	7010	C-28	Fdo. Bustron P 2	COMINOR S.A.	S/D				———	———	———	M	S/U			
282	4a	2720	7010	C-29	Fdo. Bustron P 3	COMINOR S.A.	S/D				———	———	———	M	S/U			
284	4a	2720	7010	C-31	T Amarilla	COMINOR S.A.	En Tramite	100			———	———	———	M	S/U			
288	4a	2720	7010	C-35	T Amarilla	COMINOR S.A	S/D				———	———	———	M	S/U			
290	4a	2720	7010	C-37	Casa Blanca	Soc Cont.Min. San Joaquin	En Tramite	30			———	———	———	M	S/U			
218	4b	2720	7010	A-31	Viñita Azul (Callejon Palomar)	Juan Marco (Soc. Min. Condesa)	Concedido	40	304	23/08/93	———	———	———	M	S/U			
								2,067.5			2,165	3,031				9,505,952	14,469,373	23,975,325

• Valor adoptado, igual a la mitad del derecho en tramite

Valores entregados en volumenes

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

Cuadro 9.13 Mineros

Sector Nº 4 : Mal Paso - Copiapó
Usos Mineros

EMPRESA	Caudal por Periodo (m3/s)			Nº Pozos	POZOS OPERANDO		No Operando
	Abr-Ago	Sep-Mar	Promedio	Construidos	Nº	2720 7010	2720 7010
Enami	0.412	0.476	0.449	15	6	A-21, A-22, C-5, C-14, C-19, C-20	A-23, C-1, C-2, C-3 , C-7, C-15, C-27, C-36, A-60
Candelaria	0.180	0.190	0.186	5	5	C-22, C-23, C-24, C-25, C-26	
Ojos del Salado	0.012	0.013	0.013	3	2	C-13, C-34	C-4
Pta del Cobre	0.018	0.019	0.019	2	2	A-25, C-30	
Minera San Esteban	0.020	0.020	0.020	1	1	A-27	
Minera P de Sierra	0.042	0.042	0.042	1	1	A-32	
Cominor S.A.				5	1	C-32	C-28, C-29, C-31, C-35
Minera Agustina	S/U	S/U	S/U	3	0		A-12, A-28, C-21
Minera San José				1	1	C-18	
Minera Andina				1	1	A-40	
Planta Porvenir				1	1	A-35	
Planta Castellón	0.001	0.001	0.001	1	1	A-48	
Sali Hochschild S.A	0.032	0.032	0.032	1	1	B-9	
Minera San Joaquín	S/U	S/U	S/U	1	0		C-37
Minera Condesa	S/U	S/U	S/U	1	0		A-31
Suma (l/s)	0.717	0.793	0.762	42	23		
Volumen (m3)	9,294,912	14,391,821	23,686,733				

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, 1995
SECTOR Nº4 MAL PASO - COPIAPO

9.5.2.2 Explotación Agua Potable.

La explotación de Agua Potable que realiza EMSSAT S.A se efectúa principalmente en base a 5 Plantas o Recintos denominados : Vicuña, Nantoco, Placilla Sierralta, Rosario y recientemente el recinto San Miguel.

La explotación corresponde a los volúmenes mensuales del año 1994, entregados por EMSSAT S.A, para cada una de las plantas antes mencionadas.

A continuación se describen las plantas o recintos con sus pozos en operación y sin uso.

Planta Nantoco:

Se ha incluido en este sector (Mal Paso Copiapó) el recinto Nantoco por estar sus pozos ubicados en la zona límite entre el sector 3 y el sector 4.

Abastece a Tierra Amarilla, Paipote y el Sector Oriente de Copiapó.

Cuenta de 4 sondeos, identificados como 2730 7010 A-6, A-7, A-9, A-29. De los cuales el A-6 no está funcionando.

Se explota un caudal continuo promedio de 83 l/s, lo que equivale a 2,5 millones de m^3/año.

El recinto Nantoco, es decir sus 4 pozos en conjunto poseen Derechos Concedidos por 80 l/s y tienen 80 l/s en Trámite.

La Capacidad de Producción del recinto, en base a los caudales aforados durante las pruebas de bombeo respectivas alcanza a 290 l/s con datos de 3 de los 4 pozos.

Planta Vicuña:

Se ubica en las cercanías de la ciudad de Copiapó, en las inmediaciones del Estadio Municipal.

Este recinto produce agua potable para las localidades de Caldera y Chañaral.

Consiste en una batería de 5 sondajes identificados como 2720 7010 A-42, A-43, A-44, A-45, A-46. De los cuales no se dispone de antecedentes individuales de cuales operan y cuales no lo hacen, pero sí del conjunto.

Se explota un caudal continuo promedio de 93 l/s, lo que equivale a unos 3 millones de m^3/año.

Ninguno de sus pozos posee Derechos de Aprovechamiento, ni Concedidos, ni En Trámite.

El conjunto de los pozos posee una capacidad de producción de 310 l/s (9.46 Mm^3/año), en base a los caudales aforados en las pruebas de bombeo realizadas durante la

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

construcción.

Recinto Placilla-Sierralta:

Este recinto es la principal fuente de producción de agua potable de Copiapó.

En el recinto se tienen antecedentes de 11 sondeos identificados como 2720 7010 A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-15, A-16, A-19, A-37, A-38 y A-39.

En la actualidad 6 pozos se encuentran operando (A-4, A-15, A-19, A-37, A-38, A-39.

El caudal de producción medio alcanza a 294 l/s, lo que equivale a 9,27 millones m^3/año.

De los 11 pozos existentes en el recinto, 4 de ellos tienen derechos de aprovechamiento concedidos por 60 l/s cada uno, lo que hace un total de 240 l/s.

De los 5 pozos en operación, 4 de ellos poseen derechos de aprovechamiento Concedidos.

El conjunto de los pozos del Recinto Sierralta posee una capacidad de producción de 483,7 l/s, en base a los aforos efectuadas durante las pruebas de bombeo realizadas durante la construcción.

Recinto Rosario:

Se ubica en el sector sur de la ciudad de Copiapó junto a la sub-estación eléctrica de Endesa.

En este recinto existen 2 pozos, identificados como 2720 7010 A-24 y A-62. ambos pozos se encuentran operando.

El caudal de producción medio del recinto alcanza a 28 l/s, lo que se traduce 0.88 millones de m^3/año.

Los dos pozos tienen Derechos de Aprovechamiento Concedidos por un total de 120 l/s.

La capacidad de producción del recinto, según los antecedentes de las pruebas de bombeo alcanza a 190 l/s.

Recinto San Miguel:

En este recinto existen 4 pozos (2720 7010 A-52, A-53, A-54 y A-55) de los cuales 1 está en operación (A-52) y los restantes 3 se encuentran en etapa de construcción y habilitación.

Todos los pozos tienen derechos de aprovechamiento en Trámite por 100 l/s cada uno, lo

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

que hacen un total de 400 l/s para el Recinto San Miguel.

La producción, según datos de EMSSAT ha comenzado desde febrero de 1995 con un caudal medio de 25 l/s. Lo anterior equivale, extrapolando, a una producción cercana a los 0,8 millones de m^3/año.

Adicionalmente, existen 2 pozos usados por EMSSAT para producción de agua potable, estos corresponden a los sondajes A-14 y A-36. El primero corresponde al sondaje del Parque el Pretil, que según información verbal está funcionando conectado directamente a la red de agua potable desde Diciembre de 1989, pero no se tienen registros de su producción. El segundo, corresponde al pozo de la Circunvalación Maipú y en dicho recinto no se permitió la entrada.

La producción del pozo El Pretil (A-14), se puede estimar entre 30 y 60 l/s según se considere, la capacidad de la bomba según dato de la Ref. 2 o bien, se use la prueba de bombeo que entregaba 60 l/s cuando se construyó el pozo. Este pozo no tiene Derechos de Aprovechamiento.

La producción del pozo Circunvalación Maipú (A-36), se puede estimar alrededor de los 30 l/s , que corresponde a sus Derechos de Aprovechamiento Concedido por ese caudal.

También se han identificado dos pozos de uso Agua Potable domésticos, pero dado que no están en uso no merecen comentario.

Por lo tanto se tiene una explotación de 16.28 Mm^3 anuales (520 l/s) destinado a agua potable.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

PRODUCCION AGUA POTABLE

SECTOR Nº 4 MAL PASO - COPIAPO

Nº Cat95	Nº Plano	Lat	Long	Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Expedientes	Situación Derechos	Resolucion DGA			Producción m3 Abr-Ago	Producción m3 Sep-Mar	Total m3 Anual	Caudal m3/s Promedio	Uso	Estado
									Q (l/s)	Numero	Fecha						
239	4b	2720	7010	A-52	Recinto San Miguel	EMSSAT S.A.	ND-246	En Tramite	100							P	Op
240	4b	2720	7010	A-53	Recinto San Miguel	EMSSAT S.A. P1	ND-246	En Tramite	100			320,910	451.885	772,795	0.025	P	S/U
241	4b	2720	7010	A-54	Recinto San Miguel	EMSSAT S.A. P2	ND-246	En Tramite	100							P	S/U
242	4b	2720	7010	A-55	Recinto San Miguel	EMSSAT S.A. P3	ND-246	En Tramite	100							P	S/U
243	4b	2720	7010	A-56	Plazuela Sierralta	EMSSAT		S/D								P	Op
202	4b	2720	7010	A-15	Plazuela Sierralta	(Dos 743) EMSSAT S.A.		S/D								P	Op
206	4b	2720	7010	A-19	Plazuela Sierralta	(Dos 745) EMSSAT S.A.	M-3-184	Concedido	60	393	17/10/86					P	Op
224	4b	2720	7010	A-37	Plazuela Sierralta	SENDOS N 6 (EMSSAT)	M-3-184	Concedido	60	393	17/10/86	4,027,600	5,128,604	9,156,204	0.290	P	Op
225	4b	2720	7010	A-38	Plazuela Sierralta	SENDOS N 746 (EMSSAT)	M-3-184	Concedido	60	393	17/10/86					P	Op
226	4b	2720	7010	A-39	Plazuela Sierralta	SENDOS N 1515 (EMSSAT)	M-3-184	Concedido	60	393	17/10/86					P	Op
188	4b	2720	7010	A-01	Plazuela Sierralta	(Dos 74) EMSSAT S.A		S/D								P	S/U
190	4b	2720	7010	A-03	Plazuela Sierralta	(Dos 202) EMSSAT S.A		S/D								P	S/U
192	4b	2720	7010	A-05	Plazuela Sierralta	(Dos 285) EMSSAT S.A.		S/D								P	S/U
203	4b	2720	7010	A-16	Plazuela Sierralta	(Dos 744) EMSSAT S.A.		S/D								P	S/U
137	3b	2730	7010	A-06	Rec. A.P. Nantoco	(Sendos 976) EMSSAT S.A.	M-3-186	Concedido	40	435	28/10/85	976,730	1,599,907	2,576,637	0.082	P	S/U
138	3b	2730	7010	A-07	Rec. A.P. Nantoco	EMSSAT	ND-318	En Tramite	40							P	Op
140	3b	2730	7010	A-09	Rec. A.P. Nantoco	(Sendos 977) EMSSAT S.A.	M-3-186	Concedido	40	435	28/10/85					P	Op
160	3b	2730	7010	A-29	Rec. A.P. Nantoco	EMSSAT S.A.	ND-318	En Tramite	40							P	Op
211	4b	2720	7010	A-24	Rec. Ap Rosario	(SENDOS) EMSSAT	M-III-092	Concedido	40	279	24/07/86	340,930	537,529	878,459	0.028	P	Op
249	4b	2720	7010	A-62	Rec. Ap Rosario p2	EMSSAT S.A.	ND-247	Concedido	80	477	11/11/93					P	Op
229	4b	2720	7010	A-42	Rec A.P. Vicuña S.1	(SENDOS 1793) EMSSAT S.A		S/D								P	#
230	4b	2720	7010	A-43	Rec.A.P. Vicuña S.2	(SENDOS 1794) EMSSAT S.A		S/D								P	#
231	4b	2720	7010	A-44	Rec.A.P. Vicuña S.3	(SENDOS 1795) EMSSAT S.A		S/D				1,205,350	1,698,873	2,904,223	0.092	P	#
232	4b	2720	7010	A-45	Rec.A.P. Vicuña S.4	(SENDOS 1796) EMSSAT S.A		S/D								P	#
233	4b	2720	7010	A-46	Rec.A.P. Vicuña S.5	(SENDOS 1797) EMSSAT S.A		S/D								P	#
221	4b	2720	7010	A-34	Recinto Militar	Regimiento Infanteria N.23		S/D								P	S/U
201	4b	2720	7010	A-14	Parque El Pretil	Municipalidad de Copiapo		S/D								P	Op
223	4b	2720	7010	A-36	Copiapo Calle Maipu	SENDOS (EMSSAT)	M-III-024	Concedido	30	053	5/02/85					P	@
234	4b	2720	7010	A-47	Parcela 121 San Fernando	Mario Godoy		S/D								P	S/U
29	Total pozos de Agua Potable Sector Nº 4 Mal Paso - Copiapó.										Totales	6,871,520	9,416,798	16,288,318	0.516		

@ : No se sabe

: Se sabe la produccion del recinto, pero no cuales de estos pozos están en uso.

9.5.2.3 Producción Pozos de Riego

En este sector Mal Paso - Copiapó, de un total de 110 pozos construidos (25% del total del valle), existen 30 pozos usados para riego, de los cuales 17 se encuentran en uso, obtenidos mediante encuesta en terreno durante el año 1995. Los datos que se obtuvieron fueron de caudal y horas de bombeo anual, en algunos casos se obtuvo también la superficie abastecida.

De los 17 pozos de riego en 8 de ellos (47% de cobertura) se tuvo respuesta de parte de los agricultores, en los restantes o bien no sabe, o el dato entregado no es lo suficientemente confiable.

En los 8 pozos con datos de volúmenes bombeados, se tiene una producción de 2,93 millones de m^3/año, los cuales se distribuyen en 0,98 millones entre Abril-Agosto y 1,95 millones de m^3 entre Septiembre y Marzo.

Respecto a los sondeos sin datos, ya se han señalado en el Capítulo 5.5. Básicamente se refiere a considerar que los pozos sin datos de explotación, funcionan el mismo número de horas promedio de los pozos con datos (2377 hrs. en este sector), y sus caudales de operación, son el caudal de diseño del conjunto de los pozos multiplicado por un factor que relaciona los caudales declarados en la encuesta con sus respectivos caudales de diseño (en el caso de este sector el factor caudal operación v/s caudal de diseño = 0.73 y el caudal de los pozos sin datos corresponde a 237*0.73= 173 l/s). Por lo tanto, se puede estimar un volumen de explotación de 1.5 millones de m^3/año para los sondeos en operación que aparecen sin datos de la encuesta.

Así, sumando ambas cifras se tiene una producción total por pozos de regadío de 4,43 Mm^3/año (140 l/s).

A modo de comparación se puede indicar que de los pozos con datos de hectáreas regadas y volúmenes de producción, se obtiene una dotación media 12850 m^3/Ha/año, valor considerado aceptable para este sector del valle.

En la página siguiente se presenta un detalle del bombeo en pozos de riego.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

PRODUCCION POZOS REGADIO
SECTOR Nº 4 MAL PASO - COPIAPO

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situacion Derechos	Resolucion DGA Caudal l/s	Resolucion DGA Numero	Resolucion DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen(m3) Abr-Ago	Volumen(m3) Sep-Mar	SUMA (m3/año)	Q Diseño (l/s)	Has.
195	4a	2720	7010	A-08	Anibal Perez y Magino Cali	DGA - Obs														
197	4a	2720	7010	A-10	Chacra Villa Angela	Victor Salas y Otros (Luisa Arenzubal)	En Tramite	50			240	312	20	O	Op	17,280	22,464	39,744	58	6
198	4a	2720	7010	A-11	Pso Pedro Gordillo	Comunidad San Fernando	Provisorio	40	D-1185	18/05/64	1,500	1,920	60	R	Op	324,000	414,720	738,720	55	40
199	4a	2720	7010	A-12	Fdo. San Miguel	Victorio Ghigino	Concedido	100	591	12/07/68	672	1,008	80	R	Op	193,536	290,304	483,840	105	80
201	4b	2720	7010	A-14	Parque El Prenl	Municipalidad de Copiapo	Concedido	45	D-281	1/04/66	3,600	5,040	3	R	Op	38,880	54,432	93,312	47	3
213	4a	2720	7010	A-26	Fdo Santa Isabel	M. Vergara y Bustamante	S/D				@			R	Op				60	
217	4b	2720	7010	A-30	(Viñita Azul) Fdo Santa Teresa	Juan Callegari	Concedido	* 70	220	30/06/80	420	3,300	50	R	Op	75,600	594,000	669,600	70	39
236	4b	2720	7010	A-49	Callejón R. Zorrano	Agr. El Huerto Ltda.	Concedido	80	321	25/08/83	1,050	1,470	80	R	Op	302,400	423,360	725,760	70	30
238	4b	2720	7010	A-51	Av. Copayapu 4300	VECCHIOLA S A.	Concedido	10	516	9/12/94	720	1,008	10	R	Op	25,920	36,288	62,208	30	5
244	4b	2720	7010	A-57	Cementerio Parque Copapo	Soc. Cementerio	S/D				@			R	Op				20	
245	4b	2720	7010	A-58	Callejon Palomar s/u	Arnaldo Papapostro	En Tramite	18			237	672	7	R	Op	5,972	16,934	22,907	20	
246	4b	2720	7010	A-59	Callejon Palomar s/u	Arnaldo Papapostro	S/D				360	504		R	Op					
250	4a	2720	7010	A-63	Callejon Vallejos Hijuelas 189	Aldo Cicardini M.	S/D				360	504		R	Op					
252	4a	2720	7010	A-65	Callejon Francisco Aguirre	Soc Agric Sacramento	Concedido	12	225	22/03/90	@			R	Op				5.5	
261	4a	2720	7010	C-08	Fdo. El Buitron	Señora Belmop Sfer	En Tramite	10			@			R	OP				10	
263	4a	2720	7010	C-10	T.Amarilla (parque)	Com. Nac Sequia/ Muni. T. Amarilla	En Tramite	80			@	336	80	R	Op		96,768	96,768	80	25
292	4a	2720	7010	C-39	Maria Isabel	Nelson Soto	En Tramite	108			@			R	Op				108	
305	4b	2720	7020	B-13	Carretera con Vial	Manuel Rivadeneira	S/D				@			R	Op				15	
193	4a	2720	7010	A-06	Po. Berta Olivares E.	Comunidad San Fernando	Concedido	100	591	12/07/68	@			R	Op				18.5	
200	4b	2720	7010	A-13	Parcela Sr Newmann	(Sr Newmann) Unicef	S/D				----------	----------	---	R	S/U					
207	4a	2720	7010	A-20	Plazuela Puren Po	Ruth Terrazo	S/D				----------	----------	---	R	S/U					
216	4b	2720	7010	A-29	Callejon J.J. Vallejo S/N	Sergio Versalovic	S/D				----------	----------	---	R	S/U					
220	4a	2720	7010	A-33	Viñita Blanca	Hector R. Vallejos	Concedido	40	248	28/07/93	----------	----------	---	R	S/U					
228	4b	2720	7010	A-41	Viñita El Dahl	Octavio Vallejos B.	S/D				----------	----------	---	R	S/U					
237	4b	2720	7010	A-50	Av. Copayapu 4520	Enrique Bazan Vidal	S/D				----------	----------	---	R	S/U					
248	4b	2720	7010	A-61	El Palomar	Com. Aguas - Chimba	S/D				----------	----------	---	R	S/U					
251	4a	2720	7010	A-64	Callejon Rafael Torrealba	Soc Com. Cisterna y Cia.	En Tramite	20			----------	----------	---	R	S/U					
259	4a	2720	7010	C-06	Chacra Alcaparrosa	Patricio Ascui	En Tramite	15			----------	----------	---	R	S/U					
264	4a	2720.	7010	C-11	T Amarilla	Com. Nac Sequia	Concedido	87	317	11/10/91	----------	----------	---	R	S/U					
265	4a	2720	7010	C-12	El Crucero	Com. Nac Sequia	S/D				----------	----------	---	R	S/U					
291	4a	2720	7010	C-38	Maria Luisa	Santiago Campbell	En Tramite	40			----------	----------	66	R	S/U					
31	Total pozos de Regadio Sector Nº 4 Mal Paso - Copapo										916	1,461				983,588	1,949,270	2,932,859		228

@ No responde o bien el dato entregado es poco confiable o no sabe

9.6. NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA

En el cuadro de la página siguiente (Cuadro 9-16), se han consignado tres valores del nivel estático a saber, el de la fecha de construcción del sondaje, los de Diciembre 1986 y Enero 1987 (correspondiente al estudio de la D.G.A.1987) y finalmente, el de 1995 correspondiente al catastro de terreno efectuado en el presente estudio (Marzo-Mayo 1995).

Del análisis del cuadro adjunto (Cuadro 9-16) se puede comentar lo siguiente:

Hay 81 sondeos analizados con niveles medidos en el año de construcción, 37 el año 1986, y 32 el año 1995. De éstos hay 14 sondeos en que se pudo establecer la diferencia de niveles entre los años 1986 y 1995 y en todos ellos se reconocen descensos.

Los descensos máximos anotados son de 12,7 metros. De ellos hay 1 con menos de 5 metros; 9 entre 5 y 10 metros y 3 entre 10 y 13 metros. De esto se desprende que el descenso más frecuente se encuentra entre 5 y 10 metros, es decir entre 0,5 y 1 metros al año, como promedio.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro. 9-16

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR Nº 4 MAL PASO - COPIAPO

Nº Cat-95	POZO Lat	Long	Nº	Año Const	N.E. Const.	N.E. 1986	N. E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
143	2730	7010	A-12		22.70				40.2	
188	2720	7010	A-01	17/02/58	9.50				51.2	
189	2720	7010	A-02	17/07/53	9.30				45.4	
190	2720	7010	A-03	19/10/59	10.60				38.5	
191	2720	7010	A-04	27/11/59	9.90				39.6	
192	2720	7010	A-05	14/01/60	10.40				33.1	
193	2720	7010	A-06	24/09/60	27.90	23.91	35.98	-12.07	75.0	-1.21
194	2720	7010	A-07	31/05/61	27.90	24.01	32.06	-8.05	35.5	-0.81
195	2720	7010	A-08	18/05/59	29.50	25.39	36.62	-11.23	78.0	-1.12
196	2720	7010	A-09	18/10/61	20.60	16.00			73.0	
197	2720	7010	A-10	3/04/62	27.00	24.02	30.00	-5.98	72.7	-0.60
198	2720	7010	A-11	16/05/60	25.20	21.44	28.00	-6.56	184.0	-0.66
199	2720	7010	A-12	23/06/62	30.70	15.21			82.0	
200	2720	7010	A-13			8.02				
201	2720	7010	A-14	29/10/62	6.30		10.53		54.0	
202	2720	7010	A-15		11.50	10.09			100.0	
203	2720	7010	A-16						103.2	
204	2720	7010	A-17	6/10/66	28.40	27.70			47.5	
205	2720	7010	A-18	27/10/66	20.40	18.89	26.47	-7.58	28.9	-0.76
206	2720	7010	A-19	14/07/53	19.90				105.0	
207	2720	7010	A-20		34.80				50.0	
208	2720	7010	A-21	16/08/72	42.40				70.0	
209	2720	7010	A-22	12/11/72	41.00		43.80		71.0	
210	2720	7010	A-23	13/11/72	36.50				71.0	
211	2720	7010	A-24	17/08/73	7.10				60.0	
212	2720	7010	A-25		44.00				65.0	
213	2720	7010	A-26	16/07/76	40.60		36.00		90.0	
214	2720	7010	A-27							
215	2720	7010	A-28		35.40	21.76			60.3	
216	2720	7010	A-29	11/10/77	24.30				46.5	
217	2720	7010	A-30		22.90	12.60			60.0	
218	2720	7010	A-31		17.65	9.58			42.0	
219	2720	7010	A-32		15.27	9.07			40.0	
220	2720	7010	A-33		28.00	15.30			70.0	
221	2720	7010	A-34	24/10/74	10.50				50.0	
222	2720	7010	A-35			10.28	23.00	-12.72		-1.27
223	2720	7010	A-36	18/12/81	8.00	7.04			60.0	
224	2720	7010	A-37	13/04/82	16.50				60.0	
225	2720	7010	A-38		20.00				51.2	
226	2720	7010	A-39	5/06/80	18.50				85.0	
227	2720	7010	A-40	12/01/81	27.00	13.58			65.0	
228	2720	7010	A-41			8.82	18.35	-9.53	20.0	-0.95
229	2720	7010	A-42	28/11/85	7.90				70.0	
230	2720	7010	A-43	12/12/85		-0.33			60.0	
231	2720	7010	A-44	26/09/85	9.30	8.16			70.0	
232	2720	7010	A-45	30/08/85	0.70				60.0	
233	2720	7010	A-46	27/01/86	8.30				66.5	
234	2720	7010	A-47		15.51	15.46	22.74	-7.28		-0.73
235	2720	7010	A-48		10.50	18.57	22.00	-3.43	23 (26)	-0.34
236	2720	7010	A-49		18.85		17.60		40.0	
237	2720	7010	A-50							
238	2720	7010	A-51				23.18			
239	2720	7010	A-52							
240	2720	7010	A-53				22.63			
241	2720	7010	A-54				23.18			
242	2720	7010	A-55				23.00			
243	2720	7010	A-56	12/01/90	7.43		11.00		91.0	

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, 1995
SECTOR Nº4 MAL PASO - COPIAPO

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Continuación Cuadro 9-16

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR Nº 4 MAL PASO - COPIAPO

Nº Cat-95	POZO Lat	Long	Nº	Año Const.	N.E. Const.	N.E. 1986	N. E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
244	2720	7010	A-57		5.00		8.15		26.0	
245	2720	7010	A-58							
246	2720	7010	A-59							
247	2720	7010	A-60		0.50				92.5	
248	2720	7010	A-61							
249	2720	7010	A-62		7.43				60.0	
250	2720	7010	A-63				28.07		50.0	
251	2720	7010	A-64	/ 87	21.00				42.0	
252	2720	7010	A-65	13/06/93					32.0	
253	2720	7010	A-66						12.5	
254	2720	7010	C-01	16/10/57	27.00				38.0	
255	2720	7010	C-02	14/08/58	25.70	23.29	32.40	-9.11	170.0	-0.91
256	2720	7010	C-03	8/07/57	23.00	22.44			169.6	
257	2720	7010	C-04		14.50	12.50			36.0	
258	2720	7010	C-05	14/01/63	28.90				49.5	
259	2720	7010	C-06			4.34				
260	2720	7010	C-07	10/03/64	41.90	22.39			110.0	
261	2720	7010	C-08	8/06/65	11.70	7.90			49.0	
262	2720	7010	C-09	8/09/66	8.80	8.47			16.2	
263	2720	7010	C-10	20/10/69	12.00	8.35	15.02	-6.67	138.5	-0.67
264	2720	7010	C-11		12.00	5.69				
265	2720	7010	C-12		14.00	11.38	18.53	-7.15	50.5	-0.72
266	2720	7010	C-13	20/04/72	22.90				48.8	
267	2720	7010	C-14	17/08/72	33.80				48.0	
268	2720	7010	C-15	17/08/72	47.80				65.0	
269	2720	7010	C-16		30.00	23.45			42.5	
270	2720	7010	C-17		13.90	7.95	17.37	-9.42	27.0	-0.94
271	2720	7010	C-18		20.50		24.00		50.0	
272	2720	7010	C-19							
273	2720	7010	C-20			23.57				
274	2720	7010	C-21							
275	2720	7010	C-22	17/04/89	1.32				100.0	
276	2720	7010	C-23	25/04/89	1.10				100.5	
277	2720	7010	C-24	28/04/89	0.70				92.0	
278	2720	7010	C-25	16/05/89	1.77				100.0	
279	2720	7010	C-26	7/05/89	1.32				80.0	
280	2720	7010	C-27	7/10/91	21.98				60.0	
281	2720	7010	C-28	26/09/92	10.10		18.08		70.0	
282	2720	7010	C-29							
283	2720	7010	C-30		10.88		17.50		60.0	
284	2720	7010	C-31		18.45				75.0	
285	2720	7010	C-32		17.55				94.0	
286	2720	7010	C-33				21.40			
287	2720	7010	C-34		12.18				100.0	
288	2720	7010	C-35							
289	2720	7010	C-36							
290	2720	7010	C-37	/ 94					25.0	
291	2720	7010	C-38						27.0	
292	2720	7010	C-39	/ 87			31.17		32.7	
299	2720	7020	B-07		5.70				20.0	
301	2720	7020	B-09	9/11/73	0.70		3.70		55.1	
305	2720	7020	B-13		17.30		16.70		24.0	

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.6.1 Variación Histórica de Niveles Freáticos

En relación con la variación histórica de los niveles del agua subterránea, en el presente estudio, se ha incluido un plano denominado: "Plano de Variación Histórica de Niveles N°4 (Ver, Tomo II de III, Planos), que comprende el Sector Mal Paso-Copiapó. En él, se encuentran 14 gráficos de Variación Hiperanual de Niveles, de los cuales en 8 se miden registros en la actualidad.

