Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Copiapó y Proposición de un modelo de Explotación Sustentable

INFORME FINAL

Julio 2006

Golder Associates

INFORME FINAL

DIAGNOSTICO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO COPIAPO Y PROPOSICION DE UN MODELO DE EXPLOTACION SUSTENTABLE

Preparado por:

Golder Associates S.A.
Av. 11 de Septiembre 2353, piso 2,
Providencia-Santiago

DISTRIBUCIÓN:

2 Copias - Cliente
1 Copia - Golder Associates S.A.

Julio - 2006 059-2707

TABLA DE CONTENIDOS

PÁGINA

1 INTRODUCCIÓN 1

2 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA CUENCA 2

2.1 Superficie y Geomorfología 2
2.2 Subcuencas 5
2.2.1 Subcuencas Principales 5
2.2.2 División en Sectores del Área de Estudio 6
2.3 Geología 8
2.4 Hidrogeología 9
2.4.1 Fuentes de Información 9
2.4.2 Geomorfología del Acuífero 9
2.4.3 Estratos en el Acuífero 10
2.4.4 Transmisividad 10
2.4.5 Permeabilidad 12
2.4.6 Coeficiente de Almacenamiento 12
2.4.7 Niveles Freáticos 13
2.5 Hidrología 16
2.5.1 Precipitación 16
2.5.2 Fluviometría 20
2.5.3 Evaporación y Evapo-transpiración 26
2.5.4 Infiltración 31
2.6 Calidad de Aguas 35
2.6.1 Calidad de Aguas Superficiales 35
2.6.2 Calidad de Aguas Subterráneas 39

3 APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA 44

3.1 Desarrollo social y económico en la Cuenca del Copiapó 44
3.2 Derechos de Aguas 44
3.2.1 Aprovechamiento de Aguas Superficiales 44
3.2.2 Aprovechamiento de Aguas Subterráneas 46
3.3 Producción Agrícola vs. consumo de agua 52
3.4 Producción minera vs consumo de agua 53
3.5 Población vs consumo de agua 55

4 ANALISIS DE LA INFORMACION REUNIDA 58

4.1 Evaluación de la información disponible 58
4.1.1 Informes Consultados 58
4.1.2 Origen y Nivel de confianza de la información..... 59
4.2 Resumen de las principales características hidrogeológicas 65

5 BALANCES HIDRICOS 67

5.1 Balances Hidrológicos (Aguas Superficiales) 68
5.1.1 Balance Hidrológico de largo plazo por sectores..... 68
5.1.2 Balance Hidrológico de largo plazo para el Embalse Lautaro 71
5.1.3 Balance Hidrológico de largo plazo para el conjunto de la cuenca 71
5.2 Balances Hidrogeológicos (Aguas Subterráneas) 73
5.2.1 Balance Hidrogeológico de largo plazo para la cuenca.....73
5.2.2 Balance Hidrogeológico de largo plazo por sectores..... 77

6 MODELO FÍSICO CONCEPTUAL DE EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE..... 80

6.1 Definición de Sustentabilidad 80
6.2. Criterios de Sustentabilidad. 82
6.3. Cálculo del Volumen de Extracción Sustentable 82
6.3.1 Estimación sin implementar medidas de manejo..... 83
6.3.2 Estimación considerando la minimización de las pérdidas..... 83
6.3.3 Estimación basada en la optimización del almacenamiento de agua en el acuífero..... 85
6.4 Diagnóstico.....87
6.4.1 Comparación de estos resultados con informes anteriores.....87

7 MODELO DE GESTIÓN 90

7.1 Control de aprovechamientos actuales.....91
7.2 Aprovechamiento de caudales que salen de la cuenca.....92
7.3 Autorregulación 93
7.4 Creación de Fuentes Alternativas de Agua.....94
7.4.1 Recarga artificial..... 94
7.4.2 Desalinización 97
7.4.3 Siembra o Bombardeo de nubes 101
7.4.4 Atrapanieblas 107
7.4.5 Captura de Nieves..... 107

8 PLAN DE ACCION 110

8.1 Introducción 112
8.2 Estructura Organizacional 113
8.3 Objetivos y Programas de Acción 116
8.4 Acciones Específicas 117
8.5 Costos de Implementación 117

9 RESUMEN EJECUTIVO 123

ANEXOS

Anexo 1: Contenidos de la Biblioteca Digital
Anexo 2: Pluviometría
Anexo 3: Fluviometría
Anexo 4: Desarrollo Social y Económico
Anexo 5: Hidrogeología
Anexo 6: Calidad de Aguas Superficiales
Anexo 7: Aprovechamiento de Aguas Superficiales
Anexo 8: Aprovechamiento de Aguas Subterráneas
Anexo 9: Consumo del Agua en la Minería
Anexo 10: Nuevas Fuentes de Producción de Agua
Anexo 11: Contenidos del Sistema de Información Geográfico (SIG - Copiapó)
Anexo 12: Bibliografía

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de superficie de la cuenca en relación a su altitud 4
Tabla 2: Características generales de cada subcuenca 5
Tabla 3: División de la cuenca en sectores de estudio 7
Tabla 4: Puntos que definen la división en sectores del Río Copiapó. 7
Tabla 5: Valores de Transmisividad encontrados en el río Copiapó 12
Tabla 6: Estaciones Pluviométricas de la Cuenca del río Copiapó 18
Tabla 7: Promedio y Probabilidad de Excedencia Pluviométrica.....19
Tabla 8: Estaciones Fluviométricas 21
Tabla 9: Caudales medios anuales (m^3/s), según estudio DGA 2003.....22
Tabla 10: Caudales medios anuales (m^3/s), según estudio CADE IDEPE 2004.....22
Tabla 11: Caudales medios anuales adoptados para la cuenca (m3/s).....23
Tabla 12: Caudal Medio Anual río Copiapó según sectores.....26
Tabla 13: Evapotranspiración en zona de vegas por sector.....27
Tabla 14: Tasa de Evapotranspiración Real de los Cultivos (m3/ha/año).....28

Tabla 15: Superficies cultivadas según tipo de cultivo 28
Tabla 16: Evapotranspiración Total Anual por los cultivos (Mm3/año), ...29
Tabla 17: Tipos de Cultivos en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla 29
Tabla 18: Evapotranspiración desde cultivos en 2005 30
Tabla 19: Infiltración al acuífero. Mm3/año. 34
Tabla 20: Clases a considerar en las Normas de Calidad Secundarias.....36
Tabla 21: Diagnóstico de la calidad del agua en cursos superficiales 37
Tabla 22: Calidad de aguas de la cuenca para su uso en riego.....38
Tabla 23: Superación de Nornas Chilenas de agua para consumo humano NCh 409 y riego NCh 1333.en análisis de aguas subterráneas. 40
Tabla 24: Principales actividades humanas.....44
Tabla 25: Distribución de Derechos de Aguas Superficiales en el río Copiapó, por Sector46
Tabla 26: Aprovechamiento de Aguas Subterráneas según sectores del río Copiapó. 49
Tabla 27. Volúmenes de bombeo desde pozos a lo largo del tiempo según las fuentes....51
Tabla 28: Estimación del volumen de agua empleada anualmente por la agricultura. 53
Tabla 29: Estimación del volumen de agua empleada anualmente por la minería. 53
Tabla 30: Distribución de clientes Agua Chañar S.A. según tipo de uso 55
Tabla 31: Volumen de agua potable facturado según localidad.....56
Tabla 32: Localización de los pozos y derechos de agua para uso potable. 56
Tabla 33: Balance de Aguas Superficiales de largo plazo por sectores..... …….70
Tabla 34: Balance de Aguas Superficiales de largo plazo en el Embalse Lautaro 71
Tabla 35: Balance de Aguas Superficiales de largo plazo en la Cuenca del Río Copiapó .72
Tabla 36: Balance General de largo plazo para la cuenca 75
Tabla 37: Balance de Aguas Subterráneas de largo plazo por sectores 77
Tabla 38: Métodos y dispositivos de recarga artificial 95
Tabla 39: Inversión requerida para construir una desaladora 99
Tabla 40: Estructura del costo del agua desalada.....99
Tabla 41: Costo del metro cúbico de agua desalada..... 100
Tabla 42: Programas de siembra de nubes realizados en Chile: 104
Tabla 43. Ventajas y desventajas de fuentes adicionales de agua. 110
Tabla 44. Presupuesto estimado de las Acciones de Corto Plazo del Plan de Acción 121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localización Geográfica..... 2
Figura 2: Distribución de alturas en la cuenca del río Copiapó 3
Figura 3: Nacimiento del Río Copiapó 4
Figura 4:. Distribución de superficies según subcuenca.....5
Figura 5: División del Río Copiapó en sectores.....6
Figura 6. Valores de Transmisibilidad (DGA 2003; DGA 1987).....11

Figura 7: Tendencia niveles estáticos (Sector 1) 14
Figura 8: Tendencia niveles estáticos (Sector 2) 15
Figura 9: Tendencia niveles estáticos (Sector 3) 15
Figura 10: Tendencia niveles estáticos (Sector 4) 15
Figura 11: Tendencia niveles estáticos (Sector 5) 15
Figura 12: Localización de estaciones meteorológicas 17
Figura 13: Comparación de promedios anuales y tendencia general de las precipitac.. 19
Figura 14: Precipitaciones durante la estación seca y la húmeda. Promedios anuales. 20
Figura 15: Caudal medio anual (l/s) en invierno y verano. 24
Figura 16: Caudal Promedio Anual (m3/s) y Caudal Total (Mm3/año) 25
Figura 17: Evapotranspiración por vegas y cultivos agrícolas (Mm3/año) 31
Figura 18: Infiltración al acuífero. Mm3/año. Según DGA 2003 35
Figura 19: Porcentaje de extracciones de agua desde pozos según tipo de usuario 50
Figura 20: Porcentaje de extracciones de agua desde pozos según sector de estudio. 50
Figura 21. Evolución del Bombeo desde Pozos 51
Figura 22: Cantidad de clientes Aguas Chañar según tipo de uso. 55
Figura 23. Aplicación de medidas del Modelo de Gestión. 91
Figura 24: Métodos y dispositivos de recarga artificial 96
Figura 25: Proceso de ósmosis inversa 96
Figura 26: Proceso de electrodiálisis 97
Figura 27: Diagrama de la compresión de vapor con evaporador de tubos verticales 97

1 INTRODUCCIÓN

Golder Associates S.A. [1] fue encargado por un conjunto de empresas y asociaciones de la Región de Atacama para realizar el estudio "**Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Copiapó y Proposición de un Modelo de Explotación Sustentable**". Las instituciones promotoras de este trabajo están relacionadas con el uso de los recursos hídricos en esta cuenca y comparten intereses en el desarrollo social y económico de la región.

El estudio solicitado se enmarca en el contexto de la preocupación efectiva del sector privado en orden a determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca que, asegurando un uso y una explotación racional y sustentable de los recursos hídricos, permitan la debida convivencia del crecimiento y desarrollo previsto para la Provincia de Copiapó.

El Comité Técnico que da seguimiento a este trabajo está constituido por Anglo American Chile - División Manto Verde, la Asociación de Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó (APECO), la Compañía Contractual Minera Candelaria, la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus Afluentes y la Sociedad Punta del Cobre S.A (PUCOBRE), bajo la coordinación de la Corporación para el Desarrollo de la Región de Atacama (CORPROA).

Los objetivos principales de este estudio han sido tres. En primer lugar se seleccionó y analizó la información más actual disponible, con la que fue posible elaborar un diagnóstico de los recursos hídricos que son objeto de aprovechamiento en la cuenca. En segundo lugar se elaboró un modelo conceptual de explotación sustentable, labor que comprende la evaluación del volumen de aprovechamiento que permita mantener las reservas en el largo plazo y la identificación de las líneas de acción que pueden hacer posible en la práctica la sustentabilidad. El tercer objetivo fue el diseño de una estructura de Plan de Acción, que recoge las medidas seleccionadas y propone su desarrollo e implementación por parte de las entidades promotoras de este estudio, con el apoyo de otras instituciones regionales.

Complementa el trabajo realizado la construcción de un Sistema de Información Geográfico (SIG) al que se ha denominado SIG-Copiapó. En este se ha volcado toda aquella información relevante que disponía de coordenadas. Comprende imágenes de satélite, modelos digitales del terreno y diversos catastros relacionados con los recursos hídricos de la cuenca y sus usuarios. El SIG-Copiapó es una herramienta de gestión territorial muy útil para las instituciones impulsoras de esta iniciativa, pues apoyará las diversas medidas del Plan de Acción, en ámbitos tales como el control de los aprovechamientos, seguimiento de niveles freáticos, elaboración de nuevos proyectos, etc.

[1] Golder Associates S.A. es una empresa multinacional fundada en 1960 dedicada a la prestación de servicios de consultoría en el ámbito del medio ambiente y la ingeniería, con presencia en 22 países y un staff de más de 4.500 empleados. En Chile, Golder Associates cuenta con más de 100 personas, 25 de los cuales se desempeñan en el área ambiental, incluyendo presencia permanente en la ciudad de Copiapó.

2 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA CUENCA

2.1 Superficie y Geomorfología

La cuenca del Río Copiapó se encuentra situada en la región de Atacama, Chile, entre los 27 y 29 º de latitud sur y los 69 y 71 º de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 18.540 km2. Delimita por el oriente con la República Argentina y sus elevaciones máximas se encuentran en el Nevado Jotabeche a 5862 m.s.n.m. y en el Volcán Copiapó a 6050 m.s.n.m. (Figura 3).

Figura1: Localización geográfica

Esta cuenca está formada por montañas áridas y desérticas, que muestran la acción intensa de la erosión, con frecuentes barrancos.

La altura promedio de la cuenca es del orden de 2.700 m.s.n.m, demostrando una distribución de meseta elevada con grandes extensiones entre los 2.500 y 3.500 m.s.m.m (Tabla 1) y que va perdiendo elevación de este a oeste hasta llegar al Pacífico.

Esta área puede considerarse la zona de inicio del Desierto de Atacama, siendo la primera zona agrícola viniendo desde el Norte.

Los afluentes principales del Copiapó son los ríos Manflas, Jorquera y Pulido, los cuales aportan caudales superficiales continuos y de relativa magnitud, aunque suelen desaparecer parcial o totalmente en algunas zonas aluvionales permanentes. Los afluentes del curso medio e inferior del Copiapó, como la Quebrada Paipote, aunque nacen en zonas de precipitación relativamente abundantes, están generalmente secos en superficie, salvo después de las breves y escasas tormentas (Figura 1).

El valle del río Copiapó tiene una anchura promedio de 1,5 km y una longitud de 160 km medidos desde el embalse Lautaro (Figura 2) hasta su desembocadura, en Puerto Viejo, localidad que está situada a 60 km al oeste de la ciudad de Copiapó.

Figura 2: Distribución de alturas en la cuenca del río Copiapó

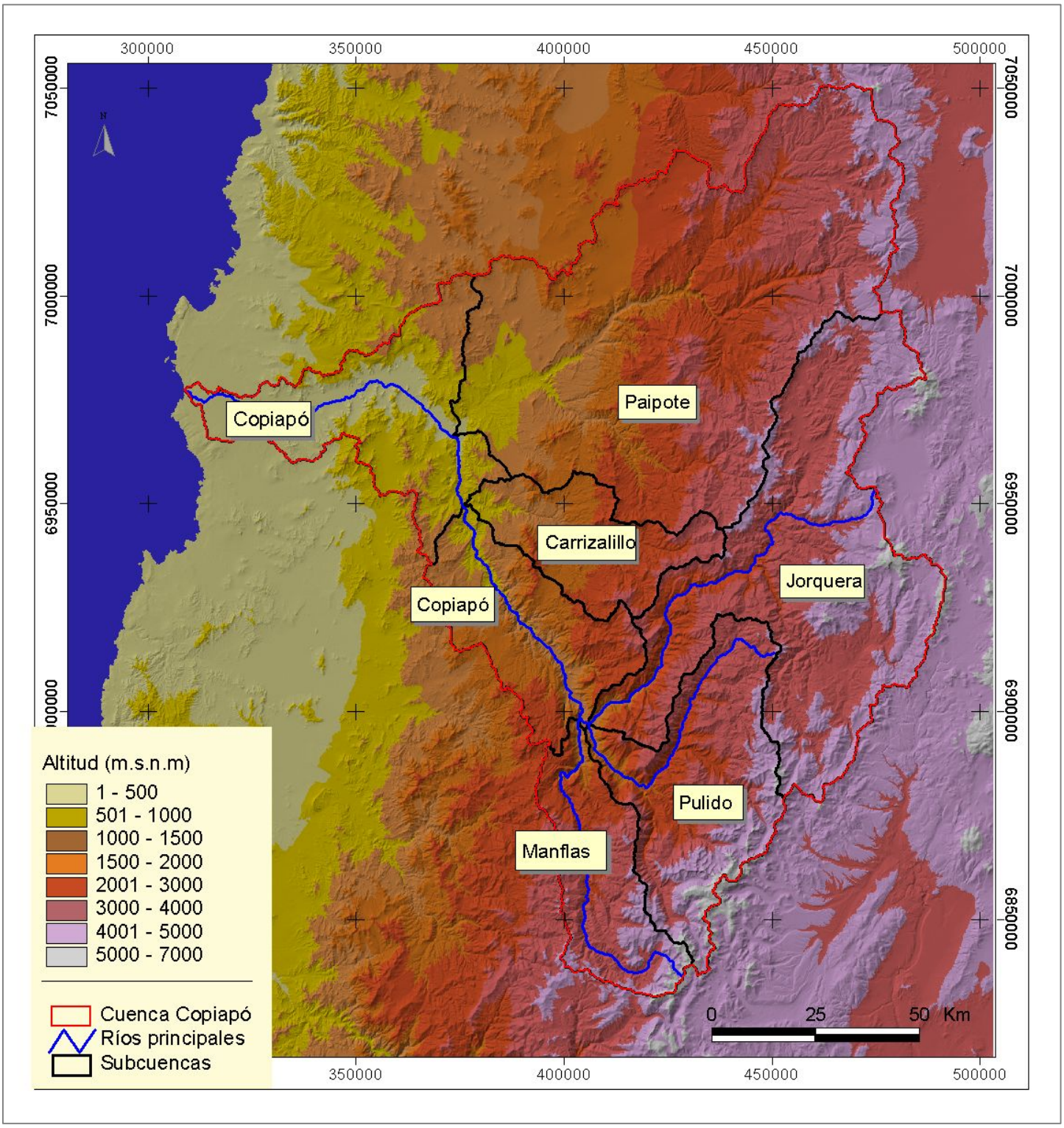
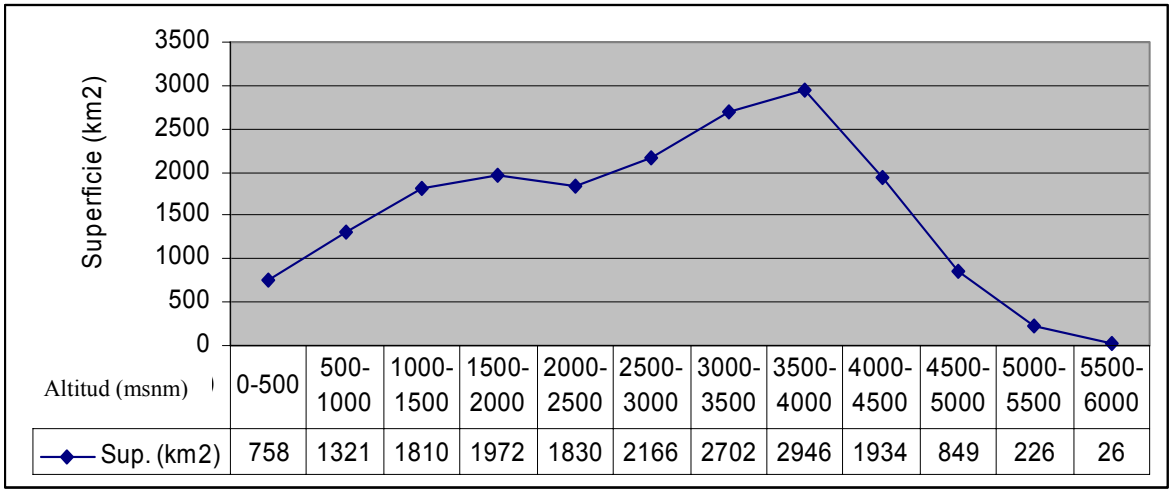


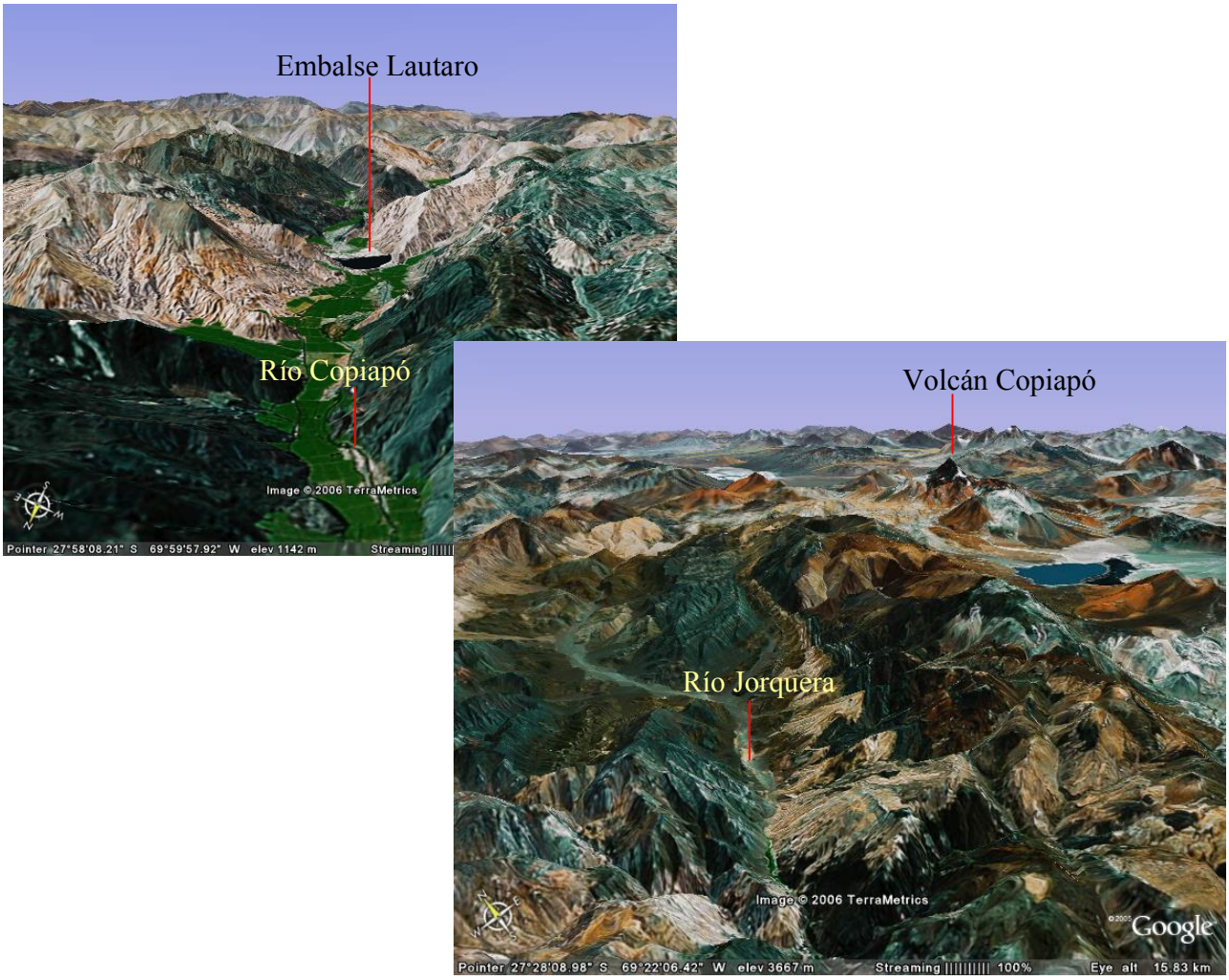
Tabla 1: Distribución de superficie de la cuenca en relación a su altitud (m.s.n.m)



Altitud (msnm)	0-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-2500	2500-3000	3000-3500	3500-4000	4000-4500	4500-5000	5000-5500	5500-6000
Sup. (km2)	758	1321	1810	1972	1830	2166	2702	2946	1934	849	226	26

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Nacimiento del Río Copiapó



2.2 Subcuencas y División del Area de Estudio

2.2.1 Subcuencas principales

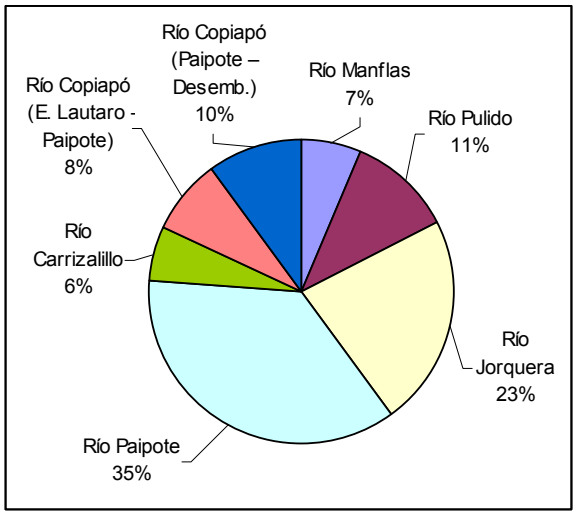
En la cabecera del Río Copiapó, la cuenca aportante de mayor extensión es la del Río Jorquera, cuya superficie supera los 4.000 km^2. En su tramo medio, el afluente con mayor cuenca drenante es la Quebrada Paipote, cauce que aun estando generalmente seco en superficie, comprende una extensión de 6.600 km^2. La subcuenca caracterizada por una pendiente promedio más acusada en la del Río Pulido (Tabla 2, Figura 4).

Tabla 2: Características generales de cada subcuenca

Subcuenca	Área (km^2)	%	Altura Mín. (msnm)	Altura Máx. (msnm)	Altura promedio	Pendiente Promedio (%)
Río Manflas	1.205	7%	1.198	5.676	3.362	18,7
Río Pulido	2.042	11%	1.230	5.765	3.550	20,6
Río Jorquera	4.185	23%	1.228	6.050	3.797	16,6
Río Paipote	6.661	35%	441	5.291	2.566	12,8
Río Carrizalillo	1.117	6%	595	4.240	2.105	13,7
Río Copiapó (E. Lautaro - Paipote)	1.464	8%	582	3.926	1.715	13,9
Río Copiapó (Paipote – Desemb.)	1.862	10%	0	1.775	641	8,2
Total	18.536	100%	0	6.050	2.717	14,6

Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Distribución de superficies según subcuenca.



2.2.2 División en Sectores del Área de Estudio

Los estudios hidrogeológicos realizados en esta cuenca desde 1987 han dividido el área en seis sectores principales (Tablas 3 y 4, Figura 5). Esto se hizo con el objeto de poder afinar el grado de detalle de los trabajos desarrollados. En el presente estudio se ha mantenido esta misma división, pues ella es consistente, además, con la manera en que la DGA considera subdividido el acuífero, para los efectos de su manejo.

Los tramos con mayor importancia económica y social son los comprendidos entre el Embalse Lautaro ("By pass Lautaro") y la ciudad de Copiapó. Al sector situado en la cabecera de la cuenca se le suele llamar "Aguas Arriba del Embalse Lautaro", y está compuesto por los afluentes Jorquera, Manflas y Pulido. Finalmente, cabe señalar que el tramo Angostura – Desembocadura, de 11 km de longitud no suele ser incluido en los análisis por la escasa importancia económica del área.

Figura 5: División del Río Copiapó en sectores

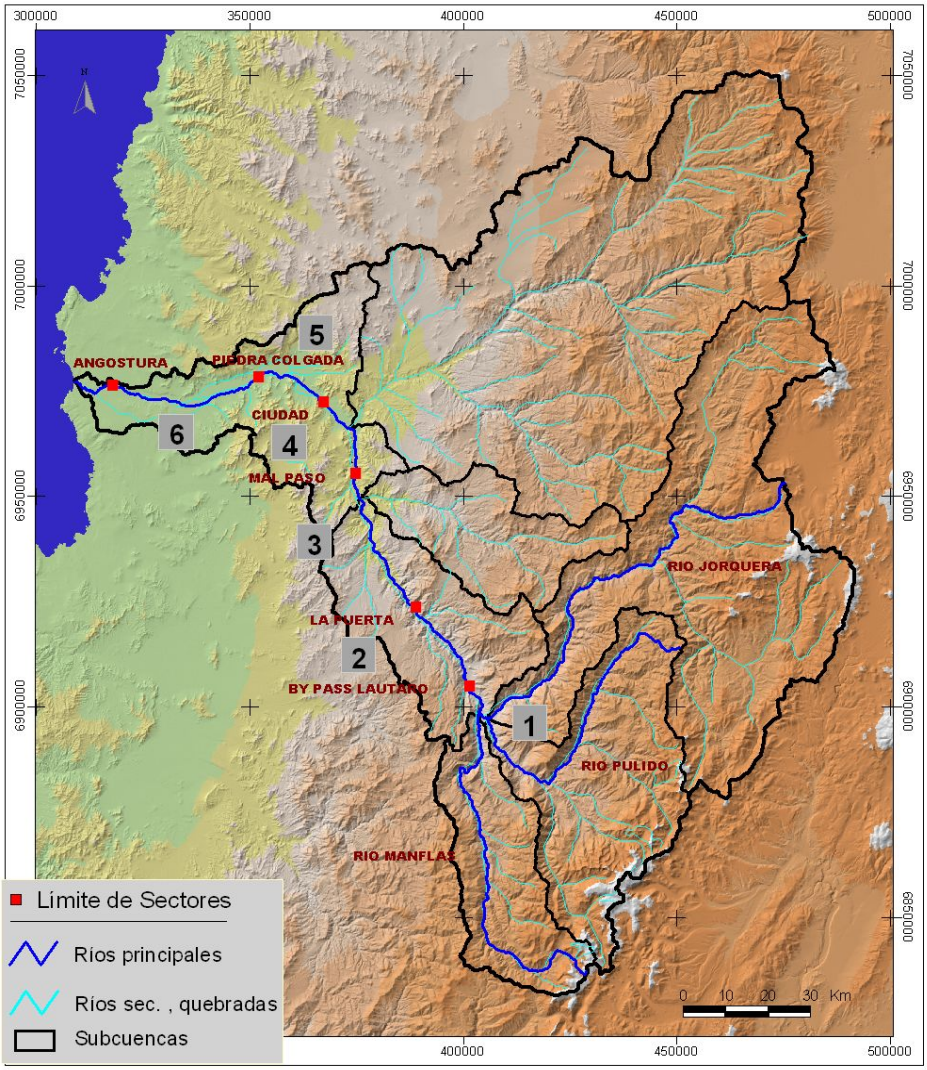


Tabla 3: División de la cuenca en sectores de estudio

Sector	Nombre	Longitud del río (km)
1	Afluentes – By pass Embalse Lautaro	
	Río Manflas	96,7
	Río Pulido	90,5
	Río Jorquera	113,8
2	By pass Embalse Lautaro -La Puerta	26,5
3	La Puerta - Mal Paso	40,9
4	Mal Paso - Ciudad Copiapó	21,0
5	Ciudad Copiapó - Piedra Colgada	20,3
6	Piedra Colgada - Angostura	38,9
-	Angostura - Desembocadura	11,1
	Total Embalse Lautaro – Desembocadura	158,9

Fuente: Elaboración propia

La presencia de Estaciones Fluviométricas o de Calidad de Aguas de la DGA instaladas a lo largo del río se ha aprovechado para definir la división de los sectores (Tabla 4).

Tabla 4: Puntos que definen la división en sectores del Río Copiapó.

Nombre	Código Banco Nacional de Aguas	Coord. Este	Coord. Norte	Tipo de Estación
Río Manflas en vertedero	03421800-5	402510	6885893	Calidad Superficial
Río Jorquera en vertedero	03404800-2	406060	6897739	Calidad Superficial
Río Pulido en vertedero	03414800-7	407600	6892980	Calidad Superficial
Río Copiapó en By Pass Lautaro	03430001-1	401850	6905180	Fluviométrica
Río Copiapó en la Puerta	03430804-7	389169	6924018	Calidad Superficial
Río Copiapó en Malpaso	03434800-6	375120	6955863	Calidad Superficial
Copiapó en la ciudad	03450001-0	367579	6972680	Fluviométrica
Río Copiapó en Puente Piedra Colgada	03451800-9	352430	6978605	Calidad Superficial
Río Copiapó en Angostura	03453001-7	318130	6976824	Fluviométrica

Fuente: DGA 1995

2.3 Geología

Varios estudios han prestado atención a la geología de la cuenca del Río Copiapó siendo el más detallado el realizado por SERNAGEOMIN en 1999 (Estudio Hidrogeológico del valle del Río Copiapó, segmento Embalse Lautaro – Piedra Colgada, Región de Atacama). Italconsult, en su trabajo publicado en 1963, entrega una reseña de los aspectos geológicos más importantes de la cuenca, los cuáles se han resumido a continuación.

La cuenca del Río Copiapó es uno de los distritos mineros más ricos del país, especialmente por sus yacimientos de cobre, hierro, plata y oro. Afloran a la superficie rocas metamórficas (esquistos cristalinos), rocas sedimentarias marinas y continentales, rocas volcánicas de lava y piroclásticas, rocas riolíticas e intrusivas y metamórficas de contacto. Estas rocas deben su formación a largos periodos geológicos que se extienden prácticamente desde el paleozoico hasta el cuaternario, por una sucesión de ciclos sedimentarios interrumpidos e intercalados por períodos más o menos largos de emersión y periodos alternativos de actividad y tranquilidad tectónica. (Italconsult, 1963).

Sobre las formaciones originales se extienden estratos de escombros provenientes de la acción erosiva. El espesor de los mantos aluvionales es muy variable, pero llega a alcanzar los 200 m (Italconsult, 1963).

Los depósitos que se extienden en el valle, a lo largo del Río Copiapó, desde el Embalse Lautaro hasta el mar están formados por acumulaciones de materiales aluvionales cuaternarios, consecuencia de la erosión de las montañas cercanas. El tipo de depósito varía con la pendiente de los valles y con la capacidad de erosión o transporte de los cursos de agua. En su mayoría los depósitos son de granulometría variable, en un rango que abarca desde limos hasta grandes bloques. En los estrechamientos de la sección del valle se modifican las características granulométricas y este hecho reviste especial importancia en el régimen de escurrimiento subsuperficial y subterráneo de las aguas. En su mayoría los depósitos son mal graduados y seleccionados, con granulometría variable entre el limo y los grandes bloques (Italconsult, 1963).

En el tramo inferior de la cuenca las formaciones arenosas de origen eólico adquieren importancia y espesor. Se estima que la mayoría de las arenas provienen de la amplia terraza marina que se extiende a lo largo de la costa, en la zona de la desembocadura del Río Copiapó, dada la dirección SO de los vientos dominantes (Italconsult, 1963).

Se han georreferenciado 4 cartas a escala 1:100.000 (Los Loros, Carrera Pinto, Copiapó y La Guardia) las que están disponibles dentro del SIG preparado dentro de los alcances de este estudio.

2.4 Hidrogeología

2.4.1 Fuentes de Información

La descripción que permite caracterizar la hidrogeología del valle del río Copiapó fue seleccionada del informe elaborado por la DGA en 2003 (Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Valle del Río Copiapó), el que recoge los resultados de los informes elaborados por Álamos y Peralta para la DGA en 1987 y 1995 (Análisis y Evaluación de los Recursos Hídricos en el Valle del Río Copiapó, III Región). Se eligieron estas fuentes y, particularmente la primera de las citadas, por contener un análisis exhaustivo y sectorizado de las condiciones hidrogeológicas del valle.

Adicionalmente, se obtuvo información del trabajo desarrollado por Sernageomin en 1999 (Estudio Hidrogeológico del valle del Río Copiapó, segmento Embalse Lautaro – Piedra Colgada, Región de Atacama). A continuación se presenta el resumen con los antecedentes que serán usados posteriormente en el balance hidrogeológico.

2.4.2 Geomorfología del Acuífero

El valle del Río Copiapó está relleno de depósitos aluviales detríticos, permeables que se acumularon sobre una roca basal impermeable.

Los sedimentos acumulados en el valle del río Copiapó se disponen según distintas formas que tienen relación con su origen (DGA 2003). Las más importantes son:

- Sedimentos aluviales. Son aquellos que están depositados en el fondo de los valles por la acción del río Copiapó y sus afluentes. Están compuestos por elementos de diversa forma y tamaño, desde bolones grandes y pequeños, situados en las cabeceras, hasta limos y arcillas que se depositaron en las cercanías de la desembocadura.

- Llanuras aluviales. Están compuestas por sedimentos depositados en valles tributarios, con una pendiente poco pronunciada y una gran extensión. Sus elementos son más regulares en forma y tamaño, contando con bolones y arcillas

- Conos de deyección. Consisten en aportes coluviales de pequeñas quebradas laterales. Se depositan en superficies de mayor pendiente. Están compuestos por coladas de barro seco con bloques en los que se encuentran arenas, limos y clastos angulosos y subangulosos.

El lecho de roca es irregular y cuenta con una topografía de horst (lomos) y graben (cubetas). En estas últimas se encuentran las mayores profundidades del acuífero que alcanzan hasta los 500 m. Las zonas con mayor espesor se encuentran el sector de Hornito – Elisa de Bordos, Paipote – Copiapó, Chamonate y Piedra Colgada (DGA, 2003).

Entre las zonas con menor espesor cabe destacar al sector de Los Loros – La Puerta y Cerro Pichincha. Desde el sector de Piedra Colgada hasta Angostura la profundidad del acuífero disminuye hasta valores inferiores a 150 m.

La anchura del valle varía a lo largo de su recorrido. Aguas arriba de la ciudad de Copiapó dispone de un ancho promedio de 1 km, mientras que este valor aumenta hasta 4 km de promedio desde Copiapó hacia Angostura.

2.4.3 Estratos en el Acuífero

Para caracterizar los estratos de los sedimentos que componen el acuífero, la DGA empleó información obtenida a partir de 100 pozos y norias, cuyas profundidades variaban entre 6 y 170 m (DGA, 2003). En ningún caso la cantidad de arcilla supera el 50% y, cuando aparece, lo hace en compañía de arenas y gravas. Por ello puede descartarse la presencia de estratos impermeables en el acuífero. Además, la diferencia granulométrica media entre estratos, en general, no es considerable.

Las texturas más abundantes en el valle son arenosa, francoarenosa, franco limosa y franco arcillosa.

Una vez separados los estratos en dos clases, de textura fina (> 33% de arcilla) y de textura gruesa (<33%), y realizados perfiles longitudinales gracias a pozos representativos distribuidos a lo largo del valle se observó que los estratos finos no tienen ninguna continuidad. En consecuencia, se comportan como bolsones de sedimentos más finos intercalados en un estrato mayor, lo que permite considerar al acuífero como un solo estrato mono-capa.

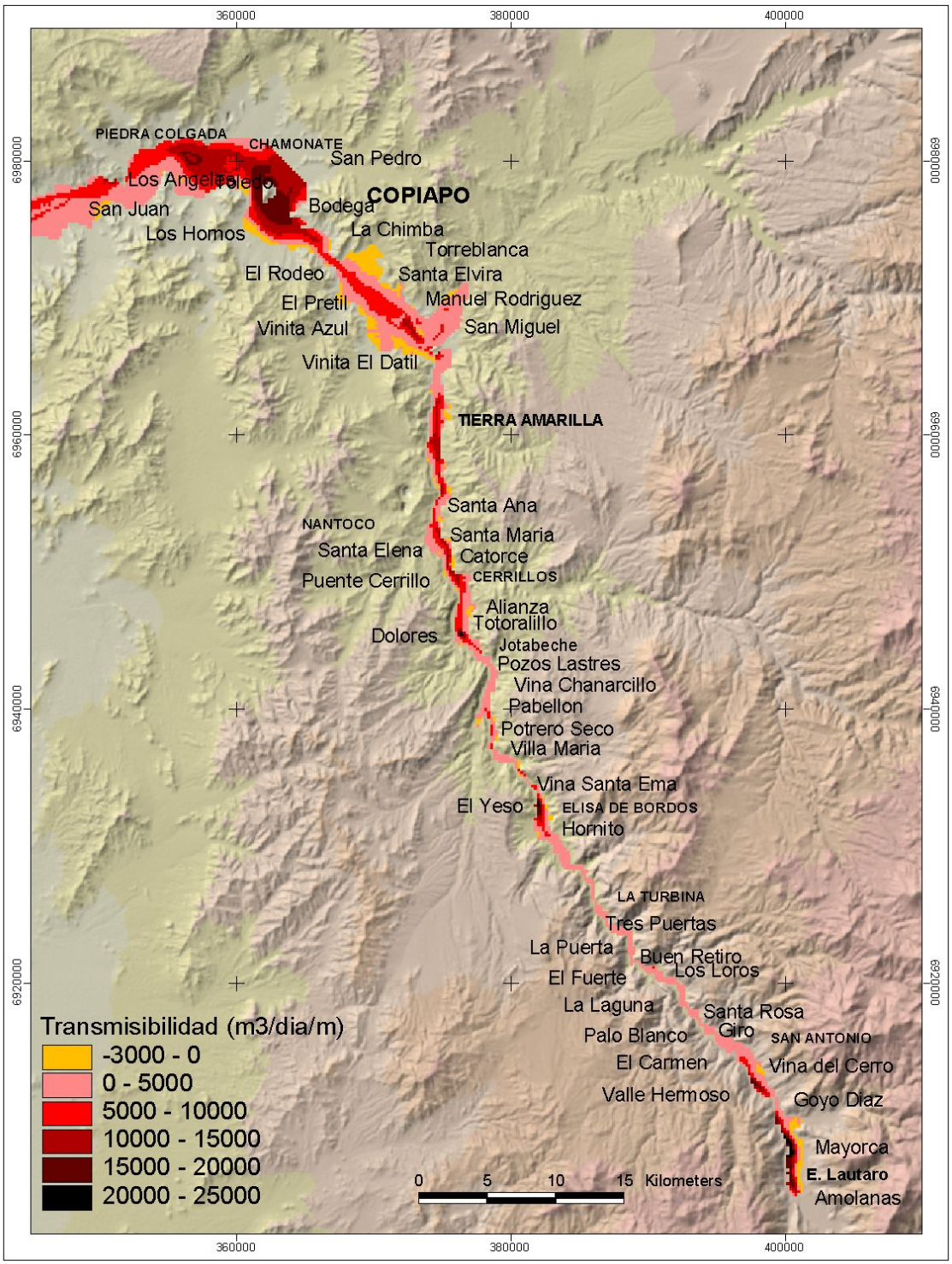
2.4.4 Transmisividad

Las propiedades hidráulicas que caracterizan al acuífero son la Transmisividad (T), la permeabilidad (k) y el Coeficiente de Almacenamiento (S).

La transmisividad es la cantidad de agua, por unidad de anchura del valle, que atraviesa horizontalmente el acuífero a través del espesor saturado, considerando un gradiente hidráulico igual a 1.

Álamos y Peralta, en 1987, indican que las transmisividades en el valle del río Copiapó son medias a altas, del orden de 1.000 (m^3/día/m) hasta 20.000 (m^3/día/m). Los sectores con valores más elevados se presentan en Lautaro, El Yeso y Totoralillo, mientras que los más bajos corresponden a Villa María, Hornitos, La Puerta y los Loros (Tabla5).

Figura 6. Transmisibilidad



Fuente: DGA 1987, 2003

Tabla 5: Valores de Transmisividad encontrados en el río Copiapó

Sector	Transmisividad (m^3/día/m)
Embalse Lautaro – Valle Hermoso	< 15.000 – 20.000
San Antonio – La Puerta	1.000 – 5.000
Elisa de Bordos	< 20.000
Elisa de Bordos – Jotabeche	1.000 – 5.000
Jotabeche – Nantoco	< 15.000 – 20.000
Tierra Amarilla – Paipote	1.000 – 5.000
San Fernando	< 15.000 – 20.000
Copiapó	1.000 – 10.000
Bodega	10.000 – 15.000
La Chimba – P. Colgada	1.000 – 5.000

Fuente: Sernageomin 1999, citando a DGA 1987.

2.4.5 Permeabilidad

Se define la permeabilidad como el cociente entre transmisividad y el espesor saturado. La permeabilidad en los rellenos sedimentarios del valle del Río Copiapó fluctúa entre 10^{-4} y $2x10^{-3}$ m/s (10 y 200 m/día) (Sernageomin 1999). Sin embargo, los limos, arcillas y arenas que se depositan en las zonas colindantes a los cauces durante las inundaciones son mucho menos permeables y sus valores oscilan entre 10^{-6} y 10^{-5} m/s (Sernageomin, 1999), mientras que en las secciones superficiales de los depósitos fluvioaluviales la permeabilidad puede estar en un rango entre 10^{-7} y 10^{-5} m/s (Dames & Moore 1996, citado en Sernageomin 1999).

Estos valores son los esperados para los rellenos sedimentarios (bolones grandes y pequeños, situados en las cabeceras, hasta limos y arcillas que se depositaron en las cercanías de la desembocadura) presentes en el valle.

2.4.6 Coeficiente de Almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento estima el volumen de agua que un acuífero puede mantener en su interior. En un acuífero no confinado el coeficiente de almacenamiento puede ser aproximado a la porosidad efectiva.

Se cuenta con muy poca información con respecto a esta característica. Los escasos datos disponibles respecto del coeficiente de almacenamiento para el relleno sedimentario del valle señalan valores comprendidos en el rango de 0,16% y 11% (DGA, 1987). Informes posteriores (DGA, 1995) indican valores medios de 5%, 10% y 15%. En los cálculos realizados por DGA en 1995 y 2003 y Sernageomin en 1999 se asumió el valor de 10% como el más representativo del embalse subterráneo, estimándose que esta cifra era conservadora.

2.4.7 Niveles Freáticos

En 1904 se realizaron las primeras mediciones de niveles freáticos en la cuenca del río Copiapó (Italconsult 1963). Bastante tiempo después, alrededor de los años ochenta, se registró la mayor cantidad de datos sobre esta materia (DGA 1987). La medición de niveles freáticos se ha venido realizando desde entonces con una periodicidad mensual en una serie de pozos de observación que están gestionados por la DGA. Esta información estaba contenida en la bibliografía consultada (DGA 1987, DGA 1995 y DGA 2003), alcanzando las mediciones hasta el año 1999. Dentro de los alcances de este estudio se adquirió información actualizada de la DGA, que alcanza hasta el año 2005. Con toda la información reunida se crearon bases de datos específicas.

Con esta información se han realizado gráficos que representan la evolución de los niveles freáticos (Anexo 8.2) y las curvas de tendencia, para cada sector. La interpretación de la evolución de los niveles freáticos en los últimos 30 años podría ser resumida de la siguiente manera (DGA 2003, actualizada al 2005 por Golder):

- Sector N°1, Aguas Arriba del Embalse Lautaro. La mayoría de los pozos registrados presentan profundidades entre 10 y 30 m, ocurriendo algunos acercamientos de niveles a la superficie con ocasión de mayores precipitaciones. En este sector se encuentra un escaso número de pozos construidos, por consiguiente los descensos corresponden a períodos naturales de descarga y recarga del acuífero.

- Sector N°2, Embalse Lautaro-La Puerta. El nivel estático en sectores cercanos al embalse se mantiene en promedio a menos de 20 m de profundidad con fluctuaciones menores. Aguas abajo, y como consecuencia de la angostura del valle, decrece la profundidad del basamento rocoso y se produce una zona de vertientes conocida como Los Loros.

- Sector N°3, La Puerta-Mal Paso. Se observan niveles estáticos profundos (25-60 m) entre La Puerta y Carrizalillo. Desde aquí hasta Mal Paso, los niveles estáticos vuelven a acercarse a la superficie favoreciendo la presencia de vegas y vertientes. A partir del año 1988 se produjo un fuerte descenso de niveles freáticos en varios de los pozos registrados, alcanzando algunos de ellos una profundidad superior a los 60 m. Esta situación sólo fue compensada en parte por las precipitaciones caídas en el año 1997

- Sector N°4, Mal Paso-Copiapó. El acuífero presenta fuertes variaciones de la napa y niveles cercanos a la superficie en el sector de Tierra Amarilla para ir profundizándose 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. A partir del año 1989 se produjo un descenso notable de los niveles freáticos en este sector, tendencia que se revirtió parcialmente en el año 1997. Desde el año 2000 están secos varios de los pozos utilizados para el registro de niveles.

- Sector N°5 Copiapó-Piedra Colgada. En este sector se aprecia a partir de 1988 un paulatino descenso de los niveles freáticos objeto de observación. Se pueden diferenciar dos zonas hidrogeológicas en el acuífero:

  - La primera corresponde a Bodega – Chamonate donde los niveles se encuentran más bien profundos, entre los 25 y 30 metros, para ir ascendiendo a la superficie a medida que se avanza hacia el poniente.

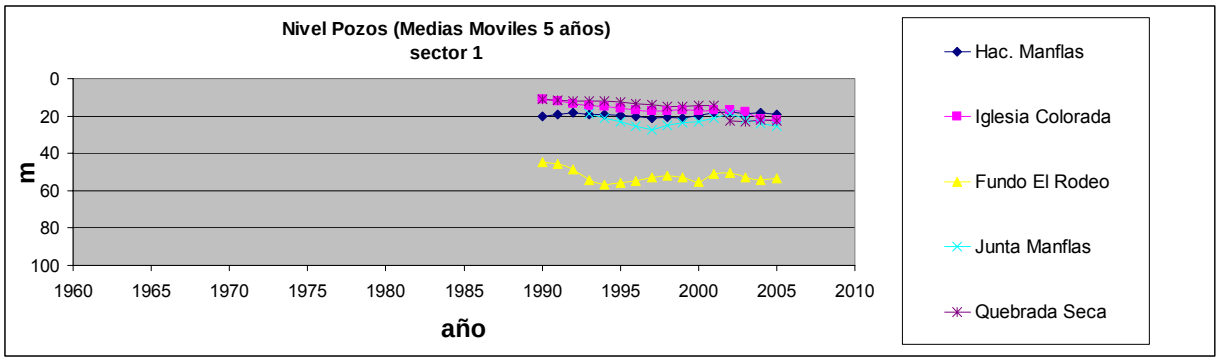
  - La segunda zona, identificada como Chamonate-Piedra Colgada, presenta los niveles menos profundos que los anteriores, de 10 a 20 m. a la altura del aeropuerto, para ir reduciéndose a medida que se avanza hacia Piedra Colgada donde los niveles alcanzan menos de 10 metros de profundidad.

- Sector N°6 Piedra Colgada-Angostura. Esta zona se caracteriza por niveles estáticos cercanos a la superficie y escasas fluctuaciones, por lo que es común la presencia de una extensa zona de descarga de la napa subterránea, fenómeno que ocurre por evapotranspiración de las vegas y principalmente por afloramientos de vertientes que se ubican en el lecho del río.

2.4.8 Tendencia de los niveles por sector

Se procedió a calcular el promedio anual de niveles estáticos de cada pozo, para luego construir gráficos de tendencia[2] por sectores [3] a fin de reflejar la variación de los niveles estáticos con respecto al tiempo.

Figura 7: Tendencia niveles estáticos (Sector 1)



[2] Para mostrar la tendencia se utilizó la técnica de medias móviles, con un periodo de 5 años, para atenuar el efecto de periodos con eventos del Niño y la Niña.

[3] Se excluyó el sector 6 por no contar con la información de la profundidad máxima de los pozos (nivel seco).

Figura 8: Tendencia niveles estáticos (Sector 2)

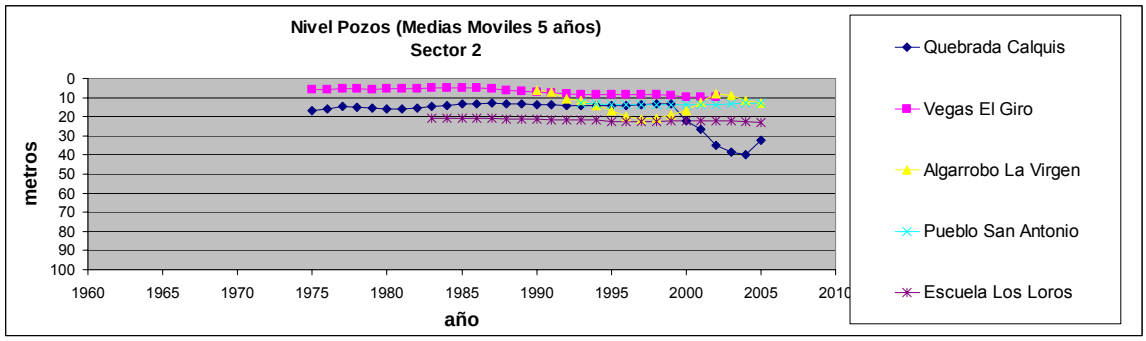


Figura 9: Tendencia niveles estáticos (Sector 3)

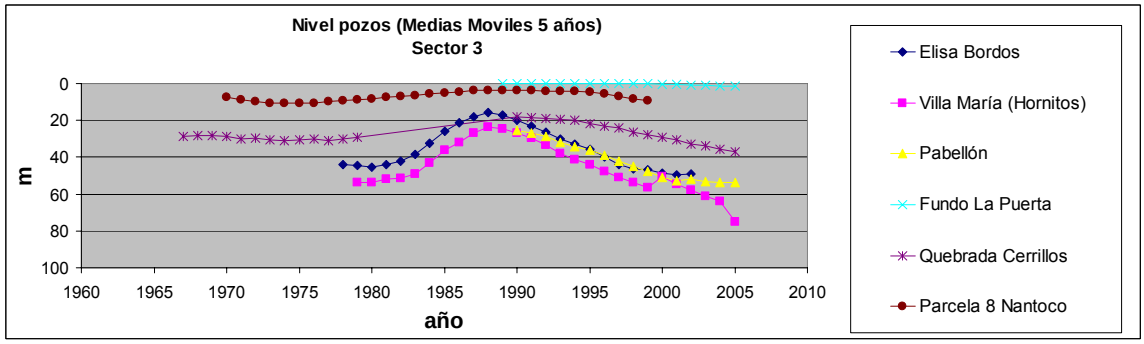


Figura 10: Tendencia niveles estáticos (Sector 4)

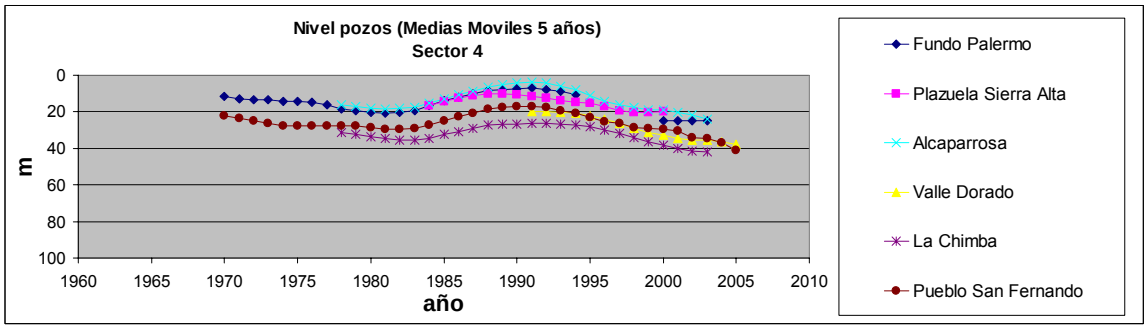
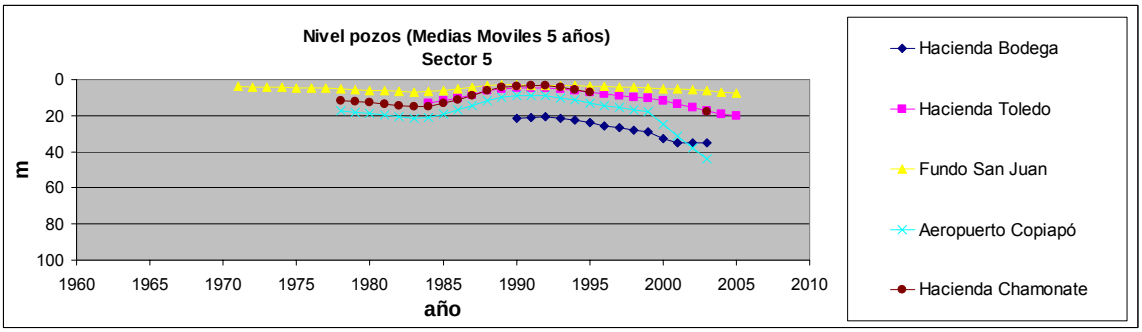


Figura 11: Tendencia niveles estáticos (Sector 5)



En los gráficos se puede observar que aproximadamente hasta el año 1990 se presenta una tendencia cíclica de disminuciones y recuperaciones del nivel freático, pero a partir de esa fecha, especialmente en los sectores 3, 4 y 5, se produce una tendencia a la baja en los niveles freáticos, situación que conduce a que diversos pozos se queden secos.

2.5 Hidrología

La hidrogeología del valle del río Copiapó fue seleccionada del informe elaborado por la DGA en 2003 (Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Valle del Río Copiapó) y del desarrollado por Cade-Idepe para la DGA en el 2004 (Diagnóstico y Clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de Calidad).

Estos informes cuentan con registros de precipitaciones y caudales tomados a lo largo de 30 años para varias cuencas situadas dentro del valle. En aquellos casos en que se los datos estaban ausentes se realizó un relleno de las estadísticas, como se explica más adelante.

2.5.1 Precipitación

En la cuenca del Río Copiapó existen 8 estaciones meteorológicas que miden precipitación pluvial y una que registra precipitación nival (Figura 12). Estas dependen de la DGA y de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Existen datos de precipitaciones desde 1795 hasta la fecha, con interrupciones debidas a diversos motivos (Italconsult, 1963). Seis estaciones presentes en la cuenca disponen de registros obtenidos en los últimos 30 años (Tabla 6) y los vacíos que presentaban ocasionalmente fueron rellenados por la DGA utilizando métodos estadísticos de regresión lineal (Anexo 2.1).

Al listado se añadió la Estación Meteorológica de Caldera por representar el área costera, situación que no está cubierta por otras estaciones dentro de la cuenca. Con esta información se construyó un banco de datos que cubre más de 30 años (desde el año 1966 al 2000).

Figura 12: Localización de estaciones meteorológicas

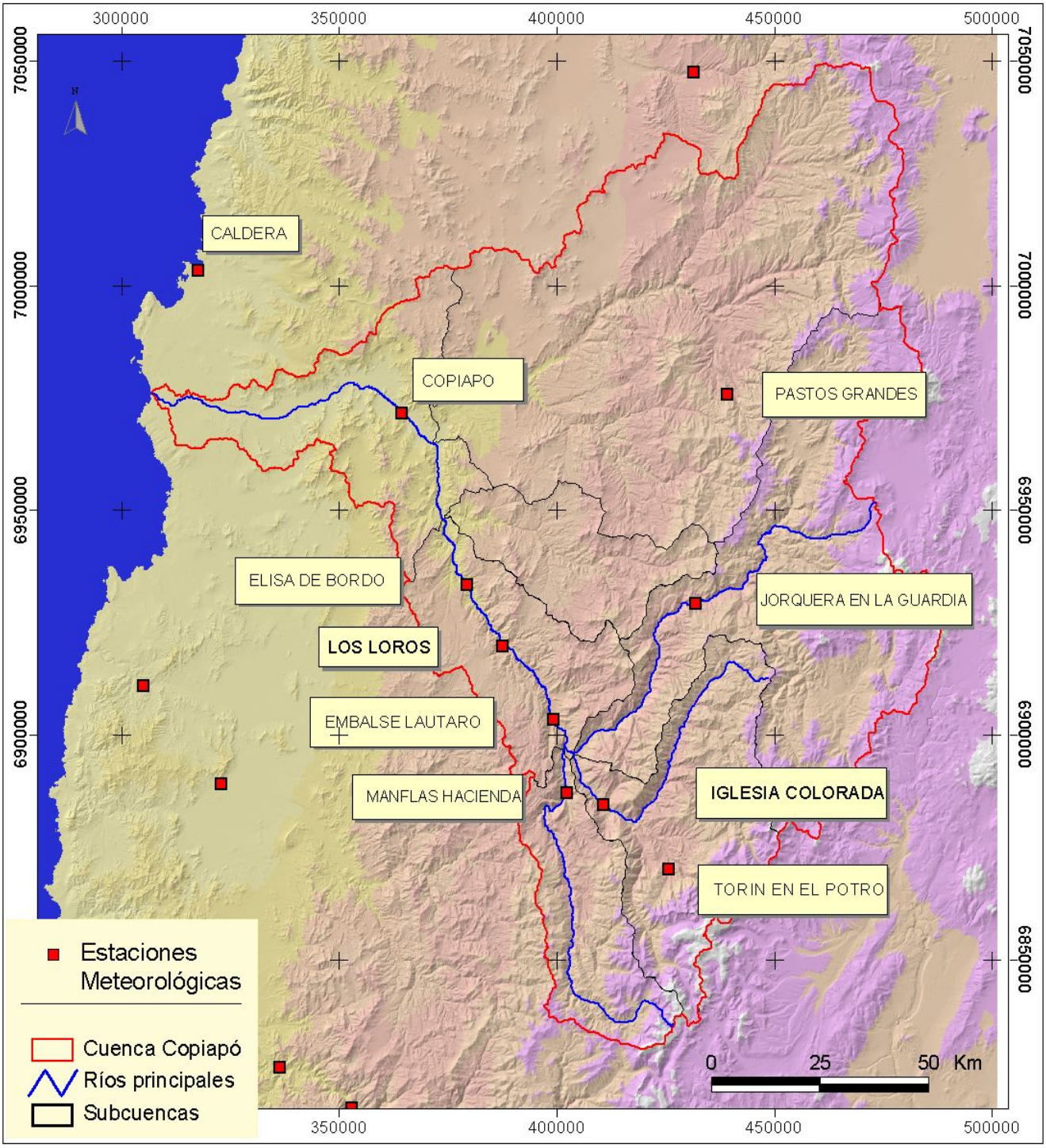


Tabla 6: Estaciones Pluviométricas de la Cuenca del río Copiapó

Estación	Años de Registro		Ubicación			Control
			Latitud Sur	Long. Oeste	Altitud (msnm)	
Jorquera en La Guardia	66-00	34	27° 50	69° 45'	1800	DGA
Torín en el Potro	90-92	2	27° 16'	69° 45'	3.000	DGA
Iglesia Colorada	88-00	13	28° 10'	69° 52'	1950	DGA
Hacienda Manflas	66-00	34	27° 04'	70° 01'	1.410	DGA
Embalse Lautaro	30-00	70	27° 59'	70° 00'	1.199	DMC-DGA
Los Loros en Retén	67-00	33	27° 51' 27° 50'	70° 05' 70° 01'	948 950	DMC DGA
Elisa de Bordos	78-00	22	27° 41'	70° 14'	745	DGA
Pasto Grande	66-00	34	27° 06'	69° 32'	2.000	DGA
Copiapó	71-00	29	27° 21'	70° 21'	380	DMC
Caldera	92-00	8	27° 04'	70° 22'	10	DGA

Fuente: DGA, 2003

A partir de series de alrededor de 30 años se obtuvieron los promedios mensuales para el periodo. Con estos valores mensuales se realizó la suma obteniendo el promedio anual de precipitaciones para cada estación. A partir de esta información se puede señalar que:

- Si bien las precipitaciones aumentan de mar a cordillera, el efecto orográfico no incide en cambios drásticos a lo largo del valle pues los valores son siempre poco significativos.

- En la parte media y baja de la cuenca hay promedios anuales más bajos (Estación Copiapó, 19,6 mm) y un periodo seco más prolongado (generalmente ocho meses), mientras que en la parte alta llueve más (Estación Jorquera, 46,2 mm) y la ausencia de precipitaciones dura sólo entre cinco y seis meses (Tabla 7, Figura 13).

- En la cuenca, en un año promedio, puede distinguirse una estación "seca", con casi ausencia total de precipitaciones[4], que dura desde octubre a marzo; y una estación "húmeda" con precipitaciones que ocurren desde abril a septiembre (Anexo 2.2).

[4] precipitación mensual igual o inferior a 1,5 mm

- Las diferencias de precipitación, en promedios anuales, entre los meses húmedos y los secos son muy significativas como se observa en Iglesia Colorada y en el resto de las estaciones (Figura 14).

- La estadística muestra precipitaciones muy superiores a la media cuando se presenta un evento del Niño, como ocurrió en 1982, 1987, 1992 y 1997.

- Del mismo modo, es común la ocurrencia de años sin registro de precipitaciones o con valores especialmente bajos (precipitación anual inferior a 10 mm).

- Las mayores precipitaciones, en los últimos 30 años, ocurrieron en 1997, cuando se registraron 164,2 mm en la Estación de Jorquera (a 1.800 m.s.n.m) y 207 mm en Hacienda Manflas (1.400 m.s.n.m).

- Ello hace que el promedio sea mucho mayor que el valor de excedencia del 50% (Tabla 7), lo que implica que existen unos pocos años con precipitaciones elevadas que hacen subir el valor promedio.

Tabla 7: Promedio y Probabilidad de Excedencia Pluviométrica

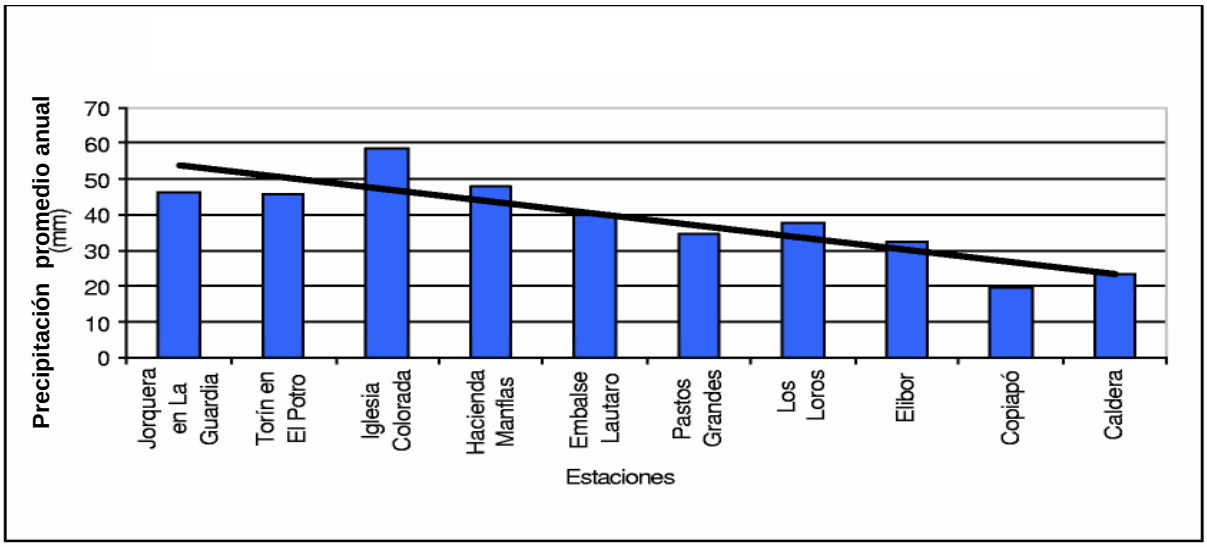
Estación	Años de Observ.	Promedio anual (mm)	Varianza (5)	Prob. de Exced. 10 % (mm) (6)	Prob. de Exced. 50 %(mm)	Prob. de Exced. 85 % (mm)
Jorquera en La Guardia	35	46,2	1871,4	124,9	34,5	11,9
Torín en El Potro	3	46	1798,6	-	-	-
Iglesia Colorada	13	58,3	4098,5	182,2	29,5	6,1
Hacienda Manflas	35	47,7	2454,2	124,5	32	6,2
Embalse Lautaro	44	39,7	2125,2	112,5	27,7	3,3
Los Loros	34	37,7	2177,1	103,3	24,5	1,6
Elibor	23	32,6	2237,2	81	6	0
Pastos Grandes	35	34,6	1338	89,4	21,5	3,4
Copiapó	30	19,6	949,2	59,5	8,4	0,3
Caldera	9	23,1	1946,5	133,5	0,5	0

Fuente: DGA 2003

(4) Varianza: Medida de la dispersión de los valores alrededor de la media

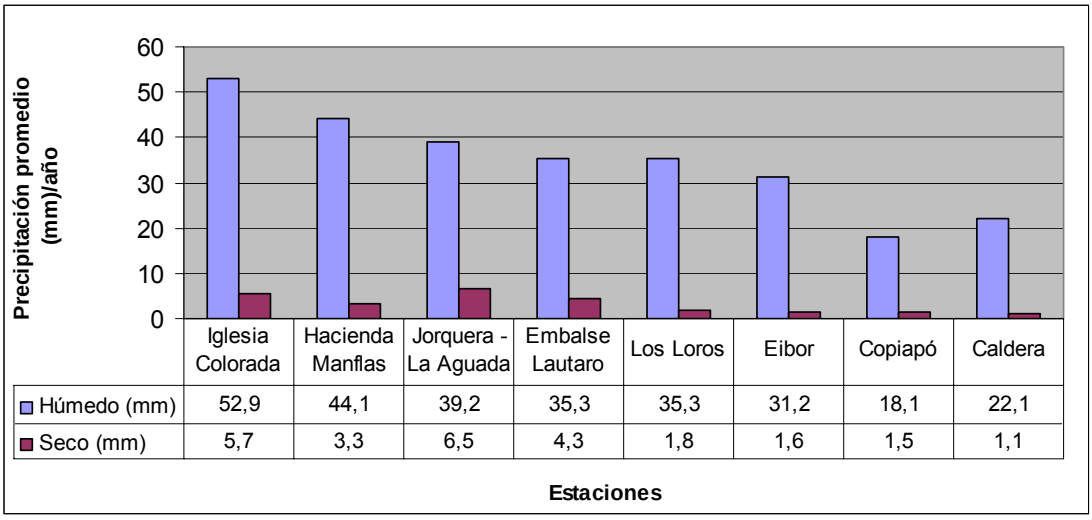
(5) Probabilidad de Excedencia de x %: Precipitación anual igual o superior a cierta magnitud que ocurre efectivamente en el porcentaje indicado de años.

Figura 13: Comparación de promedios anuales y tendencia general de las precipitaciones



Fuente: DGA 2003

Figura 14: Precipitaciones durante la estación seca (octubre-marzo) y la húmeda (abril-septiembre). Promedios anuales.



	Iglesia Colorada	Hacienda Manflas	Jorquera - La Aguada	Embalse Lautaro	Los Loros	Eibor	Copiapó	Caldera
Húmedo (mm)	52,9	44,1	39,2	35,3	35,3	31,2	18,1	22,1
Seco (mm)	5,7	3,3	6,5	4,3	1,8	1,6	1,5	1,1

Fuente: DGA 2003

2.5.2 Fluviometría

Antecedentes

Las estaciones fluviométricas del valle del río Copiapó son las indicadas en la Tabla 8.

Tabla 8: Estaciones Fluviométricas

Nombre de la Estación	Coordenadas		Altitud (m s.n.m.)	Área (Km^2)
	Este	Norte		
Río Jorquera en Vertedero	406.060	6.897.739	1.250	4.150
Río Pulido en Vertedero	407.600	6.892.980	1.310	2.108
Río Manflas en Vertedero	402.510	6.885.893	1.550	1.180
Río Copiapó en Pastillo	404.151	6.902.323	1.300	7.467
Río Copiapó en By Pass Lautaro	401.850	6.905.180	1.200	8.348
Río Copiapó en la Puerta	389.169	6.924.018	758	8.348
Copiapó en Mal Paso	375.167	6.955.767	431	10.186
Canal Mal Paso Después de Bocatoma	375.120	6.955.863	-	-
Copiapó en la Ciudad	367.579	6.972.680	-	-
Río Copiapó en Angostura	318.130	6.976.824	48	18.324

Fuente: DGA 2003

Los antecedentes fluviométricos se han seleccionado de dos estudios realizados por la DGA en los años 2003 y 2004. A continuación se analiza la información fluviométrica que éstos contienen:

> **Estudio 1. "Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Valle del Río Copiapó"** Departamento de Estudios y Planificación. Dirección General de Aguas, MOP, Dic 2003 (ver estadísticas fluviométricas en Anexo 3.1)

Este estudio utiliza el relleno de datos realizado por Álamos y Peralta en 1995 para el período 1964-1994, el que se realizó en base a regresiones. Para los años 1995 a 1999, los datos fueron rellenados mediante el método de curva doble acumulada y regresiones.

El año hidrológico corresponde al período mayo-abril. Mediante la función de distribución Weibull se determinaron los caudales asociados a las distintas probabilidades de excedencia.

Los caudales medios anuales de este estudio se presentan a continuación (Tabla 9).

Tabla 9: Caudales medios anuales (m^3/s), según estudio DGA 2003

Estación	Años de Registro		Nº de Obs.	Promedio (m^3/s)	Caudal en m^3/s Prob. de Excedencia		
					10%	20%	50%
Río Jorquera en Vertedero	1947 - 2000	54	36	0,710	1,171	0,905	0,629
Río Pulido en Vertedero	1954 - 2000	37	36	1,449	3,251	2,256	1,009
Río Manflas en Vertedero	1964 - 2000	37	36	0,571	1,518	0,809	0,383
Río Copiapó en Pastillo	1927 - 2000	74	37	2,319	4,551	3,591	1,833
Río Copiapó en By Pass Lautaro	1931 - 2000	70	37	1,287	2,664	1,650	0,936
Río Copiapó en la Puerta	1927 - 2000	74	37	2,396	5,337	2,887	1,654
Copiapó en la Ciudad	1983 – 2000	18	36	1,017	3,128	1,218	0,542
Río Copiapó en Angostura	1963 - 2000	38	37	0,500	1,768	0,322	0,132

Nota: El estudio de la DGA utilizó los registros desde el año 1963 en adelante.

Estudio 2. "Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Copiapó." DGA, Cade Idepe. Dic 2004.

En este estudio se asignaron probabilidades de excedencia a nivel mensual, ajustando distribuciones log-normal de 2 y 3 parámetros y distribuciones de valores extremos tipo I. El caudal medio anual que se presenta en el cuadro siguiente (Tabla 10) se obtiene de promediar los valores mensuales correspondientes a diferentes probabilidades de excedencia (Ver Anexo 3.2).

Tabla 10: Caudales medios anuales (m^3/s), según estudio DGA - CADE IDEPE 2004.