Los pozos con registros de niveles se enumeran a continuación y se indica la longitud del registro.

Cuadro 9-17

Sector Nº 4: Mal Paso Copiapo

Pozos con Registro Histórico de Niveles

POZO	Nombre	REGISTROS		AÑOS
2720 7010 C-9	Fundo Palermo	Nov 66 a Dic 70	Dic 73 a Ene 94	24
2720 7010 C-6	Chacra Alcaparrosa	Ene 66 a Mar 66	Sep 69 a Ene 75	5
2720 7010 C-17	Alcaparrosa	Ene 75 a Ene 95		20
2720 7010 C-16	Punta Negra	Ago 74 a Dic 77	Ago 79 a Oct 94	17
2720 7010 A-25	Cruce Paipote	Ene 73 a Jul 80		8
2720 7010 A-17	San Fernando (El Sauce)	Ene 67 a Ene 95		28
2720 7010 A-8	Pueblo San Fernando	Dic 61 a Ene 95		33
2720 7010 A-12	Fundo San Miguel	Ene 63 a Mar 65	Mar 70 a Ago 74	6
2720 7010 A-18	Pueblo San Fernando	Ene 67 a Ene 72	Ene 75 a Ene 95	25
2720 7010 A-5	Plazuela Sierralta	Ene 73 a Ene 77	Ene 79 a mar 86	11
2720 7010 A-19	Plazuela Sierralta	Ene 81 a Ene 95		14
2720 7010 A-14	Parque El Pretil	Ene 63 a Feb 68		5
2720 7010 A-48	Planta Castellón	May 87 a Ene 95		7
2720 7010 B-7	Panamericana Endesa	Ene 75 a Ene 77	Nov 82 a Ene 89	8

Los pozos anteriores se listan en orden de ubicación en el valle desde aguas arriba hacia aguas abajo y en los párrafos siguientes se presenta un análisis de registros en cada uno de los pozos antes señalados.

Sondeo 2720 7010 C-9,
Fundo Palermo (D.G.A. Observación)
N° 262 del Catastro '95

Se ubica y es representativo del sector de Tierra Amarilla, presentando registros durante los años 67 al 70 y del 74 al 94.

Muestra los mismos ciclos de descarga-recarga, identificados en el resto de los pozos del valle.

Se observan 2 períodos de recarga y 3 períodos de descarga del acuífero.

Desde Diciembre de 1967 a Diciembre de 1970 presenta 4 años de descensos sostenidos, desde los

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9 metros bajo terreno hasta 16 m. Con ello muestra tasas de descenso de alrededor de 1,6 m/año que evidencian un período de descargas.

El período 71 a 74 carece de datos, pero de acuerdo a los valores posteriores, durante esos 3 años aumentó de nivel desde los 16 m. bajo terreno hasta los 12 m. Lo anterior indica tasas de ascenso de 1,4 m/año mostrando con ello un período de recarga.

Desde 1974 hasta mediados de 1980, se producen descensos decrecientes, desde tasas de 1,8 m/año (74 a 77) hasta 0,6 m/año (77-80). Los niveles descienden desde los 12 m. bajo nivel de terreno hasta los 22 metros (dicho valor es el extremo histórico medido en este pozo). Durante estos 7 años se produce una descarga del embalse subterráneo.

Desde mediados de 1980 hasta comienzos de 1988, se produce un aumento importante de los niveles desde los 22 m. hasta 6 metros bajo nivel de terreno (valor histórico más superficial del agua subterránea en dicho pozo). La tasa promedio de ascenso fue de 2,2 m/año. Si bien, durante 1984 se produjo una tasa de ascenso extraordinaria de 6,7 m/año, ésta no fue sostenida ya que el año siguiente ('85) descendió abrúptamente a una tasa de 3,5 m/año. Este período es considerado el de mayores recargas registradas en el acuífero.

Después de los grandes aumentos de niveles ocurridos entre 1980 y 1987 se produce un período de equilibrio de aproximadamente 2 años (88-89) donde los niveles oscilaron alrededor de los 6 a 7 metros. Después de estas estabilizaciones se da inicio al período actual donde se manifiestan descensos de la napa.

Desde comienzos de 1990 hasta comienzos de 1994 se presenta un período de descenso de niveles desde los 7 metros hasta los 15 metros bajo terreno. La tasa promedio de descenso es de 2,5 m/año.

Sin animo de sacar conclusiones previas se puede mencionar lo siguiente del análisis de este registro histórico de niveles:

- Este registro representa bien al sector de Tierra Amarilla.
- Se observa una similitud en las tasas de ascenso y descenso en cada período de recarga-descarga.
- Las tasas de descenso registradas promedio han sido 1.6, 1.8 y 2.5 para los períodos 67-70, 74-77 y 90-94.
- Las tasas de ascenso han sido 1.3 y 2.2 para los años 71-73 y 81-87.

- Es interesante poder cuantificar, qué porcentaje de los descensos actuales, es producto del régimen natural del embalse y cual es producto de las extracciones artificiales.

Para responder esta interrogante se supondrán dos hipótesis que se insinúan en los registros de niveles:

La primera hipótesis, es considerar que la tasa natural de recarga de un período es igual o muy semejante a la tasa de descarga del periodo siguiente ('81-'87).

De acuerdo a lo anterior la tasa de recarga del período anterior fue de 2.2 m/año y la tasa actual de descarga es de 2,5 m/año. Por lo tanto una componente de 0.3 m/año podría ser atribuible a la extracción artificial.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

La segunda hipótesis, es considerar que la tasa actual de descenso natural, debería ser semejante a la tasa de descenso del período anterior, si éste no tuvo explotación y además las tasas de recarga hubiesen sido similares

Esta hipótesis no se cumple en su totalidad, ya que el período anterior tuvo una recarga pequeña en comparación con las recargas de 81-87. No obstante lo anterior si se comparan las tasas de descarga de 1.8 m/año y 2.5 m/año se tiene que la diferencia de 0.7 puede ser atribuible a efectos del bombeo.

Por lo tanto de la tasa de descenso de 2.5 m/año del período actual (90-94), en promedio 0.5 m/año (0.3 y 0.7) puede ser atribuibles al bombeo (20%).

Sondeo 2720 7010 C-17
Alcaparrosa (Observación D.G.A.)
N° 270 del Catastro '95

Este sondeo se ubica como su nombre lo indica en Alcaparrosa y es representativo del sector.

Muestra los mismos períodos de recarga y descarga que el pozo anteriormente analizado (C-9), con la diferencia que sus niveles en conjunto están más cercanos a la superficie, con un traslapo de aproximadamente 2 metros más superficiales.

Presenta registros desde finales de 1974 con niveles en los 14 metros descendiendo hasta los 20 m. a mediados de 1980 (tasa de descenso 1.1 m/año).

Desde mediados de 1980 hasta comienzo de 1989 aumenta los niveles, evidenciando un período de recargas, desde los 20 m. hasta 2 m. bajo terreno, con una tasa de ascenso de 2 m/año aproximadamente. Durante este período ocurrieron 2 años abundantes en recurso hídricos, los años 1984 y 1987, su magnitud se refleja en los aumentos extraordinarios del nivel a tasas del orden de los 6 m/año, pero que ocurrieron dentro de un período de recargas que encontró al embalse subterráneo en sus niveles máximos y por lo tanto sus recargas no fueron completamente aprovechadas.

El año 1989 y comienzos del '90 es un período de niveles estables entre 2 y 3 metros bajo terreno.

Desde mediados de 1990 hasta 1994 se produce el actual período de descargas del acuífero, descendiendo sus niveles desde 3 m. hasta 15 m. bajo terreno. La tasa de descenso media fue de 2.6 m/año.

De acuerdo a las hipótesis planteadas anteriormente, para establecer la influencia del bombeo se pueden comparar las tasas de ascenso y descenso del ultimo período que son 2 m/año y 2.6 m/año. Lo anterior permitiría atribuir que una componente de del orden de 0.6 m/año es producto del bombeo (23%).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Pozo 2720 7010 C-16
Punta Negra (D.G.A. Obs.)
N° 269 del Catastro '95

Se ubica en Punta Negra rodeado de 9 pozos ENAMI, los cuales se ubican a una distancia entre 80 y 350 m. Así, sus mediciones serán el reflejo de la situación particular de encontrarse en medio de una batería de pozo, que si bien en la actualidad solo 2 de ellos operan, no se sabe lo ocurrido en el pasado. Por lo tanto es de esperar registros de niveles estáticos influenciados por la operación de los sondeos vecinos.

Sus registros de niveles presentan los mismos períodos de recarga y descarga descritos anteriormente.

Se observa el período de descarga con registros entre 1975 a 1980 con niveles iniciales de 31 m. y finales de 37 m. bajo terreno.

Posteriormente el período de recargas, desde 1981 a 1989, presenta niveles entre 37 m y 15 metros bajo nivel de terreno. en este período se observan claramente las recargas más importantes del período ocurridas los años 1984 y 1987, donde los niveles aumentaron fuertemente.

También se visualiza el período actual de descargas , desde 1990 a 1994, donde los niveles han variado entre 15 y 27 metros bajo nivel de terreno. Se observa una tendencia a estabilizarse los niveles durante el año 1994.

Pozo 2720 7010 A-8
Pueblo San Fernando (Aníbal Pérez - Maglio Cali, DGA-Observación)
N° 195 del Catastro '95

Se ubica en la localidad de San Fernando y al igual que el pozo A-18, son representativos de la situación de los niveles del agua subterránea en el sector.

Posee el mayor número de registros de niveles de todo el Sector Mal Paso - Copiapó, con 33 años de observación desde 1962 a 1995. Es necesario continuar midiendo estos niveles en forma muy constante, por lo valioso de su registro.

En este pozo, se puede comentar la situación de los niveles antes de 1969, período sin observación en todos los demás pozos del sector.

Muestra el período 1962 a 1965 donde los niveles se mantuvieron prácticamente constantes alrededor de los 29 metros bajo nivel de terreno.

Posteriormente muestra el período de descargas ocurrido entre 1967 y mediados de 1972. Allí los niveles descienden hasta los 35 m. Mostrando una tasa de descenso de 1,3 m/año.

El período 72-74 corresponde a un corto período de recargas a una tasa anual de 1 m/año, con aumentos de niveles desde los 35 m. hasta los 32 m. bajo nivel de terreno.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Durante 1975 a 1980 se producen descensos de niveles entre 32 m. y 39 metros. Este último valor corresponde al mínimo histórico en los 33 años de mediciones. La tasa de Descenso correspondiente fue de 1,3 m/año, igual valor a la tasa de descenso del período anterior.

Desde 1981 a mediados de 1989 se produce el mayor período de recargas registrado, tanto por su longitud en el tiempo como por su aumento de niveles de la napa. Los registros aumentan desde 39 m. hasta 21 metros bajo nivel de terreno durante esos 8 años , con una tasa media de ascenso de 2 m./año, el doble de las tasas de ascenso registradas en los períodos anteriores. En este período existieron dos años (84 y 87) de fuertes aumento en las recargas que registraron tasas de ascenso de alrededor de 7 m/año.

El período en que se encuentra el embalse subterráneo actualmente corresponde a uno de descargas. Este se manifiesta desde 1990 hasta 1994. Los valores de los niveles del agua subterránea han descendido de los 21 m hasta los 31 metros bajo nivel terreno. Por lo tanto la tasa actual de descenso es de 2,05 m/año.

Con el fin de sacar conclusiones de estos registros se puede indicar:

- Las tasas de ascenso y descenso para períodos consecutivos son similares.

- Si cuantifica, qué porcentaje de los descensos es producto del ciclo natural de vaciamiento y relleno, y cual es producto de la explotación artificial por sondeos, se pueden postular dos hipótesis que permitan visualizar algunos resultados.

  Primero, que la tasa actual es considerada con explotación y la del período 67-72 corresponde al funcionamiento natural.

  Segundo, que las tasas de ascenso y descenso deberían ser similares para períodos sin explotación.

  De acuerdo al primer supuesto se tiene una diferencia de 0,75 m/año, atribuible al bombeo. De acuerdo al segundo supuesto, la diferencia de 0,15 m/año podría ser atribuible al bombeo. Por lo tanto de la tasa actual de 2,05 m/año, entre 0,15 y 0,75 m/año pueden ser atribuibles al funcionamiento de los pozos del sector. Es decir entre 7% y un 35%.

A medida que se continua avanzando hacia aguas abajo, los niveles empiezan a hacerse más superficiales y los ciclos descritos anteriormente continúan manifestándose de igual forma, pero más atenuados, de modo que las fluctuaciones entre máximos y mínimos disminuye de 20 metros a 10 m. y menos, según se continúe acercando hacia la ciudad de Copiapó.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Pozo 2720 7010 A-48
Pozo Planta Castellón (Punta del Combo)
N° 235 del Catastro '95

Se ubica frente a la Punta del Combo, en las cercanías de la carretera, en el ingreso a la ciudad de Copiapó.

Posee un registro escaso de niveles de los últimos 7 años. Pero permiten evidenciar el cambio en el funcionamiento del acuífero en las inmediaciones de la ciudad de Copiapó.

Existen pozos de observación en sus cercanías pero están discontinuados como el B-7 (Recinto Endesa) y A-14 (Parque El Pretil). Es necesario iniciar mediciones en pozos en las cercanías con el fin de poder corregir distorsiones, ya que con un solo pozo se pueden producir errores de medición que no sean detectados.

En el Sector N°4, puede observarse que en la medida que se acerca a la ciudad de Copiapó los niveles se acercan a la superficie y las fluctuaciones se atenúan. Los descensos del actual período de descargas han producido una disminución de los niveles de alrededor de los 3 metros en estos últimos 7 años y la tasa de descenso es de 0,4 m/año en promedio.

Todo lo anterior es un indice de que el acuífero responde en forma hiperanual a los períodos de recarga, por abundancia de agua tanto en el río como en los aportes subterráneos de los embalses subterráneos de aguas arriba. En períodos de baja escorrentía, el acuífero entrega un flujo subterráneo hacia aguas abajo que en conjunto con las extracciones mediante sondeos, producen descensos de la napa que son mayores a los ascensos producto de la recarga y por lo tanto los niveles descienden y constituyen el funcionamiento hiperanual del embalse subterráneo.

Como conclusión general se puede decir que la situación actual del acuífero al año 1995 no presenta problemas de sobre-explotación ya que los descensos corresponden a períodos naturales de recarga-descarga del acuífero producto de años de mayor o menor pluviosidad. Se ha considerado, bajo algunos supuestos, la influencia de la explotación artificial y en base a ello de la actual tasa de descenso un porcentaje entre un 10 y un 20 % correspondería a la explotación por los sondajes en funcionamiento.

En este embalse subterráneo denominado Mal Paso-Copiapó, se puede señalar como funcionamiento del acuífero que éste se manifiesta con fuertes variaciones de la napa y niveles cercanos a la superficie en el sector de Tierra Amarilla para irse profundizando los niveles hacia el sector de Paipote, aunque manteniendo fuertes fluctuaciones de nivel. Posteriormente se produce desde San Fernando a Copiapó, un aumento de los niveles, acercándose paulatinamente hacia la superficie y disminuyendo la magnitud de sus fluctuaciones.

Por otra parte los niveles más profundos se sitúan en los 37 y 41 metros de profundidad.

Dado el espesor del acuífero, los pozos con escasa profundidad pueden ser profundizados y así adaptarse a la condición actual del acuífero (niveles estáticos más profundos) y a la vez lograr un mejor aprovechamiento del acuífero.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.7 SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO

9.7.1 Volumen del Acuífero

El volumen desembalsado anualmente mediante bombeo de pozos, de acuerdo con los datos contenidos en la encuesta del año 1995 asciende a 46.72 Mm^3 (1482 l/s). El volumen total del acuífero considerando una profundidad máxima de 300 metros es de 10.400 Mm^3, si se considera un coeficiente de almacenamiento de 10%, se tiene un volumen total almacenado de 1040 Mm^3. Por lo tanto, el volumen de extracción anual es del orden del 4,5 % del volumen total de agua del acuífero.

Si ahora solo se considera los primeros 200 metros de espesor, se tiene un volumen de acuífero de 8600 Mm^3 y usando un coeficiente de almacenamiento de 10%, el volumen almacenado resulta de 869 Mm^3. En este caso la razón de explotación v/s volumen almacenado alcanza a 5,4 %.

En el caso extremo de considerar solo 100 metros de espesor y S=10% se tiene un volumen de agua almacenada de 520 Mm^3. en este caso la razón explotaciónv/s volumen almacenado alcanza a un 9.0 %.

- Adicionalmente resta indicar que los pozos se ubican en el sector superior del acuífero, entre los 0 y 100 metros, presentando un promedio de perforación los pozos del sector de 61,4 metros y valores máximos de 169 m. y mínimos de 23 m.

- Las profundidades más frecuentes de los pozos perforados (aquellos con datos de profundidad) son entre 20 y 30 metros con 7 pozos ; entre 50 y 60 m. con 6 pozos, entre 60 y 70 metros con 5 pozos y entre 90 y 100 m. con 5 pozos.

En el cuadro siguiente se presentan distintas alternativas de volúmenes embalsados de acuerdo al coeficiente de almacenamiento adoptado y el espesor considerado.

Cuadro 9-18

Embalse Subterráneo :" Mal Paso - Copiapó"

Espesor Acuifero	Volumen Mm^3 Acuifero	Volumen Agua Almacenada (Mm^3) S=5%	S=10%	S=15%
Terreno-100m.	5,220	260	520	780
Terreno-200m.	8,600	430	860	1290
Terreno-300m	10,400	520	1040	1560

Mm^3= millones metros cúbicos

Lo anterior corresponde a un análisis de sensibilidad para el volumen almacenado, poniéndose en distintos escenarios para el espesor a considerar del acuífero, así como también para el valor adoptado del coeficiente de almacenamiento. De lo anterior, se puede indicar que el agua almacenada, a considerar en los cálculos posteriores, corresponde a 1040 Mm^3 en este sector. No obstante lo anterior, teniendo en consideración casos extremos de agua almacenada por 260 Mm^3 en el tramo superior del acuífero en los primeros 100 metros de espesor y usando un coeficiente de almacenamiento de 5%. El caso del coeficiente S=15% se ha indicado para ilustrar este ejemplo, pero teniendo en consideración que los valores más probables del coeficiente S se ubican entre 5 y 10%.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

9.7.2 Perfil Longitudinal del Sector Mal Paso - Copiapó.

En la página siguiente se presenta un perfil hidrogeológico del Sector N°4, donde se indican

- *La cota del terreno superficial.*
- *El nivel de saturación al año 1986/87.*
- *El nivel de saturación al año 1995*
- *El fondo de los sondeos actuales.*
- *El fondo del acuífero o basamento según la geofísica*
- *El espesor límite de 300 m. considerado para efectos prácticos.*
- *La línea que define el espesor 200 m.*
- *La línea que define el espesor 100 m.de acuífero*

De los perfiles de la napa para el año 1994 y 1987 se puede indicar lo siguiente:

- El promedio de los niveles en 1987 de los pozos en el sector alcanzaba a los 14.7 m. bajo nivel de terreno, con un máximo de 27,7m. y un mínimo de 4.3 m.

- El promedio de los niveles freáticos, en los pozos del sector, durante el año 1995 se ubica a 20.8 metros, con un valor mínimo de 3.7 m y un máximo de 43.8 m.

- Una comparación entre 1987 y la actualidad, entrega un descenso de los valores promedio del nivel de la napa de 16.1 m.

- Dado que la superficie de la napa es aproximadamente 52 Km^2 en este sector, un descenso unitario de ella promedio en el sector, implicará un desembalse de 5.2 millones de m^3. Por lo tanto, en estos últimos 7 años se tiene un descenso de 16.1 m. como valor promedio, eso implica un desembalse de 83.72 Mm^3 en 7 años, lo que equivale a unos 12 Mm^3 anuales (380 l/s).

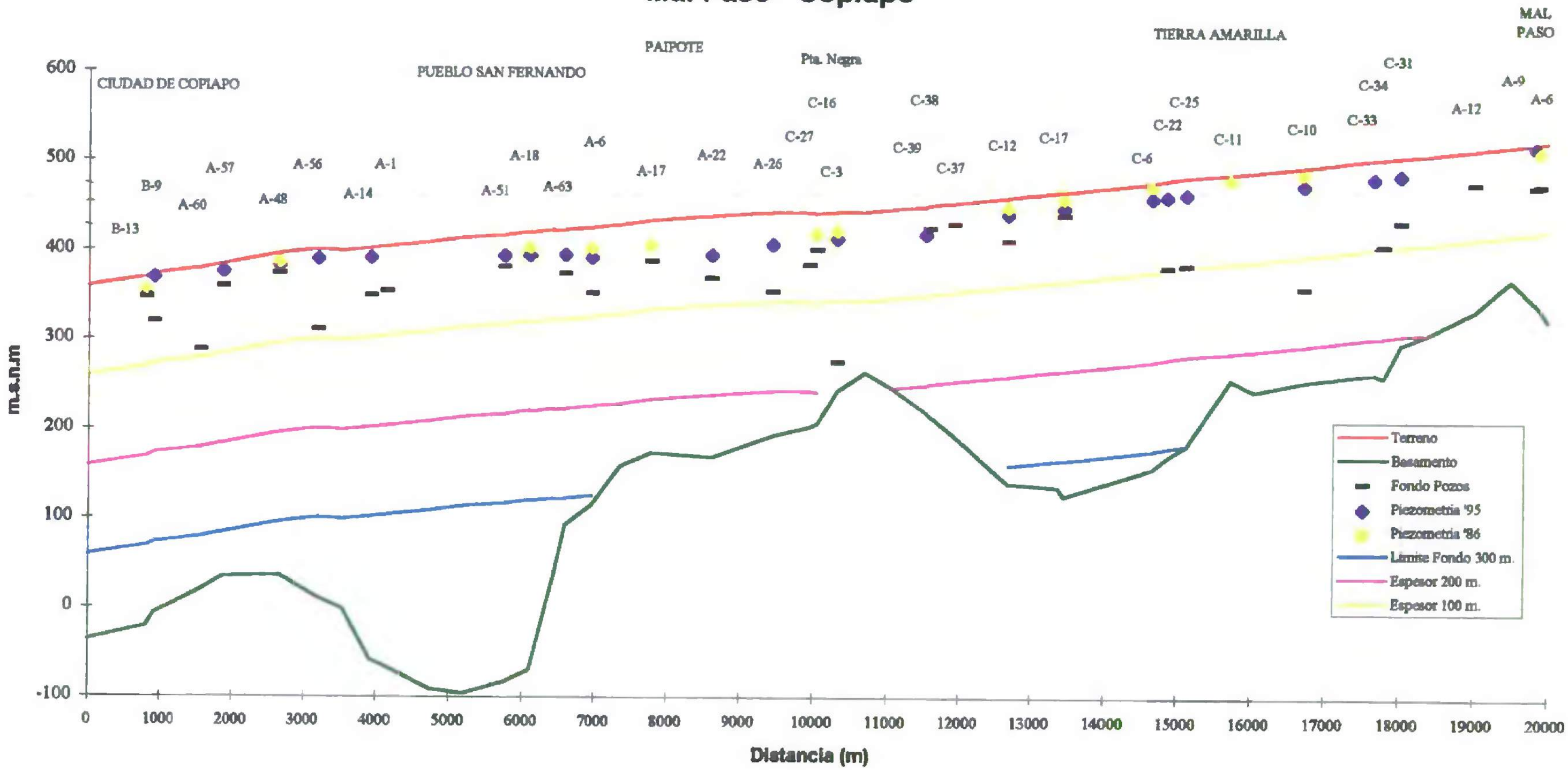
- Este sector es actualmente el de mayor explotación de los acuíferos del valle de Copiapó y salvo en la zona inmediatamente aguas arriba de la ciudad de Copiapó, los niveles estáticos se ubican actualmente entre los 20 y 30 m, habiendo alcanzado hasta profundidades de 40 m. en periodos de extrema sequía. Además se observan tasas de descensos de 2 a 3 m/año.

En el perfil longitudinal y tabla catastral de pozos, se observa la escasa profundidad que en general tienen los pozos existentes (61 m. en promedio) para adaptarse a estas variaciones de nivel freático, estimandose que para lograr un buen aprovechamiento del acuífero, ella no debería ser inferior a los 100 m., especialmente en el sub-sector Tierra Amarilla- San Fernado.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Sector Nº 4
Mal Paso - Copiapó



ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

9.8.- BALANCE HIDROGEOLOGICO DEL ACUIFERO

9.8.1 Cuantificación de Volúmenes

a) Ingresos

a.1) Ingresos Superficiales

Corresponden a los valores indicados en el punto 9.1 "Ingresos y Salidas de Aguas Superficiales", básicamente se refieren a los caudales medios anuales de la estación fluviométrica: Río Copiapó en Mal Paso (1230 l/s).

a.2) Ingresos Subterráneos

Se obtuvieron en base a lo indicado en el capítulo 8.2 "Ingresos y Salidas de Agua Subterránea". Corresponde al flujo que se produce en Mal Paso, calculado entre 360 y 600 l/s según el valor de la transmisibidad adoptada. Se ha adoptado el valor 600 l/s basado en que generalmente los valores de T obtenidos de los pozos son valores por defecto respecto al total de espesor de acuífero, principalmente por su carácter de parcialmente perforantes y las ineficiencias propias del pozo. No obstante lo anterior esta cifra podría ser aún mayor.

b) Salidas

b.1) Salidas Superficiales

Si bien la estación fluviométrica "Copiapó en ciudad de Copiapó" presenta un valor medio de 1,04 m^3/s, éste debe ser tomado con reserva ya sus valores solo registran 10 años entre 1983 y 1994 ambos incluidos. El resto de las estadísticas ha sido generado en base a la estación La Puerta.

b.2) Salidas Subterráneas

Calculadas igual que los ingresos subterráneos, pero considerando ahora la sección de Angostura cerro La Cruz, el flujo subterráneo alcanza alrededor de los 530 l/s. según descripción del capitulo 9.2.2.

b.3) Salidas Netas

-Evapotranspiración por Cultivos

Se calcularon en base a las hectáreas regadas del sector y la evapotranspiración real de los cultivos (ETc), ésta se ha calculado de acuerdo a los valores de K y ETo del estudio D.G.A.-Ipla-1994. Dichos valores se incluyen en el capítulo 8.3 "Superficie Regada del Sector N°3".

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

En forma resumida se puede indicar que corresponden a los valores de ETc: 7010; 5687; 11080 y 9199 m^3/ha/año para los cultivos de Parronales (103 Ha.), Hortalizas (1600 ha.), Praderas (8 ha.) y Frutales (20 ha.) respectivamente. Lo anterior corresponde a un volumen de 10.09 millones de m^3 anuales (320 l/s) para la evapotranspiración de los cultivos.

-Evapotranspiración en Zona de Vegas

En la Ref. N°1, se tienen diferenciados tres tipos de vegas: Tipo A, con matorrales y suelos húmedos; Tipo B, matorrales con suelos menos que húmedos; y Tipo C, matorrales ralos.

En 1986 (DGA-87) los niveles estaban más superficiales que en la actualidad y se había identificado 64 has. de suelos con totorales y suelos húmedos (vegas Tipo A). Así se estima que en la actualidad estos valores alcanzan la mitad de dichas cifras y estas áreas se ubican frente a la ciudad.

Considerando una evapotranspiración potencial de 13690 m^3/Ha/año y coeficiente K=1 para este tipo de terrenos, se tiene un volumen de 0.9 Mm^3/año (28 l/s) como concepto de evaporación en zona de vegas.

-Exportación de aguas hacia fuera de cuenca

Corresponde principalmente a proyectos mineros como Candelaria y Ojos del Salado, que sacan las aguas de la cuenca, y por lo tanto no pueden retornar al ciclo. Además de la producción de agua potable, para las ciudades de Caldera y Chañaral efectuada desde el recinto Vicuña, de EMSSAT S.A debe ser considerada como exportación.

Respecto a la minera Candelaria ella explota unos 5.8 millones de m^3/año y la minera Ojos del Salado extrae 0.4 millones de m^3/año, la suma anterior se traduce en 200 l/s por concepto minero. Adicionalmente EMSSAT explota 2,9 millones de m^3 (92 l/s), según sus propios registros, desde el recinto Vicuña.

Por lo tanto, se pude considerar una cifra de 300 l/s (9.46 Mm^3/año) como exportaciones de agua desde el valle de Copiapó y desde el sector de N°4 "Mal Paso Copiapó".

-Usos Mineros

Se ha considerado que un 70 % de la descarga del acuífero mediante sondeos para usos mineros no retorna al ciclo, evaporándose en el proceso productivo. Por lo tanto, según la encuesta, se tiene una explotación minera de 17,73 Mm^3/año (descontando Candelaria y Ojos del Salado ya contabilizados como exportaciones de agua de la cuenca). Lo anterior permite asignar un volumen de 12.36 Mm^3/año como salida neta producto de usos mineros.

c) Variación del Almacenamiento

En este sector se presentan variaciones importantes de niveles freáticos entre Mal Paso y

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

San Fernando, es decir en aproximadamente el 80 % del área del acuífero.

- Dado que la superficie de la napa es aproximadamente 52 Km^2 en este sector, un descenso unitario de ella promedio en el sector, implicará un desembalse de 5.2 millones de m^3.

En las variaciones de niveles entre 1889-92, se midieron tasas de descenso de 2.5 m/año (ver capitulo 9.6.1 y plano Variación de niveles del Sector 4, Tomo II de III), lo que permite estimar un desembalse de alrededor de 13 Mm^3/anuales (410 l/s) desde el acuífero entre el 89 y 92. Lo anterior es un indicio que las recargas eran menores que las descargas y el acuífero tuvo que entregar recursos de su almacenamiento para compensar las mayores descargas versus las recargas menores. Esta cifra de 410 l/s es concordante con en desembalse de 380 l/s obtenido en el capitulo 9.7.2 (Perfil Longitudinal del Sector N°4) , obtenido en base a comparar el promedio de los niveles en 1987 y los actuales.

por lo tanto se adoptará una cifra de 400 l/s.

d) Intercambios de agua al interior del sistema (Sector N°4)

d.1) Intercambios de Salida

-Descarga Artificial por Sondeos

De acuerdo a lo indicado en el Capítulo 9.5.2 se tienen valores de extracción anual de 26,01 Mm^3 producto de usos mineros; 16,28 Mm^3 de Agua Potable y 4,43 Mm^3 extraídos por pozos de riego. Lo anterior suma 46,72 Mm^3 anuales (1390 l/s).

Es importante mencionar que los derechos Concedidos, del total de pozos del sector N°4, alcanzan a 80.27 Mm^3/año y los derechos en Trámite a 39,54 Mm^3/año, los que suman 121.07 millones de m^3/año (3840 l/s), como caudal teórico máximo extraíble según derechos, esto considerando 8760 horas de funcionamiento al año (24 horas al día).

Respecto a los pozos que actualmente están en operación, si se consideran los caudales nominales de acuerdo con los derechos Concedidos, en Trámite y aquellos sin Derechos, se tiene una explotación potencial de 91,0 millones de m^3 en pozos actualmente en funcionamiento, considerando una operación de 8760 horas anuales.

-Descargas por Vertientes

En el sector Mal Paso-Copiapó hay solo una zona de afloramientos claros de la napa. Este es el río Copiapó frente a la ciudad, donde aparecen las vertientes que alimentan los canales de regadío.

Las descargas por vertientes según la Ref N°1, calculadas según modelación alcanzan 25 l/s y estimaciones del período 1968-1977 son cercanas a 200 l/s. Para términos del balance se adoptará la cifra de 25 l/s como más ajustada conservadoramente.

En el plano 4 de "Variación Histórica de Niveles", se aprecian 2 zonas con niveles estáticos cercanos a la superficie.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289765 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

El sector nominado Alcaparroza presenta zonas de Vegas, no apreciándose vertientes propiamente tales. Además, del análisis de la fluctuación de niveles se observa que su ocurrencia es ocasional y obedece solo a períodos de gran recarga del acuífero (1988-1990).

El otro sector se ubica frente a la Ciudad de Copiapó, aguas arriba de la localidad de La Chimba, debido al estrechamiento del Valle, formándose Las Vegas y Vertientes "El Pretil".

Una estimación del caudal de esta vertiente dá fluctuaciones entre 25 y 200 l/s, siendo los máximos en períodos de gran y prolongada recarga del acuífero, y los mínimos en períodos secos. (DGA 1987). Estas vertientes de la Ciudad de Copiapó y los derrames de riego que allí llegan pasan a ser el caudal superficial que abastece la zona de Bodega-Toledo y parte de Chamonate, complementándose con las Aguas Servidas de la Ciudad.

d.2) Intercambios de Entrada

-Infiltración del río

La construcción del canal matriz Mal Paso redujo las infiltraciones del río virtualmente a cero. Para caudales mayores que la capacidad del canal matriz (3.0 m^3/s) se producen infiltraciones debido a que los excedentes escurren por el río.

Considerando los resultados de la modelación de la Ref. N°1 se tienen 170 l/s como promedio de las infiltraciones del río entre Mal Paso y San Fernando y un caudal de 340 l/s producto de recuperaciones del mismo río en las inmediaciones de ciudad de Copiapó.

-Infiltraciones canales matrices

Al igual que la infiltración en el río los antecedentes existentes corresponden al estudio de 1987, donde se obtiene un promedio de 3,46 Mm^3/año (110 l/s) como infiltración por este concepto.

-Infiltraciones canales secundarios

Idem al anterior, con un volumen de 1,9 Mm^3/año (60 l/s).

-Infiltración riego predial

Asumiendo que de las ineficiencias de riego la mitad escurre y la otra infiltra al acuífero se puede estimar este concepto.

La demanda del sector según el capitulo 9.3 (cuadro 9-6) alcanza a 21,33 Mm^3/año y la evapotranspiración por cultivos según los párrafos anteriores alcanza a 10,09 Mm^3/año. Por lo tanto se tiene una infiltración por riego predial de 5,68 Mm^3/año (180 l/s)

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 9-19
Balance

Sector: N°4	Mal Paso-Copiapó		
M m3/año=Millones de m3 anuales		l/s	M m3/año
Ingresos			
Entradas Superficiales		1230	38.78
Entradas Subterráneas		600	18.92
Aportes Laterales por quebradas		250	7.88
Suma Ingresos		**2080**	**65.58**
Salidas			
Salidas Superficiales		1040	32.79
Salidas Subterráneas		530	16.71
Salidas Netas			
Evapotranpiración por cultivos		320	10.09
Evapotranpiración en zona de vegas		28	0.88
	Exportación de aguas	300	9.46
	Usos mineros	437	13.79
Suma Salidas		**2675**	**83.73**
Variacion Almacenamiento (anual)		-400	-12.6
Intercambios de Entrada			
Infiltración río		170	5.36
Infiltración canales matrices		110	3.47
Infiltración canales secundarios		60	1.89
Infiltracion riego predial		180	5.68
Suma		**920**	**16.40**
Intercambios de Salida			
Descargas por Vertientes		25	0.79
Recuperaciones Rio		340	10.72
Descarga Artificial por Sondeos		1482	46.72
Suma		**1847**	**58.23**
Volumen Embalsado (0-300m)			1040
(0-200m)			860
(0-100m)			520
Demanda Uso Agrícola del Sector	Superficie '87 y Tasa Riego '94	676	21.33
	Superficie Potencial y Tasa '94	816	25.74
BOMBEOS			
Usos mineros		825	26.01
Usos agua Potable		516	16.28
Usos Riego (cobertura 50%)		93	2.93
Uso Riego (extrapolados)		47	1.50
Suma		**1482**	**46.72**
Extracción max. según Derechos			
de los Pozos Operando (51)			
Con Derechos Concedido		1971	62.15
Con Derechos En Tramite		502	15.83
Sin Derecho		413	13.02
Suma		**2884**	**91.00**

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, 1995
SECTOR N°4 MAL PASO - COPIAPO

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

8.8.2 Discusión de los Resultados del Balance

Este capítulo pretende poner en cifras, los valores más significativos en relación con el acuífero, su volumen embalsado, la explotación actual y la situación de los Derechos de Aprovechamientos Concedidos o en Trámite.

Sin embargo se puede constatar que la extracción anual está cercana a los 46.7 Mm^3 (1480 l/s). el volumen embalsado alcanza entre 1040 Mm^3, 860 Mm^3 y 520 Mm^3, si se consideran diferentes espesores de acuíferos de 300 , 200 y 100 metros respectivamente y un coeficiente de almacenamiento de 10%. Por lo tanto, la razón entre la explotación y el volumen del embalse fluctúa entre un 4,5% y 8,9% según se consideren espesores de 300 o 100 metros respectivamente.

Los derechos de aprovechamiento concedidos alcanzan los 2546 l/s en 43 pozos, los derechos en trámite corresponden a 1254 l/s en 20 pozos y los casos especiales corresponden a derechos por 40 l/s en 1 pozo. Todo lo anterior entrega un valor de 3840 l/s (121 Mm^3/año).

De acuerdo al párrafo anterior, se tiene una explotación cercana al 38,5 % del total de los Derechos de Aguas Subterráneas del Valle de Copiapó (Constituido+En Trámite+Casos Especiales).

Respecto al porcentaje de pozos en operación del total del sector de tiene un 46,4 % de ellos en funcionamiento (51 de 110 pozos).

Respecto a los pozos con derechos Constituidos, se explota aproximadamente un 70% de los pozos en la actualidad (30 de 43 pozos). En relación a los Derechos en Trámite, existe un 40% de ellos que ya se encuentran en operación. Y respecto a los pozos sin Derechos existe un 26% de ellos que está ya en operación.

Por lo tanto en este sector, la brecha importante entre derechos concedidos y explotación que ocurría en los sectores de aguas arriba se ve disminuida y los valores se hacen cercanos entre lo Concedido y los pozos en explotación.

Respecto a las cifras del balance hídrico del sector se tiene una suma de ingresos cercana a 2,1 m^3/s (considerando recursos superficiales y subterráneos) y salidas del orden de 2,6 m^3/s. Esta diferencia se ve compensada por una variación en el volumen embalsado con una tasa de descenso de aproximadamente 400 l/s en el último tiempo.

Es importante señalar que el volumen de circulación media anual es cercano a 2080 l/s (65.58 Mm^3/año). Dicho valor comparado con las extracciones del orden de los 1480 l/s (46,7 Mm^3/año) implica una explotación del orden de 71,2% del volumen en circulación medio anual. Este valor más los 400 l/s de desembalse indican un sector donde en la actualidad las recargas no son capases de compensar a las descargas.

Es importante señalar la gran capacidad de recarga que presentan los acuíferos ante años abundantes en escurrimientos superficiales. Es el caso de los años 1984 y 1987, donde se registraron aumentos de nivel de entre 6 a 7 m/año, lo que de acuerdo a lo indicado anteriormente (Capítulo 9.7.2), representa recargas a la napa cercanas a los 35 millones de m^3/año (1100 l/s), esta cifra, dicho de otro modo revierte inmediatamente el desembalse del acuífero estimado en 400 l/s y lo convierte en una acumulación.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°10

SECTOR N°5
- COPIAPO - PIEDRA COLGADA

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

ETAPA II Y FINAL

SECTOR COPIAPO - PIEDRA COLGADA

		Pág.
10.1	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL	10.-02
10.2	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA	10.-03
10.3	SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR	10.-04
10.4	CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION	10.-05
10.5	SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA	
10.5.1	Sondeos Existentes	10.-07
10.5.2	Extracción de Agua Subterránea	10.-12
10.6	NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA	10.-16
10.6.1	Variación Histórica de Niveles	10.-19
10.7	SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO	10.-26
10.7.1	Volumen Acuífero	10.-26
10.7.2	Perfil Longitudinal del Sector	10.-27
10.8	BALANCE HIDRICO DEL SECTOR.	10.-29

LOS MILITARES Nº 4266 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

SECTOR N°5
COPIAPO - PIEDRA COLGADA

10.1 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL

Los caudales de agua superficial que ingresan al sector Copiapó-Piedra Colgada, están contabilizados por la estadística fluviométricas de la estación: Río Copiapó en Ciudad Copiapó, Código B.N.A. 03450001-0.

Los caudales medios mensuales entregan los siguientes resultados para el período 1963-1994.

Cuadro 10-1, Caudales Medios Mensuales 1963-1994
Estación: Río Copiapó en Ciudad de Copiapó

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	1.27	1.21	0.96	0.90	1.03	1.12	1.18	1.00	0.95	0.89	0.83	1.26	1.05

Fuente: BNA de la DGA entre 1983 -1994. Ampliado al período 1963-1994 y rellenado.

Es importante señalar que el caudal de entrada, corresponde principalmente a recuperaciones del río producto de vertientes y afloramientos. Los caudales medios mensuales de esta estación fluviométrica deben ser tomados con reserva ya que sus valores solo registran 12 años entre 1983 y 1994 (ambos incluidos) y en dicho período se presentan los años más abundantes tales como 1984-85 y 1987-88 por lo que los valores resultan muy elevados (promedio 1983-1994 de 2.19 m^3/s) .

Los datos fueron rellenados y ampliados usando la estación de Mal Paso, para el período 1963-1994, este valor promedio alcanza 1.04 m^3/s y será usado como caudal de entrada superficial medio al sector Copiapó-Piedra Colgada.

Respecto a los caudales de salida no se dispone de alguna estación fluviométrica en Piedra Colgada que permita cuantificar los caudales superficiales de salida de este embalse subterráneo denominado Copiapó-Piedra Colgada. Pero de acuerdo a la Ref. N°1 se tiene un caudal medio anual de 130 l/s que corresponde principalmente a recuperaciones que se producen en Piedra Colgada. Dicha cifra se ve corroborada por los aforos realizados entre 1973 y 1979 en el Canal San Pedro, ubicado aguas abajo de Piedra Colgada, el cual presenta registros entre 90 y 180 l/s.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.2 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA

De acuerdo con el Estudio[1] de la D.G.A. del año 1987 (Ref. N°1), los ingresos y salidas fueron obtenidos según la fórmula de Darcy con los siguientes valores:

Para el ingreso se consideró (correspondiente a las salidas del acuífero de aguas arriba, Mal Paso Copiapó):

T= 5000 m^2/día
L= 700 m.
i= 1,3 %
Lo anterior arroja un caudal de:
Q= 0,530 m^3/s equivalentes a : 16,7 millones de m^3.

Para las salidas se consideró valores de Transmisibidad, en base a los sondeos C-27, C-22 y C-21 con valores de T= 3300, 2160 y 2500 m^2/día respectivamente. El ancho (L) de la sección, se obtuvo de los planos topográficos a escala 1:10000 y el valor del gradiente (i) se basó en los registros de niveles de la napa, medidos durante el presente estudio (Mayo de 1995).

Resumiendo se tiene:

T= 3000 a 4000 m^2/día
L= 1000 m.
i= 0,8 %
Lo anterior entrega un caudal de :
Q= 0,280 a 0,370 m^3/s equivalentes a : 8.82 a 11,66 millones de m^3/año.

[1]Ref. N°1: "Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos, Valle del Río Copiapó- III Región". D.G.A.-Alamos y Peralta-1987.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.3. SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR

Según el estudio de la D.G.A. 1987 (Ref N°1), la superficie regada era de 1.425,3 Hás. con la siguiente distribución.

Cuadro 10-2, Distribución de Cultivos 1986-87
Sector Copiapó-Piedra Colgada

Tipo Cultivos	Superficie (Ha)
Vides	837,3
Hortalizas	573,0
Praderas	-
Frutales	15
Total	1425,3

Según el estudio[2] de la D.G.A. del año 1994 (Ref. N° 2). Las tasas de riego para dichos cultivos a nivel anual serían las siguientes:

Cuadro 10-3, Tasas de Riego por cultivo
Fuente: Estudio D.G.A.-Ipla 1994

Cultivo	Tasa Riego m^3/Ha/año
Vides	9080
Hortalizas	12281
Pradera	34704
Frutales	20214

La demanda anual queda como sigue:

Cuadro 10-4, Demandas Actuales de Riego

Cultivos	Demanda Mill. m^3/año
Vides	7,6
Hortalizas	7,04
Pradera	-
Frutales	0,30
Total	14,94

[2]Ref. N° 2: "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile", Informe Etapa 4, Demandas Actuales en Cuencas Norte. D.G.A-Ipla-1994

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.4. CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

Los canales que extraen sus aguas desde el río Copiapó en el sector hidrogeológico denominado Copiapó - Piedra Colgada son:

Cuadro 10-5

Canales que nacen en el Sector 5. Copiapó – Piedra Colgada

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo de Riego Hrs.	Min.	Bocatoma Estado	Caudal (l/s)
	La Chimba	Der.	50% río	168	0	Oper.	160
	Bodega	Izq.	50% río	100	0	Oper.	500
	Toledo	Izq.	25% río	68	0	Oper.	160
	Chamonate	Der.	25% río	68	0	Oper.	200
	Carrozzini	Der.	–	–	–	D S/B	–
	TOTAL SECTOR		100% río	168	0	horas a	la semana

404

D S/B : Destruido Sin Bocatoma
C/B no Op. : Con Bocatoma pero no operando
Oper : Operando

Los datos del cuadro anterior provienen del Informe D.G.A-1980 (Uri Hammer) y la columna relativa al estado actual de la bocatoma proviene de inspección visual de terreno realizada por nuestra empresa.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.4.1 Caudales Derivables por Cada Canal

En la tabla anterior se han indicado las capacidades de captación de las bocatomas de cada Canal.

Solo el Canal Carrozzini se encuentra destruido y abandonado, estando el resto en operación.

Las capacidades de las bocatomas superan notoriamente los caudales posibles de ser captados, salvo lo que escurra durante crecidas del río Copiapó que sobrepasen el área de riego de los Distritos en que legalmente se divide.

Este sector no pertenece a la Jurisdicción de la Junta de Vigilancia y la subdivisión de las aguas superficiales la efectúan los propios regantes.

10.4.2 Situación del Sistema de Riego

Los recursos de agua de este Sector provienen del fluente de la laguna de oxidación de aguas servidas de la Ciudad de Copiapó y de los recursos eventuales del río Copiapó frente a la ciudad, los que pueden provenir de vertientes, derrames de riego y/o sobrantes del río. El conjunto de estos recursos se ha denominado "RIO" en el cuadro anterior.

Como se observa allí, el total de las aguas se reparte por mitad entre el Canal La Chimba y los restantes 3 canales. A su vez esos 3 canales se reparten por turnos, correspondiéndole el total del 50% de las aguas durante 100 horas por semana al Canal Bodega y las 68 horas restantes se reparten por partes iguales entre los Canales Toledo y Chamonate, correspondiéndoles a cada uno un 25% del total del río.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.5. SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA

10.5.1 Sondeos Existentes

De acuerdo con el Catastro General de Sondeos del Valle (Tomo II de II , Anexo y Planos), en el sector " Copiapó- Piedra Colgada", existen un total de 96 sondeos (21.8% del total del valle), numerados según el Catastro '95 desde el N° 293 al 416, ambos incluidos, exceptuando los números 299, 301 y 305 que pertenecen al sector de aguas arriba. También se deben excluir los números 327 al 351 (ambos incluidos) que pertenecen al sector de aguas abajo.

El detalle de sus características se encuentran en las planillas del Anexo I (Tomo III de III , Anexo N°1 Catastro de Pozos).