Estación	Años de Registro	Caudal Promedio Anual en m^3/s Probabilidad de Excedencia					
		5%	10%	20%	50%	85%	95%
Río Jorquera en Vertedero	1964 - 2002	1,68	1,32	0,99	0,58	0,30	0,20
Río Pulido en Vertedero	1964 - 2002	3,92	2,90	2,04	1,10	0,58	0,43
Río Manflas en Vertedero	1964 - 2002	1,77	1,19	0,75	0,33	0,14	0,09
Río Copiapó en Pastillo	1952 - 2002	6,02	4,35	3,01	1,61	0,90	0,70
Río Copiapó en By Pass Lautaro	1948 - 1992	3,47	2,66	1,94	1,10	0,56	0,38
Río Copiapó en la Puerta	1948 - 2000	5,26	4,11	3,08	1,85	1,07	0,80
Copiapó en Mal Paso	1929 - 1988	3,17	2,35	1,65	0,84	0,37	0,22
Copiapó en la Ciudad	1983 - 2001	2,74	2,12	1,57	0,93	0,53	0,40

Fuente: DGA - CADE-IDEPE 2004

Análisis de la Información Fluviométrica

Existen diferencias importantes entre los resultados de los estudios consultados, las que se explican principalmente por la metodología de análisis de los datos utilizada en cada caso. La principal diferencia radica en que en el estudio de Cade Idepe 2004 se asignan probabilidades de excedencia a nivel mensual, en cambio en el estudio de la DGA se realiza esta misma asignación para valores anuales.

A fin de generar una única tabla que mostrara condiciones de años más húmedos y de años más secos, se tomó los datos elaborados por la DGA 2003, y se completaron éstos extendiéndolos para probabilidades de excedencia mayores al 50%. Para ello se empleó la misma metodología, consistente en asignar probabilidad de excedencia a los caudales promedios anuales de acuerdo a la función de distribución Weibull. Los resultados se expresan en la Tabla 11.

Tabla 11: Caudales medios anuales adoptados para la cuenca (m^3/s)

Estación	Años de Registro		Nº de Obs.	Caudal Promedio Anual en m^3/s						
				Probabilidad de Excedencia						
				Promedio	5%	10%	20%	50%	85%	95%
Río Jorquera en Vertedero	1947 - 2000	54	36	0,71	1,55	1,17	0,91	0,63	0,41	0,35
Río Pulido en Vertedero	1954 - 2000	37	36	1,45	4,10	3,25	2,26	1,01	0,72	0,43
Río Manflas en Vertedero	1964 - 2000	37	36	0,57	1,98	1,52	0,81	0,38	0,16	0,12
Río Copiapó en Pastillo	1927 - 2000	74	37	2,32	6,30	4,55	3,59	1,83	1,12	0,75
Río Copiapó en By Pass Lautaro	1931 - 2000	70	37	1,29	4,35	2,66	1,65	0,94	0,56	0,35
Río Copiapó en la Puerta	1927 - 2000	74	37	2,40	6,99	5,34	2,89	1,65	1,03	0,87
Copiapó en la Ciudad	1983 - 2000	18	36	1,02	4,38	3,13	1,22	0,54	0,24	0,17
Río Copiapó en Angostura	1963 - 2000	38	37	0,50	2,39	1,77	0,32	0,13	0,11	0,11

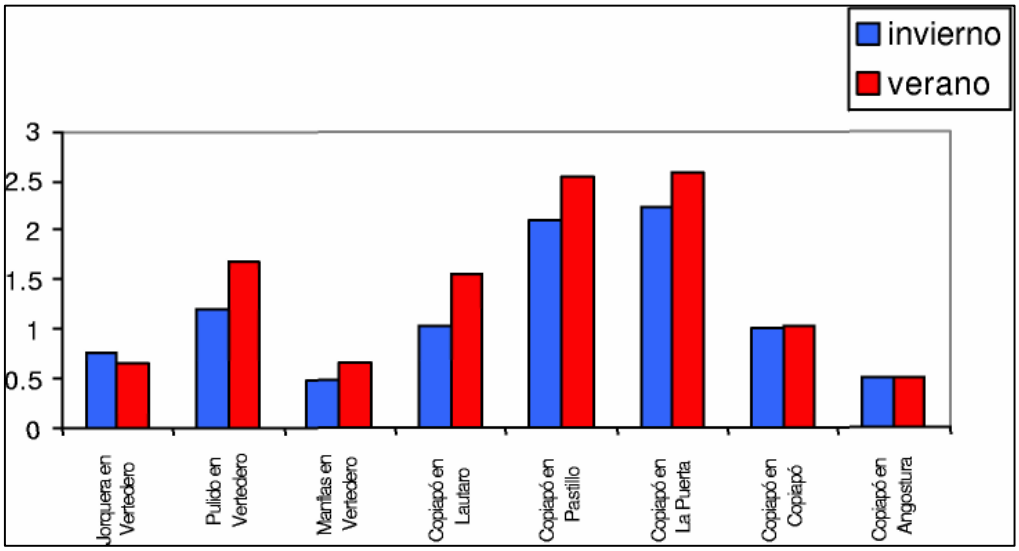
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGA 2003.

De los datos contenidos en esta tabla cabe destacar que el valor medio es más alto que el valor con probabilidad de excedencia del 50%, lo que puede explicarse por el hecho de que existen caudales altos que influyen significativamente sobre los promedios.

Así se advierte que los ríos Pulido y Manflas presentan mayor caudal en los periodos calurosos, mientras que el río Jorquera tiene aportes más importantes en los meses de invierno-primavera (Figura 15). La estación Lautaro presenta mayor caudal en verano influenciada, por tanto, por el aporte de los ríos Pulido y Manflas. Este comportamiento revela que el río Jorquera posee un régimen nivo-pluvial con una pequeña tendencia al régimen pluvial; en cambio, los ríos Pulido y Manflas muestran un régimen nival, el que se

conserva en la estación Lautaro. Aguas abajo de este embalse la dinámica nival se mantiene, pero fuertemente influenciada por los aprovechamientos de agua por parte de los canalistas.

Figura 15: Caudal Promedio anual (l/s) en invierno y verano.



Fuente: DGA 2003

Analizando los datos, en resumen, se destacan los siguientes aspectos:

El régimen fluviométrico del río Copiapó es mixto, pluvial y nival, aunque domina este último pues la mayor fuente del recurso hidrológico del río Copiapó la constituyen los glaciares Los Helados, Marancel y Cerro del Potro ubicados en la alta cordillera.

El aprovechamiento que el hombre realiza de los recursos hídricos en esta cuenca hace que los caudales medidos en las estaciones no correspondan a situaciones naturales, sino al resultado de las prácticas de manejo de este recurso. Los caudales se ven influenciados por la operación del Embalse Lautaro, las extracciones de agua para riego mediante pozos, norias, canales, y el uso del agua en procesos mineros.

En el embalse Lautaro los caudales medios anuales de entrada son registrados por la Estación Pastillo con 2,3 m^3/s y los de salida corresponden a la estación By Pass la que cuenta con un promedio de 1,3 m^3/seg en un periodo de observación de 49 años (1948-1999). Esa diferencia se puede deber, en parte, al volumen embalsado que ha variado entre el inicio y fin del periodo de medición, además de la evaporación e infiltración por el fondo del embalse.

Al llegar a La Puerta, el caudal promedio anual del río aumenta, lo que tiene relación con afloramientos de aguas subterráneas que se producen en este sector debido a una menor profundidad del basamento rocoso impermeable.

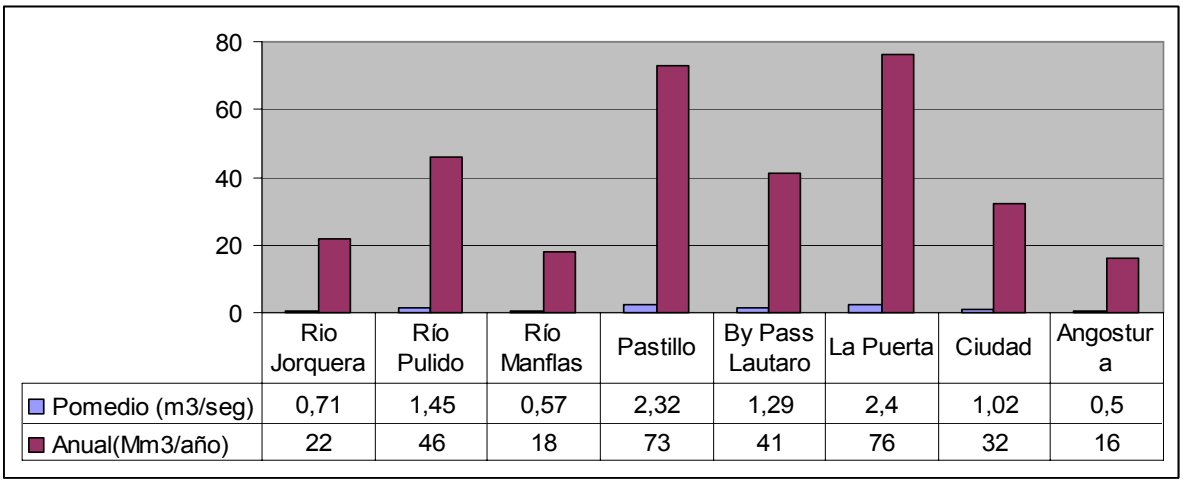
En adelante, desde La Puerta a Copiapó los caudales disminuyen debido a la extracción de las aguas superficiales que realizan las comunidades de regantes.

Al llegar a Copiapó, se dispone de un caudal promedio anual de 1 m^3/s, situación que comprende largos periodos con el cauce completamente seco, junto con otros episodios con presencia de un caudal.

En su tramo final, a la altura de Angostura, el cauce del río Copiapó experimenta afloramientos que alcanzan un promedio anual de 0,5 m^3/seg.

Expresando los caudales medios anuales en Millones de m^3 al año resultan los volúmenes de agua que atravesarían las estaciones en un año promedio. Estas cifras serán de utilidad en el cálculo del Balance Hídrico para la cuenca. Destacan los 41 Mm^3/año que se asignan a la salida del embalse Lautaro, que ascienden hasta 76 Mm^3/año a la altura de La Puerta (Figura 16).

Figura 16: Caudal Promedio Anual (m^3/s) y Caudal Total (Mm^3/año)



	Rio Jorquera	Río Pulido	Río Manflas	Pastillo	By Pass Lautaro	La Puerta	Ciudad	Angostura
Pomedio (m3/seg)	0,71	1,45	0,57	2,32	1,29	2,4	1,02	0,5
Anual(Mm3/año)	22	46	18	73	41	76	32	16

- Conclusiones que serán de utilidad para el Modelo de Gestión Sustentable

Los antecedentes fluviométricos reunidos en este informe son de utilidad para la descripción de un Modelo de Gestión Sustentable de los recursos hídricos en el Río Copiapó en el largo plazo. Se utilizan en el análisis los caudales promedios anuales, ya que valores mensuales o valores diferentes al promedio podrían generar distorsiones en los resultados.

En el río Copiapó los caudales superficiales son los indicados en la Tabla 12.

Tabla 12: Caudal Medio Anual río Copiapó según sectores.

Estación	Caudal Medio Anual	
	m^3/s	millones m^3/año
Río Jorquera en Vertedero + Río Pulido en Vertedero + Río Manflas en Vertedero	2,73	86,09
Río Copiapó en Pastillo	2,32	73,16
Río Copiapó en By Pass Lautaro	1,29	40,68
Río Copiapó en la Puerta	2,40	75,69
Río Copiapó en Mal Paso (*)	1,23	38,79
Copiapó en la Ciudad	1,02	32,17
Piedra Colgada (**)	0,13	4,10
Río Copiapó en Angostura	0,50	15,77

(*) Información obtenida del estudio de Álamos y Peralta con registros desde 1963 a 1994.
(**) En Piedra Colgada no existe estación fluviométrica. Caudal obtenido de estudio de Álamos y Peralta, en base a aforos en canales.

2.5.3 Evaporación y Evapo-transpiración

La evaporación y la evapo-transpiración son dos formas importantes de pérdida de agua de la cuenca. La primera de ellas ocurre por el efecto directo del calor sobre el suelo y las masas de agua (desde el Embalse Lautaro, canales, río Copiapó, etc.), mientras que en la evapotranspiración son las plantas las que intervienen regulando el proceso de salida de agua a la atmósfera.

- Evaporación desde el suelo

La evaporación desde el suelo no ha sido considerada de manera independiente dentro de los estudios consultados (DGA 1987, 1995 y 2003), estimándose que la incidencia de este factor sólo es relevante en los fondos de valle, dónde es predominante la presencia de cultivos o vegas naturales. Cabe suponer entonces que toda la evaporación propia de las laderas ya fue tenida en cuenta cuando se evaluó la escorrentía (resultado de la precipitación, menos infiltración, menos evaporación).

- Evaporación desde el Embalse Lautaro

Considerando una superficie media del embalse Lautaro de 132 ha (Estudio de Álamos y Peralta, Dic. 1995) y una evaporación media de tanque, según datos de DGA para el período comprendido entre 1978 y 1983, de 3190 mm/año y un coeficiente de tanque de 0,7 para grandes superficies de agua (recomendado por Espíldora y Brown en "Elementos de Hidrología", 1975), se obtiene una evaporación de 2,95 Mm^3/año (93 l/s), cifra ligeramente superior a la calculada por la DGA en 1995 que fue de 2,3 Mm^3/año.

- Evapotranspiración desde vegas naturales

Para el cálculo de la evapotranspiración en zona de vegas, se diferencian tres tipos:

- Vegas Tipo A, con matorrales y suelos húmedos.
- Vegas Tipo B, matorrales con suelos menos húmedos.
- Vegas Tipo C, matorrales ralos.

Según el estudio realizado por la DGA en el 2003, la superficie de las vegas ha sufrido cambios en las últimas décadas, como se aprecia de la comparación de datos aportados por los diversos informes realizados durante este tiempo (Uri Hammer, 1980, DGA 1987, DGA 1995, DGA 2003).

En general, se constata que los niveles freáticos se encontraban más superficiales al inicio del periodo, particularmente aguas arriba de la ciudad de Copiapó, lo que permite suponer que los volúmenes de evapotranspiración se han ido reduciendo en el transcurso del tiempo.

En cuanto a las zonas de vegas existentes aguas abajo de Copiapó, la DGA estimó que en algunos sectores los niveles en el 2003 estaban más bajos que en el año 1995 y por ello los valores de evapotranspiración se podían evaluar en la mitad de los calculados para el año 1995[7]. Según DGA 2003, los valores de evapotranspiración en las zonas de vegas alcanzarían los 15,4 Mm^3/año siendo el sector de Piedra Colgada – Angostura, el que registraría la mayor cantidad de agua evapotranspirada (6,4 Mm^3/año) por disponer de cerca de 800 ha con estas formaciones naturales (Tabla 13).

Tabla 13: Evapotranspiración en zona de vegas por sector.

	SUPERFICIE (ha)			Evapotranspiración Potencial (m^3/ha/año)	Evaporación Total 1995 (Mm^3/año)	Evaporación Total 2003 (Mm^3/año)
Sector	Vega A	Vega B	Vega C			
1	0	0	0	-	0	0
2	70	60	190	16.440	3.5	3,5
3	69	31	170	13.690	2.5	2,5
4	32	0	0	13.690	0,9	0,9
5	28,5	88	111	13.690	4.25	2,1
6	323	453	0	10.000	12.8	6,4
Total					**23,9**	**15,4**

Fuente: DGA 1995; DGA 2003.

[7] Situación que también observa la DGA en 1995 al comparar el estado de las vegas en ese año con el que fue observado por la misma DGA en 1987.

- Evapotranspiración desde cultivos

La evapotranspiración se calculó en base a las hectáreas regadas y la evapotranspiración real de los cultivos (ETc), calculada de acuerdo a los valores de Coeficiente de Cultivos Kc y de la Evapotranspiración de referencia ETo del estudio DGA-IPLA 1994.

Los valores obtenidos de ETc para cada sector se detallan en la Tabla 14.

Tabla 14: Tasa de Evapotranspiración Real de los Cultivos (m^3/ha/año).

Evapotranspiración (m^3/ha/año)	Sector 1 Arriba Emb. Lautaro	Sector 2 E. Laut-La Puerta	Sector 3 La Puerta-Malpaso	Sector 4 Malpaso-Copiapó	Sector 5 Copiapó-Piedra C.	Sector 6 Piedra C.-Angostura
Vides	8.299	8.383	7.010	7.010	7.010	6.000
Hortalizas	6.755	6.755	5.687	5.687	5.687	5.500
Pradera	13.359	13.360	11.080	11.080	11.080	10.000
Frutales	0	12.232	9.199	9.199	9.199	9.000

Fuente: DGA 1995. DGA- Ipla 1994

Para estimar la evapotranspiración ocurrida en un año en cada sector se requiere multiplicar estos valores por la superficie ocupada con cada uno de estos tipos de cultivos. DGA en 2003 recogió los mismos valores que se emplearon en DGA 1995, los que a su vez proceden del trabajo de DGA- Álamos y Peralta de 1987. En estos informes se registró una superficie cultivada de 6820 ha que alcanzaban los 7930 ha cuando existía mayor disponibilidad de agua para riego en la parte baja del río, entre Copiapó y Angostura (Tabla 15).

Tabla 15: Superficies cultivadas según tipo de cultivo y sectores del río Copiapó en 1987.

Superficie Cultivada (ha)	Sector 1 Arriba Emb. Lautaro	Sector 2 E. Laut-La Puerta	Sector 3 La Puerta-Malpaso	Sector 4 Malpaso-Copiapó	Sector 5 Copiapó-Piedra C.	Sector 6 Piedra C.-Angostura	Total
Vides	513	1.430	1.806	103	837	-	4.689
Hortalizas	3	120	66	1.600	573	416	2.778
Praderas	6	62	-	8	-	-	76
Frutales	-	13	146	20	15	192	386
TOTAL	523	1.625	2.018	1.731	1.425	608	**7.930**

Fuente: DGA 2003, citando a DGA 1987

El resultado para ese año 1987 muestra un volumen de pérdidas por evapotranspiración del orden de 56 Mm^3/año (Tabla 16), siendo los sectores situados entre el Embalse Lautaro y la

ciudad de Copiapó los que presentan los valores más elevados (Figura 17). Comparando estos valores con la demanda de los cultivos (del orden de 89.4 Mm^3/año según DGA 1995), resulta una eficiencia del riego del 63% para el conjunto de la cuenca.

Tabla 16: Evapotranspiración Total Anual por los cultivos (Mm^3/año), según superficie cultivada en 1987

Evapotranspiración (Mm^3/año)	Sector 1 Arriba Emb. Lautaro	Sector 2 E. Laut-La Puerta	Sector 3 La Puerta-Malpaso	Sector 4 Malpaso-Copiapó	Sector 5 Copiapó-Piedra C.	Sector 6 Piedra C.-Angostura	Total
Vides	4,3	12,0	12,7	0,7	5,9	-	35,5
Hortalizas	0,0	0,8	0,4	9,1	3,3	2,3	15,8
Praderas	0,1	0,8	-	0,1	-	-	1,0
Frutales	-	0,2	1,3	0,2	0,1	1,7	3,6
TOTAL	4,4	13,8	14,4	10,1	9,3	4,0	55,9

Fuente: DGA 2003, citando a DGA 1995 y DGA 1987

La información más actualizada sobre la superficie cultivada en la cuenca procede de:

- El VI Censo Nacional Agropecuario (CNA), realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en 1997.
- El Catastro Frutícola de la III Región, elaborado por el CIREN en 2005.

El Censo Nacional Agropecuario constata en 1997 una reducción de la superficie dedicada a las hortalizas del 63 %, pues de las 2.778 ha registradas originalmente por DGA en 1987, solo se computan 1.030 ha en este censo (INE 1997). Por su parte, la superficie de terrenos dedicados a pastizales para forraje se eleva ligeramente, desde 76 a 118 ha.

Tabla 17: Tipos de Cultivos en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla, INE 1997.

Comuna	Frutales (ha)	Hortalizas (ha)	Viñas y parronales (ha)	Forrajeras (ha)	Total (ha)
Copiapó	1667	914	285		2866
Tierra Amarilla	4857	116		118	5091
Total	6524	1030	285	118	7957

Fuente: INE 1997.

En cuanto a los frutales, las superficies plantadas han ido creciendo significativamente en el transcurso de los últimos años, pues de las 5.075 [8]ha registradas en 1987 (DGA 1987, 1995

[8] Conviene tener presente que en el primer computo de 1987 la estadística de "viñas y parronales" incluía la uva de mesa y para producción de vino, formando un grupo independiente de los frutales. En el Censo Agropecuario de 1997 bajo "viñas y parronales" sólo se contempla la uva dedicada a la producción vitivinícola.

y 2003), se pasa a las 6.524 ha catastradas en 1997 en el CNA (INE 1997) y hasta 8.151 ha reportadas por el Catastro Frutícola (CIREN, 2005).

En consecuencia a lo largo del periodo 1987 – 2005, la superficie total de frutales se incrementó en un 60 %. La especie más importante es la vid de mesa que ocupa un total de 6.775 ha (83% de los frutales) (CIREN 2005). En segundo lugar en orden de importancia se sitúan los olivos, los cuales superan las 1.100 ha en la comuna de Copiapó (CIREN, 2005). Teniendo es cuenta esta actualización de la información disponible se puede estimar que la superficie cultivada hoy en día en la cuenca del río Copiapó alcanza las 9.300 ha (Tabla 18).

Considerando valores promedio de tasas de evapotranspiración en volumen por ha y año y actualizando las superficies según la información más reciente disponible, la evapotranspiración total desde cultivos podría ser a la fecha del orden de 71,5 Mm^3/año lo cual supone un incremento del 28 % respecto a los 56 Mm^3/año calculados por la DGA en 1987 (DGA 1987, 1995 y 2003); siendo los frutales (y en particular la vid de mesa y los olivos) los cultivos que han experimentado un mayor aumento de superficie en este periodo.

Tabla 18: Evapotranspiración desde cultivos en 2005

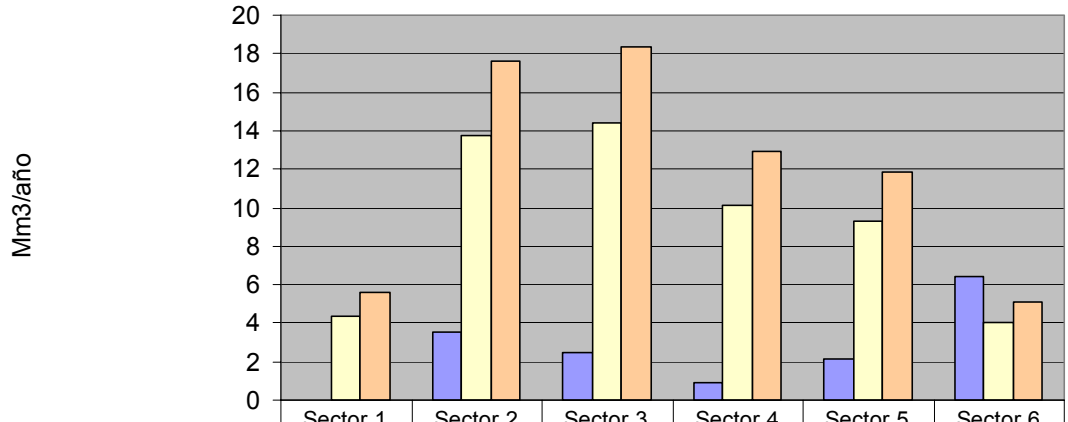
Tipo de cultivo	Total Superficie (ha)	Tasa Promedio empleada (m^3/ha/año)	Evapotranspiración Mm^3/año
Vides (1)	6.775	7.571	51,3
Hortalizas (2)	1.030	5.688	5,9
Praderas (2)	118	13.158	1,6
Otros Frutales (1)	1.376	9.326	12,8
Total	**9.299**		**71,5**

Fuente: (1) CIREN 2005; (2) INE 1997

No se dispuso de información relativa a la localización geográfica exacta de cada uno de los distintos tipos de cultivos en el 2005, por lo que no se conoce con precisión qué sectores de la cuenca del Copiapó presentan las mayores variaciones en cuanto al incremento de la superficie cultivada. Sin perjuicio de lo anterior, en el siguiente gráfico (Figura 17) se comparan los volúmenes que salen a la atmósfera por evapotranspiración debido a vegas naturales y debido a los cultivos. En este último caso se incluyen los valores estimados en 2003 (DGA 2003 apoyado en DGA 1995 y DGA 1987) y los calculados por Golder actualizando la información de superficie frutícola al 2005[9].

[9] En este caso se distribuyó por igual para cada sector el incremento observado en la evapotranspiración.

Figura 17: Evapotranspiración por vegas y cultivos agrícolas (Mm3/año)



	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6
Vegas (DGA 2003)	-	3,5	2,5	0,9	2,1	6,4
Cultivos (DGA 2003) (*)	4,4	13,8	14,4	10,1	9,3	4,0
Cultivos (Actualización 2005)	5,6	17,6	18,4	12,9	11,9	5,1

2.5.4 Infiltración

El acuífero existente en la cuenca del río Copiapó se alimenta de agua infiltrada, la que tiene diversos orígenes.

- Infiltración desde el río Copiapó y Afluentes

Es una de las principales fuentes de recarga del acuífero. Depende de diversos factores, entre los que destacan la profundidad del nivel estático en relación con el nivel del río y la permeabilidad del suelo. Álamos y Peralta (DGA, 1987) realizaron una serie de aforos diferenciales entre el río Copiapó y sus afluentes y reunieron diversos antecedentes contenidos en estudios anteriores. Sus principales conclusiones fueron:

- Se considera que en el río Jorquera no hay infiltraciones ni recuperaciones (afloramiento de aguas superficiales desde el acuífero al río). Sí se producen infiltraciones en los ríos Manflas y Pulido.

- Desde el embalse Lautaro hasta La Puerta no hay infiltraciones de importancia, pues lo que predominan son los afloramientos debido al estrechamiento del valle y el ascenso del basamento rocoso.

- Entre La Puerta y Malpaso, las infiltraciones se determinaron estadísticamente arrojando un valor del 30% del caudal del río en la Puerta.

- Entre Malpaso y la ciudad de Copiapó no se producen infiltraciones debido a la captación del Canal Matriz Malpaso, el cuál está revestido .

- Hasta su desembocadura el río no lleva agua superficialmente en varios tramos, por lo que no ocurren infiltraciones importantes.

- Infiltración desde Canales Matrices

La determinación del volumen infiltrado desde los canales matrices es un problema complejo (DGA 1987) por la influencia de diversos factores: presencia o no de revestimiento, tipo de terreno, intermitencia del uso, caudal, profundidad del nivel estático, etc. Los cálculos realizados en 1987 (DGA 1987) se han empleado en informes posteriores (DGA 1995 y DGA 2003). La infiltración que ocurre en los Canales Matrices según lo indicado por estos autores se estima del orden de 16 Mm^3/año (Tabla 19).

Resultados más fiables pueden obtenerse si se realizan aforos diferenciales en cada canal. En ausencia de éstos, DGA optó por seleccionar canales representativos de cada sector y en ellos se realizaron directamente las mediciones de la tasa de infiltración. Antecedentes adicionales provenían de otros estudios realizados sobre canales similares a los del río Copiapó. En la medida en que se mejoren los revestimientos de estos canales se reducirá la infiltración que en ellos se produce, reduciéndose con ello la recarga del acuífero.

- Infiltración desde Canales Secundarios

También es difícil de calcular este concepto, por cuanto los canales secundarios no operan de forma continua y sus caudales son muy variables. Considerando que los canales secundarios van generalmente por lechos permeables, se adoptó como tasa de infltración una cifra similar a la empleada en el caso del riego predial mediante surcos o bordes. La infiltración desde Canales Secundarios fue estimada en 1987 (DGA 1987) en un total de 9,15 Mm^3/año (Tabla 19) y estos valores se han empleado sin cambios en los informes elaborados posteriormente por la DGA (DGA 1995 y 2003).

- Infiltración de riego predial

Cálculos de volumen anual infiltrado desde los predios bajo riego fueron realizados por Álamos y Peralta en 1987, considerando las tasas de riego de la época y las superficies involucradas en ese año bajo cuatro grandes grupos: Hortalizas, Vides, Frutales y Praderas (Tabla 19). Para cada uno de ellos y para cada sector del río Alamos y Peralta (DGA 1987) determinó la infiltración producida por el riego predial, considerando ciertos supuestos:

- En los cultivos regados por medio de goteo, no existen excesos, por lo que todo el agua se evapo-transpira y evapora desde el suelo.

- En los terrenos en que se emplea el riego por surco o borde, un 50% del agua escurre superficialmente y un 50 % se infiltra.

- Las eficiencias en el uso del agua en el riego por goteo es del 80%, en surco un 50% y en borde un 45%.

Aplicando estos criterios la DGA estimó en 18,71 Mm^3/año la infiltración de agua procedente de las áreas cultivadas en la cuenca (DGA 2003, DGA 1995, DGA 1987).

Teniendo en cuenta que desde el año 1987, fecha en que se realizaron los cálculos, se ha generalizado el riego por goteo a lo largo de toda la cuenca, en detrimento de otros sistemas más tradicionales (surco o tendido), es preciso indicar que las tasas de infiltración predial serán hoy en día lógicamente muy inferiores. No obstante debe tenerse en cuenta que las superficies dedicadas a la fruticultura han aumentado significativamente.

En ausencia de información precisa sobre las superficies involucradas en cada sector de la cuenca y del tipo de riego que presentan, resulta difícil establecer un valor más exacto para la infiltración predial que el disponible para el año 1987. Este último se considera suficiente para establecer un orden de magnitud del monto de infiltraciones que llegan al acuífero desde las áreas de cultivo.

- Infiltraciones de Agua Potable y Aguas Servidas

Estas se deben a las pérdidas que ocurren en los sistemas de distribución de agua potable y recolección de aguas servidas. En relación a los primeros, la DGA estableció en 1987 el criterio de considerar que se infiltraba un 15 % del agua producida (es decir, de la extraída por bombeo desde los pozos), lo que suponía un valor anual de 1,45 Mm^3.

Más adelante, comparando los volúmenes producidos versus los facturados durante el periodo 1995 – 2001 (comunicados en su oportunidad por la empresa EMSATT), la DGA estimó en el 2003 que las pérdidas por infiltración en la cuenca ascendían a 5,77 Mm^3/año (DGA 2003). Aguas Chañar estima las pérdidas actuales del sistema en esta misma cantidad (Aguas Chañar 2006; com. personal).

- Infiltraciones del Embalse Lautaro

El informe de Álamos y Peralta (1987) estima las infiltraciones desde el embalse Lautaro del orden de 45 Mm^3 al año para el año 1986, lo que a juicio de Golder es razonable pero tal vez en el lado superior del rango posible (de unos 5 Mm^3 al año hasta ese número). En el estudio desarrollado por la DGA en el 2003, la infiltración del Embalse Lautaro se reduce a 6,3 Mm^3/año (200 l/s). De tal modo que podría hablarse de un rango de valores, entre 6 y 45 Mm^3/año, atendiendo a lo informado por la DGA en diferentes informes.

Por su parte, Golder elaboró en este estudio (sección 5.1.2) un balance específico para este embalse, basado en los registros fluviométricos disponibles a la entrada y salida de esta obra civil, para las series de datos disponibles. En el balance se tuvo en cuenta, además, la

evaporación de la lámina de agua. Según estos cálculos, la infiltración en el embalse, en promedio, alcanza los 30,1 Mm^3/año (954 l/s), valor que está dentro del rango de cifras aportadas por los estudios realizados por la DGA.

- Resumen de Volúmenes Infiltrados

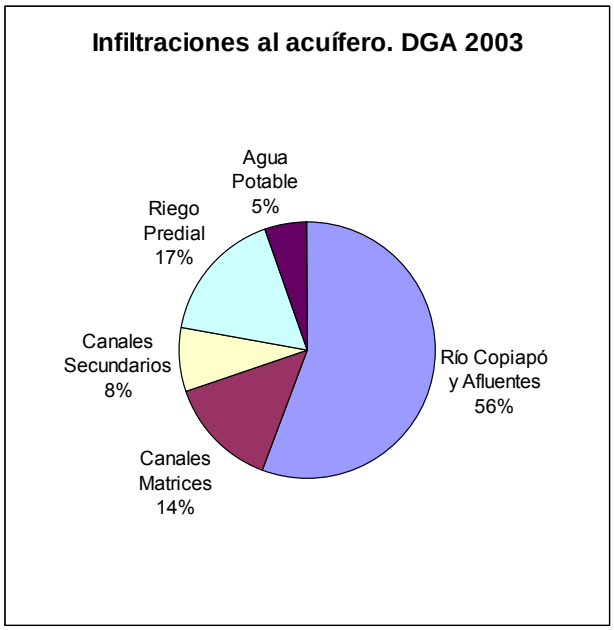
La DGA, en su estudio de 2003 reunió la información disponible a la fecha sobre infiltración en la cuenca y la actualizó con base en sus propias estimaciones. Según estos cálculos, la infiltración total que se produce en la cuenca asciende a 112 Mm^3/año, siendo el río Copiapó y sus afluentes quienes participan con el mayor aporte (56%) (Tabla 19, Figura 18). Los cálculos realizados por Golder sobre la infiltración que se produce en el Embalse Lautaro no están contenidos en esta tabla.

Tabla 19: Infiltración al acuífero. Mm^3/año.

Sector	Tramo	Río Copiapó y Afluentes	Canales Matrices	Canales Secundarios	Riego Predial	Agua Potable	Total
1	Arriba Embalse Lautaro	25	1	0	1	0	27
2	Embalse Lautaro – La Puerta	1	4	3	3	0	11
3	La Puerta – Malpaso	24	4	1	3	0	31
4	Malpaso – Copiapó	5	3	2	6	0,33	16
5	Copiapó- Piedra Colgada	7	2	2	4	5,44	24
6	Piedra Colgada – Angostura	0	2	1	3	0	5
	Total	**62**	**16**	**9**	**19**	**5,8**	**112**

Fuente: DGA 2003

Figura 18: Infiltración al acuífero. Mm^3/año. Según DGA 2003



2.6 Calidad de Aguas

2.6.1 Calidad de Aguas Superficiales

La DGA completó durante el 2004 el diagnóstico y clasificación de los cursos de agua en 33 cuencas prioritarias de Chile, entre las que se incluyó la Cuenca del Río Copiapó (DGA, 2004). El análisis realizado en ese informe consideró registros relativos a calidad de aguas procedentes de distintas fuentes, siendo la red de monitoreo de la DGA la más importante. En el Anexo 6 se entrega información complementaria sobre los programas de muestreo realizados.

Para el diagnóstico de los cursos de agua se siguieron los criterios establecidos en el "Instructivo Presidencial para el Establecimiento de las Normas Secundarias[10] de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas" (IP). Este documento establece 5 clases de calidad[11,] que van desde la Clase 0 o "Excepcional", hasta la Clase 4, "Mala Calidad" (Tabla 20).

[10] **Norma Primaria de Calidad Ambiental**: aquélla que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la **vida o la salud de la población**;
Norma Secundaria de Calidad Ambiental: aquélla que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un **riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza**;

[11] En el IP se define la Clase de Calidad como la tipificación del agua de acuerdo a niveles de calidad por compuesto o elemento.

Tabla 20: Clases a considerar en las Normas de Calidad Secundarias

Clase	Calificación General	Usos prioritarios
Clase 0 Excepcional	Mejor que la clase 1, de extraordinaria pureza y escasez	Protección y conservación de comunidades acuáticas
Clase 1	Muy buena calidad	Protección y conservación de comunidades acuáticas
Clase 2	Buena calidad	Acuicultura, pesca deportiva y recreativa, bebida de animales y riego restringido
Clase 3	Regular calidad	Bebida de animales y riego restringido
Clase 4	Mala calidad	Potabilización con tratamiento adecuado o para aprovechamiento industrial

Fuente: DGA 2004

Siguiendo este criterio, para cada tramo de la cuenca se establecieron las clases actuales y las clases objetivo, uso del agua y excepciones en el tramo, que corresponde a los parámetros cuyos estadígrafos muestran que sus valores corresponden a clases de calidad distinta de la objetivo, ya sea con condiciones mejores o peores (Tabla 21). Además, para las estaciones de muestreo, se indica el Índice de Calidad de Agua Superficial (ICAS)[12], el cual es definido como:

$$ICAS = \sum_{i=1}^{n} wi \cdot Qi$$

Donde:

wi = Corresponde a la ponderación o peso de los parámetros que componen ICAS, sabiendo que los obligatorios (Conductividad eléctrica, DBO5, Oxígeno Disuelto, pH, SST y Coliformes fecales en conjunto pesan 70 % (11,67 % cada uno) y que los relevantes (RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, Zinc, aluminio, arsénico y Mercurio) pesan en conjunto 30 % (2,3 % cada uno)

Qi = Valor del parámetro expresado en forma porcentual obtenido a través de las curvas de estandarización que se encuentran en la tabla N° 2 del Instructivo Presidencial.

Con respecto a los rangos de este índice, se acepta que un valor igual a 0 indica agua de muy mala calidad, y un valor cercano a 100 una de muy buena calidad.

[12] La metodología detallada de para el establecimiento de índices de calidad de aguas aparece en el Anexo 5 del Volumen 1 del Informe Final del estudio Diagnostico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. DGA 2004

Tabla 21: Diagnóstico de la calidad del agua en cursos superficiales de la Cuenca del Río Copiapó

Cauce	Tramo	Estación de Muestreo	ICAS	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo	
						Clase Excep.	Parámetros que difieren en la clase Objetivo
Río Manflas	MA-TR-10 (De naciente río Manflas hasta confluencia río Copiapó)	Río Manflas en Vertedero	97	0	0	1	-
						2	CE, Cu, Cr, Fe, Mn
						3	Al
						4	B
Río Pulido	PU-TR-10 (De naciente río pulido hasta Confluencia río Jorquera)	Río Pulido en Vertedero	94	2, Buena	2, Buena	0	OD, pH, RAS, Cl, Zn, As, Ni, Se, DBO_5, color aparente, SST, NH_4^+, CF, CT, CN^-, F^-, NO_2^-, S^{2-}
						1	CE, SD
						3	Al
						4	B, Hg
Río Jorquera	JO-TR-10 (De naciente río Figueroa hasta confluencia río Pulido)	Río Jorquera en Vertedero	89	2, Buena	2, Buena	0	OD, pH, RAS, Cl, Zn, Ni, Se, DBO_5,SST,CF
						1	-
						3	SO_4^{-2}
						4	B, Fe, Mn, Al, As, Hg
Río Copiapó	CO-TR-10 (De confluencia río Jorquera y río Pulido hasta límite subcuenca)	Río Copiapó by-pass Lautaro	93	2, Buena	2, Buena	0	pH, RAS, Cl, Ni, Se, DBO_5, color aparente, SST, NH_4^+, CF, CT, CN^-, F^-, NO_2^-, S^{2-}
		Río Copiapó en La Puerta	89			1	As
		Río Copiapó en Mal Paso	90			3	-
						4	B, Mn, Hg, Fe, Al
	CO-TR-20 (Límite Subcuenca hasta desembocadura)	Río Copiapó en pte Bodega	82	4, Mala	3, Regular	0	pH, RAS, Cl, Ni, Se, DBO5, CN^-, F^-, S^{2-},CF, CT
		Río Copiapó en Piedra Colgada	75			1	OD, color aparente
						2	Cr, NO_2^-, Mo, Zn
		Río Copiapó en Angostura	77			4	CE, Cl, SO_4^{-2}, B, Fe, Mn, Al, NH_4^+, SD

Fuente :DGA 2004

Además se compararon los valores de los parámetros más relevantes, con las concentraciones máximas de elementos químicos en agua de riego que establece la Norma Chilena NCh 1333. Of 78. Este análisis se realizó para el período de verano, por ser ésta la estación del año en que la agricultura utiliza en mayor medida el recurso hídrico. En la Tabla 22, se destacan en color amarillo aquellos casos en que se advierte la superación de la NCh 1333. Of 78 (DGA 2004) [13].

Tabla 22: Calidad de aguas de la cuenca para su uso en riego [14]

Estación de muestreo	Cloruro	Sulfato	Boro	Cobre	Cromo	Hierro	Manganeso	Molibdeno	Zinc	Aluminio	Arsénico	Mercurio
Rio Jorquera en Vertedero	75,2	506,9	2	12	(15)	1,44	(0,17)	(0,02)	(0,03)	(3,96)	0,084	(<1)
Rio Pulido en Vertedero	14,9	146,5	1	40	(20)	2,13	(0,14)	(0,02)	(0,09)	(2,49)	0,01	(<1)
Rio Manflas en Vertedero	16,2	77	1	20	(11)	0,73	(0,1)	(<0,01)	(<0,01)	(0,5)	0,006	(<1)
Rio Copiapó By Pass en Lautaro	(36,4)	310,7	((1,5))	(32)	(13)	(4,71)	(0,31)	(<0,01)	(0,03)	((2,73))	(0,027)	(<1)
La Puerta	(49,3)	325,8	((1,0))	(105)	(37)	(3,09)	(0,06)	(0,02)	(0,16)	((0,38))	(0,04)	(<1)
Mal Paso	50	332,1	1	25	(<10)	0,31	(0,03)	(<0,01)	(<0,01)	(0,56)	0,009	(2)
Puente Bodega	(65,9)	500,6	(2,3)	(153)	((<10))	(2,31)	((0,04))	((<0,01))	((<0,01))		(0,008)	((<1))
Piedra Colgada	(137)	842,5	(2,2)	(124)	(21)	(0,26)	(0,03)	(0,02)	(0,15)	(0,6)	(0,026)	(<1)
Angostura	679,7	1798	5	30	((13))	0,16	((0,03))	((<0,01))	((<0,01))	((0,50))	0,007	
Norma chilena de riego Nch 1333	200	250	0,75	0,2	0,1	5	0,2	0,01	2	5	0,1	0,001

Fuente: DGA, 2004

[13] La metodología de cálculo de los parámetros se encuentra en el informe "Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Copiapó" (DGA 2004), en particular, en la Sección II del Informe Final.

[14] Los valores contenidos en la tabla dependen del número de registros en cada caso, de tal manera que son más confiables cuanto más abundante sea la información disponible. Para su correcta interpretación, conviene considerar que:

- Los valores sin paréntesis significan que se dispone de más de 10 registros por cada período estacional y parámetro. En este caso se ha calculado el percentil 66%.
- Los valores con un paréntesis ( ) corresponden a puntos de muestreo dónde sólo se dispuso de 5 a 10 registros por estación del año. En este caso se calculó un promedio.
- Los valores con dos paréntesis (()) indican puntos en que se dispuso de un número menor a 5 registros por período estacional. También en este caso se realizó el promedio de los valores disponibles.

De los resultados se desprende la elevada influencia que ejerce la litología sobre las condiciones naturales de la cuenca, ya que la presencia de elementos en concentración suficiente para superar las normas de calidad (tales como los sulfatos o metales como el Cobre, Molibdeno y Cromo) se produce desde las cabeceras, dónde no existe intervención antrópica. Otras conclusiones en cuanto a la calidad del agua superficial son:

- De los cauces estudiados, el que presenta mejor calidad es el río Manflas, dónde solo 7 parámetros (CE, Cu, Cr, Fe, Mn , Al y B) exceden la clase de excepción.

- El afluente de peor calidad es el Jorquera, pues hasta 6 parámetros (B, Fe, Mn, Al, As, Hg) se encuentran en clase 4 (Mala Calidad)

- El río Copiapó se encuentra regulado por el Embalse Lautaro, factor que influye sobre parámetros como el oxígeno disuelto, la carga de sólidos.

- La parte media de la cuenca posee actividad minera importante, la que sumada a las lixiviaciones naturales de las franjas metalogénicas propias del área favorecen la presencia de metales como el boro, cobre, hierro y cromo.

- Aguas abajo de la ciudad de Copiapó se observan los niveles de calidad más bajos de toda la cuenca. Principalmente, porque CE, Cl, SO4-2, B, Fe, Mn, Al, NH y SD llevan a catalogar esta sección en la clase 4.

2.6.2 Calidad de Aguas Subterráneas

Existe información disponible acerca de la calidad de las aguas subterráneas del valle del Copiapó en el "Estudio Hidrogeológico del valle del río Copiapó, segmento Embalse Lautaro-Piedra Colgada, Región de Atacama" (Sernageomin, 1999). Este trabajo incluyó campañas de muestreo realizadas entre Agosto de 1995 y Enero de 1997.

Los valores de los registros fueron comparados con la norma Chilena de agua para consumo humano NCh 409 y riego NCh 1333.

En la siguiente tabla (Tabla 23) se muestran los puntos de muestreo de aguas subterráneas, distribuidos según tramo. En color amarillo se destacan los puntos donde se superaron las normas mencionadas anteriormente.

Tabla 23: Calidad de las aguas subterráneas de la cuenca para consumo humano y riego.

Tramo	N º Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
Río Manflas	136	6899372	403496	31-Ene_97											
	137	6895929	403820	31-Ene_97											
Río Pulido	126	6884791	415089	30-Ene_97											
	127	6886820	412367	30-Ene_97											
Río Jorquera	86	6897561	406114	08-May-96											
	135	6898713	407757	31-Ene_97											
Lautaro - La Puerta	5	6921041	391148	08-Ago-95											
	45	6907069	401081	07-Nov-95											
	46	6914110	398124	07-Nov-95											
	47	6915646	396952	08-Nov-95											
	48	6916879	394953	08-Nov-95											
	72	6905150	401450	10-Ene-96											
	73	6910006	400229	10-Ene-96											
	74	6912818	396518	10-Ene-96											
	100	6900487	404746	16-Ene-97											
	101	6906624	401052	16-Ene-97											
	102	6920132	392359	16-Ene-97											
	103	6921041	391148	16-Ene-97											
	104	6920913	390520	16-Ene-97											
	105	6920543	390848	16-Ene-97											
La Puerta - Mal Paso	10	6949936	376702	09-Ago-95											
	11	6948337	367138	09-Ago-95											
	29	6952212	375313	11-Ago-95											
	30	6946928	376634	11-Ago-95											
	31	6940988	378410	11-Ago-95											
	32	6938721	378906	11-Ago-95											
	33	6935263	381189	11-Ago-95											
	34	6929197	383953	11-Ago-95											
	35	6924682	387450	11-Ago-95											
	49	6927896	385819	08-Nov-95											
	50	6931870	382450	08-Nov-95											

Tabla 23: Calidad de las aguas subterráneas de la cuenca para consumo humano y riego

Tramo	N º Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
La Puerta - Mal Paso	51	6945315	376603	09-Nov-95											
	52	6953654	374592	09-Nov-95											
	77	6931870	382450	11-Ene-96											
	78	6946539	376437	11-Ene-96											
	83	6924253	388053	5-0ct-96											
	92	6927896	385819	08-May-96											
	106	6948059	376959	16-Ene-97											
	107	6947906	376904	16-Ene-97											
	108	6949696	376835	16-Ene-97											
	109	6952709	374810	17-Ene-97											
	110	6953189	374440	17-Ene-97											
	111	6951694	375400	17-Ene-97											
	112	6954143	374757	17-Ene-97											
	113	6954965	374891	17-Ene-97											
Mal Paso - Ciudad de Copiapó	23	6970077	368786	10-Ago-95											
	25	6968646	370892	11-Ago-95											
	26	6966981	373583	11-Ago-95											
	27	6962300	375000	11-Ago-95											
	28	6955843	375232	11-Ago-95											
	53	6958953	374512	09-Nov-95											
	54	6966344	374131	10-Nov-95											
	79	6955843	375232	11-Ene-96											
	84	6969112	370813	13-May-97											
	85	6969370	369853	13-May-97											
	89	6967055	373498	08-May-96											
	90	6959433	374223	08-May-96											
	91	6955970	375299	08-May-96											
	114	6957535	375023	28-Ene-97											
	115	6959433	374223	28-Ene-97											
	116	6967618	371861	28-Ene-97											
	117	6961201	374686	29-Ene_97											
	118	6960778	374416	29-Ene_97											
	119	6970179	366067	29-Ene_97											
	128	6968597	372453	30-Ene_97											
	129	6971623	369738	30-Ene_97											
	130	6968646	370892	30-Ene_97											
	131	6955970	375299	30-Ene_97											
	132	6970563	370403	30-Ene_97											
	133	6970999	368046	30-Ene_97											
	134	6971166	368992	30-Ene_97											

Tramo	N º Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
Ciudad de Copiapó - Piedra Colgada	14	6977755	361399	10-Ago-95											
	16	6981063	352563	10-Ago-95											
	17	6980547	355134	10-Ago-95											
	18	6980952	358566	10-Ago-95											
	19	6980463	359484	10-Ago-95											
	20	6974386	364248	10-Ago-95											
	21	6975825	364308	10-Ago-95											
	22	6974479	365801	10-Ago-95											
	24	6972550	367050	11-Ago-95											
	55	6974995	365083	10-Nov-95											
	56	6974704	362984	10-Nov-95											
	57	6976748	361821	10-Nov-95											
	58	6976980	361650	10-Nov-95											
	59	6978449	361312	10-Nov-95											
	60	6979194	359812	10-Nov-95											
	61	6978883	358255	10-Nov-95											
	62	6979830	359770	10-Nov-95											
	63	6979911	357254	10-Nov-95											
	64	6976013	363591	10-Nov-95											
	65	6975386	364908	10-Nov-95											
	81	6979911	357254	11-Ene-96											
	88	6977328	361526	08-May-96											
	121	6974400	363258	29-Ene_97											
	122	6974704	362984	29-Ene_97											
	123	6976624	362733	29-Ene_97											
	124	6980176	360267	29-Ene_97											
	125	6980157	358311	29-Ene_97											
	138	6978608	356644	31-Ene_97											
	139	6980562	355163	31-Ene_97											
	140	6980185	354788	31-Ene_97											
Piedra Colgada - Angostura	15	6977511	352140	10-Ago-95											
	82	6977511	352140	11-Ene-96											
	87	6976563	345062	08-May-96											
	141	6977611	350182	31-Ene_97											
	142	6976009	344774	31-Ene_97											
	143	6975803	343401	01-Feb-97											

Fuente: Sernageomin, 1999

A partir del análisis anterior se puede concluir que las aguas subterráneas superaron las normas de calidad de agua para riego durante las campañas realizadas entre los años 1995 y 1997 en los siguientes parámetros:

- SO_4 y B, en todo el valle,
- TSD desde Nantoco a San Pedro,
- Cl, en algunos puntos desde Tierra Amarilla a Copiapó,
- Fe, en algunos puntos localizados entre el Embalse Lautaro y San Pedro;
- Mg, en La Puerta y alrededores.
- y en Fe, Mn y Na en sectores focalizados.

En relación con el aprovechamiento del agua para consumo del ganado, encontramos los mismos parámetros en la situación de exceder los límites de la Norma Chilena NCh 1333.

3 APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA

3.1 Desarrollo social y económico en la Cuenca del Copiapó

Los recursos hídricos en la cuenca cubren los requerimientos básicos de la agricultura, la minería y la prestación de servicios sanitarios para la población. En la cuenca del Río Copiapó, existe una extensa ocupación agrícola desde el Embalse Lautaro hasta la ciudad de Copiapó, disminuyendo en adelante los cultivos hacia la desembocadura. La minería por su parte, está presente, principalmente, en el tramo Malpaso – Copiapó (Mapa 1, Tabla 24), sector dónde también se concentra la demanda de agua para la población local. Los requerimientos de la agricultura son abastecidos con recursos hídricos superficiales y subterráneos, mientras que la población y la minería son atendidas con éstos últimos.

Tabla 24: Principales actividades humanas

Principales Actividades	Sector 1 Arriba Emb. Lautaro	Sector 2 E. Laut-La Puerta	Sector 3 La Puerta-Malpaso	Sector 4 Malpaso-Copiapó	Sector 5 Copiapó-Piedra C.	Sector 6 Piedra C.-Angostura
Agricultura						
Minería						
Asentamientos Humanos						

Fuente: Elaboración propia

3.2 Derechos de Aguas

En la cuenca del Río Copiapó hay constituidos derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas. La agricultura se sostiene en base a ambos recursos hídricos, mientras que la minería y el consumo humano se abastecen únicamente de pozos.

No hay información disponible que permita diferenciar los cultivos regados con aguas superficiales, versus aquellos que lo hacen con agua subterránea, para cada uno de los tramos en que se subdividió la cuenca. Según DGA 1995 existiría una superposición de aprovechamientos superficiales y subterráneos a lo largo de la cuenca, dado que habría cultivos que se abastecen de agua de pozos y, a la vez, de agua extraída del río y conducida a través de los canales, usándose una u otra en función de su disponibilidad.

3.2.1 Aprovechamiento de Aguas Superficiales

El riego en el Río Copiapó es objeto de regulación desde fines del siglo XVIII. Una de las medidas adoptadas más importantes fue la Ordenanza sobre Policía Fluvial y de Regadío para el valle de Copiapó, emitida por la Intendencia de la Provincia de Atacama el 9 de marzo de 1875, pues sus normas se han mantenido vigentes hasta la fecha. Los propietarios de los nueve distritos constituidos por estas normas constituyeron en 1927 la Asociación de

canalistas del río Copiapó. Dicha asociación se formó con objeto de determinar claramente los cupos y derechos que correspondían a cada propietario.

A partir de 1951, la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas autorizó a la Asociación para actuar en calidad de Junta de Vigilancia Provisional, constituyéndose oficialmente en 1996. En la actualidad el aprovechamiento de aguas superficiales se mantiene regulado por la DGA y sólo se acepta la transferencia de derechos dentro de un mismo distrito.

- Organización de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó

La organización que regula actualmente los aprovechamientos de aguas superficiales es la Junta de Vigilancia del Río Copiapó (JVRC). Esta entidad nació en 1951 y se constituyó de forma oficial en 1996. En la actualidad agrupa a un total de 57 Comunidades de Regantes y 9 Canales, dónde están presentes pequeños y grandes propietarios agrícolas, distribuidos en 9 Distritos de Riego (Anexo 7).

El rol de regantes se compone de un total de 1.127 usuarios que se reparten 12.080 acciones El distrito Noveno llega hasta pocos kilómetros más abajo de la ciudad de Copiapó, de manera que quedan fuera de esta organización de canalistas parte de los sectores 5º (Copiapó – Piedra Colgada) y 6º (Piedra Colgada – Angostura)

- Asignación de Derechos de Aguas Superficiales

Dentro del trabajo realizado por Álamos y Peralta en 1995 (citado por DGA, 2003), se revisó el catastro de regantes y se estimaron los caudales máximos a que correspondían las acciones de cada canal y comunidad de regantes (Anexo 7). Para ello se consideró el número de horas y minutos a que tiene derecho cada canal y el caudal en l/s que es capaz de ser capturado en las bocatomas.

Aplicando estas consideraciones DGA establece que los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales otorgados en el valle equivalen a un caudal constante de 3.362 l/s (106 Mm^3/año) (DGA 2003, citando a DGA 1995).

Ahora bien, considerando que los sistemas de riego sólo son ocupados a plena capacidad durante la mitad del año, habría que dividir por dos el valor anteriormente indicado, de lo que resulta un monto total de 53 Mm^3/año; el cual es presumible que varíe año a año en relación a los caudales disponibles.

Una aproximación distinta es la desarrollada por la JVRC, quién aplicando valores promedio para los caudales medidos en las estaciones fluviométricas establece una distribución volumétrica teórica de las aguas que trae el río en bases a los derechos que posee cada canalista y comunidad de regantes. En este reparto se emplea el Embalse Lautaro como sistema regulador, de manera que se acumula agua durante el invierno,

cuando la demanda de riego agrícola es menor y se entrega a los agricultores el doble del volumen de sus derechos durante la época de mayor demanda de riego.

Mediante este procedimiento, considerando una estación de riego que se inicia a mediados de septiembre y finaliza a mediados de abril, la JVRC estima que entrega un volumen de agua para riego del orden de 32,3 Mm^3/año las que son distribuidas entre los 9 distritos que administra esta organización entre los sectores de estudio 1 a 4 (Tabla 25).

Tabla 25: Distribución de Derechos de Aguas Superficiales en el río Copiapó, por Sector

Sector	Tramo	Total Acciones	Volumen anual (1) Mm^3/año	Volumen anual (2) Mm^3/año
1	Arriba Embalse Lautaro	1386	1,8	1,82
2	Embalse Lautaro - La Puerta	1902	3,6	5,53
3	La Puerta - Malpaso	3654	17,7	10,70
4	Malpaso - Copiapó	5148	24,8	14,22
5	Copiapó - Piedra Colgada	100 % del río	4,7	(*)
6	Piedra Colgada - Angostura	100 % del río		(*)
	Total		**52,7**	**32,3**

Fuente: (1) DGA 1995, 2003 Considerando 6 meses al año de uso de los derechos constituidos
(2) Sr. Carlos Araya, Junta de Vigilancia del Río Copiapó, considerando caudales promedio
(*) sin información disponible

En resumen, el aprovechamiento de las aguas superficiales puede estimarse en una cifra que varia entre 32,3 Mm^3/año (en base a promedios anuales de caudal de los ríos) y un máximo de 52,7 Mm^3/año si se ejecutasen todos los derechos adjudicados a los canalistas durante una temporada de riego de seis meses de duración y hubiera caudal suficiente en los ríos.

3.2.2 Aprovechamiento de Aguas Subterráneas

- Antecedentes Generales para la Cuenca del Río Copiapó

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en la cuenca es objeto de regulación a partir de los años sesenta cuando se entregan los primeros derechos de explotación. En 1987, el río se clasifica en ocho sectores en base a los resultados del "Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Río Copiapó" (Álamos y Peralta, 1987).

En la actualidad, la DGA sigue manteniendo la misma distribución en sectores y sólo acepta la transferencia de derechos de aprovechamiento subterráneos cuando éstos se realizan dentro de un mismo sector.

En 1993, mediante resolución Nº 193 del 27-03-1993, la cuenca es declarada Zona de Prohibición y a partir de ese momento no se conceden nuevos derechos para extracción de aguas subterráneas. No obstante, en 1994, en virtud de la resolución D.G.A. Nº 232 del 07-

06-1994 se reduce la prohibición siendo factible la entrega de nuevos derechos de aprovechamiento siempre y cuando los lugares de extracción se encuentren ubicados a más de 35 km del cauce principal del río. Esta medida abrió nuevas posibilidades de concesión de derechos a aquellos usuarios que estaban localizados en las subcuencas del río Copiapó.

En el año 2001, se sustituye la Zona de Prohibición por una Zona de Restricción, que afecta a la cuenca aguas abajo de la ciudad de Copiapó. Aplicando esta disposición se constituyeron derechos provisorios durante los años 2002 y 2003 por un total de 1400 l/seg. Una vez que transcurran 5 años estos derechos podrían ser declarados definitivos si no concurre alguna de las causales que haga pertinente la retirada de los derechos (como es la constatación de la ausencia de estos recursos, no estar usándolos, etc.).

El 16 de Junio de 2005, en base a la Ley N°20.017, se modificó el Código de Aguas, apareciendo los Artículos Transitorios 4º y 6º. En base a estas disposiciones, la DGA constituirá derechos de aprovechamiento permanentes sobre aguas subterráneas hasta un caudal de 2 l/s en la III región, siempre y cuando las captaciones se hayan construido antes del 30 de junio de 2004 (lo que se acredita mediante una declaración simple del solicitante). Gracias a esta disposición legal se buscó sanear la situación irregular en que se encontrasen pequeños propietarios agrícolas.

El plazo para presentar las solicitudes a la DGA se cerró en una primera instancia el pasado 16 de diciembre de 2005 [15]y hasta entonces se habían recibido alrededor de 500 peticiones, las que están actualmente en proceso de aprobación. Se estima que, de ellas, habría unas 300 localizadas al interior de la cuenca del río Copiapó, lo que supondrá un incremento de los derechos de aprovechamiento legalmente constituidos de alrededor de 600 l/seg.

- Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas

En la página web de la DGA (www.dga.cl), se encuentra el listado de derechos de aguas otorgados en la cuenca del río Copiapó. En total se contabilizan 200 pozos para la comuna de Copiapó y otros 207 para Tierra Amarilla. Los caudales máximos concedidos son 9.528 l/s y 11.033 l/s, respectivamente, los que equivaldrían a un volumen total para la cuenca de 648 Mm^3/año si todos ellos estuviesen en permanente funcionamiento. A esta cifra convendrá sumar un caudal de 600 l/s (19 Mm^3/año), cuyo destino será el riego agrícola, en virtud del Artículo Transitorio nº 4 de la Ley Nº 20.017

En resumen, a la fecha la DGA habría entregado derechos (de agua subterránea) constituidos y en trámite por un total de 21.161 l/s los que equivalen a un máximo de 667 Mm^3/año.

Un trabajo muy importante para el manejo de estos recursos, es la actualización del Catastro de la DGA de 2003 (Anexo 8.1), el que cuenta con una descripción del estado en

[15]Aunque durante la elaboración de este informe se volvió a abrir el plazo de postulación, cerrándose nuevamente el 16 de junio de 2006.

que se encuentra cada pozo y el detalle de las horas de funcionamiento. Sobre esta misma tabla se podría completar y actualizar la información relativa al número de expediente (DGA 2006) y, de ser posible, convendría revisar la información relativa a sus coordenadas geográficas, nombre del propietario, destino de las aguas, derechos constituidos o en trámite, etc.

- Catastro de Pozos

Los primeros catastros de pozos realizados en la cuenca del Río Copiapó datan de 1963. En esa fecha Italconsult contabiliza 18 pozos (y otros 25 fuera de uso). Más adelante, en 1987, la DGA ya registra 167 y la cifra siguió subiendo paulatinamente en la medida en que se constituyeron nuevos derechos.

En 1995, Álamos y Peralta (DGA 1995), a partir de información previa y de la aplicación de una encuesta realizada en terreno elaboró un "Catastro de Derechos" dónde a cada pozo se le asignaron sus características de ubicación geográfica y derechos. De los 440 pozos catastrados, 231 estaban operando en esa fecha y 207 estaban fuera de uso.

De los pozos en operación 138 se encontraban con derechos, 45 estaban en trámite y otros 46 no disponían de derechos de explotación. El volumen total de Derechos de Aprovechamiento entregados en 1995 era de 13.157 l/s, más otros 5.012 l/s correspondientes a solicitudes en trámite.

Dentro de este mismo trabajo de 1995 se analizaron los expedientes existentes en las oficinas regionales de la DGA, estableciendo que 289 de los 440 pozos catastrados tenían relación con 272 expedientes (Derechos Concedidos, En Trámite o Casos Especiales); de manera que el resto (151 pozos) se encontraban a la fecha sin derechos (46 operando y 105 sin uso).

En el estudio presentado por la DGA en 2003, se realizó una revisión del catastro de pozos existentes en la cuenca contando con apoyo de trabajo de terreno, el que fue realizado durante los años 2001 y 2002. De este modo se actualizó la información relativa al Catastro de Pozos. Así lo acredita la información contenida en la tabla elaborada, la que cuenta con el detalle del tiempo de funcionamiento y el caudal que extrae cada pozo (Anexo 8.1). El número de pozos registrado en este caso fue de 442. En base a esta información, que incluyó levantamiento de terreno, se cuenta con valores más aproximados a la extracción real que ocurre en la cuenca.

Entre las principales conclusiones que se derivan de este catastro (DGA 2003) se puede destacar (Tabla 26):

- El volumen anual extraído se estima del orden de 140.4 Mm^3/año.
- Los sectores con mayor volumen de extracción son La Puerta - Malpaso (32%) y Malpaso – Copiapó (23%) (Figura 20).

- Para fines de riego se estaría extrayendo un volumen estimado en 106 Mm^3/año (75%).

- La segunda actividad en importancia es la minería con 17,7 Mm^3/año (13%) y la tercera son los servicios sanitarios (consumo humano), que representa un volumen de 13,6 Mm^3/año (10%) (Figura 19).

- Es notoria la ausencia de información relevante en los datos aportados por la DGA en 2003. Por ejemplo, en el sector 1 se reconoce la presencia de pozos empleados para la agricultura (9 en total) pero no se registra información sobre los volúmenes de agua extraída desde ellos. Se desconoce la razón de esta falta de información, la que sólo sería posible de subsanar con trabajo de terreno.

- Se presume que los valores correspondientes a otros sectores también pueden estar subdimensionados debido a complicaciones en el acceso a pozos en operación, las que pudieron presentarse al momento de realizarse las campañas de terreno (2001-2002).

Tabla 26: Aprovechamiento de Aguas Subterráneas según sectores del río Copiapó.

Sector	Riego Mm^3/año	Industria Mm^3/año	Minería Mm^3/año	S. Sanit. Mm^3/año	Vol. Total ext. Mm^3/año	Total pozos (número de pozos)
1 - Arriba Embalse Lautaro	0	0	0	0	0,0	26
2 - Embalse Lautaro - La Puerta	29,3	0,0	0,0	0,0	29,3	45
3 - La Puerta - Malpaso	41,1	2,5	0,0	0,8	44,4	74
4 - Malpaso-Copiapó	2,4	0,5	16,7	12,6	32,1	52
5 - Copiapó-Piedra Colgada	22,3	0,1	1,0 (1)	0,0	23,4	67
6 - Piedra Colgada-Angostura	11,0	0,0	0,0	0,1	11,2	34
Total	106,1	3,0	17,7	13,6	140,4	298

Fuente: DGA, 2003.

(1) La División Mantoverde de la compañía Anglo American-Chile informó a Golder durante la realización de este estudio que el aprovechamiento de recursos hídricos desde pozos en el sector Copiapó-Piedra Colgada, debido a la minería, asciende a 2,4 Mm^3/año.

Tabla 26: Aprovechamiento de Aguas Subterráneas según sectores del río Copiapó. (Cont.) (%)

Sector	Riego %	Industria %	Minería %	S. Sanit. %	Volumen Total extraído	Total pozos (número de pozos)
1 - Arriba Embalse Lautaro	0%	0%	0%	0%	0%	9%
2 - Embalse Lautaro - La Puerta	21%	0%	0%	0%	21%	15%
3 - La Puerta - Malpaso	29%	2%	0%	1%	32%	25%
4 - Malpaso-Copiapó	2%	0%	12%	9%	23%	17%
5 - Copiapó-Piedra Colgada	16%	0%	1%	0%	17%	22%
6 - Piedra Colgada-Angostura	8%	0%	0%	0%	8%	11%
Total	75%	2%	13%	10%	100%	100%

Fuente: DGA, 2003.

Figura 19: Porcentaje de extracciones de agua desde pozos según tipo de usuario

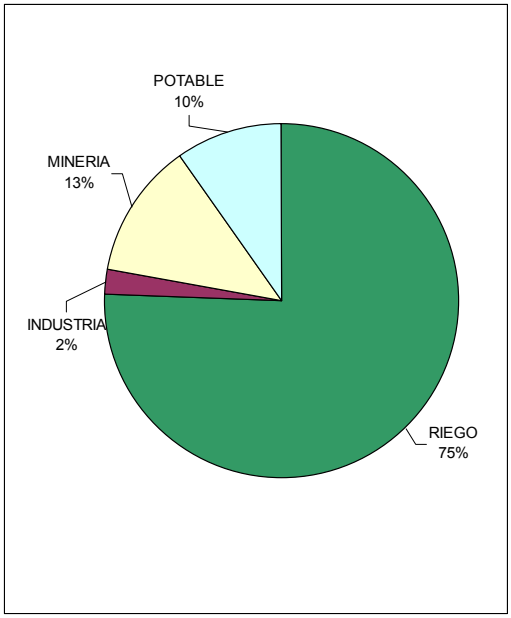
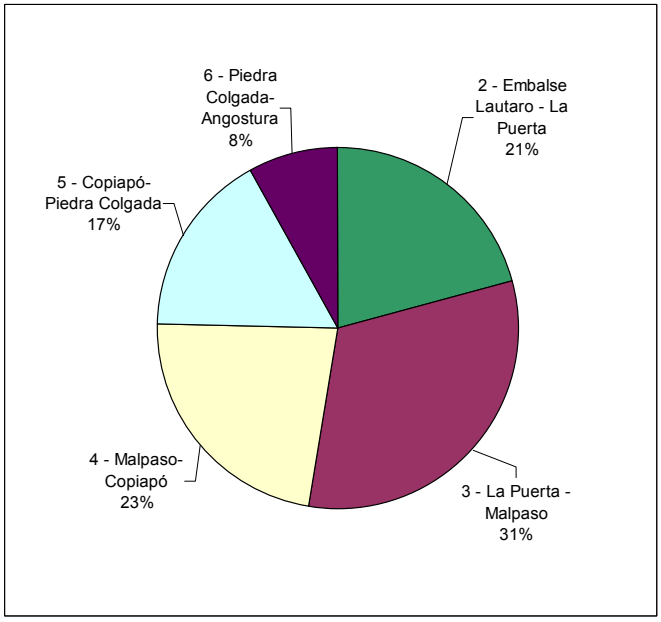


Figura 20: Porcentaje de extracciones de agua desde pozos según sector de estudio.



Según el catastro de DGA 2003, 298 pozos estaban operativos a esa fecha mientras que 144 estaban sin uso por diversos motivos (en construcción, abandonados, en reparación, aterrados, etc.). Cabe señalar que en el primer sector hay 26 pozos de riego que no tienen asociada información sobre volumen de explotación (según DGA 2003), aún cuando consta que éstos son explotados normalmente para riego agrícola (JVRC 2006, com. personal).

Es probable que esta ausencia de información afecte también a otros sectores y rubros productivos, de manera que los valores aportados por la DGA en el 2003 sólo deben ser adoptados de manera referencial, hasta tanto no se realice una actualización de los datos

con un levantamiento de terreno. Para efectos de este estudio se ha trabajado con la base de datos de la DGA sin actualizar la información, puesto que esta actualización no sería completa.

- Evolución de las extracciones desde pozos a lo largo del tiempo

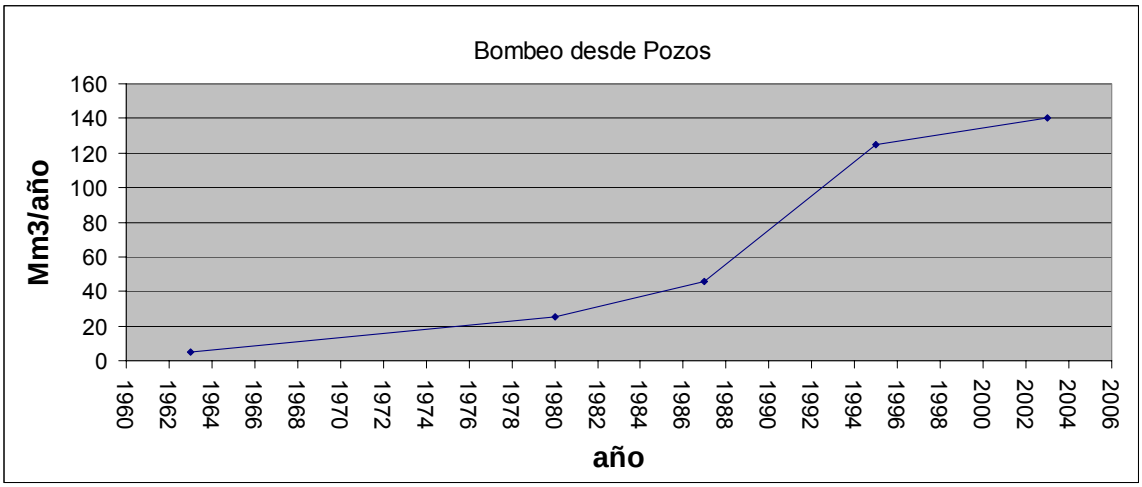
El bombeo de agua desde pozos se ha incrementado significativamente desde los años sesenta hasta la fecha. Observando los valores reflejados en los informes disponibles se estima que el valor ha crecido desde alrededor de 5 Mm^3/año que pueden estimarse a partir de la información recogida por Italconsult en 1963, hasta los 140 Mm^3/año que se derivan del catastro de la DGA, realizado en el 2002 (DGA 2003) (Tabla 27, Figura 21).

Tabla 27. Volúmenes de bombeo desde pozos a lo largo del tiempo según las fuentes

Fuente de Información	Año	Bombeo desde Pozos
Italconsult (*)	1963	5,0
Uri Hammer	1980	25,1
DGA - Álamos y Peralta	1987	45,5
DGA - Álamos y Peralta	1995	124,5
DGA	2003	140,0

(*) Estimación aproximada en base a información entregada en el informe.

Figura 21. Evolución del Bombeo desde Pozos 1963 - 2003



Fuente: Elaboración propia a partir de informes indicados en tabla 27

3.3 Producción agrícola vs consumo de agua

Los volúmenes de agua aprovechados para la agricultura por pozos y canales se estima que suman un volumen del orden de 138 Mm^3/año (106 Mm^3/año mediante pozos, según datos de la DGA 2003, más 32,3 Mm^3/año extraídos desde canales, según estimación realizada en base a datos proporcionados por la JVRC). Esta cifra puede contrastarse con la información actualizada disponible sobre la superficie efectivamente cultivada a la fecha y las tasas de riego generalmente admitidas. Estos últimos han sido incluidos por la DGA en sus informes de 1995 y 2003, los que están basados en trabajos de DGA – Ipla de 1994. Además se dispone de cálculos de tasas de riego para la vid aportados por la JVRC (JVRC, 2006 comunicación personal).

Los cultivos agrícolas ocupan una extensión de 9.299 ha en la cuenca del Río Copiapó según la información aportada por el Censo Nacional Agropecuario de 1997, actualizada con el registro de frutales que aportó el Censo Frutícola (CIREN, 2005). En efecto, según este censo, los frutales alcanzarían a esa fecha 8.151 ha, de los cuales un 83% corresponden a uva de mesa y un 14% son olivares (Anexo 4).

Un 98% de la uva de mesa está regada mediante riego por goteo, mientras que en el caso del olivo esta cifra alcanza al 50% (CIREN, 2005). La tasa de riego para la vid, según DGA 1995 y 2003, se estima se encuentra en un rango entre 9.980 m^3/Ha/año y 9.080 m^3/ha/año (lo que equivale a 0,3 l/s), aunque otros cálculos agronómicos realizados permiten incrementar la cifra hasta los 12.000 m^3/ha/año (JVRC 2006, comunicación personal).

Por otra parte, entre personas relacionadas con el sector agrícola se maneja la necesidad de contar con 1 l/s por ha de uva de mesa sometida a riego por goteo, a fin de aportar a estos cultivos el caudal necesario durante 6 de los 12 meses del año.

Considerando las tasas de riego aportadas por la DGA 1995, Ipla 1994 y la JVRC resultaría un consumo anual de agua en la cuenca para la agricultura del orden de 128 Mm^3 (Tabla 28). Mientras que si consideramos una tasa de riego de 1 l/s para uva de mesa durante 6 meses al año, la cifra total asciende a 154 Mm^3/año. Por tanto, la estimación entregada sobre el volumen de agua que se dedica a la agricultura mediante pozos y canales (138 Mm^3/año) se encuentra dentro del rango de valores posibles (128-154 Mm^3/año).