En los cuadros siguientes se presenta la distribución de estos sondajes clasificados según su uso y la concesión del derecho.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 10-6, Pozos Clasificados según su Uso y Destino

SECTOR 5

COPIAPO - PIEDRA COLGADA

CLASIFICACION POR USO (Operando , Sin Uso)

Pozos	Nº	Destino	Nº	Derechos	Nº
Operando	48	Industrial	3	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	3
				Juzgado	0
		Minero	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	1	Concedido	1
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	44	Concedido	25
				En tramite	10
				Sin Derecho	8
				Juzgado	1
		Observacion	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Totales	48	Totales	48
Sin Uso	46	Industrial	2	Concedido	1
				En tramite	0
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Minero	2	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	2
				Juzgado	0
		Potable	5	Concedido	3
				En tramite	0
				Sin Derecho	2
				Juzgado	0
		Riego	27	Concedido	12
				En tramite	3
				Sin Derecho	11
				Juzgado	1
		Observacion	10	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	10
				Juzgado	0
		Totales	46	Totales	46

Hay dos pozos que no se sabe si estan operando o estan sin uso, con estos pozos se completa un total de 96 pozos en el sector de Copiapó - Piedra Colgada

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 10-7, Pozos con Derechos, En Trámite y Sin Derechos

SECTOR 5

COPIAPO - PIEDRA COLGADA

CLASIFICACION POR DERECHOS (Concedidos, en Tramite, Sin Derecho)

Derechos	l/s	Nº	Destino	l/s	Nº	Pozos	l/s	Nº
Concedidos	2976	42	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	270	4	Operando	80	1
						Sin Uso	190	3
			Riego	2656	37	Operando	1748	25
						Sin Uso	908	12
			Industrial	50	1	Operando	-	0
						Sin Uso	50	1
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
En Tramite	596.5	13	Minero	-	0	Operando		0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	596.5	13	Operando	399	10
						Sin Uso	197.5	3
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
Sin Derecho	-	39	Minero	-	2	Operando	-	0
						Sin Uso	-	2
			Potable	-	2	Operando	-	0
						Sin Uso	-	2
			Riego	-	21	Operando	-	8
						Sin Uso	-	11
			Industrial	-	4	No se sabe	-	2
						Operando	-	3
						Sin Uso	-	1
			Observacion	-	10	Operando	-	0
						Sin Uso	-	10
Especiales	100	2	Riego	100	2	Operando	-	1
						Sin Uso	100	1
			Totales	3672.5	96	Totales	3672.5	96

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Clasificación Pozos en Operación y Sin Uso

A modo de Resumen se puede señalar que una primera división, de acuerdo al estado de funcionamiento actual de los pozos, entrega las siguientes cifras para el sector Copiapó - Piedra Colgada:

- Del total de los 96 pozos ubicados en el sector, existen 48 pozos operando (50%), 46 pozos Sin Uso (47,9%) y 2 pozos que no se pudo registrar(2%).

- De los 48 pozos operando, 3 corresponden a pozo de uso Industrial (6,2%), 1 es de uso Agua Potable (2,1%) y 44 corresponden a Riego (91,6%).

- De los 46 pozos sin uso en el sector, 2 son industrial (4,3%), 2 son Mineros (4,3%), 5 a pozos de Agua Potable (10,8%), 27 corresponden a pozos para Riego (58,6%) y 10 son de observación (21,7%).

Los caudales aforados totales en la época de construcción por 73 de los 96 sondeos en los cuales se dispone de datos, alcanza a 4511 l/s. (142 millones m^3/año).

b) Clasificación por Derechos de Aprovechamiento

Una segunda división, de acuerdo a los Derechos de Aprovechamiento y sus caudales Concedidos o en Trámite, en los pozos del sector Copiapó - Piedra Colgada, se resume en los párrafos siguientes:

Según N° de Pozos.

- De los 96 pozos del sector, 42 tienen Derechos Concedidos (43,7%), 13 están En Trámite (13,5%), 39 no tienen Derechos (40,6%) y 2 casos especiales (2,1%).

- De los 42 pozos que tienen Derechos Concedidos; 4 son de agua potable, 37 son de riego y 1 es Industrial.

- De los 42 pozos con Derechos Concedidos; 26 están operando y el resto, 16 no funcionan.

- De los 13 pozos que tienen Derechos en Trámite; los 13 son de riego.

- De los 13 pozos con Derechos en Trámite 10 operan y 3 no se usan.

- Los 39 pozos sin Derechos se dividen en 2 de Minería, 2 de Agua Potable, 21 de Riego 4 Industrial y 10 de Observación.

- Los 39 pozos Sin Derechos se dividen en 11 que operan, 26 Sin Uso y 2 que no se sabe.

- Existen 2 casos especiales correspondientes a 1 pozo de Riego en operación y otro sin uso.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

De acuerdo a los caudales involucrados se tiene:

- La suma de Derechos tanto Concedidos, en Trámite y casos especiales alcanza a 3672 l/s (115 Mm^3/año).

- Los Derechos de Aprovechamiento Concedidos, en un total de 43 sondeos alcanza a 2976 l/s. De los cuales 0,0 l/s corresponden a pozos Mineros, 270 l/s a pozos de Agua Potable, 2656 l/s en pozos de Riego y 50 l/s en pozos Industriales.

- Del total de los Derechos Concedidos (2976 l/s), 1828 l/s (61,4%) corresponden a pozos en Operación y 1148 l/s corresponden a pozos Sin Uso.

- Los Derechos de Aprovechamiento en Trámite en 13 sondeos alcanza a 596,5 l/s y todos ellos corresponden a pozos de riego.

- Con respecto al total de 596,5 l/s correspondientes a Derechos en Trámite, 399 l/s están asociados a pozos en operación y los restantes 197,5 l/s a pozos Sin Uso.

- Respecto a los pozos sin Derechos, no se tienen caudales asociados.

- Existe un Expediente N° 217-3 con Decreto Provisorio de 1962 por 100 l/s. que corresponde a un pozo de Riego y un Expediente R-III-011 en el Juzgado del cual no se sabe su situación.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.5.2 Extracción del Agua Subterránea

De los 96 pozos existentes en este sector, 48 operan (50%). Las horas de funcionamiento y sus caudales asociados se han obtenido de la encuesta en terreno.

De los pozos en Operación en su conjunto, 37 de ellos poseen Derechos de Aprovechamiento ya sea Concedidos o en Trámite, por un caudal de 2227 l/s (70 Mm^3/año). Esta cifra servirá de horizonte para el cálculo de los volúmenes bombeados actualmente en el acuífero.

En este sector, mayoritariamente el número de pozos corresponde a uso de riego.

Cuadro 10-8,
Pozos en Operación

Uso Pozo	N° Pozos en Operación
Riego	44
Industrial	3
Agua Potable	1
Observación	0
Minero	0
Total	*48*

10.5.2.1 Explotación Minera.

No existe explotación minera en este sector. Se han catastrado 2 pozos de la Minera Mantos Blancos identificados como 2720 7020 B-33 (N° 235 Catastro '95) y 2720 7020 D-27 (N° 415 Catastro '95). Ambos se encuentran sin uso, no poseen derechos de aprovechamiento. Presentan una perforación de 70 m. y rendimientos de 100 l/s cada uno en las pruebas de bombeo.

10.5.2.1 Explotación Agua Potable.

En este sector se han identificado 6 pozos destinados a Agua Potable, 4 de ellos identificados como 2720 7020 B-1, B-2, B-12 y B-19 corresponden a pozos de EMSSAT S.A, ubicados en el Recinto A.P. Cancha Rayada, los cuales se encuentran sin uso y 3 de ellos tienen Derechos de Aprovechamiento por 190 l/s en conjunto (B-1, B-2, B-12).

Los 2 pozos restantes corresponden a pozos de abastecimiento domiciliario, de los cuales uno está sin uso y otro operando.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.5.2.3 Producción Pozos de Riego

En este sector Copiapó - Piedra Colgada, de un total de 96 pozos construidos, existen 71 pozos usados para riego (74%), de los cuales 44 se encuentran en uso (45,8% del total del sector), obtenidos mediante encuesta en terreno durante el año 1995. Los datos que se obtuvieron fueron caudal y horas de bombeo anual, en algunos casos se obtuvo también la superficie abastecida (Has.).

De los 44 pozos de Riego en operación, en 35 se obtuvo respuesta de parte de los agricultores (79,5%), en los restantes 9 pozos, sabe o el dato entregado o no es lo suficientemente confiable.

De los datos anteriores se tiene una dotación media de 9400 m^3/Ha/año.

De acuerdo a lo anterior (79,5% de cobertura) se tiene una explotación anual de 14,9 millones de m^3. Los cuales se distribuyen en 3,8 Mm^3 para el período Abril- Agosto y 11,1 Mm^3 para el período Septiembre - Marzo.

Respecto a los sondeos sin datos, ya se han señalado en el Capítulo 5.5. Básicamente, se refiere a considerar que los pozos sin datos de explotación, funcionan el mismo número de horas promedio de los pozos con datos (2230 hrs/año. en este sector), y sus caudales de operación, son el caudal de diseño del conjunto de los pozos multiplicado por un factor que relaciona los caudales declarados en la encuesta con sus respectivos caudales de diseño (en el caso de este sector el factor caudal operación v/s caudal de diseño = 0.79 y el caudal de los pozos sin datos corresponde a 272*0.79= 215 l/s). Por lo tanto, se puede estimar un volumen de explotación de 1.73 millones de m^3/año por los sondeos en operación y sin datos de la encuesta .

Resumiendo se puede considerar una explotación actual del sector Copiapó-Piedra Colgada de 16,63 Mm^3/año.

En las páginas siguiente se presenta un listado con los pozos de riego tanto en uso como aquellos que no funcionan.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289765 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4266 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289465 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

PRODUCCION POZOS REGADIO
SECTOR Nº 5 COPIAPO - PIEDRA COLGADA

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolucion DGA Caudal (l/s)	Resolucion DGA Nº	Resolucion DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3) Abr-Ago	Volumen (m3) Sep-Mar	SUMA (m3/año)	Q Diseño (l/s)	Ha
388	5	2710	7020	C-37	P. Colgada	Mario Poreale	S/D				PERFORANDO			R						
400	s/p	2710	7020	D-12	Parcela Nº6 Pichincha	Rodrigo Moreno	S/D				NO UBICADO POZO EN TERRENO			R						
296	5	2720	7020	B-04	Agro Miraflores	Guillermo Rojas	Concedido	60	051	17/02/88	1,440	1,296	60	R	Op	311,040	279,936	590,976	60	
306	5	2720	7020	B-14	Facultad Humanidades	Universidad de Atacama	Concedido	10	074	18/02/87	NO SABE			R	Op				10	
310	5	2720	7020	B-18	Parcela Nº4 Bodega	Cimcos Umaga Ltda.	Concedido	40	422	31/10/86	1,500	3,000	40	R	Op	216,000	432,000	648,000	40	
318	5	2720	7020	B-26	Fdo. Bodega	Soc. Agric. Valle Dorado	S/D				720	3,120	75	R	OP	194,400	842,400	1,036,800	75	
320	5	2720	7020	B-28	Fdo. Bodega	Alfin Maria Arnya	En Tramite	60			1,500	2,100	13	R	Op	67,500	94,500	162,000	12.5	
324	5	2720	7020	B-32	Bodega	Soc Agric. Bodega	S/D				96	1,572	30	R	OP	10,368	169,776	180,144	30	35
326	5	2720	7020	B-34	Bodega	Fisher South Americas S.A.	En Tramite	30			NO RESPONDE			R	Op				25	
352	5	2710	7020	C-01	Hda. San Francisco	AGRO NORTE Ltda.	Concedido	130	241	7/07/92	300	240	20	R	Op	21,600	17,280	38,880	140	15
354	5	2710	7020	C-03	Parcela 5 Chamonate	Renato Poreale Rasa	S/D				NO RESPONDE			R	Op				88	
355	5	2710	7020	C-04	Hda. Toledo	Communeros Toledo	Concedido	60	243	17/07/69		720	56	R	Op		145,152	145,152	70	30
356	5	2710	7020	C-05	Callejon Toledo	Guillermo Stam y Otros	Concedido	60	243	17/07/69	960	1,344	70	R	Op	241,920	338,688	580,608	55	
357	5	2710	7020	C-06	Parcela 8 Chamonate	Gabriela Poreale	S/D				NO RESPONDE			R	Op				70	
358	5	2710	7020	C-07	Fdo Santa Luisa 2	Agricola San Esteban	Concedido	50	1334	8/10/65		576	20	R	Op		41,472	41,472	64	
360	5	2710	7020	C-09	Hda. Toledo	Communeros Toledo	S/D				2,280	3,900	70	R	Op	574,560	982,800	1,557,360	120	60
362	5	2710	7020	C-11	Camino a Cerro Imun	Agustin Vergottini Hnos	Concedido	50	292	12/08/83	225	315	50	R	Op	40,500	56,700	97,200	50	
363	5	2710	7020	C-12	Hda. Toledo 1	Sociedad Vasangal S.A. Chile	Concedido	60	108	30/03/81	240	336	80	R	Op	69,120	96,768	165,888	60	50
364	5	2710	7020	C-13	Hda. Toledo	Sociedad Vasangal S.A. Chile	Definitiva	90	270	1/08/80	928	1,624	45	R	Op	150,336	263,088	413,424	70	50
365	5	2710	7020	C-14	Parcela 38 Toledo	Domingo Gullinea	Concedido	50	358	29/10/84	960	2,016	80	R	Op	276,480	580,608	857,088	70	90
367	5	2710	7020	C-16	Parcela 1 Santa Rosa	(Fernando Santelices) Carlos Osorio	Concedido	25	087	6/03/84	360	504	18	R	Op	23,328	32,659	55,987	18	
368	5	2710	7020	C-17	Fdo. San Juan (Hda San Francisco)	Soc.Agric. P. Colgada	S/D				1,200	1,600	5	R	Op	21,600	28,800	50,400		
372	5	2710	7020	C-21	Fdo. El Carmen P.Colg.	Soc.Agricola Miraflores Ltda.	Concedido	80	288	10/04/90	144	1,032	80	R	Op	41,472	297,216	338,688	80	
374	5	2710	7020	C-23	Parc. 30 P. Colgada	Agricola Ausente	S/D				120	204	25	R	OP	10,800	18,360	29,160	23	6
375	5	2710	7020	C-24	Parc 25 P. Colgada	Hector Martinovic	En Tramite	23			USO DOMESTICO 2 Ha.			R	Op				50	
378	5	2710	7020	C-27	Fdo. Toledo P 52	Juan Cid	Concedido	80	298	10/04/90	480	1,056	20	R	Op	34,560	76,032	110,592	80	20
379	5	2710	7020	C-28	Pc 4 Los Linderos	Domingo Gaggiana	S/D				960	768	18	R	Op	62,208	49,766	111,974	18	10
380	5	2710	7020	C-29	Pc s/n Cerro Negro	Juan Cid (Adib Mendez)	En Tramite	30			480	672	10	R	Op	17,280	24,192	41,472	10	7
385	5	2710	7020	C-34	Hda. Toledo pc 26	Roberto Contreras F	En Tramite	11			480	1,344	25	R	Op	43,200	120,960	164,160	15	12
386	5	2710	7020	C-35	Pc 30B Hda. Toledo	Ernesto Guerra G	En Tramite	10			USO DOMESTICO 2 Ha.			R	Op				4	
390	5	2710	7020	D-02	Parcela 4 Chamonate	Soc. Agric. San Francisco	En Tramite	70			960	1,344	70	R	Op	241,920	338,688	580,608	71	
394	5	2710	7020	D-06	Parcela 15 Bodega	Ramon Tagle Larrain y Otros	Concedido	90	284	4/07/85	492	2,544	90	R	Op	159,408	824,256	983,664	55	
398	5	2710	7020	D-10	Res.Cora Nº6 Toledo (P 1)	UNIAGRI (Pozo 1)	Concedido	80	397	8/10/80	212	2,730	80	R	Op	61,056	786,240	847,296	80	71
402	5	2710	7020	D-14	Pichincha - 1	Soc Agric Buenaventura	En Tramite	90			384	1,392	20	R	Op	27,648	100,224	127,872	75	15
403	5	2710	7020	D-15	Pichincha - 2	Soc.Agric Buenaventura	En Juzgado				384	1,224	30	R	Op	41,472	132,192	173,664		25
404	5	2710	7020	D-16	Fdo Las Tranqueras	Agricola La Canteras	Concedido	60	181	6/06/80	300	2,610	35	R	Op	37,800	328,860	366,660	50	
406	5	2710	7020	D-18	Res.Cora Nº6 Bodega	UNIAGRI (Pozo 3)	Concedido	100	297	1/08/86	606	2,513	85	R	Op	185,436	768,978	954,414	100	68
407	5	2710	7020	D-19	Res.Cora Nº6 Bodega	UNIAGRI (Pozo 2)	Concedido	120	297	1/08/86	706	2,917	60	R	Op	152,496	630,072	782,568	130	69
408	5	2710	7020	D-20	Res.Cora Nº6 Bodega	UNIAGRI (Pozo 5)	Concedido	120	304	5/08/86	154	1,654	100	R	Op	55,440	595,440	650,880	130	48
410	5	2710	7020	D-22	Fdo Las Tranqueras	Soc. Agr. Las Canteras	Concedido	80	481	19/06/90	300	2,304	35	R	Op	37,800	290,304	328,104	100	30
412	5	2710	7020	D-24	Chamonate Pc 28 Chamonate	Ivan Ruiz	En Tramite	60			960	1,344	60	R	Op	207,360	290,304	497,664	55	40
413	5	2710	7020	D-25	Chamonate Parc. 17	Pedro Grosa Tornin	Concedido	50	263	3/04/90	624	672	25	R	Op	56,160	60,480	116,640	50	17
414	5	2710	7020	D-26	Parcela 24 Chamonate	Guillermo Concha	Concedido	48	301	25/07/94	NO SABE			R	Op					

LOS MILITARES Nº 4285 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

PRODUCCION POZOS REGADIO
SECTOR Nº 5 COPIAPO - PIEDRA COLGADA

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolucion DGA Caudal (l/s)	Resolucion DGA Nº	Resolucion DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3 Abr-Ago	Volumen (m3 Sep-Mar	SUMA (m3/año)	Q Diseño (l/s)	Ha
416	5	2710	7020	D-28	Toledo Parcela 18	Sergio Gross T.	En Tramite	15			NO SABE			R	Op				10	
308	5	2720	7020	B-16	Parcela 6 Bodega	Domingo Guggiana R.	Concedido	80	451	7/11/86		288	40	R	Op		41,472	41,472		
313	5	2720	7020	B-21	Fdo. Bodega	Soc. Agro. Valle Dorado	Concedido	75	121	10/04/84	720	3,120	75	R	Op	194,400	842,400	1,036,800		
297	5	2720	7020	B-05	Lagunas Estabilizadoras	Comunidad Bodega	S/D							R	S/U					
298	5	2720	7020	B-06	Fdo. (Bodega)	Soc.Agr. Valle Dorado	Concedido	43	121	10/04/84				R	S/U					
302	5	2720	7020	B-10	Plaza La Selva	Com. Agua - La Chimba	S/D							R	S/U					
303	5	2720	7020	B-11	Parcela 4 Bodega	Soc.Agr. Valle Dorado	S/D							R	S/U					
312	5	2720	7020	B-20	Res. Cota Nº4 Bodega	Soc. Agro. Valle Dorado	Concedido	120	239	30/06/86				R	S/U					
317	5	2720	7020	B-25	Reserva Bodega	Domingo Guggiana	S/D							R	S/U					
319	5	2720	7020	B-27	Fdo Bodega	Soc. Agro. Valle Dorado	S/D							R	S/U					
321	5	2720	7020	B-29	Parcela 4	Clinicas Uniagri Ltda.	Concedido	60	031	23/01/91				R	S/U					
322	5	2720	7020	B-30		VECHIOLA Y CIA LTDA.	En Tramite	50						R	S/U					
353	5	2710	7020	C-02	Parcela 9 Chamonate Los Holmos	Raul y Norma Poreale Calderon	Provisorio	100	D-2312	11/10/62				R	S/U					
366	5	2710	7020	C-15	Fdo Santa Luisa 1 (Parc F)	Agric. San Esteban	Concedido	95	018	28/01/83				R	S/U					
373	5	2710	7020	C-22	Fdo El Carmen P Colg.	Soc.Agricola Miraflores Ltda.	Concedido	80	426	10/11/88				R	S/U					
376	5	2710	7020	C-25	Toledo Parc. 38	Domingo Guggiana	En Tramite	67.5						R	S/U					
381	5	2710	7020	C-30	Fdo. Toledo	Poreale	S/D							R	S/U					
382	5	2710	7020	C-31	Parcela 38 Toledo	Domingo Guggiana	S/D							R	S/U					
383	5	2710	7020	C-32	Hda. Toledo	Diego Rojas	S/D							R	S/U					
387	5	2710	7020	C-36	Hda. Toledo	Alfredo Romero	S/D							R	S/U					
389	5	2710	7020	D-01	Parcelas 1 y2 Chamonate	Juan Diaz y Luis Salas	Concedido	50	222	21/09/76				R	S/U					
391	5	2710	7020	D-03	Pichimahu, Toledo 1	Comuneros Pichimahu , Fdo Toledo	En Tramite	80						R	S/U					
393	5	2710	7020	D-05	Pichimahu, Toledo 1	Comuneros Pichimahu , Fdo Toledo 1	S/D							R	S/U					
397	5	2710	7020	D-09	Parcela 22 Toledo	Soc. Agric. Chamonate (Vicente Astorga)	Concedido	50	374	20/09/83				R	S/U					
399	5	2710	7020	D-11	Res.Cota Nº6 Toledo	UNIAGRI (Pozo 4)	Concedido	80	397	8/10/80				R	S/U					
401	5	2710	7020	D-13	Parcela 14 Bodega	Guillermo Rojas	Concedido	50	610	19/12/83				R	S/U					
405	5	2710	7020	D-17	Escarpe 4 , Parcela 18	Comuneros	Concedido	80	285	8/08/79				R	S/U					
409	5	2710	7020	D-21	Parcela 11 Bodega	Guillermo Rojas	Concedido	100	280	24/07/86				R	S/U					
309	5	2720	7020	B-17	Parcela 16 Bodega	J. Patricio Rojas S.	Concedido	100	296	1/08/86				R	S/U					
314	5	2720	7020	B-22	Parcela Nº10 Bodega	Soc Agr Melinka	S/D							R	S/U					
73	Total de pozos de regadio en sector Nº 5 Copiapo - Piedra Colgada						TOTALES	3352.5			672	1,555				3,886,668	11,019,064	14,905,732		768

CENTRO INFORMACION RECURSOS HIDRICOS D.G.A. M.O.P.

10.6. NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA

En el cuadro de la página siguiente (Cuadro 10-10), se han consignado tres valores del nivel estático a saber, el de la fecha de construcción del sondaje, los de Diciembre 1986 y Enero 1987 (correspondiente al estudio de la D.G.A. 1987) y finalmente, el de 1995 correspondiente al catastro de terreno efectuado durante el presente estudio.

Del análisis del cuadro adjunto (Cuadro 10-10) se puede comentar lo siguiente:

- Se listan los 96 sondajes del sector, hay 79 sondeos analizados con niveles medidos en el año de construcción, 43 el año 1986, y 31 el año 1995. De estos hay 17 sondeos en que se pudo establecer la diferencia de niveles entre los años 1986 y 1995. De estos 17 sondeos hay descensos en todos ellos.

- Los descensos máximos anotados son de 8,4 metros. De los 17 sondeos con descensos hay 9 con menos de 3 metros; 7 entre 3 y 6 metros; 1 entre 6 y 9 metros. De esto se desprende que el descenso más frecuente se encuentra entre 0 y 6 metros es decir alrededor de 0,30 metros al año como promedio.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro. 10-10

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR Nº 5 COPIAPO - PIEDRA COLGADA

Nº Cat-95	POZO Lat	Long	Nº	Año Const.	N.E. Const.	N.E. 1986	N. E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
293	2720	7020	B-01	11/06/70	25.80	26.88	28.79	-1.91	76.0	-0.19
294	2720	7020	B-02	24/08/70	26.50	28.54			70.0	
295	2720	7020	B-03	12/09/72					22.7	
296	2720	7020	B-04	5/09/72	33.40		35.60		60.0	
297	2720	7020	B-05	22/10/72	35.40	31.46			60.0	
298	2720	7020	B-06	29/08/73	31.30				60.0	
300	2720	7020	B-08	4/08/74	29.00	26.85	30.70	-3.85	42.5	-0.39
302	2720	7020	B-10		1.10				60.0	
303	2720	7020	B-11			0.02				
304	2720	7020	B-12	8/08/88	32.50				75.0	
306	2720	7020	B-14		23.60		30.13		35.0	
307	2720	7020	B-15	19/07/86	27.90	27.81			65.0	
308	2720	7020	B-16		30.80	28.53			60.0	
309	2720	7020	B-17	5/09/85	31.70	31.10	34.47	-3.37	60.0	-0.34
310	2720	7020	B-18	15/09/81	42.16				86.0	
311	2720	7020	B-19	21/08/81	30.96	25.72			70.0	
312	2720	7020	B-20	16/03/85	22.00				60.3	
313	2720	7020	B-21	14/02/86	28.30	26.86			60.0	
314	2720	7020	B-22	2/05/86	30.40	29.66	34.40	-4.74	54.0	-0.47
315	2720	7020	B-23	8/04/91	29.70				35.0	
316	2720	7020	B-24	17/08/92	29.95				50.0	
317	2720	7020	B-25	/ 1994	29.40		33.75		73.0	
318	2720	7020	B-26		28.50				80.0	
319	2720	7020	B-27							
320	2720	7020	B-28	10/10/94	27.00				50.0	
321	2720	7020	B-29		31.97		31.97			
322	2720	7020	B-30		32.00				50.0	
323	2720	7020	B-31				33.66			
324	2720	7020	B-32	8/08/88	27.08		31.86		50.0	
325	2720	7020	B-33	/ 95	35.20		34.97		72.0	
326	2720	7020	B-34	/ 93	31.60				43.0	
352	2710	7020	C-01	12/06/61	3.80	3.22	3.77	-0.55	79.5	-0.06
353	2710	7020	C-02	16/11/61	4.45	3.48	6.15	-2.67	64.7	-0.27
354	2710	7020	C-03	22/05/64	10.10				52.0	
355	2710	7020	C-04	4/06/65	10.80	8.12	8.56	-0.44	49.0	-0.04
356	2710	7020	C-05	25/08/65	9.20	7.97	12.07	-4.10	49.0	-0.41
357	2710	7020	C-06	27/01/66	7.00				43.8	
358	2710	7020	C-07	12/04/66	4.20	4.36			49.5	
359	2710	7020	C-08	16/11/66	9.50	5.93	9.09	-3.16	20.5	-0.32
360	2710	7020	C-09	30/05/79	10.50				50.0	
361	2710	7020	C-10	-	10.90	5.24			22.5	
362	2710	7020	C-11	-	15.10	5.21			60.0	
363	2710	7020	C-12	-	12.50	11.24	12.05	-0.81	50.0	-0.08
364	2710	7020	C-13	-	15.50	6.48	9.29	-2.81	50.0	-0.28
365	2710	7020	C-14		9.40				70.0	
366	2710	7020	C-15	7/05/75	5.50	7.73			50.0	
367	2710	7020	C-16		3.50	1.37			10.0	
368	2710	7020	C-17			7.36	9.87	-2.51		-0.25
369	2710	7020	C-18		5.20	5.55			7.6	
370	2710	7020	C-19		2.20	2.20			7.8	
371	2710	7020	C-20		3.90	3.86			6.1	
372	2710	7020	C-21	17/07/86	4.10				50.0	
373	2710	7020	C-22	7/05/86	0.80	1.00			50.0	
374	2710	7020	C-23		11.00		13.10		40.0	
375	2710	7020	C-24							
376	2710	7020	C-25		6.10				53.0	

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Continuación Cuadro 10-10

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR Nº 5 COPIAPO - PIEDRA COLGADA

Nº Cat-95	POZO Lat	Long	Nº	Año Const.	N.E. Const.	N.E. 1986	N. E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
377	2710	7020	C-26							
378	2710	7020	C-27	2/12/88	5.86				60.0	
379	2710	7020	C-28							
380	2710	7020	C-29							
381	2710	7020	C-30							
382	2710	7020	C-31		6.78					
383	2710	7020	C-32							
384	2710	7020	C-33							
385	2710	7020	C-34	/ 93	10.30				25.0	
386	2710	7020	C-35	/05/93	8.50		8.60		14.2	
387	2710	7020	C-36							
388	2710	7020	C-37	05/1995			6.18			
389	2710	7020	D-01	30/09/60	14.80	14.26			70.5	
390	2710	7020	D-02	28/02/59	8.50	9.01	13.50	-4.49	98.0	-0.45
391	2710	7020	D-03	17/06/63	15.70				99.9	
392	2710	7020	D-04	14/11/66	21.50	22.42	27.64	-5.22	28.5	-0.52
393	2710	7020	D-05	22/02/73	19.00				50.0	
394	2710	7020	D-06	18/01/85	29.40	31.16	31.97	-0.81	60.0	-0.08
395	2710	7020	D-07	17/01/74	20.40		19.70		50.0	
396	2710	7020	D-08	21/04/74	16.70	10.56			27.5	
397	2710	7020	D-09	25/12/80	24.50	12.43			50.0	
398	2710	7020	D-10		30.35	17.28			67.0	
399	2710	7020	D-11		20.00	16.86			40.0	
400	2710	7020	D-12							
401	2710	7020	D-13		35.10	26.58	35.00	-8.42	60.0	-0.84
402	2710	7020	D-14		35.40	19.18	27.04	-7.86	60.0	-0.79
403	2710	7020	D-15			29.33			50.0	
404	2710	7020	D-16		22.00		12.13			
405	2710	7020	D-17	6/10/75	18.00	15.10			50.0	
406	2710	7020	D-18		15.60	16.52	19.15	-2.63	65.0	-0.26
407	2710	7020	D-19	11/02/86	15.50	16.77			60.0	
408	2710	7020	D-20	1/04/86	14.70		15.58		65.0	
409	2710	7020	D-21	11/11/85	24.90	23.85			60.0	
410	2710	7020	D-22		9.05		12.00		60.0	
411	2710	7020	D-23	30/03/88	16.06				40.0	
412	2710	7020	D-24		12.00		12.20		40.0	
413	2710	7020	D-25		9.50				40.0	
414	2710	7020	D-26						40.0	
415	2710	7020	D-27	/ 95	27.70				70.0	
416	2710	7020	D-28	5/95	18.10				28.0	

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.6.1 Variación Histórica de Niveles del Agua Subterránea

La variación hiperanual de niveles, en el presente estudio se ha incluido un plano denominado: "Plano de Variación Histórica de Niveles N° 5 (Tomo II de II, anexos y Planos), comprende el Sector Copiapó - Piedra Colgada, en él que se encuentran 14 gráficos de Variación Hiperanual de Niveles, de los cuales en 8 pozos se miden niveles en la actualidad.

Los pozos con registros de niveles se enumeran a continuación y se indica la longitud del registro.

Cuadro 10-11

Sector Nº 5: Copiapo- Piedra Colgada

Pozos con Registro Histórico de Niveles

POZO	Nombre	REGISTROS		AÑOS
2720 7020 A-8	La Chimba	Nov 74 a Ene 77	Ene 79 a Ene 95	18
2720 7020 B-6	Fundo Bodega	Dic 74 a Dic 76	Feb 86 a Feb 89	5
2710 7020 D-4	Hacienda Bodega	Dic 61 a Dic 81	Ene 86 a Jul 94	28
2710 7020 D-7	Hda. Chamonate	Ene 79 a Oct 80		2
2710 7020 D-1	Parcelas 1 y 2 Chamonate	Feb 61 a Abr 65		4
2710 7020 D-2	Parcela 4 Chamonate	Oct 70 a Ago 74		3
2710 7020 D-8	Aeropuerto Copiapó	Sep 74 a Ene 77	May 79 a Dic 94	18
2710 7020 C-10	Hda Chamonate	Ene 75 a Ene 77	Feb 79 a Ene 95	18
2710 7020 C-8	Hda. Toledo Parc 33	Ene 81 a Ene 95		14
2710 7020 C-2	Chamonate Parc 2	Dic 62 a Ene 77		14
2710 7020 C-18	Chamonate Parc 14	May 87 a Ene 95		7
2710 7020 C-1	Hda. San Francisco	Dic 80 a Ene 95		15
2710 7020 C-7	Fundo Santa Luisa 2	Jun 82 a Dic 88		6
2710 7020 C-19	Piedra Colgada Parc 13	Mar 87 a Ene 95		8
2710 7020 C-16	Noria Santelices	Jun 87 a Ene 95		8
2710 7020 C-20	Fundo El Carmen Parc 12	Jun 87 a Ene 95		8

Los pozos anteriores se listan en orden de ubicación en el valle, desde aguas arriba hacia aguas abajo.

En los párrafos siguientes se presenta un análisis de los registros en cada uno de los pozos relacionados con el sector Copiapó - Piedra Colgada.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Sub-Sector o Zona La Chimba-Bodega

Esta zona se extiende desde La Chimba (aguas abajo de la ciudad de Copiapó pasado el C° La Cruz) hasta la angostura que forma el C° Pichincha con el C° Bramador.

En esta zona se dispone de registros históricos de niveles freáticos en 3 pozos, identificados como 2720 7020 B-8, B-6 y 2710 7020 D-4.

Sondeo 2720 7020 B-8,
La Chimba (D.G.A Observación)
N° 300 del Catastro '95

Se ubica y es representativo del sector La Chimba-Bodega, presenta registros durante los años 75 al 77 y del 79 al 94.

Muestra los mismos ciclos de descarga-recarga, identificados en el resto de los pozos del valle, aunque levemente desfasados entre medio y un año aproximadamente, por consiguiente los ascensos o descensos se producen unos meses después que se observan en los embalses de aguas arriba.

Se observan 2 períodos de descarga y 1 período de recarga del acuífero, con mediciones a partir de 1975 en adelante.

Desde diciembre de 1974 a Abril de 1981 se presentan 6 años de descensos sostenidos, desde los 29 metros bajo terreno hasta 37 m., con ello muestra tasas de descenso de alrededor de los 1,4 m/año que evidencian un período de descargas.

Desde mediados de 1981 hasta mediados de 1988, se produce un aumento importante de los niveles desde los 37 m. hasta 24 metros bajo nivel de terreno (valor histórico más superficial del agua subterránea en dicho pozo). La tasa promedio de ascenso fue de 1,8 m/año. Si bien durante 1984 se produjo una tasa de ascenso extraordinaria de 5,0 m/año, ésta no fue sostenida ya que el año siguiente (85) descendió abruptamente a una tasa de 4,0 m/año. Este período (81-88) es considerado el de mayores recargas registradas en el acuífero.

Después de los grandes aumentos de niveles ocurridos entre 1981 y 1988 se produce un período de equilibrio de aproximadamente 3 años (89-91) donde los niveles oscilaron alrededor de los 26 a 26,5 metros. Después de estas estabilizaciones se da inicio al período actual donde se manifiestan descensos de la napa.

Desde comienzos de 1992 hasta comienzos de 1995 se presenta un período de descenso de niveles desde los 26 metros hasta los 29 metros bajo terreno. La tasa promedio de descenso es de 1,0 m/año.

Sin animo de sacar conclusiones previas se puede mencionar lo siguiente del análisis de este registro histórico de niveles:

- Este registro representa bien al sector de la Chimba.
- Las tasas de descenso registradas promedio han sido 1.4 y 1.0 m/año para los períodos 75-80 y 91-94.
- La tasa de ascenso ha sido de 1.8 m/año entre mediados de 1981 y mediados de 1988.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

- Es interesante poder cuantificar que porcentaje de los descensos actuales, son producto del régimen natural del embalse y cual es producto de las extracciones artificiales.

Para responder esta interrogante se supondrán dos hipótesis que se insinúan en los registros de niveles:

La primera hipótesis, es considerar que la tasa natural de recarga de un período es igual o muy semejante a la tasa de descarga siguiente.

De acuerdo a lo anterior, la tasa de recarga promedio del período 81-88 fue de 1.8 m/año (considerando los períodos extraordinarios de 1984 y 1988). Por lo tanto, se debería esperar una tasa actual del orden de 1,8 m/año, mientras que en realidad la tasa de descenso es menor, del orden de 1 m/año. Así se puede estimar que la componente del descenso de los niveles producto del bombeo es cercana a cero. Además si se cuantifica la tasa de ascenso durante 81-88 sin considerar los años extraordinarios (1984 y 1988) se tiene una tasa de descenso de alrededor de 1 m/año que coincide con la tasa actual de descenso y confirma tanto la validez de la hipótesis que ambas tasas deberían ser similares y también la nula influencia del bombeo.

La segunda hipótesis, es considerar que la tasa actual de descenso natural del acuífero, debería ser semejante a la tasa de descenso de períodos anteriores que no tuvieron explotación y además las tasas de recarga fueron similares.

Esta hipótesis no se cumple en su totalidad, ya que el período anterior tuvo una recarga pequeña en comparación con las recargas de 81-88. No obstante lo anterior si se comparan las tasas de descarga de 1.4 m/año (1975-1980) y 1.0 m/año (1988-1994) se tiene que:

- En la actualidad se presenta una tasa menor de descenso que en los períodos anteriores cuando no se tenía una explotación como la actual.
- La diferencia induce a indicar que la explotación no es importante en este sector del acuífero y el régimen natural del embalse subterráneo se manifiesta por sobre la explotación artificial.
- Además, las recargas del período actual han sido mayores que en el pasado producto de dos factores: El primero dice relación con una menor utilización de aguas superficiales las cuales logran escurrir hasta Copiapó y pasar incluso hacia el sector en estudio, esta situación fue frecuente en los últimos 8 años. El segundo factor dice relación con un mayor aumento de las descargas de aguas servidas desde la ciudad de Copiapó de 1974 a la fecha, lo que produce una recarga mayor en el sector de la Chimba.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

b) Zona de Bodega

Sondeo 2710 7020 D-4
Hda. Bodega (Observación D.G.A.)
N° 392 del Catastro '95

Este sondeo se ubica como su nombre lo indica en la zona de Bodega-Chamonate y es representativo del sector.

Muestra los mismos períodos de recarga y descarga que el pozo anteriormente analizado, con la diferencia que sus niveles en conjunto están más cercanos a la superficie, con aproximadamente 6 metros más superficiales.

Presenta registros desde finales de 1966, con niveles en los 21 metros descendiendo hasta los 34 m. a mediados de 1980, sin registros durante 1973 y 1974. Entre 1969 y 1972 presenta una tasa de descenso de 1,1 m/año. Durante 1976 a 1980 presenta una tasa de descenso 1.5 m/año.

Durante 1981 y 1982 se produce una estabilización de los niveles en los 34 metros bajo nivel de terreno.

Desde el inicio de 1983 hasta comienzo de 1989 ascienden los niveles, evidenciando un período de recargas, desde los 34 m. hasta 20 m. bajo terreno, con una tasa de ascenso de 2,5 m/año aproximadamente. Durante este período ocurrieron 2 años de fuertes aumentos del nivel del agua subterránea, los años 1984 y 1987, su magnitud se refleja en los aumentos extraordinarios del nivel a tasas del orden de los 8 m/año, pero que ocurrieron dentro de un período de recargas que encontró al embalse subterráneo en sus niveles máximos y por lo tanto sus recursos hídricos no fueron completamente aprovechados.

Durante 1989 y 1990 los niveles se mantuvieron entre los 20 y 21 metros bajo terreno.

Desde mediados de 1991 hasta la actualidad se produce el actual período de descargas del acuífero, descendiendo sus niveles desde 21 m. hasta 25 m. bajo terreno. La tasa de descenso media fue de 1.4 m/año.

De acuerdo a las hipótesis planteadas anteriormente, para establecer la influencia del bombeo se pueden comparar las tasas de ascenso y descenso del ultimo período que son: 2,5 m/año y 1.4 m/año. Lo anterior no permite atribuir un porcentaje del descenso a las extracciones artificiales ya que la tasa de descenso es menor que la de ascenso. No obstante lo anterior si no se consideran las tasas extraordinarias de los año 84 y 88 se tiene una tasa media entre 1 y 2 m/año que resulta semejante a la tasa actual de 1,4 m/años descendiendo.

Si se comparan las tasas de descenso de los períodos 69-72 de 1,1 m/año y de 76-80 de 1,5 m/año con la tasa actual entre 1991 y 1994 de 1,4 años se tienen valores cercanos entre sí que no permiten afirmar que exista una influencia de la explotación de los sondeos.

Es importante medir al menos 2 o 3 pozos más en el sector de Bodega de la forma más distribuida posible, de manera de poder a futuro caracterizar espacialmente el acuífero. También es importante registrar los niveles en el sector del Cerro Pichincha donde se produce la angostura en planta y elevación que independizan el funcionamiento entre las zonas de Bodega y de Chamonate.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

c) Sector Chamonate

Este sector se caracteriza por presentar al igual que los sectores anteriores, una zona de niveles más profundos que el sector anterior y fluctuaciones de importancia entre Chamonate y Toledo (Sector de aguas arriba). Posteriormente hacia aguas abajo los niveles se acercan a la superficie paulatinamente y las fluctuaciones se hacen más atenuadas, manifestándose casi nulas pasado la Punta de el C° Lindero hasta Piedra Colgada.

Pozo 2710 7020 D-8
Aeropuerto Pudahuel (D.G.A. Observación)
N° 396 del Catastro '95

Se ubica en el camino al Aeropuerto Chamonate, entre la Carretera y éste último.

Sus registros de niveles presentan los mismos períodos de recarga y descarga descritos anteriormente, aunque con los niveles más cercanos a la superficie.

Este pozo representa la parte alta de la zona de Chamonate. En conjunto con el pozo C-10 (Hda. Chamonate) caracterizan la evolución histórica de los niveles en la zona de Chamonate y el comienzo de la zona de Toledo.

Presenta registros por casi 19 años desde mediados de 1974 hasta fines del 76 y posteriormente en forma continua desde mediados del 79 hasta comienzos del 95.

Se observa el período de descarga con registros entre 1975 a 1981 con niveles iniciales de 17 m. y finales de 22 m. bajo terreno. La tasa de descenso promedio del período fue de 1.4 m/año.

Posteriormente se visualiza el período de recargas, desde 1983 hasta inicio de 1989, presenta niveles entre 22 m y 06 metros bajo nivel de terreno. En este período se observan claramente las recargas más importantes del período ocurridas a fines del año 1984 y a comienzos del 1988, donde los niveles aumentaron fuertemente. La tasa media de ascensos fue de 3 m/año.

Los años 89-90 los niveles se mantuvieron alrededor de los 8 metros bajo terreno.

También se visualiza el período actual de descargas, desde finales de 1990 hasta la fecha (1994), donde los niveles han descendido desde 8 a 15 metros bajo nivel de terreno. La tasa de descenso media del período alcanza a 1,5 m/año.

Si se intenta cuantificar que porcentaje del descenso es producto de la explotación por sondeos, se puede recurrir a comparar las tasas de descenso actuales con las pasadas.

- De acuerdo a lo anterior el período 1979-81 presenta una tasa media de descenso de 1,4 metros/año y la tasa actual es de 1,5 metros/año. Por lo tanto, el incremento actual puede ser considerado como valor máximo como efecto del incremento en el bombeo, así 0,1 m/año será considerado efecto del funcionamiento de los pozos (alrededor de un 7% de los descensos sería producto de la explotación)

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

d) Sector Hacienda Toledo

Este sector se analiza en base al registro histórico del pozo 2710 7020 C-8 Hda. Toledo Parc. 33.

Pozo 2710 7020 C-8
Hacienda Toledo C-8 (D.G.A.-Observación)
N° 359 del Catastro '95

Se ubica en la Hda. Toledo aproximadamente 1 km aguas abajo de la Estación del Ferrocarril. Presenta registros de variación de niveles entre 1979 a 1995 (16 años continuos), aunque entre los años 67-69 y 75-76 también se midieron dichos niveles del agua subterránea.

Durante los años 1967 y 68 los niveles se mantuvieron alrededor de los 7 metros bajo terreno, para continuar descendiendo a tasas aproximadas de 1 m/año hasta el año 1970 donde se deja de medir.

A comienzos de 1975 los niveles se encontraban en los 10 m. bajo terreno descendiendo hasta los 11 m. a fines de 1976.

A comienzos de 1979 se inicia el registro continuo actual con los niveles bajando en 12 m. bajo terreno. Así durante 1979 hasta enero de 1983 se produce un período de descargas del acuífero alcanzando los 15 metros bajo terreno en Febrero de 1983. La tasa de descenso promedio del período es de 1 m/año.

Entre 1983 y comienzos de 1989 se produce una época de recargas del acuífero con aumentos de nivel desde los 15 metros hasta los 4 m. bajo terreno. La tasa de ascenso promedio alcanza los 1,7 m/año.

Desde mediados de 1990 hasta la fecha se observa un período de descargas del acuífero, manifestándose en los descenso de sus niveles de la napa. El nivel freático a mediados de 1990 se encontraba a 4 metros y en la actualidad se ubica en los 9 m. bajo nivel de terreno. La tasa de descenso promedio alcanza 1 m/año.

De acuerdo a lo indicado en los párrafos anteriores se puede hacer notar como los niveles en su conjunto se acercan a la superficie y las amplitudes de las fluctuaciones se reducen a medida que se avanza hacia aguas abajo. Por ejemplo, se tiene que el mínimo histórico medido en el pozo C-8 es de 15 metros bajo terreno y el máximo de 3 metros (amplitud máxima 12 m). En cambio, el pozo anteriormente analizado y ubicado solo 2 km aguas arriba, el D-8 (Aeropuerto) presenta un mínimo histórico de 23 m. y un máximo de 6 metros (amplitud 15 m). También el pozo D-4 (Hda. Bodega) presentaba un mínimo histórico de sus registros de 34 m. y un máximo de 18 metros (amplitud máxima 16 m.).

Se puede estimar que la extracción artificial no tiene efecto sobre los descensos de la napa ya que las tasas de descensos anteriores y actuales se mantienen en 1 m/año independientemente que el acuífero se encuentre menos o más explotado.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

e) Zona Punta Lindero a Piedra Colgada

En esta zona se tienen registros de niveles desde 1987 en adelante por lo que las comparaciones solo se pueden hacer en base al último período de descargas del acuífero.

Se tienen registros en los pozos C-1 (Hda San Francisco), C-19 (Pozo P. Colgada Parc. 13), C-7 (Fundo Santa Luisa), C-16 (Noria Santelices) y C-20 (Fundo el Carmen). En ello se observa claramente como los niveles se acercan a la superficie y como las amplitudes decrecen, por consiguiente las tasas de descenso se reducen.

En el cuadro adjunto se hace un resumen de los valores más representativos.

Cuadro 10-12

Nº Pozo	Nombre Pozo	Máx Fecha	Max. N.E	Nivel Est. Dic-94	Descenso Max-94	Tasa Descenso m/año
2710 7020 C-1	Hda. San Francisco	Jun-89	2.5	4.5	-2	0.40
2710 7020 C-19	Piedra Colgada Parc 13	Dic-87	1.8	3.2	-1.4	0.20
2710 7020 C-7	Fundo Santa Luisa 2	Dic-86	1.1			
2710 7020 C-16	Noria Santelices	Jun-87	1.2	3.7	-2.5	0.16
2710 7020 C-20	Fundo El Carmen Parc 12	Dic-87	3.6	4.5	-0.9	0.10

Todo lo anterior, es un indice de que el acuífero responde en forma hiperanual a los períodos de recarga por abundancia de agua tanto en el río como por los aportes subterráneos de los embalses subterráneos de aguas arriba. En períodos de baja escorrentía, el acuífero entrega un flujo subterráneo hacia aguas abajo que en conjunto con las extracciones por sondeos producen descensos de la napa que son mayores a los ascensos producto de la recarga y por lo tanto los niveles descienden y constituyen el funcionamiento hiperanual del embalse subterráneo.

Como conclusión general se puede decir que la situación actual del acuífero al año 1995 no presenta problemas de sobre-explotación ya que los descensos corresponden a períodos naturales de recarga-descarga del acuífero, producto de años de mayor o menor pluviosidad, aunque en este sector se observa un desfase de entre medio a 1 año respecto a lo que ocurre en los acuíferos de aguas arriba producto de la inercia de los flujos subterráneos.

Se ha considerado, bajo algunos supuestos, la influencia de la explotación artificial y en base a ello, de la actual tasa de descenso un porcentaje entre un 1% y un 7% correspondería a la explotación por los sondajes en funcionamiento.

En este embalse subterráneo denominado Copiapó-Piedra Colgada, se pueden diferenciar 2 zonas hidrogeológicas de funcionamiento del acuífero:

La primera corresponde a la Chimba-Bodega donde los niveles se encuentran más bien profundos entre los 25 a 30 metros en la actualidad, para ir ascendiendo a la superficie a medida que se avanza hacia el poniente, cerca a la angostura del Cº Pichincha los niveles se encuentran en los 12 m. bajo terreno. La segunda zona, identificada como Chamonate-Piedra Colgada, presenta los niveles menos profundos que los anteriores y se ubica en las inmediaciones del Aeropuerto (15 m. de profundidad actualmente) para ir subiendo a medida que se avanza hacia Piedra Colgada donde los niveles actuales alcanzan los 3 metros bajo el nivel del terreno.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.7 SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO

10.7.1 Volumen Explotado y Volumen del Acuífero

El volumen desembalsado anualmente por efectos del bombeo, de acuerdo con los datos contenidos en la encuesta del año 1995 asciende a 16,63 Mm^3 (520 l/s como caudal continuo).

El volumen total del acuífero, considerando una profundidad máxima de 300 metros es de 19.200 Mm^3, si se considera un coeficiente de almacenamiento de 10%, se tiene un volumen total almacenado de 1920 Mm^3. Por lo tanto, el volumen de extracción anual es menor del 1 % del volumen total de agua del acuífero.

En el caso de considerar solo los primeros 200 metros, con igual coeficiente de almacenamiento (10%) se tiene un volumen de embalse de 14700 Mm^3 y por lo tanto un volumen de agua almacenada es de 1470 Mm^3. En este caso la razón explotación v/s almacenamiento es 1,1%.

Ahora si se consideran los primeros 100 metros de acuíferos y el mismo coeficiente de almacenamiento, el volumen almacenado alcanza a los 840 millones de m^3. Se tiene por tanto una razón explotación versus volumen embalsado de 2.0%.

El caso extremo sería considerar un coeficiente de almacenamiento de 5% y solo los primeros 100 m. del acuífero, lo anterior entregaría un volumen de agua almacenado de 420 Mm^3. Ahora la razón explotación v/s volumen embalsado alcanza a 3.9 %.

Como se puede observar, cualquiera sea el caso del volumen de embalse a considerar, la explotación es un valor muy pequeño que no sobrepasa el 5% del agua almacenada en el acuífero, esto en el caso más extremo.