Atendiendo al tiempo transcurrido desde que se realizó el último levantamiento de terreno y a la ausencia de información en pozos agrícolas (en el sector 1, principalmente) es que se recomienda la actualización de este catastro, a fin de contar con información precisa sobre el nivel de explotación de los pozos.

Tabla 28: Estimación del volumen de agua empleado anualmente por la agricultura.

Tipo de cultivo	Total Superficie (ha)	Tasa Riego (rango) (m^3/ha/año)	Tasa Riego empleada (m^3/ha/año)	Total Consumo (Mm^3/año)
Vides (2)	6.775		12.000 (4) 15.768 (5)	81 - 107
Hortalizas (1)	1.030	13.510 – 12.281 (3)	12.895	13
Praderas (1)	118	38.170 – 34.704 (3)	36.437	4
Otros Frutales (2)	1.376	22.240 – 20.214 (3)	21.227	29
Total	**9.299**			**128 - 154**

(1) VI Censo Agropecuario Nacional, INE 1997
(2) Censo Frutícola, CIREN 2005
(3) DGA 1995, 2003: DGA-Ipla , 1994. Se empleo el valor promedio.
(4) JVRC 2006, comunicación personal
(5) Tasa de riego equivalente a un caudal de 1 litro/seg por hectárea, en promedio, durante 6 meses al año.

3.4 Producción minera vs consumo de agua

El aprovechamiento de agua subterránea por parte de la minería alcanza un volumen de 17,7 Mm^3/año, según los datos aportados por la DGA al 2003. Resulta igualmente de interés, poder contrastar este valor de extracción, con los que se derivan de relacionar los consumos propios de esta actividad con los volúmenes de producción. De este modo, de manera similar al análisis realizado para la agricultura, se podrán observar las posibles coincidencias o diferencias que presenten ambas cifras.

La estimación de los volúmenes de agua empleados por la industria minera se ha calculado relacionando las tasas de consumo promedio de agua por tonelada de material procesado, con la capacidad de procesamiento con que cuentan las compañías mineras presentes en la cuenca.

Según lo indicado por el Decreto 743 del MOP [16], la tasa de consumo de agua en procesos de lixiviación asciende a 0,4 m^3/Tn procesada, mientras que en procesos de flotación se indica un consumo de 0,8 m^3/Tn procesada en plantas que cuentan con una producción diaria mayor de 8.000 Tn/día y 2,0 m^3/Tn para plantas que procesan una cantidad igual o mayor de 8.000 Tn /día.

Información reunida en las entrevistas desarrolladas dentro de este estudio indica que la tasa de consumo del agua en la minería del cobre, aplicando procesos de flotación, puede oscilar entre 0,6 y 1 m^3 de agua por Tn de material procesado. En plantas que aplican porcentajes de reciclado y recuperación del agua del 70% es posible reducir el consumo

[16] Decreto 743, de 30 de Agosto de 2005, del MOP que "Fija Tabla de Equivalencias entre Caudales de Agua y Usos, que refleja las prácticas habituales en el país en materia de aprovechamiento de aguas".

hasta un valor de 0,4 m^3/Tn procesada (Compañía Minera Candelaria, 2006, comunic. personal).

Es posible disponer de un orden de magnitud de la capacidad diaria de tratamiento instalada en la cuenca del Río Copiapó en base a la información facilitada por Sernageomin (Anuario de la Minería, Sernageomin 2004). Seleccionando las plantas efectivamente instaladas dentro de la cuenca se obtiene un total de 91.880 Tn para procesos de flotación (90.710 Tn de cobre y 1.170 Tn de oro) y 73.000 Tn para lixiviación (3.000 Tn para producción de cobre y 70.000 Tn para el oro).

Multiplicando las tasas de consumo de agua con los valores de capacidad de producción resulta (Tabla 29):

- Para procesos de flotación, con tasas de consumo situadas entre 0,4 y 1 m^3/Tn, el requerimiento de agua en la cuenca se encontraría en un rango de 13 a 34 Mm^3/año.
- Para procesos de lixiviación, con una tasa de consumo del orden de 0,4 m^3/Tn, el requerimiento de agua se estima en 11 Mm^3/año.

Cabe señalar que las cifras indicadas se corresponden con la capacidad de producción diaria instalada, las que previsiblemente pueden estar ocurriendo en la actualidad debido al precio de los metales.

Tabla 29: Estimación del volumen de agua empleado anualmente por la minería.

Tipo de proceso	Capacidad instalada (Tn) / día	Tasas de consumo de agua por Tn procesada (m^3/Tn)	Tasas de consumo empleadas (m^3/Tn)	Consumo de Agua Mm^3/año
Flotación	91.880	0,8 - en plantas con > 8.000 Tn /día (1) 2.0 - en plantas con ≤ 8.000 Tn /día (1) 0,6 hasta 1 (2) 0,4 maximizando reciclado (3)	0,4 – 1	13 - 34
Lixiviación	73.000	0,4 (1)	0,4	11
Total	**164.880**			**24 - 44**

(1) Decreto 743, de 30 de Agosto de 2005, del MOP
(2) Información reunida por Golder S.A.
(3) Comunicación de Compañía Minera Candelaria, 2006

De lo anterior se deduce que en la cuenca del río Copiapó existe una capacidad de producción minera instalada capaz de demandar un volumen de agua situado entre 24 Mm^3/año y 44 Mm^3/año. Comparando estas cifras de consumo teórico de la industria minera de la cuenca atendiendo a su capacidad máxima, con las que presenta el catastro de pozos de la DGA en 2003 (que ascienden a 18 Mm^3/año), se deduce que las cifras aportadas por la DGA en esa fecha son inferiores en, al menos, 6 Mm^3/año a las que resultan de este cálculo teórico.

Atendiendo a la diferencia que presentan estas cifras y a la amplitud de los rangos teóricos calculados, es que se sugiere la actualización de este catastro a fin de contar con información más precisa sobre el nivel de explotación en los pozos mineros.

3.5 Población vs consumo de agua

El mismo contraste realizado anteriormente para las producciones agrícolas y mineras puede realizarse también para el caso del agua empleada para consumo humano.

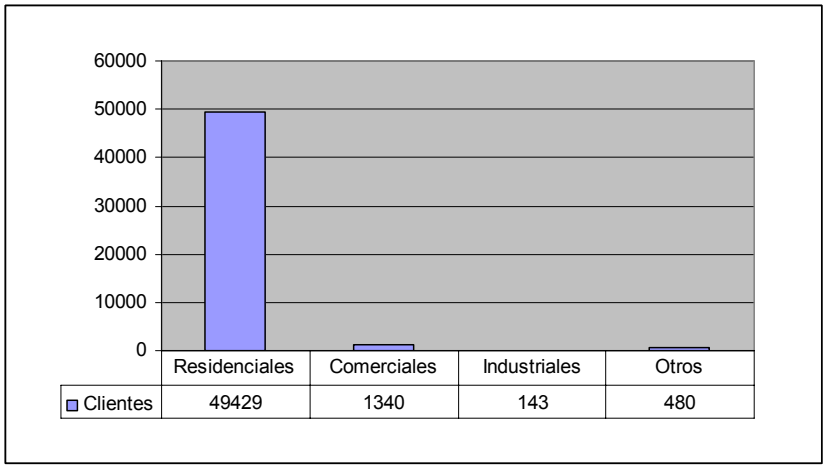
Aguas Chañar S.A es la empresa que abastece de agua potable y provee de servicios sanitarios a la población situada en la Cuenca del Río Copiapó. La información facilitada por esta empresa dentro de los alcances de este estudio permitió una adecuada caracterización de los niveles de consumo de agua potable en la Cuenca del Río Copiapó. Esta empresa cuenta con un total de 51.392 clientes. Su distribución, según el destino del agua, muestra un claro predominio del uso domiciliario (49.429 clientes, 96,18%), en relación con los usos comerciales (1.340 clientes, 2.61%) e industriales (143 clientes, 0,28%) (Tabla 30. Figura 22).

Tabla 30: Distribución de clientes de Agua Chañar S.A. según tipo de uso

	Cantidad de clientes					
Tipo de uso	**Copiapó**	**Tierra Amarilla**	**Caldera**	**Chañaral**	**Total**	**%**
Residenciales	37621	2196	6130	3482	49429	96,18
Comerciales	830	70	195	245	1340	2,61
Industriales	70	10	34	29	143	0,28
Otros	227	26	86	141	480	0,93
Total	38748	2302	6445	3897	51392	100

Fuente: Aguas Chañar S.A.

Figura 22: Cantidad de clientes de Aguas Chañar según tipo de uso.



Durante el año 2005 esta empresa suministró a sus clientes un total de 18.097.551 m^3 de agua. El mayor volumen fue destinado a las viviendas mientras que cantidades inferiores se entregaron a industrias y servicios municipales. Por núcleos de población abastecidos, destaca Copiapó dónde se facturaron 14,3 Mm^3/año, seguida muy de lejos por Caldera (1,8 Mm^3/año) y Chañaral (1,0 Mm^3/año) (Tabla 31).

Tabla 31: Volumen de agua potable facturado según localidad por Aguas Chañar.

Localidad	Volumen facturado (Mm^3/año)
Copiapó	14.3
T. Amarilla	1.0
Caldera	1.8
Chañaral	1.0
TOTAL	**18.1**

Fuente: Aguas Chañar S.A.

Existe una variación en el consumo a lo largo del año. El mes de mayor consumo tradicionalmente es enero, en el que la demanda de la población asciende a 1.0 Mm^3, mientras que el mes de menor consumo es agosto, en que sólo se alcanza a consumir un total de 0,76 Mm^3 de agua.

Aguas Chañar capta recursos hídricos desde 21 pozos. Estos están situados en el área de Vicuña, Placilla, San Miguel, Rosario y Nantoco, pertenecientes al tramo Malpaso - Copiapó (Tabla 32).

Tabla 32: Localización de los pozos y derechos de agua para uso potable.

Nº Pozos	Localización		Profundidad	Caudal l/s	Localidad
	Norte	Este			
5	6971309	369109	70 m.	175	Vicuña
5	6970538	370409	100 m.	320	Placilla
4	6968903	371043	100 m.	290	San Miguel
3	6971272	368202	60 m	120	Rosario
4	6963922	374547	100 m. / 73 m.	150	Nantoco

Fuente: Aguas Chañar S.A.

El agua es trasladada por tuberías hasta los centros de tratamiento, lugar dónde el recurso es sometido a un proceso de potabilización que consiste en la cloración y fluoración. Una red de estanques, bombas y conductos distribuye finalmente el agua a la población y las industrias.

Esta empresa posee derechos de aguas legalmente constituidos mediante Resolución DGA Nº 4051 de fecha 23/12/2003, por un monto de 1.055 l/s, lo que equivale a un capacidad de extracción máxima de 33,37 Mm^3 de agua al año.

Las pérdidas del sistema de agua potable y alcantarillado que finalmente se infiltren hasta la napa fueron estimadas por la DGA en 1987 en un porcentaje del 15 % del volumen extraído. Considerando que en esa fecha la producción de agua potable en el valle alcanzaba a 9,65 Mm^3/año, la infiltración hacia la napa fue estimada entonces en un valor anual de 1,45 Mm^3/año (DGA 1987). Según la DGA, en 2003 las pérdidas desde los sistemas de agua potable y alcantarillado se estimaban en 5,8 Mm^3/año, valor que se puede considerar válido en la actualidad (Aguas Chañar 2006. comun. personal).

Siendo la facturación del orden de 18 Mm^3/año y estimando las pérdidas del orden del 5,8 Mm^3/año, se puede evaluar la producción de los pozos de bombeo en unos 23,8 Mm^3/año. Este valor es superior al indicado por la DGA en 2003 en su catastro de pozos, pues la cifra reportada sólo alcanzaba a 13,6 Mm^3/año. En consecuencia, la explotación de agua desde pozos aportada por la DGA en 2003 está subdimensionada con respecto a la realidad en, al menos, 10 Mm^3/año.

Esta situación sugiere la necesidad de actualizar de la información relativa a los pozos dedicados a consumo humano, a fin de conocer de forma precisa sus volúmenes de explotación.

4 ANALISIS DE LA INFORMACION REUNIDA

4.1 Evaluación de la información disponible

4.1.1 Informes Consultados

En el marco de este estudio se reunió información de diversas fuentes, incluyendo bancos de datos de servicios públicos, entrevistas personales, bibliografía y cartografía disponible en el IGM e Internet (ver Anexo 12. Bibliografía). Una selección de ésta tiene relación con el cálculo del Balance Hidrológico e Hidrogeológico. Estos cálculos constituyen la base de trabajo sobre la cuál proponer un Modelo de Gestión Sustentable de los Recursos Hídricos. A continuación se enumeran los informes seleccionados y se entrega un análisis del nivel de confianza que puede asignarse a los datos que éstos contienen:

- Plan Maestro de Acción Inmediata para el Desarrollo de los Recursos de Agua y Suelo del Valle de Copiapó. Uri Hammer M, y Asociados, 1980

- Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos Valle del Río Copiapó, III Región, Modelación de los Recursos Hídricos. Dirección General de Aguas. 1987

- Análisis y Evaluación de los Recursos Hídricos en el Valle del Río Copiapó, III Región. Dirección General de Aguas. 1995

- Estudio Hidrogeológico del Valle del Río Copiapó, Segmente Embalse Lautaro-Piedra Colgada, Región Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. 1999

- Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos de Valle del Río Copiapó. Dirección General de Aguas. 2003

- Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuenca del Río Copiapó. Dirección General de Aguas. 2004

Los informes de 1999 y 2003 son los estudios más completos disponibles, pues incluyen información confiable sobre las condiciones geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de la cuenca, a juicio de los expertos de Golder. Estos estudios comprenden el cálculo de un balance de aguas detallado el que ha sido desarrollado empleando modelos computacionales (Modflow). Por su parte, el informe elaborado por la DGA en el 2004 proporciona una visión detallada de la calidad del agua superficial.

Golder considera que estos tres informes son los más adecuados, entre todos los consultados, para los objetivos de este estudio, particularmente en lo relativo a determinar un Balance Hidrológico de Largo Plazo. Para el diagnóstico de la situación actual se reunió información de niveles freáticos procedente de distintas fuentes, para el periodo 1963 – 2005 (Anexo 8.2).

Aunque haya sido reunida información desde todos los estudios, estos tres informes

constituyen la fuente principal de diagnóstico de Golder sobre las condiciones hidrogeológicas en el río Copiapó. En particular, cabe señalar que el balance de agua ha sido tomado desde el informe de la DGA del 2003. Además, este establece las relaciones existentes entre las propiedades físicas del acuífero y los volúmenes de agua que contiene.

El informe elaborado por Uri Hammer en 1980 también constituye una buena base de referencia con relación a las propiedades del acuífero, las fuentes de recarga y descarga. Incluye una evaluación detallada de los parámetros físicos como los coeficientes de infiltración. El balance de agua corresponde al existente en la fecha de ese informe y por lo tanto proporciona una visión detallada de las condiciones históricas del valle, antes de que se incrementaran los niveles de extracción.

4.1.2 Origen y Nivel de confianza de la información

Los valores que van a ser empleados en los balances hídricos (hidrológicos e hidrogeológicos) proceden de diversas fuentes y están relacionados con distintos periodos de tiempo. El origen de los datos y el nivel de confianza de cada uno de ellos se describe a continuación.

- Información relacionada con la Recarga

a) Origen de la Información

Precipitación:

- Información Pluviométrica: procede de seis estaciones con 33 años de registro 1967-2000 (Jorquera en La Guardia, Hacienda Manflas, Embalse Lautaro, Los Loros, Pastos Grandes and Copiapo (DGA 2003, página 18-24). A partir de estos datos se calcularon:

    1) Promedio de precipitaciones (en mm/año);

    2) Varianza;

    3) Probabilidad de excedencia 10%, 50%, 85%

- La infiltración hasta el acuífero de las aguas lluvias caídas en el fondo del valle del Río Copiapó se considera insignificante, según lo expuesto por diferentes informes (DGA 1987, DGA 2003, etc.). El acuífero es recargado gracias a la infiltración de parte del caudal que discurre por el río Copiapó y por las pérdidas que tienen los sistemas de regadío.

Aguas superficiales:

- Información Fluviométrica: procede de ocho estaciones seleccionadas que cuentan con un periodo de registro de 35 años (1964-1999) (Jorquera en Vertedero, Pulido en Vertedero, Manflas en Vertedero, Copiapó en Lautaro, Copiapó en Pastillo, Copiapó en La Puerta, Copiapó en Copiapó, Copiapó en Angostura), (DGA 2003, página 28-34), para las que se calculó lo siguiente:

    1) Caudal promedio (m^3/s)

    2) Probabilidad de excedencia 10%, 50%, 80%.

- Extracción superficial hacia canales de irrigación: procede de tasas de extracción agrupadas en nueve distritos y relativa al período comprendido entre 1979 y 1975 (U. Hammer, 1980 y DGA 2003, pagina 80). Se contó además con información actualizada al 2005 facilitada por la Junta de Vigilancia del Río Copiapó.

Infiltración de aguas de riego:

- Infiltración por pérdidas desde los canales de irrigación: esta información está basada en estimaciones de la diferencia existente entre la entrada de aguas a los sistemas de regadío y las salidas por evapotranspiración (DGA, 2003, página 89).

- Los valores empleados para la infiltración del agua desde sistemas de riego está contenida en informes realizados en los años 1979 (U. Hammer 1980), 1987, 1995 y 2003 (todos de la DGA) los que cuantifican la cantidad de áreas cultivadas, el uso de la tierra y el tipo y eficiencia de cada uno de los sistemas de irrigación empleados (DGA 2003, página 90).

Infiltración por agua potable:

- La infiltración por agua potable está basada en los registros proporcionados por EMSSAT durante el período comprendido entre 1995 y 2001 en el sector Mal Paso – Copiapó. Los datos fueron proyectados para cubrir un período de 15 años (DGA, 2003, pagina 91).

- Información complementaria actualizada al 2006 fue aportada por Aguas Chañar S.A.

- La infiltración se asume como la diferencia entre la cantidad de agua producida y la cantidad facturada.

Flujo subterráneo lateral de entrada:

- El flujo lateral de entrada se basa en un "promedio histórico" estimado alrededor de 1.000 l/s (DGA 2003, página 97), el que está apoyado en cálculos realizados en informes anteriores (DGA 1987 y 1995).

- Hay estimaciones generales acerca de los flujos que aportan quebradas laterales (Calquis 50 l/s, Cerrillos 50 l/s y Paipote 250 l/s) (DGA 2003, página 97).

b) Nivel de confianza

El nivel de confianza en los datos relacionados con la recarga se considera intermedio. Ello se debe a que:

- Todos los datos de recarga fueron estimados en base a un porcentaje de pérdida de las fuentes respectivas de agua superficial, las que en su momento fueron medidas o extrapoladas. Así consta en diversos registros y estimaciones de infiltración que fueron desarrollados en los informes elaborados en 1980 (U. Hammer, 1980) y en 1987 y 1995 (DGA).

- Actualmente no existen medidas reales de coeficientes de infiltración para los distintos tipos de suelos y condiciones de la cuenca. Los datos aportados por los respectivos autores no fueron chequeados con métodos alternativos como el método de concentración de Cl o un balance de agua de suelo detallado para la zona no-saturada.

- Teniendo en cuenta que los valores aportados están destinados a realizar estimaciones para periodos amplios de tiempo, se considera que éstos son adecuados para establecer un orden de magnitud.

- Información relacionada con la Descarga

a) Origen de la Información

El flujo de salida de aguas subterráneas desde el acuífero se basa en la siguiente información:

Evaporación y Evapotranspiración:

- Evaporación y evapotranspiración (cultivos): el cálculo se basa en la cantidad de áreas cultivadas, la eficiencia de riego y el tipo de cultivo para los años 1987, 1994 y 1995 en cada uno de los seis sectores. También incluye una valoración de la demanda de agua para riego asociada a cada sector, la que fue realizada en 1995 (DGA 1995, DGA 2003, páginas 38 a 41).

- Evaporación y evapotranspiración (vegas naturales): esta información procede de cálculos realizados por distintos autores (Uri Hammer, 1980, DGA 1987 y DGA 1995) en base a la extensión de las vegas en esos años y a tasas promedio estimadas para tres clases de vegetación diferente (DGA 2003, paginas 42-45);

Flujos de salida en afloramientos y vertientes y flujo base:

- Estos ocurren, principalmente, en el lecho del río, cuando la superficie del terreno entra en contacto con el nivel de las aguas freáticas. La ubicación de estos sectores y el registro de caudales asociado a estos afloramientos es, por lo general, poco precisa en los informes consultados (Uri Hammer, 1980, DGA 1987, 1995 y 2003).

Flujo lateral de salida:

- El flujo lateral de salida es considerado de 0 a 10 l/s debido al estrechamiento del valle y a la reducción de la profundidad que registra el basamento rocoso. Las aguas subterráneas suben a la superficie para convertirse en caudal de flujo base. Este valor se asume que es constante en el tiempo y no está basado en un período de años definido (DGA 1995 y 2003).

Bombeo de agua subterránea:

- El volumen de aguas subterráneas bombeado de manera artificial se basa en catastros de pozos realizados en cinco períodos distintos que incluyen los años 1963, 1980, 1987, 1995 y 2003. El catastro realizado para el informe presentado por la DGA en el 2003 contiene la información reunida en campañas de terreno realizadas en el 2001 y 2002 y, por ello, se considera la fuente disponible más actualizada sobre los niveles de extracción por bombeo en la cuenca.

b) Nivel de confianza

El nivel de confianza que se asigna a los datos de descarga se estima de bajo a intermedio. Las razones para ellos son:

- Todos los parámetros que fueron estimados en base a un porcentaje de pérdida disponen de una confiabilidad baja, pues no han sido contrastados frente a mediciones reales que representen las distintas condiciones geográficas de la cuenca o consideren distintos años. En este caso se encuentran la evaporación, la evapotranspiración, el flujo procedente de vertientes y los componentes del flujo base.

- En varios informes se recogen datos puntuales procedentes de trabajos de terreno. No obstante, estas mediciones no han sido continuas en los mismos lugares ni a lo largo del tiempo. Además los datos no fueron chequeados con métodos alternativos como un análisis de caudales de flujo base.

- Un nivel de confianza intermedio se asigna a los datos de bombeo de aguas subterráneas. Estos se basan en registros realizados de manera puntual y presentan detalles sobre el nivel de extracción de la mayoría de los pozos visitados. Sin embargo, esta situación puede haber cambiado considerablemente desde el año 2001 hasta el presente.

- Se considera que los datos de descarga reunidos son adecuados para estimar las condiciones generales de la cuenca; es decir, que son suficientemente confiables en el entendido que el propósito de estos estudios es establecer un orden de magnitud.

- Información de parámetros hidráulicos

a) Origen de la información

Los parámetros hidráulicos usados en el modelo están basados en evaluaciones realizadas en el contexto de informes específicos. Por lo tanto son datos puntuales que reflejan las condiciones del acuífero en el lugar y en el momento preciso en que se realizaron las mediciones.

Transmisividad:

- Los datos están basados en la respuesta de pozos a diferentes niveles de bombeo. En particular, estos análisis fueron realizados por Álamos y Peralta en 1987 y están recogidos en informes posteriores (DGA 2003, página 114). Este análisis no se basa en datos de pruebas de bombeo de largo plazo.

Conductividad hidráulica:

- El valor de la transmisividad fue dividido por el espesor saturado (DGA, 1987) para obtener la conductividad hidráulica horizontal de los depósitos.

- La conductividad hidráulica vertical fue ajustada a 1/10 de la conductividad hidráulica horizontal. Este es un valor típico usado en depósitos sedimentarios estratificados.

Coeficiente de almacenamiento y porosidad:

- Los valores fueron estimados de manera general, independientemente del intervalo de tiempo al que correspondan (DGA, 1987, 1995, 2003; SERNAGEOMIN 1999). Conviene señalar que, con la depresión del acuífero, la transmisibilidad del acuífero y su capacidad de almacenamiento disminuyen. El primero se reduce debido a la disminución de la superficie saturada, mientras que la segunda lo hace por el asentamiento y subsidencia del suelo.

b) Nivel de confianza

El nivel de confianza que se estima poseen las propiedades hidráulicas es intermedio, debido a:

- La carencia de un plan de pruebas de bombeo desarrollado a lo largo de la cuenca, lo que se traduce en que las propiedades hidráulicas sean inciertas. Por el momento, estos valores se basan en relaciones empíricas y estimaciones del espesor saturado y el almacenamiento.

- No obstante, se presume que los datos son adecuados para estimar un orden de magnitud y realizar evaluación de carácter regional.

- Información de niveles freáticos y dimensiones del acuífero

a) Origen de la información

Las dimensiones del acuífero y los niveles de las aguas subterráneas se basan en los siguientes datos:

Secciones geológicas:

- Una sección geofísica longitudinal fue interpretada por SERNAGEOMIN (1999) para definir la profundidad del basamento rocoso en el centro del valle.

- La geología se basa en descripciones de perforaciones y muestras de suelo superficiales (Italconsult, 1963, SERNAGEOMIN 1999).

Volumen de almacenamiento de aguas subterráneas:

- El volumen de agua subterránea almacenada se basa en un coeficiente de almacenamiento propuesto por diferentes autores (para gravas y arenas conservadoramente se asume un 10%) y una geometría del acuífero basada en una sección longitudinal paralela al eje del valle (con un máximo de espesor saturado de 200 m) (DGA 1987, 1995, 2003; SERNAGEOMIN 1999).

- Basado en estos valores el volumen de aguas subterráneas almacenado asciende a 5270 Mm^3 (DGA 2003, páginas 53-54, 68).

Niveles de aguas subterráneas:

- La medición de los niveles de aguas subterráneas en pozos cubre un período que abarca desde 1963 hasta 2005. Estos datos han sido aportados por diferentes autores (Italconsult, 1963; Uri Hammer 1980; DGA 1987, 1995, 2003; SERNAGEOMIN

1999). La información del periodo 1999 – 2005 fue adquirida a la DGA en el contexto de este informe.

- El cálculo la profundidad promedio de las aguas subterráneas en cada sector está basado en las medidas realizadas entre 1987 y 1999 (DGA 1987, 1995, 2003; SERNAGEOMIN 1999).

b) Nivel de confianza

El nivel de confianza que se asigna en este estudio a las dimensiones del acuífero es bajo a intermedio, puesto que:

- Un nivel de confianza intermedio se debería asignar a la geología, la geometría del acuífero y a los niveles de aguas subterráneas. Estos datos se basan en mediciones directas realizadas de terreno.

- Un nivel de confianza bajo se asigna al volumen de almacenamiento de aguas subterráneas, puesto que se apoya en valores estimados.

Los datos reunidos relativos a las dimensiones del acuífero y su volumen almacenado se estima son adecuados para reflejar un orden de magnitud o bien realizar una evaluación de carácter regional.

4.2 Resumen de las principales características hidrogeológicas

A lo largo de este estudio se han identificado las propiedades físicas más importantes del acuífero, fruto del análisis de los diversos informes consultados. Se seleccionó la información más reciente que se consideró fidedigna sin entrar en la evaluación de su validez o certidumbre. Los estudios hidrogeológicos seleccionados permiten indicar que:

- Los recursos hídricos superficiales de la cuenca proceden, principalmente, de la parte alta de la cordillera de los Andes, dónde se producen precipitaciones en forma de lluvia y nieve en mayor cuantía que en la parte media y baja de los valles.

- Los recursos subterráneos en la cuenca del Río Copiapó están dentro de depósitos sedimentarios (gravas y arenas aluviales cuaternarias), los que rellenaron un basamento rocoso impermeable. La cuenca tiene una superficie de 18.450 km^2, con elevaciones desde el nivel del mar hasta los 6051 m. El valle tiene un ancho promedio de 1,5 km y una longitud de 145 km.

- Todos los trabajos consultados indican que el agua superficial y subterránea tienen flujos interconectados entre sí, como podría esperarse de un acuífero no confinado. El río Copiapó está hidráulicamente conectado con su acuífero, proporcionando una fuente de recarga y, en ciertos lugares (como en los estrechamientos de los valles) el río recibe aportes desde el acuífero (flujo base). El nivel del río puede ser considerado como el

nivel máximo de elevación del nivel freático. Sin embargo, si los niveles del acuífero declinan el nivel del río caerá, generando una progresiva disminución de los niveles y volúmenes de agua en superficie.

- El agua subterránea fluye desde las áreas de recarga (aguas arriba y abajo del embalse Lautaro) hasta las áreas de descarga (situadas predominantemente aguas abajo de Copiapó), aunque en algunos sectores (como en la Puerta) se producen afloramientos por la cercanía del basamento rocoso a la superficie.

- Los depósitos de gravas y arenas forman un acuífero no confinado con un espesor saturado medio del orden de 150 m. Los depósitos en el valle tienen una anchura de 250 a 1000 m. La transmisividad del acuífero varía entre 1.000 y 20.000 m^2/día y tiene una capacidad de almacenamiento de agua del 10%. La conductividad hidráulica varía entre 6 y 120 m/día.

- La recarga del acuífero ocurre debido a la infiltración de las aguas que fluyen por el río Copiapó y por infiltración desde los sistemas de regadío del valle. Según la DGA 2003, la infiltración desde el lecho del río es, con diferencia, el mecanismo más importante de recarga.

- El agua subterránea en el valle rellena los depósitos y se encuentra a profundidades promedio en un rango entre 4 y 25 metros por debajo de la superficie. En general, la distancia más grande desde la superficie hasta el nivel del agua se encuentra localizada en sectores aguas arriba de Copiapó. Aguas abajo de la ciudad, los niveles freáticos se encuentra más cercanos a la superficie.

- El gradiente hidráulico en promedio es del 1%. Los niveles freáticos en el acuífero son dinámicos. Fluctúan en el tiempo, dependiendo de las recargas y de las extracciones por bombeo. Se ha observado un descenso general en los niveles, con caídas de 2 a 40 m en los últimos 15 años. Pero, el año pasado, en algunos pozos se han registrado descensos de hasta 1 m por semana (Aguas Chañar, 2006, comunicación personal). La fluctuación más pequeña ocurre en la sección situada sobre el embalse Lautaro y aguas abajo de la ciudad de Copiapó. Las fluctuaciones más notables están localizadas entre ambos puntos.

- El tiempo de residencia del agua en el acuífero se estima del orden de 100 a 200 años, cuando esta percola en profundidad hacia el acuífero. Localmente, los recorridos del agua pueden ser mucho más cortos, lo que da como resultado tiempos de residencia menores.

- Hay tres vías principales para la salida del agua desde el acuífero. Estas son los afloramientos, la evapotranspiración desde terrenos de vega y las extracciones mediante bombeo.

- El afloramiento de agua contenida en los acuíferos ocurre cuando el nivel freático intersecta el nivel del suelo.

- La evapotranspiración se produce en terrenos de vega, lugar dónde los niveles freáticos están en contacto con las raíces de la vegetación natural.

- Las extracciones por bombeo ocurren en todos los sectores objeto de estudio, siendo las más intensas las que ocurren entre el Embalse Lautaro y la ciudad de Copiapó.

- Debido al estrechamiento que se produce al final de la cuenca (Angostura) y al ascenso del basamento rocoso, el flujo lateral del agua subterránea que sale desde el último sector hacia el mar es considerado mínimo (estimado en 10 l/s o 0.32 Mm^3/año). La mayoría del agua aflora y completa su recorrido como parte del flujo superficial del río.

- La composición química del agua subterránea es similar a la superficial. El agua tiene un pH cercano a neutro con una composición dominante de Ca y SO_4. El agua subterránea excede los límites de la norma de agua potable en SO_4 en todas las muestras analizadas, y esporádicamente excede los límites permitidos en TDS, Fe, Mn, y Mg. La calidad del agua va decayendo desde la cordillera hacia la costa.

5 BALANCES HIDRICOS

Un balance hídrico es un análisis comparativo de las entradas y salidas de agua de un sistema durante un periodo dado. Los balances pueden estar referidos a una cuenca en su conjunto, a segmentos de ella, a un embalse o a un acuífero. La utilidad de este tipo de análisis estriba en que demuestran el estado en que se encuentra el sistema, de manera similar a lo que ocurre en contabilidad.

Sintéticamente, el Balance Hídrico se expresa mediante una fórmula matemática que indica que la diferencia entre las entradas y salidas del sistema afecta al estado inicial “t” para llevarlo al estado final “t+1”

$$Estado_{t+1} = Estado_t + \sum_{i=1}^{N} Entradas_i - \sum_{j=1}^{M} Salidas_j$$

En este estudio reviste importancia conocer cuál es el balance de los recursos hídricos de la cuenca, tanto superficiales (los que se denominarán hidrológicos) como subterráneos (llamados hidrogeológicos). A continuación se enumeran los diferentes balances calculados, los que establecen la base teórica para poder proponer, más adelante, un modelo sustentable de aprovechamientos.

Es muy importante resaltar que cada balance tiene relación con un sistema en particular (embalse, acuífero, etc.) y un periodo de tiempo. En este estudio se ha procedido a calcular diversos balances a fin de reflejar las condiciones de cada sistema. Todos ellos están expresando lo que ocurre en el transcurso de un año.

Los balances se denominan de "*largo plazo*" cuando corresponden a un periodo de tiempo en el cual se han producido varios ciclos hidrológicos, que comprenden años secos y húmedos, de manera que permiten el cálculo de promedios anuales válidos para el espacio de tiempo considerado. Para los efectos de este informe se considera "largo plazo" un periodo de 30 años.

Estos son los balances desarrollados a continuación:

1. **Balance Hidrológico (aguas superficiales) de largo plazo por sectores** considerando los valores de caudal y aprovechamientos superficiales en promedio, obtenidos a partir de registros de 30 años.

2. **Balance Hidrológico (aguas superficiales) de largo plazo para el Embalse Lautaro**, aplicando también valores promedio en base a estadísticas de 30 años (caudales) y otros cálculos teóricos (evaporación)

3. **Balance Hidrológico (aguas superficiales) de largo plazo para el conjunto de la cuenca**, para un año promedio, reuniendo las mismas consideraciones indicadas anteriormente.

4. **Balance Hidrogeológico (aguas subterráneas) de largo plazo para el conjunto de la cuenca**, que considera valores promedio de diferentes parámetros y pretende reflejar la dinámica general del acuífero.

5. **Balance Hidrogeológico (aguas subterráneas) de largo plazo por sectores**, el que se elabora considerando los valores de ingresos y salidas propios de cada sector objeto de estudio.

5.1 Balances Hidrológicos (Aguas Superficiales)

5.1.1 Balance Hidrológico de largo plazo por sectores

Los balances hidrológicos por sectores se calculan de acuerdo a la siguiente relación:

Vol. Superficial de Entrada = Vol. Superficial de Salida (Ecuación 1)

Considerando:

- que se está evaluando una situación promedio válida para cualquier año, apoyada en registros fluviométricos obtenidos a lo largo de los últimos 30 años.

- que el Embalse Lautaro no tendrá una variación neta del volumen almacenado al final del periodo considerado.

- que el excedente de aguas superficiales que llega al final de la cuenca sale al mar.

Tendremos que:

Volúmenes de Entrada =	Caudal de Entrada en Río Copiapó	+
	Afloramientos	
Volúmenes de Salida =	Caudal de Salida en Río Copiapó	+
	Extracción Canales de Riego	+
	Infiltración Río Copiapó	+
	Evaporación	

Dentro de los volúmenes de "**entrada**" se encuentran los caudales medios anuales medidos en las estaciones fluviométricas (transformados a millones de m^3) y los afloramientos, es decir, aquellas aguas subterráneas que emergen a la superficie en el lecho del río, vertientes, manantiales, etc.

Las aguas que salen de la cuenca corresponden a los caudales extraídos por los canales de riego cuyo volumen se estimó en el punto "Aprovechamiento de Aguas Superficiales" del presente informe, y a la infiltración desde el río Copiapó cuyos valores se obtienen del estudio "Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Valle del Río Copiapó" Departamento de Estudios y Planificación. Dirección General de Aguas, MOP, Dic 2003. Completan las salidas los volúmenes registrados en estaciones fluviométricas situadas al final de la cuenca y estimaciones realizadas sobre los volúmenes perdidos por evaporación.

Atendiendo al balance de aguas por sector (Tabla 33), se observan diferencias importantes entre lo que entra y lo que sale en cada tramo, por lo que los valores disponibles no cumplen cabalmente el principio expresado en la Ecuación 1.

Esto significa que la información disponible es inexacta, lo que es normal que ocurra en este tipo de balances, pues diversos valores tales como el volumen de afloramientos o las infiltraciones que existen desde el Río Copiapó hacia su acuífero se apoyan en estimaciones generales que cuentan con una confiabilidad baja.

Por su parte, los valores estimados de extracción de agua mediante canales pueden tener cierto error debido a la incertidumbre asociada a la estimación del tiempo que operan los canales y al caudal real extraído por ellos, ya que dicho caudal depende del nivel de agua en el río en el momento de la extracción. Solo aquellos caudales de entrada y salida en el río Copiapó que provienen de mediciones realizadas en las estaciones fluviométricas cuentan con un grado de incertidumbre relativamente más bajo.

Tabla 33: Balance de Aguas Superficiales de largo plazo por sectores (Mm^3/año)

AGUAS SUPERFICIALES	Arriba Lautaro	Lautaro-La Puerta	La Puerta-Mal Paso	Mal Paso-Copiapó	Copiapó-Piedra Colgada	Piedra Colgada-Angostura
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6
Estimación de Entradas						
Caudal de Entrada en Río Copiapó	86	41	76	39	32	4
Afloramientos	0	41	2	1	3	6
Total Entradas	**86**	**82**	**78**	**40**	**35**	**10**
Estimación de Salidas						
Caudal de Salida en Río Copiapó	73	76	39	32	4	16
Canales de Riego	2	6	11	14	-	-
Infiltración Río Copiapó	25	1	24	5	7	0
Total Salidas	**100**	**82**	**73**	**52**	**11**	**16**
Entradas - Salidas	**-14**	**0**	**5**	**-12**	**24**	**-5**

Fuente: Elaboración propia en base a información disponible en DGA 1995 y DGA 2003

Es posible concluir entonces que los balances de aguas superficiales por sectores presentan inconsistencias si se comparan los recursos que ingresan con los que salen de cada sector, lo cual demuestra que las cifras son inexactas. Este es un hecho que, atendiendo a la información disponible en la bibliografía consultada, no ha podido ser resuelto adecuadamente.

Golder considera que la mayor incertidumbre se encuentra en los valores de afloramientos e infiltraciones, información que puede catalogarse de poco confiable pues procede de estimaciones puntuales y locales realizadas al momento de preparar los estudios las que fueron realizadas por los respectivos autores, en distintas fechas y con diferentes métodos.

Sólo contando con mediciones reales y simultáneas a lo largo de la cuenca, de los parámetros relacionados con los procesos más relevantes y siendo éstas repetidas a lo largo de los años (mediciones que son ciertamente costosas), se podría disponer de cifras de ingresos y salidas más confiables que las actuales y con ello se tendría un balance más exacto.

Sin perjuicio de lo anterior, se considera que este balance presenta suficiente calidad como expresión de un orden de magnitud.

5.1.2 Balance Hidrológico de largo plazo para el Embalse Lautaro

El Embalse Lautaro define el límite entre el primer y segundo sector. En su interior entran al año superficialmente 73,16 Mm^3 (cifra que corresponde al caudal medio anual de 2,32 m^3/s medido en la estación Río Copiapó en Pastillo), y salen 40,68 Mm^3 (valor que corresponde al caudal medio anual de 1,29 m^3/s medido en la estación Río Copiapó en By Pass Lautaro). Si se iguala a cero la variación del agua embalsada, la diferencia entre la entrada y la salida tiene sólo relación con la infiltración y la evaporación que se produce en el embalse.

En el punto "Evaporación y Evapo-transpiración" del presente informe, se estimó la evaporación desde el Embalse Lautaro en 2,3 Mm^3/año. Por su parte, la infiltración anual en esta obra se estima que está en un rango entre 5 y 45 Mm^3, según las evaluaciones realizadas en diferentes informes consultados, contrastados con cálculos propios.

El balance de aguas en el embalse se puede resumir de acuerdo a la siguiente relación:

Vol. Sup. que entra embalse – Vol. Sup. sale del embalse =

Evaporación +

Infiltración +

Variación del Volumen embalsado

Si consideráramos igual a cero la variación del volumen embalsado en el transcurso de un año y aplicáramos la fórmula anterior, resulta un volumen de agua infiltrado del orden de 30 Mm^3/año, el que equivale a casi un metro cúbico por segundo (Tabla 34). La magnitud de infiltración que resulta está dentro del rango de valores posible, por lo que este será el valor aplicado en cálculos posteriores de este informe.

Tabla 34: Balance de Aguas Superficiales de largo plazo en el Embalse Lautaro

Balance en E. Lautaro	Total (Mm^3/año)	Total (l/s)
Estimación de Entradas		
Caudal de Entrada en Embalse	73	2.320
Total	**73**	**2.320**
Estimación de Salidas		
Caudal de Salida del Embalse	41	1.290
Evaporación Embalse Lautaro	2	73
Infiltración Embalse Lautaro	30	957
Total	**73**	**2.320**

Fuente: Elaboración propia e información contenida en DGA 1995 y DGA 2003

5.1.3 Balance Hidrológico de largo plazo para el conjunto de la cuenca

Se calculó un balance de agua superficial de *largo plazo* del conjunto de la cuenca, aplicando valores promedios procedentes de las series de datos disponibles, a los que se agregaron estimaciones en algunos componentes y cálculos realizados para el Embalse Lautaro. Así se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 35):

Tabla 35: Balance de Aguas Superficiales de Largo Plazo en la Cuenca del Río Copiapó

AGUAS SUPERFICIALES	Total (Mm^3/año)	Total (l/s)
Estimación de Entradas		
Caudal de Entrada en Río Copiapó	86	2.730
Afloramientos	53	1.693
Total Entradas	**139**	**4.423**
Estimación de Salidas		
Caudal de Salida en Río Copiapó	16	500
Canales de Riego	32	1.023
Infiltración Río Copiapó	62	1.950
Evaporación Embalse Lautaro	2	73
Infiltración Embalse Lautaro	30	957
Total Salidas	**142**	**4.504**
Diferencia Entradas - Salidas	**-3**	**- 81**

Fuente: Elaboración propia e información contenida en DGA 1995 y DGA 2003

Atendiendo a la diferencia de Entradas y Salidas, puede señalarse que el error en el balance de aguas superficiales para el conjunto de la cuenca, es ahora del 2%, lo que contrasta con las inconsistencias detectadas en el balance por sectores. Probablemente el error en los cálculos de los balances no es menor que un 20%.

Independientemente de cuál sea el grado de ajuste del balance, debe tenerse en cuenta que éste se ha realizado reuniendo en una misma tabla promedios procedentes de series de datos disponibles para más de 30 años (caudales) y estimaciones apoyadas parcialmente en mediciones realizadas justo en los años que se realizaron los diversos estudios. En estos últimos componentes del balance que cuentan con registros puntuales se asumió un comportamiento constante a lo largo de los años. Este es el caso de la infiltración hacia el acuífero, el afloramiento y las extracciones de agua de riego.

En la medida en que se cuente con mediciones reales, representativas de los distintos sectores de la cuenca y registradas en distintos años hidrológicos (secos y húmedos), en más largo plazo, se podrán mejorar las estimaciones, lo que permitirá disponer de una mayor confianza en el Balance Hidrológico de la cuenca. Sin perjuicio de lo anterior, el balance general de aguas superficiales obtenido para el conjunto de la cuenca permite contar con un orden de magnitud del volumen de recursos superficiales que, en promedio,

ingresan y salen anualmente de la cuenca. Para los objetivos de este estudio se considera que el balance realizado tiene la suficiente calidad**.**

5.2 Balance Hidrogeológico (Aguas Subterráneas)

5.2.1 Balance del Agua Subterránea de largo plazo para el conjunto de la cuenca

Golder ha calculado un Balance del Agua Subterránea de Largo Plazo (BASLP) para el conjunto de la cuenca del río Copiapó. Su principal aporte reside en que recoge los volúmenes de ingreso y salida de la cuenca en el largo plazo, esto es, en un periodo de tiempo de al menos 30 años, que considera dentro de estos promedios los efectos de años lluviosos y años secos, lo que comprende la oscilación natural del agua embalsada en el acuífero. Este balance considera las extracciones directas del acuífero, mediante bombeo, empleando los datos aportados por el catastro de pozos presente en el estudio de la DGA del año 2003, valor que asciende a 140Mm^3/año.

El BASLP está referido al acuífero tomando como inicio del volumen de control el sector 2 y como final el sector 6. Se ha preparado a partir de la mejor información disponible, seleccionada según el juicio de expertos de Golder desde los informes evaluados y cuya síntesis se ha entregado en los capítulos 2 y 3 de este documento. La información contenida en este capítulo no ha sido verificada en terreno y está sujeta a las incertidumbres asociadas a las estimaciones que realizaron los respectivos autores de los trabajos consultados.

Este balance se apoya en promedios anuales de precipitación y caudal registrados en las estaciones pluviométricas y fluviométricas gestionadas por la DGA dentro de la cuenca. La serie de datos seleccionada comprende más de 30 años de registros (1963-2003), los que estaban disponibles en la bibliografía consultada (DGA, 2003). La utilización de promedios para una serie amplia de años permite compensar las diferencias que se producen anualmente en el balance de aguas.

También intervienen en el balance otras pérdidas e ingresos al acuífero cuyas estimaciones fueron realizadas por diferentes autores (Tabla 36), los que fueron aceptados y empleados por la DGA en sus informes (i.e. evapotranspiración desde las vegas, DGA 2003). Las estimaciones de otras entradas y salidas del sistema (infiltración por canales, infiltración por redes de agua potable y alcantarillado, salidas por afloramientos, entradas de quebradas laterales, y otras) no cuentan con series de datos medidos en un largo plazo (como sí ocurre con la pluviometría y la fluviometría).

En estos casos se asume que los valores calculados para un año son representativos de lo que ocurre en promedio en la cuenca y en el largo plazo (mas de treinta años), lo cuál en estricto rigor no es cierto y conlleva un grado de incertidumbre mayor.

En términos muy simples, la expresión de un Balance de Largo Plazo, con más detalle comprende los siguientes componentes

Entradas = Salidas + Variación del Almacenamiento

$$[\mathrm{Re}_{RIO} + \mathrm{Re}_{RIEGO} + Q_{LATERAL}] = [ET + Q_{BASE} + Q_{POZOS} + Q_{SALIDA}] + Variación \quad Almacen.$$

Ecuación (2)

Los componentes del flujo de "**Salidas**", son:

- ET (evaporación y evapo-transpiración): Este componente considera las pérdidas del agua subterránea hacia la atmósfera. Esta ocurre por dos motivos. Por un lado, por evapo-transpiración, cuando las raíces extraen agua subsuperficial desde el suelo y, por otro lado, por evaporación, cuando el agua subterránea está cerca de la superficie y satura el suelo superficial por capilaridad.

- Q_{BASE} (afloramientos al río y vertientes): Este componente cuantifica las pérdidas de agua subterránea debido a su afloramiento en la red hídrica, en áreas de manantiales o vertientes

- Q pozos (extracción desde pozos): Esta componente considera las extracciones artificiales mediante la utilización de pozos o norias.

- Q_{SALIDA} (caudal de salida): caudal del flujo transmitido aguas debajo de la sección en estudio o a lo largo de la cuenca y que, eventualmente sale al mar.

Las aguas que ingresan al acuífero o "**Entradas**" incluyen:

- Re_{RIO} (o recarga natural): esta componente representa la infiltración natural de las aguas del río hacia los sedimentos inferiores. También incluye la infiltración de las precipitaciones que se producen en la cuenca.

- Re_{RIEGO} (o recarga artificial): esta componente considera la infiltración de las aguas de riego a través de las paredes, fondo de los canales y áreas en regadío.

- $Q_{LATERAL}$ (o caudal de aporte lateral): esta componente considera los flujos que llegan al subsuelo desde las partes altas de la cuenca, por ejemplo desde la cabecera, y los flujos de agua subterránea que se reciben desde las quebradas laterales.

La diferencia entre los ingresos y salidas del acuífero se denomina:

- Variación del Almacenamiento **(ΔS)**, y puede tener signo positivo o negativo.

Tabla 36: Balance General de Aguas Subterráneas de Largo Plazo para la cuenca

	Volumen (Mm^3/año)	Volumen (l/s)	Porcentaje (%)
Ingresos			
Infiltración Río	37	1.171	24 %
Infiltración Canales	24	752	16 %
Infiltración Riego	18	566	12 %
Infiltración Agua Potable mas alcantarillado	6	183	4 %
Flujo Lateral	66	2.107	44 %
Total ingresos	**151**	**4.779**	**100 %**
Salidas			
ET (Evaporación y evapotransp.)	67	2.125	26 %
Flujo Base (Afloram. y vertientes)	53	1.693	20 %
Caudal de Salida	0,3	10	0,12%
Caudal Bombeo de Pozos	140	4.452	54 %
Total salidas	**261**	**8.280**	**100 %**
Diferencia Entradas - Salidas	**-110**	**-3.501**	

Fuente: Elaboración propia

Las cifras presentadas en el BASLP pueden ser descritas así:

- Recarga Natural del Acuífero (Entradas):

Los valores están basados en promedios anuales de registros fluviométricos correspondientes a un periodo de 36 años (1963-1999) y en estimaciones en base a las características hidrogeológicas del acuífero.

Las características más importantes de la recarga son:

- Al acuífero ingresan anualmente alrededor de 151 Mm^3 (4.799 l/seg)

- La primera recarga en importancia es aquella correspondiente al flujo lateral (66 Mm^3/año), que está compuesto por el flujo lateral de salida del sector 1 (25 Mm^3/año), mas la infiltración del embalse Lautaro (30 Mm^3/año).

- Aproximadamente, un 25% del total de los ingresos (37 Mm^3/año) ocurren debido a la infiltración natural de las aguas que corren por el río Copiapó.

- La tercera recarga en importancia es la debida a la infiltración desde canales y predios bajo regadío (42 Mm^3/año o 1.318 l/s);

- El resto de los ingresos están asociado con la infiltración de las pérdidas del agua potable (5.8 Mm^3/año)

- Descarga Natural del Acuífero (Salidas):

- La cantidad total de agua subterránea que se estima sale de la cuenca anualmente por causas estrictamente naturales alcanza los 121 Mm^3 (3.837 l/s).

- El volumen bombeado al año 2003 alcanza un valor aproximado de 140 Mm^3/año

- Debido a los afloramientos y vertientes salen desde el acuífero un 20% del total de egresos (53 Mm^3/año o 1693 l/s). Estos recursos son en gran parte colectados por canales y conducidos a las áreas de riego.

- La evaporación natural y la evapotranspiración desde terrenos de vegas naturales constituyen una pérdida importante del acuífero (26 %). Su volumen se estima en 67 Mm^3/año (o 2.125 l/s);

- La descarga más pequeña es la debida al caudal subterráneo de salida de la cuenca (<1%). En su desembocadura, la anchura del valle promueve un afloramiento significativo del agua subterránea.

- Diferencia entre las Entradas y las Salidas del Acuífero

El balance hidrogeológico en el largo plazo presenta una diferencia entre ingresos y salidas negativa que asciende a -110 Mm^3/año, el que representa un 70 % del volumen que entra en la cuenca.

Esto significa que el balance de las aguas subterráneas de largo plazo es francamente negativo, lo que supone que, a las tasas de extracción por bombeo indicadas por la DGA al 2003, se está reduciendo el volumen almacenado en el acuífero en un monto de 110,4 Mm^3/año.

Variación del Almacenamiento = - 110,4 Mm^3/año.

Esta diferencia, a juicio de experto, puede estar afectada por un error que puede alcanzar el 20% (por tanto puede evaluarse en un rango entre –88 y –133 Mm^3/año), debido a la incertidumbre asociada a algunas componentes como la evapotranspiración y otras cuya serie de tiempo con mediciones es imperfecta. En particular, la actualización de la información relativa a las extracciones de agua desde pozos permitirá mejorar el nivel de confianza de esta cifra.

- Consideraciones de importancia acerca de los resultados del BASLP

Los resultados presentados para modelar el comportamiento de las aguas subterráneas en el largo plazo no pueden considerarse definitivos pero provienen de la aplicación de valores de propiedades físicas del acuífero que están contenidos en los últimos estudios realizados por la DGA, los que recogen toda la experiencia anterior.

Algunos valores en particular, (i.e. coeficiente de almacenamiento, infiltración en canales, evapotranspiración, etc.) presentan las incertidumbres propias de las estimaciones realizadas en ausencia de fuentes directas de información. Esta situación permite identificar vías para mejorar el conocimiento del comportamiento real del acuífero.

Sin perjuicio de lo anterior, Golder estima que se ha alcanzado con suficiente calidad el objetivo de disponer de un balance hidrogeológico de largo plazo el que permita conocer el orden de magnitud de los volúmenes de agua que ingresan y salen de la cuenca.

En consecuencia, esta información es suficiente y bastante confiable para los propósitos de calcular un orden de magnitud del volumen de bombeo sustentable y diseñar, a partir de éste, un modelo de gestión para los aprovechamientos de la cuenca.

5.2.2 Balance Hidrogeológico (Aguas Subterráneas) de largo plazo por sectores

Una vez conocido el Balance del Largo Plazo para el conjunto de la cuenca es conveniente además conocer el comportamiento hidrogeológico en los distintos sectores que componen ésta, para diseñar mejor el Plan de Manejo. Para tal fin se procederá a realizar un balance con las siguientes características:

- se emplean los valores conocidos sobre ingresos y salidas del acuífero que están relacionados con series de datos fluviométricos (caudales) propios de una serie de mediciones de largo plazo;

- se emplean las extracciones por bombeo que se han estimado ocurrían al año 2003 (DGA 2003); y de tal modo

- el resultado permite evaluar un orden de magnitud de la diferencia entre el ingreso y la salida del acuífero propia de cada sector.

Como en el caso del Balance Hidrológico de largo plazo para la cuenca, también aquí fue necesaria la combinación de promedios de series de datos con cálculos puntuales que corresponden a momentos en que la DGA desarrolló sus estudios. De tal modo que en la misma tabla se han debido combinar valores procedentes de promedios anuales, con estimaciones y con valores puntuales obtenidos en mediciones directas (Tabla 37).

Tabla 37: Balance de Aguas Subterráneas por Sector (Mm^3/año)

SECTOR 1: AFLUENTES EMBALSE LAUTARO					
Ingresos	**Mm^3/año**	**Salida**	**Mm^3/año**	**Var, Reservas**	**Mm^3/año**
Recarga Natural	25	E-T y Evaporación	4		
Recarga Artificial	3	Afloramientos	0		
Aporte Lateral	13	Extracciones Bombeo	0		
		Caudal Salida	25		
Total INGRESO:	**40**	***Total SALIDA:***	**30**	***Var. Almacenam.:***	**11**

SECTOR 2: EMBALSE LAUTARO - LA PUERTA					
Ingresos	**Mm^3/año**	**Salida**	**Mm^3/año**	**Var, Reservas**	**Mm^3/año**
Recarga Natural	1	E-T y Evaporación	17		
Recarga Artificial	10	Afloramientos	41		
Aporte Lateral	55	Extracciones Bombeo	29		
		Caudal Salida	1		
Total INGRESO:	**66**	***Total SALIDA:***	**89**	***Var. Almacenam.:***	**-23**

SECTOR 3: LA PUERTA – MAL PASO					
Ingresos	**Mm^3/año**	**Salida**	**Mm^3/año**	**Var, Reservas**	**Mm^3/año**
Recarga Natural	24	E-T y Evaporación	17		
Recarga Artificial	7	Afloramientos	2		
Aporte Lateral	4	Extracciones Bombeo	44		
		Caudal Salida	19		
Total INGRESO:	**35**	***Total SALIDA:***	**83**	***Var. Almacenam.:***	**-47**

SECTOR 4: MAL PASO – COPIAPO					
Ingresos	**Mm^3/año**	**Salida**	**Mm^3/año**	**Var, Reservas**	**Mm^3/año**
Recarga Natural	5	E-T y Evaporación	11		
Recarga Artificial	11	Afloramientos	1		
Aporte Lateral	27	Extracciones Bombeo	32		
		Caudal Salida	17		
Total INGRESO:	**44**	***Total SALIDA:***	**61**	***Var. Almacenam.:***	**-17**

SECTOR 5: COPIAPO – PIEDRA COLGADA					
Ingresos	**Mm^3/año**	**Salida**	**Mm^3/año**	**Var, Reservas**	**Mm^3/año**
Recarga Natural	7	E-T y Evaporación	11		
Recarga Artificial	13	Afloramientos	3		
Aporte Lateral	17	Extracciones Bombeo	23		
		Caudal Salida	12		
Total INGRESO:	**37**	***Total SALIDA:***	**49**	***Var. Almacenam.:***	**-12**

SECTOR 6: PIEDRA COLGADA – ANGOSTURA					
Ingresos	**Mm^3/año**	**Salida**	**Mm^3/año**	**Var, Reservas**	**Mm^3/año**
Recarga Natural	-	E-T y Evaporación	10		
Recarga Artificial	5	Afloramientos	6		
Aporte Lateral	12	Extracciones Bombeo	11		
		Caudal Salida	0		
Total INGRESO:	**17**	***Total SALIDA:***	**28**	***Var. Almacenam.:***	**- 11**

Fuente: Elaboración propia e información contenida en DGA 1995 y DGA 2003

En el Anexo 5 se representaron gráficamente los resultados de la Tabla 36.

Las secciones que contribuyen con mayores ingresos al acuífero son

- Sector 1, Aguas Arriba del Embalse Lautaro (40 Mm^3/año),
- Sector 2, Embalse Lautaro-La Puerta (66 Mm^3/año); y
- Sector 4, Mal Paso-Copiapó (44 Mm^3/año).

Esto es debido a la relativamente importante contribución de la recarga natural y a la presencia de quebradas que aportan recursos laterales en estas secciones.

El ingreso o "Aporte Lateral" en el sector 2, estimado en 55 Mm^3/año, corresponde a la suma de dos magnitudes muy importantes. Una de ellas es la infiltración del embalse Lautaro que asciende a un volumen del orden de 30 Mm^3/año y la otra es el caudal de salida del sector 1 de 25 Mm^3/año.

Los "Aportes Laterales" correspondientes a quebradas que alimentan subterráneamente el acuífero han sido considerados en los sectores correspondientes. Destaca entre ellos los aportes de la Quebrada Paipote, que ascienden a un valor estimado 7,88 Mm^3/año

Con gran diferencia, los sectores desde los que se producen las mayores descargas, por variados motivos, son Embalse Lautaro-La Puerta (89 Mm^3/año), La Puerta-Mal Paso (83 Mm^3/año) y Mal Paso-Copiapó (61 Mm^3/año);

Estas secciones corresponden al área aguas arriba de Copiapó. Cabe señalar que el flujo de salida es aproximadamente el doble que el de entrada al acuífero, siendo la extracción de agua desde pozos la principal causa de disminución de reservas desde La Puerta en adelante.

El déficit más importante (dónde se producen las mayores extracciones versus ingresos) está localizado en el área situada entre el Embalse Lautaro y Copiapó.

Como resultado de esta depresión en los niveles que ocurre entre el Embalse Lautaro y Copiapó, el déficit se extiende aguas abajo de Copiapó hasta Angostura, aunque ciertamente las extracciones de agua desde pozos son inferiores en esta área.

Basándose en los volúmenes de extracción, puede observarse que los sectores donde se producen las disminuciones de reservas más importantes son los tres primeros sectores (2, 3 y 4) aguas abajo del embalse.

El único sector con un balance positivo (dónde los ingresos al acuífero exceden los egresos) ocurre aguas arriba del Embalse Lautaro. Esto indica que el Embalse funciona como una barrera tanto para el agua superficial como para el agua subterránea. Adicionalmente, dicho balance positivo está motivado por la escasa presencia de pozos de bombeo aguas arriba de

la pared del embalse (9, según DGA 2003).

Es importante mencionar que los componentes de este balance presentan información con diferentes grados de incertidumbre en cuanto a la confiabilidad de los datos como, por ejemplo, la infiltración del embalse Lautaro, la evapotranspiración de las vegas, las extracciones de pozos, etc. Pero como ocurría en los casos anteriores, se considera que este balance cumple su propósito de entregar un orden de magnitud en cuanto a reflejar los volúmenes de ingreso y salida del acuífero que registra cada sector.

6 MODELO FÍSICO CONCEPTUAL DE EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE

6.1 Definición de Sustentabilidad

En general, se define desarrollo sustentable como aquel "que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas." (Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Comisión Brundtland: Nuestro Futuro Común. Oxford University Press, 1987).

En el ámbito específico de los recursos hidrogeológicos, una de las definiciones más actuales que existen sobre sustentabilidad es la que aporta la Groundwater Resources Association of California[17] (Hydrogeology Journal (2006), 14 : Paginas 407-423). Según esta institución:

"La Sustentabilidad implica el uso beneficioso de las aguas subterráneas para apoyar a las generaciones presentes y futuras, mientras que simultáneamente se asegura que su empleo no se traduzca en consecuencias inaceptables"

Esta visión de sustentabilidad se basa en cuatro principios:

- Las aguas superficiales y subterráneas constituyen un único recurso que está interconectado.

- El agua subterránea es un recurso limitado y forma parte de un conjunto más grande: el sistema de recursos naturales renovables. Las acciones sobre un componente afectan el equilibrio a largo plazo de todo el sistema.

- La recarga de las aguas subterráneas es un proceso que está fuertemente influenciado por las condiciones climáticas, así como por las condiciones de infiltración natural y la recarga artificial. Por lo tanto, el aprovechamiento de las aguas subterráneas debe adaptarse a la capacidad de recuperación del sistema.

- Las comunidades deberían compartir y manejar sus recursos de aguas subterráneas, para mantener su integridad en el futuro.

[17] http://www.swhydro.arizona.edu/archive/V4_N1/featurette3.pdf

En consonancia con la definición anterior, un **aprovechamiento sustentable** de los recursos hídricos subterráneos implica que el cambio de reservas del acuífero sea cero *en el largo plazo*. Al respecto de este concepto de sustentabilidad conviene tener presentes las siguientes consideraciones:

- Puede definirse el largo plazo como un periodo de 30 años, pues de ese orden de magnitud se dispone de información hidrológica para la cuenca, y durante ese tiempo pueden producirse varios ciclos de años secos y eventos El Niño.

- El cambio de reservas igual a cero significa que en el transcurso del periodo pueden producirse incrementos y reducciones en el volumen de agua almacenada en el acuífero, pero ambos se compensan entre sí a lo largo del tiempo considerado, igualándose a cero en el largo plazo.

- El valor promedio del volumen de agua almacenado en el acuífero conviene que no alcance niveles muy bajos, pues ello puede comprometer la funcionalidad de más pozos durante los periodos más secos, además de que divide al acuífero en "cubetas" (sección 2.4.2) en las que se pierde conectividad (lo que puede hacer más acusados los descensos en ciertos sectores y con ello se reducirían los niveles de equidad en los aprovechamientos a lo largo de la cuenca).

- Por otra parte, el valor promedio del volumen almacenado, tampoco conviene que se sitúe en valores altos (lo que significa que los niveles freáticos en promedio estuvieran próximos a la superficie), pues ello restaría posibilidades al acuífero de infiltrar mayores cantidades de agua en ocasión de precipitaciones más intensas. En estos episodios lluviosos, el agua llegaría rápidamente hasta el mar, al no haber infraestructura ni capacidad para almacenarla.

- El volumen de aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos debe considerar a la vez las extracciones de agua superficial y las de agua subterránea, dado que el acuífero no está confinado y a lo largo de la cuenca se producen afloramientos e infiltraciones.

- Para un aprovechamiento óptimo del recurso pero aún sustentable, el volumen de agua que finalmente salga de la cuenca hacia el mar puede reducirse todo lo posible, pues en caso contrario se produce una pérdida neta de agua que podría haber sido aprovechada por el hombre. En general, el caudal mínimo de salida de la cuenca se denomina Caudal Ecológico y un criterio de generalmente aceptado (pero que debe ser confirmado con estudios de específicos para el sitio) es hacerlo equivalente al 10% de caudal promedio presente en la sección de salida de la cuenca.

En síntesis, el aprovechamiento óptimo sustentable está asegurado cuando los ingresos equivalen a las salidas del agua del acuífero, tanto las naturales como las artificiales, de manera tal que, en el largo plazo, no varíe el volumen embalsado y al final de la cuenca sólo se haya producido la descarga al mar del caudal ecológico.

6.2 Criterios de Sustentabilidad

La definición anterior se debe apoyar en una serie de criterios generales, que permitan definir el contexto en el que Golder calculará, a continuación, el volumen de aprovechamiento sustentable del acuífero. Estos criterios son:

- Los aprovechamientos de aguas superficiales y subterráneos están íntimamente ligados por las propiedades físicas del acuífero, por lo que la sustentabilidad de los recursos hídricos tiene que compatibilizar armónicamente ambos aspectos.

- Se considera aceptable el aprovechamiento del caudal que saldría de la cuenca de manera natural, hasta perderse en el mar, dejando solamente un caudal ecológico (equivalente al 10% del caudal natural en la sección final).

- Se considera aceptable disminuir la profundidad de las napas, lo suficiente para reducir la evapotranspiración desde vegas naturales, previa evaluación del impacto ambiental que esta acción causaría.

- Se considera conveniente mantener la profundidad de las napas un nivel tal que sea factible la infiltración de la mayor cantidad de agua posible, caída en ocasión de años húmedos.

6.3 Cálculo del Volumen de Extracción Sustentable

Teniendo en cuenta la definición de sustentabilidad y los criterios indicados en la sección anterior, es posible calcular el volumen de extracción sustentable del acuífero.

Este valor puede ser obtenido de tres maneras distintas, según se apliquen principios más o menos conservadores. Dichas maneras de cálculo se han denominado:

- Estimación sin implementar medidas de manejo.

- Estimación considerando la minimización de las pérdidas.

- Estimación basada en la optimización del almacenamiento de agua en el acuífero.

La primera de ellas, la estimación que no requiere de la implementación de medidas de manejo, presenta el mayor nivel de seguridad posible en cuanto a sus resultados, por lo que, de alcanzarse, garantizaría en mayor medida que las otras el objetivo de mantener el aprovechamiento dentro de un marco de sustentabilidad. Al ser la más segura de las tres metodologías aplicadas, también es la opción en la que resulta menos crítica la necesidad de contar con un programa de monitoreo amplio y constante en el tiempo.

Las dos estimaciones siguientes incorporan riesgos cada vez mayores, lo que significa que

son más inseguras en cuanto al resultado. O dicho de otro modo, garantizan en menor medida que los aprovechamientos que ellas determinan, en la práctica, sean realmente sustentables.

En consecuencia, en cada una de ellas es progresivamente más importante mantener un sistema de registro de los consumos y niveles freáticos en el tiempo, a fin de poder hacer los ajustes necesarios oportunamente y no conducir el manejo hacia el agotamiento de los recursos.

6.3.1 Estimación sin implementar medidas de manejo

La sustentabilidad en el largo plazo según esta opción establece que las recargas al acuífero deben ser equilibradas con las descargas del sistema, incluyendo el bombeo, proyectando las condiciones actuales sin intervenir en mejorar la situación. Históricamente, esto ha sido interpretado de la siguiente manera:

Entradas = Salida natural + Volumen Bombeo Sustentable

Dónde :

Entradas = $\mathrm{Re}_{RIO} + \mathrm{Re}_{RIEGO} + Q_{LATERAL}$

Salida natural = $ET + Q_{BASE} + Q_{SALIDA}$

Siendo cada uno de los componentes de la fórmula los mismos que se indicaron en el Balance Hidrogeológico de la Cuenca en el Largo Plazo (sección 5.2.1).

Por lo tanto, el valor del Bombeo Sustentable es aquella cantidad que equilibra el balance de largo plazo, reduciendo a cero la variación en el almacenamiento. Esta cifra resulta de la siguiente operación

Volumen Bombeo Sustentable = Entradas - Salida Natural

= 150,7 – 120,7 Mm^3/Año = 30 Mm^3/año (± 20%)

Luego el bombeo sustentable es 30 Mm^3/año según esta estimación, valor que expresado en l/s equivale a 1.046 l/s. Esta evaluación está basada en promedios a largo plazo, que no afecta los ecosistemas naturales presentes en la cuenca ni tiene en cuenta las aguas que llegan hasta el mar de manera natural.

6.3.2 Estimación considerando la minimización de las pérdidas

Es posible aumentar la tasa sustentable de bombeo si se generan cambios en las descargas de aguas subterráneas minimizando las pérdidas que ocurren en el acuífero de manera

natural. En efecto, el volumen extraído por bombeo puede incrementarse sí se tiene en cuenta:

- el agua que normalmente se descargaría río abajo hasta llegar al mar y
- el agua que escapa a la atmósfera debido a la evaporación y evapotranspiración desde terrenos de vega.

Así, la ecuación que define esta nueva situación, es la siguiente:

Bombeo sustentable = Re_{neta} + $\Delta D_{\text{minimización de pèrdidas}}$

Donde:

Re_{neta} = Recarga Neta = Ingresos – Salidas

$\Delta D_{\text{minimización de pérdidas}}$ = Cambios en la descarga natural del sistema

De tal modo que la ecuación anterior queda así:

Bombeo sustentable = Ingresos - Salidas + Cambios en la descarga natural del sistema

Esta ecuación puede aplicarse con las siguientes consideraciones:

- La infiltración desde el río aumenta debido al incremento del gradiente hidráulico que hay entre el nivel del río y el nivel del acuífero. Esto ya está ocurriendo naturalmente, con una pequeña cantidad extra de agua disponible para infiltración. Para los propósitos de estos cálculos, este concepto está incluido en la recarga neta mencionada anteriormente.

- Adicionalmente, la salida de aguas subterráneas hacia la superficie se reducirá, debido al secado de los manantiales y la reducción de los afloramientos en los cauces naturales. Según esto, en tramos aguas abajo debieran reducirse a su vez los niveles de infiltración desde el río por causa de menores escurrimientos superficiales, lo que tendría un efecto directo sobre la oferta para bombeo en esos sectores más cercanos al mar. Sin embargo, para los propósitos de los cálculos consideraremos que estos efectos no son muy significativos pues dado que los manantiales y afloramientos hoy son capturados en estos mismos sectores por los canalistas para su uso en riego, este sería un volumen de agua que no está disponible para ser bombeada desde pozos.

- Finalmente, debido al incremento de la profundidad del agua subterránea, cuando la napa desciende por debajo de los 50 cm de la superficie aproximadamente, la evaporación y la evapotranspiración pueden reducirse, pues los niveles freáticos se alejan de la superficie del suelo quedando fuera del alcance de las raíces de la vegetación natural (terrenos de vegas). Se asume generalmente que **un cuarto** del total

de las pérdidas por evaporación y evapotranspiración dejan de tener esta condición y, quedándose en el acuífero, pasan a estar disponibles para su bombeo (**3.8** Mm^3/año = 25% de 15,4 según se indica en Tabla 13). Este volumen se estima como valor promedio del largo plazo.

- El caudal superficial que sale al mar en la última sección de la cuenca asciende a 15,77 Mm^3/año según un promedio calculado a partir de las series de datos registrados en las estaciones fluviométricas. Manteniendo un 10% de este volumen como Caudal Ecológico, se puede agregar al aprovechamiento sustentable un total de **14,2** Mm^3/año, considerando este como un valor promedio en el largo plazo.

Aplicando los criterios anteriormente indicados, la tasa sustentable de bombeo asciende según esta metodología de cálculo hasta :

Bombeo sustentable = $\mathbf{Re_{neta} + \Delta D_{\text{minimización de pèrdidas}}}$

Bombeo sustentable = 30 Mm^3/año + 3.8 Mm^3/año + 14,2 Mm^3/año= **48 Mm^3/Año**

Luego,

Bombeo sustentable = 48 Mm^3/año.
según la Estimación que considera la minimización de las pérdidas

Este valor expresado en l/s equivale a 1.522 l/s.

Cabe destacar que la aplicación de esta metodología parte de dos hipótesis principales:

- que se evalúe y resulte factible desde un punto de vista técnico, económico y ambiental el secado de las vegas; y

- que sea técnicamente posible capturar el flujo que alcanza a llegar de manera superficial o subterránea hasta la última sección de la cuenca, evitando con ello su salida al mar. En la medida en que esto no sea posible, se deberá entonces reducir el valor del aprovechamiento sustentable.

6.3.3 Estimación basada en la optimización del almacenamiento de agua en el acuífero

Las ecuaciones utilizadas anteriormente no incluyen explícitamente la posibilidad de que, cuando llegue una precipitación extraordinaria, sea posible infiltrar una mayor cantidad de agua debido a la mayor capacidad de almacenamiento en el subsuelo producida por la mayor depresión que se produjo en los niveles freáticos.

Dicho de otro modo, es factible aumentar la explotación del acuífero y con ello mantener

más bajos los niveles freáticos, en el entendido de que, a la llegada de un evento extraordinario (lluvias mas intensas), van a estar presentes las condiciones adecuadas para poder infiltrar una mayor cantidad de agua y por ende se va a recuperar satisfactoriamente el acuífero; el que hasta ese momento estuvo sometido a un mayor nivel de explotación que el aconsejable aplicando cualquiera de las dos metodologías enunciadas anteriormente.

Este planteamiento requiere:

- que existan los medios para infiltrar efectivamente una mayor cantidad de agua, en un corto espacio de tiempo, antes de que se produzca su escurrimiento superficial y consiguiente salida al mar.

- que los acuíferos tengan el espacio suficiente desocupado como para almacenar dichos recursos.

Estos postulados son defendidos por diversos autores como por ejemplo Bredehoeft, 2002 y J.F. Devlin 2005. En términos matemáticos, este concepto puede expresarse en una ecuación transiente, que refleja un equilibrio dinámico. Para los propósitos de una evaluación global de la cuenca, Golder sugiere el empleo del siguiente método (ajustado de J.F. Devlin, et.al 2005), basado en valores presentados en Tabla 35.

$$P = \left(R_0 + \Delta R_0\right) - D + \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

Dónde : P: tasa de bombeo sustentable (Mm^3/año);

R_0: recarga neta antes de bombeo (Mm^3/año);

ΔR_0: cambio neto en las condiciones de recarga natural debido al bombeo (Mm^3/año);

D: descarga del sistema (flujo no capturado por bombeo) (Mm^3/año);

$\Delta V/\Delta T$: variación en almacenamiento del acuífero (Mm^3/año).

De tal modo que, si se dispone de un volumen de infiltración mayor y se aprovechan efectivamente los años secos promoviendo la recarga del acuífero a lo largo de la cuenca, ya sea por medios naturales o artificiales, se dispondrá de un volumen de bombeo sustentable mayor. El incremento del volumen por este concepto puede llamarse **ΔV** (Variación en el almacenamiento en el acuífero), de tal modo que el Bombeo sustentable responderá entonces a:

Bombeo sustentable = 48 Mm^3/año + ΔV

La aplicación de esta metodología de cálculo requiere:

- que se evalúe y resulte factible desde un punto de vista técnico, económico y ambiental el secado de las vegas;

- que sea técnicamente posible capturar el flujo que alcanza a llegar de manera superficial o subterránea hasta la última sección de la cuenca, evitando con ello su salida al mar. En la medida en que esto no sea posible, se deberá entonces reducir el valor del aprovechamiento sustentable.

- que en ocasión de años húmedos se compruebe la cantidad de agua efectivamente infiltrada.

Si se comprobase insuficiente la infiltración natural para producir recargas significativas cuando ocurren años húmedos, se harían más necesarias las medidas de infiltración artificial complementarias.

En consecuencia, la aplicación de esta metodología de cálculo del Volumen de Aprovechamiento Sustentable está estrechamente asociada a la comprobación empírica de una serie de aspectos técnicos, económicos y ecológicos, siendo particularmente importante validar la hipótesis que señala que, con ocasión de años húmedos, el acuífero es capaz de recargarse en forma significativa, ya sea de manera natural o artificial.

En conclusión, esta opción es la que conlleva el riesgo más alto entre las opciones evaluadas y, por ende, es la que requiere mayores inversiones y un monitoreo más continuo en los volúmenes de ingreso y extracción anual del acuífero.

6.4 Diagnóstico

Comparando las cifras calculadas anteriormente con la tasa actual de bombeo de 140 Mm^3/año (2003), se deduce que esta sobrepasa 4,7 veces el Volumen de Aprovechamiento Sustentable establecido en la estimación sin implementar medidas de manejo (30 Mm^3/año). Como resultado, en la actualidad los niveles freáticos se deprimen progresivamente.

A las tasas actuales de bombeo, sólo durante los años de precipitaciones abundantes se recuperan parcialmente los niveles del agua almacenada en el acuífero, lo que coincide con la opinión generalizada de los usuarios de estos recursos (Reunión en Corproa, Marzo 2006). Pero las proyecciones son que, entre ciclos del Niño y a las tasas actuales de extracción, los niveles del agua almacenada seguirán bajando progresivamente, en un proceso que será cada vez más rápido por el normal estrechamiento del basamento rocoso en profundidad.

En relación a este proceso conviene tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los niveles del agua subterránea fluctúan considerablemente con la mayor cantidad de pozos operando a menos de 60 m de profundidad. Sólo los pozos más profundos (mas de 100 m) podrán continuar extrayendo agua hacia el final de los periodos secos.

- Dada la topografía irregular del basamento rocoso, la que favorece la compartimentación del acuífero en bloques separados (que podríamos llamar "cubetas", sección 2.4.2), el nivel del agua acusará descensos más pronunciados en la medida en que se desconecten estos bloques, lo que ocurrirá particularmente al final de los periodos secos.

- Lo anterior puede significar el agotamiento temprano de los compartimentos que disponen de menos recursos y/o están sometidos a una explotación más intensa.

- Debido a las fluctuaciones significativas en el nivel de aguas subterráneas y la consolidación de la subsuperficie, pueden ocurrir cambios en las propiedades hidráulicas de la capa acuífera. Además, esto puede conducir al hundimiento y la subsidencia del suelo que es un fenómeno que puede afectar las infraestructuras (como caminos, ferrocarriles, canales, edificios, etc.). En consecuencia, la descarga severa del acuífero puede conducir a la pérdida irreversible de su capacidad de almacenaje.

- El modelo sustentable planteado no está teniendo en cuenta los posibles efectos del fenómeno denominado "cambio climático", los que podrían consistir en la extensión de los periodos secos y/o en un aumento en la irregularidad de las precipitaciones.

Para evitar alguno de los posibles inconvenientes indicados, la recomendación de Golder en este informe es desarrollar en el corto plazo los estudios destinados a:

- optimizar la infiltración de agua en ocasión de años húmedos;

- evaluar técnica y ambientalmente el descenso de la napa en distintos sectores de la cuenca para minimizar las pérdidas por evaporación y evapotranspiración;

- la captación de las aguas que alcanzan la última sección, antes de su salida al mar;

- habilitar sectores suficientes para la infiltración artificial del agua que escurre en los años húmedos.

Pero mientras ello ocurra, la explotación sustentable estará solo asociada a la reducción de los niveles de bombeo desde los valores en que se encuentra en la actualidad (140 Mm^3/año) hasta niveles de la mitad o menos.

6.4.1 Comparación de estos resultados con los expuestos en informes anteriores

Con respecto a la sustentabilidad de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río

Copiapó, se han presentado conclusiones muy variadas en los diferentes estudios analizados.

A continuación se muestran las principales conclusiones obtenidas por los diferentes autores, a fin de compararlas con los resultados obtenidos por GOLDER ASSOCIATES S.A. en este estudio de diagnóstico.

- "Aprovechamiento de recursos hidráulicos en el valle de Copiapó", Italconsult. 1963:

  Se estimó la capacidad de aprovechamiento del acuífero del orden de 8 a 9 Mm^3, pudiendo incrementarse en determinados años aislados hasta un máximo de algo más de 10 Mm^3.

- "Plan de acción inmediata para el desarrollo de los recursos de agua y suelo del valle de Copiapó, Región de Atacama", Uri Hammer M y Asociados Ingenieros Consultores, 1980:

  Los valores de explotación sustentable fueron calculados entre 10 a 11 Mm^3/año para el sector Nantoco-Copiapó y entre 13 y 15 Mm^3/año para el sector Copiapó-Caserón. Para el conjunto de la cuenca se contaría con 23 a 26 Mm^3/año.

- "Análisis y evaluación de los recursos hidrogeológicos valle del río Copiapó-III región", Álamos y Peralta Ingenieros consultores Ltda., DGA, 1987:

  Con un volumen de extracción de 46 Mm^3 para el año 1987, se concluyó que una explotación más intensa del embalse subterráneo permitiría un mejor aprovechamiento de las aguas como un recurso hídrico global, sin que en un horizonte de 50 años y frente a condiciones hidrológicas extremadamente secas fueran a producirse descensos realmente importantes en los niveles de la napa.

- Análisis y evaluación de los recursos hídricos en el valle del río Copiapó-III región", Álamos y Peralta Ingenieros consultores Ltda., DGA, 1995:

  La extracción desde pozos se estimó en 125 Mm^3/año, cifra que podría incrementarse. Se indica además que la única zona crítica que puede presentar en un futuro cercano signos de sobreexplotación, es el sector La Puerta-Mal Paso y que el acuífero comprendido entre Copiapó y Angostura, no presenta ninguna muestra de agotamiento.

- "Estudio hidrogeológico del valle del río Copiapó, segmento Embalse Lautaro – Piedra Colgada, región de Atacama", SERNAGEOMIN, 1999:

  Este informe no analiza en forma explícita el volumen de aprovechamiento sustentable. No obstante si realiza una evaluación del ritmo de descenso de

las napas hasta su agotamiento.

Por efecto de bombeo, se calculó un volumen de 109 Mm^3 para el año del estudio. Como volumen de agua disponible se estimó un valor de 1.222 Mm^3, considerando un espesor medio saturado de 65 m. Además se determinó un descenso de los niveles freáticos de 0.75-4.5 m/año, el que en caso de persistir en el tiempo generaría un desembalse de 28 Mm^3/año, causando un agotamiento efectivo de los recursos disponibles en aproximadamente 44 años.

- "Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del valle del río Copiapó", DGA, 2003:

  No aporta información específica sobre el volumen sustentable, aunque analiza la tasa de explotación actual en relación con el volumen total de agua almacenada en el acuífero, que alcanza 5.270 Mm^3 (pág. 68).

  Manteniendo las condiciones de entradas y salidas existentes en el 2003, y en términos "*exclusivamente físicos*", se pronóstico el agotamiento completo del acuífero en 442 años para el sector La Puerta – Copiapó y en 1.600 años para el sector Copiapó-Piedra Colgada (pág. 222).

7 MODELO DE GESTIÓN

Una vez calculado el volumen de explotación sustentable para el acuífero del valle de río Copiapó, GOLDER ASSOCIATES S.A. presenta una serie de medidas, que configuran, en su conjunto, un Modelo de Gestión Sustentable. El objetivo de este modelo es hacer posible los distintos aprovechamientos del agua en la cuenca, sin que se reduzca en el largo plazo el recurso subterráneo. Las **medidas principales** del modelo de gestión propuesto son:

1. El control del aprovechamiento de los recursos hídricos actuales, superficiales y subterráneos.

2. El aprovechamiento de los caudales que salen de la cuenca, de manera superficial y subterránea.

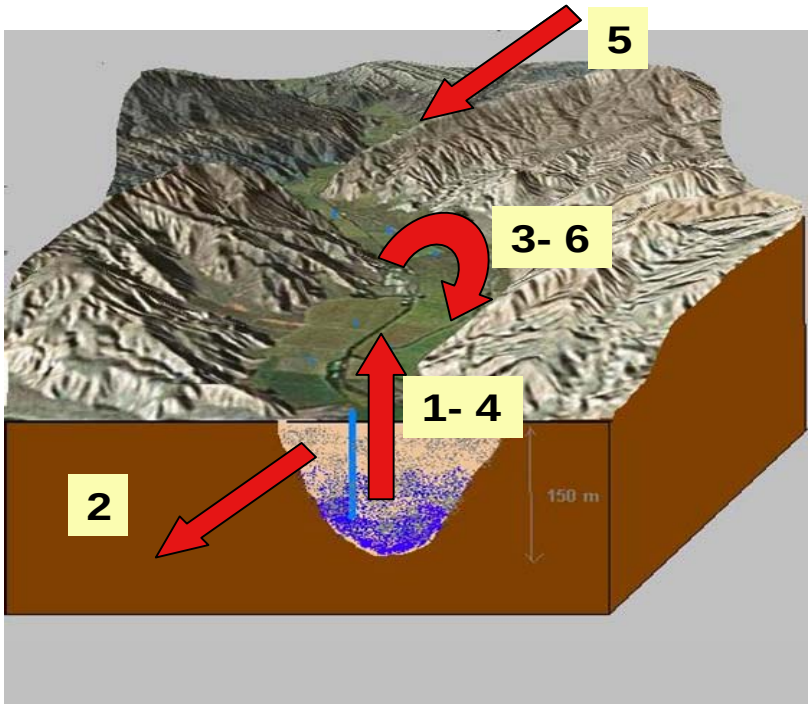
3. La auto-regulación, llevada a cabo por todos los usuarios.

4. La creación de fuentes alternativas de agua que permitan incrementar los recursos hídricos que ingresan a la cuenca.

5. El reciclado del agua y la optimización del uso en todos los procesos productivos.

6. La sensibilización de todos los usuarios respecto a los problemas que presenta la cuenca del río Copiapó, para promover el ahorro del agua.

Figura 23. Aplicación de medidas del Modelo de Gestión.



A continuación se describen, en términos conceptuales, cada una de estas componentes del modelo de gestión.

7.1 Control de los aprovechamientos

Como principio básico de gestión eficaz del agua superficial y subterránea, se plantea la necesidad de contar con un ***Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones*** permanente, que permita dar seguimiento a los principales parámetros cualitativos y cuantitativos relacionados con los recursos hídricos de la cuenca. Este programa involucra distintos proyectos, acciones y estudios. Entre ellos pueden destacarse por su importancia: la actualización del catastro de usuarios, la instalación de medidores en los pozos de bombeo y el estudio para la mejora de la red de monitoreo de recursos superficiales y subterráneos. Una red de monitoreo, eficaz y eficiente, sería aquella que estuviese constituida por sistemas de medición de:

- la profundidad de los niveles freáticos (registrada en pozos de observación y de extracción)
- las extracciones que se realizan desde cada pozo;
- los caudales superficiales que discurren en distintas secciones del río; y
- las extracciones que se realizan en las principales bocatomas.

Esta red de monitoreo puede ser administrada por la DGA o bien por la Junta de Vigilancia del Río Copiapó, aunque se sugiere que sea administrada por un tercero que reporte al Ente Coordinador que agrupe a todos los usuarios del río.

Para la mejora del diseño de la red de monitoreo se recomienda la elaboración de un estudio específico que identifique en terreno los puntos de monitoreo más adecuados de agua superficial y subterránea, las obras civiles e instalaciones necesarias en cada lugar, los equipos de medición, los costos, los protocolos de medición y los responsables de las mediciones. Este informe puede denominarse "Estudio para la Mejora de la Red de Monitoreo de Niveles Superficiales y Subterráneos."

Una vez diseñada e implementada la red de monitoreo de caudales y extracciones, superficiales y subterráneas, es imprescindible que exista una excelente coordinación entre las autoridades competentes (DGA) y los usuarios del agua, que permita una adecuada recolección, almacenamiento, interpretación y difusión de los datos entre todas las partes involucradas.

La gestión de la red de monitoreo tiene como principales objetivos velar por que el aprovechamiento de los recursos hídricos sea consistente con los derechos (superficiales y subterráneos) efectivamente otorgados, conocer con precisión su efecto sobre los niveles freáticos y contar con información actualizada y confiable que permita una adecuada toma de decisiones.

En resumen, se recomienda la implementación de un ***Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones*** *y establecer las condiciones adecuadas que permitan la gestión permanente de esta información.*

7.2 Aprovechamiento de caudales que salen de la cuenca

Los registros fluviométricos disponibles (DGA 2003) indican la existencia de un volumen que sale de la cuenca de manera superficial (en promedio, alrededor de 15 Mm^3/año) y una mínima cantidad que sale subterráneamente (estimado en 0,3 Mm^3/año). Dentro de un Modelo de Gestión Sustentable estos flujos pueden ser captados con los procedimientos que sean más oportunos, a través de una gestión técnica del acuífero, con objeto de minimizar el gradiente hidráulico a la salida de la cuenca y evitar la pérdida de estos recursos.

Estas medidas se recomienda que sean evaluadas técnica, ambiental y económicamente y sean aplicadas en las dos últimas secciones del río, es decir, [Copiapó- Piedra Colgada] y [Piedra Colgada – Angostura], particularmente en esta última. Los procedimientos que pueden evaluarse para reducir los escurrimientos **superficiales** hasta la mínima expresión y eliminar el flujo **subterráneo** a la salida de la cuenca son, entre otros:

- La reducción de los niveles freáticos mediante bombeo desde pozos en las dos últimas secciones del río.

- La apertura de zanjas de drenaje.

- La reducción de los niveles freáticos justo en aquellos sectores donde se presentan vegas naturales y se producen fenómenos de afloramiento, evaporación y evapotranspiración, a fin de disminuir estas pérdidas de agua de la cuenca.
- La impulsión de caudales que resulten disponibles en la parte final de la cuenca, (debido a la aplicación de las técnicas indicadas), hacia los sectores dónde esté localizada la demanda.

Para aplicar esta medida del Modelo de Gestión se recomienda la realización de un ***Estudio de Factibilidad Técnica, Ambiental y Económica de Manejo del Acuífero,*** *especialmente, en las dos últimas secciones del río, el que permita identificar las medidas, ubicación geográfica y técnicas más indicadas para minimizar el gradiente hidráulico al final de la cuenca, junto con determinar los volúmenes que anualmente pueden ser extraídos y bombeados desde allí a las secciones superiores, para evitar su salida al mar.*

7.3 Auto-regulación

Teniendo en cuenta la situación actual del acuífero, es necesaria la comprensión de parte de todos los usuarios en relación a que las aguas subterráneas son un recurso agotable, escaso, de difícil recuperación si se mantienen en el tiempo los niveles de precipitaciones ocurridos en los últimos 30 años. Adicionalmente, conviene que los usuarios tengan presente que el descenso acusado de los niveles freáticos puede producir la reducción de la capacidad física de almacenamiento en el acuífero, lo que significaría, dañarlo de manera irrecuperable.

Por todas estas razones, se considera que forman parte de un modelo de gestión sustentable las siguientes medidas:

- La suspensión del otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, de parte de las autoridades, en el conjunto de la cuenca del río Copiapó.

- La búsqueda de nuevas fuentes de agua mediante la financiación compartida por los usuarios.

- El inicio de la evaluación y discusión de medidas de auto-regulación de los distintos usuarios que permita enfrentar los escenarios más críticos

- Hacer posible el traslado de derechos actualmente vigentes de aprovechamiento de aguas subterráneas, desde las secciones 1 a 4, hasta las secciones 5 y 6.

Se recomienda, en una primera instancia, la evaluación y discusión de medidas de autorregulación de parte de los usuarios de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y las condiciones en que ellas se hicieran efectivas. Esta evaluación puede ser conducida por el Ente Coordinador del Plan de Acción y sus resultados debieran hacerse públicos a la comunidad y a las autoridades.

7.4 Evaluación de Fuentes Alternativas de Agua

Los balances hídricos desarrollados indican que, con la información disponible y considerando la dinámica del clima, es perfectamente factible establecer valores de aprovechamiento del acuífero bajo criterios de sustentabilidad en el tiempo. Sin embargo, bajo este escenario se constata una diferencia muy importante entre la oferta de agua del acuífero (30 Mm^3/año - 48 Mm^3/año) y la demanda actual a la que este está sometido (superior a 140 Mm^3/año).

Esta diferencia entre ingresos de agua al acuífero y su salida, actualmente fuertemente negativa, puede compensarse mediante la aplicación de medidas que conlleven el incremento del ingreso neto de agua en la cuenca. Estas medidas pueden ser complementadas con prácticas concretas que favorezcan la infiltración de agua en el acuífero (denominada recarga artificial, sección 7.4.1), pues se considera que ésta es una forma eficiente de almacenamiento que permite reducir las pérdidas por evaporación.

La evaluación de nuevas fuentes de agua a la cuenca puede ser desarrollada mediante la aplicación o combinación de las siguientes técnicas:

- Desalinización.
- Bombardeo de nubes.
- Cultivo de nieves.
- Captura de nieblas.

7.4.1 Recarga artificial

La técnicas de recarga artificial comprenden todos aquellos procedimientos que permiten, mediante una intervención programada, la introducción directa o inducida de agua en un acuífero, lo que permite incrementar su disponibilidad y actuar favorablemente sobre su calidad.

Merece ser destacado que la recarga artificial no es un método para aportar agua a la cuenca, sino el proceso por el cuál los aportes pueden ser efectivamente aprovechados.

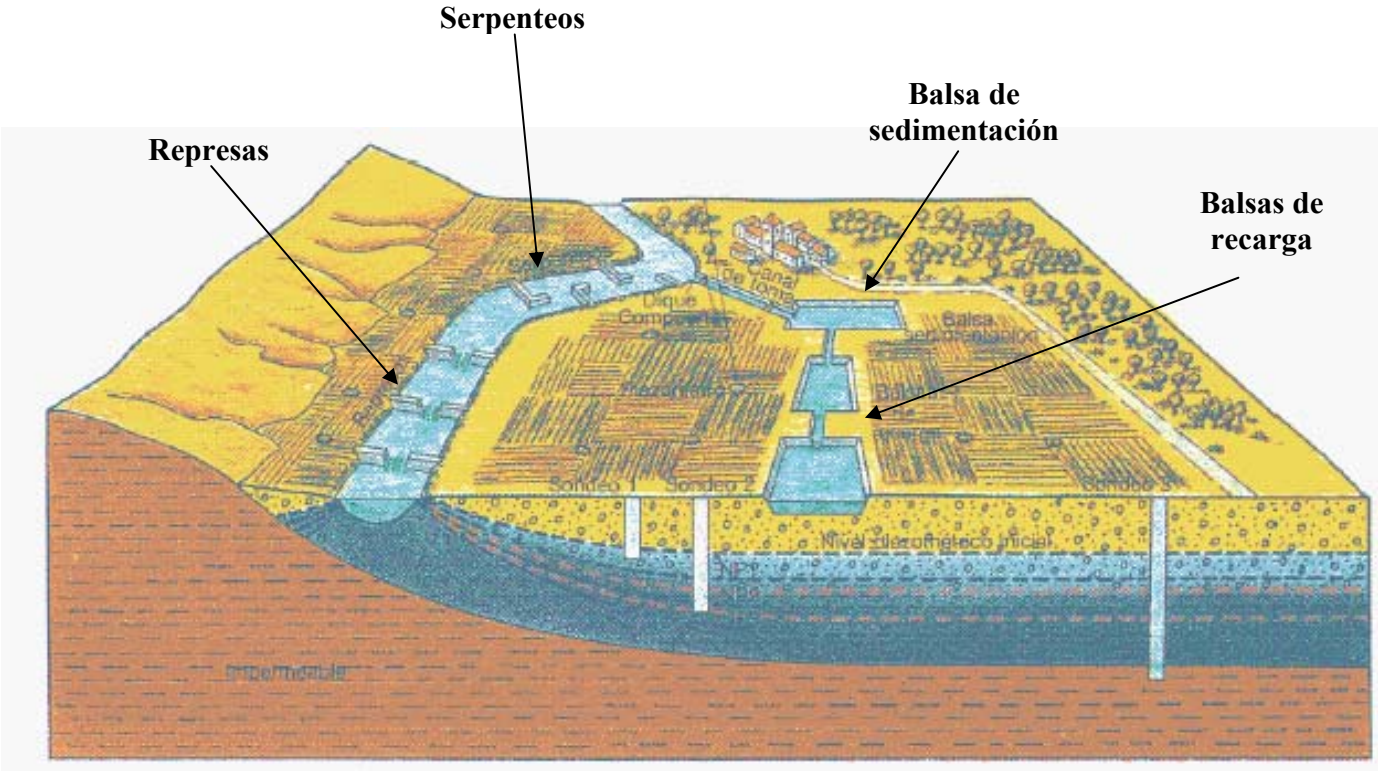
Los métodos ideados para poder llevar a la práctica estas técnicas son múltiples y variados, aunque en general se clasifican en dos grandes grupos: **métodos superficiales** que consisten en la infiltración del agua a través de la superficie del terreno y **métodos de infiltración en profundidad,** los que permiten la introducción directa del agua hasta el acuífero mediante una perforación que atraviesa el perfil del suelo. Los métodos y dispositivos de recarga más utilizados en el mundo se resumen en la Tabla 38:

Tabla 38: Métodos y dispositivos de recarga artificial

METODOS Y DISPOSITIVOS DE RECARGA ARTIFICIAL			
SUPERFICIALES	EN CAUCES	Serpenteos y represas	Consiste en aumentar la superficie de contacto entre el agua y el terreno, bien mediante la construcción de diques o bien con muros de tierra en forma de L
		Escarificación	Consiste en la escarificación el lecho del río eliminando finos y mejorando la infiltración
		Vasos permeables	Son embalses de superficie cuya cerrada no es totalmente impermeable
	FUERA DE CAUCES	Balsas de recarga	Son dispositivos alargados, poco profundos, y de gran superficie. La infiltración se produce predominantemente por el fondo
		Fosas	Son semejantes a las balsas, pero disponen de mayor profundidad por lo que la superficie lateral es importante. Domina la infiltración por los flancos
		Canales	Son dispositivos poco profundos que siguen la topografía del terreno. La infiltración se produce tanto por el fondo como por los flancos
		Campos de extensión	Consisten en la distribución de agua por la superficie del terreno, normalmente mediante riego con grandes dotaciones
EN PROFUNDIDAD		Sondajes de inyección	Mediante la construcción de sondajes profundos se inyecta el agua en el acuífero
		Simas y dolinas	Es el aprovechamiento de simas y dolinas presentes en terrenos calcáreos para introducir agua en el acuífero
		Drenes y galerías	Consiste en la perforación de drenes y galerías en el fondo de un pozo.
		Zanjas y sondajes	Es la construcción de una gran zanja de infiltración, de escasa profundidad, rellenada de grava calibrada, dentro de la cual se ubican sondeos de recarga

Fuente: http://aguas.igme.es/igme/publica/libro36/pdf/lib36/in_01a.pdf

Figura 24: Métodos y dispositivos de recarga artificial



Para implementar estas medidas se requiere un estudio de detalle que permita localizar los tramos más adecuados para cada iniciativa, a fin de evitar posibles daños a los sistemas de regadío y, particularmente, para prevenir efectos negativos al transporte de las aguas superficiales hacia los canales durante la época de riego.

Estos estudios de detalle pueden considerar, para cada sector de la cuenca, el volumen que puede ser almacenado en el acuífero y el nivel de la demanda. En función de estos dos parámetros principales se pueden dimensionar las necesidades de recarga en cada sector. Este trabajo comprende:

- calcular la cantidad de agua que puede ser infiltrada y su frecuencia
- indicar el rango de la oscilación normal de los niveles freáticos en cada sector y determinar las acciones a desarrollar en caso de que éstos se excedan.
- identificar el origen del agua
- determinar cuáles son las técnicas más indicadas (canales, balsas, fosas, etc.),
- calcular las dimensiones de las infraestructuras de infiltración que pueden ser implementadas (superficies, longitudes, obras anexas, etc.);

- evaluar el impacto ambiental de las obras; y
- establecer los procedimientos y responsabilidades en la toma de decisiones relacionadas con la recarga artificial, ejecución de instrucciones, control, etc.

En conclusión, para ampliar la capacidad de recarga artificial se recomienda la realización de un ***Estudio de Infiltración en la Cuenca del Río Copiapó*** *que permita identificar y ubicar espacialmente las medidas más adecuadas sección por sección, evaluando su impacto ambiental y su costo económico.*

7.4.2 Desalinización

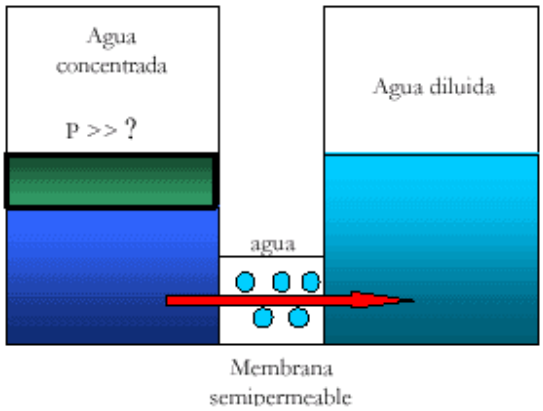
La desalinización es el proceso que permite separar las sales presentes en una solución acuosa, generando un efluente con características adecuadas para su uso.

- Procesos

Los procesos técnicos de desalinización de aguas marinas o salobres continentales pueden clasificarse en tres grupos: de membrana, destilación térmica y por congelación (Anexo 10).

- **Procesos de membrana:** Tienen gran difusión en la actualidad. Básicamente, pueden ser de dos tipos:

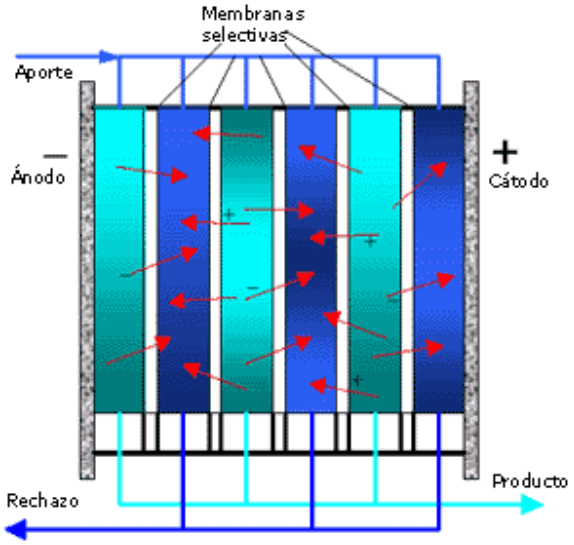
Figura 25: Proceso de ósmosis inversa



- **Ósmosis inversa** (Figura 25): mediante la aplicación de presión mecánica se logra contrarrestar la presión osmótica natural, de forma que el agua fluye desde la zona con mayor concentración de sales a la de menor concentración hasta obtener agua pura.

- **Electrodiálisis** (Figura 26): separación iónica a través de una serie de membranas situadas sucesivamente y separadas entre sí milímetros. La aplicación de campos eléctricos genera la migración de iones que pasan por estas membranas que actúan como tamices.

Figura 26: Proceso de electrodiálisis



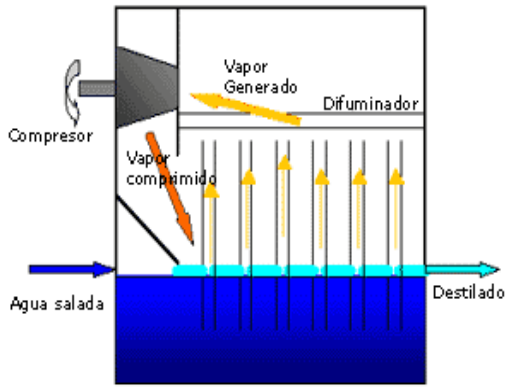
Fuente: La desalación como alternativa al Plan Hidrológico Nacional. 2001

En la actualidad el proceso de osmosis inversa es el de mayor aplicación para agua de mar en Europa y en general en el mundo, por su menor consumo energético, lo que contribuye a rebajar el costo del agua desalada.

- **Destilación térmica**: Este proceso corresponde a la evaporación del agua desde el agua marina, con la posterior condensación del vapor de agua. En este caso la energía necesaria para la desalación es obtenida de combustibles fósiles (carbón, gas natural, petróleo, etc.) o del sol. Este proceso puede realizarse mediante compresión de vapor o por destilación solar.

- Por compresión de vapor (Figura 27): utiliza un compresor adiabático que consigue dos sectores de diferente presión, de tal manera que se genera un flujo de vapor desde el sector de mayor presión y temperatura de condensación hacia el inferior, lugar donde se produce la condensación.

Figura 27: Diagrama de la compresión de vapor (CV) con evaporador de tubos verticales (VTE).



Fuente: La desalación como alternativa al Plan Hidrológico Nacional. 2001

- **Procesos de Congelación**: el agua salina se ve sometida a diversos sistemas de refrigeración para que posteriormente se evaporare a baja presión en un cristalizador al vacío. Así se obtienen cristales de hielo mezclados con cristales de salmuera, los que pueden ser separados mediante procesos mecánicos

- Costos involucrados

La inversión requerida para construir una desaladora depende mucho de su tamaño (Tabla 39). La inversión específica (inversión necesaria para cada m^3/día de producción) disminuye a medida que aumenta el tamaño de la planta, lo que quiere decir que el factor escala juega un papel importante en la inversión.

Tabla 39: Inversión requerida para construir una planta desaladora

Inversión requerida	US$ por cada m^3/día
Más barata	854
Media	946
Más cara	1118

Fuente: http://www.ciccp.es/revistaIT/textos/pdf/08MFari.pdf

Una vez construida la planta, los costos de operación están compuestos por costos fijos y variables, los que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 40: Estructura del costo del agua desalada

Costos	Fijos	Personal de operación
		Término de potencia
		Mantenimiento y conservación
		Administración
		Varios
	Variables	Productos químicos
		Mantenimiento y conservación
		Energía eléctrica
		Reposición de membranas y cartuchos
		Renovación

Fuente: http://www.ciccp.es/revistaIT/textos/pdf/08MFari.pdf

Considerando un tipo de interés del 4% y un período de amortización de 25 años , los costos totales del metro cúbico de agua desalada en España, incluyendo el IVA, la amortización de la inversión, los gastos generales y el beneficio industrial oscila entre 0,65

y 0,7 US$ por metro cúbico (Tabla 41). A estos valores debe sumarse el costo del transporte del agua dulce hasta el punto de consumo, lo que en este caso puede tener un valor considerable pudiendo llegar a duplicar el costo total antes indicado.

Tabla 41: Costo del metro cúbico de agua desalada

Costo del metro cúbico de agua desalada (iva incluido)			
Concepto	Costo por metro cúbico (US$)		
	Inversión barata	Inversión media	Inversión cara
Amortización	0,15	0,17	0,20
Operación y mantenimiento	0,50	0,50	0,50
Costo Total	0,65	0,67	0,70

Fuente: http://www.ciccp.es/revistaIT/textos/pdf/08MFari.pdf

- Características y costos asociados a una planta desaladora que fuera adecuada a la demanda de recursos hídricos presente en la Cuenca del Copiapó

Considerando que en la actualidad el aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos son del orden de 140 Mm^3/año (DGA 2003) y que el volumen sustentable aprovechable por bombeo desde el acuífero, en un escenario conservador, pueda ser del orden de los 22-40 Mm^3/año, podría indicarse que el orden de magnitud del volumen adicional requerido para satisfacer la demanda actual es del orden de 110 Mm^3/año.

La planta desaladora que más se aproxima a este volumen de producción es la localizada en Ashkelon, Israel (Anexo 10) y su valor de construcción alcanzó los 250 Millones de US$.

Los costos del agua en Europa e Israel oscilan entre 0,7 y 0,5 US$ por metro cúbico, considerando una amortización a 25 años e impuestos. A este valor habría que agregar el costo del traslado hasta los consumidores. En el caso de Chile, proyectos mineros que han requerido del diseño de estas plantas y la impulsión a distancias y/o alturas significativas calculan el costo entre 1,2 y 1,6 US$ por metro cúbico de agua desalada, valor que incluye el costo de construcción, operación y bombeo.

- Conclusiones

Si se resolviese la demanda hídrica de riego en el valle mediante la instalación de una planta desaladora, y suponiendo que el precio del m^3 no estuviera influido por algún tipo de subvención fiscal, se podría evaluar en unos 14.000 US$ [18]por hectárea y año el encarecimiento de los costos de producción.

[18] Considerando que una hectárea de viñedo puede requerir del orden de 12.000 m3/año y un valor de 1,2 US$/m3

Atendiendo a estos valores se presume que la desalinización es una solución extrema para abastecer la demanda de agua para riego en el valle del Río Copiapó, puesto que las inversiones iniciales son muy altas y el precio por metro cúbico del agua dificultaría la competitividad de la agricultura de exportación presente en este valle.

Tratándose de empresas mineras la factibilidad de esta opción dependería del precio del metal, pudiendo justificarse el uso de agua desalinizada cuando los valores de venta de los metales lo justificara.

7.4.3 Siembra o Bombardeo de nubes

Las nubes están formadas por gotitas microscópicas de agua y cristales de hielo, los que, por su escaso peso, no pueden vencer la atracción que existe entre ellos y se mantienen en la atmósfera. Para la formación de una gota de lluvia hace falta que miles de pequeñas gotitas se unan entre sí (proceso denominado coalescencia) y adquieran el peso suficiente para ser atraídas por la gravedad terrestre, superando las fuerzas de atracción que ocurren dentro de la nube (Sepúlveda 2001).

Las gotitas microscópicas no se logran unir unas a otras por sí solas. Es necesaria la presencia de una partícula sólida, alrededor de la cual éstas comienzan a adherirse iniciando la formación de la gota de lluvia. Estas partículas están presentes en forma natural en la atmósfera, en forma de sales, polvo, humo, etc y son conocidas como "núcleos de condensación" (Sepúlveda 2001).

La estimulación de precipitaciones consiste en el aumento de manera artificial de la cantidad de núcleos de condensación" presentes al interior de la nubosidad. Con ello se logra aumentar la cantidad de gotas de lluvia en formación y, continuado el proceso, se puede incrementar la cantidad de precipitación que llega a la tierra.

El núcleo de condensación o "nucleante" más utilizado es el Yoduro de Plata (AgI), el que además de servir para multiplicar el proceso de coalescencia, cumple con otra importante función como es la de congelar partículas de agua "sobreenfriadas", es decir, generar cristales de hielo en aquellas partículas que se mantienen en estado líquido a pesar de estar a temperaturas bajo los 0°C. En la conversión del estado líquido al sólido se provoca una liberación de calor latente (Sepúlveda 2001).

El calor latente genera el calentamiento de la nube del orden de 1 a 2°C, lo que induce a su vez mayor inestabilidad e incrementa las corrientes internas del aire cargado de humedad; todo lo cual conlleva a la intensificación general de la actividad de las partículas de agua, lográndose finalmente un aumento de la cantidad de precipitación.

A una temperatura de -5°C el Yoduro de Plata logra su mayor eficiencia. Cabe destacar que por cada gramo de este compuesto hay disponibles 10^{14} núcleos de condensación, es decir, mil billones de partículas extras sobre las que puedan generarse fenómenos de coalescencia. Con temperaturas mayores la cantidad de núcleos por gramo de AgI disminuye, pero

siempre se mantiene dentro del rango de varios miles de millones de partículas por cada gramo (Sepúlveda 2001).

Existen diversos medios para introducir el nucleante en la nubosidad, siendo los más conocidos y usados los sistemas denominados "**siembra aérea**" y los "**generadores terrestres**".

El sistema aéreo asegura al 100% la introducción del nucleante en la nubosidad. Es muy útil para objetivos específicos, de no mucha extensión. Sus principales desventajas son el alto costo, la peligrosidad de la operación y la restringida superficie que puede abarcar.

Entre los factores que determinan el costo de estas medidas cabe destacar la dependencia de utilizar material aéreo y la necesidad de contar con apoyo de radar. Con este último sistema es posible determinar los lugares dentro de la nubosidad que cuentan con las condiciones adecuadas de agua sobreenfriada (Sepúlveda 2001).

El sistema terrestre no asegura que la totalidad del nucleante ingrese a la nubosidad, pudiendo perderse algo en el trayecto. Si bien requiere de un costo inicial relativamente elevado (consistente en la implementación de la red), una vez que está amortizado el sistema, éste puede seguir prestando servicio por muchos años a un costo muy inferior al que presenta el sistema aéreo (Foto 1). Es ideal para cubrir grandes superficies y no requiere equipamiento tan sofisticado como radar, pues no es necesario determinar qué sectores dentro de la masa nubosa son los más apropiados, ya que se siembra y estimula la totalidad del sistema nuboso (Sepúlveda 2001).

Fotos 1 y 2. Generadoras de de nucleantes terrestres

Fuente: http://www.nawcinc.com/photos.html

En las imágenes (Fotos 1 y 2) se observa una llama de propano que permite vaporizar la solución semilla, la que está compuesta por Yoduro de Plata mezclada con acetona. El vapor de Yoduro de Plata vuelve a recristalizarse con el aire frío, formando millones de minúsculas partículas sólidas que actúan como núcleos de condensación. Los generadores están ubicados en puntos estratégicos dónde se produzca la mayor interacción posible con masas nubosas en tránsito y con tormentas [19] .

Otros sistemas terrestres permiten el lanzamiento de bengalas (Foto 3), las que se mantienen en altura hasta por 5 minutos liberando una alta cantidad de núcleos de condensación. Estos sistemas pueden ser activados por control remoto desde lugares muy distantes gracias a una señal de radio.

Foto 3. Sistemas de bengalas activados por control remoto

En el diseño de un proyecto de estimulación de precipitaciones, se evalúan diversos factores, siendo recomendable la consideración de sistemas terrestres y aéreos que trabajen de manera complementaria. Los primeros pueden estar instalados permanentemente y así son capaces de operar a lo largo de la temporada cada vez que se produzcan condiciones favorables.

Adicionalmente, la siembra aérea puede estar dedicada a potenciar la presencia de núcleos de condensación en momentos muy favorables y/o en lugares específicos donde no se disponga de sistemas terrestres.

Fuente:
http://www.nawcinc.com/photopages/flares.htm

[19] http://www.nawcinc.com/photopages/CNG.htm

- Experiencias Realizadas en Chile

Las primeras iniciativas desarrolladas en Chile relacionadas con la modificación del tiempo atmosférico en remontan a la década del 60, en que el Ministerio de Agricultura realiza las primeras experimentaciones. Estas se realizan en la I región, con el Programa META (Modificación Experimental del Tiempo Atmosférico). Posteriormente se trabaja en las regiones III y IV. Este Programa se basaba en la aplicación de yoduro de plata, aplicado desde una aeronave, aprovechando las condiciones climáticas que presenta el Invierno Altiplánico en los meses de Febrero – Marzo de cada año. Las inducciones se realizaron desde 1968 hasta 1972 (Sepulveda 2001).

En la década del 70 se realizaron nuevas experiencias con la participación de ingenieros agrónomos y meteorólogos chilenos, asesorados ésta vez por especialistas norteamericanos. Esta experiencia duró unos 4 años y fue financiada por el Ministerio de Agricultura.

Durante los años noventa la Comisión Asesora del Presidente de la República para la Sequía, y la Unidad de Emergencias Agrícolas del MINAGRI, secundada por particulares y por el FNDR, compartió el financiamiento de programas de estimulación de lluvias por medio de aeronaves y también por quemadores terrestres. En esta iniciativa participaron dos empresas que prestan este tipo de servicios (Centro Privado de Servicios Aéreos Limitada, CEPRISER y Asesorías y Servicios Hídricos y Meteorológicos S.A., HIDROMET) (Tabla 42). El año y las regiones donde se ha aplicado esta experiencia se detallan a continuación:

Tabla 42: Programas de siembra de nubes realizados en Chile:

Año	Región	Empresa
1987	IV	Cepriser
1988	Metropolitana	
1989	III, IV,VII y Metropolitana	
1990	I, III, IV, VI, VII y Metropolitana	
1991	I, III, IV y VII	
1992	I, III, IV y VII	
1993	I, III y IV	
1994	III y IV	
1995	III, IV y V	
1996	IV, V y Metropolitana	
1997	IV y V	
1998	VI, VII, IX y X	
1999	IV, V, VI, VII, VIII, X y Metropolitana	
2000	VI	Hidromet
2001	VI	

Fuente: Sepúlveda 2001[20]

[20] http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_rojo/TC-159.htm

Estos programas se desarrollaron, por lo general, en respuesta a situaciones de sequía, por lo que los resultados de los vuelos estuvieron directamente influidos por las condiciones de escasa humedad propia de años muy secos. Se estima que resultados mucho más favorables hubieran sido obtenidos en circunstancias más favorables, es decir, con condiciones climáticas propias de años normales o más húmedos (Sepúlveda 2006, comunicación personal).

A lo largo de este estudio Golder ha reunido información disponible en Chile y en internet sobre estas medidas. Además, se entrevistó al Sr. Gastón Sepúlveda, funcionario del SAG que participó en los programas de estimulación de lluvias realizados en Chile en la década de los noventa[21]. Los resultados son los siguientes:

- Análisis de programas desarrollados por Cepriser, años 1993, 1994 y 1995

Se han analizado los resultados presentados por esta empresa en los años 1993, 1994 y 1995. ("Trabajo de estimulación artificial de las precipitaciones en la III región de Atacama, IV región de Coquimbo y provincia de Petorca en la V región de Valparaíso, mediante la siembra aérea de nubes con yoduro de plata"). Las conclusiones extraídas indican que:

- La efectividad de las siembras de nubes está determinada principalmente por las condiciones meteorológicas imperantes, específicamente por el espesor, temperatura exterior y cantidad de agua sobre-enfriada que posean las nubes. De acuerdo a lo anterior, es imposible determinar a priori la efectividad de un programa de siembra de nube.

- En promedio, en los tres programas se obtuvo una ganancia relativa aproximada de 5% sobre la precipitación media, la que está 5 puntos por debajo del promedio histórico internacional.

- Para comparar medias muestrales se utilizó el test de hipótesis t de student, escogiéndose una muestra con los valores de precipitación asociados a los días con operaciones de estimulación, y definiendo otra muestra con los valores correspondientes a los días anterior y posterior a la operación de siembra. El test determina si las diferencias entre las medias de ambas muestras difieren entre sí significativamente, para un determinado valor de significancia (95 % usualmente). El test en la mayoría de los casos determinó que las diferencias entre un episodio con estimulación y otro sin estimulación, no eran significativas, lo que podría deberse a la existencia de una cantidad de datos muy reducida. Por lo tanto no se pueden obtener conclusiones a partir de la aplicación de dicho test.

- Con la información disponible en los informes, no es posible determinar la cantidad de agua que precipitó adicionalmente como consecuencia de la aplicación del programa de siembra de nubes.

[21] En calidad de Jefe de la Unidad de Emergencias Agrícolas del Minagri.

- Situación de la cuenca del Río Copiapó

- En los años 1993 a 1995 se realizaron actividades de estimulación de precipitaciones mediante el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata, cuyos resultados fueron evaluados favorablemente según indican representantes de los agricultores (Reuniones de Trabajo del Comité Técnico de este Estudio, 2006).

- Durante estas prácticas no se contó, por lo general, con condiciones favorables para la precipitación, pues éstas coincidieron con años especialmente secos.

- Los informes que fueron elaborados en los años 1993, 1994 y 1995 sobre la aplicación de bombardeo de nubes no registran una relación positiva entre la ejecución de estas medidas y un incremento de la lluvia caída.

- Existen avanzadas conversaciones entre representantes de los agricultores y la compañía Cepriser, prestadora de estos servicios, para la reanudación de este tipo de trabajos a corto plazo (Reuniones de Trabajo del Comité Técnico de este Estudio, 2006).

- Estudio de Estimulación de Precipitaciones

- Considerando la situación de sobre-explotación de los recursos hídricos de la cuenca y que este tipo de prácticas podría eventualmente transformarse en un aporte adicional de agua para la cuenca, se recomienda la realización de un **Estudio de Estimulación de Precipitaciones** para el valle del río Copiapó. Este documento debería incluir la identificación de las áreas de estimulación por medios aéreos, la descripción de los equipos terrestres más idóneos y su localización geográfica, un pronóstico de los resultados esperados, las inversiones necesarias, la identificación de los operadores de los sistemas, un calendario de ejecución, las fuentes de financiamiento, un análisis costo-beneficio y el diseño de los sistemas de medición de resultados.

- En caso de realizarse, el programa de estimulación artificial de precipitaciones debiese comprender un mínimo de 5 años, en los cuales se combinaran medios terrestres y aéreos. Durante este periodo se podría contar con condiciones climáticas más o menos favorables, evaluando los resultados en cada una de ellas.

- Los meses de operación podrían ser Enero y Febrero, para aprovechar el "Invierno Altiplánico" y el periodo comprendido entre Mayo y Agosto, cuando se presenta la mayor nubosidad y humedad atmosférica.

- El diseño y ejecución de este programa podría estar asistido técnicamente por funcionarios del SAG, los que participaron activamente en el desarrollo de este tipo de iniciativas en la década del noventa. En función de los recursos disponibles, también podría recabarse la asesoría de empresas estadounidenses que cuenten con la mejor

tecnología en este campo[22] En particular, puede ser muy relevante el concurso de especialistas en esta materia para la evaluación de costos y beneficios, atendidas las condiciones climáticas propias del valle del río Copiapó.

- La financiación del programa podría ser compartida entre los usuarios de los recursos hídricos del valle del Copiapó, acudiendo también a posibles fondos regionales (FNDR) o de innovación de CORFO.

- El programa de estimulación de lluvias debería ser complementado con un sistema de monitoreo de la precipitación, el que puede ser muy simples y consistir en la instalación de pluviómetros y nivómetros en la cuenca en la que se realizan las estimulaciones y, en paralelo, en cuencas adyacentes para hacer posibles las comparaciones.

Se recomienda la elaboración de un ***Estudio de Estimulación Artificial de Precipitaciones****, el que evalúe las ventajas e inconvenientes de los sistemas disponibles (tanto de sistemas terrestres como de aplicaciones aéreas), determine la localización geográfica de las medidas más adecuadas, aéreas y terrestres, identifique las instalaciones necesarias, establezca la relación costo-beneficio para estas soluciones e identifique las fuentes de financiación.*

A juicio de Golder, en Chile pueden encontrarse especialistas que pueden contribuir a la realización de este estudio, los que pueden ser apoyados por expertos internacionales en este campo.

7.4.4 Sistemas Atrapanieblas

Los sistemas atrapanieblas son dispositivos que constan de una superficie de material permeable, como puede ser una malla Raschel (que está fabricada con propileno resistente a los rayos ultravioletas), extendida sobre bastidores rígidos y cables que permiten mejorar la resistencia de la estructura al viento. A medida que la niebla pasa a través de la malla se condensa el agua en los hilos de la misma formando gotas cada vez de mayor tamaño, las que se deslizan por gravedad hacia la parte inferior de la malla donde serán recogidas en canaletas. A partir de ahí, el agua fluye a depósitos preparados para su posterior uso.

[22] Como por ejemplo la North American Weather Consultants, Inc (http://www.nawcinc.com)

- Experiencias Nacionales

En Chile se desarrolló una experiencia de este tipo en los cerros próximos al Asentamiento Minero del Tofo. Allí se encuentra un pequeño poblado de pescadores, Chungungo, de aproximadamente 440 habitantes permanentes llegando a un máximo de algo más de 1.000 durante el verano, en donde se instalaron 40 dispositivos de 90 m² de superficie de atrapanieblas, obteniéndose en total un volumen de agua de 16 a 21 mil litros por día.[23]. La producción promedio del periodo 1987-1994 en el Tofo fue del orden de 3,2 l/m^2 y día.

Foto 4: Dispositivos atrapanieblas

- Análisis de la posible aplicación de sistemas atrapanieblas en la cuenca del Río Copiapó

Considerando los valores promedio disponibles en la bibliografía (3,2 l/m2 y día) un sencillo cálculo permite evaluar que estos sistemas no lograrían paliar la demanda que se presenta en la cuenca del Río Copiapó. En efecto, para cubrir un déficit del orden de 100 Mm^3/año sería necesaria la instalación de 8,800 hectáreas de superficies atrapanieblas distribuidas verticalmente a lo largo de la cuenca.

En el caso de la agricultura, aplicando valores promedio[24], por cada hectárea de plantación

[23] Cereceda, P. Revista Medio Ambiente y Desarrollo, Cipma, Vol. XVI, N ° 4. 51-56 http://www.geo.puc.cl/niebla/pdf/atrapanie_Cipma.PDF

[24] Suponiendo una producción de los sistemas atrapanieblas de 3,2 l/m^2 y día y considerando una demanda hídrica para la vid del orden de 12.000 m^3 por hectárea y año.

de vid que fuese regada con agua procedente de nieblas se necesitaría, aproximadamente, de una hectárea de superficie atrapanieblas; a lo que habría que añadir la instalación de sistemas de almacenamiento del agua que permitieran abastecer la demanda durante los meses de mayor consumo, los que coinciden con la menor humedad atmosférica.

En términos de costos, se puede aportar como referencia el sistema instalado en 1999 en el Santuario de Padre Hurtado, comuna de Canela, IV Región que contó con 10 unidades de 40 m2 cada una, canaletas, tubería de 3,5 km de longitud y un depósito de 40 m^3. Este sistema tuvo un costo de 13 millones de pesos, incluyendo el estudio. Fue financiado por un particular canadiense y contó con diverso apoyo técnico y humano de la Universidad Católica[25].

Así, sin contemplar el valor de la mano de obra y sólo considerando que en 400 m^2 de superficie se invirtieron 13 millones de pesos, podría estimarse del orden de 325 millones de pesos el valor de una hectárea de superficie de atrapanieblas (incluyendo estanques, canaletas y tuberías). Esta cifra parece a todas luces desproporcionada por lo cual debe ser descartada como válida a todos los efectos, pero al menos establece una nueva señal de la complejidad técnica y económica asociada a la instalación de un sistema de este tipo capaz de abastecer la demanda de agua que presenta el valle del río Copiapó.

En general, los sistemas atrapanieblas sólo han sido aplicados con éxito en la solución de problemas de disponibilidad de agua para consumo humano y/o riego de huertos familiares en pequeñas localidades cercanas a la costa, pero nunca han sido aplicados a mayor escala.

Por todo lo expuesto anteriormente, los atrapanieblas no serían sistemas capaces de resolver los problemas de abastecimiento que presenta el valle del Río Copiapó, a no ser que se dispusiese de grandes inversiones y se ocupasen intensivamente con malla Raschel las laderas de este valle.

7.4.5 Captura de Nieves

La captura de nieves consiste en desarrollar procedimientos que favorezcan la infiltración de agua caída en forma de nieve dentro de la cuenca. Para ello se emplean cercos, abancalado o perfilado de las laderas (en forma de terrazas) u otras medidas específicamente diseñadas para favorecer la compactación de la nieve, evitando que el viento la elimine mediante procesos de sublimación (paso de sólido a gas).

Estas barreras ofrecen resistencia al viento y la nieve se acumula en ellos durante el invierno. En primavera, estos paquetes de nieve se derriten lentamente favoreciendo la escorrentía e infiltración del agua. Parte de este volumen infiltrado recarga al acuífero.

Esta es una técnica usada para incrementar la profundidad de los glaciares. No obstante se carece de información sobre cuál es la eficiencia de estos sistemas en términos de

[25] Profesores y alumnos colaboraron en la construcción de los atrapanieblas

producción de agua por unidad de superficie y año. En estas condiciones sólo se puede recomendar la realización de pruebas piloto, capaces de registrar la cantidad de agua retenida en un área de estudio, versus la que presente un área testigo.

Tras la realización de estos experimentos se podría contar con la información necesaria para determinar el grado en que pueda ser de utilidad la aplicación de este tipo de medidas. En cuanto a sus costos, sólo cabe suponer que para aportar un volumen de agua adicional del orden de magnitud que requiere la cuenca se deberían intervenir grandes superficies, lo cual estaría asociado a inversiones muy importantes.

7.4.6 Conclusiones sobre Fuentes Adicionales de Agua

Comparando entre sí las distintas soluciones aportadas se pueden advertir sus ventajas e desventajas (Tabla 43).

Tabla 43. Ventajas y Desventajas de Fuentes Adicionales de Agua.

Fuente del Recurso	Ventajas	Desventajas
Plantas desalinizadoras	- Seguridad en el abastecimiento (no depende de las condiciones atmosféricas) - Escalable - No requiere sistemas de almacenamiento durante el invierno	- Requiere sistema de bombeo y distribución desde grandes distancias - Inversión inicial alta - Costos de operación altos
Atrapanieblas	- Costos de operación reducidos - No requiere sistemas de distribución desde grandes distancias.	- Producción variable, depende de las condiciones atmosféricas - Requiere sistemas de almacenamiento durante el invierno - Requiere grandes superficies de terreno - Inversión inicial muy alta
Estimulación de precipitaciones (sistemas terres-tres y aéreos combinados)	- La inversión inicial no es demasiado alta. - La operación de sistemas terrestres es económica. - No requiere sistemas de almacenamiento o distribución	- Producción depende de las condiciones atmosféricas, que en el caso de Copiapó no serían muy favorables. - Incertidumbre sobre resultados.
Captura de nieve	- No requiere de sistemas de distribución o almacenamiento.	- Producción variable, depende de las condiciones atmosféricas. - La inversión inicial podría ser muy alta (instalaciones, enbancalado, etc.) - Incertidumbre sobre resultados - Requiere grandes superficies de terreno

Fuente: Elaboración propia

7.5 El reciclado del agua y su optimización en procesos productivos.

En la cuenca del Río Copiapó ya se están empleando técnicas de reciclado y optimización del uso del agua, tanto en la agricultura como en la minería. En el primer caso cabe destacar la amplia difusión que han tenido las prácticas de riego por goteo en la región, principalmente en la uva de mesa, en donde un 97 % de la superficie regional plantada con este cultivo (que alcanza las 7.500 ha) ocupa ya este método (CIREN 2005). En el caso del olivo, la superficie plantada en la región de Atacama alcanza las 2.400 ha, siendo regadas por goteo un 50 % de ellas, mientras que por surco, tendido u otros métodos se riegan otras 1.200 ha de olivar.

Por lo tanto, aún existirían ámbitos en los que se puede optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos que se usan en la agricultura. Considerando que las pérdidas por infiltración desde los canales y predios agrícolas suponen una recarga del acuífero, este no sería un factor negativo para la sustentabilidad de este recurso (pues, en general, toda infiltración se convierte en recarga del acuífero), salvo en la última sección de la cuenca en dónde se requiere un manejo que permita minimizar la salida de agua de la cuenca hacia el mar.

En el caso de la minería, distintas empresas están implementado sistemas de gestión ambiental los que, entre otros objetivos, conducen a la reducción del consumo de recursos naturales. En general, las técnicas de recirculación del agua en los procesos productivos permiten reducir los requerimientos de agua fresca. Las técnicas más avanzadas que conducen a la reducción del consumo de agua son el espesamiento de los relaves y la deposición de éstos en pasta, técnicas que podrían ser progresivamente implementadas en las empresas mineras de la cuenca de acuerdo a la factibilidad que ellas tengan, las que dependen de características específicas de los relaves.

El modelo de gestión ambiental propuesto en este estudio recoge la conveniencia de reciclar y optimizar la mayor cantidad de agua posible, ya sea en el ámbito de la agricultura, ya sea en la minería, la industria o el consumo humano.

Estas técnicas pueden ser promovidas con el desarrollo de líneas de financiamiento en condiciones preferentes, por parte de organismos del estado (como Corfo, SAG, Indap, etc.), para aquellos proyectos productivos que implementen sistemas de **reciclado y optimización** del consumo de agua. Complementariamente, se recomienda la promoción de fondos de **innovación tecnológica** que vayan dirigidos a encontrar nuevos métodos de producción capaces de economizar el uso de los recursos hídricos, tanto en la minería, como en la industria y la agricultura.

7.6 La sensibilización de los usuarios

La sensibilización de parte de todos los usuarios (agricultores, empresas mineras, industrias y la comunidad en general), puede conducir a una reducción del consumo de parte de éstos, la que contribuya a reducir la diferencia entre ingresos y salidas que presenta el acuífero.

Esta sensibilización puede ser desarrollada a partir de la elaboración de un Programa de Sensibilización, el cual defina con detalle los distintos proyectos y las líneas de acción que pueden ser desarrolladas; describiendo para cada uno de ellos, al menos, los siguientes elementos:

- población objetivo
- metas a alcanzar
- actividades a desarrollar
- Plan de Medios
- recursos necesarios (dípticos, folletos, afiches, publicidad, etc.)
- presupuesto
- duración
- identificación de fuentes de financiamiento

Dentro del diseño del Programa de Sensibilización se podría incluir la preparación de logotipos y un primer material publicitario como afiches, dípticos, slóganes de la campaña u otros elementos que aporten contenido a estos programas desde sus primeras etapas y, con ello, permitan transmitir una imagen de seriedad y solidez de la iniciativa, que pueda ser mostrada ante posibles financistas para lograr un mayor éxito.

Una vez desarrollado el Programa de Sensibilización, se requiere desarrollar efectivamente las acciones que permitan reunir el financiamiento necesario. Esta labor podría facilitarse si los respectivos proyectos son presentados ante organismos públicos o privados con los que exista alguna afinidad (por ejemplo, alguno de los programas destinados a colegios podrían ser presentados ante el Ministerio de Educación, los dedicados a los canalistas podrían ser de interés para el Ministerio de Agricultura, etc.)

8 PLAN DE ACCION

8.1 Introducción

Un Plan de Acción es todo aquel proceso que, partiendo de una declaración o política de intenciones, permite a un grupo humano alcanzar un objetivo, mediante una planificación de actividades desarrolladas con unos recursos, una estrategia y unos plazos previamente determinados.

A través de un Plan de Acción se lleva a cabo un ejercicio de organización y ejecución de actividades concretas, las que son emprendidas por un ente organizado con este propósito.

En el ámbito del aprovechamiento de los recursos hídricos, el Plan de Acción conviene que articule y ponga en práctica conceptos tales como “desarrollo sustentable”, “crecimiento económico”, y “gestión integrada de cuencas”, entre otros, a fin de propender hacia una gestión sustentable de los recursos hídricos en la cuenca del río Copiapó.

El Plan se denominaría: "Plan de Acción para el Manejo Sustentable de los Recursos Hídricos del Valle de Copiapó" o en forma abreviada, "Plan de Acción Manejo Sustentable de Aguas de Copiapó".

El Plan de Acción que se presenta en este informe debe ser considerado como una propuesta o recomendación de una hoja de ruta cuyos contenidos deben ser revisados a la luz de los resultados que se vayan logrando, las políticas que se vayan definiendo y las condiciones que vaya presentando el río y su acuífero.

8.2 Estructura Organizacional

La implementación y operación de un Plan de Acción comprende la ejecución física de todas aquellas acciones y procedimientos que fueron planificados. Incluye la puesta en marcha de sistemas de comunicación entre las partes, capacitación, instalación de equipos, documentación del plan, registro de avances y difusión a la ciudadanía, todo lo cual exige contar con una estructura organizacional adecuada.

La consolidación de esta estructura no suele requerir de contrataciones especiales que pueden resultar costosas, sino que se basa en las funciones que desarrollan los profesionales responsables de la gestión de los recursos, ya sea en el ámbito público o en el privado.

La estrategia principal a desarrollar en esta etapa es la del trabajo coordinado y conducente a un mismo objetivo consensuado entre las partes interesadas.

En este sentido, la implementación y puesta en ejecución de un Plan de Acción de esta naturaleza requiere de una **Entidad Coordinadora** (EC) con capacidad de convocatoria, liderazgo regional y legitimidad representativa, que, orientada a los Objetivos y Programas del Plan, permita su continuo seguimiento y verificación de cumplimiento.

Variadas han sido las figuras que se han creado para abordar esta temática. Una de ellas es radicar la entidad coordinadora en un organismo del sector público, pudiendo ser éste la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), la Comisión Nacional de Riego (CNR) o la Dirección General de Aguas (DGA).

Por otro lado, bajo el amparo del Código de Aguas es posible que una organización de usuarios válidamente constituida pueda formar una Junta de Vigilancia de Aguas Subterráneas, la que lidere el desarrollo de Planes de Acción, conjuntamente con la Junta de Vigilancia de Aguas Superficiales. Por último, esta coordinación puede recaer en un ente privado o una institución gremial.

Teniendo en cuenta la capacidad organizativa demostrada por las entidades asociadas para la elaboración del presente estudio, convendría aprovechar el impulso y convicción con que están cooperando estas empresas e instituciones en la búsqueda de soluciones. Así cabe recomendar que sea en torno a esta misma mesa en dónde se constituya y organice un ente coordinador del Plan de Acción.

Las gestiones preliminares orientadas hacia la consolidación del Plan de Acción que, estimamos, pueden ejecutarse a través de esta entidad coordinadora (EC) y sus representados, son:

1. Declaración de una Política o Intenciones

A partir de los antecedentes reunidos en diversos estudios, de la discusión conjunta de intereses y convicciones, la EC estará en condiciones de declarar ante sus representados y la ciudadanía en general, la **Política del Plan de Acción**. Esta no es otra cosa que la expresión de una voluntad.

En primer lugar, se debe querer hacer algo, lo que se traduce en una definición de qué, por qué y para qué. En seguida, como aspecto secuencial y secundario, se define el quién, cómo, cuándo y dónde. Hay diversos modelos a seguir para expresar una política; las hay nacionales, regionales o locales, sectoriales o de ámbito territorial; en ocasiones que expresan simples intenciones, mientras que otras están directamente orientadas a la ejecución.

En el caso del Plan de Acción, la política que se recomienda declarar es aquella que demuestre una firme convicción de que es posible alcanzar un objetivo relacionado con el manejo sustentable de los recursos hídricos y establece las directrices generales en que se va a apoyar la actuación de la EC. Como ejemplo de Política para el Valle de Copiapó se presenta la siguiente:

"Lograr que los recursos hídricos del Río Copiapó sean adecuadamente utilizados por los diferentes sectores productivos, en un marco de equidad y crecimiento económico que no comprometa la sustentabilidad de los aprovechamientos en el largo plazo."

Las directrices generales que acompañan a esta Declaración, pueden ser del tipo:

a. Fortalecer las actividades de reutilización de los recursos a lo largo de la cuenca

b. Promover la coordinación y el control de los aprovechamientos y el seguimiento de niveles freáticos

c. Desarrollar nuevas líneas de investigación que permitan el incremento de los recursos

d. Identificar fuentes de financiamiento para el desarrollo de las actividades del Plan

2. Definición del Marco Estratégico

La EC puede establecer un marco de referencia estratégico en el que se enmarque la actuación de los sectores representados. Este contexto se define por los miembros de la EC y puede estar apoyado en documentos de carácter público y privado, tales como:

- ⇒ Política Regional de Uso de los Recursos Naturales y Biodiversidad
- ⇒ Política Nacional de los Recursos Hídricos
- ⇒ Política Regional de Desarrollo Económico y Social
- ⇒ Estrategias de Desarrollo Regional
- ⇒ Normativa de desarrollo territorial (Planes Reguladores Intercomunales)
- ⇒ Proyecciones de crecimiento económico de los distintos sectores productivos
- ⇒ Políticas de Certificación Internacional de las empresas (ISO 9000, ISO 14.000)

3. Legitimidad y Validación Pública

Las empresas públicas y privadas de la Región de Atacama, localizadas en el valle del río Copiapó, comparten desde hace tiempo su preocupación por el manejo de los recursos hídricos de esta cuenca, principalmente en lo relativo a la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas. De tal modo que puede afirmarse que esta etapa del proceso se ha venido alimentando en el transcurso de las últimas décadas, con algunas interrupciones motivadas por años de abundancia de precipitaciones.

Adicionalmente, distintos servicios públicos como la DGA, SAG (Unidad de Emergencias Agrícolas, entre otros departamentos) y el SERNAGEOMIN, han venido abordando esta problemática invirtiendo recursos fiscales desde los años 60, hasta nuestros días como lo demuestra el amplio conjunto de estudios e investigaciones realizadas en esta área hasta la fecha.

Por ello existe plena conciencia en todos los estamentos sociales acerca de los problemas de sobre-explotación que existen en el valle y ya se están adoptando medidas conducentes a la búsqueda de soluciones, siendo el presente documento una de las prueba de ello.

Contando con la convocatoria indicada en el punto anterior, se propone la realización de un taller de discusión entre los actores principales (usuarios y autoridades) del Valle de Copiapó, que permita:

a. Plantear y presentar los principios rectores que orientan el manejo de los recursos hídricos de parte de los actores (políticas públicas, producción económica, funciones sociales y otros).

b. Poner en común los problemas que manifiestan las partes en la práctica, en su gestión diaria.

c. Presentar cuáles son sus objetivos de corto y largo plazo.

d. Precisar qué obstáculos existen para alcanzarlos.

e. Presentar soluciones para superar los obstáculos detectados.

f. Determinar las estrategias que pueden seguirse para alcanzar los objetivos.

Con el merito de la validación expuesta, la EC consolidará los Acuerdos y Convenios que sean requeridos, para la consecución de sus objetivos.

8.3 Objetivos y Programas

De acuerdo a los antecedentes y resultados obtenidos en este Estudio, el Plan de Acción que propone GOLDER y que se orienta al manejo sustentable de los Recursos Hídricos del Valle de Copiapó, puede razonar sobre los siguientes objetivos:

- ✓ Reforzar la capacidad de autogestión del recurso;
- ✓ Educar y sensibilizar a la población y a los actores relevantes, en el uso eficiente del agua;
- ✓ Mejorar el conocimiento del comportamiento del acuífero.
- ✓ Equilibrar el volumen de aprovechamientos con los niveles sustentables en el tiempo;
- ✓ Lograr el ingreso de nuevos aportes de agua en la cuenca;
- ✓ Incrementar de manera significativa la capacidad de infiltración;

Para efectos de lograr los objetivos expuestos, GOLDER sugiere implementar los siguientes **Programas**, a través de los cuales se puedan definir acciones específicas de corto, mediano y largo plazo, de una manera organizada, planificada y bajo indicadores medibles, cuantificables y verificables.

Los Programas propuestos para el Plan de Acción son:

- ✓ Programa de Consolidación de la Entidad Coordinadora
- ✓ Programa de Sensibilización a la Comunidad
- ✓ Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones
- ✓ Programa de Implementación de Nuevos Aportes de Agua a la Cuenca.
- ✓ Programa de Mejora de la Infiltración
- ✓ Programa de Estudios Específicos

8.4 Acciones Específicas

A continuación se indican las Acciones Específicas (proyectos, estudios y actividades concretas) que se sugieren implementar para efectos de consolidar el Plan de Acción orientado al manejo sustentable de los Recursos Hídricos del Valle de Copiapó. Se, distinguen acciones de corto, mediano y largo plazo, todo lo cual se presenta de manera armónica y consistente con el Modelo de Gestión (Capítulo 7) y con los objetivos y programas de acción indicados anteriormente.

Se consideran acciones de corto plazo aquellas que pueden iniciarse en el transcurso del primer año de implementación del Plan de Acción; de medio plazo son aquellas que pueden ejecutarse dentro de los primeros 5 años; y de largo plazo son las realizables dentro de los próximos 5 a 10 años.

	1. Programa de Consolidación de la Entidad Coordinadora
Acciones a corto plazo	1.1 Diseño del modelo de Entidad Coordinadora. 1.2 Definición de Estatutos. 1.3 Redacción del Plan (objetivos, metas, costos). 1.4 Identificación y definición de alternativas de financiamiento. 1.5 Obtención de Personería Jurídica (si procede).
Acciones a medio plazo	1.7 Difusión pública de resultados.

	2. Programa de Sensibilización a la Comunidad
Acciones a corto plazo	2.1 Diseño del Programa de sensibilización (definición de objetivos, medios, calendario, identificación de fuentes de financiamiento, etc.). 2.2 Financiamiento del Programa 2.3 Implementación del Programa de Sensibilización a la Comunidad 2.4 Concurso de ideas para el ahorro del agua.
Acciones a medio plazo	2.7 Publicación de libros y tesis sobre manejo del agua en la cuenca. 2.8 Reconocimiento público a empresarios destacados en el manejo sustentable del agua. 2.9 Instalación de un Aula de la Naturaleza sobre el manejo de agua. 2.10 Mantenimiento de campañas publicitarias destinadas a minimizar el consumo de agua.

	3. Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones
Acciones a corto plazo	3.1 Diseño del Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones (definición de Proyectos y en cada uno de ellos precisión de objetivos, medios, calendario, identificación de fuentes de financiamiento, etc.). 3.2 Ejecución de Proyecto de Actualización del Catastro de Usuarios. 3.3 Instalación de medidores de extracción de agua en todos los pozos y medidores para registro continuo de captaciones superficiales. 3.4 Estudio para la mejora de la red de monitoreo de niveles superficiales y subterráneos (con detalle de obras físicas y costos).
Acciones a medio plazo	3.5 Formación de una unidad operativa, administradora de la información y encargada del control de extracciones y captaciones en toda la cuenca. 3.6 Optimización de tasas de riego con apoyo de monitores de humedad en la zona radicular y mediciones de sales en el suelo. 3.7 Inicio de discusión y evaluación de medidas de auto-regulación. 3.8 Publicación periódica de registros.

	4. Programa de Nuevos Aportes de Agua a la Cuenca.
Acciones a corto plazo	4.1 Estudio de costos de la desalinización del agua de mar (*) 4.2 Estudio de Estimulación de Artificial Precipitaciones (*) 4.3 Ejecución de Proyecto de Estimulación Artificial de Precipitaciones, en el caso de ser favorables los resultados del estudio anterior. (*) Incluye análisis costo-beneficio
Acciones a medio plazo	4.4 Evaluación de formas de financiamiento para la instalación de una planta desalinizadora 4.5 Mantener Proyecto de Estimulación Artificial de Precipitaciones, en el caso de ser exitoso. 4.6 Desarrollo de proyectos relacionados con la innovación tecnológica y el desarrollo de procesos productivos más eficientes en el uso del agua con financiamiento de programas Fondecyt , CORFO u otros.
Acciones a largo plazo	4.8 Instalación de una planta desalinizadora, para abastecer a Copiapó y a la industria minera de agua potable, caso de ser favorables los estudios.

	5. Programa de Mejora de la Infiltración
Acciones a corto plazo	5.1 Estudio de Infiltración en la Cuenca del Río Copiapó. Evaluación de relación costo-beneficio. 5.2 Postulación a fondos regionales / CORFO para financiar estudios y proyectos que promuevan la recarga artificial del acuífero.
Acciones a medio plazo	5.3 Creación de áreas de infiltración 5.4 Implementación de mecanismos de intervención rápida para la infiltración 5.5 Monitoreos del comportamiento de los recursos con las medidas implementadas.

	6. Programa de Estudios Específicos
Acciones a corto plazo	6.1 Estudio de Factibilidad Técnica, Ambiental y Económica de Manejo del Acuífero.

8.5 Costos de Implementación

Los costos de implementación del Plan de Acción dependerán de los programas que efectivamente se ejecuten a corto, mediano y largo plazo, los que serán decididos por la Entidad Coordinadora en el ejercicio de sus funciones.

Para desarrollar las acciones de corto plazo propuestas en el Plan de Acción se estima necesario contar con un presupuesto de 100 a 180 millones, el que está basado en valores referenciales (Tabla 44). Estas cifras consideran la contratación de recursos y asesorías externas, las que fueran encargadas por el Ente Coordinador para el desarrollo de las respectivas acciones. No se ha valorado en términos económicos la dedicación de recursos humanos que asignen los miembros del Ente Coordinador al desarrollo e implementación del Plan de Acción.

Tabla 44. Presupuesto estimado de las Acciones de Corto Plazo del Plan de Acción.

Programa	Acciones a corto plazo	Resultado	Monto	Ejecutor supervisado por la EC
1. Programa de Consolidación de la Entidad Coordinadora	1.1 Diseño del modelo de Entidad Coordinadora.	Documento	-	Entidad Coordinadora
	1.2 Definición de Estatutos.	Documento	0,25 – 0,5 millones	Abogado asesor
	1.3 Redacción del Plan (objetivos, metas, costos).	Informe	-	Entidad Coordinadora
	1.4 Identificación y definición de alternativas de financiamiento.	Informe	-	Corproa
	1.5 Obtención de Personería Jurídica (si procede).	Doc. legal	0,25 – 0,5 millones	Abogado asesor
		Total Programa 1. Año 1		**0,5 – 1 Millón**
2. Programa de Sensibilización a la Comunidad	2.1 Diseño del Programa de sensibilización (definición de objetivos, medios, calendario, identificación de fuentes de financiamiento, etc.)	Informe	5 – 10 Millones	Empresa especializada
	2.2 Financiamiento del Programa	Ejecución	-	Gestión de la EC
	2.3 Implementación del Programa de Sensibilización a la Comunidad	Ejecución	Definido por 2.1	Empresas y personas naturales especializadas
	2.6 Concurso de ideas para el ahorro del agua	Ejecución	-	Corproa
		Total Programa 2. Año 1		**5 – 10 Millones**

Tabla 44. Presupuesto estimado de las Acciones de Corto Plazo del Plan de Acción. (cont)

Programa	Acciones a corto plazo	Resultado	Monto	Ejecutor supervisado por la EC
3. Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones.	3.1 Diseño del Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones	Informe	2 – 3 millones	Empresa especializada
	3.2 Ejecución de Proyecto de Actualización del Catastro de Usuarios	Ejecución	6-10 millones	Empresa especializada
	3.3 Instalación de medidores de extracción de agua en todos los pozos y medidores para registro continuo de captaciones superficiales	Instalación	-	Usuarios
	3.4 Estudio para la mejora de la red de monitoreo de niveles superficiales y subterráneos (con detalle de obras físicas y costos)	Informe	4 – 8 millones	Empresa especializada
		Total Programa 3. Año 1		**12 – 21 millones**
4. Programa de Nuevos Aportes de Agua a la Cuenca.	4.1 Estudio de prefactibilidad de la desalinización del agua de mar	Informe	-	Empresas interesadas (2)
	4.2 Estudio de Estimulación de Artificial Precipitaciones	Informe	8 – 15 millones	Consultor de confianza
	4.3 Ejecución de Proyecto de Estimulación Artificial de Precipitaciones, en el caso de ser favorables los resultados del estudio anterior.	Ejecución	-	Empresas interesadas (3)
		Total Programa 4. Año 1		**8 – 15 millones**
5. Programa de Mejora de la Infiltración	5.1 Estudio de Infiltración en la Cuenca del Río Copiapó. Evaluación de relación costo-beneficio.	Informe	40 – 60 millones	Empresa especializada
	5.2 Postulación a fondos regionales / CORFO para financiar estudios y proyectos que promuevan la recarga artificial del acuífero.	Organización	-	Corproa
		Total Programa 5. Año 1		**40 – 60 millones**
6. Programa de Estudios Específicos	6.1Estudio de Factibilidad Técnica, Ambiental y Económica de Manejo del Acuífero por sector.	Informe	40 – 80 Millones	Empresa especializada
			Total Programa 6. Año 1	**40 – 80 millones**

(2) Entre ellas pueden encontrase prestadoras de servicios sanitarios, tal y como ocurre en la II Región.