A continuación se presenta un cuadro con la cubicación del embalse subterráneo, considerando como fondo del acuífero tres profundidades: la primera entre terreno y 100 metros (sector donde se ubican los pozos actualmente), la segunda entre terreno y 200 metros (donde llegan algunos pozos y podrían profundizarse otros) y la tercera entre terreno y 300 metros que considera un límite conservador de 300 m. en aquellos sitios donde la geofísica ha indicado mayores profundidades (valores entre 400 y 500 m. de espesor de acuífero).

Cuadro 10-13

Embalse Subterráneo :" Copiapó Piedra Colgada"

Espesor	Volumen Mm^3	Volumen Agua Almacenada (Mm^3)		
Acuifero	Acuifero	S=5%	S=10%	S=15%
Terreno-100 m.	8,400	420	840	1260
Terreno-200 m.	14,700	735	1470	2205
Terreno-300 m	19,200	960	1920	2880

Mm^3= millones metros cúbicos

Lo anterior indica una explotación baja que no afecta el funcionamiento del embalse subterráneo. Esto ratifica la conclusión, de que la explotación actual es sustentable por el acuífero.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.7.2 Perfil Longitudinal del Sector Copiapó - Piedra Colgada

En relación con el posible desembalse del acuífero, se adjunta un perfil longitudinal del sector en el cual aparecen ocho aspectos del acuífero a saber:

- *La cota del terreno superficial.*
- *El nivel de saturación al año 1986/87.*
- *El nivel de saturación al año 1995*
- *El fondo de los sondeos actuales.*
- *El fondo del acuífero o basamento rocoso según la geofísica.*
- *El espesor límite de 300 m. considerado para efectos prácticos.*
- *La línea que define el espesor 200 m.*
- *La línea que define el espesor 100.*

a) Consideraciones del Perfil del Sector Copiapó-Piedra Colgada

En él se muestran el nivel de terreno, el fondo del acuífero, el fondo de los pozos y los niveles del agua subterránea durante las mediciones de 1886 y las actuales (1995).

- Los niveles durante 1987, considerado el año con niveles históricos más superficiales, alcanzaban los 13.6 m. bajo nivel de terreno, con un máximo registrado de 31.4 m. y un mínimo de 2.2 m..

- Los niveles en la actualidad, un período de niveles profundos pero no los mayores registrados históricamente, alcanzan en promedio los 17.9 m. bajo nivel de terreno con valores máximos de 35 m. y mínimos de 3.7 m. Se tiene por tanto, una diferencia entre 1987 y la actualidad (1995) de descensos medios para el sector de 4.3 m.

- Dado que la superficie de la napa es de aproximadamente 84 km^2, implica que un descenso unitario del nivel del agua subterránea corresponde a un desembalse de 8.4 Mm^3 y lo mismo ocurre con un ascenso produciendo una acumulación. Lo anterior bajo el supuesto de considerar un coeficiente de almacenamiento de 10%.

  Según lo indicado en los párrafos anteriores se tiene un desembalse de 30.2 millones de m^3 en los últimos 7 años. Por lo tanto el desembalse anual alcanzaría los 4.3 Mm^3 anuales (140 l/s) en los últimos años.

- Respecto a las profundidades de perforación de los pozos del sector estos presentan una media de 55.2 metros con valores máximos de 100 m. y mínimos de 7.6 m.

- La profundidad más común de los pozos de ubica entre 50 y 60 m. donde se han perforado 8 pozos, le sigue entre 60 y 70 metros con 5 pozos perforados y entre 40 y 50 m. con 5 pozos perforados. todo lo anterior para un total de 30 pozos con datos de profundidad perforada de un total de 96 sondeos catastrados en el sector en cuestión.

- Respecto a las características del sector, se observa claramente como la angostura del cerro Pichincha, tanto en profundidad como en planta, produce una diferenciación entre los sectores de Bodega y Chamonate. Esta diferencia se manifiesta en niveles de 30 m. en la Chimba y Bodega para decrecer a medida que se avanza hacia el poniente hasta valores de 12 m. en la angostura de Pichincha.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

- El sector de Chamonate, presenta niveles alrededor de los 18 m. para decrecer y acercarse a la superficie hasta de 3 metros y menos en Piedra Colgada.

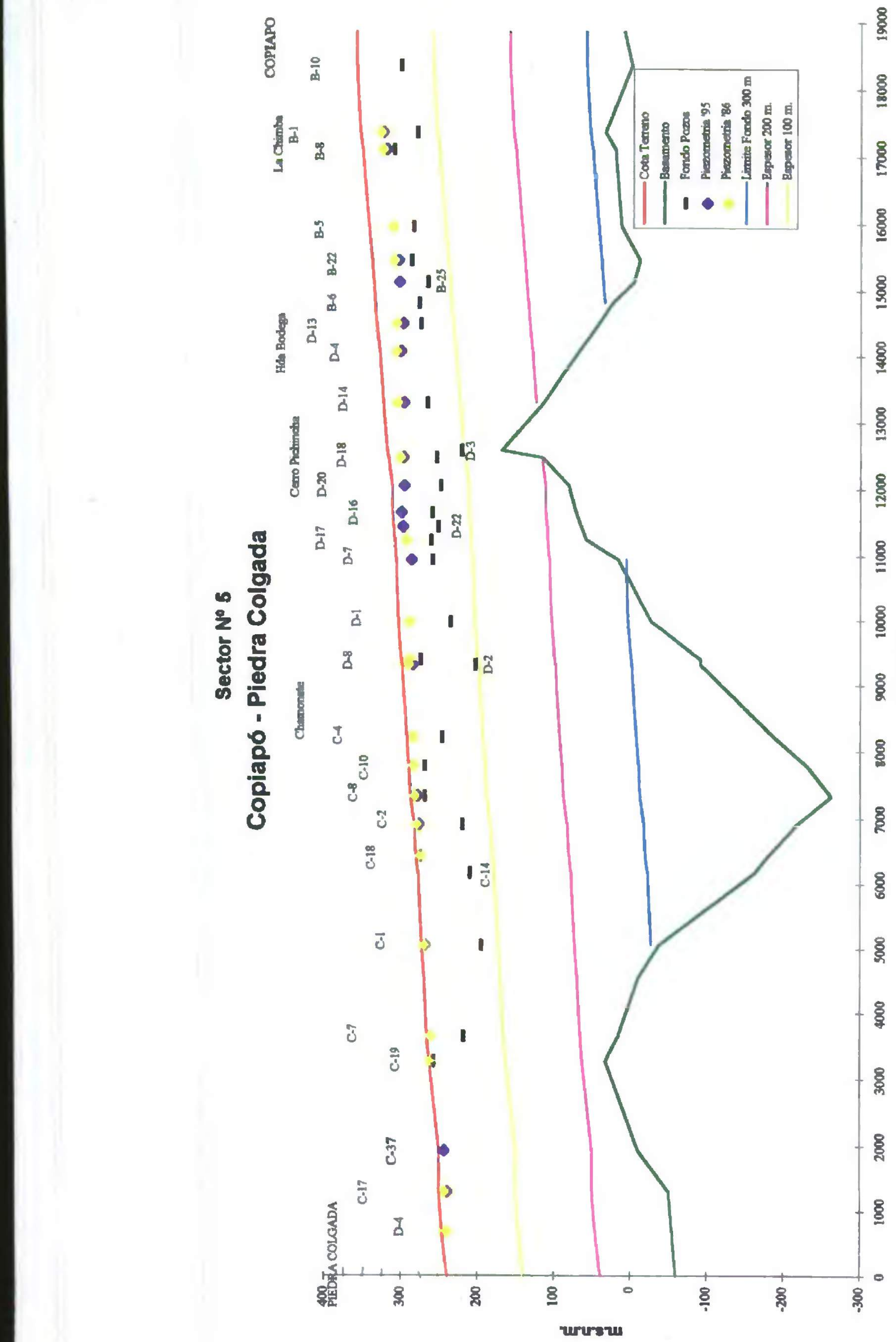
- Los niveles de 1986 y los actuales no han sufrido grandes variaciones y en aquellos sitios donde los niveles se encuentran más profundos se observan fluctuaciones cercanas a los 6 a 8 metros y en los sitios donde el nivel se encuentra más superficial esta diferencias no sobrepasan los 3 metros.

- Todo lo anterior permite indicar que actualmente la profundidad de los pozos está acorde con los niveles estáticos y sus fluctuaciones en todo el sector, lograndose un adecuado y económico aprovechamiento del acuífero.

- Para un futuro no lejano, el subsector de Picxhincha-chamonate puede presentar dificultades de explotación en aquellos pozos con profundidades menores de 60 m., recomendándose para este sub-sector que los nuevos pozos se perforen con profundidades no inferiores a 80 m.

- La parte baja del Sector 5, vecina a Piedra Colgada, no presenta a corto plazo problemas en su explotación, recomendándose en todo caso que futuros pozos tengan profundidades de 60 m. o mayores.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE


Sector Nº 5
Copiapó - Piedra Colgada
COPIAPO
La Chimba
Hda Bodega
Cerro Pichinchu
Chamonate
PIEDRA COLGADA
Cota Terreno
Basamento
Fondo Pozos
Piezometria '95
Piezometria '86
Limite Fondo 300 m
Espesor 200 m.
Espesor 100 m.
Distancia (m)
msnm

10.8. BALANCE HIDROGEOLOGICO DEL ACUIFERO

10.8.1 Cuantificación de Volúmenes

a) Ingresos

a.1) Ingresos Superficiales

Corresponden a los valores indicados en el punto 10.1 "Ingresos y Salidas de Aguas Superficiales". Dado que los valores de la estación fluviométrica Copiapó en ciudad de Copiapó, registran un período de 12 años (1983-94) y éste incluye los años más abundantes (84-85 y 87-88), se ha procedido a rellenar la estadística para el período 1963-1994, obteniéndose un caudal medio anual de 1.05 m^3/s.

Con el fin de incluir los retornos de riego, los afloramientos por vertientes y las propias aguas escurriendo por el río se puede considerar, para términos del balance, un caudal de ingreso medio superficial al sector N°5 de 800 l/s.

a.2) Ingresos Subterráneos

Se obtuvieron en base a lo indicado en el capítulo 10.2 "Ingresos y Salidas de Agua Subterránea". Corresponde al flujo de salida del acuífero de aguas arriba, calculado en 530 l/s.

a.3) Aportes laterales por Quebradas

De acuerdo a la referencia N°1 (Estudio 1987) se tiene según resultados de la modelación un caudal de ingreso por este concepto de 200 l/s aproximadamente. Siendo este un factor no medido directamente, dado el desconocimiento hidrogeológico de la quebrada de Paipote principalmente.

a.4) Aporte de aguas servidas de la Ciudad de Copiapó

Las descargas de aguas servidas de la ciudad de Copiapó se localizan en este sector y según estimaciones en base a la producción de agua potable, corresponderían a 220 l/s.

b) Salidas

b.1) Salidas superficiales

No existe una estación fluviométrica que registre los caudales pasantes superficialmente por Piedra Colgada.

De acuerdo a la Ref. N°1 se tiene una salida media de 130 l/s que corresponden principalmente a las recuperaciones que se producen en el río en Piedra Colgada. Esta cifra se ve corroborada por los caudales medidos en el Canal San Pedro, ubicado agua abajo de Piedra Colgada, el cual

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

presenta registros entre 1973 y 1979 con caudales entre 180 y 90 l/s.

b.2) Salidas Subterráneas

Calculadas igual que los ingresos subterráneos, pero considerando ahora la sección de Piedra Colgada, el flujo subterráneo alcanza según la transmisibidad adoptada un caudal entre 280 l/s y 370 l/s. Respecto al balance se adoptará un caudal de 370 l/s (12.6 Mm^3/año).

b.3) Salidas Netas

-Evapotranspiración por Cultivos

Se calcularon en base a las hectáreas regadas del sector y la evapotranspiración real de los cultivos (ETc), ésta se ha calculado de acuerdo a los valores de Kc y ETo del estudio D.G.A.-Ipla-1994. Dichos valores se incluyen en el capítulo 9.3 "Superficie Regada del Sector N°5".

En forma resumida se puede indicar que corresponden a los valores de ETc: 7010; 5687; 11080 y 9199 m^3/ha/año, para los cultivos de Parronales (837 Ha.), Hortalizas (573 ha.), Praderas (0 ha.) y Frutales (15 ha.) respectivamente. Lo anterior, corresponde a un volumen de 9.26 millones de m^3 anuales (294 l/s) para la evapotranspiración de los cultivos.

-Evapotranspiración en Zona de Vegas

En la Ref. N°1, se tienen diferenciados tres tipos de vegas: Tipo A, con matorrales y suelos húmedos; Tipo B, matorrales con suelos menos que húmedos; y Tipo C, matorrales ralos.

En 1986 (Ref. N°1 DGA-87) se tenía una distribución de 77, 175 y 222 has. de vegas tipo A, B y C respectivamente. Se estima que en la actualidad estos valores son semejantes, en base a los pequeños descensos de niveles experimentados en los niveles de las aguas subterráneas de este sector.

Considerando una evapotranspiración potencial de 13690 m^3/Ha/año y coeficientes de 1; 0.7 y 0.5 para las vegas tipo a, B y C respectivamente, se tiene un volumen de 4.25 Mm^3/año (135 l/s) como concepto de evaporación y evapotranspiración en la zona de vegas.

-Exportación de aguas hacia fuera de cuenca

No existen exportaciones en este sector en la actualidad.

-Usos Mineros

No se explotan recursos para usos mineros.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

c) **Variación del Almacenamiento**

En este sector se presentan variaciones importantes de niveles freáticos entre bodega y Chamonate, es decir en aproximadamente el 70 % del área del acuífero. En el 30% restante estos valores no se manifiestan fluctuaciones del nivel freático producto de constituir una zona de descargas.

De acuerdo a la superficie de la napa de 84 kilómetros se tiene que un descenso unitario del nivel del agua subterráneo liberaría unos 8.4 millones de m^3. Por lo tanto si se considera el 70% del área se tiene un desembalse de aproximadamente 5.8 millones de m^3 (por metro de descenso.

En las variaciones de niveles entre 1889-92, se midieron tasas de descenso de 1 m/año, lo que permite estimar un desembalse de alrededor de 5.8 Mm^3/anuales (180 l/s) desde el acuífero entre el año 1989 y 1992. Lo anterior es un indicio que las recargas eran menores que las descargas y el acuífero tuvo que entregar recursos de su almacenamiento.

También un cálculo en base al volumen unitario desenbalsado y las diferencias de niveles promedios del sector, entre 1987 y 1995 entrega una cifra de 140 l/s.

Por lo tanto de adoptará un valor de 150 l/s como representativo de la variación de almacenamiento entre 1987-88 y la actualidad.

d) **Intercambios de agua al interior del Sistema (Sector N°5)**

d.1) Intercambios de Salida

-Descarga Artificial por Sondeos

De acuerdo a lo indicado en el Capítulo 10.5.2 se tienen valores de extracción anual de 16.63 Mm^3 (527 l/s) destinado a riego y no se han identificado otrs usos.

Es importante mencionar que los derechos Concedidos, del total de pozos del sector N°5, alcanzan a 93.83 Mm^3/año (2976 l/s), los derechos en Trámite a 18,81 Mm^3/año (596 l/s), los casos Especiales a 3.15 Mm^3/año (100 l/s). Todos los anteriores suman 115.79 millones de m^3/año (3672 l/s), como caudal teórico máximo extraíble según derechos, esto, considerando 8760 horas de funcionamiento al año (24 horas al día).

Respecto a los pozos que actualmente están en operación, si se consideran los caudales nominales de acuerdo con los derechos Concedidos, en Trámite, casos Especiales y aquellos sin Derechos, se tiene una explotación potencial de 81.06 millones de m^3 en los pozos actualmente en funcionamiento, con 8760 horas anuales c/u.

-Descargas por Vertientes

En el sector Copiapó-Piedra Colgada hay afloramientos claros de la napa en la zona de Piedra Colgada. En ella existen vertientes que alimentan los canales Piedra Colgada N°1

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

y N°2 y el canal San Pedro, captando entre los tres canales los recursos generados por las vertientes.

De acuerdo a la Ref. N°1 se tienen descargas por vertientes entre 50 y 90 l/s. Por lo tanto para los términos del balance se adoptará una cifra de 90 l/s por este concepto.

Las aguas subterráneas del sector, se ubican vecinas a la superficie del terreno entre las Puntillas del Cerro Imán y del Cerro Piedra Colgada. La Angostura de Piedra Colgada provoca hacia aguas arriba afloramientos de vertientes y aguas arriba de éstas, zonas de Vegas (Chamonate Bajo).

La magnitud del área vegosa y consecuentemente la magnitud o caudal de las vertientes es producto de la cuantía del escurrimiento subterráneo, dependiendo ello de la recarga desde la Angostura de Copiapó e incluso de la escorrentía superficial que pasa allí ocasionalmente.

En estudio anterior (D.G.A. 87) se cuantificó esta zona de vertientes con caudales entre 50 y 90 l/s, los que se agregan a la descarga de la zona vegosa, de dimensiones también variables.

El caudal de las Vertientes de Piedra Colgada, es captada por los Canales Piedra Colgada Nos. 1 y 2 y Canal San Pedro.

d.2) Intercambios de Entrada

-Infiltración del río

En el sector Copiapó-Toledo se dan las condiciones para que el río infiltre, condiciones de profundidad de la napa subterránea y de comunicación río acuífero que permiten infiltraciones considerables. Ahora bien en este sector el río no conduce caudales de importancia, puesto que generalmente estos recursos provienen de las Vegas de Copiapó y las descargas a las lagunas de decantación de aguas servidas.

Se acuerdo a lo anterior y los valores de la Ref. N°1 se tiene una infiltración media de 215 l/s (6,8 Mm^3/año) al acuífero. No obstante lo anterior dada la gran capacidad de infiltración entre Bodega y Chamonate los valores de infiltración en el río pueden aumentar considerablemente si por el río logran escurrir caudales mayores que los considerados.

-Infiltraciones canales matrices

Al igual que la infiltración en el río los antecedentes existentes corresponden al estudio de 1987, donde se obtiene un promedio de 2,2 Mm^3/año (70 l/s) como infiltración por este concepto.

-Infiltraciones canales secundarios

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Idem al anterior, con un volumen de 1,6 Mm^3/año (50 l/s).

-Infiltración riego predial

De acuerdo al estudio D.G.A.-87 los valores por este concepto fluctúan entre 80 y 100 l/s. Por lo tanto se adoptará un valor de 100 l/s (2.84 Mm^3/año)

De acuerdo a la diferencia entre la demanda (15.14 Mm^3) y la evapotraspiración de cultivos (9.26 Mm^3) se puede estimar que la mitad de las ineficiencias corresponde a infiltraciones producto del riego predial. Por lo tanto resulta un volumen de 2.94 Mm^3/año (93 l/s).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro
Balance

Sector N°5	Copiapó-Piedra Colgada		
M m3/año = Millones de m3 anuales		l/s	M m3/año
Ingresos			
Entradas Superficiales		800	25.22
Entradas Subterráneas		530	16.71
Aportes Laterales por quebradas		200	6.31
Descarga de aguas servidas		220	6.94
Suma Ingresos		**1350**	**48.24**
Salidas			
Salidas Superficiales		130	4.10
Salidas Subterráneas		370	11.67
Salidas Netas			
Evapotranpiración por cultivos		294	9.26
Evapotranpiración en zona de vegas		135	4.26
	Exportación de aguas	0	0.00
Suma Salidas		**929**	**29.29**
Variacion Almacenamiento		**-150**	**-4.73**
Intercambios de Entrada			
Infiltración río		225	7.09
Infiltración canales matrices		70	2.21
Infiltración canales secundarios		50	1.58
Infiltracion riego predial		100	3.15
Suma		**445**	**14.03**
Intercambios de Salida			
Descargas por Vertientes		90	2.84
Recuperaciones Rio		100	3.15
Descarga Artificial por Sondeos		527	16.63
Suma		**717**	**22.62**
Volumen Embalsado (0-300m)	Mm3		**1920**
(0-200m)	Mm3		**1470**
(0-100m)	Mm3		**840**
Demanda Uso Agrícola del Sector	Superficie '87 y Tasa Riego '94	**474**	**14.94**
BOMBEOS			
Usos mineros		0	0
Usos agua Potable		0	0
Usos Riego (cobertura 79,5%)		473	14.9
Uso Riego (extrapolados)		55	1.73
Suma		**527**	**16.63**
Extracción max. según Derechos			
de los Pozos Operando (48)			
Con Derechos Concedido		1828	57.64
Con Derechos En Tramite		399	12.58
Sin Derecho		344	10.85
Suma		**2571**	**81.06**

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, 1995
SECTOR N° 5 COPIAPO -PIEDRA COLGADA

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

10.8.2 Discusión de los Resultados del Balance

Este capítulo pretende poner en cifras, los valores más significativos en relación con el acuífero, su volumen embalsado, la explotación actual y la situación de los Derechos de Aprovechamiento Concedidos o en Trámite.

El caudal de derechos Concedidos alcanza a 2.976 l/s; 596,5 l/s por derechos en Trámite, y 100 l/s de derechos denominados de Casos Especiales, lo que hace un total de 3.672,5 l/s. Una hipotética extracción de este caudal significa un volumen de 115 Mm^3/año, dado que el volumen embalsado en el acuífero es de aproximadamente 1920 Mm^3 (300 m. de espesor y S=10%), alcanzaría para 17 años, sin considerar ninguna recarga, pero este no es el caso.

Sin embargo se puede constatar que la extracción anual está cercana a los 16.6 Mm^3 aproximadamente. Lo anterior corresponde a apenas un 3.9% respecto del volumen embalsado mínimo (100 m. de espesor de acuífero y 5% de coeficiente de almacenamiento).

Por lo tanto se tiene una explotación cercana al 14,4 % del total de los derechos de agua subterráneas del valle (Constituido+En Trámite+Casos Especiales).

Respecto al porcentaje de pozos en operación del total del sector, se tiene un 50% de ellos en funcionamiento.

Respecto a los Derechos Concedidos, se explota aproximadamente un 62% de los pozos en la actualidad (26 de 42 pozos).

Respecto a los Derechos en Trámite existe un 77% de ellos que ya se encuentran en operación (10 de 13 pozos).

Respecto a los pozos Sin Derechos existe un 28 % de ellos que está en operación (11 de 39 pozos).

Por lo tanto en este sector, la brecha importante entre Derechos Concedidos y Explotación que ocurría en los Sectores de aguas arriba se ve disminuida y los valores se hacen cercanos entre lo Concedido y los pozos en explotación.

El cuadro 10.-14 del balance indica entradas (tanto superficiales como subterráneas) del orden de 1 m^3/s las cuales corresponden principalmente a flujo subterráneo y escurrimiento superficial. Las salidas son del mismo orden.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, III REGION

INFORME FINAL

CAPITULO N°11

SECTOR N°6
- PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA

PREPARADO POR:
ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.

DICIEMBRE 1995

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

INFORME FINAL

SECTOR PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA

		Pág.
11.1	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL	11.-02
11.2	INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA	11.-03
11.3	SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR	11.-04
11.4	CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION	11.-05
11.5	SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA	
11.5.1	Sondeos Existentes	11.-07
11.5.2	Extracción de Agua Subterránea	11.-12
11.6	NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA	11.-15
11.6.1	Variación Histórica de Niveles	11.-17
11.7	SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO	11.-20
11.7.1	Volumen Acuífero	11.-20
11.7.2	Perfil Longitudinal del Sector	11.-21
11.8	BALANCE HIDRICO DEL SECTOR	11.-24

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO

SECTOR N°6
PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA

11.1 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUPERFICIAL

Los caudales de agua superficial que ingresan al sector Piedra Colgada-Angostura, no se registran sistemáticamente mediante alguna estación fluviométrica ya que se componen de recuperaciones que son captadas por los canales de regadío.

De acuerdo a la Ref. N°1 se tiene una salida media de 130 l/s en base a aforos, efectuados en el canal San Pedro entre 1973 y 1979 por la DGA.

Respecto a los caudales de salida, se dispone de antecedentes en la estación fluviométrica denominada río Copiapó en Angostura.

Cuadro 11-1, Caudales Medios Mensuales 1963-1994
Estación: Río Copiapó en Angostura

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
m^3/s	0.76	0.57	0.47	0.46	0.54	0.55	0.55	0.47	0.35	0.31	0.33	0.68	0.50

Fuente B.N.A de la D.G.A.

Del análisis de los valores medios mensuales se observa que ellos son prácticamente constantes entre 110 y 180 l/s para 20 años de los 30 con registros, mientras que los años 84-85 y 87-88 los caudales fluctúan entre 1000 y 7000 l/s los que elevan de manera importante el valor medio anual. Por lo tanto una cifra de 150 l/s se considerará como escurrimiento de salida medio anual en Angostura. Adicionalmente se señala que en la modelación del estudio de 1987 se calibró un valor de 100 l/s como salidas superficiales.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.2 INGRESOS Y SALIDAS DE AGUA SUBTERRANEA

De acuerdo con el Estudio[1] de la D.G.A. del año 1987 (Ref. N°1), los ingresos y salidas para el sector Piedra Colgada- Angostura fueron obtenidos según la fórmula de Darcy con los siguientes valores:

Para el ingreso se consideró (correspondiente a las salidas del acuífero de aguas arriba, Copiapó- Piedra Colgada):

T= 3000 a 4000 m^2/día
L= 1000 m.
i= 0,8 %
Lo anterior arroja un caudal de:
Q= 0,280 a 0,370 m^3/s equivalentes a : 8,8 a 11,7 millones de m^3.