(3) El valor anual del programa según lo informado por el Comité Técnico de este estudio es de 140 millones.

RESUMEN EJECUTIVO

DIAGNOSTICO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO COPIAPO Y PROPOSICION DE UN MODELO DE EXPLOTACION SUSTENTABLE

Preparado por:

Golder Associates S.A.
Av. 11 de Septiembre 2353, piso 2,
Providencia-Santiago

DISTRIBUCIÓN:

2 Copias - Cliente
1 Copia - Golder Associates S.A.

Julio - 2006 059-2707

RESUMEN EJECUTIVO

Golder Associates S.A. fue asignado para desarrollar el estudio "Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Copiapó y Proposición de un Modelo de Explotación Sustentable", por encargo de empresas y asociaciones de la Región de Atacama relacionadas con el uso de los recursos hídricos de la cuenca.

El Comité Técnico que dio seguimiento a este trabajo estuvo constituido por Anglo American Chile - División Manto Verde, la Asociación de Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó (APECO), la Compañía Contractual Minera Candelaria, la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus Afluentes y la Sociedad Punta del Cobre S.A (PUCOBRE); mientras que la coordinación estuvo a cargo de la Corporación para el Desarrollo de la Región de Atacama (CORPROA) quien formó parte activa del Comité Técnico.

Los objetivos principales de este estudio han sido tres. El primero de ellos consistió en la selección de la información más actual disponible, procedente de informes realizados por organismos públicos (DGA, SERNAGEOMIN, SAG, CNR, CIREN, INE, etc.) los que, una vez analizados por expertos, permitieron la comprensión de la situación que afecta a la cuenca y la elaboración de un diagnóstico independiente de los recursos hídricos que son objeto de aprovechamiento en la cuenca. El segundo objetivo fue la elaboración de un modelo conceptual de explotación sustentable, labor que comprende la evaluación del volumen de aprovechamiento que permita mantener las reservas en el largo plazo y la identificación de las medidas que pueden conducir en la práctica hacia la sustentabilidad. El tercer objetivo fue el diseño de una estructura de Plan de Acción, que recoge las medidas seleccionadas y propone su desarrollo e implementación por parte de las entidades promotoras de este estudio, con el apoyo de otras instituciones regionales.

Los datos seleccionados de estudios anteriores, así como los cálculos y evaluaciones realizadas a lo largo de este informe no fueron contrastadas con mediciones o catastros de terreno, por estar éstos fuera del alcance de los trabajos contratados.

1 Características Físicas de la Cuenca

La cuenca del Río Copiapó comprende una superficie de 18.540 km^2. En la cabecera alcanza las altitudes máximas en el nevado Jotabeche (5.862 m.s.n.m) y en el Volcán Copiapó (6050 m.s.n.m). La desembocadura de este río en el Océano Pacífico se encuentra al norte de Puerto Viejo, localidad situada a 60 km al oeste de la ciudad de Copiapó. Los afluentes principales son el río Jorquera, Pulido y Manflas.

2 Area de Estudio

El trabajo estuvo focalizado en el valle del Río Copiapó y en particular en su acuífero, dividiéndose este en los siguientes sectores objeto de análisis:

Sector 1. Afluentes aguas arriba del Embalse Lautaro – By Pass Lautaro
Sector 2. By Pass Lautaro – La Puerta
Sector 3. La Puerta – Malpaso
Sector 4. Malpaso – Ciudad de Copiapó
Sector 5. Ciudad de Copiapó – Piedra Colgada
Sector 6. Piedra Colgada - Angostura

3 Desarrollo Social y Económico.

La región de Atacama cuenta con una población de 254.336 habitantes de los cuales 125.983 (50 %) residen en la ciudad de Copiapó y 12.888 (5%) lo hacen en Tierra Amarilla (INE, Censo 2002). El crecimiento poblacional regional alcanzó el 10,2 %, entre el periodo 1992 - 2002, lo que sitúa a Atacama en el noveno lugar nacional.

Los cultivos agrícolas ocupan una extensión de 9.299 ha en la cuenca del Río Copiapó según la información aportada por el Censo Nacional Agropecuario de 1997, actualizada con el registro de frutales que presenta el Censo Frutícola (CIREN, 2005). Los frutales alcanzarían las 8.151 ha, de los cuales un 83% corresponden a uva de mesa y un 14% son olivares. Hay alrededor de 1000 hectáreas dedicadas a hortalizas y algo más de 100 ha plantadas con especies forrajeras.

Dentro de la cuenca del río Copiapó hay instaladas un total de 34 plantas productoras de mineral y 64 explotaciones mineras (SERNAGEOMIN , 2004). De las plantas, un total de 26 se encontraban operando en el 2004. En el conjunto de la Región de Atacama hay una capacidad instalada para el tratamiento diario de 248.690 Tn, de las cuales 139.280 corresponden a flotación y 109.410 Tn corresponden a lixiviación. Dentro de la cuenca está instalada el 67 % de la capacidad productiva regional. Las empresas mineras están concentradas en el sector 4, Malpaso – Copiapó, dónde se localizan 29 plantas mineras.

4 Pluviometría y Fluviometría

Se evaluaron registros de precipitación y caudal obtenidos durante más de 30 años. Las precipitaciones aumentan desde el mar hacia la cordillera. En la parte media y baja de la cuenca hay promedios anuales más bajos (Estación Copiapó, 19,6 mm) y un periodo seco más prolongado (generalmente ocho meses), mientras que en la parte alta llueve más (Estación Jorquera, 46,2 mm) y la ausencia de precipitaciones dura sólo entre cinco y seis meses.

En la fluviometría de la cuenca predomina la componente nival, es decir, los caudales más importantes proceden de los deshielos, aunque algunos afluentes como el Jorquera tienen

un régimen mixto nivo-pluvial. Los glaciares más importantes que alimentan al río Copiapó son Los Helados, Marancel y Cerro del Potro ubicados en la alta cordillera.

5 Hidrogeología

Los depósitos de gravas y arenas del valle forman un acuífero no confinado con un espesor saturado medio del orden de 150 m. Los depósitos tienen una anchura de 250 a 1000 m. La transmisividad del acuífero varía entre 1.000 y 20.000 m^2/día y tiene una capacidad de almacenamiento de agua del 10%. La conductividad hidráulica varía entre 6 y 120 m/día.

El agua superficial y subterránea tienen flujos interconectados entre sí, como podría esperarse de un acuífero no confinado. Es decir, el río Copiapó está hidráulicamente conectado con su acuífero, constituyendo éste una fuente de recarga. En ciertos lugares (como en los estrechamientos de los valles) hay afloramientos importantes por lo que el río recibe aportes desde el acuífero. El nivel del río puede ser considerado como el nivel máximo de elevación del nivel freático. Sin embargo, si los niveles del acuífero declinan el nivel del agua en el río cae, generando una progresiva disminución de los volúmenes de agua superficial.

La recarga del acuífero ocurre debido a la infiltración de las aguas que fluyen por el río Copiapó y por infiltración desde los sistemas de regadío del valle. Según la DGA 2003, la infiltración desde el lecho del río es, con diferencia, el mecanismo más importante de recarga.

El agua subterránea en el valle rellena los depósitos y se encuentra a profundidades promedio en un rango entre 4 y 25 metros por debajo de la superficie. En general, la distancia más grande desde la superficie del terreno hasta el nivel del agua se encuentra localizada en sectores aguas arriba de Copiapó. Aguas abajo de la ciudad, los niveles freáticos se encuentra más cercanos a la superficie.

6 Aprovechamiento del Agua Subterránea en la Cuenca

El agua subterránea es extraída mediante bombeo desde pozos por empresas agrícolas, mineras y prestadoras de servicios sanitarios. En total en la cuenca hay localizados alrededor de 440 pozos, de los cuales unos 298 estarían operativos. A fines del 2005 hay derechos de aprovechamiento, constituidos y en trámite, por un total de 21.161 l/s los que equivalen a un máximo de 667 Mm^3/año.

El volumen de agua subterránea efectivamente extraído mediante pozos fue evaluado en el 2001 en 140 Mm^3/año, a partir de datos obtenidos mediante levantamientos de terreno (DGA 2003). Los sectores con mayor volumen de extracción son La Puerta - Malpaso (32%) y Malpaso – Copiapó (23%). Para fines de riego en el 2001 se estaría extrayendo mediante bombeo un volumen estimado en 106 Mm^3/año (75%). La segunda actividad en importancia es la minería, que representaba a esa fecha un volumen de 17,7 Mm^3/año (13%) y el tercero es el consumo humano con 13,6 Mm^3/año (10%) (DGA 2003).

Los datos de extracción de agua desde pozos entregados por la DGA para cada uso fueron contrastados en este informe con cálculos teóricos desarrollados en base a tasas de consumo de cada rubro y diversa información reunida a lo largo del trabajo realizado. Fruto de este contraste se recomienda la actualización de esta información con trabajo específico de terreno, pues desde el 2001 se sabe que han ocurrido cambios.

7 Aprovechamiento del Agua Superficial en la Cuenca

El aprovechamiento de las aguas superficiales es objeto de regulación desde los tiempos de la colonia. Ya entonces se registran problemas de suministro para riego agrícola por lo cual las autoridades de la época establecieron reglas entre los usuarios.

La organización que regula actualmente los aprovechamientos de **aguas superficiales** es la Junta de Vigilancia del Río Copiapó (JVRC). Esta entidad fue constituida oficialmente en 1996 y en la actualidad agrupa a un total de 57 Comunidades de Regantes y 9 Canales, con un rol de regantes compuesto por 1.127 usuarios que se reparten 12.080 acciones, dónde están presentes pequeños y grandes propietarios agrícolas. La JVRC gestiona 9 Distritos de Riego, los que alcanzan desde las cabeceras del Río Copiapó, aguas arriba del Embalse Lautaro, hasta escasos kilómetros aguas abajo de la ciudad de Copiapó. Quedan fuera de esta organización de canalistas parte de los sectores 5º (Copiapó – Piedra Colgada) y 6º (Piedra Colgada – Angostura).

La extracción de agua superficial, a través de bocatomas para riego agrícola, en el área de estudio, se estima que es del orden de 32 Mm^3/año.

8 Situación de los Niveles Freáticos

- Sector N°1, Aguas Arriba del Embalse Lautaro. La mayoría de los pozos registrados presentan profundidades entre 10 y 30 m, ocurriendo algunos acercamientos de niveles a la superficie con ocasión de mayores precipitaciones. En este sector se encuentra un escaso número de pozos construidos, por consiguiente los descensos corresponden a períodos naturales de descarga y recarga del acuífero.

- Sector N°2, Embalse Lautaro-La Puerta. El nivel estático en sectores cercanos al embalse se mantiene en promedio a menos de 20 m de profundidad con fluctuaciones menores. Aguas abajo, y como consecuencia de la angostura del valle, decrece la profundidad del basamento rocoso y se produce una zona de vertientes conocida como Los Loros.

- Sector N°3, La Puerta-Mal Paso. Se observan niveles estáticos profundos (25-60 m) entre La Puerta y Carrizalillo. Desde aquí hasta Mal Paso, los niveles estáticos vuelven a acercarse a la superficie favoreciendo la presencia de vegas y vertientes. A partir del año 1988 se produjo un fuerte descenso de niveles freáticos en varios de los pozos registrados, alcanzando algunos de ellos una profundidad superior a los 60

m. Esta situación sólo fue compensada en parte por las precipitaciones caídas en el año 1997

- Sector N°4, Mal Paso-Copiapó. El acuífero presenta fuertes variaciones de la napa y niveles cercanos a la superficie en el sector de Tierra Amarilla para ir profundizándose 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. A partir del año 1989 se produjo un descenso notable de los niveles freáticos en este sector, tendencia que se revirtió parcialmente en el año 1997. Desde el año 2000 en adelante están secos varios de los pozos utilizados para el registro de niveles.

- Sector N°5 Copiapó-Piedra Colgada. En este sector se aprecia a partir de 1988 un paulatino descenso de los niveles freáticos objeto de observación. Se pueden diferenciar dos zonas hidrogeológicas en el acuífero. La primera corresponde a Bodega – Chamonate donde los niveles se encuentran más bien profundos, entre los 25 y 30 metros, para ir ascendiendo a la superficie a medida que se avanza hacia el poniente. La segunda zona, identificada como Chamonate-Piedra Colgada, presenta los niveles menos profundos que los anteriores, de 10 a 20 m. a la altura del aeropuerto, para ir reduciéndose a medida que se avanza hacia Piedra Colgada donde los niveles alcanzan menos de 10 metros de profundidad.

- Sector N°6 Piedra Colgada-Angostura. Esta zona se caracteriza por niveles estáticos cercanos a la superficie y escasas fluctuaciones en las últimas décadas, por lo que es común la presencia de una extensa zona de descarga de la napa subterránea, fenómeno que ocurre por evapotranspiración de las vegas y principalmente por afloramientos de vertientes que se ubican en el lecho del río.

9 Balances de Agua

Se realizaron diversos Balances Hídricos para la cuenca del río Copiapó, tanto para aguas superficiales como subterráneas, considerando los valores de largo plazo disponibles a partir de registro de estadísticas fluviométricas y pluviométricas y estimaciones asociadas a mediciones de diversos parámetros (tales como evapotranspiración, infiltración, extracción de agua desde pozos, etc.) realizadas en los últimos años. La fuente de información de estos cálculos fueron los datos aportados por informes oficiales publicados por la DGA y SERNAGEOMIN (DGA 1987, 1995, 2003; y SERNAGEOMIN 1999, principalmente).

El balance hidrogeológico para el conjunto de la cuenca, teniendo en cuenta niveles de extracción desde pozos al 2001 (aportado por DGA 2003) presenta una diferencia negativa entre ingresos y salidas, que asciende a -110 Mm^3/año. Esta diferencia representa un 70 % del volumen que entra en la cuenca según un promedio anual de largo plazo.

Esto significa que el balance de las aguas subterráneas de largo plazo es claramente negativo, lo que supone que se está reduciendo el volumen almacenado en el acuífero

(considerando las tasas de extracción por bombeo del 2001) en un monto de 110 Mm^3/año.

Como referencia, puede indicarse que el volumen total de agua embalsada en el acuífero se estima de 5.270 Mm^3 (DGA 2003), aunque otros autores evalúan el volumen realmente disponible en 1.222 Mm^3, considerando un espesor medio saturado de 65 m de profundidad (SERNAGEOMIN 1999).

Se estima que esta diferencia puede estar afectada por un error que puede alcanzar el 20% (por tanto puede estar en un rango entre –88 y –133 Mm^3/año), debido a la incertidumbre asociada a algunas componentes como la evapotranspiración y otras cuya serie de tiempo es imperfecta.

10 Volumen de Aprovechamiento Sustentable

Se estimó el volumen de aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos subterráneos según tres métodos que involucran distintos criterios.

<u>- Estimación que no implique medidas de manejo</u>

La sustentabilidad en el largo plazo según esta opción establece que las recargas al acuífero deben ser equilibradas con las descargas del sistema, incluyendo el bombeo, proyectando las condiciones actuales sin intervenir en mejorar la situación. Históricamente, esto ha sido interpretado de la siguiente manera:

Entradas = Salida Natural + Bombeo Sustentable

Al acuífero ingresan anualmente alrededor de 151 Mm^3 (4.799 l/seg) y salen de manera natural 121 Mm^3. Luego según una estimación que no implique medidas de manejo, el volumen de bombeo sustentable debería ser **30 Mm^3/año.** Esta estimación está basada en promedios a largo plazo, que no afecta los ecosistemas naturales presentes en la cuenca ni tiene en cuenta las aguas que llegan hasta el mar de manera natural.

<u>- Estimación considerando la minimización de las pérdidas</u>

Es posible aumentar la tasa sustentable de bombeo si se generan cambios en las descargas de aguas subterráneas. En efecto, el volumen extraído por bombeo puede incrementarse sí se tiene en cuenta:

- el agua que normalmente se descargaría río abajo hasta llegar al mar y
- el agua que escapa a la atmósfera debido a la evaporación y evapotranspiración desde terrenos de vega.

Aplicando prácticas de manejo del acuífero y considerando que así se minimizarán las pérdidas de agua por su salida al mar y por evapotranspiración, es razonable pensar que la tasa sustentable de bombeo pueda incrementarse hasta **48 Mm^3/Año.**

- Estimación basada en la optimización del almacenamiento de agua en el acuífero

Este volumen podría ser incrementado aún más en una cierta magnitud si se dispusiera de un volumen de infiltración mayor y se aprovecharan efectivamente los años húmedos promoviendo la recarga del acuífero a lo largo de la cuenca, ya sea por medios naturales o artificiales. El incremento del volumen de bombeo sustentable por este concepto puede llamarse **ΔV** (Variación en el almacenamiento en el acuífero), y su determinación es función de la infiltración efectiva que ocurra de recursos adicionales que ingresen al acuífero.

Así, el volumen sustentable podría ascender a un total de **48 Mm^3/año** + **ΔV,** siendo **ΔV** un valor a determinar en base a un estudio específico.

11 Diagnóstico de la situación del acuífero

Comparando las cifras calculadas anteriormente de volumen de bombeo sustentable (30 Mm^3/año, según la primera estimación) con la tasa real de bombeo que se presenta en los últimos años (140 Mm^3/año, según DGA 2003), se deduce que esta última **sobrepasa 4,7 veces el Volumen de Aprovechamiento Sustentable**. Como consecuencia de este fuerte desbalance (del orden de 110 Mm^3/año), los niveles freáticos del acuífero se deprimen progresivamente.

A las tasas de bombeo indicadas, sólo durante los años de precipitaciones abundantes se recuperan parcialmente los niveles del agua almacenada en el acuífero, lo que coincide con la opinión generalizada de los usuarios de estos recursos (Reunión en Corproa, Marzo 2006). Pero las proyecciones son que, entre ciclos del Niño y a las tasas actuales de extracción, los niveles del agua almacenada seguirán bajando progresivamente, en un proceso que será cada vez más rápido si se mantienen las condiciones hidrológicas ocurridas en los últimos 30 años.

Esta tendencia se podrá revertir en la medida en que el desbalance entre ingresos y salidas de agua de la cuenca se vaya minimizando, lo que se obtiene con medidas destinadas a aumentar los ingresos y a reducir las salidas o extracciones.

12 Modelo de Gestión Sustentable

El Modelo de Gestión propuesto postula la ejecución de una serie de medidas que pueden desarrollarse de manera combinada:

1. El control del aprovechamiento de los recursos hídricos actuales, superficiales y subterráneos.

2. El aprovechamiento de los caudales que salen de la cuenca, de manera superficial y subterránea.

3. El reciclado del agua y la optimización de su uso en todos los procesos productivos.

4. La auto-regulación, llevada a cabo por todos los usuarios.

5. La creación de fuentes alternativas de agua que permitan incrementar los recursos hídricos que ingresan a la cuenca.

6. La sensibilización de todos los usuarios respecto a los problemas que presenta la cuenca del río Copiapó, para promover el ahorro del agua.

7. La mejora de la capacidad de infiltración a lo largo de la cuenca.

Entre las alternativas que existen para aumentar el ingreso de agua a la cuenca se han indicado la instalación de una planta desalinizadora, la estimulación artificial de las precipitaciones, la construcción de sistemas atrapanieblas y la captura de nieve. La estimulación artificial de precipitaciones se recomienda que sea desarrollada una vez evaluada la relación costo-beneficio; y debería comprender un mínimo de cinco años, según la opinión de profesionales del SAG consultados a este respecto, los que desarrollaron estos trabajos en la década del 90. De acuerdo a los estudios revisados no existe claridad respecto a cuánto sería el aumento de recursos hídricos que este método podría generar en las condiciones propias de la cuenca del Río Copiapó.

También se recomienda la evaluación de la relación costo-beneficio respecto de la instalación de plantas desalinizadoras que pudieran cubrir, parcial o totalmente, la demanda de algunos sectores productivos como la agricultura, la minería o el abastecimiento de agua a la población. En la medida en que esta iniciativa, en algunos casos fuera viable, técnica y económicamente, se reduciría la presión sobre el acuífero aumentando las posibilidades de lograr un aprovechamiento sustentable para el conjunto de la cuenca.

La instalación de atrapanieblas requiere de grandes extensiones de terreno e inversiones económicas cuantiosas, no habiéndose comprobado su eficiencia en grandes escalas, por lo que se recomienda su evaluación dentro de programas piloto o experimentales. Similar situación es aplicable a las medidas encaminadas a la captura de nieve tales como la instalación de barreras, perfilado de grandes extensiones de suelo, etc.

13 Plan de Acción

Se propone a CORPROA el diseño detallado y ejecución de un Plan de Acción que comprende los siguientes programas:

- ✓ Programa de Consolidación de la Entidad Coordinadora
- ✓ Programa de Sensibilización de la Comunidad
- ✓ Programa de Monitoreo de Niveles y Control de Extracciones

- ✓ Programa de Implementación de Nuevos Aportes de Agua a la Cuenca.
- ✓ Programa de Mejora de la Infiltración
- ✓ Programa de Estudios Específicos

La implementación y puesta en ejecución de un Plan de Acción de esta naturaleza requiere de una **Entidad Coordinadora** (EC) con capacidad de convocatoria, liderazgo regional y legitimidad representativa, que se oriente a lograr los objetivos definidos por el plan, le preste continuo seguimiento y verifique su cumplimiento.

Teniendo en cuenta la capacidad organizativa demostrada por las entidades asociadas para la elaboración del presente estudio, convendría aprovechar el impulso y convicción con que están cooperando estas instituciones en la búsqueda de soluciones y así cabe recomendar que sea entorno a esta misma mesa en dónde se constituya y organice un ente director del Plan de Acción. Esta entidad puede reforzarse con la firma de convenios de cooperación con entidades públicas y privadas de la región.

ANEXO 1
Contenido de la Biblioteca Digital

BIBLIOTECA DIGITAL

Nombre Carpeta (Nivel 1)	Nombre Carpeta (Nivel 2)	Nombre Carpeta (Nivel 3)	Nombre Carpeta (Nivel 4)	Nombre del Archivo	Tipo de Archivo	Nombre del Docummento	Autor	Fecha
AGUAS CHAÑAR				060213 Consulta a Aguas Chañar comercial-1	Word	Listado de consultas relacionadas con Aguas Chañar S.A.	Aguas Chañar	Marzo de 2006
				Nivel de Pozos	Excel	Nivel de Pozos	Aguas Chañar	Marzo de 2006
APECO				APECO 1 - INFORMACION AGRICOLA III REGION	Excel	APECO 1 - INFORMACION AGRICOLA III REGION	APECO	
				APECO 2 - INSTRUMENTOS DE FOMENTO	Pdf	INSTRUMENTOS DE FOMENTO PARA EL SECTOR AGROPECUARIO	Angélica Osorio Urzúa, APECO A.G	Enero de 2005
CNR				CNR 1 - ANALISIS DE RIEGO III REGION	Word	RESUMEN EJECUTIVO DIAGNÓSTICO DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA III REGIÓN	Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.	Enero de 2002
				CNR 2 - BENEFICIARIOS LEY DE RIEGO COPIAPO	Excel	BENEFICIARIOS LEY DE RIEGO COPIAPO		
CORPROA				CORPROA 1 - INFORMACION ECONOMICA III REGION	HTML	INFORMACION ECONOMICA III REGION	Marynella Salvador Villamar, CORPROA	Febrero de 2006
				CORPROA 2 - INFORMACION ECONOMICA III REGION	Power Point	VIII Encuentro del Banco Central con las Regiones PANEL REGIONAL Macroeconomía y Desarrollo de la Tercera Región	Carlos Nicolás Galeb, Presidente CORPROA	Mayo de 2005
				CORPROA 3 - RESUMEN RESULTADOS ENCUESTA AGUA	Power Point	ENCUESTA PREPARATORIA SEMINARIO DE AGUA	APECO, CORPROA	Septiembre de 2005
				CORPROA 4 - FORMULARIO ENCUESTA AGUA	Word	ENCUESTA PREPARATORIA SEMINARIO DE AGUA	APECO,CORPROA	Octubre de 2005
DGA	DGA 1 - 1995 ANALISIS RECURSOS HIDRICOS COPIAPO			DGA 1- ANALISIS RECURSOS HIDRICOS COPIAPO 1995	Pdf	Análisis y evaluación de los recursos hídricos en el valle del río Copiapó Informme final Tomol de II	AILAMOS Y PERALTA Ingenieros Consultores Ltda.	Diciembre de 1995
	DGA 2 - 2003 MODELACION RECURSOS HIDRICOS COPIAPO			DGA 2 - MODELACION RECURSOS HIDRICOS COPIAPO 2003	Pdf	INFORME TECNICO EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRCOS SUBTERRANEOS DEL VALLE DEL RIO COPIAPO	Deparatamento de Estudios y Planificación, DGA	Diciembre de 2003
				Anexos	WinZip			
		Anexos	ANX1-VModflow	Descrip-VMod	Word	ANEXO 1DESCRIPCIÓN VISUAL MODFLOW	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
			ANX3.1-Hidro	anexos31	Word	ANEXO 3.1 HIDROLOGIA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				superficie-regadio	Word	superficie-regadio	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				estadist-pluv	Excel	ESTADISTICA PLUVIOMETRICA RELLENADA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				estadist-pluv(alt)	Excel	ESTADISTICA PLUVIOMETRICA RELLENADA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				Fluvio_Relleno	Excel	ESTADISTICA FLUVIOMETRICA RELLENADA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				graf-pp	Excel	Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				nivel estático medio anual (comparación)	Excel	Comparación de Nivel Estático Medio Anual, Sector aguas abajo de Copiapó	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
			ANX3.2-Geologia	Anexos3.2	Word	ANEXO 3.2 GEOLOGIA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				ESTRATIGRAFIA	Excel	ESTATIGRAFIA DE POZOS	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
			ANX3.3-Hidrogeolía	Anexos3.3	Word	ANEXO 3.3 HIDROGEOLOGIA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				Estadist-Niveles-Estaticos	Excel	ESTADISTICA DE VARIACION DE NIVELES	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
			ANX3.4-Extracciones	Anexos3.4	Word	ANEXO 3.4 EXTRACCIONES DE AGUA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				canales	Word	Extracciones de Agua Superficial por Canales	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				Campaña2001-2002 Final	Excel	CATASTRO DE POZOS Y NORIAS VALLE DE COPIAPÓ - MODELO COPIAPÓ	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
			ANX3.5-Recarga	Anexos3.5	Word	ANEXO 3.5 RECARGA	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
				Tabla Perdidad AP	Excel	PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE SECTOR MAL PASO - COPIAPÓ	Departamento de Estudios y Planificación , DGA	Diciembre de 2003
			ANX4-Calibracion	balance	Word	Balances por Sector (Modelo 1)		
				balanceMOD2	Word	Balances por Sector (Modelo 2)		

Nombre Carpeta (Nivel 1)	Nombre Carpeta (Nivel 2)	Nombre Carpeta (Nivel 3)	Nombre Carpeta (Nivel 4)	Nombre del Archivo	Tipo de Archivo	Nombre del Docummento	Autor	Fecha
DGA	DGA 3 - 2004 DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION SEGUN CALIDAD			DGA 3 - CALIDAD AGUAS RIO COPIAPO	Pdf	DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGUN OBJETIVOS DE CALIDADCUENCA DEL RIO COPIAPO	CADE-IDEPE CONSULTORES EN INGENIERIA	Diciembre de 2004
				DGA 3 - METODOLOGIA	Pdf	DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD INFORME FINAL	CADE-IDEPE CONSULTORES EN INGENIERIA	Diciembre de 2003
				Anexo 3.1	Excel	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CUENCA DEL COPIAPO	CADE-IDEPE CONSULTORES EN INGENIERIA	Diciembre de 2004
				informe DGA Calidad de Aguas Rio Copiapó	Word	DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD CUENCA DEL RIO COPIAPO	CADE-IDEPE CONSULTORES EN INGENIERIA	Diciembre de 2004
	DGA 4 - 2001 CATASTRO DE BOCATOMAS			Fichas 7001 - 7050		Fichas de bocatoma	DGA	
				Fichas 7051 - 7100	Pdf	Fichas de bocatoma	DGA	
	DGA 5 - 1987 ANALISIS RECURSOS HIDRICOS COPIAPO			Alamos y peralta 1987	Pdf	Analisis y evaluación de los recursos hidrogeológicos Valle del rio Copiapó III Región	AlLAMOS Y PERALTA Ingenieros Consultores Ltda.	Diciembre de 1987
	DGA 6 - 2006 DERECHOS DE AGUA SUBTERRANEOS			Derechos de Agua-Subt Autorizados	Excel	INVENTARIO EXTRACCIONES AUTORIZADAS AGUA SUBTERRÁNEA REGIÓN DE ATACAMA	DGA	
	DGA 7 - 2005 LEGISLACION			Estandares de calidad AGUA	Excel	Estandares de calidad AGUA	Golder	
				Instructivo presidencial Calidad de Aguas	Pdf	CRITERIOS NACIONALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL		
				Ley 20017[1] Modificacion Código de Aguas	Pdf	LEY NUM. 20.017 MODIFICA EL CODIGO DE AGUAS	MOP	Junio de 2005
				Decreto MOP 743 Equivalencias	Pdf	Decreto MOP 743 Fija Tabla de Equivalencias entre caudales de agua y usos que refleja las prácticas habituales en el país en materia de aprovechamiento de aguas.		Agosto de 2005
				Decreto MOP 743 Equivalencias 2	Pdf	Decreto MOP 743 Fija Tabla de Equivalencias entre caudales de agua y usos que refleja las prácticas habituales en el país en materia de aprovechamiento de aguas.		Agosto de 2006
				LIBERTAD Y DESARROLLO 2005 codigo_aguas	Power Point	Comentarios a las Modificaciones al Código de Aguas y los Puntos Pendientes	María de la Luz Domper Economista Libertad y Desarrollo	Junio de 2005
	DGA 8 - 2006 REGISTRO CAUDALES			Reporte Sinoptico DGA-Datos Fluviométricos	Excel	Informe de Valores Sinópticos		
	DGA 9 - 2006 REGISTRO NIVELES FREATICOS			DGA 9 ACTUALIZACION NIVELES FREATICOS	Excel	Niveles Estáticos en Pozos Periodo 16/01/00 - 12/08/05	CIRH, DGA, MOP	Mayo de 2006
	DGA 10 - 1980 INFORME DE URI HAMMER			1980 INFORME DE URI HAMMER	Pdf	Plan maestro de acción inmediata para el desarrollo de los recursos de agua y suelo del valle de Copiapó	Uri Hammer y Asociados Ingenieros Consultores	1980
DOH				DOH 1 - LISTADO LEY DE RIEGO III REGION		LEY N° 18.450 DE FOMENTO AL RIEGO Y DRENAJE LISTADO GENERAL DE PROYECTOS		
INE				INE 2003 PIB REGIONAL	Excel	PRODUCTO INTERNO BRUTO Y VARIACION ANUAL. REGION DE ATACAMA. AÑO 1996 EN ADELANTE.	INE	
				INE 1997 Censo Nacional Agropecuario	Excel	CENSO AGROPECUARIO 1997	INE	1997
				INE 1997 Censo Nacional Agropecuario Superficie Vides Atacama	Excel	SUPERFICIE PLANTADA CON VIÑA Y PARRONALES VINÍFEROS POR GRUPO DE VARIEDADES, EN RIEGO Y SECANO, SEGÚN CLASIFICACIÓN GEOGRÁFICA. AÑO 1997.	INE	1997
				INE Proyecciones Poblacion 1	Excel	Proyecciones de poblcion al 30 de junio. 1990-2020.III Región de Atacama: comunas, sexo y edad	INE	
				INE Proyecciones Poblacion 2	Excel	Proyecciones de la poblcion . III Area urbana-.rural: comunas, sexo y edad.Total país: 1990-2020	INE	
				Proyecciones Crecimiento Población INE	Excel	Proyecciones Crecimiento Población región de Atacama	INE	
				Superficie Plantada VI Censo nacional Agropecuario	Excel	SUPERFICIE PLANTADA CON VIÑA Y PARRONALES VINÍFEROS POR GRUPO DE VARIEDADES, EN RIEGO Y SECANO, SEGÚN CLASIFICACIÓN GEOGRÁFICA. AÑO 1997.	INE	1997
				Proyecciones Crecimiento Población Urbana Rural	Pdf	CHILE: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo y Edad . Regiones 1990-2020 URBANA - RURAL	INE	
				Resumen Censo Nacional Agropecuario - U Chile - Atacama	Pdf	Laboratorio Nº 1 Agricultura y Recursos Hídricos de la III –Región Vallenar, 2003	Instituto de Educación Rural - Liceo Técnico Profesional Paulino y Margarita Callejas Universidad de Chile - EXPLORA – CONICYT	2003
				PROYECCIONES ECONÓMICAS REGION DE ATACAMA	Power Point	PROYECCIONES ECONOMICAS PARA 2005 Y EL MEDIANO PLAZO	SERGIO BAUDOIN FIGUEROA	2005

Nombre Carpeta (Nivel 1)	Nombre Carpeta (Nivel 2)	Nombre Carpeta (Nivel 3)	Nombre Carpeta (Nivel 4)	Nombre del Archivo	Tipo de Archivo	Nombre del Docummento	Autor	Fecha
JVRC				060322 Canales_nombres	Excel	Comunidades de Aguas	Carlos Araya Avalos	Febrero de 2006
				060322 diseño agronomico JVRC	Excel	DETERMINACION DEL REGIMEN DE RIEGO REGIMEN DE RIEGO		
				060322 Kc uva	Excel	Aspectos tecnicos cultivo de uvas		
				060322 rol_canales	Excel	Comunidades de Aguas	Carlos Araya Avalos	
				060417 Modelo_de_Distribucion_Canales	Excel	MODELO DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN TURNOS DE 14 DÍAS	Carlos Araya Avalos	
LEGAL				Codigoaguas	Pdf	Codigo de Aguas	Ministerio de Juatica	Octubre de 1981
				Tabla equivalencias Caudales vs Usos	Pdf	Diario oficial de la republica de Chile		Diciembre de 2005
				2005 MODIFICACIONES AL CODIGO DE AGUAS	Word	proyecto de ley modifica el codigo de aguas		
MINVU				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO DIA	Pdf	PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL PROVINCIA DE COPIAPÓ DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO MEMORIA	Pdf	MEMORIA PRELIMINAR INFORME ETAPA 3- ANTEPROYECTO PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL – PROVINCIA DE COPIAPO	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO ORDENANZA	Pdf	ORDENANZA PRELIMINAR INFORME ETAPA 3 - ANTEPROYECTO PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL – PROVINCIA DE COPIAPO	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PORTADA	Pdf	PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PORTADA	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 1	Jpeg	PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 1	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 2	Jpeg	PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 2	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 3	Jpeg	PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 3	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 4	Jpeg	PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 4	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
				MINVU 1 - PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 5	Jpeg	PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COPIAPO PLANO 5	SEREX- PONTIFICIA UNIVERSIDAD DE CHILE	Diciembre de 2005
ODEPA				ODEPA 1 - MERCADO CITRICOS 2004	Pdf	Mercado de los frutos cítricos 2004	María Eugenia Gomez, ODEPA	Febrero de 2005
				ODEPA 2 - TEMPORADA FRUTAS 2004 2005	Pdf	Temporada de frutas 2004/058	María Eugenia Gomez, ODEPA	Diciembre de 2005
SERNAGEOMIN				Aguirre-Clavero	Pdf	ANTECEDENTES FISICOQUÍMICOS PRELIMINARES DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL DEL ALTIPLANO DE LA III REGIÓN DE ATACAMA, CHILE	Aguirre y Clavero	
				Aguirre-Geyh-Aguirre	Pdf	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA ISOTÓPICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL VALLE DEL RÍO COPIAPÓ, III REGIÓN, CHILE	Aguirre-Geyh-Aguirre	1999
				Aguirre-Hauser	Pdf	POTENCIAL HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DEL RIO COPIAPO, SEGMENTO EMBALSE LAUTAROPIEDRA COLGADA, III REGION, CHILE	Aguirre-Hauser	1999
				SERNAGEOMIN 1999 Estudio Hidrogeologico Aguirre	Pdf	ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DEL RIO COPIAPO, SEGMENTO EMBALSE LAUTARO - PIEDRA COLGADA, REGION DE ATACAMA	Igor Aguirre A. Arturo Hauser Y. Beate Schwerdtfeger	1999
				SERNAGEOMIN 2004 ANUARIO MINERIA	Pdf	Anuario de la Minería se Chile 2004	INE, SERNAGEOMIN	2004
				Base de Datos de Minas	Acces	Base de Datos de Minas	Golder Associates S.A.	2006

Nombre Carpeta (Nivel 1)	Nombre Carpeta (Nivel 2)	Nombre Carpeta (Nivel 3)	Nombre Carpeta (Nivel 4)	Nombre del Archivo	Tipo de Archivo	Nombre del Docummento	Autor	Fecha
TEMAS VARIOS	Atrapanieblas			Los atrapanieblas	Pdf	Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural	Pilar Cereceda	
				Estrujando el agua de las nubes	HTLM	Estrujando el agua de las nubes	Patricia Peña, Organización de Estados Iberoamericano	Noviembre de 1998
				Atrapanieblas en Padre Hurtado	Pdf	Atrapanieblas en Padre Hurtado	Pablo Osses, Robert S. Shemenauer, Pilar Cereceda, Horacio Larrain, Cristobal Correa	
	Desalinización	eia planta antofapasta		3951_20010601_PE	Word	EIA desaladora Antofagasta	ESSAN	2001
				3951_20010605_AE	Word	RESOLUCIÓN EXENTA	COREMA II Región	Junio de 2001
				3951_20010718_SP	Word	RESOLUCIÓN EXENTA	COREMA II Región	Julio de 2002
				3951_20010721_RP	Word	DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ADDENDUM Nº 01	ESSAN	Junio de 2001
				3951_20010808_AP	Word	RESOLUCIÓN EXENTA	COREMA II Región	2001
				3951_20010911_IT	Word	INFORME TÉCNICO FINAL DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "PLANTA DESALADORA DE AGUA DE MAR DE ANTOFAGASTA II REGIÓN - CHILE"	ESSAN	Septiembre de 2001
				3951_20010927_RE	Word	RESOLUCIÓN EXENTA	COREMA II Región	2001
				Agua dulce, agua salada	Pdf	Agua dulce, agua salada	Luis Guijarro, Ambienta	Mayo de 2002
				ashkelon	Pdf	Planta desaladora de agua de mar de Ashkelon	Fredi Lokiec y Gustavo Kronenberg	2005
				Desalacion y sus costos	Pdf	Desalación y sus costes	Jose Antonio Medina San Juan	
				El costo del agua desalada	Pdf	El coste del agua producida por las grandes desaladoras de agua de mar en España	Manuel fFariñas	2005
				Jornada sobre desalinización de aguas	Pdf	La desalación mediante osmosis inversa, aspectos tecnicos, económicos y medioambientales	Manuel fFariñas	Mayo de 2005
				Planta desalinizadora antofagasta	Pdf	INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL	John Binkley, Raúl Sánchez Fernández-Bernal, Esteban Sarzosa, Robert Montgomery, Ernesto Monter y Ecology and Environment (E&E) como consultores ambientales y sociales	Julio de2003
	Siembra de nubes			LAECON~1	HTML	Entrevista Simon Tall: "La desalación resolverá el problema del agua en el mundo"	http://www.laeconomia.com/	Mayo de 2006
				FAO Document Repository	HTML	Resultados de las pruebas de la siembra de nubes	FAO	
				experiencia siembras de nubes	HTML	Experiencias del Ministerio de Agricultura en inducción de lluvias empleando Yoduro de Plata con fuentes fijas y aéreas"	Gastón Sepúlveda Bedegain, Ingeniero Agrónomo Beatriz Ormazábal Maturana, Ingeniero Comercial	
				de_cuanta_agua_disponemos	Pdf	¿De cuánta agua disponemos? La oferta de agua.	3) Ministerio de Medio Ambiente. Libro Blanco del agua en España. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente. Madrid	2000
				Nubes y precipitación	Pdf	NUBES Y PRECIPITACIÓN.	Juan Inzunza	
				Boise_feasibility	Pdf	ECONOMIC FEASIBILITY ASSESSMENT OF WINTER CLOUD SEEDING IN THE BOISE RIVER DRAINAGE, IDAHO	Don A. Griffith and Mark E. Solak North American Weather Consultants, Inc	Abril de 2002
				A Cloud Seeding Program	Pdf	A Cloud Seeding Program to Enhance Hydroelectric Power Production from the El Cajon Drainage, Honduras	Don A. Griffith, Mark E. Solak TRC North American Weather Consultants Salt Lake City, Utah, U.S.A. and José Moncada Empresa Nacional de Energía Eléctrica Tegucigalpa, Honduras, C.A.	

Nombre Carpeta (Nivel 1)	Nombre Carpeta (Nivel 2)	Nombre Carpeta (Nivel 3)	Nombre Carpeta (Nivel 4)	Nombre del Archivo	Tipo de Archivo	Nombre del Documento	Autor	Fecha
TEMAS VARIOS	Siembra de nubes			Programa de Sembrado de Nubes	Pdf	Programa de Sembrado de Nubes para Mejorar la Producción de Energía Hidroeléctrica en el Área Colectora El Cajón, Honduras	Don A. Griffith, Mark E. Solak TRC North American Weather Consultants Salt Lake City, Utah, U.S.A. y José Moncada Empresa Nacional de Energía Eléctrica Tegucigalpa, Honduras, C.A.	
				INTERNATIONAL PROJECTS	Pdf	INTERNATIONAL PROJECTS		
				OBSERVATIONS OF RIME ICING	Pdf	OBSERVATIONS OF RIME ICING IN THE WASATCH MOUNTAINS OF UTAH: IMPLICATIONS FOR WINTER SEASON CLOUD SEEDING	Mark E. Solak, David P. Yorty and Don A. Griffith North American Weather Consultants Sandy, Utah, USA	2005
				The logical choice	Pdf	The logical choice i weather modification	North American Weather Consultants, Inc.	
				Uintas	Pdf	Winter Storms in the Uinta Range of Utah		
				UTAH CLOUD SEEDING PROGRAM	Pdf	UTAH CLOUD SEEDING PROGRAM INCREASED RUNOFF/COST ANALYSES	Norman E. Stauffer, Jr., Ph.D., P.E. Kevin Williams, M.S. Utah Department of Natural Resources Division of Water Resources	Febrero de 2002
				Winter_Cloud_Seeding_Program_in_Utah	Word	A WINTER CLOUD SEEDING PROGRAM IN UTAH	Don A. Griffith, John R. Thompson, and Dan A. Risch North American Weather Consultants Salt Lake City, Utah	
				Weather Modification by Cloud Seeding	Word	Weather Modification by Cloud Seeding-A Status Report 1989 1997	William R. Cotton Colorado State University Department of Atmospheric Science	1997
				UPDATE_ON_A_WINTER_CLOUD_SEEDING_PROGRAM_IN_UTAH	Word	AN UPDATE ON A WINTER CLOUD SEEDING PROGRAM IN UTAH	Don A. Griffith, John R. Thompson, Dan A. Risch and Mark E. Solak TRC North American Weather Consultants Salt Lake City, Utah	
				Santa_Barbara	Word	THE SANTA BARBARA CLOUD SEEDING PROJECT IN COASTAL SOUTHERN CALIFORNIA, SUMMARY OF RESULTS AND THEIR IMPLICATIONS	Don A. Griffith and Mark E. Solak North American Weather Consultants Sandy, Utah and Robert B. Almy and Dennis Gibbs Santa Barbara County Water Agency Santa Barbara, California	
				Downwind_Effects	Word	ESTIMATIONS OF DOWNWIND CLOUD SEEDING EFFECTS IN UTAH	Mark E. Solak, David P. Yorty and Don A. Griffith North American Weather Consultants, Inc. Sandy, Utah, U.S.A.	
				Colorado River Seeding	Word	THE POTENTIAL USE OF WINTER CLOUD SEEDING PROGRAMS TO AUGMENT THE FLOW OF THE COLORADO RIVER	Don A. Griffith, CCM Mark E. Solak North American Weather Consultants, Inc.	Marzo de 2003
				Air_Pollution	Word	IS AIR POLLUTION IMPACTING WINTER OROGRAPHIC PRECIPITATION IN UTAH?	Don A. Griffith, Mark E. Solak and David P. Yorty North American Weather Consultants, Inc.	

Nombre Carpeta (Nivel 1)	Nombre Carpeta (Nivel 2)	Nombre Carpeta (Nivel 3)	Nombre Carpeta (Nivel 4)	Nombre del Archivo	Tipo de Archivo	Nombre del Docummento	Autor	Fecha
TEMAS VARIOS	Gestión de cuencas			PROPUESTA PARA EL ORDENAMIENTO	Pdf	PROPUESTA PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE GESTION DEL AGUA EN LOS PAISES DE LA REGION		Junio de 1992
				INFORME DE LA REUNIÓN DEL GRUPO DE EXPERTOS	Pdf	INFORME DE LA REUNIÓN DEL GRUPO DE EXPERTOS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 21 EN LO RELATIVO A LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	CEPAL	Diciembre de 1995
				PROGRESOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	Pdf	PROGRESOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE EN MATERIA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES CONTENIDAS EN EL CAPÍTULO 18 DEL PROGRAMA 21 SOBRE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	CEPAL	Junio de 1996
				MERCADOS DE AGUA	Pdf	MERCADOS DE AGUA: ESTUDIO DE CASO DEL CODIGO DE AGUAS DE CHILE DE 1981	Guillermo Donoso Harris	Julio de 2003
				POLITICAS DE GESTION INTEGRAL DEL AGUA Y	Pdf	POLITICAS DE GESTION INTEGRAL DEL AGUA POLITICAS ECONOMICAS *	CEPAL	Noviembre de 1993
				Los precios	Pdf	Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua	Terence R. Lee Andrei S. Juravlev, CEPAL	1998
				El codigo de Aguas de Chile	Pdf	El Código de Aguas de Chile: entre la ideología y la realidad	Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev, CEPAL	Agosto de 2002
				Gestión del agua	Pdf	Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica	Axel Dourojeanni Andrei Jouravlev Guillermo Chávez, CEPAL	Agosto de 2002
				ORDENAMIENTO POLITICO-INSTITUCIONAL PARA LA GESTION DEL AGUA	Pdf	ORDENAMIENTO POLITICO-INSTITUCIONAL PARA LA GESTION DEL AGUA	CEPAL	Enero de 1998
				POLITICAS PUBLICAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE	Pdf	POLITICAS PUBLICAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE: LA GESTION INTEGRADA DE CUENCAS	CEPAL	junio de 1994
				Entidades de gestión del agua	Pdf	Entidades de gestión del agua a nivel de cuencas: experiencia de Argentina	Víctor Pochat	Octubre del 2005
				Politica_Recursos_Hidricos	Pdf	Política nacional de recursos hídricos	MOP	Diciembre de 1999
				La gestión integrada	Pdf	La gestión integrada de los recursos hídricos y el subsector de agua y saneamiento doméstico	Patrick Moriarty (IRC), John Butterworth (IRC) y Charles Batchelor,International Water and Sanitation Centre	Abril de 2006
				Socio-hydrosystem modelling	Pdf	Socio-hydrosystem modelling for integrated water-resources management—the He´rault catchment case study, southern France	S. Lanini , N. Courtois, F. Giraud, V. Petit, J.D. Rinaudo BRGM—Water Department, 1039 rue de Pinville, F-34000 Montpellier, France	Noviembre de 2003
				System Dynamic WA-ID	Pdf	System Dynamics modeling of transboundary systems: The Bear river model	Gerald Sehike y Jake Jacobson	Octubre de 2005
				Legislación e Institucionalidad para la Gestión de Las Aguas	Pdf	Legislación e Institucionalidad para la Gestión de Las Aguas	Juan Pablo Orrego	Agosto de 2002
				(Krol) (2006) Model Brazil	Pdf	Integrated modelling of climate, water, soil, agricultural and socio-economic processes	Maarten Krol a, Annekathrin Jaeger b, Axel Bronstert , Andreas Gu¨ntner	Diciembre de 2005
				MAR_LEGAL_OT	Word	MARCO LEGAL DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL	. René Saa Vidal Vladimir Hermosilla Adriano Rovira ,UNIVERSIDAD DE CHILE	Marzo de 2003
				Caudal ecológico y gestión de los recursos hídricos	Word	"Caudal ecológico y gestión de los recursos hídricos, aplicaciones en Brasil y Chile"	Alumna: Lic.Gabriela Jamett Domínguez. Mg (E)ª Universidad de Chile. Profesor: Drª Alexandra Rodrigues Finotti. Universidade de Caxias do Sul	
				LA GESTION DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	Word	LA GESTION DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ACUÍFERO MANCHA OCCIDENTAL	Eva Iglesias Martínez Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias Universidad Politécnica de Madrid	
				El valor económico del agua	Word	El valor económico del agua	Pedro Arrojo Agudo Profesor Titular del Dpto. de Análisis Económico, Universidad de Zaragoza.	
				NIPPON 2003 Situacion de los RR HH en Chile	Pdf	Situacion de los RR HH en Chile	Carlos Salazar	2003

Nombre Carpeta (Nivel 1)	Nombre Carpeta (Nivel 2)	Nombre Carpeta (Nivel 3)	Nombre Carpeta (Nivel 4)	Nombre del Archivo	Tipo de Archivo	Nombre del Docummento	Autor	Fecha
TEMAS VARIOS	RECARGA ACUIFEROS			Recarga de acuiferos 1	Pdf	I. RECARGA ARTIFICIAL DE ACUIFEROS. CONCEPTOS GENERALES		
				Recarga de acuiferos 2	Pdf	Recarga artificial de acuiferos en cuencas fluviales	E. fernandez Escalante	2005
	CONSUMO DE AGUA EN MINERIA			Articulo Sonami - Derechos de Agua	Word	CODIGO DE AGUAS: OTRO GOLPE A LA MINERIA Y LA INVERSION	Rosario Rozas	
				Consumo de Agua en la Mineria del Cobre	Word	Análisis de sensibilidad del valor del EDRC	Gustavo Lagos, Marcelo Andía Pontificia Universidad Católica	Mayo de 200
				codigo_aguas	Power Point	Comentarios a las Modificaciones al Código de Aguas y los Puntos Pendientes	María de la Luz Domper Economista Libertad y Desarrollo	Junio de 2005
	ACUERDOS INTERNACIONALES			Ministerial Declaration of The Hague	HTML	Ministerial Declaration of The Hague		Marzo de 2000
				The Dublin statement	Word	THE DUBLIN STATEMENT ON WATER AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT	International Conference on Water and the Environment (ICWE)	
	AGUA Y EDUCACION AMBIENTAL			Agua y educación ambiental	Pdf	Agua y educación ambiental : nuevas propuestas para la acción	Caja de Ahorros del Mediterráneo	Noviembre de 2003

ANEXO 2
Pluviometría

ANEXO 2.1
DGA 2003 Estadísticas Pluviométricas Rellenadas

ESTADÍSTICA PLUVIOMÉTRICA RELLENADA

Fuente: DGA, 2000

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1992-2000

ESTACION CALDERA

CODIGO BNA: 03330056-6 LATITUD S 27 04

CUENCA: COSTERAS E ISLAS R. S. LONG. W 70 22 ALTITUD 10 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1992	18	9,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	9,6	0	37,6
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	1	48,5	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	133,5
1998	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
1999	0	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0,5	0	2,9
2000	2	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
SUMA	21	90,5	0	86,9	0	0	0	0	0	0	10,1	0	208,5
MEDIA	2,3	10,1	0	9,7	0	0	0	0	0	0	1,1	0	23,2
MAXIMA	18	48,5	0	84	0	0	0	0	0	0	9,6	0	160,1
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1966-2000

ESTACION: JORQUERA EN LA GUARDIA

CODIGO BNA: 03404050-8 LATITUD S 27 50

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 69 45 ALTITUD 1800 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1966	4,5	6,26	7,39	7,3	0	0	0	0	0	0	0	1,4	26,85
1967	0	6,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,26
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
1971	4,5	12,52	7,4	7,2	0	0	0	0	0	0	2,8	1,5	35,92
1972	0	34	13	15	12	0	0	0	0	0	0	0	74
1973	0	18,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,5
1974	0	0	2,5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	8,5
1975	3	29	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	50
1976	37	0	0	11	0	0	0	0	0	3	3	0	54
1977	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13	20
1978	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
1979	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	12	0	14
1980	5	1	34	2	5	17	0	0	0	2,5	0	48	114,5
1981	0	0	0	56	0	0	0	0	0	18	0	0	74
1982	2	0,5	6	0	26	0	0	0	0	0	0	0	34,5
1983	12	101,5	9	7	2,8	2,3	0	0	0	0	0	6	140,6
1984	0	25,5	61,5	0	0	0	0	0	0	0	22	0	109
1985	0	0	5,2	0	0	5,5	0	0	0	0	1,4	0	12,1
1986	19	0	5	34	0	3,2	0	0	0	0	0	0	61,2
1987	15,6	0	77,6	41,5	3,2	0	0	0	0	5,2	6,2	0	149,3

1988	9,2	0	0	0	4,2	0	0	0	0	0	0	0	13,4
1989	0	4,5	2,2	35,3	0	0	0	0	0	0	0	5,4	47,4
1990	0	0	18,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,5
1991	0	43	12,3	0	0	0	0	13,5	0	0	0	0	68,8
1992	19,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,5	56,2
1993	5,3	0	0	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	21,8
1994	0	0	0,5	3,5	0	0	0	0	0	2,5	0	0	6,5
1995	14,6	0	0	0	19,5	0	0	0	0	0	0	0	34,1
1996	0	0	0	11,5	11,6	0	0	0	0	0	0	0	23,1
1997	2,3	116,9	0	20,2	8,8	0	0	0	0	0	16	0	164,2
1998	2,3	14,9	0	0	0	0	0	0,5	0	20,2	0	0	37,9
1999	0	0	0	0	0	23,7	0	0	0	0,5	10,5	0	34,7
2000	12,5	22,4	11,4	0	0	0	0	0	3,2	0	0	14,5	64
SUMA	168	463,24	282,49	268	101,1	51,7	0	14	3,2	51,9	103,9	110,3	1617,83
MEDIA	4,8	12,5	8,1	7,7	2,9	1,5	0	0,4	0,1	1,5	3	3,2	45,7
MAXIMA	37	116,9	77,6	56	26	23,7	0	13,5	3,2	20,2	22	48	444,1
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1990-1992

ESTACION: TORÍN EN EL POTRO

CODIGO BNA: 03412050-1 LATITUD S 28 16

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 69 45 ALTITUD 3000 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1990	6,6	8,3	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3	21,5
1991	6,7	8,3	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3	21,6
1992	40	25	10	0	0	0	0	0	0	0	10	10	95
SUMA	53,3	41,6	16,6	0	0	0	0	0	0	0	10	16,6	138,1
MEDIA	17,8	13,9	5,5	0	0	0	0	0	0	0	10	5,5	52,7
MAXIMA	40	25	10	0	0	0	0	0	0	0	10	10	95
MINIMA	40	25	10	0	0	0	0	0	0	0	10	10	95

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1988-2000

ESTACION: IGLESIA COLORADA

CODIGO BNA: 03414050-2 LATITUD S 28 10

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 69 52 ALTITUD 1950 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1988	7,6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2,6	13,2
1989	0,5	0	7,4	33	0	0	0	0	0	0	0	0	40,9
1990	0	0	29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,5
1991	0	90	17	0	0	0	0	11	0	0	0	0	118
1992	63,1	48,3	3,6	0	0	0	1	0	0	1	14	29	160
1993	4,3	0	0	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1994	0	0	0,2	2,6	0	0	0	0,2	0	2,4	0	0	5,4
1995	0,5	0	0	0	11	0	0	0,2	0	0	0	0	11,7
1996	0	0	0	5,7	0	0	0	0	2	0	0	0	7,7
1997	0	92,5	0	103,5	0	0	0	0	0	0	1	0	197
1998	0	15	9	0	0	0,5	0	0	0	0	0	1,5	26
1999	0	1,5	4,1	0	4	15,5	0	0	0	0	21,9	0	47
2000	31	50	10,5	0	0	1,2	0	0	0	0	0	3,5	96,2
SUMA	107	297,3	81,3	146,5	18	17,2	1	11,4	2	3,4	36,9	36,6	758,6
MEDIA	8,2	22,9	6,3	11,3	1,4	1,3	0,1	1	0,2	0,3	2,8	2,8	58,6
MAXIMA	63,1	92,5	29,5	103,5	11	15,5	1	11	2	2,4	21,9	29	382,4

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1966-2000

ESTACION: HACIENDA MANFLAS

CODIGO BNA: 03421050-0 LATITUD S 28 08

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 69 59 ALTITUD 1410 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1966	4,2	14	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0	1,9	22,9
1967	0	55,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55,1
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	1	0	48,8	0	0	0	0	0	0	0	0	49,8
1970	4,2	14	10,4	9,5	0	0	0	0	0	0	2,1	1,9	42,1
1971	0	17,5	0	4,5	0	0	0	0	10	0	0	0	32
1972	0	60,5	17	9,5	0	0	0	0	0	2	0	0	89
1973	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15
1974	0	3	1	0	13,5	0	0	0	0	0	0	0	17,5
1975	16,5	21,5	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	0	49,5
1976	27	0	0	8,5	1	0	0	0	0	0	0	0	36,5
1977	0	0	13	0,5	0	0	0	0	0	0	0	1,9	15,4
1978	0	3,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	27,5	9	7	12	0	0	0	0	0	33,4	88,9
1981	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
1982	6	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	22
1983	6	63,5	13,5	26	0	0	0	0	0	0	0	14	123
1984	0	10	106	0	0	0	0	0	0	0	11	0	127
1985	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
1986	10	0	4,5	26	0	0	0	0	0	0	0	0	40,5
1987	15,5	0	82	55,5	0	6	0	0	0	2,5	0	0	161,5
1988	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7,5
1989	0	4,5	8,5	49	0	0	0	0	0	0	0	1	63
1990	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
1991	0	82	15,5	0	0	0	0	4	0	0	0	0	101,5
1992	35	29,5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	16	10	93
1993	3,5	0	3,5	10	0	0	0	0	0	1	0	0	18
1994	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	4
1995	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
1996	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
1997	0	110,6	0	95	0	0	0	0	0	0	1,5	0	207,1
1998	0	11,5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	16,6
1999	0	2,5	1,5	0	0	5,5	0	0	0	0	29	0	38,5
2000	24,5	38	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	76
SUMA	156,9	554,2	364,4	371,1	36,5	23,5	0	4	10	6	71,1	72,7	1670,4
MEDIA	4,5	15,8	10,4	10,3	1	0,7	0	0,1	0,3	0,2	2	2,1	47,4
MAXIMA	35	110,6	106	95	13,5	12	0	4	10	2,5	29	33,4	451
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1930-2000

ESTACION: EMBALE LAUTARO

CODIGO BNA: 03430050-K LATITUD S 27 58

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 70 00 ALTITUD 1110 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1930	0,7	0	42	99,2	5,7	0	0	0	0	0	0	1,9	149,5
1931	0	0	0,9	0	0	0,8	7,7	0	0	0	0	33	42,4
1932	0	30,1	0,4	2,6	0	0	0	0	0	0	0	3,4	36,5
1933	7,8	0	3,1	0	1,8	0	0	0	0	0,9	0	0	13,6
1934	24,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,8	0	33,7
1935	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13
1936	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
1937	2,5	0	2	0	31	0	0	0	6,5	0	0	0	42
1938	4,1	4,7	7,9	9	1,6	0,4	0	0	0	0	60	1,9	89,6
1966	4,1	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	10,7
1967	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0,2	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	21,2
1970	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
1971	0	22	0	4	0	0	0	0	8,5	0	0	0	34,5
1972	0	9,5	7,9	9	1,6	0	0	0	0	0	0	0	28
1973	0	15,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17,5
1974	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
1975	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	39
1976	16	0	0	4,5	1	0	0	0	0	0	0	0	21,5
1977	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	15,5	27,5
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	2	0	4,5
1980	0	0	19	7	8,5	4	1,5	0	0	0	0	22	62
1981	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20
1982	0	5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	6,5
1983	15	60	10	39,5	0	0	0	0	0	0	0	3	127,5
1984	0	7,5	68,5	0	0	0	0	0	0	0	13	0	89
1985	0	0	8	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5
1986	10	0	2,5	15	0	0,5	0	0	0	0	0	0	28
1987	9	0	94	20	0,5	2	0	0	0	1,5	0	0	127
1988	3	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	5,5
1989	0	0	2,5	40,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	43,5
1990	0	0	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,5
1991	0	80,5	10,5	0	0	0	0	7	0	0	0	0	98
1992	45,5	27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5	8	89,5
1993	0	0	1,5	11	0	0	0	0	0	16,5	0	0	29
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5	0	0	3,5
1995	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1996	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
1997	4,1	106	0	98	1	0	0	0	0	0	0,5	0	209,6
1998	0	5,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5
1999	0	1	0,5	0	0	8,5	0	0	0	0	18,5	0	28,5
2000	24	48,5	5,5	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0,5	78,9
SUMA	191,2	440,2	349,2	415,3	68,2	16,6	9,2	10	15	22,4	118,3	93,6	1749,2
MEDIA	4,3	10	7,9	9,4	1,6	0,4	0,2	0,2	0,3	0,5	2,7	2,1	39,6
MAXIMA	45,5	106	94	99,2	31	8,5	7,7	7	8,5	16,5	60	33	516,9
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1967-2000

ESTACION: LOS LOROS

CODIGO BNA: 03430051-8 LATITUD S 27 50

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 70 06 ALTITUD 950 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1967	3,1	9,7	8,7	8,3	0	0	0	0	0	0	1,4	1,2	32,4
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	4,5	0	28,2	0	0	0	0	0	0	0	0	32,7
1970	3,1	9,7	8,7	8,3	0,8	0	0	0	0	0	0	0	30,6
1971	0	20,5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	24,5
1972	0	16,5	14	16	9,5	0	0	0	0	0	0	0	56
1973	3,1	9,7	8,7	8,3	0,8	0	0	0	0	0	1,4	1,2	33,2
1974	3,1	9,7	8,7	8,3	0,8	0	0	0	0	0	1,4	1,2	33,2
1975	0	9	0	1	0,8	0	0	0	0	0	4	0	14,8
1976	25,5	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	29
1977	0	0	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	14
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9	0	3,9
1980	0	0	35	5	7	4	0	0	0	0	0	30	81
1981	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	19
1982	0	8,3	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	9,8
1983	5	9,7	15	38	0	0	0	0	0	0	0	1,2	68,9
1984	0	5	79,6	0	0	0	0	0	0	0	9	0	93,6
1985	0	0	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5
1986	6	0	1	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5
1987	11,4	0	95,4	5,4	1	0,5	0	0	0	0	0	0	113,7
1988	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
1989	0	0	2,5	32,7	0	0	0	0	0	0	0	0	35,2
1990	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
1991	0	82	15	0	0	0	0	5,2	0	0	0	0	102,2
1992	56	28	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11,5	104,5
1993	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5
1994	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1995	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	106	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	224
1998	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1999	0	2,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	21,5	0	24,5
2000	0	43	8,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51,8
SUMA	116,8	379,8	331,6	316	30,2	4,5	0	5,2	0	0	51,6	47,8	1283,5
MEDIA	2,7	11,2	9,8	9,3	0,9	0,1	0	0,2	0	0	1,5	1,4	37,1
MAXIMA	56	106	95,4	118	9,5	4	0	5,2	0	0	21,5	30	445,6
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1978-2000

ESTACION: ELIBOR, CAMPAMENTO

CODIGO BNA: 03431050-5 LATITUD S 27 43

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 70 13 ALTITUD 745 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5	0	5,5
1980	0	0	40	2,6	8,6	2,2	1,5	0	0	0	0	9	63,9
1981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	0	3	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	4,5
1983	0,5	36,5	9	30,4	0	0	0	0	0	0	0	2,5	78,9
1984	0	3	44	0	0	0	0	0	0	0	5	0	52
1985	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1986	6,5	0	0,5	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	9,8
1987	3	0	79,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,5
1988	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
1989	0	0	0,5	28	0	0	0	0	0	0	0	0	28,5
1990	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
1991	0	55,5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66,5
1992	41	19,7	0	0	0	0	0	0	0	0	4,4	3,5	68,6
1993	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	109	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	201
1998	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
1999	0	1	1,5	0	0	1	0	0	0	0	17	0	20,5
2000	11,5	35,5	7,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54,6
SUMA	63,5	267,2	200,1	157,8	11,1	3,2	1,5	0	0	0	31,9	15	751,3
MEDIA	2,8	11,6	8,7	6,9	0,5	0,1	0,1	0	0	0	1,4	0,7	32,8
MAXIMA	41	109	79,5	92	8,6	2,2	1,5	0	0	0	17	9	359,8
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1966-2000

ESTACION: PASTOS GRANDES

CODIGO BNA: 03441050-K LATITUD S 27 06

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 69 33 ALTITUD 2000 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1966	3,2	9,1	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	19,9
1967	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	3,2	9,1	6,1	4,5	2	0	0	0	0	0	3,4	1,5	29,8
1971	0	0	7	0	10	0	0	0	0	0	0	0	17
1972	0	9	10	9	10	0	0	0	0	3	0	0	41
1973	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
1974	0	39	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	54
1975	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	39
1976	9,5	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	20,5
1977	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12
1978	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
1979	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	25	0	29
1980	4	9,1	44	4,5	0	17	0	0	0	10,5	0	22	111,1
1981	0	0	0	38	0	0	0	0	0	10,5	0	0	48,5
1982	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	19
1983	8,5	50,5	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	75
1984	0	10	6,1	0	0	0	0	0	0	0	25	0	41,1
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	5	0	3	14	0	0	0	0	0	0	0	0	22
1987	22	0	85	5,5	0	0	0	0	0	20	17	0	149,5
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
1990	0	0	8,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5
1991	0	21,5	32	0	0	0	0	3	0	0	0	0	56,5
1992	17	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	15	43,8
1993	3,5	0	3	10,5	0	0	0	0	0	3	0	0	20
1994	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	2,4
1995	19,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,5
1996	0	0	0	10,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	10,7
1997	4,5	47	0	50	11,5	0	0	0	0	0	31,5	0	144,5
1998	0	7	1,5	0	0	0	0	0	0	17	0	0	25,5
1999	0	5	0	0	0	8	0	0	0	0	1,5	7	21,5
2000	9	17	9,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	36,5
SUMA	118,9	344,8	231	170,5	71,7	25	0	3	0	65,2	123,7	55	1208,8
MEDIA	3,4	9,9	6,6	4,9	2	0,7	0	0,1	0	1,9	3,5	1,6	34,6
MAXIMA	22	50,5	85	50	19	17	0	3	0	20	31,5	22	320
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1971-2000

ESTACION: COPIAPÓ

CODIGO BNA: 03450050-9 LATITUD S 27 23

CUENCA: RÍO COPIAPÓ LONG. W 70 20 ALTITUD 370 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1971	0	3,5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5
1972	0	3	6,5	1,6	1,4	0	0	0	0	0	0	0	12,5
1973	0	8,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5
1974	0	0	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0	0	2,6
1975	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1976	8	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	8,3
1977	0	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5
1980	0	0	32	1	0	0	0	0	0	0	0	3,5	36,5
1981	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
1982	0	0,6	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	2,1
1983	0	29	4	11,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	45
1984	0	4	17,7	0	0	0	0	0	0	0	11	0	32,7
1985	0	0	5,4	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2
1986	5,5	0	0,4	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	10,4
1987	0,3	0	57,3	0	0	0	0	0	0	0	3,5	0	61,1
1988	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0	0	0	2,5
1989	0	0	3	11,4	0	0	0	0	0	0	0	0	14,4
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	55,1	9,5	0	0	0	0	3,1	0	0	0	0	67,7
1992	25,8	11,1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,1	42
1993	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	76,7	0	72,2	0,8	0	0	0	0	0	0	0	149,7
1998	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7
1999	0	0	4,5	0	0	1	0	0	0	0	23	0	28,5
2000	1,5	7	4,5	3,9	3	0	0	0	0	0	0	0,1	20
SUMA	47,6	215,9	144,8	119,5	10,8	1	0	3,1	0,5	0	43	3,7	
MEDIA	1,6	7,2	4,8	4	0,4	0	0	0,1	0	0	1,4	0,1	19,6
MAXIMA	25,8	76,7	57,3	72,2	2,6	1	0	3,1	0,5	0	23	3,5	265,7
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1987-2000

ESTACION: EL TOTORAL

CODIGO BNA: 03604050-5 LATITUD S 27 53

CUENCA: Q. TOTORAL Y COSTERAS LONG. W 70 57 ALTITUD 150 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1987	21	0	87	1	0	0	0	0	0	0	0	0	109
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	4	15	0	0	0	0	0	0	0	0	19
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	82,2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95,2
1992	19,1	20,1	0	8,3	0	0	0	0	0	0	6	1,5	55
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	7,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4
1997	0	108	0	60,9	0	0	0	0	0	0	0	0	168,9
1998	0	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	13	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
SUMA	53,1	254,1	121,4	85,2	0	0	0	0	0	0	6	1,5	521,3
MEDIA	3,8	18,2	8,7	6,1	0	0	0	0	0	0	0,4	0,1	37,3
MAXIMA	21	108	87	60,9	0	0	0	0	0	0	6	1,5	284,4
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1987-2000

ESTACION: CANTO DE AGUA

CODIGO BNA: 03701050-2 LATITUD S 28 09

CUENCA: Q. CARRIZAL Y COSTERAS LONG. W 70 55 ALTITUD 250 msnm

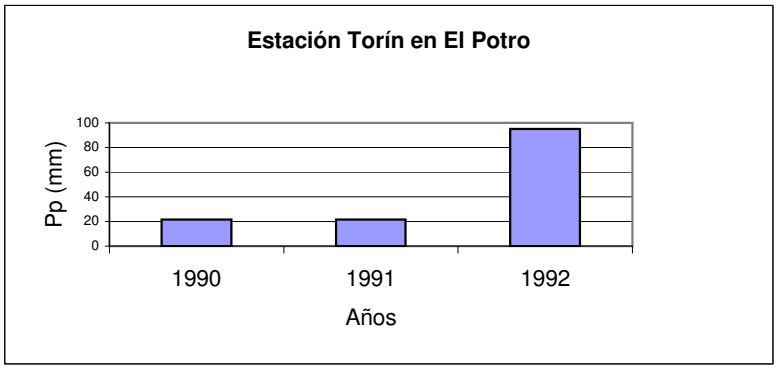
AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1987	12	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	94,5
1988	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
1989	0	0	7,5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	22,5
1990	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
1991	0	124,3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132,3
1992	21	19,2	0	5	0	0	0	0	0	0	9,5	0	54,7
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	104,2	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	184,2
1998	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5
1999	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
2000	15	33,5	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61,5
SUMA	48,1	284,7	117,5	100	0	5	0	0	0	0	10	0	565,3
MEDIA	3,4	20,3	8,4	7,1	0	0,4	0	0	0	0	0,7	0	40,3
MAXIMA	21	124,3	82	80	0	5	0	0	0	0	9,5	0	321,8
MINIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obs: indica datos rellenados mediante regresión líneal.

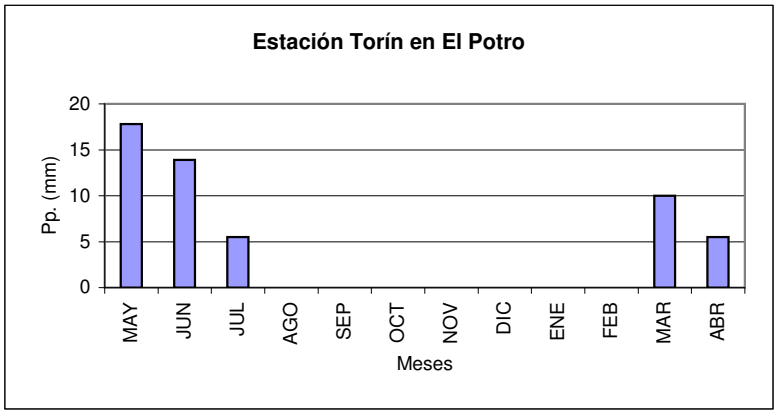
ANEXO 2.2
DGA 2003 Gráficos Estadísticas Pluviométricas

Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones

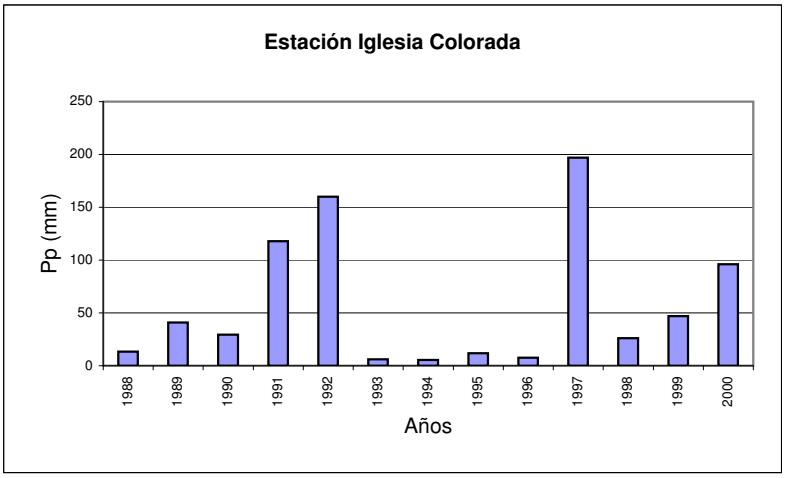
Precipitación Anual



Precipitación Media Mensual

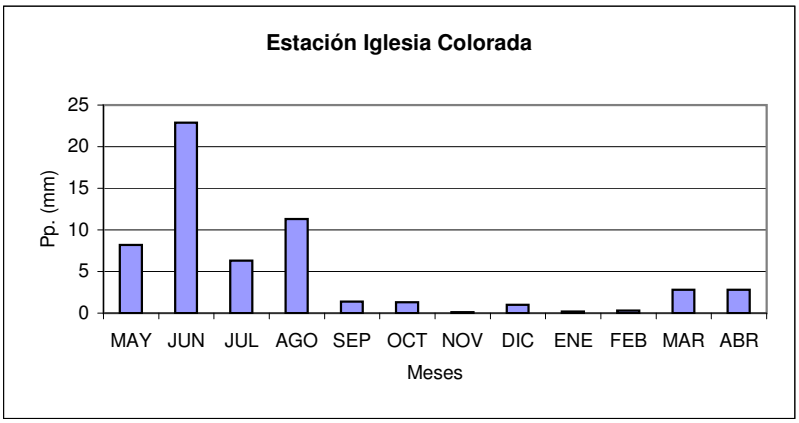


Precipitación Anual

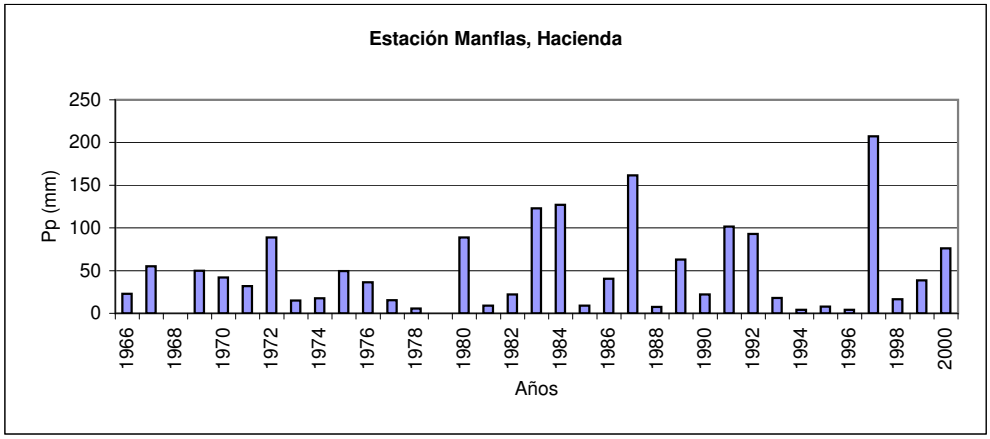


Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones

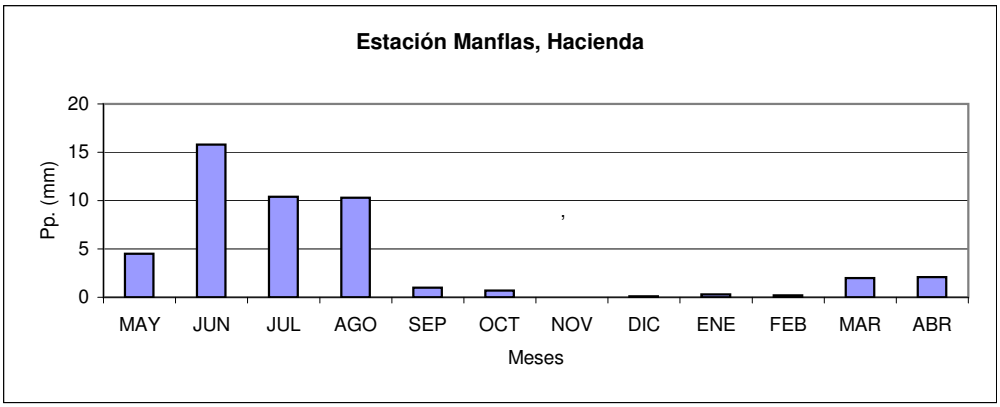
Precipitación Media Mensual



Precipitación Anual

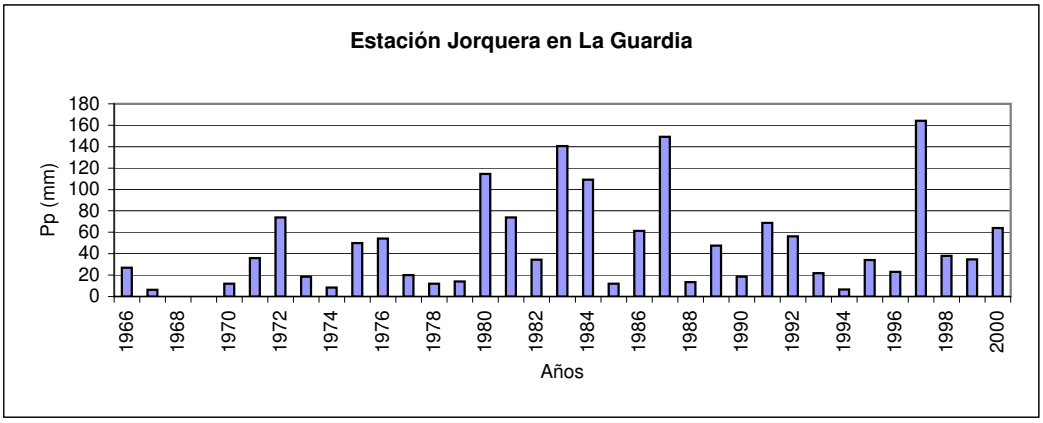


Precipitación Media Mensual

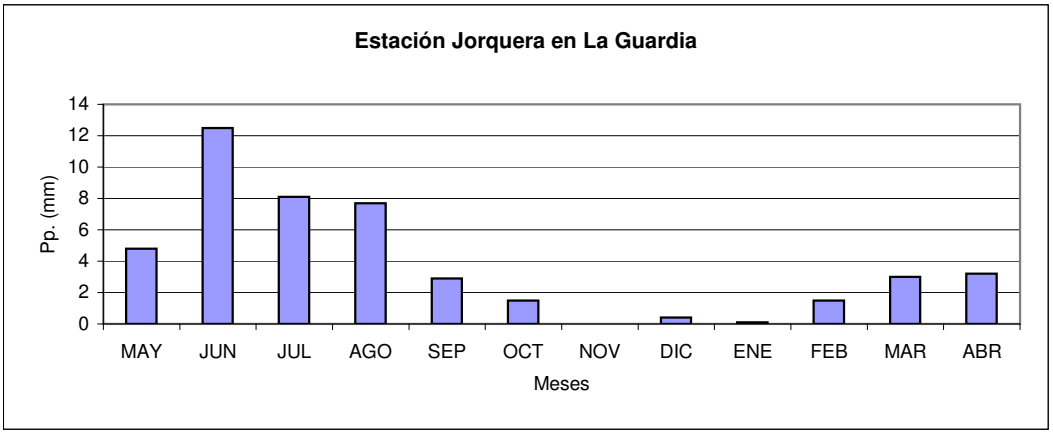


Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones

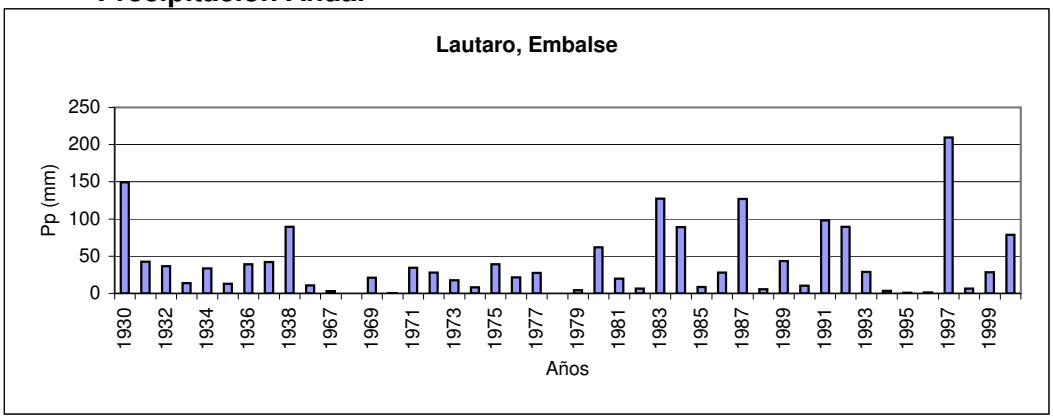
Precipitación Anual



Precipitación Media Mensual

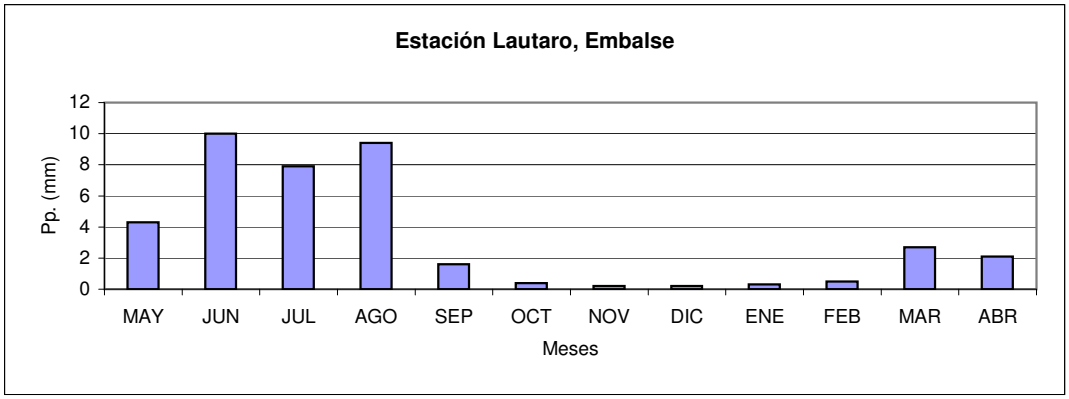


Precipitación Anual

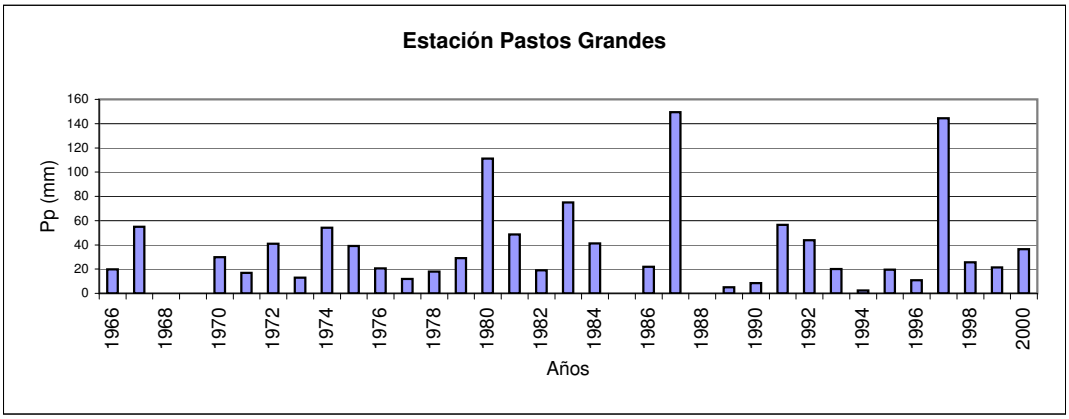


Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones

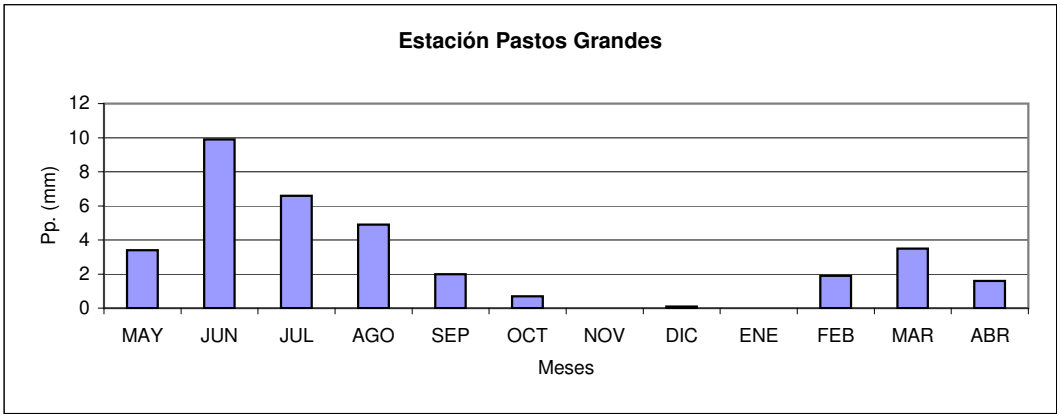
Precipitación Media Mensual



Precipitación Anual

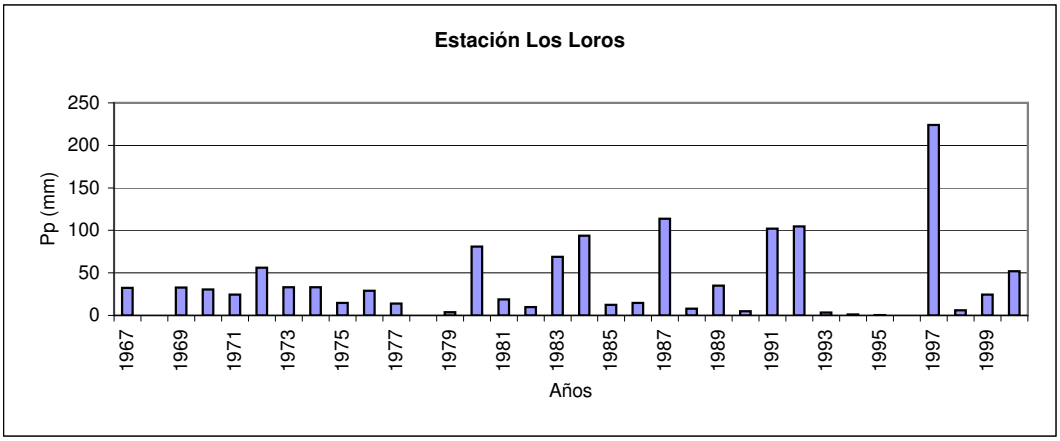


Precipitación Media Mensual

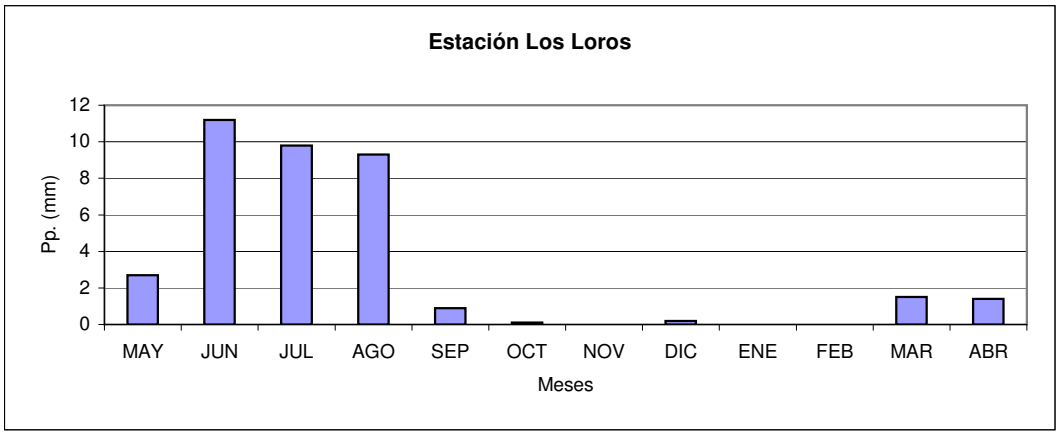


Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones

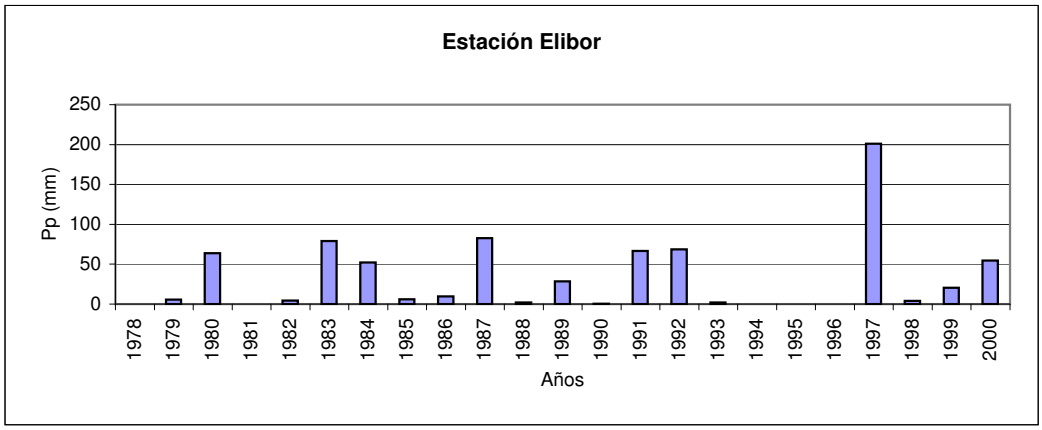
Precipitación Anual



Precipitación Media Mensual

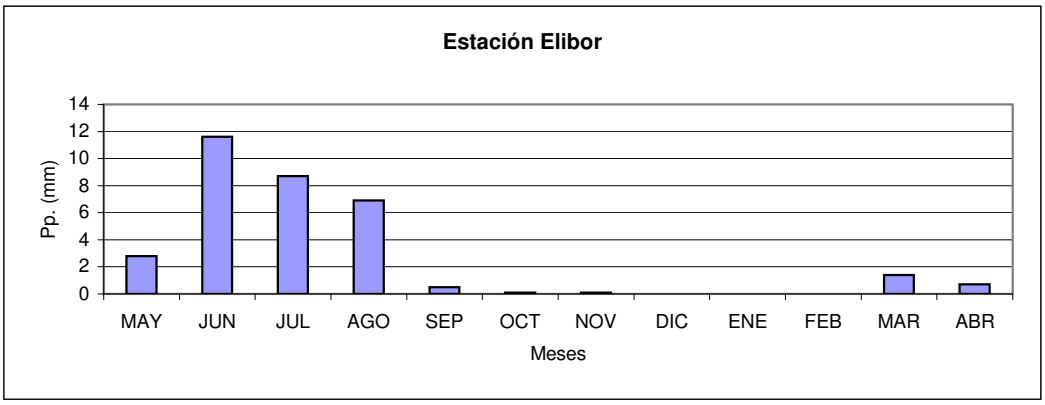


Precipitación Anual

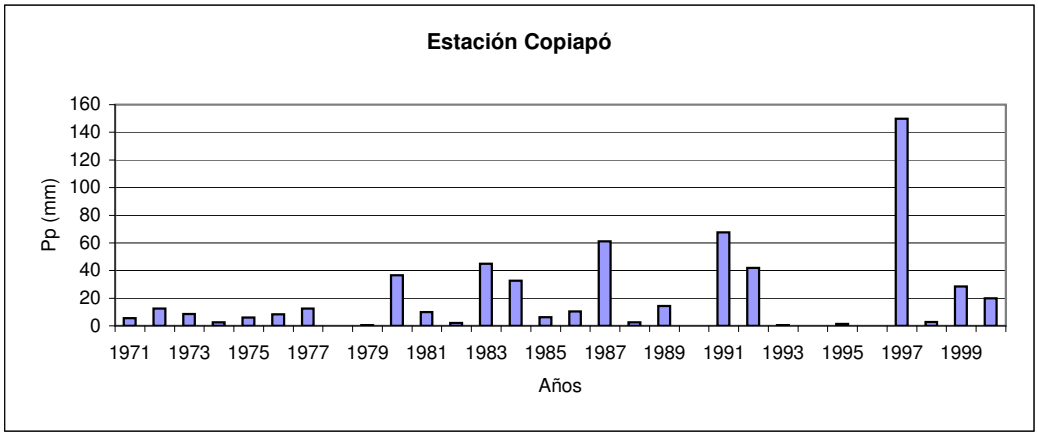


Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones

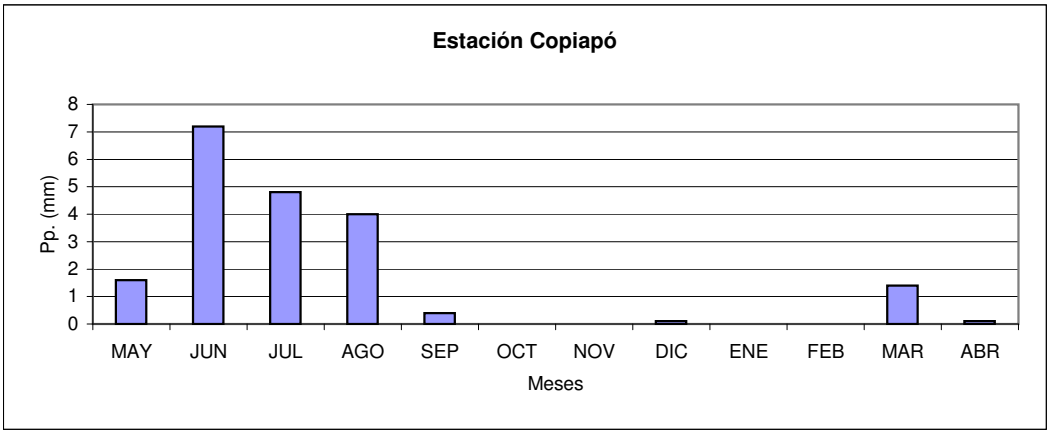
Precipitación Media Mensual



Precipitación Anual

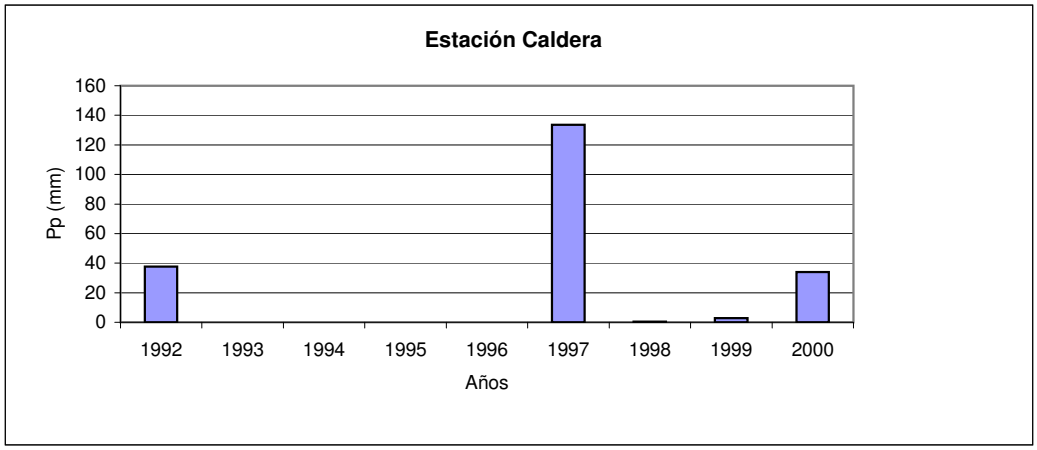


Precipitación Media Mensual

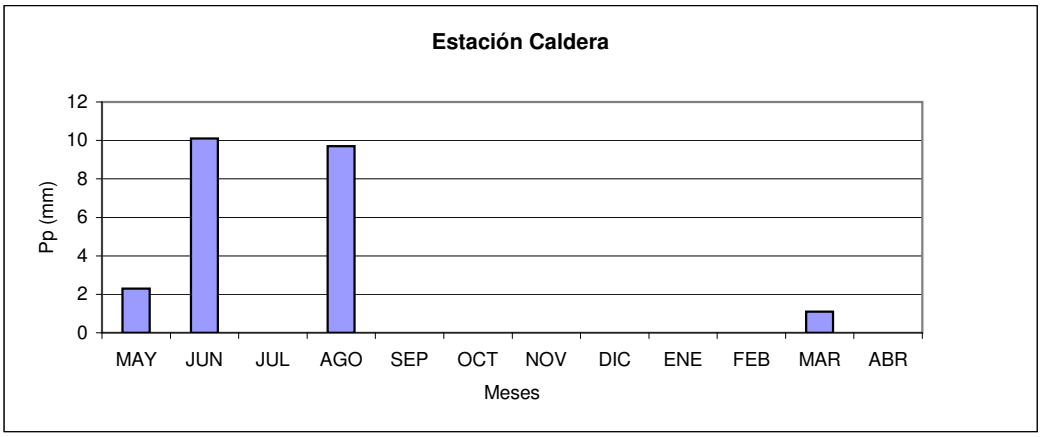


Precipitaciones Media Anual y Mensual por Estaciones

Precipitación Anual



Precipitación Media Mensual



ANEXO 3
Fluviometría

ANEXO 3.1
DGA 2004 Estadísticas Fluviométricas

CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN m3/s

Fuente : Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad.
Cuenca del Río Copiapó. Cade Idepe. Dic 2004.

Estación	Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Jorquera en Vertedero Periodo de registro (1964 - 2002)	5	1,529	1,509	1,478	1,388	1,455	1,449	1,839	1,392	1,966	2,299	2,016	1,815
	10	1,213	1,232	1,233	1,185	1,218	1,241	1,447	1,167	1,434	1,569	1,497	1,371
	20	0,916	0,964	0,988	0,976	0,983	1,024	1,081	0,933	0,978	0,998	1,044	0,976
	50	0,536	0,603	0,643	0,664	0,651	0,696	0,620	0,579	0,471	0,445	0,524	0,510
	85	0,277	0,339	0,371	0,399	0,393	0,405	0,313	0,265	0,191	0,198	0,224	0,229
	95	0,188	0,241	0,264	0,288	0,292	0,273	0,209	0,122	0,113	0,141	0,136	0,143
	Dist	L2	L2	L3	L3	L2	G	L2	G	L2	L2	L2	L2
Pulido en Vertedero Periodo de registro (1964 - 2002)	5	2,910	2,887	2,386	2,245	2,244	2,100	2,001	2,517	5,844	8,484	8,777	4,632
	10	2,385	2,245	1,906	1,803	1,749	1,645	1,642	1,939	4,024	5,906	5,966	3,556
	20	1,875	1,684	1,484	1,408	1,320	1,244	1,293	1,414	2,562	3,809	3,779	2,581
	50	1,183	1,040	0,992	0,936	0,834	0,777	0,819	0,773	1,079	1,647	1,672	1,400
	85	0,671	0,667	0,703	0,648	0,558	0,502	0,467	0,367	0,372	0,587	0,739	0,659
	95	0,481	0,557	0,616	0,558	0,479	0,420	0,335	0,237	0,199	0,320	0,526	0,423
	Dist	L2	L3	L3	L3	L3	L3	L2	L2	L2	L2	L3	L2
Manflas en Vertedeo Periodo de registro (1964 - 2002)	5	1,479	1,007	1,052	0,992	1,492	1,292	1,426	2,986	3,558	2,131	2,111	1,695
	10	1,025	0,797	0,771	0,79	1,035	0,925	1,039	1,843	1,981	1,416	1,490	1,203
	20	0,667	0,6	0,541	0,599	0,675	0,629	0,708	1,027	0,977	0,863	0,976	0,790
	50	0,317	0,349	0,299	0,354	0,321	0,325	0,340	0,336	0,257	0,335	0,435	0,345
	85	0,158	0,179	0,178	0,185	0,16	0,178	0,138	0,085	0,056	0,104	0,161	0,111
	95	0,121	0,121	0,147	0,126	0,122	0,142	0,081	0,038	0,026	0,053	0,090	0,048
	Dist	L3	L2	L3	L2	L3	L3	L2	L2	L2	L2	L2	L3

CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN m3/s

Fuente : Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad.
Cuenca del Río Copiapó. Cade Idepe. Dic 2004.

Estación	Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Copiapó en Pastillo Periodo de registro (1953 - 2002)	5	4,790	3,997	4,193	3,869	3,425	4,541	4,968	5,332	8,618	10,463	9,485	8,545
	10	3,809	3,100	3,259	3,252	2,901	3,432	3,596	3,808	5,550	7,106	6,625	5,800
	20	2,887	2,325	2,462	2,635	2,373	2,502	2,497	2,566	3,329	4,490	4,330	3,690
	50	1,699	1,449	1,580	1,762	1,617	1,501	1,390	1,285	1,409	1,966	2,012	1,692
	85	0,884	0,956	1,098	1,074	1,007	0,976	0,866	0,655	0,688	0,846	0,910	0,831
	95	0,602	0,814	0,964	0,803	0,763	0,835	0,739	0,497	0,549	0,590	0,641	0,641
	Dist	L2	L3	L3	L2	L2	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L3
Copiapó en Lautaro Periodo de registro (1948 - 1999)	5	3,151	2,471	2,226	2,158	1,967	2,893	2,944	3,484	5,259	5,748	4,423	4,899
	10	2,463	2,075	1,872	1,812	1,679	2,182	2,386	2,771	3,648	4,021	3,473	3,489
	20	1,828	1,662	1,501	1,451	1,379	1,591	1,849	2,100	2,370	2,640	2,590	2,349
	50	1,034	1,039	0,943	0,906	0,926	0,962	1,137	1,236	1,100	1,253	1,479	1,184
	85	0,513	0,485	0,446	0,421	0,523	0,637	0,624	0,643	0,511	0,598	0,742	0,620
	95	0,339	0,234	0,221	0,202	0,34	0,552	0,439	0,438	0,371	0,440	0,495	0,480
	Dist	L2	G	G	G	G	L3	L2	L2	L3	L3	L2	L3
Copiapó en La Puerta Periodo de registro (1948 - 2000)	5	5,476	5,288	5,143	3,705	3,604	4,612	4,128	5,494	5,805	7,570	7,285	5,010
	10	4,103	3,994	3,975	3,191	3,117	3,578	3,460	4,100	4,503	5,488	5,542	4,224
	20	2,958	2,909	2,958	2,654	2,608	2,688	2,794	2,931	3,311	3,764	3,980	3,405
	50	1,734	1,736	1,796	1,844	1,840	1,686	1,856	1,670	1,840	1,941	2,113	2,167
	85	1,099	1,118	1,131	1,125	1,157	1,125	1,122	1,008	0,892	1,011	0,969	1,067
	95	0,931	0,952	0,936	0,798	0,848	0,965	0,835	0,830	0,583	0,768	0,613	0,568
	Dist	L3	L3	L3	G	G	L3	L2	L3	L2	L3	L2	G

CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN m3/s

Fuente : Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad.
Cuenca del Río Copiapó. Cade Idepe. Dic 2004.

Estación	Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Copiapó en Mal Paso Periodo de registro (1929 - 1998)	5	3,913	3,385	3,979	3,146	2,128	2,128	2,530	2,678	3,374	3,740	3,043	3,937
	10	2,693	2,492	2,881	2,367	1,789	1,794	1,975	2,046	2,443	2,687	2,320	2,727
	20	1,729	1,719	1,944	1,676	1,435	1,446	1,463	1,477	1,652	1,800	1,667	1,760
	50	0,778	0,846	0,908	0,867	0,901	0,920	0,825	0,792	0,782	0,837	0,876	0,790
	85	0,341	0,353	0,342	0,385	0,427	0,453	0,407	0,367	0,312	0,326	0,381	0,333
	95	0,238	0,211	0,185	0,239	0,212	0,241	0,269	0,234	0,181	0,188	0,225	0,223
	Dist	L3	L3	L3	L2	G	G	L2	G	L2	L2	L3	L3
Copiapó en Ciudad de Copiapó Periodo de registro (1983 - 2001)	5	2,462	2,547	3,648	2,416	2,493	2,739	2,390	2,223	2,891	3,072	3,252	2,785
	10	1,971	2,206	2,771	2,118	2,070	2,140	1,885	1,750	1,950	2,235	2,209	2,110
	20	1,505	1,851	2,016	1,807	1,653	1,617	1,440	1,336	1,210	1,520	1,383	1,508
	50	0,899	1,315	1,165	1,337	1,075	1,015	0,920	0,858	0,486	0,728	0,565	0,793
	85	0,476	0,839	0,688	0,920	0,633	0,667	0,612	0,580	0,158	0,294	0,187	0,359
	95	0,328	0,623	0,552	0,730	0,464	0,565	0,519	0,498	0,082	0,172	0,098	0,226
	Dist	L2	G	L3	G	L2	L3	L3	L3	L2	L2	L2	L2

Distribución	Abreviatura
Normal	N
Log-Normal 2 parametros	L2
Log-Normal 3 parametros	L3
Gumbel o de valores extremos Tipo 1	G
Gamma 2 parámetros	G2
Pearson Tipo III	P3
Log_Gamma de 2 parámetros	LG
Log Pearson Tipo III	LP

ANEXO 3.2
DGA 2003 Estadísticas Fluviométricas

ESTADÍSTICAS FLUVIOMÉTRICAS RELLENADAS

Fuente: DGA, 2003

Datos rellenados por Estudio 1995, Álamos y Peralta
Datos rellenados por Método Curva Doble Acumulada

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1947-2000

ESTACION RIO JORQUERA EN VERTEDERO
CODIGO BNA : 034040 LATITUD S : 28 2 S.CUENCA : 4150 Km2
CUENCA RIO COPIAPO LONGITUD W : 69 58 ALTITUD : 1250 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1964	0,81	1	1,02	1,05	0,994	0,841	0,611	0,484		0,71	0,749	0,746	0,820
1965	0,597	0,703	0,717	0,698	0,75	0,784	1,03	1,09	0,473	0,417	0,446	0,560	0,689
1966	0,989	0,858	1,03	0,679	0,991	0,809	0,684	0,53	0,978	0,921	0,931	0,968	0,864
1967	0,591	0,569	0,675	0,724	0,732	0,682	0,585	0,504	0,454	0,406	0,437	0,496	0,571
1968	0,588	0,6	0,669	0,617	0,625	0,633	0,498	0,039	0,454	0,419	0,464	0,524	0,511
1969	0,435	0,46	0,459	0,535	0,509	0,477	0,397	0,314	0,321	0,331	0,334	0,353	0,410
1970	0,338	0,377	0,443	0,469	0,47	0,453	0,391	0,313	0,26	0,242	0,238	0,288	0,357
1971	0,34	0,429	0,538	0,542	0,49	0,481	0,351	0,272	0,26	0,223	0,242	0,285	0,371
1972	0,357	0,446	0,55	0,649	0,725	0,754	0,846	1,09	0,211	0,173	0,177	0,221	0,517
1973	1,04	0,974	1	0,861	0,816	0,807	0,815	0,703	1,29	1,15	1,02	1,020	0,958
1974	0,61	0,694	0,765	0,82	0,646	0,673	0,777	0,679	0,527	0,493	0,508	0,571	0,647
1975	0,508	0,63	0,74	0,767	0,76	0,708	0,603	0,417	0,524	0,549	0,526	0,513	0,604
1976	0,441	0,509	0,573	0,629	0,608	0,577	0,504	0,406	0,357	0,302	0,319	0,384	0,467
1977	0,359	0,476	0,515	0,526	0,527	0,549	0,528	0,419	0,286	0,271	0,271	0,279	0,417
1978	0,548	0,599	0,62	0,634	0,61	0,56	0,526	0,42	0,311	0,283	0,296	0,441	0,487
1979	0,44	0,485	0,499	0,48	0,465	0,452	0,388	0,312	0,321	0,312	0,362	0,004	0,377
1980	0,414	0,448	0,489	0,507	0,529	0,514	0,519	0,607	0,234	0,218	0,243	0,336	0,422
1981	0,83	0,797	0,766	0,795	0,761	0,725	0,594	0,457	0,745	0,856	0,892	0,834	0,754
1982	0,483	0,543	0,569	0,578	0,589	0,589	0,597	0,622	0,387	0,352	0,352	0,412	0,506
1983	0,621	0,642	0,59	0,735	0,81	0,868	0,952	1,17	0,671	0,644	0,561	0,567	0,736
1984	1,25	1,13	1,04	1,31	1,38	1,54	2,12	1,93	1,57	1,36	1,3	1,260	1,433
1985	1,19	1,21	1,11	1,16	1,14	1,27	1,05	0,877	1,61	1,37	1,24	1,200	1,202
1986	0,825	0,885	0,889	0,955	0,837	0,814	0,687	0,577	0,745	0,692	0,658	0,740	0,775
1987	0,69	0,713	0,62	0,845	0,937	1,15	4,08	0,806	0,458	0,476	0,523	0,599	0,991
1988	3,11	3,06	2,43	2,5	2,39	2,08	1,56	1,27	0,705	0,055	4,47	3,190	2,235
1989	1,19	1,25	1,29	1,37	1,28	1,36	1,2	0,879	1,08	0,785	1,05	1,160	1,158
1990	1,04	1,21	1,19	1,18	1	0,832	0,674	0,602	0,774	0,828	0,884	0,980	0,933
1991	0,717	0,617	0,79	0,866	0,782	0,683	0,573	0,426	0,55	0,501	0,555	0,612	0,639
1992	0,619	0,743	0,099	0,929	0,867	0,8	0,855	0,938	0,335	0,355	0,37	0,506	0,618
1993	0,922	1,07	1,05	0,109	0,988	0,885	0,612	0,416	1,08	0,833	0,743	0,826	0,795
1994	0,538	0,517	0,503	0,502	0,474	0,405	0,381	0,745	0,254	0,193	0,29	0,355	0,430
1995	0,583	0,687	0,711	0,805	0,782	0,687	0,521	0,198	0,246	1,194	0,212	0,343	0,581
1996	0,336	0,469	0,446	0,515	0,539	0,357	0,102	0,145	0,171	0,101	0,121	0,261	0,297
1997	0,200	0,488	0,630	0,847	0,006	0,613	0,993	2,210	0,088	0,050	0,040	0,840	0,584
1998	1,220	1,170	0,125	1,037	1,180	0,847	0,698	0,443	0,244	0,016	0,010	1,320	0,693
1999	0,859	1,180	0,012	0,581	0,852	0,933	0,952	0,831	0,359	0,295	0,683	0,844	0,698
Media	0,740	0,796	0,727	0,800	0,801	0,783	0,813	0,671	0,552	0,510	0,625	0,690	0,710

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1964-2000

ESTACION	RIO PULIDO EN VERTEDERO								
CODIGO BNA	: 034140	LATITUD	S : 28	3	S.CUENCA	: 2108	Km2		
CUENCA	RIO COPIAPO	LONGITUD	W : 69	58	ALTITUD	: 1310	msnm		

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1964	0,973	1,040	0,965	0,827	0,610	0,604	0,562	0,404		1,860	1,290	1,080	0,929
1965	0,882	0,773	0,750	0,986	1,020	1,470	2,310	3,850	0,577	0,592	0,828	0,986	1,252
1966	1,360	1,220	1,080	0,915	0,722	0,548	0,596	0,472	3,770	2,690	2,020	1,730	1,427
1967	0,655	0,774	0,744	0,715	0,687	0,551	0,622	0,766	0,531	1,110	0,698	0,593	0,704
1968	0,992	0,923	0,782	0,645	0,539	0,573	0,437	0,467	1,040	1,330	1,350	1,040	0,843
1969	0,700	0,588	0,544	0,502	0,439	0,425	0,317	0,320	0,914	1,040	1,110	0,689	0,632
1970	0,540	0,548	0,455	0,411	0,329	0,322	0,307	0,305	0,370	0,585	0,509	0,469	0,429
1971	0,436	0,536	0,531	0,413	0,430	0,346	0,349	0,302	0,428	0,502	0,468	0,475	0,435
1972	0,556	0,753	0,784	0,730	0,801	0,898	0,879	3,430	1,040	1,070	0,649	0,464	1,005
1973	1,960	1,810	1,490	1,150	0,929	0,825	0,577	0,707	7,060	7,160	3,870	2,700	2,520
1974	1,960	0,876	0,801	0,677	0,745	0,691	0,476	0,414	1,250	1,280	1,020	0,959	0,929
1975	0,922	1,070	0,980	0,804	0,731	0,720	0,601	0,816	0,698	1,180	1,100	0,977	0,883
1976	0,809	0,796	0,692	0,611	0,582	0,515	0,560	0,687	1,160	0,908	0,800	0,745	0,739
1977	0,866	0,838	0,753	0,674	0,641	0,573	0,665	0,909	0,939	0,985	1,090	0,919	0,821
1978	0,783	0,771	0,724	0,620	0,571	0,507	0,525	0,630	1,170	1,130	0,944	0,808	0,765
1979	0,835	0,778	0,672	0,534	0,498	0,470	0,407	0,324	1,090	1,300	1,180	1,050	0,762
1980	0,746	0,755	0,744	0,586	0,665	0,688	0,657	3,080	0,310	0,335	0,417	0,950	0,828
1981	2,410	1,840	1,500	1,490	1,050	0,865	0,548	0,657	6,470	7,720	5,100	3,280	2,744
1982	0,910	0,833	0,816	0,788	0,677	0,803	0,950	2,670	1,270	1,470	1,000	0,863	1,088
1983	2,020	1,970	2,020	1,900	1,760	1,990	2,740	7,010	4,560	4,740	3,560	2,790	3,088
1984	2,630	2,420	2,610	2,280	2,670	2,980	4,260	7,220	9,660	6,240	4,210	3,070	4,188
1985	2,230	1,970	1,800	1,590	1,280	1,060	0,896	1,140	5,820	4,200	3,760	2,630	2,365
1986	1,350	1,450	1,470	1,370	1,170	0,904	0,787	2,100	1,530	1,420	1,350	1,250	1,346
1987	1,950	1,690	1,570	2,570	2,700	3,790	7,890	12,000	2,680	2,480	2,280	1,970	3,631
1988	4,220	3,490	2,900	2,510	2,110	1,710	1,210	1,120	10,400	8,110	6,590	4,640	4,084
1989	1,630	1,470	1,330	1,300	1,300	0,906	0,839	1,150	1,320	1,930	1,580	1,380	1,345
1990	1,190	1,160	1,100	0,838	0,752	0,492	0,503	0,541	1,580	1,540	1,290	1,180	1,014
1991	0,966	1,060	1,140	0,993	0,774	0,752	0,396	0,633	0,863	0,921	1,150	0,945	0,883
1992	1,150	1,370	1,340	1,230	1,090	0,932	1,160	2,360	0,984	1,170	1,150	1,240	1,265
1993	2,180	1,920	1,500	1,350	1,030	0,767	0,596	0,537	5,100	4,270	3,200	2,680	2,094
1994	0,778	0,798	0,747	0,696	0,498	0,426	0,511	1,000	1,260	1,190	1,080	0,854	0,820
1995	0,657	0,612	0,575	0,560	0,472	0,511	0,459	0,528	1,880	1,430	0,840	0,692	0,768
1996	0,846	0,772	0,641	0,511	0,630	0,618	0,458	0,531	0,740	0,676	0,749	0,639	0,651
1997	0,591	1,050	1,050	1,930	1,580	1,400	2,880	0,083	1,930	0,989	1,570	2,051	1,425
1998	2,420	2,320	2,230	1,890	1,470	1,250	1,230	1,680	1,240	0,694	0,463	1,683	1,548
1999	1,770	1,710	1,780	1,490	1,410	1,500	1,450	1,720	2,790	2,740	2,380	2,150	1,908
Media	1,330	1,243	1,156	1,086	0,982	0,955	1,128	1,738	2,412	2,194	1,740	1,462	1,449

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1964-2000

ESTACION RIO MANFLAS EN VERTEDERO
CODIGO BNA : 034210 LATITUD S : 28 4,000 S.CUENCA : 1180 Km2
CUENCA RIO COPIAPO LONGITUD W : 70 0,000 ALTITUD : 1550 msnm

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1964	0,222	0,187	0,163	0,155	0,200	0,198	0,141	0,118		0,288	0,261	0,204	0,194
1965	0,148	0,172	0,129	0,186	0,400	0,613	1,040	1,000	0,090	0,080	0,082	0,121	0,338
1966	0,472	0,414	0,380	0,346	0,320	0,271	0,220	0,159	0,863	0,687	0,531	0,463	0,427
1967	0,206	0,221	0,222	0,227	0,255	0,241	0,168	0,137	0,133	0,292	0,203	0,180	0,207
1968	0,182	0,184	0,168	0,141	0,126	0,095	0,077	0,082	0,112	0,134	0,151	0,166	0,135
1969	0,208	0,180	0,169	0,192	0,188	0,115	0,084	0,067	0,201	0,324	0,411	0,215	0,196
1970	0,157	0,148	0,137	0,137	0,117	0,110	0,103	0,081	0,079	0,167	0,154	0,136	0,127
1971	0,117	0,120	0,139	0,134	0,152	0,138	0,080	0,055	0,157	0,195	0,105	0,093	0,124
1972	0,153	0,234	0,402	0,590	0,730	1,590	1,910	2,450	0,158	0,234	0,160	0,137	0,729
1973	0,861	0,800	0,705	0,600	0,453	0,407	0,276	0,223	1,620	1,580	1,200	0,991	0,810
1974	0,270	0,283	0,250	0,229	0,241	0,251	0,153	0,093	0,283	0,356	0,205	0,214	0,236
1975	0,204	0,230	0,220	0,196	0,193	0,141	0,107	0,079	0,122	0,216	0,220	0,186	0,176
1976	0,202	0,193	0,205	0,204	0,217	0,197	0,138	0,113	0,134	0,121	0,114	0,160	0,167
1977	0,326	0,337	0,282	0,179	0,197	0,159	0,098	0,088	0,126	0,161	0,231	0,291	0,206
1978	0,164	0,167	0,168	0,181	0,183	0,134	0,086	0,062	0,129	0,163	0,160	0,150	0,146
1979	0,147	0,156	0,148	0,132	0,121	0,094	0,066	0,025	0,101	0,148	0,169	0,144	0,121
1980	0,581	0,516	0,364	0,458	0,604	0,566	1,040	1,450	0,041	0,047	0,035	0,274	0,498
1981	0,805	0,617	0,561	0,642	0,641	0,530	0,376	0,264	1,390	1,530	1,288	1,050	0,808
1982	0,338	0,349	0,398	0,543	0,596	0,612	0,617	0,560	0,420	0,474	0,304	0,301	0,459
1983	0,735	0,706	0,621	0,726	0,773	2,930	3,770	2,000	0,573	0,644	0,543	0,639	1,222
1984	1,100	1,050	1,270	1,340	1,240	2,790	4,360	3,760	1,890	2,040	1,580	1,210	1,969
1985	1,700	1,450	1,200	1,000	0,650	0,590	0,460	0,400	2,590	1,990	1,970	1,800	1,317
1986	0,349	0,379	0,543	0,559	0,563	0,530	0,468	0,470	0,330	0,280	0,300	0,323	0,425
1987	0,770	0,781	0,564	1,230	1,460	2,490	4,180	6,360	0,673	0,843	0,928	0,769	1,754
1988	2,300	1,370	1,190	1,030	0,902	0,797	0,671	0,579	5,560	4,340	3,530	2,520	2,066
1989	0,607	0,540	0,476	0,585	0,670	0,505	0,416	0,345	0,628	0,798	0,663	0,744	0,581
1990	0,389	0,391	0,381	0,343	0,297	0,230	0,166	0,178	0,417	0,454	0,413	0,425	0,340
1991	0,321	0,329	0,488	0,412	0,452	0,315	0,258	0,236	0,289	0,272	0,374	0,346	0,341
1992	0,561	0,734	0,701	0,659	0,614	0,664	1,060	1,070	0,210	0,217	0,282	0,753	0,627
1993	0,688	0,682	0,630	0,559	0,479	0,334	0,220	0,129	1,120	1,000	0,796	0,710	0,612
1994	0,271	0,263	0,224	0,246	0,268	0,117	0,118	0,270	0,323	0,368	0,304	0,277	0,254
1995	0,276	0,262	0,230	0,240	0,262	0,213	0,165	0,133	0,654	0,347	0,278	0,284	0,279
1996	0,216	0,224	0,221	0,236	0,231	0,205	0,144	0,139	0,149	0,161	0,177	0,169	0,189
1997	0,200	0,488	0,630	0,847	0,006	0,613	0,993	2,210	0,088	0,050	0,040	0,840	0,584
1998	1,490	0,245	3,140	2,010	0,573	0,543	0,522	0,321	0,521	4,230	1,860	1,540	1,416
1999	0,525	0,604	0,602	0,429	0,402	0,398	0,331	0,283	0,398	0,623	0,461	0,650	0,476
Media	0,507	0,445	0,509	0,498	0,438	0,576	0,697	0,722	0,645	0,718	0,569	0,541	0,571

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1931-2000

ESTACION	RIO COPIAPO EN LAUTARO								
CODIGO BNA	: 034300	LATITUD	S : 27	59,000	S.CUENCA	: 8348	Km2		
CUENCA	RIO COPIAPO	LONGITUD	W : 70	4,000	ALTITUD	: 1200	msnm		

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1963	0,842	1,000	0,808	0,685	0,592	0,586	0,372	0,612	2,070	1,254	1,203	1,048	0,923
1964	0,860	0,904	0,940	0,719	1,280	0,769	0,722	0,641	0,642	0,868	0,901	0,666	0,826
1965	0,850	1,340	0,892	1,320	1,500	1,740	3,380	3,790	0,666	0,678	0,780	0,883	1,485
1966	2,460	2,380	1,960	1,750	1,640	1,430	1,040	0,745	3,550	2,860	2,550	2,510	2,073
1967	0,988	1,180	1,230	1,300	1,230	1,010	0,939	0,835	0,718	1,270	0,849	0,806	1,030
1968	1,280	1,340	1,100	0,976	0,917	0,901	0,730	0,632	0,952	1,310	1,440	1,220	1,067
1969	0,828	0,800	0,780	0,790	0,710	0,613	0,467	0,458	0,927	1,050	0,990	0,734	0,762
1970	0,637	0,687	0,667	0,597	0,575	0,559	0,503	0,448	0,448	0,634	0,595	0,560	0,576
1971	0,564	0,611	0,461	0,471	0,672	0,590	0,479	0,402	0,436	0,499	0,524	0,540	0,521
1972	0,521	0,641	0,522	0,866	1,260	1,970	2,240	3,330	1,110	0,806	0,427	0,328	1,168
1973	1,420	1,050	2,090	0,682	0,949	1,020	1,090	1,030	4,550	3,740	2,630	1,810	1,838
1974	1,530	1,060	0,943	0,985	1,020	1,020	0,915	0,710	1,020	1,680	1,340	1,410	1,136
1975	0,832	0,787	0,864	0,853	0,845	0,845	0,815	0,840	0,713	1,210	1,250	0,992	0,904
1976	0,725	0,925	0,936	0,920	0,892	0,788	0,748	0,784	1,080	1,020	0,884	0,848	0,879
1977	0,787	0,710	0,560	0,801	0,859	0,882	0,992	1,150	0,875	0,901	0,990	0,944	0,871
1978	1,060	0,667	0,868	0,659	0,755	0,767	0,702	0,729	1,240	1,210	1,030	0,991	0,890
1979	1,050	0,574	0,701	0,716	0,710	0,693	0,654	0,450	0,916	1,080	1,000	1,010	0,796
1980	0,628	0,640	0,470	0,523	1,160	1,250	1,660	3,610	0,301	0,274	0,343	0,597	0,955
1981	1,400	1,100	0,844	1,180	1,050	1,290	1,630	1,100	4,530	3,310	2,420	2,040	1,825
1982	1,000	0,610	0,357	0,783	0,860	1,030	1,340	2,010	1,320	1,360	1,100	1,050	1,068
1983	0,569	0,420	0,077	0,158	0,631	1,860	2,750	3,680	2,360	2,490	2,010	1,400	1,534
1984	2,720	2,100	2,820	3,570	4,740	5,610	6,620	7,000	3,740	3,630	4,090	3,350	4,166
1985	1,560	4,080	1,960	2,000	1,230	1,590	1,930	1,010	6,360	3,920	4,380	2,950	2,748
1986	0,234	0,250	0,234	0,603	1,510	1,480	1,470	1,590	1,280	1,310	0,970	0,296	0,936
1987	0,232	0,250	0,313	1,520	3,970	5,970	7,110	6,460	1,840	1,830	1,390	0,825	2,643
1988	10,400	6,460	4,940	4,670	3,230	2,330	1,430	1,300	8,940	9,220	9,570	9,490	5,998
1989	0,936	1,480	0,623	0,676	1,720	0,747	1,150	1,830	1,270	1,270	1,190	0,513	1,117
1990	0,391	0,316	0,355	0,369	0,486	1,050	1,190	1,110	1,520	1,670	0,918	0,477	0,821
1991	0,929	0,889	1,978	1,110	1,430	1,500	1,040	0,563	1,448	1,412	1,430	1,129	1,238
1992	0,390	0,140	0,264	0,391	0,728	1,040	1,560	1,990	0,822	1,020	0,721	1,150	0,851
1993	0,092	0,136	0,146	0,222	0,550	0,890	1,020	0,920	2,280	2,300	1,810	0,921	0,941
1994	0,029	0,101	0,115	0,156	0,193	0,461	0,236	0,183	0,692	0,879	0,845	0,215	0,342
1995	0,600	0,096	0,131	0,095	0,105	0,851	0,861	0,826	1,520	1,150	0,541	0,674	0,621
1996	0,081	0,079	0,071	0,081	0,561	0,755	0,966	0,582	0,808	0,763	0,287	0,285	0,443
1997	0,042	0,012	0,018	0,260	0,388	1,910	2,300	2,320	1,350	1,080	0,648	0,492	0,902
1998	0,066	0,066	0,046	0,064	0,047	0,570	1,390	1,180	0,488	0,136	0,064	0,061	0,348
1999	0,045	0,046	0,046	0,046	0,037	0,604	0,961	0,907	0,827	0,587	0,499	0,097	0,392
Media	1,070	0,971	0,868	0,907	1,109	1,324	1,497	1,561	1,773	1,667	1,476	1,225	1,287

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1927-2000

ESTACION	RIO COPIAPO EN PASTILLO								
CODIGO BNA	: 034300	LATITUD	S : 28	3,000	S.CUENCA	: 7467	Km2		
CUENCA	RIO COPIAPO	LONGITUD	W : 69	59,000	ALTITUD	: 1300	msnm		

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1963	1,350	1,980	1,850	1,650	1,480	1,260	1,320	1,760		1,660	1,000	1,620	1,539
1964	1,510	1,660	1,760	1,560	1,250	1,160	1,070	0,827	1,790	2,070	2,100	1,710	1,539
1965	1,640	1,580	1,660	1,770	1,130	2,640	4,360	4,790	1,080	1,030	1,240	1,650	2,048
1966	2,500	2,230	2,210	1,970	1,640	1,390	1,160	0,832	4,510	3,700	2,870	2,640	2,304
1967	1,210	1,410	1,470	1,360	1,390	1,120	1,000	1,000	0,747	1,410	1,010	1,030	1,180
1968	1,360	1,360	1,250	1,040	0,882	0,936	0,746	0,717	1,190	1,440	1,590	1,290	1,150
1969	1,050	1,030	1,010	1,130	0,946	0,855	0,730	0,648	1,110	1,260	1,430	0,981	1,015
1970	0,862	0,879	0,834	0,824	0,732	0,714	0,643	0,575	0,633	0,798	0,755	0,726	0,748
1971	0,721	0,884	1,030	1,000	0,982	0,836	0,598	0,551	0,598	0,706	0,692	0,710	0,776
1972	0,838	1,140	1,300	1,570	1,820	2,770	3,230	5,960	1,300	1,190	0,830	0,627	1,881
1973	3,490	3,180	2,880	2,400	2,080	1,890	1,340	1,070	7,580	6,540	5,360	4,020	3,486
1974	1,620	1,730	1,690	1,470	1,430	1,570	0,934	0,716	1,570	1,990	1,560	1,590	1,489
1975	1,390	1,470	1,400	1,310	1,240	1,140	0,965	1,140	1,000	1,910	1,580	1,520	1,339
1976	1,190	1,350	1,250	1,240	1,140	1,030	1,010	1,070	1,370	1,180	1,090	1,040	1,163
1977	1,400	1,290	1,180	1,130	1,020	1,110	0,828	1,140	1,250	1,270	1,470	1,410	1,208
1978	1,150	1,210	1,070	1,120	1,100	0,904	0,937	0,963	1,340	1,430	1,330	1,200	1,146
1979	1,310	1,360	1,260	1,130	1,060	0,908	0,772	0,536	1,280	1,280	1,250	1,270	1,118
1980	1,280	1,340	1,370	1,450	1,650	1,570	2,330	5,160	0,375	0,390	0,521	1,340	1,565
1981	3,940	3,520	2,840	2,770	2,160	1,860	1,510	1,300	6,340	8,390	6,050	4,290	3,748
1982	1,570	1,580	1,680	1,770	1,780	1,840	1,860	3,430	1,720	1,850	1,500	1,410	1,833
1983	2,600	2,090	2,670	2,660	3,090	4,670	6,110	7,910	4,270	4,460	3,690	3,380	3,967
1984	4,140	3,820	5,070	4,650	5,670	6,750	7,490	9,260	10,400	5,860	5,890	4,600	6,133
1985	4,250	3,850	3,410	3,750	3,130	2,770	2,280	2,120	8,320	6,280	5,790	4,680	4,219
1986	2,380	2,450	2,290	2,380	2,220	1,800	1,460	2,530	3,230	3,330	2,410	2,230	2,393
1987	2,840	2,810	2,420	3,860	4,240	6,170	13,410	21,950	3,280	3,380	3,300	2,890	5,879
1988	8,000	6,580	5,420	5,020	4,490	3,810	2,860	2,470	19,110	14,910	12,120	8,600	7,783
1989	2,850	2,710	2,570	2,700	2,700	2,300	2,040	1,970	2,520	2,920	2,740	2,730	2,563
1990	2,180	2,290	2,220	1,960	1,700	1,290	1,120	1,100	2,300	2,340	2,150	2,150	1,900
1991	1,690	1,500	1,740	1,890	1,670	0,789	0,711	0,716	1,410	1,410	1,730	1,600	1,405
1992	2,130	2,680	2,620	2,210	1,810	1,490	1,910	3,110	1,200	1,410	1,350	2,290	2,018
1993	3,070	2,780	2,150	1,690	1,240	0,881	0,651	0,646	4,670	4,680	3,830	3,430	2,477
1994	1,250	1,410	1,530	1,590	1,200	0,790	0,436	1,050	1,320	1,430	1,220	1,070	1,191
1995	1,160	1,170	1,130	1,170	1,120	1,020	0,672	0,763	2,200	1,280	0,851	0,940	1,123
1996	0,917	0,923	0,863	0,781	0,922	0,667	0,339	0,484	1,020	0,584	0,500	0,655	0,721
1997	0,821	1,760	1,950	2,420	4,680	4,320	4,630	9,380	2,080	1,420	1,420	0,749	2,969
1998	4,690	5,290	4,970	4,420	3,830	3,490	3,130	3,120	1,180	1,120	7,950	5,530	4,060
1999	2,500	2,690	3,240	2,620	2,330	2,050	1,770	1,840	3,470	3,660	3,160	3,410	2,728
Media	2,131	2,135	2,088	2,039	1,972	1,961	2,118	2,827	3,021	2,756	2,576	2,243	2,319

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1927-2000

ESTACION	RIO COPIAPO EN LA PUERTA							
CODIGO BNA	: 034310	LATITUD	S : 27	48	S.CUENCA	: 8348	Km2	
CUENCA	RIO COPIAPO	LONGITUD	W : 70	8	ALTITUD	: 758	msnm	

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1963	1,830	1,890	1,890	1,350	1,670	2,420	2,150	1,240	1,920	1,900	1,860	1,820	1,828
1964	1,590	1,630	1,600	1,580	1,480	1,530	1,310	0,965	0,907	1,150	1,580	1,750	1,423
1965	1,650	1,650	1,570	1,760	1,650	1,870	2,140	2,980	0,899	1,040	1,190	1,450	1,654
1966	2,400	2,210	2,350	2,310	2,140	1,890	1,520	1,260	3,250	2,370	2,000	2,430	2,178
1967	1,610	1,660	1,790	1,720	1,420	1,360	1,360	1,250	1,220	1,540	1,360	1,400	1,474
1968	1,380	1,690	1,550	1,360	1,360	1,370	1,160	1,020	1,300	1,510	1,570	1,420	1,391
1969	1,150	1,210	1,300	1,320	1,190	1,060	0,776	0,771	1,160	1,350	1,280	1,110	1,140
1970	0,911	1,000	1,070	1,090	0,969	0,832	0,799	0,719	0,770	0,888	0,714	0,681	0,870
1971	0,904	1,060	1,060	1,010	0,902	0,889	0,706	0,666	0,765	0,779	0,754	0,767	0,855
1972	0,890	1,130	0,896	1,060	1,470	1,770	1,890	2,180	1,280	1,080	0,738	0,790	1,265
1973	1,910	2,130	2,500	1,880	2,110	1,980	2,060	1,890	2,940	3,000	2,750	2,240	2,283
1974	2,170	1,960	1,870	1,780	1,800	1,890	1,710	1,420	1,650	2,230	2,180	2,100	1,897
1975	1,360	1,490	1,580	1,580	1,580	1,460	1,340	1,380	1,380	1,580	1,630	1,480	1,487
1976	1,260	1,450	1,450	1,400	1,390	1,280	0,974	1,010	1,400	1,390	1,470	1,330	1,317
1977	0,920	0,723	0,916	1,030	1,030	0,978	1,010	1,100	1,070	1,060	1,260	1,260	1,030
1978	1,220	0,873	1,030	0,790	0,844	0,852	0,816	0,849	1,450	1,320	1,150	1,230	1,035
1979	1,100	0,933	1,000	1,060	0,971	0,824	0,684	0,520	1,060	1,050	1,030	1,030	0,939
1980	0,874	0,886	0,766	0,909	1,190	1,450	1,610	2,280	0,523	0,513	0,580	0,811	1,033
1981	2,280	2,150	2,160	2,010	2,250	2,700	3,010	2,520	3,850	3,280	2,610	2,300	2,593
1982	2,320	2,020	1,720	1,860	1,980	2,020	2,180	2,540	2,530	2,560	2,420	2,270	2,202
1983	2,310	2,270	2,360	2,060	2,370	3,450	4,090	5,760	2,950	3,260	3,210	2,870	3,080
1984	5,710	5,100	5,950	6,360	7,250	6,020	8,240	10,300	6,470	6,190	6,470	5,330	6,616
1985	5,020	7,330	3,550	4,800	3,630	3,930	3,670	2,850	8,510	6,600	6,740	5,830	5,205
1986	2,570	2,630	2,450	2,750	3,120	2,930	2,770	2,780	2,840	3,020	2,900	2,330	2,758
1987	2,300	2,480	2,890	4,210	6,030	5,600	9,080	25,400	3,350	3,220	3,000	2,800	5,863
1988	12,500	10,000	7,380	7,070	5,940	4,840	3,200	2,950	26,600	18,000	13,600	12,800	10,407
1989	3,510	4,190	3,170	3,240	3,960	2,610	2,960	3,960	3,190	3,220	3,350	3,000	3,363
1990	2,340	2,050	2,110	2,030	2,070	2,280	2,260	2,250	3,270	3,110	2,630	2,360	2,397
1991	1,790	1,810	4,200	2,360	2,390	2,090	1,750	1,580	2,270	2,140	2,210	1,960	2,213
1992	1,610	1,450	1,320	1,410	1,570	1,610	1,660	1,980	1,680	1,880	1,510	1,950	1,636
1993	2,110	1,940	1,970	2,110	2,120	2,190	2,110	2,200	2,480	2,900	2,870	2,330	2,278
1994	1,620	1,450	1,350	1,530	1,310	1,300	0,994	1,050	1,880	2,340	2,580	1,670	1,590
1995	1,390	1,120	1,100	1,280	1,090	1,270	1,350	1,300	1,690	2,080	1,420	1,500	1,383
1996	1,100	0,964	0,815	0,683	0,927	0,971	1,060	0,866	1,270	1,090	0,756	0,971	0,956
1997	0,874	1,450	0,599	0,799	1,160	3,590	2,500	2,450	1,430	1,470	1,040	1,060	1,535
1998	6,240	5,070	4,940	3,710	2,980	2,310	3,280	3,260	9,170	10,300	0,791	6,240	4,858
1999	2,690	2,760	2,760	2,750	2,470	2,520	2,860	2,490	2,620	2,410	2,570	2,630	2,628
Media	2,308	2,265	2,135	2,108	2,156	2,160	2,244	2,756	3,054	2,833	2,372	2,359	2,396

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1983-2000

ESTACION	RIO COPIAPO EN CIUDAD DE COPIAPO								
CODIGO BNA	: 034500	LATITUD	S : 27	5	S.CUENCA	:		Km2	
CUENCA	RIO COPIAPO	LONGITUD	W : 68	5	ALTITUD	:	0	msnm	

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1963	0,627	0,760	0,798	0,537	0,570	0,550	0,496	0,627	0,568	0,547	0,415	0,403	0,575
1964	0,679	0,967	0,769	0,638	0,563	0,543	0,426	0,332	0,611	0,425	0,188	0,525	0,556
1965	0,591	0,620	0,588	0,559	0,617	0,649	0,701	0,801	0,257	0,280	0,318	0,410	0,533
1966	1,046	1,423	1,128	1,008	1,651	0,937	0,630	0,431	0,724	0,882	0,801	0,905	0,964
1967	0,733	0,789	0,841	0,862	0,841	0,782	0,572	0,397	0,315	0,530	0,459	0,569	0,641
1968	0,588	0,658	0,653	0,562	0,559	0,470	0,344	0,313	0,368	0,416	0,541	0,583	0,505
1969	0,500	0,499	0,556	0,511	0,394	0,365	0,310	0,186	0,334	0,383	0,449	0,474	0,413
1970	0,323	0,391	0,450	0,332	0,317	0,261	0,215	0,180	0,119	0,135	0,227	0,320	0,273
1971	0,211	0,288	0,371	0,338	0,316	0,254	0,173	0,162	0,140	0,129	0,144	0,168	0,225
1972	0,410	0,574	0,552	0,518	0,552	0,617	0,654	0,675	0,233	0,341	0,311	0,321	0,480
1973	0,587	0,720	0,750	0,497	0,525	0,512	0,561	0,558	0,632	0,612	0,620	0,655	0,602
1974	0,753	0,762	0,703	0,593	0,617	0,602	0,476	0,432	0,428	0,497	0,521	0,573	0,580
1975	0,483	0,501	0,533	0,492	0,465	0,441	0,353	0,303	0,378	0,339	0,307	0,405	0,417
1976	0,307	0,398	0,448	0,376	0,338	0,260	0,210	0,207	0,232	0,226	0,247	0,316	0,297
1977	0,276	0,355	0,279	0,292	0,285	0,262	0,208	0,219	0,173	0,212	0,216	0,262	0,253
1978	0,296	0,330	0,351	0,260	0,256	0,220	0,148	0,114	0,191	0,190	0,019	0,239	0,218
1979	0,304	0,248	0,247	0,263	0,256	0,202	0,128	0,101	0,113	0,126	0,141	0,214	0,195
1980	0,273	0,264	0,301	0,306	0,304	0,305	0,290	0,334	0,059	0,053	0,068	0,222	0,232
1981	0,802	0,837	0,829	0,646	0,645	0,643	0,621	0,514	0,458	0,584	0,608	0,663	0,654
1982	0,694	0,735	0,590	0,508	0,506	0,472	0,428	0,490	0,442	0,452	0,490	0,576	0,532
1983	0,250	0,392	1,010	0,474	0,764	1,087	1,069	1,253	0,070	0,074	0,090	0,093	0,552
1984	2,760	3,090	3,820	3,520	4,200	4,610	4,040	5,090	0,650	0,862	1,660	2,470	3,064
1985	4,930	6,230	4,060	3,110	2,250	1,970	1,770	0,870	7,180	4,170	4,970	4,520	3,836
1986	1,520	1,800	1,640	1,250	1,330	1,490	1,120	0,978	0,990	0,978	1,180	1,250	1,294
1987	1,170	1,170	1,960	2,910	2,750	3,730	4,440	17,600	0,850	0,777	0,896	1,080	3,278
1988	6,300	4,600	7,190	5,920	3,490	2,180	1,750	2,634	19,200	20,000	10,300	5,720	7,440
1989	2,320	2,850	1,950	1,480	2,080	1,290	1,230	1,190	1,350	1,632	1,590	1,770	1,728
1990	1,290	1,010	1,210	1,140	1,130	1,130	1,020	0,775	1,210	1,060	1,100	1,180	1,105
1991	0,765	1,150	1,840	0,746	0,487	0,688	0,664	0,654	0,816	0,770	0,585	0,762	0,827
1992	0,544	0,652	0,512	0,557	0,511	0,407	0,413	0,407	0,739	0,513	0,506	0,506	0,522
1993	0,398	0,400	0,471	0,422	0,370	0,374	0,356	0,349	0,359	0,333	0,351	0,364	0,379
1994	0,249	0,261	0,281	0,289	0,305	0,247	0,165	0,101	0,370	0,333	0,209	0,233	0,254
1995	0,071	0,069	0,079	0,082	0,066	0,037	0,021	0,011	0,102	0,028	0,011	0,103	0,057
1996	0,059	0,066	0,066	0,058	0,049	0,476	0,541	0,056	7,030	0,574	5,880	5,760	1,718
1997	3,090	3,160	2,910	1,260	0,651	0,239	0,381	0,344	0,253	0,150	0,212	0,581	1,103
1998	0,874	0,437	0,736	0,660	0,161	0,156	0,195	0,198	0,121	0,087	0,108	0,045	0,315
Media	1,030	1,096	1,152	0,944	0,866	0,818	0,753	1,108	1,335	1,103	1,020	0,979	1,017

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y VALORES EXTREMOS (M3/SEG) -1963-2000

ESTACION	RIO COPIAPO EN ANGOSTURA								
CODIGO BNA	: 034530	01-Jul	LATITUD	S : 27	20	S.CUENCA	: 18324	Km2	
CUENCA	RIO COPIAPO		LONGITUD	W : 70	54	ALTITUD	: 48	msnm	

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
1963	0,093	0,108	0,143	0,191	0,192	0,192	0,140	0,110	0,150	0,181	0,109	0,100	0,142
1964	0,103	0,127	0,145	0,187	0,202	0,156	0,115	0,095	0,111	0,091	0,113	0,113	0,130
1965	0,105	0,133	0,159	0,144	0,129	0,136	0,123	0,098	0,090	0,092	0,080	0,079	0,114
1966	0,129	0,145	0,147	0,145	0,162	0,144	0,129	0,118	0,095	0,087	0,084	0,108	0,124
1967	0,133	0,146	0,155	0,161	0,157	0,151	0,128	0,109	0,108	0,098	0,101	0,123	0,131
1968	0,166	0,179	0,200	0,202	0,192	0,174	0,149	0,119	0,101	0,092	0,100	0,129	0,150
1969	0,119	0,143	0,148	0,161	0,155	0,127	0,117	0,095	0,088	0,090	0,078	0,094	0,118
1970	0,134	0,138	0,167	0,168	0,154	0,124	0,108	0,092	0,086	0,100	0,086	0,107	0,122
1971	0,155	0,154	0,173	0,179	0,174	0,140	0,108	0,090	0,075	0,081	0,092	0,118	0,128
1972	0,136	0,149	0,165	0,189	0,177	0,144	0,115	0,098	0,095	0,087	0,100	0,115	0,131
1973	0,145	0,166	0,167	0,232	0,114	0,112	0,122	0,106	0,089	0,090	0,107	0,128	0,132
1974	0,124	0,137	0,164	0,170	0,156	0,134	0,116	0,104	0,097	0,080	0,080	0,100	0,122
1975	0,130	0,145	0,145	0,141	0,156	0,122	0,121	0,108	0,075	0,070	0,080	0,088	0,115
1976	0,100	0,121	0,155	0,153	0,161	0,136	0,122	0,100	0,086	0,080	0,069	0,069	0,113
1977	0,109	0,099	0,147	0,133	0,130	0,135	0,116	0,092	0,091	0,098	0,100	0,103	0,113
1978	0,143	0,150	0,167	0,175	0,141	0,139	0,120	0,107	0,081	0,087	0,119	0,139	0,131
1979	0,143	0,154	0,164	0,149	0,153	0,141	0,114	0,104	0,090	0,077	0,084	0,105	0,123
1980	0,135	0,150	0,169	0,196	0,163	0,129	0,130	0,097	0,099	0,088	0,105	0,123	0,132
1981	0,115	0,116	0,145	0,166	0,159	0,128	0,101	0,089	0,084	0,071	0,077	0,088	0,112
1982	0,107	0,135	0,159	0,160	0,152	0,097	0,093	0,098	0,066	0,064	0,062	0,076	0,106
1983	0,132	0,147	0,288	0,178	0,167	0,149	0,126	0,093	0,098	0,093	0,100	0,114	0,140
1984	0,136	0,157	0,718	1,020	1,200	1,850	2,550	3,250	0,066	0,065	0,099	0,140	0,938
1985	2,430	4,190	3,390	1,660	0,883	0,232	0,167	0,181	3,730	1,870	1,880	1,940	1,879
1986	0,143	0,199	0,189	0,182	0,166	0,135	0,120	0,082	0,100	0,075	0,091	0,123	0,134
1987	0,124	0,147	0,708	1,310	0,918	1,800	3,100	14,100	0,114	0,094	0,102	0,106	1,885
1988	9,910	7,150	5,330	4,290	2,720	1,840	0,953	0,529	17,800	13,600	9,780	8,720	6,885
1989	0,951	1,370	1,280	1,050	0,859	0,306	0,136	0,160	0,284	0,257	0,392	0,486	0,628
1990	0,190	0,216	0,229	0,264	0,211	0,204	0,162	0,127	0,076	0,121	0,131	0,149	0,173
1991	0,250	0,621	1,620	0,901	0,351	0,153	0,165	0,162	0,095	0,108	0,141	0,178	0,395
1992	0,176	0,268	0,239	0,238	0,242	0,235	0,126	0,083	0,090	0,100	0,144	0,218	0,180
1993	0,165	0,192	0,218	0,226	0,198	0,170	0,140	0,125	0,084	0,051	0,116	0,209	0,158
1994	0,205	0,210	0,237	0,240	0,240	0,208	0,158	0,089	0,087	0,103	0,135	0,165	0,173
1995	0,179	0,194	0,216	0,237	0,221	0,239	0,139	0,001	0,051	0,078	0,102	0,144	0,150
1996	0,192	0,216	0,217	0,191	0,160	0,088	0,095	0,096	0,326	0,241	0,260	0,151	0,186
1997	0,184	1,860	0,164	0,251	0,154	0,107	0,121	0,090	0,097	0,083	0,061	0,115	0,274
1998	3,370	2,610	2,640	1,380	0,525	0,139	0,082	0,039	4,490	5,320	0,043	0,251	1,741
1999	0,198	0,098	0,128	0,172	0,123	0,123	0,061	0,018	0,050	0,045	0,087	0,186	0,107
Media	0,580	0,612	0,567	0,465	0,338	0,290	0,292	0,574	0,797	0,652	0,419	0,419	0,500

ANEXO 4
Desarrollo Social y Económico

ANEXO 4

DESARROLLO SOCIAL Y ECONOMICO DE LA CUENCA

1 Población de la Cuenca del Río Copiapó

La región de Atacama cuenta con una población de 254.336 habitantes de los cuales 125.983 (50 %) residen en la ciudad de Copiapó y 12.888 (5%) lo hacen en Tierra Amarilla (INE, Censo 2002). El crecimiento poblacional regional alcanzó el 10,2 %, entre el periodo 1992 - 2002, lo que sitúa a Atacama en el noveno lugar, lejos del promedio nacional del 13,4%.