Para las salidas en Angostura, se tiene una situación particular en lo que respecta a la salida de las aguas subterráneas. Inmediatamente después de la hacienda María Isabel, se produce una angostura en el valle, quedando éste formado sólo por la caja del río. Debido a esta formación, las aguas subterráneas se ven obligadas a aflorar en forma de vertientes, aportando su caudal al río. De esta forma la descarga lateral, se produce en forma superficial y no subterránea.

La magnitud de esta descarga está directamente relacionada con los caudales aforados en la estación fluviométrica río Copiapó en Angostura.

Por lo tanto el caudal subterráneo es despreciable y se ha considerado en 10 l/s.

---

[1]Ref. N°1: "Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos, Valle del Río Copiapó- III Región". D.G.A.- Alamos y Peralta-1987.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHIL

11.3. SUPERFICIE REGADA EN EL SECTOR

Según el estudio de la D.G.A. 1987 (Ref N°1), la superficie regada era de 607,8 Hás. con la siguiente distribución. Adicionalmente la superficie potencial para este sector se estima en 779,1 Has.

Cuadro 11-2, Distribución de Cultivos 1986-87
Sector Piedra Colgada-Angostura

Tipo Cultivos	Superficie (Ha)
Vides	-
Hortalizas	415,5
Praderas	-
Frutales	192,3
Total	607,8

Según el estudio[2] de la D.G.A. del año 1994 (Ref. N° 2). Las tasas de riego para dichos cultivos a nivel anual serían las siguientes:

Cuadro 11-3, Tasas de Riego por cultivo
Fuente: Estudio D.G.A.-Ipla 1994

Cultivo	Tasa Riego m^3/Ha/año
Vides	9080
Hortalizas	12281
Pradera	34704
Frutales	20214

La demanda anual queda como sigue:

Cuadro 11-4, Demandas Actuales de Riego

Cultivos	Demanda Millones m^3/año
Vides	-
Hortalizas	5,10
Pradera	-
Frutales	3,88
Total	8,98

11.4. CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

[2]Ref. N° 2: "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile", Informe Etapa 4, Demandas Actuales en Cuencas Norte. D.G.A-Ipla-1994

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.4. CANALES EXISTENTES Y EN OPERACION

Los canales que extraen sus aguas desde el río Copiapó en el sector hidrogeológico denominado Piedra Colgada - Angostura, son:

Cuadro 11-5

Canales que nacen en el Sector 6. Piedra Colgada – Angostura.

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo de Riego Hrs.	Min.	Bocatoma Estado	Caudal (l/s)
	Piedra Colgada 1	Izq.	50% rio	Permanente		AT	–
	Piedra Colgada 2	Der.	50% rio	Permanente		AT	–
	San Pedro	Der.	50% rio	Permanente		AT	–
	Perales	Izq.	50% rio	Permanente		AT	–
	Valle Fertil 1	Izq.	50% rio	Permanente		AT	–
	Margarita	Der.	100% rio	Permanente		AT	–
	Valle Fértil 2	Izq.	50% rio	Permanente		Oper.	80
	San Camilo	Izq.	100% rio	Permanente		AT	–
	Maria Isabel	Der.	100% rio	Permanente		Oper	200

D S/B : Destruido Sin Bocatoma

C/B no Op. : Con Bocatoma pero no operando

Oper : Operando

AT : Aterrado

Los datos del cuadro anterior provienen del Informe D.G.A. (Uri Hammer) y la columna relativa al estado actual de la bocatoma proviene de inspección visual de terreno realizada por nuestra empresa.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.4.1 Caudales Derivables por cada Canal

Las bocatomas de los canales que están operando poseen capacidad sobrada para los caudales provenientes de las vertientes del sector que escurren por el río Copiapó.

11.4.2 Situación del Sistema de Riego

Los recursos de agua de este Sector, denominado "RIO" en el cuadro anterior, corresponden a las aguas que escurren por el río frente a cada bocatoma y provienen de vertientes del sector y muy eventualmente a sobrantes del río Copiapó en sus períodos de crecidas.

Como se observa en la tabla anterior, el total de las aguas del río Copiapó, proveniente de vertientes, es captado por la bocatoma del Canal Valle Fértil 2 y las aguas que afloran bajo dicha bocatoma, son captadas en su totalidad por el Canal María Isabel.

El resto de los Canales se encuentran aterrados, no utilizándose debido a la carencia de vertientes. El área de cultivos, actualmente muy restringida, se abastece de aguas subterráneas.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.5. SONDEOS EXISTENTES Y EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA

11.5.1 Sondeos Existentes

De acuerdo con el Catastro General de Sondeos del Valle (Ver Tomo III de III Anexos), en el sector Piedra Colgada-Angostura, existen un total de 49 sondeos (11.1 % del total del valle), numerados según el Catastro '95 desde el 327 al 351 y desde el 417 al 440 ambos incluidos.

En los cuadros siguientes se presenta la distribución de estos sondajes clasificados según su uso l la concesión del derecho.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 11-6, Pozos Clasificados según su uso y destino

SECTOR 6

PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA

CLASIFICACION POR USOS (Operando, Sin Uso).

Pozos	Nº	Destino	Nº	Derechos	Nº
Operando	14	Industrial	1	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Minero	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	13	Concedido	8
				En tramite	4
				Sin Derecho	1
				Juzgado	0
		Observación	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Totales	14	Totales	14
Sin Uso	35	Industrial	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Minero	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Potable	0	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	0
				Juzgado	0
		Riego	15	Concedido	4
				En tramite	2
				Sin Derecho	6
				Juzgado	3
		Observación	20	Concedido	0
				En tramite	0
				Sin Derecho	20
				Juzgado	0
		Totales	35	Totales	35

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 11-7, Numero de Pozos con Derechos, En Trámite y Sin Derechos

SECTOR 6

PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA

CLASIFICACION POR DERECHOS (Concedidos, en Tramite, Sin Derecho)

Derechos	l/s	Nº	Destino	l/s	Nº	Pozos	l/s	Nº
Concedidos	739	12	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	739	12	Operando	544	8
						Sin Uso	195	4
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
En Tramite	246	6	Minero	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	246	6	Operando	183	4
				-		Sin Uso	63	2
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
Sin Derecho	-	28	Minero	-	1	Operando	-	1
						Sin Uso	-	0
			Potable	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Riego	-	7	Operando	-	1
						Sin Uso	-	6
			Industrial	-	0	Operando	-	0
						Sin Uso	-	0
			Observacion	-	20	Operando	-	0
						Sin Uso	-	20
Especiales	215	3	Riego	215	3	Operando	-	0
						Sin Uso	215	3
			Totales	1200	49	Totales	1200	49

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Clasificación Pozos en Operando y Sin Uso

Resumen Pozos Actuales

A modo de resumen se puede señalar que una primera división, de acuerdo al estado de funcionamiento actual de los pozos, entrega las siguientes cifras para el sector Piedra Colgada-Angostura:

- Del total de los 49 pozos ubicados en el sector, existen 14 pozos operando (28,5%) y 35 pozos Sin Uso (71,4%).
- De los 14 pozos operando, 1 corresponde a pozo de uso Industrial (7,1%) y 13 corresponden a Riego (92,9%).
- De los 35 pozos sin uso en el sector, 15 corresponden a pozos para Riego (42,8%) y 20 son de observación (57,2%).

Los caudales aforados totales en la época de construcción de los 49 sondeos, de los cuales, se dispone de datos en 22 de ellos (44,8%), alcanza a 1320,5 l/s. (41,6 millones m^3/año).

b) Clasificación pozos por Derechos de Aprovechamiento

Una segunda división, de acuerdo a los Derechos de Aprovechamiento y sus caudales Concedidos o en Trámite, en los pozos del sector Copiapó- Piedra Colgada, se resume en los párrafos siguientes:

Según N° de Pozos.

- De los 49 pozos del sector, 12 tienen Derechos Concedidos (24,5%), 6 están En Trámite (12,2%), 28 no tienen Derechos (57,1%) y 3 casos especiales (6,1%).
- De los 12 pozos que tienen Derechos Concedidos todos son de Riego.
- De los 12 pozos con Derechos Concedidos; 8 están operando y el resto, 4 no funcionan.
- De los 6 pozos que tienen Derechos en Trámite; los 6 son de Riego.
- De los 6 pozos con Derechos en Trámite 4 operan y 2 no se usan.
- Los 28 pozos sin Derechos se dividen en 1 de Minería, 7 de Riego y 20 de Observación.
- Los 29 pozos Sin Derechos se dividen en 1 que operan y 26 Sin Uso.
- Existen 3 casos especiales correspondientes a 3 pozo de Riego sin uso.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

De acuerdo a los caudales involucrados se tiene:

- La suma de Derechos tanto Concedidos, en Trámite y casos especiales alcanza a 1200 l/s.
- Los Derechos de Aprovechamiento Concedidos en un total de 12 sondeos alcanza a 739 l/s y todos son pozos de Riego.
- Del total de los Derechos Concedidos (739 l/s), 544 l/s (73,6%) corresponden a pozos en Operación y 195 l/s corresponden a pozos Sin Uso (26,4%).
- Los Derechos de Aprovechamiento en Trámite en 6 sondeos alcanza a 246 l/s y todos ellos corresponden a pozos de riego.
- Con respecto al total de 246 l/s correspondientes a Derechos en Trámite, 183 l/s (74,4%) están asociados a pozos en operación y los restantes 63 l/s (25,6) a pozos Sin Uso.
- Respecto a los Pozos Sin Derechos, no se tienen caudales asociados.
- Existen tres Expedientes antiguos : 239-3 , 230-3 y 215-3 con Decretos Provisorios de 1965 y 62 por 215 l/s.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.5.2 Extracción de Agua Subterránea

De los 49 pozos existentes en este sector, 14 operan (28,5%). Las horas de funcionamiento y sus caudales asociados se han obtenido de la encuesta en terreno.

De los 14 pozos en Operación, 12 poseen Derechos de Aprovechamiento ya sea Concedidos o en Trámite, por un caudal de 727 l/s (23 Mm^3/año). Esta cifra servirá de horizonte para el cálculo de los volúmenes bombeados actualmente en el acuífero.

En este sector, mayoritariamente el número de pozos corresponde a pozos de Riego (57%) y pozos de Observación (43%).

Cuadro 11-8,
Pozos en Operación

Uso Pozo	N° Pozos en Operación
Riego	13
Industrial	1
Agua Potable	0
Observación	0
Minero	0
Total	*14*

a) Explotación Minera e Industrial

No existe explotación minera en este sector. Respecto a la explotación Industrial se tiene un pozo correspondiente al 2710 7030 D-9 Fundo Los Angeles (Matadero), que opera 2300 horas anuales con un caudal nominal de 50 l/s lo que entrega un volumen de producción de 0,4 Mm^3/año. (12 l/s continuo)

b) Explotación Agua Potable.

En este sector no se han identificado pozos destinados agua a potable.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

c) Producción Pozos de Riego

En este Sector Piedra Colgada - Angostura, de un total de 49 pozos construidos, existen 28 pozos usados para riego (57%), de los cuales 13 se encuentran en uso (26,5% del total del sector), obtenidos mediante encuesta en terreno durante el año 1995. Los datos que se obtuvieron fueron caudal y horas de bombeo anual, en algunos casos se obtuvo también la superficie abastecida.

De los 13 pozos de Riego en Operación, en solo 4 se obtuvo respuesta de parte de los agricultores (30,8%), en los restantes 9 pozos o bien no sabe o el dato entregado o no es lo suficientemente confiable.

De acuerdo a lo anterior (30,8% de cobertura) se tiene una explotación anual de 2,64 millones de m^3. Los cuales se distribuyen en 1,0 Mm^3 para el período Abril- Agosto y 1,64 Mm^3 para el período Septiembre - Marzo.

Respecto a los sondeos sin datos, ya se han señalado en el Capítulo 5.5. Básicamente, se refiere a considerar que los pozos sin datos de explotación, funcionan el mismo número de horas promedio de los pozos con datos (2928 hrs. en este sector), y sus caudales de operación, son el caudal de diseño del conjunto de los pozos multiplicado por un factor que relaciona los caudales declarados en la encuesta con sus respectivos caudales de diseño (en el caso de este sector el factor caudal operación v/s caudal de diseño = 0.66 y el caudal de los pozos sin datos corresponde a 484*0.66= 319 l/s). Por lo tanto, se puede estimar un volumen de explotación de 3.37 millones de m^3/año por los sondeos en operación y sin datos de la encuesta .

Por lo tanto se tiene una explotación total por pozos de riego de 6.01 Mm^3/año (190 l/s continuo).

En las páginas siguiente se presenta un listado con los pozos de riego tanto en uso como aquellos que no funcionan.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

ALAMOS Y PERALTA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
RECURSOS HIDRAULICOS AGUAS SUBTERRANEAS
REGADIO AGUA POTABLE MINERIA INDUSTRIA

PRODUCCION POZOS REGADIO
SECTOR Nº 6 PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA

Nº Cat-95	Nº Plano	POZO Lat	POZO Long	POZO Nº	PREDIO	PROPIETARIO	Situación Derechos	Resolucion DGA Q l/s	Resolucion DGA Nº	Resolucion DGA Fecha	Horas Funcionamiento Abril-Agosto	Horas Funcionamiento Septiembre-Marzo	Caudal (l/s)	Uso	Estado Actual	Volumen (m3) Abr-Ago	Volumen (m3) Sep-Mar	SUMA (m3/año)	Has.	Q Diseño (l/s)
336	6	2720	7030	B-01	Hda. Perales	Soc. Agricola V y C	Concedido	70	085	6/03/84	1,800	2,880	80	R	Op	518,400	829,440	1,347,840		70
417	6	2710	7030	C-01	Fdo. San Pedro Los Olivos	Daisy Pizzoni C.	Concedido	100	050	21/02/89	NO SABE			R	Op					
422	6	2710	7030	D-05	Fdo. Marquesado	Cia.Agric. y Gan. Hornitos	Concedido	80	363	25/03/65	NO SABE			R	Op					60
423	6	2710	7030	D-06	Fdo. Dos Hermanas	Camila Aguirre	En Tramite				300	420	10	R	Op	10,800	15,120	25,920		118
427	6	2710	7030	D-10	Fdo. Los Olivos (San Pedro)	Maria Prohens	Concedido	38	070	13/03/80	NO SABE			R	Op					42.5
428	6	2710	7030	D-11	La Puntilla - San Pedro	Cia.Agric. y Gan. Hornitos	Concedido	75	286	29/07/92	NO SABE			R	Op					70
429	6	2710	7030	D-12	San Pedro Tira Larga	Maria Prohens	Concedido	29	277	4/10/78	NO SABE			R	Op					50
432	6	2710	7030	D-15	Reserva San Pedro	Patricio Olivares (Francisco Hawes)	En Tramite	63			NO RESPONDE			R	Op					90
433	6	2710	7030	D-16	Hda. Perales	Soc. Agricola V y C	Concedido	80	197	30/04/87	1,500	2,460	50	R	Op	270,000	442,800	712,800		60
435	6	2710	7030	D-18	Hda. Valle del Sol	Sergio Ruiz Tagle	En Tramite	90			840	1,512	65	R	Op	196,560	353,808	550,368		60
436	6	2710	7030	D-19	Hij 5 Fdo. San Pedro	Gonzalo Moreno Prohens	Concedido	72	608	27/12/94	NO SABE			R	Op					80
439	6	2710	7030	D-22	Fdo. San Pedro	Sergio Bobadilla Rubiar	S/D				NO SABE			R	Op					
440	6	2710	7030	D-23	Fdo. San Pedro Lote 9	Luaz Yañez G	En Tramite	30			NO SABE			R	Op					12
328	6	2720	7030	A-02	Hda. Margarita	Sucesion A. Cervino	Provisoria	100	D-611	25/05/65	----------	----------	----	R	S/U					
329	6	2720	7030	A-03	Fdo Valle Feril	Elsaso Gross (Ana Aguirre)	Provisoria	45	D-307	15/03/65	----------	----------	----	R	S/U					
330	6	2720	7030	A-04	Hda. Margarita	Suc A Cervilo	S/D				----------	----------	----	R	S/U					
335	6	2720	7030	A-09	Hda. Margarita	Antonio Cervino A.	S/D				----------	----------	----	R	S/U					
337	6	2720	7030	B-02	Hda. Perales	Soc. Agricola V y C	Concedido	30	197	30/04/87	----------	----------	----	R	S/U					
338	6	2720	7030	B-03	Hda. Perales	Soc. Agricola V y C	Concedido	15	197	30/04/87	----------	----------	----	R	S/U					
339	6	2720	7030	B-04	Hda. Perales	Soc. Agricola V y C	S/D				----------	----------	----	R	S/U					
418	6	2710	7030	D-01	Fdo. San Pedro	Comunidad Parceleros	S/D				----------	----------	----	R	S/U					
419	6	2710	7030	D-02	Fdo. San Pedro	Cia.Agric. y Gan. Hornitos	Concedido	80	363	25/03/65	----------	----------	----	R	S/U					
420	6	2710	7030	D-03	Fdo Los Angeles	Raul Barriomuevo	Provisoria	70	D-1921	25/08/62	----------	----------	----	R	S/U					
421	6	2710	7030	D-04	Fdo. San Juan	Marcelino Vidal	Concedido	70	016	17/01/69	----------	----------	----	R	S/U					
430	6	2710	7030	D-13	Reserva San Pedro V Feral	Patricio Olivares (Francisco Hawes)	En Tramite	63			----------	----------	----	R	S/U					
431	6	2710	7030	D-14	Parcela 41 San Pedro	Morales y otros (M. Valdivia)	S/D				----------	----------	----	R	S/U					
437	6	2710	7030	D-20	Hij 5 Fdo. San Pedro	Gonzalo Moreno Prohens	En Tramite				----------	----------	----	R	S/U					
438	6	2710	7030	D-21	Fdo San Pedro		S/D				----------	----------	----	R	S/U					
28	Total de pozos de Regadio Sector Nº 6 Copiapo - Piedra Colgada						Total	1200			1,110	1,818				995,760	1,641,168	2,636,928		

11.6. NIVELES DE SATURACION DEL AGUA SUBTERRANEA

En el cuadro de la página siguiente (Cuadro 11-10), se han consignado tres valores del nivel estático a saber, el de la fecha de construcción del sondaje, los de diciembre 1986 y enero 1987, correspondiente al estudio de la D.G.A. 1987 y finalmente el de 1995 correspondiente al catastro de terreno efectuado en el presente estudio.

Del análisis del cuadro adjunto (Cuadro 11-10) se puede comentar lo siguiente:

Se listan los 49 sondajes del sector, hay 39 sondeos analizados con niveles medidos en el año de construcción, 34 el año 1986, y 21 el año 1995. De estos hay 14 sondeos en que se pudo establecer la diferencia de niveles entre los años 1986 y 1995. De estos 14 sondeos hay descensos en 7 de ellos y ascensos en los restantes 7 pozos. Los ascensos máximos llegan a 2,6 m. y los descensos máximos a 1,5 metros. Lo anterior se traduce en tasas de ascenso de 26 cm/año y descensos en otros sectores de 15 cm/año.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro. 11-10

CUADRO COMPARACION NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA
SECTOR Nº 6 PIEDRA COLGADA - ANGOSTURA

Nº Cat-95	POZO Lat	Long	Nº	Año Const.	N.E. Const.	N.E. 1986	N. E. 95	Dif. Nivel 1995 - 1986	Prof Perf(m)	Promedio descenso Anual m/año
327	2720	7030	A-01	7/11/66	4.00	3.31			13.0	
328	2720	7030	A-02	24/05/66		3.96			81.9	
329	2720	7030	A-03	6/02/63		5.19			119.0	
330	2720	7030	A-04			1.79				
331	2720	7030	A-05		2.00	2.03			5.0	
332	2720	7030	A-06		3.50	3.66	3.12	0.54	5.0	0.05
333	2720	7030	A-07		5.60	5.58	3.46	2.12	7.3	0.21
334	2720	7030	A-08		6.30	6.25	3.68	2.57	11.9	0.26
335	2720	7030	A-09	18/03/87	3.60				50.0	
336	2720	7030	B-01	15/01/65	6.92		14.08		50.0	
337	2720	7030	B-02		4.50		5.87		60.0	
338	2720	7030	B-03		5.14	3.62			100.0	
339	2720	7030	B-04			6.52	6.82	-0.30		-0.03
340	2720	7040	A-01		3.20				55.0	
341	2720	7040	A-02	9/04/63	0.70		0.60		120.7	
342	2720	7040	A-03		2.30	2.31			9.2	
343	2720	7040	A-04		2.30	6.55	6.17	0.38	12.5	0.04
344	2720	7040	A-05		1.20	1.19			7.0	
345	2720	7040	B-01			9.07	8.40	0.67	54.0	0.07
346	2720	7040	B-02		0.40	9.06	7.86	1.20	20.0	0.12
347	2720	7040	B-03		2.50	8.48	7.80	0.68	32.0	0.07
348	2720	7040	B-04		0.90	8.34			30.8	
349	2720	7040	B-05		6.70	6.83			10.9	
350	2720	7040	B-06		10.40	10.38			14.4	
351	2720	7040	B-07		9.20	9.28			11.4	
417	2710	7030	C-01	/ 1987					60.0	
418	2710	7030	D-01		1.20	1.58	2.74	-1.16	76.0	-0.12
419	2710	7030	D-02		1.60	3.73	4.10	-0.37	133.0	-0.04
420	2710	7030	D-03	25/01/61	4.00	3.00	4.54	-1.54	81.5	-0.15
421	2710	7030	D-04	22/08/62	5.30	5.25	5.75	-0.50	70.3	-0.05
422	2710	7030	D-05	5/12/64	4.80	3.51			49.9	
423	2710	7030	D-06	30/06/66	4.20	3.22			46.5	
424	2710	7030	D-07	20/10/66	5.80	3.42			13.0	
425	2710	7030	D-08	29/10/66	3.40	2.65	4.09	-1.44	11.5	-0.14
426	2710	7030	D-09	15/08/81	10.46	5.17			70.0	
427	2710	7030	D-10	29/10/79	6.00	4.58			80.0	
428	2710	7030	D-11	/ 1979	7.30				50.0	
429	2710	7030	D-12	29/10/74	6.00				80.0	
430	2710	7030	D-13	/ 1979	5.85				50.0	
431	2710	7030	D-14							
432	2710	7030	D-15		5.95	1.60			50.0	
433	2710	7030	D-16		4.00	3.49			60.0	
434	2710	7030	D-17		2.70	2.67			6.5	
435	2710	7030	D-18	3/11/88	2.45	3.10	3.58	-0.48	50.0	-0.05
436	2710	7030	D-19	2/11/92	2.30				50.0	
437	2710	7030	D-20				4.18			
438	2710	7030	D-21				4.07			
439	2710	7030	D-22				3.20			
440	2710	7030	D-23		2.60		2.60		8.0	

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.6.1 Variación Histórica de Niveles Freáticos

En relación con la variación hiperanual de niveles, en el presente estudio, se ha incluido un plano denominado: "Plano de Variación Histórica de Niveles N° 6 (Tomo II de III, Planos), que comprende el Sector Piedra Colgada - Angostura. En él que se encuentran 20 gráficos de Variación Hiperanual de Niveles, de los cuales en 14 se miden niveles en la actualidad.

Los pozos con registros de niveles se enumeran a continuación y se indica la longitud del registro.

Cuadro 11-11

Sector N° 6: Piedra Colgada-Angostura
Pozos con Registro Histórico de Niveles

POZO	Nombre	REGISTROS		AÑOS
2710 7080 D-04	Fundo San Juan	Ene 63 a Oct 68	Feb 70 a Ene 77	12
2710 7080 D-08	Fundo Los Angeles	Feb 61 a Dic 62	Jul 69 a Ene 77	10
2710 7030 D-08	Fundo San Juan	Dic 66 a Ene 95		28
2710 7080 D-06	Fundo Dos Hermanas	Jun 66 a Ene 67	Sep 69 a Ene 77	8
2710 7030 D-01	Fundo San Pedro	Feb 61 a Ene 63		3
2710 7030 D-02	Fundo San Pedro	Feb 61 a Ene 63		3
2710 7030 D-17	Fundo San Pedro	Abr 87 a Dic 94		8
2710 7030 D-07	Fundo San Pedro	Ene 67 a Mar 94		27
2710 7080 D-05	Fundo Marquesado	Ago 65 a Jun 66	Sep 69 a Ene 77	9
2720 7080 A-05	Hacienda Perales	Abr 87 a Dic 94		8
2720 7030 A-06	Hacienda Margarita	Feb 89 a Dic 94		6
2720 7030 A-01	Hacienda Margarita	Dic 66 a Dic 94		28
2720 7030 A-07	Valle Fértil	Jun 87 a Dic 94		8
2720 7030 A-08	San Camilo Pc.8	Oct 87 a Dic 94		7
2720 7040 B-05	San Camilo Pc.6	Mar 87 a Dic 94		8
2720 7040 B-06	Punta Picazo Pc.5	Mar 87 a Dic 94		8
2720 7040 B-07	Monte Amargo 2	May 87 a Ene 89	Feb 92 a Dic 94	5
2720 7040 A-04	Hda María Isabel Pc.4	May 87 a Dic 94		8
2720 7040 A-03	Hda María Isabel Pc.3	May 87 a Dic 94		8
2720 7040 A-05	Hda María Isabel Pc.1	May 87 a Dic 94		8
2720 7040 A-02	Hda María Isabel	Jul 64 a Ene 75		11

Los pozos anteriores se listan en orden de ubicación en el valle desde aguas arriba hacia aguas abajo.

En los párrafos siguientes se presenta un análisis de registros en cada uno de los pozos del sector N°6, Piedra Colgada-Angostura.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a) Sub-Sector o Zona Piedra Colgada-San Pedro-Perales

Esta zona se extiende desde Piedra Colgada hasta el Fundo Perales allí en 9 sondeos se cuenta con registro de niveles, pero en solo 3 de ellos se mide en la actualidad. Los registros más extensos corresponden a los pozos 2710 7030 D-7 y D-8.

Sondeo 2710 7030 D-8,
Fundo San Juan (D.G.A. Observación)
N° 425 del Catastro '95

Sus registros son continuos desde 1967 a 1995. Salvo los años 77 y 78 que no se midieron. Se observan 2 períodos de descargas y uno de recarga.

El primer período de descarga ocurre entre 1967 y 1983 con valores iniciales de 4 metros bajo terreno y finales de 8 m. Entre los años 67 y 70 mantuvo sus niveles en los 4 m. Posteriormente entre el 71 y 76 descendió a una tasa de 0,3 m/año. Durante los años 79-82 descendió desde 6 metros hasta 8 metros bajo terreno a una tasa de 0,5 m/año.

Durante el año 1984 se produce un aumento significativo de los niveles desde los 8 metros hasta los 3 m. Es decir aumentó 5 metros en un año los niveles, lo que muestra la gran capacidad de recuperación del embalse subterráneo ante épocas abundantes de recargas. Es decir en un año recuperó los descensos paulatinos acumulados en más de 14 años.

Desde comienzos de 1985, después de ocurrida la gran recarga del año 84, se manifiesta el período actual de descargas que se manifiesta hasta la fecha. A comienzos de 1985 los niveles se ubicaban en los 2,5 m. para ir descendiendo hasta la fecha a valores cercanos a los 4 m., es decir a una tasa de descenso cercana a los 0,18 m/año.

Es importante observar que los ciclos de recarga y descarga observados en los acuíferos de aguas arriba, en este sector se observan también aunque muy atenuados y en algunos casos distorsionados por lo cercanos a la superficie que ellos se encuentran. Es el caso de las recargas importantes ocurridas durante 1987 o 1988 que en este sector no se produjeron producto que el embalse subterráneo se encontraba saturado, con sus niveles de saturación muy cercanos a la superficie y no quedaba acuífero que rellenar. Con ello se pone de manifiesto la importancia que para que las recargas sean efectivas, el acuífero debe tener un volumen libre donde almacenarlas.

En la actualidad los niveles han llegado a valores semejantes a los ocurridos en 1967, por lo tanto si se mantiene la tasa de descenso actual faltarían 20 años para llegar a descensos máximos históricos registrados en esta zona (8 m.) ocurridos en 1983.

Respecto a la influencia del bombeo se puede indicar que esta es nula ya que no existen antecedentes e indicios para asignarle algún grado de participación. Si se comparan las tasas de descenso del período 70-76 de 0,3 m/año con las actuales de 0,18 m/año se tiene un menor efecto actual sobre el acuífero en comparación con lo ocurrido hace 20 años atrás con una menor explotación. Además la explotación actual no es significativa y carece de importancia en el contexto de los volúmenes almacenados y en circulación del acuífero.

El pozo D-7 muestra los mismos períodos de recargas y descargas salvo una diferencia en altitud cercana a 0,5 m.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

b) Zona Hacienda Margarita - Hda. María Isabel -Angostura

En todo este sector los niveles del acuífero se encuentran muy superficiales entre 4 y 6 metros y las variaciones de ellos son muy pequeñas pero no nulas.

Se cuenta con registro de niveles en 11 pozos o norias, de los cuales en 10 de ellos se miden niveles en la actualidad. Todos ellos presentan registros desde mediados de 1987 hasta la fecha. El registro más extenso corresponde al pozo 2720 7030 A-1 pozo Hda. Margarita con niveles medidos entre 1967 y 1995.

Sondeo 2720 7030 A-1
Hda. Margarita (Observación D.G.A.)
N° 327 del Catastro '95

Este sondeo que se ubica como su nombre lo indica en la zona de La Hacienda Margarita, es representativo del sector.

Muestra los niveles descendiendo paulatinamente desde 1967 hasta comienzos del 83 desde los 4 m. hasta los 5 metros bajo terreno.

Durante 1983-84 y 85 se produce un período de recargas que aumenta los niveles hasta los 3 metros bajo terreno. Durante 1986 descienden a casi los 4 metros, para subir rápidamente desde mediados de 1987 hasta los 2 metros bajo terreno. Identificándose con ello las recargas del año 87.

Desde 1989 a hasta 1995 ha descendido desde 2 metros hasta los 3 metros con una tasa de descenso anual de 0,17 m/año.

Observaciones de los niveles de los otros sondeos del sector se pueden agrupar en aquellos que en los últimos 8 años han descendido, aquéllos que se han mantenido indiferentes y aquellos que contrariamente al resto han ascendido sus niveles.

En la zona de San Camilo, Punta de Picazo y las inmediaciones de Llano de Liebres, se observan niveles prácticamente oscilando, sin aumentar ni descender, con valores entre 5 y 6 m. bajo terreno.

Los sondeos de la Hda. María Isabel, presentan ascensos en sus niveles pero éstos no han sido más de 0,3 metros en los últimos 8 años.

Como conclusión general se puede decir que la situación actual del acuífero Piedra Colgada - Angostura al año 1995 no presenta problemas ni de explotación ni sobre-explotación ya que los niveles en esta zona se mantienen estables y muy cercanos a la superficie, evidenciando el embalse subterráneo en estado de saturación.

Se observan asimismo zonas donde los niveles han aumentado producto de mayores recargas desde el riego de algunos sectores y escurrimientos desde el río. Estas mayores recargas y descargas observadas no van más allá de 0,5 metros en general.

La influencia del bombeo actual en este sector puede considerarse nula.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.7 SITUACION DEL EMBALSE SUBTERRANEO

11.7.1 Volumen Explotado y Volumen del Acuífero

El volumen desembalsado anualmente por efecto del bombeo de los pozos, de acuerdo con los datos contenidos en la encuesta del año 1995, es del orden de 6.41 Mm^3 (200 l/s).

El volumen total del acuífero considerando una profundidad máxima de 300 metros es de 27.000 Mm^3, si se considera un coeficiente de almacenamiento de 10%, se tiene un volumen total almacenado de 2700 Mm^3. Por lo tanto el volumen de extracción anual es menor del 0,3 % del volumen total de agua del acuífero.

El caso extremo de considerar el espesor de 100 m. y un coeficiente de almacenamiento de 5% se tiene un volumen embalsado de 650 Mm^3. En este caso la razón volumen explotado versus volumen embalsado alcanza a 1 %.

A continuación se presenta un cuadro con la cubicación del embalse subterráneo, considerando como fondo del acuífero tres profundidades: la primera entre terreno y 100 metros (sector donde se ubican los pozos actualmente), la segunda entre terreno y 200 metros (donde llegan algunos pozos y podrían profundizarse otros) y la tercera entre terreno y 300 metros que considera un límite conservador (300 m.) en aquellos casos donde la geofísica ha indicado mayores profundidades de 400 y 500 m. de espesor.

Cuadro 11-12

Embalse Subterráneo :" Piedra Colgada-Angostura"

Espesor Acuifero	Volumen Mm^3 Acuifero	Volumen Agua Almacenada (Mm^3) S=5%	S=10%	S=15%
Terreno-100 m.	13,000	650	1300	1950
Terreno-200 m.	22,000	1100	2200	3300
Terreno-300 m	27,000	1350	2700	4050

Mm^3= millones metros cúbicos

El cuadro anterior permite hacer un análisis de sensibilidad para distintas profundidades y diferentes coeficientes de almacenamiento a considerar.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.7.2 Perfil Longitudinal del Piedra Colgada- Angostura

Se adjunta un perfil longitudinal del sector en el cual aparecen 8 aspectos del acuífero a saber:

- La cota del terreno superficial.
- El nivel de saturación al año 1986/87.
- El nivel de saturación al año 1995
- El fondo de los sondeos actuales.
- El fondo del acuífero o basamento según la geofísica.
- El espesor límite de 300 m. considerado para efectos prácticos
- La línea que define el espesor 200 m.
- La línea que define el espesor 100 m.

a) Consideraciones del Perfil del Sector Copiapó-Piedra Colgada

En la página siguiente se presenta el Perfil Longitudinal del Sector N°6, Piedra Colgada- Angostura.

En él se muestran el nivel de terreno, el fondo del acuífero, el fondo de los pozos y los niveles del agua subterránea durante las mediciones de 1886 y las actuales (1995).

- Se observa en general niveles del agua subterránea muy cercanos a la superficie de terreno en toda la extensión del sector. Los niveles medidos en 1986 y los de 1995 son prácticamente iguales, lo que es un indicio del funcionamiento hidrogeológico propio de este embalse subterráneo regulado en su salida de Angostura. Además del estado natural de funcionamiento, donde las extracciones son mínimas y no afectan en absoluto la gran inercia de este acuífero a sus reacciones de largo plazo de ascensos y descensos.

- Del análisis de los pozos existentes se tiene un valor medio de perforación de 39.5 m. con un valor máximo de 120 m. y un mínimo de 5 m.

- Efectuando una comparación en los pozos con datos de niveles estáticos medidos en 1987 y en la actualidad se observa lo siguiente:

  - En 1987 los niveles medios del sector se ubicaban en 4.88 m. con valores máximos de 10.38 m y mínimos de 1.19. Ello en 20 pozos con registros.

  - En la actualidad (1995) los niveles medios del sector se encuentran en 4.51 m. con valores máximos de 8.4 y mínimos de 0.6 m. Estas cifras se obtuvieron en base a mediciones efectuadas en 11 pozos del sector.

  De lo anterior se desprende que si bien el número de pozos con mediciones es distinto, se evidencia una situación de mantenerse los niveles en las mismas condiciones de lo ocurrido en 1987, incluso se insinúa levemente un ascenso en los niveles del orden de 35 cm, situación que se contrapone con todos los sectores de aguas arriba.

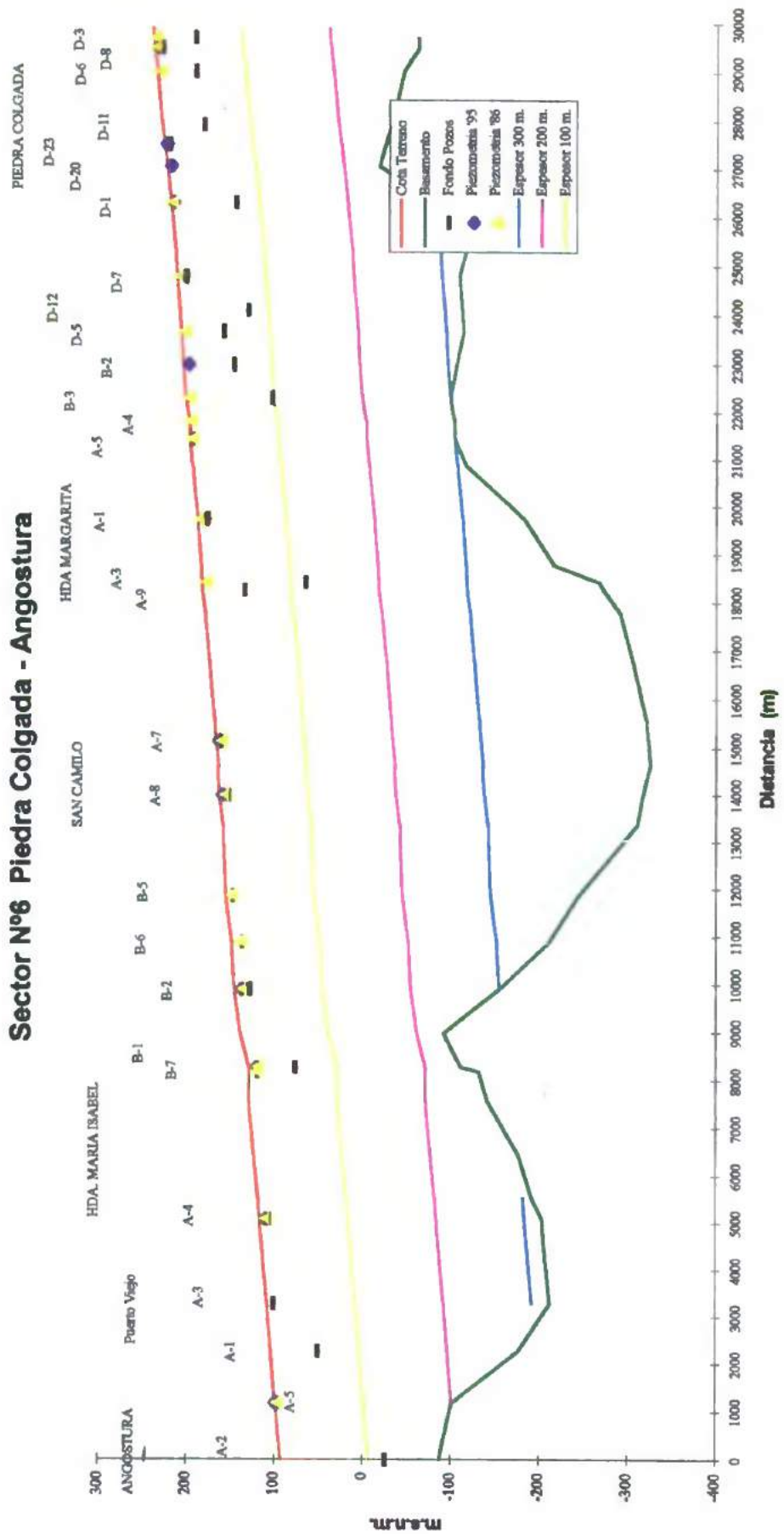
- Según lo indicado, este Sector se encuentra sub-explotado y con niveles cercanos a la superficie

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

a todo su largo y ancho, no existiendo actualmente limitaciones para la perforación y explotación de este acuífero.

- Acorde a las características del acuífero, los pozos deberán construirse con profundidades superiores a 50 m., pudiendo alcanzar incluso 100 m. para lograr un buen aprovechamiento del acuíferoy un adecuado rendimiento de la obra.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE


Sector Nº6 Piedra Colgada - Angostura
PIEDRA COLGADA
HDA MARGARITA
SAN CAMILO
HDA. MARIA ISABEL
ANGOSTURA
Pozo Viejo
Cota Terreno
Basamento
Fondo Pozos
Piezometría '95
Piezometría '86
Espesor 300 m.
Espesor 200 m.
Espesor 100 m.
Distancia (m)
m.s.n.m.

11.8. BALANCE HIDROGEOLOGICO DEL ACUIFERO

10.8.1 Cuantificación de Volúmenes

a) Ingresos

a.1) Ingresos Superficiales

No existe una estación fluviométrica que registre los caudales pasantes superficialmente por Piedra Colgada.

De acuerdo a la Ref. N°1 se tiene una salida media de 130 l/s que corresponden principalmente a las recuperaciones que se producen en el río en Piedra Colgada. Esta cifra se ve corroborada por los caudales medidos (según aforos) en el Canal San Pedro, ubicado agua abajo de Piedra Colgada, el cual presenta registros entre 1973 y 1979 con caudales entre 180 y 90 l/s.

a.2) Ingresos Subterráneos

Calculadas de acuerdo al punto 11.2 "Entradas y Salidas de Aguas Subterráneas", considerando la sección de Piedra Colgada, el flujo subterráneo alcanza, según la transmisibidad adoptada un caudal entre 240 l/s y 400 l/s. Respecto al balance se adoptará un caudal de 370 l/s (11.66 Mm^3/año).

b) Salidas

b.1) Salidas superficiales

De acuerdo a lo indicado en el capítulo 11.1 la estación fluviométrica "Río Copiapó en Angostura" presenta un caudal medio de 502 l/s. Dicha estación presenta caudales medios anuales prácticamente constantes entre 110 y 180 l/s para 22 de los 30 años de registros, mientras que los años 84-85 y 87-88 muestran valores entre 1000 y 7000 l/s que elevan bruscamente el promedio anual de los 30 años con registros.

Además la Ref. N°1 plantea salidas superficiales medias anuales de 90 l/s.

Por lo tanto se adoptará un valor de 150 l/s como salidas superficiales en Angostura.

b.2) Salidas Subterráneas

Dado que la conformación particular del sector de Angostura, el dicha sección se produce un angostamiento de fondo y de ancho que obliga a las aguas subterráneas a aflorar en forma de vertientes , aportando su caudal al río. Por lo tanto el caudal subterráneo de salida es despreciable y se ha considerado de 10 l/s para estar en concordancia con los resultados del Estudio DGA-87 (Ref. N°1).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

b.3) Salidas Netas

-Evapotranspiración por Cultivos

Se calcularon en base a las hectáreas regadas del sector y la evapotranspiración real de los cultivos (ETc), ésta se ha calculado de acuerdo a los valores de Kc y ETo del estudio D.G.A.-Ipla-1994. Dichos valores se incluyen en el capítulo 9.3 "Superficie Regada del Sector N°6".

En forma resumida se puede indicar que corresponden a los valores de ETc: 6000; 5500; 10000 y 9000 m^3/ha/año, para los cultivos de Parronales (0 Ha.), Hortalizas (519.3 ha.), Praderas (0 ha.) y Frutales (187.3 ha.) respectivamente. Lo anterior, corresponde a un volumen de 4.28 millones de m^3 anuales (135 l/s) para la evapotranspiración de los cultivos.

En este sector se han considerado 706 has., distribuidas en 519.3 has. de hortalizas y 187.3 has. de frutales.

-Evapotranspiración en Zona de Vegas

En la Ref. N°1, se tienen diferenciados dos tipos de vegas: Tipo A, con matorrales y suelos húmedos; y Tipo B , con matorrales y suelos menos que húmedos.

En 1986 (Ref. N°1 DGA-87) se tenía una distribución de 646, y 905 has. de vegas tipo A y B respectivamente. Se estima que en la actualidad estos valores son semejantes , en base a los pequeños descensos de niveles experimentados en las con aguas subterráneas del sector.

Considerando una evapotranspiración potencial de 10000 m^3/Ha/año y coeficientes de 1 y 0.7 para las vegas tipo A y B, se tiene un volumen de 12,8 Mm^3/año (400 l/s) como concepto de evaporación y evapotranspiración en la zona de vegas.

-Exportación de aguas hacia fuera de cuenca

No existen exportaciones en este sector en la actualidad.

-Usos Mineros

No se explotan recursos para usos mineros.

c) Variación del Almacenamiento

En este sector no se producen variaciones importantes de niveles freáticos. Por lo tanto este valor es cero.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289765 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

d) Intercambios de agua al interior del sistema (Sector N°6)

d.1) Intercambios de Salida

-Descarga Artificial por Sondeos

De acuerdo a lo indicado en el Capítulo 11.5.2 se tienen valores de extracción anual de 6.01 Mm^3 (190 l/s) destinado a riego. Además de 0.4 Mm^3 (12 l/s) de uso industrial.

En este sector no se han identificado pozos para uso minero ni de agua potable.

Es importante mencionar que los derechos Concedidos, del total de pozos del sector N°5, alcanzan a 23.3 Mm^3/año (739 l/s); los derechos en Trámite a 7,75 Mm^3/año (246 l/s), los casos Especiales a 6.77 Mm^3/año (215 l/s). Todos los anteriores suman 37.84 millones de m^3/año (1200 l/s), como caudal teórico máximo extraíble según derechos, esto considerando 8760 horas de funcionamiento al año (24 horas al día).

Respecto a los pozos que actualmente están en operación, si se consideran los caudales nominales de acuerdo con los derechos Concedidos, en Trámite, casos Especiales y aquellos sin Derechos, se tiene una explotación potencial de 26.07 millones de m^3 en los pozos actualmente en funcionamiento, con 8760 horas anuales c/u.

-Descargas por Vertientes

Toda esta amplia zona se caracteriza por niveles estáticos cercanos a la superficie del terreno, asociandose así una extensa zona de descarga de la napa subterránea por evapotranspiración de vegas y especialmente por vertientes que se ubican en el lecho del Río y que sirven para abastecer los canales de regadío de este sector.

De acuerdo a aforos realizados en 1986 en los canales que captan estas vertientes, se obtuvieron 420 l/s.

Las Vertientes de la zona de María Isabel, las ubicadas mas bajas en el sector, vienen a conformar el caudal superficial del Río Copiapó en la localidad de Angostura, el cual puede estimarse entre 90 y 140 l/s. para períodos normales en los cuales no se reciben aguas superficiales provenientes de los Sectores superiores del Valle.

En el sector Piedra Colgada-Angostura existen vertientes permanentes en el río copiapó en casi todo su recorrido, las cuales aparentemente no varían su caudal de año en año y sirven para abastecer de aguas los canales de regadío existentes en el sector.

De acuerdo a aforos realizados en 1986 en los canales que captan desde las vertientes se obtuvo una cifra cercana a los 420 l/s que se asignará alas descargas por vertientes.

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

-Recuperaciones del río

Se confunden en este sector las recuperaciones del río con las vertientes que se producen él , de manera que en la cuantificación de las vertientes se incluye este concepto.

d.2) Intercambios de Entrada

-Infiltración del río

El río Copiapó recibe aportes, en forma de vertientes, en todo su recorrido. Por lo mismo no genera aportes subterráneos por concepto de infiltraciones.

-Infiltraciones canales matrices

Al igual que la infiltración en el río los antecedentes existentes corresponden al estudio de 1987, donde se obtiene un promedio de 1,57 Mm^3/año (50 l/s) como infiltración por este concepto.

-Infiltraciones canales secundarios

Idem al anterior, con un volumen de 1,26 Mm^3/año (40 l/s).

-Infiltración riego predial

De acuerdo al estudio D.G.A.-87 los valores por este concepto fluctúan entre 40 y 60 l/s. Por lo tanto se adoptará un valor de 50 l/s (1.57 Mm^3/año)

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

Cuadro 11-13
Balance

Sector N°6:	Piedra Colgada-Angostura		
M m3/año= Millones de m3 anuales		l/s	M m3/año
Ingresos			
Entradas Superficiales		130	4.10
Entradas Subterráneas		370	11.67
Aportes Laterales por quebradas		0	0
Suma ingresos		**700**	**19.77**
Salidas			
Salidas Superficiales		150	4.73
Salidas Subterráneas		10	0.32
Salidas Netas			
Evapotranpiración por cultivos		136	4.28
Evapotranpiración en zona de vegas		400	12.61
Exportación de aguas		0	0.00
Suma Salidas		**696**	**21.94**
Variacion Almacenamiento		**0**	**0**
Intercambios de Entrada			
Infiltración río		0	0.00
Infiltración canales matrices		50	1.58
Infiltración canales secundarios		40	1.26
Infiltracion riego predial		50	1.58
Suma		**140**	**4.41**
Intercambios de Salida			
Descargas por Vertientes		420	13.24
Recuperaciones Rio		0	0.00
Descarga Artificial por Sondeos		203	6.41
Suma		**623**	**19.65**
Volumen Embalsado (0-300m)	M m3		**2700**
(0-200m)	M m3		**2200**
(0-100m)	M m3		**1300**
Demanda Uso Agrícola del Sector	Superficie '87 y Tasa Riego '91	285	**8.98**
	Superficie Potencial y Tasa '91	365	**11.71**
BOMBEOS			
Usos industriales		13	0.4
Usos agua Potable		0	0
Usos Riego (cobertura 31%)		84	2.64
Uso Riego (extrapolados)		107	3.37
Suma		**203**	**6.41**
Extracción max. según Derechos de los Pozos Operando (14)			
Con Derechos Concedido		544	17.15
Con Derechos En Tramite		183	5.77
Sin Derecho		100	3.15
Suma		**827**	**26.08**

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO COPIAPO, 1995
SECTOR N°6 PIEDRA COLGADA ANGOSTURA

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE

11.8.2 Discusión de los Resultados del Balance

Este capítulo pretende poner en cifras, los valores más significativos en relación con el acuífero, su volumen embalsado, la explotación actual y la situación de los Derechos de Aprovechamiento Concedidos o en Trámite.

El caudal de Derechos Concedidos alcanza a 739 l/s, 246 l/s en Trámite, y 215 l/s de Casos Especiales, lo que hace un total de 1.200 l/s. Una hipotética extracción de este caudal significa un volumen de 38 Mm^3/año, dado que el volumen embalsado en el acuífero es de 2700 Mm^3 alcanzaría para 71 años (sin consideran ninguna recarga).

Sin embargo se puede constatar que la extracción anual está cercana a los 6.4 Mm^3 aproximadamente., valor insignificante dentro del contexto de los volúmenes embalsados. El volumen del acuífero, en el caso más desfavorable alcanza a los 650 Mm^3, considerando solo los 100 primeros metros de espesor y un coeficiente de almacenamiento de 5%. Por lo tanto en dichas condiciones la explotación es de un 1% respecto al agua almacenada en el embalse subterráneo.

Por lo tanto se tiene una explotación cercana al 16,8 % del total de los Derechos de agua subterráneas del sector (Constituido+En Trámite+Casos Especiales). Respecto al porcentaje de pozos en operación, del total del sector, de tiene un 40% de ellos en funcionamiento.

Respecto a los Derechos Concedidos, se explota aproximadamente un 66% de los pozos en la actualidad (8 de 12 pozos).

Respecto a los Derechos en Trámite existe un 66% de ellos que ya se encuentran en operación (6 de 8 pozos).

Respecto a los pozos Sin Derechos existe un 7,1 % de ellos que está en operación (2 de 28 pozos).

LOS MILITARES Nº 4265 - LAS CONDES - FONOS: 2289730 - 2289455 - 2289785 - FAX: (56-2) 2289615 - SANTIAGO - CHILE