La población comunal está fuertemente concentrada en los núcleos urbanos de Copiapó (98%) y Tierra Amarilla (67%). La población rural se concentra en los fondos de los valles, por la presencia en ellos de agua y terrenos fértiles para la agricultura.

Tabla 1: Población en la región de Atacama

Area Geográfica		Nº de habitantes	Porcentaje	Estimación 2010	Estimación 2015
Región de Atacama		254.336	1,7 % del total nacional	280.543	290.710
Copiapo	Total	**129.091**	51 % del total regional	**160.994**	**175.440**
	Urbana	125.983	98 % del total comunal		
	Rural	3.108	2 % del total comunal		
T. Amarilla	Total	**12.888**	5 % del total regional	**13.883**	**14.035**
	Urbana	8.578	67 % del total comunal		
	Rural	4.310	33 % del total comunal		

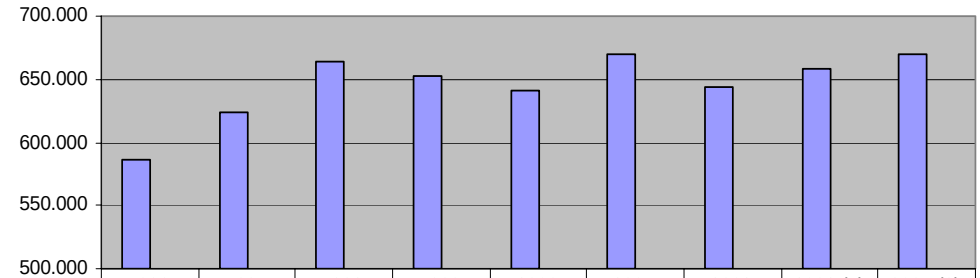
Fuente: INE, Censo 2002

2 Desarrollo Económico

2.1 Productividad Regional

El PIB en la Región de Atacama alcanzó los 670.000 millones de pesos durante 2004 (Tabla 2), lo que representa un 1,6% del total nacional. Por sectores productivos, la minería representa cerca del 40%, seguido de la construcción (8,3%) (Tabla 3). En los últimos 9 años, la región de Atacama ha aumentado en un 14% su PIB, aunque su representación a escala nacional disminuyó del 1,9 % al 1,6 % en este periodo (Tabla 4).

Tabla – Gráfico 2: Producto Interno Bruto en la región de Atacama, a precios constantes, 1996-2004. Valores en millones de pesos de 1996.



	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 (1)	2004 (2)
Producto Interno Bruto	586.020	624.214	663.349	652.511	641.406	670.345	644.260	658.387	669.684
Porcentaje	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,8%	1,8%	1,7%	1,7%	1,6%

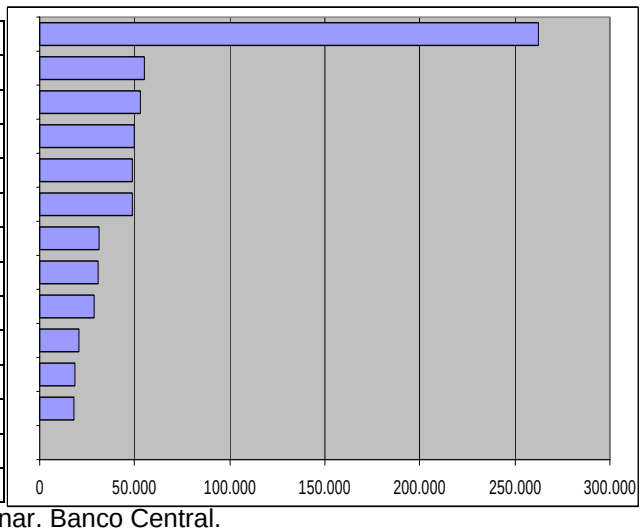
(1) Cifras provisionales

(2) Cifras preliminares

Fuente: Cuentas Nacionales 1996-2005 Versión preliminar. Banco Central. (http://www.bcentral.cl/esp/publ/estad/aeg/aeg01.htm)

Tabla 3: Distribución del PIB Regional, por Sectores Productivos. Año 2003. Millones de Pesos.

Minería	262.392	39,9%
Construcción	54.897	8,3%
Servicios Personales	53.208	8,1%
Propiedad de vivienda	49.674	7,5%
Electricidad, Gas y Agua	48.993	7,4%
Comercio, Restaurantes y Hoteles	48.737	7,4%
Agropecuario-silvícola	31.021	4,7%
Servicios Financieros y Empresariales	30.650	4,7%
Transporte y Comunicaciones	28.657	4,4%
Administración Pública	20.908	3,2%
Pesca	18.579	2,8%
Industria Manufacturera	17.990	2,7%
Menos: Imputaciones Bancarias	-7.319	-1,1%
Total	658.387	100,0%



Fuente: Cuentas Nacionales 1996-2005 Versión preliminar. Banco Central. (http://www.bcentral.cl/esp/publ/estad/aeg/aeg01.htm)

Tabla 4: Producto Interno Bruto por Región a precios constantes, 1996-2004(Millones de pesos de 1996)

Región	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 (1)	2004 (2)
I De Tarapacá	905.701	1.030.040	1.041.193	1.115.504	1.127.226	1.118.346	1.146.401	1.282.330	1.314.834
II De Antofagasta	1.944.622	2.180.219	2.451.582	2.407.789	2.364.831	2.715.008	2.619.098	2.783.064	2.960.576
III De Atacama	**586.020**	**624.214**	**663.349**	**652.511**	**641.406**	**670.345**	**644.260**	**658.387**	**669.684**
IV De Coquimbo	596.301	621.919	673.140	712.495	808.604	804.736	792.281	833.625	871.530
V De Valparaíso	2.658.598	2.665.348	2.772.280	2.863.018	2.925.515	3.008.323	3.072.320	3.146.202	3.357.072
RMS Región Metropolitana de Santiago	13.945.724	14.824.797	15.048.761	14.752.778	15.460.202	15.856.994	16.199.205	16.790.574	17.754.835
VI Del Libertador General Bernardo O'Higgins	1.188.356	1.236.781	1.281.905	1.294.830	1.413.408	1.452.089	1.547.509	1.541.692	1.651.278
VII Del Maule	1.032.923	1.097.957	1.122.601	1.117.793	1.220.088	1.284.636	1.296.565	1.333.671	1.396.846
VIII Del Biobío	2.780.195	2.920.144	2.935.457	2.931.537	3.027.910	3.090.250	3.268.213	3.428.271	3.634.265
IX De La Araucanía	773.850	823.111	847.011	838.821	896.264	883.830	914.957	928.449	987.621
X De Los Lagos	1.249.677	1.395.171	1.452.791	1.456.947	1.573.873	1.632.081	1.708.070	1.730.374	1.857.127
XI Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	141.716	156.021	159.580	170.167	176.601	193.555	213.608	212.481	221.201
XII De Magallanes y de la Antártica Chilena	401.360	422.651	444.828	454.480	436.440	457.158	473.745	485.043	487.312
Extra Regional (3)	35.041	36.568	38.341	39.606	41.509	43.035	43.858	44.819	45.157
Subtotal regionalizado	28.240.084	30.034.941	30.932.819	30.808.276	32.113.877	33.210.385	33.940.091	35.198.982	37.209.339
IVA , Derechos de Importación	2.997.204	3.265.752	3.443.777	3.306.766	3.532.616	3.639.904	3.715.050	3.931.076	4.332.467
Producto Int. Bruto Nacional	**31.237.288**	**33.300.693**	**34.376.596**	**34.115.042**	**35.646.493**	**36.850.289**	**37.655.141**	**39.130.058**	**41.541.807**

(1) Cifras provisionales
(2) Cifras preliminares
(3) Extra regional corresponde a servicios en el exterior del Sector Administración Pública.

2.2 Exportaciones

La Región de Atacama ocupó el noveno lugar nacional en cuanto a sus exportaciones durante el año 2004. En total exportó productos por valor de 1.491 millones de US$ (Tabla 5), cifra que representa el 5% del total nacional (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2005).

El sector exportador más importante en la región es la minería (91%) seguido por la agricultura (7%) y los productos del mar (1%) (Figura 1).

Los productos mineros más vendidos en el exterior fueron los cátodos de cobre (615 Millones de US$) (Tabla 6), mientras que en la agricultura, los embarques más importantes fueron las uvas con 97,3 Millones de US$ (Tabla 7) (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2005).

Figura 1. Volumen de Exportaciones

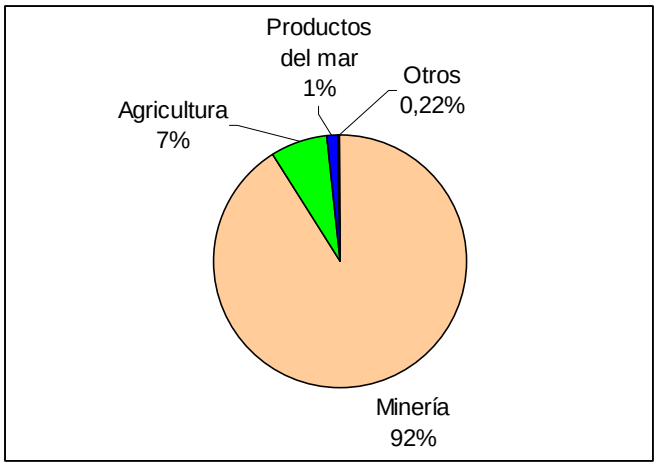


Tabla 5: Exportaciones de la Región de Atacama. 2003-2004

Sector Productivo	2003 US$ FOB	2003 %	2004 US$ FOB	2004 %	2004 - 2003 %
Minería	778	84,6%	1.359	91,2%	74,8%
Agricultura	112	12,2%	107	7,2%	-4,7%
Productos del mar	20	2,2%	22	1,5%	6,4%
Otros	9	1,0%	3	0,2%	-63,2%
Total	919	100,0%	1.491	100,0%	62,2%

Fuente: Ministerio de Relaciones Exteriores. 2005

Tabla 6: Exportaciones Mineras de Región de Atacama. 2003-2004

Sector Productivo	2003 US$ FOB	2003 %	2004 US$ FOB	2004 %	2004 - 2003 %
Cátodos y secciones de cátodos	308,5	39,7%	615,5	45,3%	99,5%
Minerales de cobre y sus conc	289,7	37,2%	511,8	37,7%	76,7%
Pellets de hierro	104,2	13,4%	117,4	8,6%	12,7%
Ánodos gastados	23,2	3,0%	44,9	3,3%	93,8%
Cobre para afino	10,1	1,3%	25,9	1,9%	156,7%
Cenizas de oro	14,5	1,9%	17,6	1,3%	21,5%
Oro bruto, excepto en polvo	8,5	1,1%	9,1	0,7%	7,2%
Finos minerales de hierro	7,9	1,0%	8,6	0,6%	7,9%
Plata en bruto	4,8	0,6%	3,1	0,2%	-34,9%
Otros	6,5	0,8%	5,3	0,4%	-18,6%
TOTAL	777,8	100,0%	1359,3	100,0%	74,8%

Fuente: Ministerio de Relaciones Exteriores. 2005

Tabla 7: Exportaciones Agrícolas de Región de Atacama. 2003-2004

Sector Productivo	2003 US$ FOB	2003 %	2004 US$ FOB	2004 %	2004 - 2003 %
Total uvas	100,1	89,4%	97,3	91,2%	-2,8%
Aceitunas preparadas o cons.	2,0	1,8%	2,9	2,7%	46,5%
Alcachofas	0,8	0,8%	1,5	1,4%	75,3%
Aceituna en salmuera	0,9	0,8%	1,4	1,3%	48,0%
Ljmones frescos	0,3	0,2%	0,9	0,8%	230,1%
Naranjas	0,4	0,3%	0,5	0,5%	39,6%
Aji seco	0,1	0,1%	0,2	0,2%	163,6%
Aceite de oliva	0,1	0,1%	0,1	0,1%	-50,0%
Otros	7,2	6,4%	1,9	1,8%	-73,3%
TOTAL	111,9	100,0%	106,7	100,0%	-4,7%

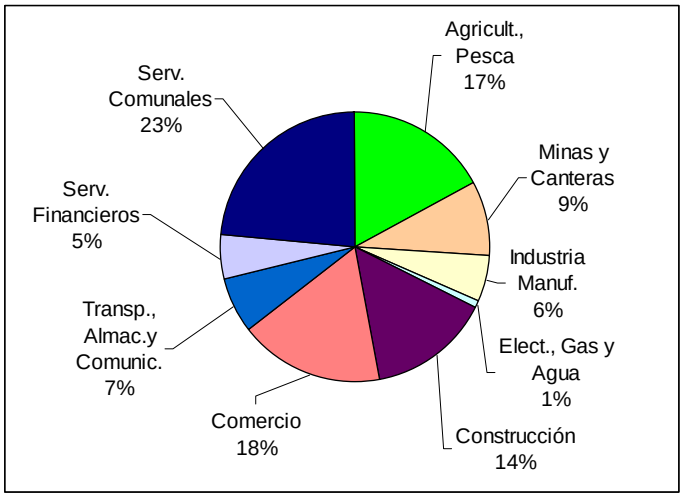
Fuente: Ministerio de Relaciones Exteriores. 2005

3 Empleo

La población empleada en la región de Atacama ascendió a 114.150 personas en el trimestre móvil Dic – Feb 2006 (INE, 2006).

Las actividades económicas que generan mayor empleo en la región son los Servicios Comunales y la Construcción (23 % y 14 %, respectivamente) (Figura 2).

Figura 2. Distribución del Empleo



La agricultura y pesca, emplean un total de 19.600 trabajadores (17%), siendo la tercera actividad más importante en cuanto a generación de empleo regional, mientras que la minería se sitúa en el octavo lugar en este ranking, empleando a unas 10.000 personas (Tabla 8).

El desempleo osciló en el último año entre el 6,5 y 9,8 % de la población económicamente activa, siendo el promedio anual de Atacama del 7,7 %, similar al que se registra nacionalmente (8,0 %). En el último trimestre móvil (Dic – Feb 2006) se encontraban sin empleo en la región un total de 7.900 trabajadores.

Tabla 8: Personas ocupadas por Rama de Actividad Económica, Chile y Atacama. 2005 – 2006.

Actividad Económica	Nacional	Atacama	%
Agricultura, Caza, Pesca	822.890	19.606	17%
Minas y Canteras	82.663	10.102	9%
Industria Manufacturera	781.007	6.451	6%
Electricidad, Gas y Agua	32.313	826	1%
Construcción	481.989	16.527	14%
Comercio	1.147.309	20.091	18%
Transporte, Almacenaje y Comunicaciones	493.984	7.498	7%
Servicios Financieros	520.503	6.036	5%
Servicios Comunales, Sociales, Personales	1.643.198	27.015	24%
N.E.O.C (3)	-	-	0%
Total	6.005.856	114.152	100%

Fuente: INE 2006
http://www.ine.cl/ine/canales/chile_estadistico/estadisticas_laborales/empleo/280306/xls/c304.xls
(3) N.E.O.C. Actividades no bien especificadas

Tabla 9: Total desocupados (miles de personas). Chile y Atacama. 2005-2006.

Período		Total Nacional	Tasa (%)	Región de Atacama	Tasa (%)
Dic - Feb	2005	483	7,6	10,7	9,2
Ene - Mar		501	7,9	11,5	9,8
Feb - Abr		519	8,2	10,4	8,8
Mar - May		528	8,3	10,4	8,7
Abr - Jun		550	8,7	9,3	7,9
May - Jul		545	8,6	9,8	8,2
Jun - Ago		549	8,7	9,3	7,8
Jul - Sep		536	8,5	9,8	8,0
Ago - Oct		514	8,1	9,6	7,8
Sep - Nov		480	7,6	8,8	7,1
Oct - Dic		440	6,9	7,5	6,0
Nov - Ene	2006	448	7,0	7,23	5,8
Dic - Feb		**471**	**7,3**	**7,90**	**6,5**

Fuente: Encuesta Nacional de Empleo, INE, 2006
http://www.ine.cl/ine/canales/chile_estadistico/estadisticas_laborales/empleo/280306/xls/c310.xls

4 Desarrollo del Sector Minero

La Región de Atacama y particularmente la cuenca del río Copiapó es rica en cobre, oro, hierro y plata. La producción regional de cobre durante el 2004 alcanzó las 441.000 Tn, lo que representa el 8% de la producción nacional. En relación al oro, durante el mismo año se elaboraron casi 14 Tn, las que suponen el 35% del total nacional.

Tabla 10: Producción de metales en la Región de Atacama.

Región	Cobre Tn de fino	Molibdeno Tn de fino	Oro Kg de fino	Plata Kg de fino	Plomo Tn de fino	Cinc Tn	Hierro Tn	Manganeso Tn
Total Nacional	5.418.800	41.883	39.985	1.360.139	2.286	27.635	8.003.491	25.801
III Región	441.092	1.154	13.939	390.197	-	-	5.830.968	-
%	8%	3%	35%	29%			73%	

Fuente: Anuario de la Minería de Chile. Sernageomin, 2004.

Dentro de la cuenca del río Copiapó hay instaladas un total de 34 plantas productoras de mineral y 64 explotaciones mineras (Tablas 11 y 13). De las plantas, un total de 26 se encontraban operando en el 2004.

Tabla 11: Explotaciones mineras cuenca del río Copiapó

Instalaciones	Activas	Paralizadas	Total
Mina Caliza	1	1	2
Mina Cobre	37	14	51
Mina Cuarzo		1	1
Mina Oro	8	1	9
Mina Varitina	1		1
Total Minas	**47**	**17**	**64**
Planta Carbonato		1	1
Planta Cobre	10	5	15
Planta Oro	16	2	18
Total Plantas	**26**	**8**	**34**

Fuente: Sernageomin 2006

En el conjunto de la Región de Atacama hay una capacidad instalada para el tratamiento diario de 248.690 Tn, de las cuales 139.280 corresponden a flotación y 109.410 Tn corresponden a lixiviación. Dentro de la cuenca las cifras reflejan la importancia minera de esta área pues se cuenta con un (67 %) de la capacidad instalada regional. La capacidad de

tratamiento de mineral está concentrada en el tramo 4, Malpaso – Copiapó, dónde se concentran 29 plantas mineras (Tablas 12 y 14).

Tabla 12: Capacidad de Tratamiento Máxima Diaria (Tn)

	Nº de plantas de proceso	Flotación Tn /día	Lixiviación Tn / día	Total Tn/día
Total regional	51	139.280	109.410	248.690
Cuenca del Copiapó				
Tramo 1	2	-	30.000	30.000
Tramo 3	2	3.380	-	3.380
Tramo 4	29	88.500	43.000	131.500
Tramo 5	1	-	-	-
Total Cuenca	34	91.880	73.000	164.880
% regional	67%	66%	67%	66%

Fuente: Sernageomin. Anuario de la Minería de Chile, 2004

El listado de las explotaciones y plantas mineras presentes en la cuenca junto con su capacidad de tratamiento se entrega en las siguientes tablas (Sernageomin 2004).

Tabla 13: Plantas instaladas en la cuenca del río Copiapó.

ID	ESTE	NORTE	NOMBRE EMPRESA	CATEGORIA	NOMBRE FAENA	TIPO	PASTA	SITUACION	OPERACIÓN	FLOTACION	LIXIVIACION	TRAMO
153	398300	6896100	C.M. AMOLANAS	C	PLANTA AMOLANAS I	PLANTA	COBRE	PARALIZADA	MOL.-FLOT.-LIX.	0	0	1
194	473000	6952000	C.M. MARICUNGA	B	PLANTA CIANURACION REFUGIO	PLANTA	ORO	ACTIVA	MOL.-CONC.	0	30000	1
175	383200	6933900	CIA. EXPLO. DE MINAS SAN ANDRES	C	PLANTA ELISA DE BORDOS	PLANTA	COBRE	ACTIVA	MOL.-FLOT.	380	0	3
173	377500	6949800	COEMIN LTDA.	B	PLANTA CERRILLOS	PLANTA	COBRE	ACTIVA	MOL.-FLOT.	3000	0	3
126	371000	6968600	NUÑEZ HERMANOS S.C.M.	C	PLANTA LLAUCAVEN	PLANTA	COBRE	PARALIZADA	MOL.-FLOT.	0	0	4
123	367200	6968200	HUMBERTO LINDOR AGUILERA JORQUERA	C	PLANTA FARAH	PLANTA	COBRE	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	0	0	4
122	366168	6968043	SOTRATEC-MINART LTDA.	C	PLANTA EL CATEADOR	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	10	0	4
121	367600	6969700	JUAN FERNANDO DAY	C	PLANTA DAY	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	50	0	4
120	365100	6968100	RAMON CEPEDA ORDENES	C	PLANATA CHAITO	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	30	0	4
119	368000	6970300	HUMBERTO CAMPILLAY CAMPILLAY	C	PLANTA ANDREA	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	0	0	4
127	375900	6966800	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	A	PLANTA MANUEL ANTONIO MATTA	PLANTA	COBRE	ACTIVA	MOL.-FLOT.	3000	0	4
104	365700	6968300	TULIA SAN FRANCISCO GUERRA	C	PLANTA ARCADIO	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	60	0	4
131	366475	6967825	NATIMAN FLORES DIAZ	C	PLANTA OJOS DE AGUA	PLANTA	ORO	ACTIVA	MOL.-FLOT.	40	0	4
101	369700	6969000	NELSON ZUÑIGA CARVAJAL	C	PLANTA SANTA LAURA	PLANTA	COBRE	ACTIVA	MOL.-FLOT.	30	0	4
90	380300	6974000	INDUSTRIA NACIONAL DE CEMENTO S.A.	B	PLANTA INACESA S.A.	PLANTA	CARBONATO	PARALIZADA	CHANC.-CLASIF.	0	0	4
89	377450	6971600	SOCIEDAD PUNTA DEL COBRE S.A.	B	PLANTA BIOCOBRE	PLANTA	COBRE	ACTIVA	CHANC.-LIX.-SX-EW	0	3000	4
87	368200	6969500	S.M.CANDELARIA LTDA.	C	PLANTA CORONA	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	20	0	4
81	473260	7035460	C.M.CAN CAN S.A.	B	PLANTA CAN-CAN	PLANTA	ORO	ACTIVA	MOL.-CONC.-FUND.	800	0	4
105	366900	6968550	HERNAN GONZALES SALAZAR	C	PLANTA EL MARAY	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	0	0	4
79	472500	7031800	C.M. MANTOS BLANCOS DE ORO	A	PLANTA CIANURACION LA COIPA	PLANTA	ORO	ACTIVA	MOL.-CONC.-FUND.	0	40000	4
129	370500	6969400	C.M. SAN ESTEBAN 1a. S.A.	B	PLANTA NRO 1 SAN ESTEBAN	PLANTA	COBRE	ACTIVA	MOL.-FLOT.	2000	0	4
132	368800	6970900	S.M. PAPAPRIETO LTDA.	C	PLANTA PAPAPRIETO	PLANTA	ORO	PARALIZADA	MOL.-FLOT.	0	0	4
133	366900	6968800	PEDRO CASTILLO VEGA	C	PLANTA RAPELINA	PLANTA	ORO	ACTIVA	MOL.-FLOT.	30	0	4
134	367500	6967000	JORGE QUEBEDO FLORES	C	PLANTA SAN JORGE	PLANTA	ORO	ACTIVA	MOL.-FLOT.	0	0	4
135	367300	6969500	S.M. AMAANTO LTDA.	C	PLANTA SAN PATRICIO	PLANTA	ORO	PARALIZADA	MOL.-FLOT.	0	0	4
136	370250	6965750	EXEQUIEL BUGUEÑO ZEPEDA	C	PLANTA SANTA ROSA	PLANTA	ORO	ACTIVA	MOL.-FLOT.	30	0	4
137	367200	6968500	S.M. UNION LTDA.	C	PLANTA UNION	PLANTA	COBRE	PARALIZADA	MOL.-FLOT.	0	0	4
157	372600	6959600	C.M.SAN ESTEBAN 1a S.A.	C	PLANTA NRO. 2 SAN GERARDO	PLANTA	COBRE	ACTIVA	MOL.-FLOT.	1300	0	4
160	371500	6954500	C.C.M. CANDELARIA	A	PLANTA CONCENTRADORA	PLANTA	COBRE	ACTIVA	MOL.-FLOT.	70000	0	4
166	375900	6958350	C.C.M. OJOS DEL SALADO	C	PLANTA PEDRO AGUIRRE CERDA	PLANTA	COBRE	PARALIZADA	CHANC.-MOL.-FLOT.	3000	0	4
176	374500	6963650	NELSON SOTO IGLESIAS	C	PLANTA MARIA ISABEL	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	40	0	4
178	374425	6964255	S.M. SAN JOAQUIN	C	PLANTA SAN JOAQUIN	PLANTA	ORO	ACTIVA	CHANC.-AMALG.	60	0	4
181	373500	6959650	SOCIEDAD PUNTA DEL COBRE S.A.	B	PLANTA SAN JOSE	PLANTA	COBRE	ACTIVA	CHANC.-MOL.-FLOT.	8000	0	4
130	367000	6972500	C.M. Y COMERCIAL SALI HOCHSCHILD S.A.	C	PLANTA OJANCOS	PLANTA	COBRE	PARALIZADA	MOL.-FLOT.	0	0	5

Fuente: Sernageomin. Anuario de la Minería de Chile, 2004

Tabla 14: Explotaciones Mineras instaladas en la cuenca del río Copiapó.

ID	ESTE	NORTE	NOMBRE EMPRESA	CATEGORIA	NOMBRE FAENA	TIPO	PASTA	SITUACION	OPERACIÓN
139	365600	6970400	FERNANDO RIVADENEIRA GONZALEZ	C	MINA RIOJANA 1	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
155	364860	6949060	NUÑEZ HERMANOS S.C.M.	C	MINA SAN AGUSTIN	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
111	337600	6967200	EDILIO CORTEZ ZUMARAN	C	MINA EMPALME	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
112	365750	6958600	SAMUEL GONZALEZ CORTES	C	MINA ESMERALDA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
113	338280	6967510	JUAN ALCOTA ALVAREZ	C	MINA ESPERANZA 1/3	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
114	358430	6954047	ANTONIO ZOTTI ROSETTI Y CIA.	C	MINA FAVORITA	MINA CUARZO	CUARZO	PARALIZADA	RAJO ABIERTO
108	337080	6967500	SUCESION LUIS PADILLA GRELLET	C	MINA CARMEN	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
138	365700	6970350	ELADIO VALLEJOS LOPEZ	C	MINA RIOJANA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
106	363060	6954884	LUIS LOPEZ CALDERON	C	MINA ROSARIO	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
140	365702	6970380	FARID NICOLAZ HIDALGO	C	MINA RIOJANA 1/10	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
141	362500	6967500	ARMANDO ARIAS ABARCA	C	MINA SAN ANTONIO	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
142	364300	6965700	ERNESTO ROJAS CERDA	C	MINA SAN MARCOS	MINA ORO	ORO	PARALIZADA	SUBTERRANEA
143	363050	6954800	COOPERATIVA REGIONAL MINERA BATEAS	C	MINA TIGRESA 1 al 16	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
152	398000	6896000	MRA. COBREX LTDA.	B	MINA AMOLANAS I	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
78	474200	7034000	C.M. MANTOS BLANCOS DE ORO	A	MINA LA COIPA	MINA ORO	ORO	ACTIVA	RAJO ABIERTO
125	363330	6954290	NUÑEZ HERMANOS S.C.M.	C	MINA TRES ZUNCOS	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
95	414323	6974600	CEAR MALDONADO ROJAS	C	MINA CAUTIVA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
80	473260	7035460	C.M.CAN CAN S.A.	B	MINA CAN-CAN	MINA ORO	ORO	ACTIVA	SUBTERRANEA
83	401056	7001950	MANUEL AGUILAR HURTADO	C	MINA TOPAZE	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
84	421767	6999723	S.M. GODOY Y SCHWENGER Y CIA.	C	MINA VARITINA 1 al 6	MINA VARITINA	VARITINA	ACTIVA	RAJO ABIERTO
85	401300	7004538	RAMON MUÑOZ VENEGAS	C	MINA VIVA CHILE	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
86	394700	6999174	S.M.CANDELARIA LTDA.	C	MINA MONTE CARMELO	MINA ORO	ORO	ACTIVA	SUBTERRANEA
109	365120	6958090	HUMBERTO AGUILERA JORQUERA	C	MINA CECILIA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
91	378350	6974400	C.M. TERESITA LTDA.	C	MINA TERESITA	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
156	376300	6961500	EMPRESA NACIOANL DE MINERIA	A	FUNDICION HERNAN VIDELA LIRA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	FUNDICION
96	394500	6978400	MINERA EL DORADO LTDA.	C	MINA COBRIZA 1/4	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
97	395389	6979808	S.L.M. PALMIRA	C	MINA PALMIRA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
98	415150	6968960	SOCIEDAD ARAYA HERMANOS LTDA.	C	MINA AZUL 1/10	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
99	367750	6966600	ALIRO ORTIZ CHAVARRIA	C	MINA SONIA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
100	365910	6958210	JAIME SOLOAGA CISTERNA	C	MINA ESTRELLA DE VENUS	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
103	359600	6964200	MARIO BORDOLI VERGARA	C	MINA MARIA JOSE	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
88	365900	6991900	HUGO PONCE MORALES	C	MINA FORTUNA	MINA ORO	ORO	ACTIVA	SUBTERRANEA
185	380200	6958900	JORGE SEPULVEDA VERGARA	C	MINA SAN SAMUEL	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
154	398650	6896150	NUÑEZ HERMANOS S.C.M.	C	MINA AMOLANAS II	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA

Tabla 14: Explotaciones Mineras instaladas en la cuenca del río Copiapó (cont.)

ID	ESTE	NORTE	NOMBRE EMPRESA	CATEGORIA	NOMBRE FAENA	TIPO	PASTA	SITUACION	OPERACIÓN
177	374800	6957300	S.C.M. ATACAMA KOZAN	C	PROYECTO ATACAMA KOZAN	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
179	376452	6957715	SOCIEDAD PUNTA DEL COBRE S.A.	B	SOCAVON ABUNDANCIA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
180	377177	6958050	SOCIEDAD PUNTA DEL COBRE S.A.	B	SOCAVON RAMPA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
182	372700	6948650	LUIS ARAYA ARAYA	C	MINA REVENTON 1-2	MINA CALIZA	CALIZA	PARALIZADA	RAJO ABIERTO
172	375800	6962350	SOCIEDAD ARAN HERMANOS Y CIA LTDA.	C	MINA MANTOS DE COBRE	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
184	376250	6950500	LUIS EGIDO AVALOS	C	MINA SAN FRANCISCO	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
171	367250	6950475	HUMBERTO LINDOR AGUILERA	C	MINA LAS PINTADAS 1-12	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
186	370020	6958460	C.M. ATACAMA	C	MINA SANTA ROSA	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
187	376000	6957200	S.C.M CAROLA	B	MINA SOCAVON CAROLA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
188	390412	6945170	S.L. MANTOS DE LA PLATA	C	MINA DOÑA CLAUDIA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
191	475000	6910000	PLACER DOME LATIN AMERICA	B	PROYECTO ALDEBARAN	MINA ORO	ORO	ACTIVA	PROYECTO
192	470600	6953000	C.M. MARICUNGA	B	MINA REFUGIO	MINA ORO	ORO	ACTIVA	RAJO ABIERTO
193	473000	6953000	C.M. MARICUNGA	B	SALA DE ORO	MINA ORO	ORO	ACTIVA	FUNDICION
183	366950	6956570	JOSE ROJAS ROMAN	C	MINA SAN FRANCISCO	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
167	367150	6956050	LUCIANO PINTO MARTINEZ	C	MINA CARMEN ALTA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
158	369189	6951511	NELSON SOTO IGLESIAS	C	MINA ABANDONADA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
159	373000	6957000	C.C.M. CANDELARIA	A	MNA CANDELARIA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	RAJO ABIERTO
161	389465	6952392	JUAN PAVEZ DIAZ	C	MINA JARDINERA	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
162	366620	6954900	LUCIANO SOZA LEIVA	C	MINA MARTA	MINA ORO	ORO	ACTIVA	SUBTERRANEA
163	377000	6959200	C.M. AGUSTINAS	C	MINA AGUSTINA	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
174	375550	6957750	CIA. EXPLO. DE MINAS SAN ANDRES	C	MINA PENSAMIENTO	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
165	374190	6961850	C.C.M. OJOS DEL SALADO	C	MINA ALCAPARROSA	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
195	383505	6913047	SOCIEDAD FAMOSA S.A.	C	MINA GITANA 1/5	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
168	368500	6959000	DELIA NIETO ROBLES	C	MINA FORTUNA	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
169	379200	6963300	INDUSTRIA NACIONAL DEL CEMENTO S.A.	C	MINA JILGUERO	MINA CALIZA	CALIZA	ACTIVA	RAJO ABIERTO
170	367750	6948500	ESTEBAN TORRES ALFARO	C	MINA GENEROSA 11-20	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
171	367250	6950475	ESTEBAN TORRES ALFARO	C	MINA LAS PINTADAS	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
171	367250	6950475	PEDRO ORTIZ DE ZARATE OROS	C	MINA LAS PINTADAS	MINA COBRE	COBRE	ACTIVA	SUBTERRANEA
171	367250	6950475	C.M. LAS PINTADAS	B	MINA LAS PINTADAS	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA
164	375637	6961146	C.C.M. OJOS DEL SALADO	C	MINA SANTOS	MINA COBRE	COBRE	PARALIZADA	SUBTERRANEA

Fuente: Sernageomin. Anuario de la Minería de Chile, 2004

5 Desarrollo del Sector Agrícola

5.1 Superficie cultivada

Italoconsult - CORFO, determinó mediante encuestas en 1963, una superficie agrícola de 3.417 ha. El mismo estudio cita además los valores del III Censo Nacional Agrícola y Ganadero de 1955, según el cual la superficie cultivada alcanzaba en los años de buen caudal las 7.317 ha.

La superficie cultivada en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla para el año 1997, según el Censo Nacional Agropecuario, era de 7.959 ha (Tabla 15). Este valor coincide plenamente con las cifras aportadas por Alamos y Peralta en sus informes de 1987 y 1995 (7.927 ha) (Tabla 16).

De lo anterior se desprende que los terrenos cultivables en la cuenca, al menos durante los últimos 50 años, han fluctuado considerablemente y siempre han dependido de la disponibilidad de agua para riego.

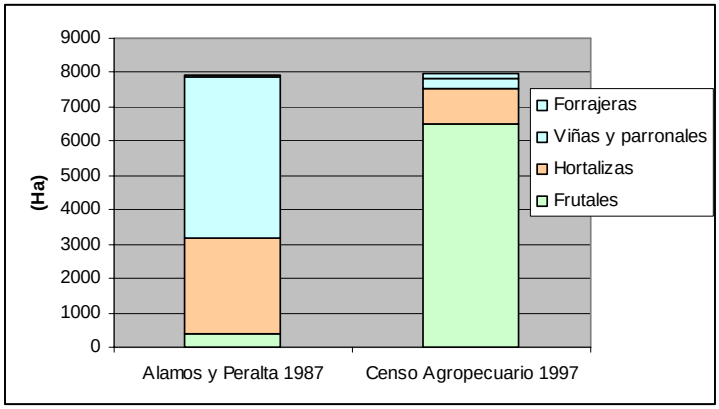
Los cultivos más abundantes son los frutales, denominación bajo la que está incluida la uva de mesa, pues representa un 82% de los cultivos, mientras que las hortalizas significan un 13% del área cultivada, localizada principalmente aguas abajo de la ciudad de Copiapó, según el censo de 1997.

Tabla 15. Tipos de Cultivos en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla (Ha) en 1997

Comuna	Frutales	Hortalizas	Viñas y parronales	Forrajeras	Total
Copiapó	1.667	914	285		2.866
Tierra Amarilla	4.857	117		119	5.092
Total	6.524	1.031	285	119	7.959
%	82%	13%	4%	1%	100%

Fuente: Censo Agropecuario 1997.

Figura 3: Superficie cultivada en la Cuenca del Río Copiapó



Fuente: Censo Agropecuario 1997, Alamos y Peralta 1987

Alamos y Peralta (DGA 1987, DGA 1995) analizó la distribución de los cultivos por sectores de estudio. Según estos autores, destaca la concentración de terrenos agrícolas entre el Embalse Lautaro y la ciudad de Copiapó (Tabla Nº 16), pues, según sus cálculos, allí se encontraba un 67% de los terrenos cultivados de la cuenca.

Tabla 16: Superficie y tipos de cultivos presentes en la Cuenca en 1995.

Sector	Vides	Hortalizas	Praderas	Frutales	Total	%
Arriba Embalse Lautaro	513	3	6		522	7%
Embalse - La Puerta	1430	120	62	13	1.625	20%
La Puerta - Malpaso	1806	66	0	146	2.018	25%
Malpaso - Copiapó	102	1600	8	20	1.730	22%
Copiapó - Piedra Colgada	837	573	0	15	1.425	18%
Piedra Colgada - Angostura	0	415	0	192	607	8%
Total	4688	2777	76	386	**7.927**	100%

Fuente: DGA 1987, DGA 1995

5.2 Frutales

El Catastro Frutícola realizado por CIREN en el 2005 actualiza la información disponible en cuanto a frutales. Según este trabajo, los terrenos plantados con frutales en la III Región de Atacama alcanzan ya las 10,654 ha, de las cuales 8.151 (75%) se encuentra dentro de la cuenca del Río Copiapó, distribuidas entre las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla (CIREN, 2005).

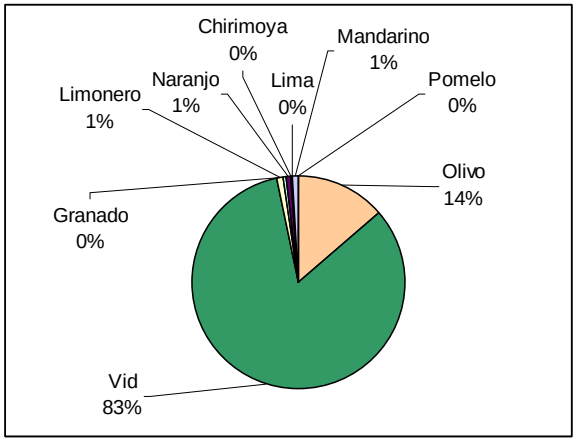
La especie principal dentro de la cuenca es la vid de mesa (que a partir de ahora la encontramos incluida en las estadísticas como frutal) pues ésta representa un 83 % del total

de los cultivos de frutal. El segundo lugar en importancia, en cuanto a frutales lo ocupa el olivo, con una representación en superficie en Copiapó de 1101 ha (14 %).

Tabla 16: Frutales en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla. 2005

Cultivo	Copiapó	Tierra Amarilla	Cuenca	%
Olivo	1.101		1.101	**14%**
Vid	774	6.001	6.775	**83%**
Limonero	93		93	1,1%
Granado	27	5	32	0,4%
Naranjo	25	44	69	0,8%
Chirimoya	6		6	0,1%
Lima	6		6	0,1%
Mandarino	1	67	67	0,8%
Pomelo		1		0,0%
Total	2.034	6.117	8.151	100%

Fuente: CIREN 2005



CIREN comparó además las superficies plantadas con frutales entre los años 1999 y 2005 encontrando un incremento del 29 % para el nivel regional. Se estima que una parte de esta cifra se debe a la sustitución de cultivos tradicionales por la uva de mesa y otra parte se origina por la habilitación de nuevos terrenos para la agricultura, principalmente en sectores de piedemonte.

El riego por goteo está presente en el 98% de los cultivos de vid en la Región de Atacama, mientras que en el caso del olivo, esta cifra sólo alcanza al 50%. Para este último cultivo, la superficie regada mediante surco se extiende en 238 ha (10%) y otras 675 ha (28%) son regadas mediante tendido.

De las 127.000 tn producidas de vid de mesa, un 96 % se destinó a la exportación (CIREN , 2005).

5.3 Actualización de la superficie agrícola

Actualizando la información del Censo Nacional Agropecuario de 1997 con los datos registrados por CIREN en el 2005, relativos a la fruticultura, resulta un total de 9.299 ha (Tabla 17).

Esta es una estimación que supone que la expansión de la fruticultura, desde las cifras que presentaba en 1997 hasta la nueva evaluación de su superficie en 2005 se debió a la

ocupación de terrenos naturales que hasta ese momento no tenían un uso agrícola. Es decir, no considera la posible sustitución de cultivos de hortalizas o especies forrajeras a frutales.

Esta suposición se basa en la comparación de imágenes satelitales obtenidas en 1990 con las correspondientes a 2000 y 2006 (en Google Earth), en que se observa un proceso de expansión continuo de la agricultura desde los valles hacia los piedemonte y al interior de las quebradas.

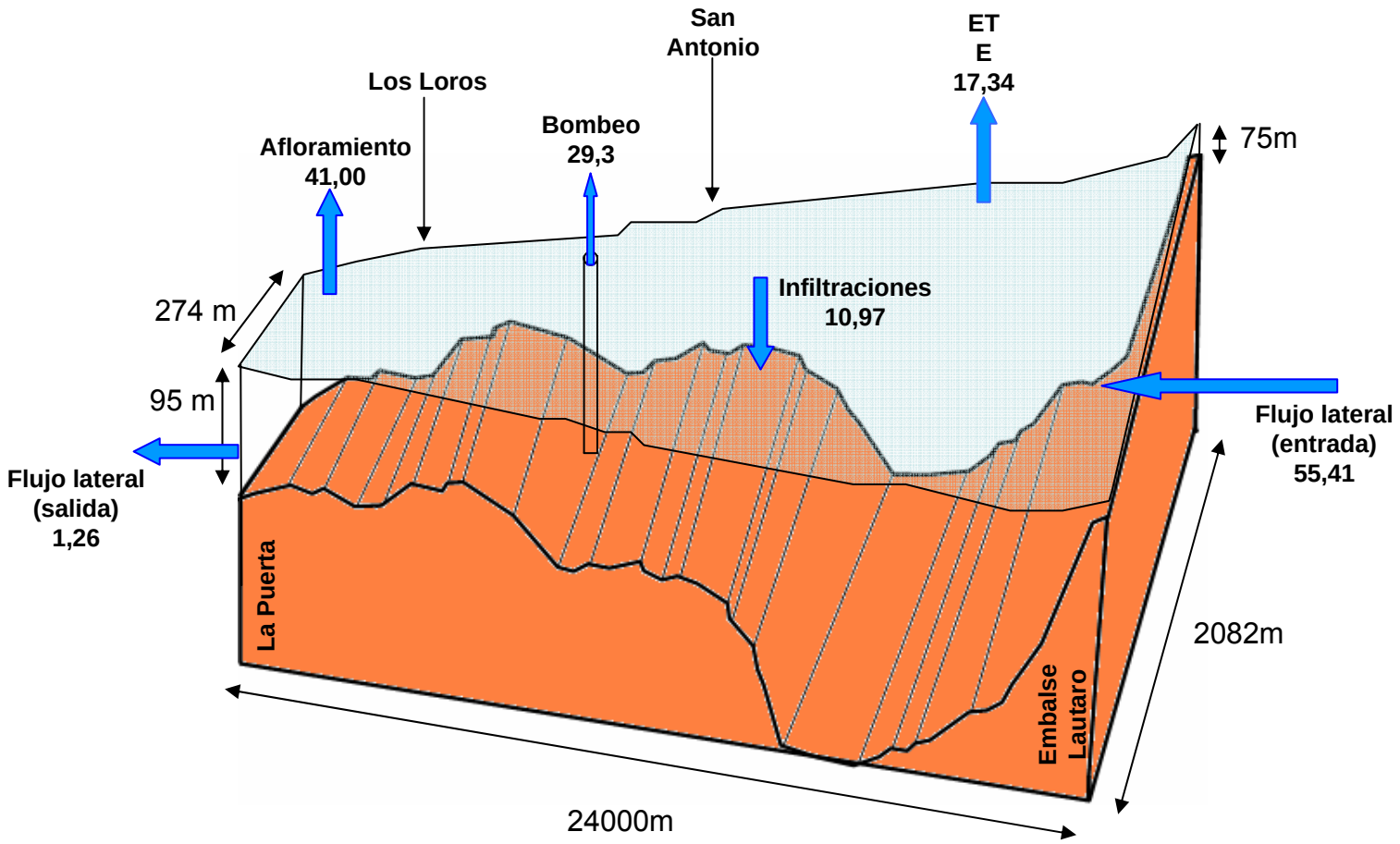
Tabla 17. Actualización de la superficie cultivada.

Comuna	Frutales	Hortalizas	Forrajeras	Total
Copiapó	8151	914		2.866
Tierra Amarilla		116	118	5.092
Total	8151	1.030	118	**9299**
%	88%	11%	1%	100%

Fuente: Censo Nacional Agropecuario 1997. CIREN 2005

ANEXO 5
Hidrogeología

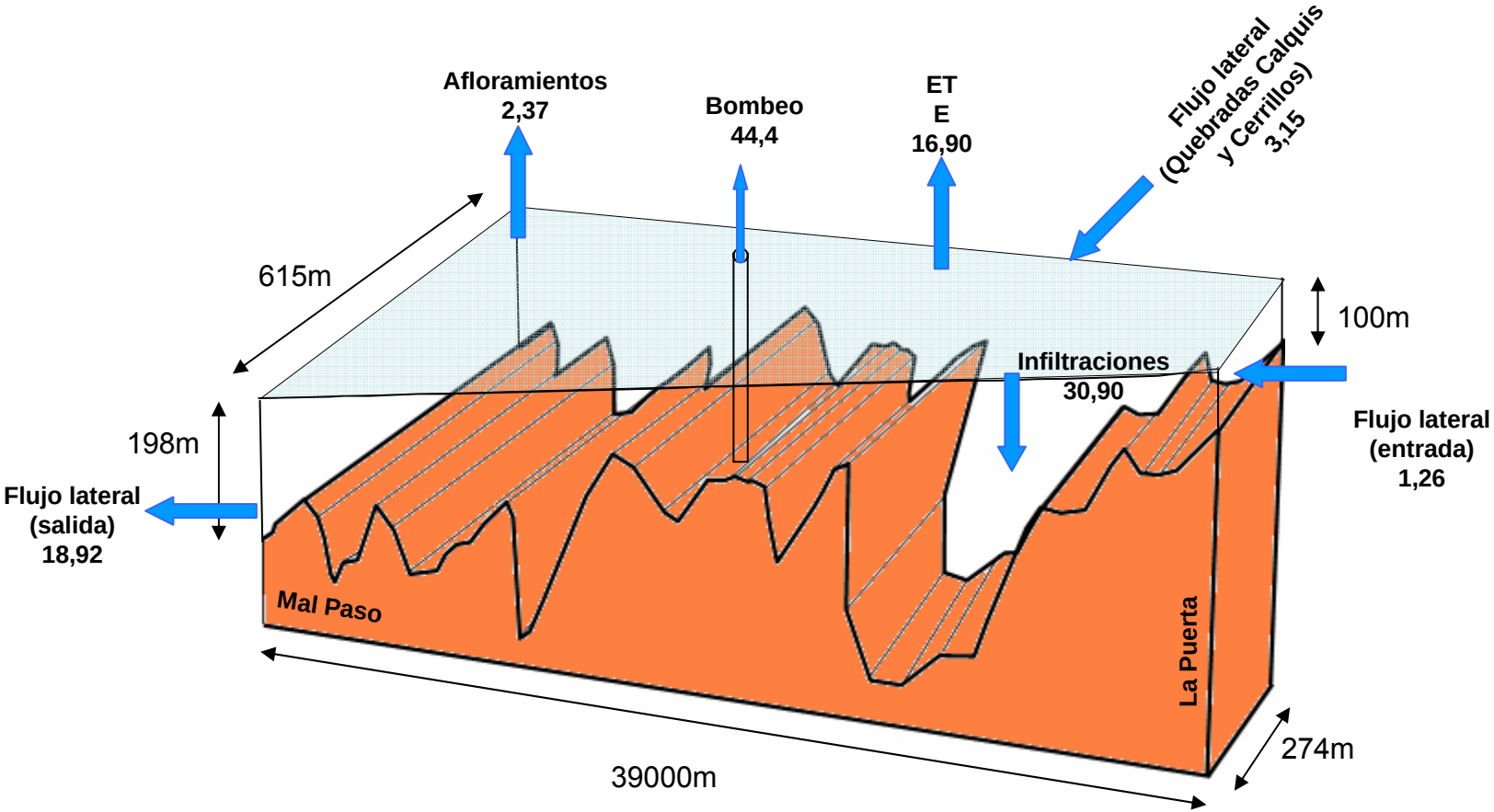
Embalse Lautaro – La Puerta



Δ Almacenamiento = -22,48Mm3

Todos los valores de flujo en Mm3/año

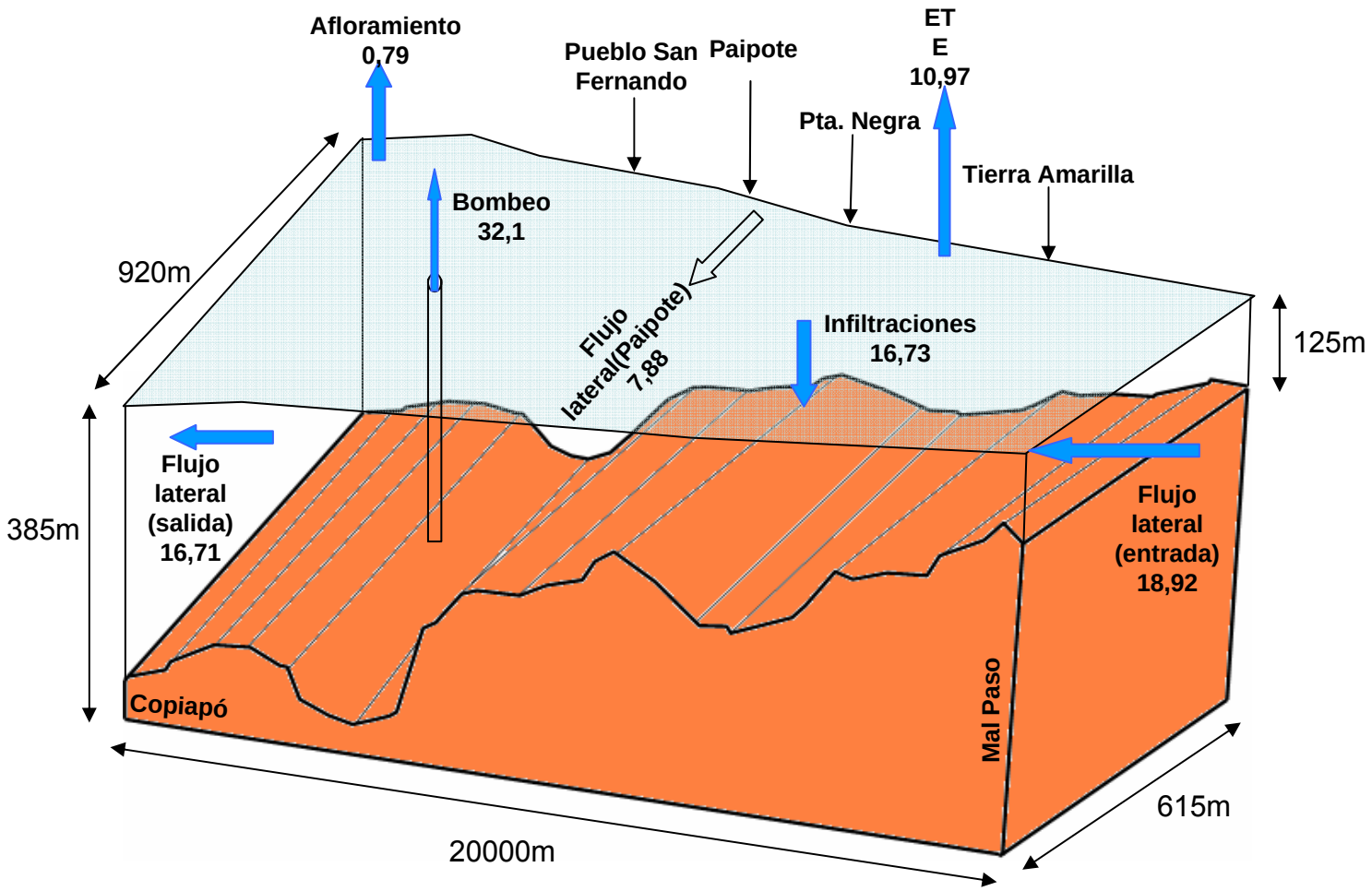
La Puerta – Mal Paso



Δ Almacenamiento = -47,28

Todos los valores en Mm3/año

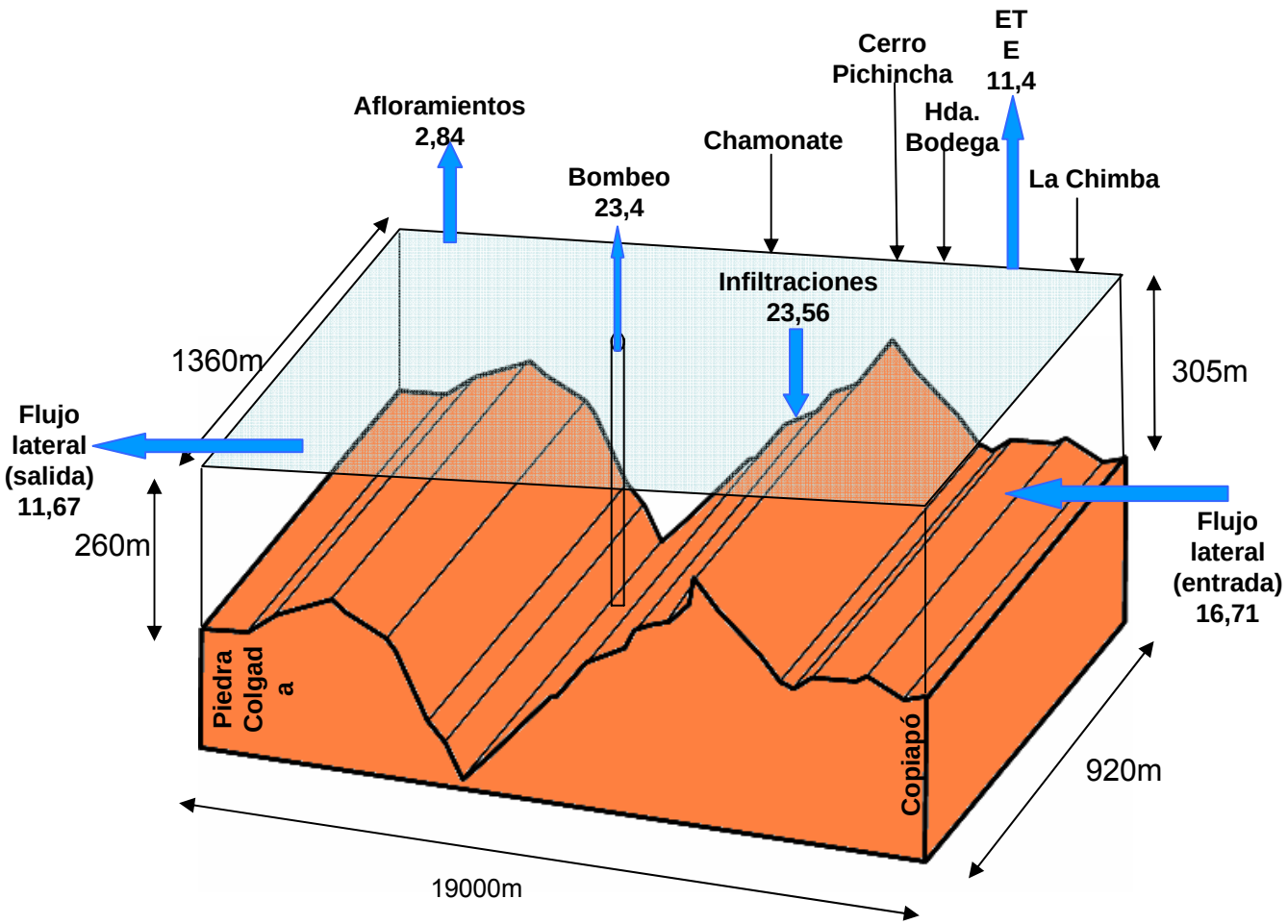
Mal Paso - Copiapó



Δ Almacenamiento = -17,07

Todos los valores en Mm3/año

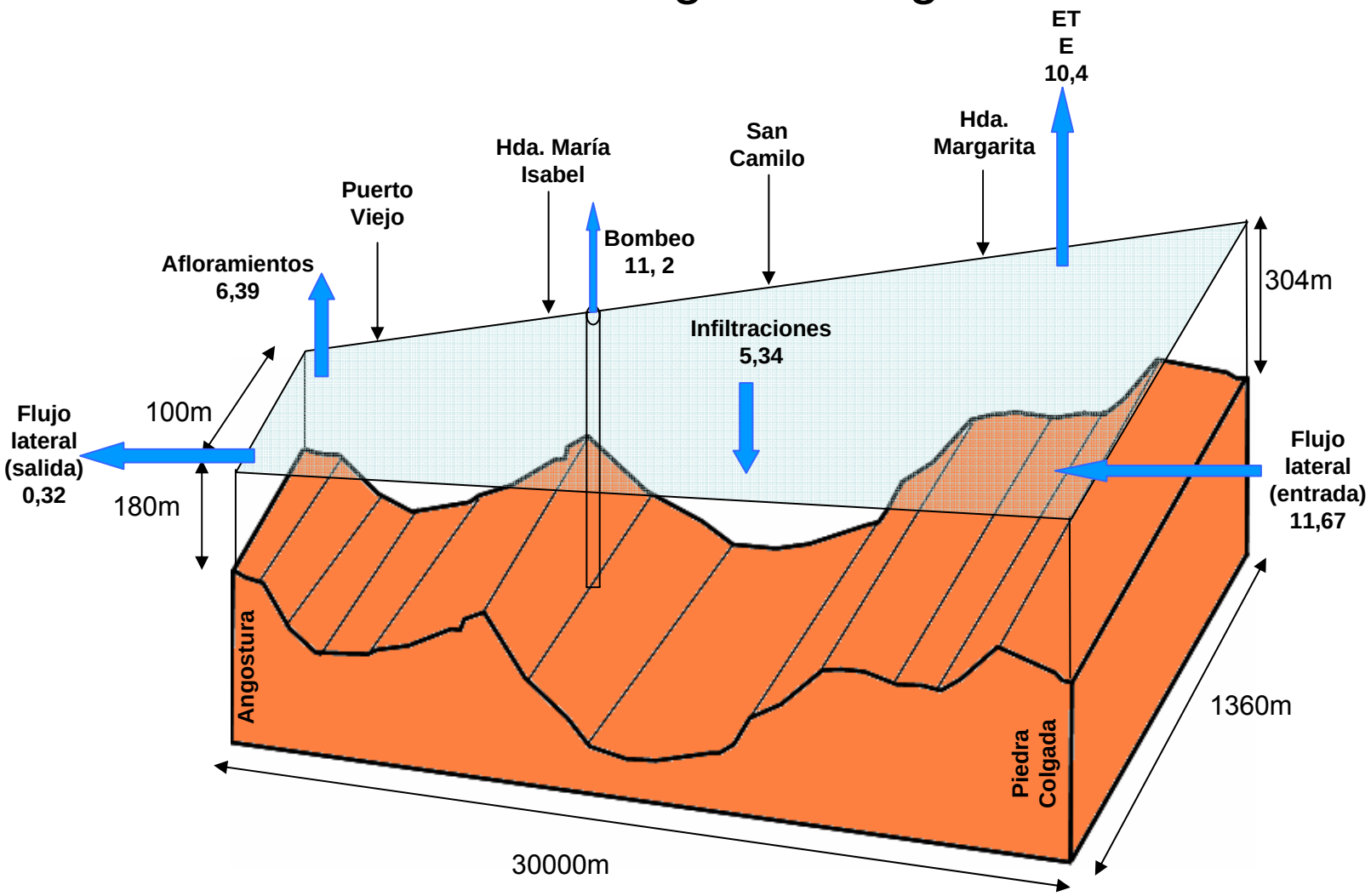
Copiapó – Piedra Colgada



Δ Almacenamiento = -9,04

Todos los valores en Mm3/año

Piedra Colgada - Angostura



Δ Almacenamiento = -11,3

Todos los valores en Mm3/año

ANEXO 6
Calidad de Aguas Superficiales

ANEXO 6

Tabla 1 : Monitoreo de Calidad de Agua realizado por la DGA.

Cuenca Río Copiapó					
Cuerpos de agua monitoreados	**Medición de Caudal**	**Nº Parámetros Medidos**	**Nº de Parámetros Instructivo**	**Periodo de Registro**	**Nº de Registros**
Río Copiapó					
By Pass en Lautaro	NO	32	20	1986 - 2002	20
En Angostura (*)	SI	31	19	1986 - 1996	41
En Copiapó (*)	SI	31	19	1983 - 1998	6
En Hacienda María Isabel (*)	NO	11	5	1981	1
En La Chimba (*)	NO	18	9	1986 – 1987	5
En La Puerta	SI	31	20	1986 – 2002	22
En Mal Paso	SI	33	21	1986 – 2002	64
En Monte Amargo	NO	11	5	1986	1
En Piedra Colgada	NO	33	21	1986 – 2002	19
En Puente Bodega (*)	NO	31	19	1990 – 2000	20
Río Jonquera					
En Vertedero	SI	33	21	1986 – 2002	51
Río Manflas					
En Vertdedero	SI	33	21	1985 – 2002	64
Río Pulido					
En Vertedero	SI	33	21	1980 – 2002	71
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	• Órganos plaguicidas			NO
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos			NO
• Metales escenciales	SI	• Orgánicos			NO
• Metales no escenciales	SI	• Otros parámetros no normados			SI

Tabla 2: Monitoreo de Calidad de Agua realizado por Dames & Moore para la Compañía Minera Candelaria. 1993 - 1997

Cuenca Río Copiapó					
Cuerpos de agua monitoreados	**Medición de Caudal**	**Nº Parámetros Medidos**	**Nº de Parámetros Instructivo**	**Periodo de Registro**	**Nº de Registros**
Río Copiapó					
En Nantoco	NO	40	23	1993 - 1997	9
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	• Órganos plaguicidas			NO
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos			SI
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos			NO
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados			SI

Tabla 3: Programa de Muestreo Puntual realizado por CADE-IDEPE. 2003

Segmento	Puntos de Muestreo	Situación	Parámetros Medidos en todos los puntos	Periodo
0343CO20	Río Copiapó en Bay pass Lautaro	Estación Monitoreo DGA	DBO_5, Color, SD, SST, NH_4, CN^-, F^-, NO_2^-, S_2^-, Sn, CF, CT	2003
0343CO40	Río Copiapó en Mal Paso	Estación Monitoreo DGA		
0345CO10	Río Copiapó en Puente Bodega	Estación Monitoreo DGA		
0342MA10	Río Manflas en Vertedero	Estación Monitoreo DGA		
0341PU10	Río Pulido en Vertedero	Estación Monitoreo DGA		

ANEXO 7
Aprovechamiento de Aguas Superficiales

ANEXO 7.1
DGA 2003 Aprovechamiento de Aguas Superficiales

ANEXO 7

Extracciones de Agua Superficial por Canales

Tabla 1. Canales que nacen en el sector Nº 1 "Aguas Arriba Embalse Lautaro"

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo riego		Bocatoma	
				Hrs.	Min.	Estado	Caudal(l/s)
Pulido	Carrizalillo Grande	Izq.	24.00	4	0	Oper.[1]	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[2]	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	Izq.	144.00	24	0	Oper.	200
	TOTAL		144.00	24	0		
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			1386.00				

Fuente: DGA-Álamos y Peralta, 1995

[1] Oper.: Operando
[2] D S/B: Destruido Sin Bocatoma

Tabla 2. Canales que nacen en el sector Nº 2 "Embalse Lautaro-La Puerta"

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo riego		Bocatoma	
				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 Díaz	Der.	140.00	23	20	C/B	250
	Hij. Abello Norte 1	Der.	226.80	37	48	N/O[3]	400
	Hij. Abello Sur 2	Izq.	61.20	10	12	Oper.	100
	TOTAL		624.00	104	0	Oper.	
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		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		558.00	93	0		
TOTAL			1902.00				

Fuente: DGA-Álamos y Peralta, 1995

[3] C/B N/O: Con Bocatoma pero no operando

Tabla 3. Canales que nacen en el sector Nº 3 "La Puerta-Mal Paso"

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo riego		Bocatoma	
				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		162.00	27	0		
4	El Naranjo	Der.	42.00	7	0	Oper.	120
	La Cantera	Der.	187.00	31	10	C/B N/O	120
	El Sauce	Izq.	30.00	5	0	Oper.	60
	El Jardín	Izq.	180.00	30	0	Oper.	150
	Carrizo	Izq.	281.00	46	50	Oper.	400
	TOTAL		720.00	120	0		
5	Compuert. Negras	Der.	1296.00	216	0	Oper.	1200
	Niágara	Der.	144.00	24	0	D S/B	80
	TOTAL		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
	Compañía	Izq.	72.00	12	0	Oper.	200
	Las Arayas	Izq.	108.00	18	0	Oper.	200
	TOTAL		1332.00	222	0		
TOTAL			3654.00				

Fuente: DGA-Álamos y Peralta, 1995

Tabla 4. Canales que nacen en el sector Nº 4 "Mal Paso-Copiapó"

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo riego		Bocatoma	
				Hrs.	Min.	Estado	Caudal(l/s)
6	San Román	Izq.	108.00	18	0	Oper.	80
	TOTAL		108.00	18	0		
7	Las Rojas	Izq.	288.00	48	0	Oper.	200
	Los Paltos	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	Izq.	144.00	24	0	Oper.	200
	Zavala	Izq.	219.90	36	39	Oper.	200
	Alto Meléndez	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		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 N/O	1000
	TOTAL		2340.00	390	0		
9	Ciudad de Copiapó	Der.	900.00	150	0	D S/B	180
	TOTAL		900.00	150	0		
TOTAL			5148.00				

Fuente: DGA-Álamos y Peralta, 1995

Tabla 5. Canales que nacen en el sector Nº 5 "Copiapó-Piedra Colgada"

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo riego		Bocatoma	
				Hrs.	Min.	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
	Carozzinni	Der.	-	-	-	D S/B	-
TOTAL			100% río	404	0		

Fuente: DGA-Álamos y Peralta, 1995

Tabla 6. Canales que nacen en el sector Nº 6 "Piedra Colgada-Angostura"

Distrito	Canal	Ribera	Acciones	Tiempo riego		Bocatoma	
				Hrs.	Min.	Estado	Caudal(l/s)
	Piedra colgada 1	Izq.	50% río	Permanente		AT	-
	Piedra Colgada 2	Der.	50% río	Permanente		AT	-
	San Pedro	Der.	50% río	Permanente		AT	-
	Perales	Izq.	50% río	Permanente		AT	-
	Valle Fértil 1	Izq.	50% río	Permanente		AT	-
	Margarita	Der.	100% río	Permanente		AT	-
	Valle Fértil 2	Izq.	50% río	Permanente		Oper.	80
	San Camilo	Izq.	100% río	Permanente		AT	-
	Maria Isabel	Der.	100% río	Permanente		Oper.	200

Fuente: DGA-Álamos y Peralta, 1995

ANEXO 7.2
JVRC 2006 Catastro de Regantes

ANEXO 7.2

Rol de Comunidades y Canales de Aguas
Junta de Vigilancia del Río Copiapó. 2006

	Año Constitución	Nº Usuario	Nº Acciones
Río Jorquera			
Comunidad de Aguas El Quemado	1987	1	720
Comunidad de Aguas Tres Chañares	1987	2	144
Comunidad de Aguas Canal Rodeo	1987	1	144
		4	1008
Río Pulido			
Canal Carrizal Grande		1	24
Comunidad de Aguas Iglesia Colorada	1990	3	27
Canal Junta de Montosa		1	12
Comunidad de Aguas Quebrada Seca	1990	2	12
Comunidad de Aguas El Sauce	1990	2	6
Canal Carrizalillo		1	15
Canal Los Hornos		1	24
Comunidad de Aguas Peña Negra	1987	2	18
Comunidad de Aguas El Huerto Y Molino	1987	2	12
		15	150
Río Manflas			
Canal Manfla	1987	1	144
		1	144
Primer Distrito			
Comunidad de Aguas Tarola	1987	2	27
Comunidad de Aguas Pastillo	1987	2	57
Comunidad de Aguas Amolanitas	1987	2	7
Comunidad de Aguas Amolana	1987	8	155
Comunidad de Aguas Punta Negra	1990	2	35
Comunidad de Aguas Goyo Diaz	1990	4	106
Comunidad de Aguas Hijuela Abello Norte	1991	6	261
Comunidad de Aguas Abello Sur	1990	6	61
		32	708
Segundo Distrito			
Comunidad de Aguas La Capilla	1990	5	432
Canal El Carmen		1	144
Comunidad de Aguas Palo Blanco	1987	1	144
		7	720
Tercer Distrito			
Canal Santa Rosa	1987	1	108
Comunidad de Aguas Apacheta	1983	4	108
Comunidad de Aguas Los Loros	1987	21	144
Comunidad de Aguas Bolsico	1990	2	58
Comunidad de Aguas El Fuerte	1990	3	86
Canal La Pirca Nº 1		1	23
Canal La Pirca Nº 2		1	91
Canal Casa Blanca Nº 1		1	38

Canal Casa Blanca Nº 2		1	10
		35	666

Cuarto Distrito

Comunidad de Aguas La Puerta Nº 1	1987	2	32
Comunidad de Aguas La Puerta Nº 2	1987	2	22
Comunidad de Aguas El Sauce	1987	2	18
Comunidad de Aguas El Naranjo	1987	3	42
Comunidad de aguas El Jardin	1987	5	180
Comunidad de Aguas La Cantera	1987	4	187
Comunidad de Aguas El Carrizo	1987	13	281
		31	762

Quinto Distrito

Comunidad de Aguas Niágara	1990	3	144
Comunidad de Aguas Compuertas Negras	1987	11	1296
		14	1440

Sexto Distrito

Comunidad de Aguas Cerrillos	1990	10	288
Comunidad de Aguas Urbina	1990	3	324
Comunidad de Aguas Nantoco	1990	23	430
Comunidad de Aguas Mal Paso	1990	3	132
Canal Compañía		1	50
Comunidad de Aguas Las Arayas	1990	9	131
Comunidad de Aguas San Román	1990	15	108
		64	1463

Septimo Distrito

Comunidad de Aguas Cancha de Carrera	1990	29	9
Comunidad de Aguas Escorial	1990	6	92
Comunidad de Aguas Palermo	1990	8	239
Comunidad de Aguas Pedregal	1990	11	131
Comunidad de Aguas Las Rojas	1990	70	243
Comunidad de Aguas Los Patos	1990	34	26
Comunidad de Aguas Bellavista	1990	2	269
Comunidad de Aguas Terawaki Ronseco	1990	3	108
Comunidad de Aguas Zavala	1990	5	144
Comunidad de Aguas Alcaparosa	1990	2	112
Comunidad de Aguas Alto Meléndez	1990	2	38
Canal Buitrón		1	120
Comunidad de Aguas La Florida	1990	13	250
		186	1780

Octavo Distrito

Comunidad de Aguas Viñita Azul	1990	15	468
Comunidad de Aguas Punta Negra	1990	62	468
Comunidad de Aguas San Fernando	1990	648	1404
		725	2340

Noveno Distrito

Comunidad de Aguas Ciudad de Copiapó	1990	13	900
		13	900

TOTALES JUNTA DE VIGILANCIA

Junta Vigilancia Río Copiapó y sus Afluentes	1996	1127	12080

ANEXO 8
Aprovechamiento de Aguas Subterráneas

ANEXO 8.1
DGA 2003 Catastro de Pozos

CATASTRO DE POZOS . DGA 2003

Pozo_n	Zona	Coord_Y	Coord_X	Altura	Predio	Propietario	Prof_Perfora	Prof_Habili	Nivel_esta	Nivel_dina	Diam_Pozo	Diam_Impuls	Caudal_L_s	Uso	ESTADO	EXPEDIENTE	OBSERVACIONES	m3_vera	m3_inv	m3_año	TRAMO
1	Peñablanca	6884461	415594	1575			60	0	1	4	12	8	45		S/U			0	0	0	Arriba Embalse Lautaro
2	Qda. Seca Norte	6884533	414937	1560			60	12		21	12	8	40	R							Arriba Embalse Lautaro
3	Iglesia Colorada	6884589	414766	1550			69	12	14		12	8	40	R	S/U						Arriba Embalse Lautaro
4		6885497	413717	1530	Agríc. Buffer	Rodrigo Bauzá		12	30		12	6	40	R							Arriba Embalse Lautaro
5		6885559	413730	1525	Agríc. Buffer	Rodrigo Bauzá		12	27		12	4	20	R	S/U						Arriba Embalse Lautaro
6	Qda. Seca Norte	6886012	412841	1510			80	12	24		12	8	55	R	S/U						Arriba Embalse Lautaro
7	Iglesia Colorada	6885971	413120	1505			75	12	28		12	8	75	R							Arriba Embalse Lautaro
8	Iglesia Colorada	6886507	412187	1480	Fndo. Qda. Seca	Familia Cruz	64	12	4		12	8	60	R	Op.		Pozo de observación 2800 6950 D3				Arriba Embalse Lautaro
9	Iglesia Colorada	6887024	411638	1475							12				S/U		Pozo abandonado, no medido				Arriba Embalse Lautaro
10	Iglesia Colorada	6887384	411290	1465					12						S/U						Arriba Embalse Lautaro
11	Iglesia Colorada	6887870	411084	1433					6		12				S/U						Arriba Embalse Lautaro
12	Iglesia Colorada			1400							12				S/U		Pozo no habilitado				
13		6887203	403527	1415	Hacienda Manflas				20				34	O	S/U		Pozo de observación 2800 6950 C1				Arriba Embalse Lautaro
14		6889995	408964	1365			95	10	54		10		37		S/U						Arriba Embalse Lautaro
15		6890536	408133	1350			90	12					11		S/U		Seco				Arriba Embalse Lautaro
16		6890765	407777	1340			102	12	61		12		21		S/U						Arriba Embalse Lautaro
17		6892939	407665	1334			92	12	60		12	4	32	R	S/U						Arriba Embalse Lautaro
18		6891126	407756	1330					58		12				S/U		Pozo no habilitado				Arriba Embalse Lautaro
19		6891501	407723	1325					54		12				S/U		Pozo no habilitado				Arriba Embalse Lautaro
20		6890086	404203	1315	Hacienda Manflas			12	37		12	6	45		S/U						Arriba Embalse Lautaro
21		6891697	407754	1315			86	10			10		35	R	Op.						Arriba Embalse Lautaro
22		6892223	407791	1310			106	12	50		12	6	55	R	S/U						Arriba Embalse Lautaro
23		6892238	403931	1295	Hacienda Manflas				15		12		80		S/U		Pozo no habilitado				Arriba Embalse Lautaro
24		6891528	404090	1295	Hacienda Manflas						12		40		S/U		Pozo no habilitado				Arriba Embalse Lautaro
25		6898905	407933	1280	Fundo El Rodeo	Hnas. Prohens	120	12			12	8	60	R	S/U		Pozo no habilitado				Arriba Embalse Lautaro
26		6893810	407332	1275			90		49		12		6		S/U		Pozo no habilitado				Arriba Embalse Lautaro
27		6898412	407610	1252	Fundo El Rodeo	Hnas. Prohens	98	12	57	68	12	8	75	R	S/U						Arriba Embalse Lautaro
28		6895555	406519	1250			100	12			12	8	55	R							Arriba Embalse Lautaro
29	Juntas	6896665	406343	1245	Parcela Andacollo	Maria Pilar Bauzá	100	12			12	12	55	R							Arriba Embalse Lautaro
30		6895614	406722	1245							12		8		S/U		Pozo no Habilitado				Arriba Embalse Lautaro
31		6896445	406394	1242	Fndo. Los Hornos	Cabo de Hornos S.A.	89	6			12	8	23	R/P							Arriba Embalse Lautaro
32		6895681	406691	1240			90	10	53		12	8	25	R							Arriba Embalse Lautaro
33		6897294	406106	1240	Fndo. El Rodeo	Hnas. Prohens	98	12			12	10	70	R	Op.						Arriba Embalse Lautaro
34		6897061	406087	1238	Fndo. Las Juntas	Fernando Prohens	96	12	49		12	6	53	R	Op.						Arriba Embalse Lautaro
35		6897574	405335	1222	Fndo. Las Juntas	Fernando Prohens	80	12	41	41	12	12	60	R	Op.						Arriba Embalse Lautaro
36		6895544	403803	1220		Agro 7 Amigos	80	12	21		12	6		R		M-3-219	en el mapa no aparece con caracteristicas geologicas				Arriba Embalse Lautaro
37		6898392	403833	1185		Agro 7 Amigos	80	12		25	12	8		R							Arriba Embalse Lautaro
38	Juntas	6898368	403810	1185					24		12			O	S/U		Pozo de observación 2800 6950 A3				Arriba Embalse Lautaro
39		6900153	404572	1182	Fndo. Pastillo	Fernando Prohens	82	12			12	6	65	R	Op.						Arriba Embalse Lautaro
40		6898181	403729	1180		Agro 7 Amigos	80	12	24		12	6		R	U/Oc.	M-3-219					Arriba Embalse Lautaro
41		6898327	403800	1175		Agro 7 Amigos	100	12	24		12	7		R/P							Arriba Embalse Lautaro
42	Juntas	6902414	404163	1165		Jaime Prohens		12	7	8	12	12	60	R	Op.	M-III-097					Arriba Embalse Lautaro
43		6902604	404118	1160		Manuel Gandarillas		12			12	12	60	R	Op.						Arriba Embalse Lautaro
44		6902887	403560	1152		Oscar Prohens		12	7		12	12		R							Arriba Embalse Lautaro
45		6905408	401206	1125			100			9	12	10	95	R	Op.						Embalse Lautaro - La Puerta
46	Embalse Lautaro	6905079	401680	1125	Cortina Embalse				2					O	S/U		Pozo de observación 2750 6950 C1			0	Embalse Lautaro - La Puerta
47		6905317	401780	1120		UNIFRUTI		8			8	6	8					29160	13500	42660	Embalse Lautaro - La Puerta
48	Amolanas	6905549	401265	1115			48	12	6		12	10	22	R	S/U	ND-III-238	Pozo aterrado desde 1995 *** (en el mapa el perfil es depositos lacustres y fluvio lacustres, mientras que en perfil estratigrafico del expediente es grueso)*****	85536	11404,8	96941	Embalse Lautaro - La Puerta
49	Amolanas	6905675	401224	1115				8	4		8	4	20	I	S/U			0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
50	Amolanas	6905762	401302	1115	Fndo Amolanas	UAC	60	12	20		12	10	87	R	Op.	M-III-041		715035,6	336690	1051725,6	Embalse Lautaro - La Puerta
51		6907192	401003	1105	Parcela 5	Hnos. Pesenti	60	12	5		12	8	52	R/P	Op.	ND-III-65		430560	296899,2	727459,2	Embalse Lautaro - La Puerta
52		6910412	400691	1105	Canelo Alto	UNIFRUTI	100		27		12	10	90	R	Op.			924696	632448	1557144	Embalse Lautaro - La Puerta
53		6907337	400427	1095	Parcela 9	Jorge Cortés	17		2		4		8	R	Op.		Pozo-Noria	17280	11880	29160	Embalse Lautaro - La Puerta
54	Amolanas	6910575	400538	1095	Canelo Bajo	UNIAGRI	90	12	21		12	8	110	R	Op.			1130184	772992	1903176	Embalse Lautaro - La Puerta
55	Amolanas	6910260	400569	1095	Fndo El Canelo Bajo	UNIAGRI	90	12	21		12	8	40	R	Op.	ND-III-229	*****El expediente y el mapa coinciden en que es grueso(deposito fluvio aluviales:Qfta)******	378288	184464	562752	Embalse Lautaro - La Puerta
56	Amolanas	6907674	400828	1095	Parcela 5	Hnos. Pesenti	55	12			12	8	60	R	Op.	VPC-0302-2	******sin estatigrafia******	590976	217728	808704	Embalse Lautaro - La Puerta
57	Amolanas	6906237	401013	1092	Fndo Agrí. Amolanas	CORPORA	70	12		7	12	8	60	R/P	Op.	M-III-050		904176	360288	1264464	Embalse Lautaro - La Puerta
58		6910222	400757	1090		UAC	200	12		32	12	6	84	R/P	Op.			1178150,4	958003,2	2136153,6	Embalse Lautaro - La Puerta
59	Amolanas	6907605	401265	1090	Parcela 4	UAC	60	12		7	12	10	100	R	Op.			1468800	367200	1836000	Embalse Lautaro - La Puerta
60		6910453	400283	1090					15		12				S/U		Pozo comunero, no habilitado	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
61	Amolanas	6906595	401100	1089	Fndo. Amolanas	CORPORA	70	12	10		12	8	40	R	Op.	M-III-34		209664	118080	327744	Embalse Lautaro - La Puerta
62		6908017	401024	1089	Fndo. Los Loros	Rafael Prohens	70		0		16				S/U		Pozo aterrado y sellado	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
63	Amolanas	6907921	400742	1080	Fndo. Los Loros	Alfonso Prohens	65		7		15		115		S/U	M-III-58 Ó M-III-70	Pozo sellado	601128	124200	725328	Embalse Lautaro - La Puerta
64		6908503	401206	1077	Fndo. Los Loros	Inv. El Pacífico	68	12	4		12	8	60	R/P	Op.			764208	764208	1528416	Embalse Lautaro - La Puerta
65		6909526	400562	1074	Fndo. Los Loros	Rafael Prohens	70		7		16				S/U		Pozo aterrado y sellado	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
66		6909913	399924	1060	Las Vertientes	UNIFRUTI							30				Agua de vertiente	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
67		6911806	399695	1040	Fndo. Río Blanco	Frutícola Río Copiapó	65	14	4		14	6	65	R/P	Op.			453024	227448	680472	Embalse Lautaro - La Puerta
68		6912870	398245	1038		Pedro Compas	40		21		5				S/U		Pozo no habilitado	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
69		6911114	399892	1035	Fndo. El Canelo Bajo			12		3	12	6	8	R	Op.			61128	32940	94068	Embalse Lautaro - La Puerta
70		6913170	398429	1034		Soc. Agrí. Amolanas	70	8		17	8	6	30	R/P	Op.			158112	157680	315792	Embalse Lautaro - La Puerta
71		6912933	398205	1026	Parcela 8		50	10	20		10	8		R/P	U/Oc.			0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
72	San Antonio	6915034	397868	1023	Fndo. La Capilla	Fisher	100	90	15		12	8	75	R/P	Op.			1053810	444690	1498500	Embalse Lautaro - La Puerta

CATASTRO DE POZOS . DGA 2003

Pozo_n	Zona	Coord_Y	Coord_X	Altura	Predio	Propietario	Prof_Perfora	Prof_Habili	Nivel_esta	Nivel_dina	Diam_Pozo	Diam_Impuls	Caudal_L_s	Uso	ESTADO	EXPEDIENTE	OBSERVACIONES	m3_vera	m3_inv	m3_año	TRAMO
73		6913659	398269	1022	Viña del Cerro	UAC	45		16		12				S/U		Pozo sellado	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
74		6913458	398365	1022	Fndo. Viña del Cerro	Agrícola Atacama	60		16		12	8	60	R/P	U/Oc.	M-3-157		44064	44064	88128	Embalse Lautaro - La Puerta
75	San Antonio	6914373	398111	1020	Fndo. Viña del Cerro	Agrícola Atacama	60		18		12	8	70	R/P	U/Oc.	ND-III-289	*****en el expediente es grueso, en el mapa aparece comodepositos lacustres y fluvio lacustres*******	51408	51408	102816	Embalse Lautaro - La Puerta
76	San Antonio	6916109	396448	1020	Pueblo San Antonio												Pozo de observación San Antonio	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
77		6913766	398115	1018	Viña del Cerro	UAC	60	12	15	17	12	8	87	R/P	Op.	M-III-137	******expediente y mapa coinciden en suelo fino (depositos lacustre y fluvio lacustre)******	1257184,8	1319198,4	2576383,2	Embalse Lautaro - La Puerta
78		6916072	396412	1010				30		33	12	8	30	R/P	Op.		Pozo de observación	320328	289872	610200	Embalse Lautaro - La Puerta
79		6915622	397201	1009	Fndo. Casas Viejas	Cristian Suazo			13		12	8	24	R		VPC-0302-12		91368	40608	131976	Embalse Lautaro - La Puerta
80		6915370	396875	1008				36		10	12	10	87	R/P	Op.			928951,2	840628,8	1769580	Embalse Lautaro - La Puerta
81		6915429	396429	1008					8		12	8			S/U			0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
82		6915377	397676	1006	Fndo. La Capilla	Fisher	45			23	12	8	40	R/P	Op.	ND-III-332		562032	237168	799200	Embalse Lautaro - La Puerta
83		6917083	394748	987	Fndo. Palo Blanco	Hnos. Pesenti	80		8	14			70	R/P	Op.	M-III-176		521388	374220	895608	Embalse Lautaro - La Puerta
84	San Ant.-Los Loros	6918060	393954	979	Fndo. Santa Rosa	Reid Dom Henderson	120		2		12	8	90	R/P	Op.			800280	202500	1002780	Embalse Lautaro - La Puerta
85		6918830	393110	975	Fndo. Casa Rosada	Jaime Prohens	66		11		12	10	65	R/P	Op.	M-III-167	Pozo comunero	340704	169884	510588	Embalse Lautaro - La Puerta
86	San Ant.-Los Loros	6917656	394130	971	Fndo. Palo Blanco	Hnos. Pesenti	20				2			P	S/U		Pozo en deshuso	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
87	Los Loros	6921363	391252	955	Escuela Los Loros		42	12	23	25	12	6	23	R	Op.	"M-III-25"		45208,8	45457,2	90666	Embalse Lautaro - La Puerta
88	Los Loros	6921309	391342	955	Pueblo Los Loros	EMSSAT	42		16		8	8	1	P	Op.			3931,2	3952,8	7884	Embalse Lautaro - La Puerta
89	Los Loros	6920403	392412	954	Fndo. Apachetas	Jaime Prohens	71		11		12	4	20	R/P	Op.	M-III-097		235872	45360	281232	Embalse Lautaro - La Puerta
90	Los Loros	6920842	392460	951	Fndo. San Francisco	Nicolas	41		12	14	12	8	20	R/P	Op.			133848	30240	164088	Embalse Lautaro - La Puerta
91		6920766	391878	950	Parcela El Quinto		50		9		12		30	R	Op.	ND-III-268	Existe otro pozo en deshuso a 5 m.	63180	55512	118692	Embalse Lautaro - La Puerta
92		6920745	392219	950	Fndo. San Francisco	Nicolas	70		10		12	8	60		S/U	VPC-0302-35	Pozo de emergencia*****en el expediente el suelo es grueso, en el mapa es bri******	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
93	Los Loros	6921166	391392	950	Fndo. Agrí. Sacramento	Yamil Nicolas	40			17	12	8	12	R	Op.		Noria	83203,2	23716,8	106920	Embalse Lautaro - La Puerta
94		6920072	392594	943	Fndo. Apachetas	Jaime Prohens	79			13	12	6	53	R/P	Op.	ND-0302-374		619164	119070	738234	Embalse Lautaro - La Puerta
95	Los Loros	6920986	390936	938	La Laguna	CORPORA	70	12	1		12	8	21	R/P	Op.	M-III-84		187185,6	135324	322509,6	Embalse Lautaro - La Puerta
96	Los Loros	6921489	390996	905	Agrícola Sacramento	Soc. Agrí. Sacramento	27	5		15	60	6	25	R	Op.	M-III-032		216000	76320	292320	Embalse Lautaro - La Puerta
97	Los Loros	6921559	390820	901	Los Loros	Soc. Agrí. Sacramento	50	30		19	12	6	25	R	Op.	ND-383		198720	64800	263520	Embalse Lautaro - La Puerta
98	Los Loros	6920913	390520	899	Fndo. El Fuerte	Soc. Agrí. El Fuerte	33		10		10	8	15	R	Op.	M-III-081	Noria hasta 8 m.	124416	23328	147744	Embalse Lautaro - La Puerta
99	Los Loros	6921550	389790	889	Fndo. El Fuerte	Soc. Agrí. El Fuerte					14				S/U	ND-III-210	Pozo surgente al río, a 20 m. aguas abajo Est. Meteorol. Los Loros-El Fuerte	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
100	Los Loros	6921589	389872	892	Fndo. El Fuerte	Soc. Agrí. El Fuerte					12				S/U	ND-III-220 Ó 218	Pozo surgente al río, a 70 m. aguas abajo Est. Meteorol. Los Loros-El Fuerte	0	0	0	Embalse Lautaro - La Puerta
101	La Puerta	6921921	389532	898	Fndo. Tres Soles	Alfonso Prohens	60	30		16		1	40	R	Op.	M-3-115		217440	64800	282240	Embalse Lautaro - La Puerta
102	La Puerta	6923770	389027	828	Fndo. La Puerta	Alfonso Prohens				1	12	8	75	R/P	Op.	M-3-160	Pozo surgente hace años (14-15000 (m)3/ha/temporada. ha totales:120)	950670	839970	1790640	Embalse Lautaro - La Puerta
103	La Puerta	6924332	388361	826	Sector Tres Puentes	DOLE	52		27		8	3	3	P/R	Op.		Liena estanque de 60000 l. en 6 horas	10886,4	10886,4	21772,8	La Puerta - Malpaso
104	La Puerta	6924900	387140	824	Fndo. Tres Soles	Alfonso Prohens	100	60	39			8	80	R	Op.	ND-III-232	******Expediente y mapa coinciden con depositos de conos aluviales********	142560	25920	168480	La Puerta - Malpaso
105	Hornitos	6926939	386253	805	Las Parcelas	Jaime Prohens	80	60	46		12	8	50	R	Op.	ND-III-050		259200	67500	326700	La Puerta - Malpaso
106	Hornitos	6926500	386800	803	Las Parcelas	Jaime Prohens	100	65	46		10	8	55	R	Op.			285120	74250	359370	La Puerta - Malpaso
107	Hornitos	6927896	385820	802	El Puente	Pedro Compas	99	75		46	12	4	14	R	Op.	ND-III-221	nd-0302-317	160776	75600	236376	La Puerta - Malpaso
108	Hornitos	6928296	385432	795	UAC	UTC	74			64	8	6	35	R	S/U	M-III-129	Pozo en construcción	414288	391608	805896	La Puerta - Malpaso
109	Hornitos	6928068	385306	874	El Mirador	Jaime Prohens	60		42		10	4	7		S/U		Pozo no habilitado	34927,2	19353,6	54280,8	La Puerta - Malpaso
110	Hornitos	6928926	384334	749	Parcela 11	Nicasio Torres	118	110	42		14	6	50	R	S/U	ND-III-244		0	0	0	La Puerta - Malpaso
111	Hornitos	6929016	384566	749	Parcela 11	Nicasio Torres	100			78	10	5	13	R	Op.	M-III-121	A 6 metros aguas abajo del pozo anterior	114192	51480	165672	La Puerta - Malpaso
112	Hornitos			726	Hacienda Hornitos	DGA			71		14			O	S/U		Pozo de observación 2740 7010 D1	0	0	0	
113	Hornitos	6929539	384102	760	Parc. 13-14-15-16	Eliseo Grossi	100			76	12	6	45	R/P	Op.	ND-0302-240	Pozo operativa	124416	141264	265680	La Puerta - Malpaso
114	Hornitos	6931952	382273	724	Fndo. Deliber	DELIBER S.A.	90				14	8	115	R	Op.	ND-III-290	*****expediente y mapa coinciden depositos fluviales****	1384830	1198530	2583360	La Puerta - Malpaso
115	Hornitos	6931319	382725	730	Fndo. Deliber	DELIBER S.A.					12	8	45	R	Op.	ND-III-231	igual sistema de riego que el pozo anterior (114)	541890	468990	1010880	La Puerta - Malpaso
116	Hornitos	6930992	382867	727	Fndo. Deliber	DELIBER S.A.			65		14	8	80	R	S/U	ND-III-231	Ubicado en el km. 39, hacia el río, a una diferencia de cota de 5 m.*******no aparece en el mapa*******	963360	833760	1797120	La Puerta - Malpaso
117	Hornitos	6930723	383416	740	Fndo. Deliber	DELIBER S.A.	75		28		14	8	45	R	Op.	VPC-0302-17	igual sistema de riego que el pozo 114	541890	468990	1010880	La Puerta - Malpaso
118	Hornitos	6932921	382485	719	Fndo. Deliber	DELIBER S.A.	90			59	12	8	35	R	Op.		igual sistema de riego que el pozo 114	421470	364770	786240	La Puerta - Malpaso
119	Hornitos	6932705	382528	744	Fndo. Deliber	DELIBER S.A.	90		58		12	8	55	R	Op.		igual sistema de riego que el pozo 114; a 20 m. del río y	662310	573210	1235520	La Puerta - Malpaso
120	Hornitos	6930713	383612	760	Hacienda Hornitos	Oscar Prohens	100	87	65	73	12	6	29	R	Op.	ND-368 Ó 215		215481,6	93960	309441,6	La Puerta - Malpaso
121	Hornitos	6929648	384448	770	Hacienda Hornitos	Oscar Prohens	127	96	75				48	R	Op.	M-III-059	Pozo suplementario, regimen de octubre a nov. A 50 m. del río y 3 m. desnivel******expediente y mapa coinciden con grueso depositos fluviales********	250344	0	250344	La Puerta - Malpaso
122	Hornitos	6932369	382686	730	Parcela 22	Agrícola El Sol	96	65	60		10	8	48	R	Op.	M-III-048	Opera de oct. a ene., resto del año variable. A 8 m. del río	377568	0	377568	La Puerta - Malpaso
123	Hornitos	6932643	383004	740	Frutícola Atacama	Sergio Ruiz-Tagle	100		67		12	8	70	R	Op.	ND-215		1100736	272160	1372896	La Puerta - Malpaso
124	Hornitos	6933174	382400	725	Parcela 24	Agrícola Oasis	70	60			12		60	R	Op.	M-3-166		194400	116640	311040	La Puerta - Malpaso
125	Hornitos	6933339	382513	721	Parcela 24	Agrícola Oasis	96	80	55		12		60	R	Op.	VPC-0302-9	A 8 m. del río y 2 m. de desnivel	194400	116640	311040	La Puerta - Malpaso
126		6933778	382698	740	Parcela 26	David Díaz	96		53	62			70	R	S/U	VPC-0302-44	Pozo nuevo de uso futuro*****sin estatigrafia******	0	0	0	La Puerta - Malpaso
127	Elisa de Bordos	6933555	382436	731	Fndo. El Yeso	Mina San Andres	80			55	14	6	8	I	Op.	M-3-114	Consultar en Copayapu 499	0	0	0	La Puerta - Malpaso
128	Elisa de Bordos	6933711	382380	731	Fndo. El Yeso	Mina San Andres	80			53	14	6	8	I	Op.	ND-III-159	Consultar en Copayapu 499	0	0	0	La Puerta - Malpaso
129	Elisa de Bordos			719	Fndo. El Yeso	DGA			52		10			O	S/U		Pozo de observación	0	0	0	
130		6935600	381600	710	Fndo. El Yeso	Fisher	69		52		10	8	24		S/U	M-3-162	Pozo en deshuso desde 1996	91368	48729,6	140097,6	La Puerta - Malpaso
131		6935290	381544	710	Fndo. El Yeso	Fisher	105			53			55	R	Op.	VPC-0302-10		629640	237600	867240	La Puerta - Malpaso
132		6935520	380900	685	Hacienda Hornitos	Sergio Ruiz-Tagle	120	110			12	8	68	R	Op.	ND-III-338		491558,4	215424	706982,4	La Puerta - Malpaso
133		6935418	380732	685	Hacienda Hornitos	Sergio Ruiz-Tagle	75	70	47		10		42		S/U	M-3-148		108864	32659,2	141523,2	La Puerta - Malpaso
134		6936807	380547	665	Predio El Sauce	Sergio Ruiz-Tagle	87		65		12	10	40	R	S/U	ND-III-236	Pozo sin bomba	0	0	0	La Puerta - Malpaso
135	Hornitos	6936532	379516	690	Fndo. Villa Maria	Sergio Ruiz-Tagle	120	60	50		12	8	67	R	Op.	ND-III-338		532569,6	16401,6	548971,2	La Puerta - Malpaso
136		6936595	379498	670	Fndo. Villa Maria	Sergio Ruiz-Tagle	130	108		68	14	8	73	R	Op.			826243,2	151372,8	977616	La Puerta - Malpaso
137		6936618	380331	647	Fndo. Villa Maria	Sergio Ruiz-Tagle	120		62		14	8	70	R	Op.	ND-III-338	Reemplazó pozo El Sauce. A 25 m. al sur del río, frente al pozo El Sauce(134)	145152	792288	937440	La Puerta - Malpaso
138		6937465	378785	668	Fndo. Villa Maria	Sergio Ruiz-Tagle	100	90	66	71	14	8	45	R	Op.			253692	150660	404352	La Puerta - Malpaso

CATASTRO DE POZOS . DGA 2003

Pozo_n	Zona	Coord_Y	Coord_X	Altura	Predio	Propietario	Prof_Perfora	Prof_Habili	Nivel_esta	Nivel_dina	Diam_Pozo	Diam_Impuls	Caudal_L_s	Uso	ESTADO	EXPEDIENTE	OBSERVACIONES	m3_vera	m3_inv	m3_año	TRAMO
139				668	Fndo. Villa Maria	DGA			62					O	S/U		Pozo de observación 2740 7010 B4 - A 50 m. del pozo anterior (138)	0	0	0	
140		6937210	379428	657	Fndo. Villa Maria	Sergio Ruiz-Tagle	120	90	59				70	R	Op.	ND-III-338		485352	136080	621432	La Puerta - Malpaso
141	Pabellón	6938500	378950	646	Pabellón	Sergio Ruiz-Tagle			71	71	12	8	50	R	Op.			352800	17280	370080	La Puerta - Malpaso
142	Pabellón	6938769	378987	650	Pabellón	Sergio Ruiz-Tagle	120		77	80	12	8	58	R	Op.			316710	21114	337824	La Puerta - Malpaso
143	Pabellón	6939038	379076	638	Pabellón	Sergio Ruiz-Tagle	97	75			12	8	45	R	Op.		igual sistema de riego que el pozo anterior (142)	247860	16524	264384	La Puerta - Malpaso
144	Pabellón	6939699	378844	639	Pabellón	Agrí. Amigos del Norte	100			77	12	6	35	R	Op.	M-3-219		284256	100800	385056	La Puerta - Malpaso
145	Pabellón	6940402	378517	621	Planta	Agrí. Amigos del Norte	105			57	10	6	40	R	Op.	ND-III-366	igual sistema de riego que el pozo del predio (144)	324864	115200	440064	La Puerta - Malpaso
146	Pabellón Bajo	6941245	378520	600	ACONEX	ACONEX	86	58	57	59	10	8	35	R	Op.	M-3-181		84672	30240	114912	La Puerta - Malpaso
147				598		DGA			54					O	S/U		Pozo de observación 2730 7010 D1	0	0	0	
148	Pabellón Bajo	6941920	378601	610	Fndo. Chañarcillo	José Araya Vergara	90	80			12	8	30	R	Op.	M-3-218	*******expediente y mapa coinciden en grueso, depositos fluviales********	176688	2592	179280	La Puerta - Malpaso
149	Pabellón Bajo	6943062	378977	601	Fndo. Chañarcillo	José Araya Vergara	100		54		12		70	R	S/U		Pozo nuevo	0	0	0	La Puerta - Malpaso
150	Qda. Blanca	6943684	378777	695	Agrícola Millahue	Agrícola Millahue	70			46	14	8	40	R	Op.	M-III-75		237312	52704	290016	La Puerta - Malpaso
151	Qda. Blanca	6944687	378159	590	Parcela 30	Agrícola Millahue	100							R	S/U		Pozo en construcción	0	0	0	La Puerta - Malpaso
152	Jotabeche	6945214	377608	578	Parcela 38	Agrícola Millahue	80	55	47		12	6	45	R	Op.	M-3-171		209952	0	209952	La Puerta - Malpaso
153	Jotabeche	6944179	378317	599	Fndo. Colina	Sergio Ruiz-Tagle	94		53	55	14	8	85	R	Op.			301104	36720	337824	La Puerta - Malpaso
154	Jotabeche	6945530	376812	565	Fndo. Colina	Sergio Ruiz-Tagle	84	80	45		12	8	53	R	Op.			692985,6	82425,6	775411,2	La Puerta - Malpaso
155	Jotabeche	6938715	378838	551	Fndo. Colina	Sergio Ruiz-Tagle	80	53	43	46	12	8	64	R	Op.		Opera igual que el pozo anterio (151)	836812,8	99532,8	936345,6	La Puerta - Malpaso
156	Jotabeche	6946039	376994	546	Fndo. Tropicana	Sergio Ruiz-Tagle	80	70	39		14	8	73	R	Op.	ND-341		627566,4	12614,4	640180,8	La Puerta - Malpaso
157	Jotabeche	6946539	376437	546	Parcela 23	Soc. Agrí. Sacramento	90	45	33		12	4	25	R	Op.	ND-III-135		51840	12240	64080	La Puerta - Malpaso
158	Jotabeche	6947185	376730	551	Fndo. Alianza	Agrofruta Copiapó	70	48		34	12	6	60	R	Op.	M-III-119		790560	316224	1106784	La Puerta - Malpaso
159	Jotabeche	6947401	376756	546	Fndo. Alianza	Agrofruta Copiapó	60	46		34	12	6	60	R	Op.	M-III-119		790560	316224	1106784	La Puerta - Malpaso
160	Jotabeche	6947993	377026	540	Fndo. Alianza	Agrofruta Copiapó	80	50		33	14	8	80	R	Op.	M-III-147		1016064	648000	1664064	La Puerta - Malpaso
161	Jotabeche	6948224	377036	540	Fndo. Alianza	Agrofruta Copiapó	70	48	28	29	14	8	80	R	Op.			764928	384768	1149696	La Puerta - Malpaso
162	Jotabeche	6948349	377052	550	Fndo. Alianza	Agrofruta Copiapó	70	50	24		16	8	15	R	Op.	M-III-148		55296	27648	82944	La Puerta - Malpaso
163	Qda. Cerrillos	6950059	377216	570	Fndo. Amancay	Agrícola Amancay	100	52	40		12	8	65	R	Op.	M-III-173		655668	277992	933660	La Puerta - Malpaso
164	Qda. Cerrillos	6950100	376108	554	Fndo. Amancay	Agrícola Amancay	107	48	24		14	8	80	R	Op.		Opera igual que el pozo anterior (160)	806976	342144	1149120	La Puerta - Malpaso
165	Qda. Cerrillos	6950237	376084	547	Fndo. Amancay	Agrícola Amancay	100	49		22	14	8	80	R	Op.	ND-0302-365	Opera igual que el pozo anterior (160)	806976	342144	1149120	La Puerta - Malpaso
166	Qda. Cerrillos	6950098	376461	540	Fndo. Amancay		49		32		13		93		S/U	M-III-089	Pozo comunitario abandonado	0	0	0	La Puerta - Malpaso
167	Qda. Cerrillos	6949923	376308	539	Fndo. Amancay	COEMIN S.A.	72	51			10	8	50	I	Op.	M-III-063		589680	592920	1182600	La Puerta - Malpaso
168	Qda. Cerrillos	6949712	376881	545	Planta Coemin S. A.	COEMIN S.A.	66	50	33	39	10	8	50	I	Op.	M-III-063		655200	658800	1314000	La Puerta - Malpaso
169	Cerrillos	6950972	375587	510		Suc. Hector Ronseco	25					3	5	R	Op.	M-III-082	Noria, opera con 2 bombas pequeñas	6912	1728	8640	La Puerta - Malpaso
170	Nantoco	6952426	374789	534	Parcela 17	Agrí. y Fruti. Atacama	60	42	17		12	8	75	R	Op.	M-3-172		933120	544320	1477440	La Puerta - Malpaso
171	Nantoco	6952397	374697	526	Parcela 17	Agrí. y Fruti. Atacama	55	42	14		12	8	70	R	Op.	ND-III-272	A 120 m. del camino, 50 m. del río y 400 m. del pozo anterior (170)	870912	508032	1378944	La Puerta - Malpaso
172	Nantoco	6953402	374662	508	Parcela 6	Agrí. y Fruti. Atacama	60	48	12		12	8	70	R	Op.	VPC-0302-40		870912	689472	1560384	La Puerta - Malpaso
173	Nantoco	6952522	374751	519	Fndo. Santa Laura	Agrí. y Fruti. Atacama	45	36		18	12	8	45	R	Op.			707616	466560	1174176	La Puerta - Malpaso
174	Nantoco	6953362	374457	519	Fndo. Santa Laura	Agrí. y Fruti. Atacama	100	60		14	12	8	85	R	Op.	VPC-0302-28		881280	176256	1057536	La Puerta - Malpaso
175	Nantoco	6952949	374526	529	Parcela 6	Agrí. y Fruti. Atacama	100	60	11		12	8	85	R	Op.			881280	176256	1057536	La Puerta - Malpaso
176	Nantoco	6951595	375288	546	Parcela 15	Agrí. y Fruti. Atacama	60	40	19		12	6	60	R	Op.	ND-239		746496	435456	1181952	La Puerta - Malpaso
177	Nantoco	6954019	374730	540	Parcela 6	Agrí. y Fruti. Atacama	20	20	13		12	5	15	R	Op.		Noria hasta 4 m.	235872	5832	241704	La Puerta - Malpaso
178	Nantoco	6952633	375166	527	Parcela 11A	Suc. Rolando Maggi	21	21	17		6	3	2	R	Op.			6220,8	2073,6	8294,4	La Puerta - Malpaso
179	Nantoco	6952258	374900	530	Parcela 17	AP Nantoco	48	36	17		12	3	2	P	Op.		Llenado automático de estanque de 23000 l.	4182,7968	4205,7792	8388,576	La Puerta - Malpaso
180	Nantoco	6951699	375515	523	Parcela 16	UNIAGRI	35	30	18	21	8	5	24	R	Op.	ND-301		114210	20304	134514	La Puerta - Malpaso
181	Nantoco	6951420	375501	535	Parcela 16				18		10				S/U		Pozo comunitario abandonado	0	0	0	La Puerta - Malpaso
182	Nantoco	6951390	374733	539	Escuela G 44	Munic. Tierra Amarilla					40	2	2	R	U/Oc.		Noria	648	216	864	La Puerta - Malpaso
183	Nantoco	6952796	374980	539	Parcela 10	Jose Manuel Quiroga	14				31				S/U		Noria seca	0	0	0	La Puerta - Malpaso
184	Nantoco	6952804	375033	540	Parcela 10	Jose Manuel Quiroga					48	6			S/U		Noria seca	0	0	0	La Puerta - Malpaso
185	Nantoco	6955955	375285	500	Planta Nantoco	EMSSAT	50				12	6	25	P	S/U		abandonado	0	0	0	Malpaso-Copiapó
186	Nantoco	6955775	375278	500	Planta Nantoco	EMSSAT	100			23	12	8	25	P	Op.		Llena 2 estanques de 3000 (m)3	196560	197640	394200	La Puerta - Malpaso
187	Nantoco	6955898	375287	500	Planta Nantoco	EMSSAT	50			22	12	8	25	P	Op.		Llena 2 estanques de 3000 (m)3	196560	197640	394200	Malpaso-Copiapó
188	Nantoco	6955706	375140	500	Planta Nantoco	EMSSAT				21	12	8	25	P	Op.		Llena 2 estanques de 3000 (m)3	196560	197640	394200	La Puerta - Malpaso
189	Nantoco	6955920	375275	500	Planta Nantoco	EMSSAT	100			23	12	8	25	P	Op.		Pozo de apoyo en epoca de verano para el llenado de los estanques	196560	32400	228960	Malpaso-Copiapó
190	Nantoco	6952928	374784	540	Parcela 9	Hilda Duprat	23	18	16			2		P	S/U		Posee una bomba de 0,5 hp	0	0	0	La Puerta - Malpaso
191	Nantoco	6954550	374981	540	Parcela 4	Soc. Agrí. El Fuerte	38		11		12	4	70	R	Op.	VPC-0302-08	******sin estatigrafia*******	762048	54432	816480	La Puerta - Malpaso
192	Nantoco	6954397	375007	541	Parcela 4	Soc. Agrí. El Fuerte	9				60				S/U	ND-III-296	Noria seca	0	0	0	La Puerta - Malpaso
193	Nantoco	6954262	374718	544	Parcela 5	Victor Silva	50	36	12	15	8	4	24	R	Op.	M-3-220		261752,4	62181	323933,4	La Puerta - Malpaso
194	Nantoco	6955574	375093	539	Parcela 18 y 19	Agrícola Santa Sabina	60	25		13	12	6	70	R	Op.	ND-291	Riega 40 ha	689472	158760	848232	La Puerta - Malpaso
195	Nantoco	6955117	374810	541	Parcela 18 y 19	Agrí. y Fruti. Atacama	60	25	9		10	8	37	R	S/U	M-3-199		0	0	0	La Puerta - Malpaso
196	Nantoco	6955383	375114	538	Parcela 2	Humberto Labra	12		11		10		12		S/U	M-3-215	Pozo abandonado	53913,6	0	53913,6	La Puerta - Malpaso
197	Nantoco					DGA			11					O	S/U		Pozo de observación Mal Paso, a 70 m. del pozo de Agrí Santa Sabina (194)	0	0	0	
198	Tierra Amarilla	6955838	375339	537	Ex Hogar de Menores	Ruiz-Tagle	50		26		12	8	65	R	Op.	M-III-007	Riega 35,5 ha	41184	27144	68328	Malpaso-Copiapó
199	Tierra Amarilla	6957050	375204	526	Pta. Bateas	Cía. Minera Agustina	40		27		14		0		S/U		Pozo al costado del camino (30 m.), solo perforación	0	0	0	Malpaso-Copiapó
200	Copiapó	6971250	368219	400	Rosario	EMSSAT	60			17	14	12	40	P	Op.	M-III-092	Pozo N°1	0	0	316087,8899	Malpaso-Copiapó
201	Copiapó	6971291	368229	400	Rosario	EMSSAT	60		10		14	12	70	P	Op.	ND-0302-247	Pozo N°2	0	0	553153,8023	Malpaso-Copiapó
202	Copiapó	6971222	368222	400	Rosario	EMSSAT			12		14	12	70	P	Op.		Pozo N°3, año 97	0	0	553153,8023	Malpaso-Copiapó
203	San Fernando	6968909	371045	420	San Miguel	EMSSAT				28	14	12		P	Op.	ND-0302-246	Pozo N°1	0	0	612542,9973	Malpaso-Copiapó
204	San Fernando	6968849	370940	420	San Miguel	EMSSAT				28	14	12		P	Op.	ND-0302-246	Pozo N°2	0	0	612542,9973	Malpaso-Copiapó
205	San Fernando	6968854	371105	419	San Miguel	EMSSAT				29	14	12		P	Op.	ND-0302-246	Pozo N°3	0	0	612542,9973	Malpaso-Copiapó
206	San Fernando	6968785	371048	421	San Miguel	EMSSAT				28	14	12		P	Op.	ND-0302-246	Pozo N°4	0	0	612542,9973	Malpaso-Copiapó
207	San Fernando	6970479	370394	406	Placilla Sierralta	EMSSAT				25	14	12		P	Op.	ND-III-226	Pozo N°1	0	0	2022141,574	Malpaso-Copiapó
208	San Fernando	6970526	370410	406	Placilla Sierralta	EMSSAT				20	14	12		P	Op.	M-3-184	Pozo N°2	0	0	2022141,574	Malpaso-Copiapó
209	San Fernando	6970563	370364	406	Placilla Sierralta	EMSSAT				21	14	12		P	Op.		Pozo N°3	0	0	2022141,574	Malpaso-Copiapó
210	San Fernando	6970494	370289	406	Placilla Sierralta	EMSSAT				22	14	12		P	Op.		Pozo N°4	0	0	2022141,574	Malpaso-Copiapó
211	San Fernando	6970441	370325	406	Placilla Sierralta	EMSSAT			20		14	12		P	S/U	M-3-184	Pozo N°6 sin uso hace 4 años	0	0	2022141,574	Malpaso-Copiapó
212	Copiapó	6973261	368750	385	Calle Maipú	EMSSAT	60		5		14		115	P	S/U	M-III-24	Sin uso por estar contaminado con coliformes	0	0	0	Malpaso-Copiapó
213	San Fernando	6968875	371659	445		DGA					6		0	Obs.	S/U		Pozo seco 2720 7010 A18	0	0	0	Malpaso-Copiapó
214	Copiapó	6970384	369875	403	Parque El Pretil	Municipalidad Copiapó	54		13		14	12	70	R	S/U		Sin uso desde 1998	136080	136080	272160	Malpaso-Copiapó
215	San Fernando	6970284	370902	412	Callejón Fco. Aguirre (casa del sr. Nicolas)	Soc. Agr. Sacramento	32				8	2	24	R	Op.	ND-0302-307	Funciona las 24 horas todo el año	369532,8	371563,2	741096	Malpaso-Copiapó
216	San Fernando	6968730	371177	430	Callejón R. Torrealba (casa del sr. Cisterna)	Soc. Com.Cisterna y Cía.	42		28		8		0	R	S/U	ND-0302-324	Nunca se ha usado	0	0	0	Malpaso-Copiapó
217	San Fernando	6969402	371686	440	Callejón P. León Gallo (coleg. San Lorenzo)	Colegio San Lorenzo			30		8	2	0	R	S/U		Pozo nuevo (2001)	0	0	0	Malpaso-Copiapó
218	Copiapó	6970968	368918	418	Callejón El Palomar (supermercado Milano)	Arnaldo Papapietro	13		11				1	I	S/U		Noria (1940 a 1996) 50.000 l/día hoy esta abandonado	9434,88	9486,72	18921,6	Malpaso-Copiapó
219	Copiapó	6971015	368869	416	Callejón El Palomar (supermercado Milano)	Arnaldo Papapietro	13		10			2	1	I	S/U		Noria (1940 a 1996) 25.000 l/día hoy esta abandonado	4717,44	4743,36	9460,8	Malpaso-Copiapó
220	San Fernando	6968757	371656	443	Callejón Zorraindo	Agr. El Huerto Ltda.	40			31	8	4	10	R	Op.	ND-235	Desde 1991/ 20 horas 30 dias por 6 meses y 12 horas 30 dias por 6 meses	122112	87696	209808	Malpaso-Copiapó
221	San Fernando	6968533	373181	440	Fundo San Miguel	Victorio Ghiglino			39		14		115	R	S/U	223-3	Deshabilitado	0	0	0	Malpaso-Copiapó
222	San Fernando	6968223	370509	440	Vinita El Datil	Octavio Vallejos	50		23		12			R	S/U		No habilitado	0	0	0	Malpaso-Copiapó
223	San Fernando	6968893	372578	437	Callejón Toro-Lorca (chacra Villa Angela)	Víctor Salas y otros	50		36		14		47	R	S/U		Sin uso desde 1999	324864	253800	578664	Malpaso-Copiapó
224	San Fernando	6967921	372027	420	Callejón Bruno Pizarro (parc. Pedro Gordillo)	Comunidad San Fdo.	120	70	34		14	12	115	R	S/U	M-3-018	Sin uso desde 1998/ 1963 120 l/s a 60 l/s en 1998. 24 horas todo el año	1808352	1818288	3626640	Malpaso-Copiapó
225	La Chimba	6974579	366362	358	Scuola Italiana	Scuola Italiana					12			R	S/U		Pozo nuevo no habilitado/construido en enero 2002	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
226	Copiapó	6973535	366795	372	Plaza La Selva	Comunidad La Chimba	60				12	12	70	R	Op.		Uso 1 hora 2 veces por semana	12096	12096	24192	Copiapó-Piedra Colgada
227	Copiapó	6972940	366847	382	Fac. Humanidades / U. Atacama	Universidad de Atacama	35				83	4		R	S/U	M-III-118	Noria aterrada	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
228	Copiapó	6972817	367309	375	Panamericana con Viel	Manuel Rivadeneira	24		17		67	6	8	R	Op.	M-3-226	Noria. Uso 2 horas 1 vez por semana	1296	1296	2592	Copiapó-Piedra Colgada
229	Copiapó	6972340	367733	380	Planta Ojancos	Cía. Minera Hochshild	55				12	8	24	I	S/U	M-3-077	Abandonado	13536	13536	27072	Malpaso-Copiapó
230	Copiapó	6970428	368228	398	Planta Castellón	DGA - ex Castellón	26						2	Obs.	S/U	M-3-214	Pozo de observación	21772,8	15552	37324,8	Malpaso-Copiapó
231	Copiapó	6970110	368693	402	Planta Porvenir	Cesar Miranda			25			3	5	I	S/U	ND-091		2160	2160	4320	Malpaso-Copiapó
232	Copiapó	6970095	369306	410	Callejón Palomar (Viñita Azul)	Soc. Minera Condesa	45						20	Venta	Op.	M-3-231	12 horas al día todo el año	157248	158112	315360	Malpaso-Copiapó

CATASTRO DE POZOS . DGA 2003

Pozo_n	Zona	Coord_Y	Coord_X	Altura	Predio	Propietario	Prof_Perfora	Prof_Habili	Nivel_esta	Nivel_dina	Diam_Pozo	Diam_Impuls	Caudal_L_s	Uso	ESTADO	EXPEDIENTE	OBSERVACIONES	m3_vera	m3_inv	m3_año	TRAMO
233	Copiapó	6969293	369886	420	Fdo. Santa Teresa (Viñita Azul)	Juan Callegari	60				12	12	70	R/Venta	Op.	M-3-217	Funciona 200 horas al mes durante todo el año	302400	302400	604800	Malpaso-Copiapó
234	Copiapó	6971557	368221	400	Cementerio Parque Copiapó	Soc. Cementerio	26						1	R	Op.	ND-III-297	10 horas diarias	6552	6588	13140	Malpaso-Copiapó
235	Copiapó	6972022	368176	392	Proyecto Jesus Maria (frente al puente)	ENAMI					12			I	S/U	ND-315	Sellado	0	0	0	Malpaso-Copiapó
236	Copiapó	6971641	368225		Frente al puente, pero mas aguas arriba	Comunidad La Chimba							0	R	S/U		Aterrado bajo toneladas de escombro. Imposible de ubicar	0	0	0	Malpaso-Copiapó
237	San Fernando	6967626	372900	450	Calle Copayapu	DGA					8		0	Obs.	S/U		Pozo de observación seco 2720 7010	0	0	0	Malpaso-Copiapó
238	San Fernando	6968339	372478	450		DGA			39		12	3		R	Op.		Pozo observación	0	0	0	Malpaso-Copiapó
239	San Fernando	6968354	371996	440	Callejón Vallejos	Aldo Cicardini	50		33		8	3	6	R	Op.	ND-124		10368	0	10368	Malpaso-Copiapó
240	San Fernando	6967869	370959	435	Fdo. Viñita	Angel Revello			28		12		0	R	S/U	M-3-244	Pozo nuevo no habilitado aun	0	0	0	Malpaso-Copiapó
241	San Fernando	6968900	371020		Fdo. Viñita	Angel Revello								R	S/U		Pozo aterrado y tapado por crecida del río, hoy esta en la caja del río	0	0	0	Malpaso-Copiapó
242	San Fernando	6968031	371394	440	Callejón Ricardo Vallejos	Soc. Minera Andina	65				12				S/U	ND-284	Aterrado	0	0	0	Malpaso-Copiapó
243	San Fernando	6968319	371830	440	Predio Santa Margarita	Julio Morales	70		34		8	4	28	R	Op.		3 horas diarias 30 días al mes 5 meses (oct.-febr.)	45662,4	0	45662,4	Malpaso-Copiapó
244	San Fernando	6969014	371295	430	Copayapu 4300	Vecchiola S.A.	37		30		12	4	5	R	Op.		4 horas diarias 8 días al mes todo el año	3456	3456	6912	Malpaso-Copiapó
245	San Fernando	6969235	370913	430	Callejón J.J. Vallejos	Sucución Versalovic	56	45	21		12	12		R	S/U		Abandonado	0	0	0	Malpaso-Copiapó
246	San Fernando	6969288	370436	425	Callejón El Inca	Cía. Minera San Esteban	50				14	10	30	I	Op.		5 horas día 365 días al año	98280	98820	197100	Malpaso-Copiapó
247	Copiapó	6971733	369910	420	Recinto Militar	Rgto. Infanteria N°23	70		9		12	3	4	R	Op.		4 horas los 30 días los 12 meses	10483,2	10540,8	21024	Malpaso-Copiapó
248	Angostura	6974967	323437	103	Hacienda Maria Isabel		40		3		12		0	R	S/U		Pozo sector Pleito, nunca usado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
249	Angostura	6975129	324273	104	Hacienda Maria Isabel		40		1		12		0	R	S/U		Pozo sector El Tranque, nunca usado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
250	Angostura	6975449	324289	103	Hacienda Maria Isabel		50		3		12		0	R	S/U		Pozo sector Potrero Las Casas, nunca usado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
251	Angostura-San Pedro	6973272	340030	193	Fundo Valle Fertil	Eliseo Grossi	69			12	14	12	70	R	Op.		Construido año 2000/ 10 horas diarias 30 días al mes todo el año/ uso hace 17 días	458640	0	458640	Piedra Colgada-Angostura
252	Angostura-San Pedr	6973184	340065	194	Fundo Valle Fertil	Eliseo Grossi			6		14	4	5	R	S/U	M-3-161	Pozo antiguo	32760	0	32760	Piedra Colgada-Angostura
253	Angostura-San Pedr	6973065	339067	195	Fundo Valle Fertil	Eliseo Grossi			5		14			R	S/U		Construido año 2000	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
254	Angostura-San Pedro	6974686	339890	196	Parc. El Diamante (sector La Copa)	Guillermina Veresay	25		3		6	3	2	R	Op.		Construido año 1999/ 2,5 horas 15 días al mes por 4 meses (dic.-mar.)/2,5 horas 10 días 2 meses (oct.-nov.)	1260	180	1440	Piedra Colgada-Angostura
255	Angostura-San Pedro	6974636	339723	195	Lote 1 (sector La Copa)	José Vallejos Godoy	18		3		8	3	2	R	Op.		Construido año 1999/ 2 horas 30 días al mes por 12 meses	2620,8	2635,2	5256	Piedra Colgada-Angostura
256	Angostura-San Pedro	6976342	344802	223	Agrosevilla	Gonzalo Moreno	50				14	12	70	R	Op.	ND-III-329	Pozo sector Escuela Sevilla/ construido en 1994/ 8 horas 30 días al mes todo el año*******sin estatigrafia*******	366912	368928	735840	Piedra Colgada-Angostura
257	Angostura-San Pedro	6976130	344124	223	Agrosevilla	Gonzalo Moreno	85		5		12		0	R	S/U		Pozo sector 2° etapa Sevilla. Construido año 1994. Nunc se ha usado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
258	Angostura-San Pedro	6975645	344734	214	Agrosevilla	Gonzalo Moreno	48		7		16	12	50	R	Op.		Pozo sector Triana. Construido año 1976. 8 horas 30 día al mes 12 meses	262080	263520	525600	Piedra Colgada-Angostura
259	Angostura-San Pedro	6975577	344165	220	Agrosevilla	Gonzalo Moreno	75		6		12		20	R	S/U	M-3-144	Pozo sector Triana. Construido año 1994. 20 l/s 8 horas día todo el año. Se dejó de usar el año 2000	104832	105408	210240	Piedra Colgada-Angostura
260	Angostura-San Pedro	6975457	343363	218	Agrosevilla	Rodrigo Moreno	55		5		12	12	100	R	Op.		Pozo Margarita. Construido año 1995. 12 horas 30 días 12 meses	786240	790560	1576800	Piedra Colgada-Angostura
261	Angostura-San Pedro	6975925	345231	228	Agrosevilla	Ximena Moreno	25		7		12	6	0	R	S/U		Pozo Mallorquina. Construido año 2002, aun no entra en funcionamiento.	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
262	Angostura-San Pedro	6975394	345306	231	Agrosevilla	Ximena Moreno	45		8		12	6	70	R	Op.	M-3-146	Pozo Escuela N°9. Construido año 1975. 24 horas 30 días 5 meses (oct.-febr.) / 8 horas 30 días 7 meses	975744	368928	1344672	Piedra Colgada-Angostura
263	Angostura-San Pedr	6975918	342068	215	Parc. B3	Delcy Piazzoli	35				12		0	R	S/U		Pozo B3. Construido año 1999. No habilitado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
264	Angostura-San Pedr	6975669	341334	213	Parc. B4	Delcy Piazzoli	50				10		0	R	S/U		Pozo B4. Construido diciembre 2001. No Habilitado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
265	Angostura-San Pedr	6975023	342667	208	Fundo Los Mamoros	Delcy Piazzoli	50				12	8	95	R	Op.		Pozo B1. Construido año 1995. 12 horas 30 días 12 mes	746928	751032	1497960	Piedra Colgada-Angostura
266	Angostura-San Pedr	6974751	341433	203	Fundo Los Mamoros	Delcy Piazzoli	55				10		0	R	S/U		Pozo B1-2. No habilitado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
267	San Pedro	6976530	346053	233	Parc. Club 42	Carmen Aliste	30		7		6		0	R	S/U		Construido diciembre 2001. No habilitado	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
268	San Pedro	6976790	364045		Parcela de Luis Solis	Luis Solis Solis					6		0	R	S/U		Construido diciembre 2001. No habilitado	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
269	San Pedro	6977549	348645	246	Predio de Jaime Moreno (frente planta Agrosevilla)	Jaime Moreno					12	8	24	R	Op.		20 horas 4 días 5 meses (oct.-febr.) / 12 horas 6 días 7 meses	39931,2	36547,2	76478,4	Piedra Colgada-Angostura
270	Piedra Colgada	6978974	353386	240	E. Santelices	Observación DGA		12	33		140	41/4	11	R	Op.		Bomba de 4 pulgadas	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
271	Piedra Colgada	6978656	353892	240	C27				9		8	41/4			S/U		No hay a quien preguntar	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
272	Piedra Colgada	6979622	354475	257	Pozo Vernal							7	24	R			No hay a quien preguntar, no se puede medir nivel por estar entubado	182736	182736	365472	Copiapó-Piedra Colgada
273	Piedra Colgada	6978504	352675	230	Eugenio Vernales				8		8	6	6	R			Desde 1975 una hora al día	3931,2	3952,8	7884	Copiapó-Piedra Colgada
274	Piedra Colgada	6978191	352629	230	Pozo Rojas					5	8	8	24		S/U		No está en explotación	177660	135360	313020	Piedra Colgada-Angostura
275	Piedra Colgada	6977272	352666	235	Pozo 12	Observación DGA	41		7		21/2			O			Pozo de Observación	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
276	Piedra Colgada	6978687	352418	240	Pozo1	Porcile				8	13	6	25	R	Op.		Riega Olivos 2 dias a la semana 8 a 10 horas diarias	38880	38880	77760	Copiapó-Piedra Colgada
277	Piedra Colgada	6978692	352432	240	Noria en deshuso	Porcile					59				S/U		No tiene Bomba, cercano a la carretera, nunca se ha usado	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
278	Piedra Colgada	6978330	351920	235	Fundo San Juan					10	83	8	80	R	Op.		Todos los días 4 hr. Diarias y 12 hrs cada 15 días	311040	210816	521856	Piedra Colgada-Angostura
279	Piedra Colgada	6980189	353330	248	Pozo 13	Observación DGA			6		21/2				S/U		Pozo de Observación	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
280	Piedra Colgada	6979993	354660	255	Pisquera Capel	Pisquera Capel					12	3	5	I	Op.		No se puede medir el nivel por estar entubado. Expedien en oficina	18360	17280	35640	Copiapó-Piedra Colgada
281	Lindero	6980180	354799	260	Agrícola Carla				7				25	R	Op.		Lunes a sábado 3 horas al día	42120	42120	84240	Copiapó-Piedra Colgada
282	San Francisco	6980587	355243	257	Pozo Observación San Francisco	Mario y Silvia Porcile			9		13				S/U	M-3-12	No hay instalaciones de Bombeo	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
283	San Francisco	6980725	355068	250	San Francisco	Luigi Dicosmo					14	4*2	5		Op.		Hay que preguntarle al administrador que no estaba presente detalles técnicos	39312	39528	78840	Copiapó-Piedra Colgada
284	San Francisco	6980814	354769	260		Cesar Campusano			8		12				S/U		No hay ninguna instalación	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
285	Bodega	6980927	355252	260	Parcela 7				9		8	3	5		Op.		Todos los días 8 horas, no saben el caudal, tiene derecho	26208	26352	52560	Copiapó-Piedra Colgada
286	Toledo	6981111	355023	249					9		9	21/2			S/U		No tiene bomba puesta pero está habilitado para llegar y usar, no hay a quien preg.	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
287	Toledo	6980033	356273	279	Fundo Toledo	Domingo Guggiana	70		8	5	12	8	80	R	Op.		Todos los días 6 horas, datos por refer. No se pudo medir por estar apretados los pernos	314496	316224	630720	Copiapó-Piedra Colgada
288	Toledo	6980136	356887	260	Fundo Toledo	Domingo Guggiana	26		13		13				S/U		No está en explotación	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
289	Toledo	6980019	356184	265	Fundo Toledo	Domingo Guggiana			10		13	21/2	93	R	Op.	M-3-61	Se usa esporadicamente 1/2 dia 2 veces a la semana	191808	191808	383616	Copiapó-Piedra Colgada
290	Toledo	6980041	357128	269	Parcela 36		23				13	21/2	48	R	Op.		No se pudo medir porque está cerrado completamente. Riega por goteo 1 hora al día	31122	31464	62586	Copiapó-Piedra Colgada
291	Toledo	6980039	357562	272	Maria Catalano	Pozo Comunitario	49			20	14	6	56	R	Op.		No hay a quien preguntar lleva agua aun canal de distribución	145152	40320	185472	Copiapó-Piedra Colgada
292	Chamonate	6981523	356807	260		Observación DGA	7				7			O	S/U		Pozo aterrado	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
293	Chamonate	6981026	358176	280		Samuel Palavichino			15		14	8	24	R	Op.		Encargado No conoce el caudal 2 veces a la semana todo el año	97459,2	97459,2	194918,4	Copiapó-Piedra Colgada
294	Chamonate	6981151	358658	280	Pozo Observación	Renato Porchile					10				S/U	231-3	Pozo aterrado. Predio sin utilizar	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
295	Chamonate	6981203	358673	272	Parcela 7	José Bergotini					12	7	50	R	Op.		Pozo de Reserva, se usa para bebida, para riego sólo si hay sequia 1 vez a la semana	4320	4320	8640	Copiapó-Piedra Colgada
296	Toledo	6980496	358405	270	Parcela 30_3	Roberto Cortez	18		16	17	2	2	2		Op.		Uso diario por 5 horas	6552	6588	13140	Copiapó-Piedra Colgada
297	Toledo	6980302	358498	278	Parcela 30_B	Ernesto Guerra	45		18		13	2*2	5		Op.		Todo el día todos los días	78624	79056	157680	Copiapó-Piedra Colgada
298	Toledo	6980197	358708	280	Parcela 26	Roberto Contreras	25		19		8	3	25	R	Op.		Todos los días 5 horas	81900	82350	164250	Copiapó-Piedra Colgada
299	Toledo	6980011	358984	280	Parcela 26 B	Humberto Campillay	45		20		14	11/2 y 2	65	R	Op.	ID-III-355 Ó VPC-0302-3	Todos los dias 3 veces al día por 45 minutos.	95823	96349,5	192172,5	Copiapó-Piedra Colgada
300		6980416	359455	290	Parcela 6 B	Maria Ines Catalano	40		20		13				S/U		Aun no esta operativo	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
301		6980729	359565	295	Parcela 5	Pozo Renato Porcile	53				13	8	24	R,P,I	Op.		No se puede medir el nivel por estar entubado. Expedien en oficina Pozo explotandose	91368	91368	182736	Copiapó-Piedra Colgada
302	Chamonate	6980789	358512	290	Parcela 6	Alejandro Perez	40		16		12	4	20	R,P	Op.		Todos los días 3 horas diarias	39312	39528	78840	Copiapó-Piedra Colgada
303	Toledo	6979991	358340	300	Parcela 30	Riginio Arostica	45		18		14	5	50	R	Op.		Todos los días 3 horas diarias en invierno y en verano pueden ser 6	196560	98820	295380	Copiapó-Piedra Colgada
304	Chamonate	6979676	357208	290		Pozo Observación DGA			15		8			O			Pozo de observación lado carretera	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
305	Toledo	6979958	356452	290	Rancho Tres Cruces	Jaime Vargas			12		10	2	2	R,P	Op.		2 horas diarias	2620,8	2635,2	5256	Copiapó-Piedra Colgada
306	Toledo	6979857	356575	300	Parcela 36	Patricio Perez	20		12		9				S/U		Se construyo pero aún no está en explotación	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
307	Chamonate	6979143	359878	310	Parcela 28	Ivan Ruiz	40		12		14	8	60	R	Op.		Todos los días 4 veces al día. Riegan Parrón y Vacas	157248	158112	315360	Copiapó-Piedra Colgada

CATASTRO DE POZOS . DGA 2003

Pozo_n	Zona	Coord_Y	Coord_X	Altura	Predio	Propietario	Prof_Perfora	Prof_Habili	Nivel_esta	Nivel_dina	Diam_Pozo	Diam_Impuls	Caudal_L_s	Uso	ESTADO	EXPEDIENTE	OBSERVACIONES	m3_vera	m3_inv	m3_año	TRAMO
308		6979410	359508	310	Parcela 30 B	Guido Vichiola	50		21						S/U	ND-0302-309	No está en explotación está en predio sin uso en parcela 3 de Candelaria	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
309	Chamonate	6979580	359986	310	Parcela 24	Guillermo Concha	40		23		14	7	40	R	Op.		Todos los días por lo menos 2 horas diarias	52416	52992	105408	Copiapó-Piedra Colgada
310	Chamonate	6979510	360044	320	Aeropuerto Chamonate	Observación DGA					11						Pozo seco, se recupera en los deshielos logrando nivel e	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
311	Chamonate	6979208	360364	310	Parcela 20	Andrés Lozano	42		23		9	5	12	R	Op.		6 horas al día, cada 2 o 3 dias solicitud presentada	18662,4	18662,4	37324,8	Copiapó-Piedra Colgada
312	Bodega	6977512	363817	340	Pozo Buenaventura		120		45		13				S/U		No se está ocupando aún, se espera seguir plantando, e	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
313	Bodega	6976672	363154	335	Pozo Buenaventura		55			45	12	9	75	R,P,I	Op.		Todos los días 10 hrs. Diarias de lunes a sábado	405000	405000	810000	Copiapó-Piedra Colgada
314	Toledo	6978720	361483	300	Parcela 17 Carpa del 4	Grossi	41		27	34	12		5			ND-III-49	No está en operaciones	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
315	Toledo	6978720	361481	300	Parcela 17 Carpa del 5	Grossi	60				10		38	R	Op.		3 horas diarias todos los días	74692,8	75103,2	149796	Copiapó-Piedra Colgada
316	Toledo	6980463	358258	250	Parcela 30 Lote 4 y 5	Reimundo Ibaceta	20		17		12	2	3	P	Op.		Dia por medio 10 minutos, domingo 2 horas	291,6	291,6	583,2	Copiapó-Piedra Colgada
317	Piedra Colgada	6979541	352673	220		Joaquín Olate	20		5		8	2	2	R,P	Op.		Todos los días 4 a 5 horas	6552	6588	13140	Copiapó-Piedra Colgada
318	Piedra Colgada	6977510	349222	200		Mario Porcile	8		7		41/4			P			Predio no se esta utilizando	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
319	Piedra Colgada	6977480	349418	200	Parcela G5	Fundo 2 hermanas			7		39				S/U		No está instalada la bomba recién se está construyendo	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
320	San Pedro	6977086	349326	200		Jesus Rojas			7		8	2	2				No hay nadie a quien preguntar.	6552	6588	13140	Piedra Colgada-Angostura
321		6976915	349401	200		Agroturismo 2 Hermanas			8		47	2	2	P	Op.		Todos los días	6552	6588	13140	Piedra Colgada-Angostura
322		6977042	349793	210		Juanita Chavez					79				S/U		Pozo Seco	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
323		6977339	350088	205		Pozo Comunitario (Juanita Chavez)	60		6		6	6	10	R	Op.		1 vez a la semana 8 horas	6912	6912	13824	Piedra Colgada-Angostura
324		6977202	349317	207		Mario Meza			6		6	2	2	P	Op.		Todos los días todo el dia, se usa para la casa.	33681,6	31622,4	65304	Piedra Colgada-Angostura
325		6977102	348988	200	Lote B7,B9 Fdo 2 Hermanas	Osvaldo Carvajal	7			6	59	1	2	R	Op.		Todos los días 6 horas al día.	7862,4	7905,6	15768	Piedra Colgada-Angostura
326		6977280	348945	200	Lote A6,B8 Fdo 2 Hermanas	Hernan Carvajal	6			7	98	2	3	R	Op.		Todos los días 8 horas	15724,8	15811,2	31536	Piedra Colgada-Angostura
327		6977267	349248	200		Manuel Barahona			7		6	2	2	R,P	Op.		Dia por medio 3 horas	1944	1944	3888	Piedra Colgada-Angostura
328		6977207	349081	210					6		6	2	2	P	Op.		No hay a quien preguntar	194,4	194,4	388,8	Piedra Colgada-Angostura
329		6977299	349134	205	Lote A11 Fdo. 2 Hermanas	Gabriel Erazo	18		6		8	1	2	P	Op.		Todos los días para consumo doméstico	1310,4	1317,6	2628	Piedra Colgada-Angostura
330		6977309	349394	210	Vecino a Mario Meza				7		8	2	2	P	Op.		Todo el dia todos los días	31449,6	31622,4	63072	Piedra Colgada-Angostura
331	San Pedro	6976155	348778	205		Guillermo Castillo Lucas	14		6		10	2	2	R	Op.		Todos los días 6 horas diarias	7862,4	7905,6	15768	Piedra Colgada-Angostura
332	San Pedro	6976069	348920	210		Juan Diaz Campillay	18		7		8	2	2	R	Op.		Todos los días 4 horas	5241,6	5270,4	10512	Piedra Colgada-Angostura
333	San Pedro	6976229	348494	210	Parcela Los Viejitos	Ismael Sepulveda	18		5		6	2	4	R	Op.		Dia por medio media hora	648	648	1296	Piedra Colgada-Angostura
334	San Pedro	6976379	348635	210	Parcela 32		18		5		8	2	6	R	Op.		Todos los días 7 horas	27518,4	27669,6	55188	Piedra Colgada-Angostura
335	San Pedro	6976911	348712	219		Julio Santander Noemi	9			7	79	6	10	R	Op.		Funciona 8 horas diarias	51367,68	51649,92	103017,6	Piedra Colgada-Angostura
336		6976813	348895	210		Francisco Hawas			6		14	3	5	R	Op.			84204	79056	163260	Piedra Colgada-Angostura
337	San Pedro	6976706	348711	210		Sergio Rubilar	9		8		59	2	0	R	Op.		Funciona 6 a 8 horas diarias	1238,328	1245,132	2483,46	Piedra Colgada-Angostura
338	San Pedro	6976623	348376	210		Roberto Segovia			6		47			R	S/U		Se está construyendo aún no esta operativo	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
339	San Pedro	6976717	348174	210		Francisco Hawas			6		14	4	115	R	Op.	ND-III-293	Se usa todos los días alrededor de 18 horas.	1356264	1363716	2719980	Piedra Colgada-Angostura
340		6977118	347225	200		Ruiz Tagle	50			18	14	12	70	R	Op.		Todos los días 12 horas diarias	550368	553392	1103760	Piedra Colgada-Angostura
341		6977537	345873	200		Pozo Observación DGA	7		6		2						Pozo observación	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
342		6976749	346453	204		Juan Rodriguez	40		6		14	6	10	R	Op.		Riegan todos los días 4 horas diarias	26208	26352	52560	Piedra Colgada-Angostura
343		6979689	358325	270	Agrícola Los Girasoles	Alfredo Romero	75			20	12	3	64	R	Op.		tres horas diarias	125798,4	126489,6	252288	Copiapó-Piedra Colgada
344		6979620	357841	272	Parcela 32	Soc. Cid Hermanos e Hijos Ltda			17		8	6	10	R	Op.		Pozo sellado, la medición corresponde a Marzo verano 6	39312	9882	49194	Copiapó-Piedra Colgada
345		6980082	357947	280		Pesenti			17		10	6	48	R	Op.	VPC-0302-4	una hora al día cada 3 días	10260	10260	20520	Copiapó-Piedra Colgada
346	La Chimba			300	La Chimba	Pozo Observación DGA					6				S/U		Pozo Aterrado No funciono GPS, datos en la oficina	0	0	0	
347	La Chimba	6974454	366128	295	Cancha Rayada	Pozo Emssat					10	8	24		S/U		Pozo cerrado, no se puede medir. No esta en uso	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
348	La Chimba	6974393	366209	300	Cancha Rayada	Pozo Emssat			31		12				S/U		Esta deshabilitado, no se usa	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
349	La Chimba	6974306	366266	295	Cancha Rayada	Pozo Emssat					12				S/U		Imposible medir cerrado completamente, no esta en uso.	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
350	La Chimba	6974249	366347	298	Cancha Rayada	Pozo Emssat			30		12				S/U		No esta en uso, esta en el catastro	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
351	Bodega	6974882	365648	290		Pozo Universidad de Atacama	50				12	8	25	R	Op.		9 horas al día , encargado no sabe el caudal	147420	148230	295650	Copiapó-Piedra Colgada
352	Bodega	6974632	365839	295		Vecchiola S.A.	50		41		10	3	22	I	Op.	ND-0302-309	1 hora al día, todos los dias	14152,32	14230,08	28382,4	Copiapó-Piedra Colgada
353	Bodega	6975022	364996	290		Isabel Troncoso			43		8	3	4		Op.		Uso recreativo, No hay a quien preguntar detalles, solicitud en la oficina.	2620,8	2635,2	5256	Copiapó-Piedra Colgada
354		6975325	365103	290		Pozo Copec	47		45		8	2	2	P	Op.		3 horas diarias	2948,4	2964,6	5913	Copiapó-Piedra Colgada
355	Bodega	6975422	364920	290		Pozo Fisher	60		44		7	3	6		Op.	ND-III-332	Se usa para riego de jardines y frigorifico, Nov-Enr, 3horas diarias el resto 1 hora semanal	6220,8	518,4	6739,2	Copiapó-Piedra Colgada
356	Bodega	6975581	364535	290	Fndo. Bodega	Pozo María Araya	50				8		24		S/U	ND-III-357	Pozo Aterrado, no hay instalaciones , tiene derechos	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
357	Bodega	6975327	364674	290	Fndo. Bodega	Pozo Maray (Alfin)	50		44		12	2	3		Op.		Funciona día y noche, cada 2 horas funciona 1/2 hora, uso Recreativo	11793,6	11858,4	23652	Copiapó-Piedra Colgada
358	Bodega	6974873	364890	300		Pozo Comunidad Bodega	60				12	8	17	R	Op.		Se atrapo el pozometro, uso diarrio, Sep - Enr, 10 horas diarias, resto del año 5 horas.	93330	65178	158508	Copiapó-Piedra Colgada
359		6974673	365172	310		Club Copiapo (deportivo Atacama)	75		44		10	6			S/U		Pozo Nuevo, aun no esta en uso.	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
360	Bodega	6975123	364375	320		Víctor Tagle(José Perez)	50		48		12		70	R	S/U	M-III-210	No tiene bomba	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
361	Bodega	6975251	364169	325	Parcela 10		96				8	6			S/U		Pozo en construcción, llevan 25 metros construidos.	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
362	Bodega	6974712	364353	320	Parcela 4 (Pozo 2)	Citricos Uniagri	139			50	12	8	60	R	Op.	VPC-0302-16	Jul, Ago,Sep,Oct,Nov, Dic,Ene, Feb,Mar. 10-12 horas. 3 horas diarias abr,may,jun.. Todos los días	471744	297432	769176	Copiapó-Piedra Colgada
363	Bodega	6974927	364015	340	Parcela 4	Citricos Uniagri	71		43		12	6	35	R	Op.	ND-III-145	Jul, Ago,Sep,Oct,Nov, Dic,Ene, Feb,Mar. 10-12 horas. 3 horas diarias abr,may,jun.. Todos los días	275184	173502	448686	Copiapó-Piedra Colgada
364	Bodega	6975452	363924	325	Parcela 6	Empresa Sol Naciente	40		32		12	8	40	R	Op.		Se utiliza eventualmente, dato de nivel estatico dado por entrevistado, ya que esta cerrado completamente.	20736	10368	31104	Copiapó-Piedra Colgada
365	Bodega	6975760	363584	320	Parcela 6 Pozo 1	Empresa Sol Naciente	50				12	8	60	R	Op.		8 horas diarias, pozometro no registro el nivel dinamico	314496	316224	630720	Copiapó-Piedra Colgada
366	Bodega	6974712	364353	320		Citricos Uniagri					12	8			S/U	M-III-160	Aterrado, ubicado a 8 mt. Pozo 2	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
367	Bodega	6975886	363797	330	Parcela 8	Manuel Castro	65		43		12	3	17	R	Op.		Invierno 20 horas mensuales, verano 40	14688	7344	22032	Copiapó-Piedra Colgada
368	Bodega	6975716	364260	330	Parcela 9	Domingo Guggiana	50				12	6	6	R	Op.		Invierno y verano 2 veces a la semana. No se pudo medir nivel por que el pozometro queda atrapado	24883,2	24883,2	49766,4	Copiapó-Piedra Colgada
369	Bodega	6976493	363060	320	Pozo del Monte	Luis Pesenti			36		10				S/U		Sin Uso, tienen agua potable	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
370	Pichincha	6976793	362984	310		Pozo Buenaventura N 3	90				12	8	56	R	Op.		24 horas al dia en Verano y 18 horas en invierno, no se pudo medir el nivel por estar completamente sellado	880588,8	664070,4	1544659,2	Copiapó-Piedra Colgada
371	Pichincha	6976919	362714	310		Pozo Buenaventura N 2	130			48	12	8	120	R	Op.		24 horas al dia en Verano y 18 horas en invierno	1886976	1423008	3309984	Copiapó-Piedra Colgada
372	Bodega	6976337	363556	310	Parcela 11(WO2)	Minera Mantos Blancos	70		38		12	8	92	I	Op.		Los datos están en la mina Manto Verde	482227,2	484876,8	967104	Copiapó-Piedra Colgada
373	Bodega	6975657	364841	330	Parcela 16 (PEO2)	Minera Mantos Blancos	60		44		12	8	47	I	Op.		Uso Minero, datos en Minera Manto Verde, su uso es ocasional	16243,2	16243,2	32486,4	Copiapó-Piedra Colgada
374	Bodega	6975500	365270	320	Parcela 16	Guillermo Rojas	60				12	4	5		S/U	M-III-114	En deshuso con bomba, parcela abandonada no hay a quien preguntar.	3240	0	3240	Copiapó-Piedra Colgada
375	Bodega	6976235	364155	300	Parcela 15 (pozo2)	Ramón Ruiz Tagle	60			43	12	6	90	R	Op.		No hay a quien preguntar detalles.	435456	311040	746496	Copiapó-Piedra Colgada
376	Bodega	6976109	364396	290	Parcela 15 (pozo1)	Ramón Ruiz Tagle			43		12				S/U		Pozo no implementado	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
377	Bodega	6976163	363849	295	Parcela 14	Guillermo Rojas	60				12	8	24		S/U	M-3-174	Pozo sin uso, pero operable, no hay a quien preguntar, esta seco	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
378		6978001	361483	280	Pozo 1	Agricola La Cantera	80		28		12	6	35	R	Op.		Riega 70 há. 15 horas diarias de agosto a marzo, resto d año 14 horas	343980	330498	674478	Copiapó-Piedra Colgada
379		6977829	361645	280	Pozo 2	Agricola La Cantera	80			32	12	6	35	R	Op.		Riega 70 há. 15 horas diarias de agosto a marzo, resto d año 14 horas	343980	330498	674478	Copiapó-Piedra Colgada
380		6978161	361309	280		Renato Porcile							5		S/U		No esta en uso, pero esta operativo, no hay nadie a quien preguntar.	28800	21600	50400	Copiapó-Piedra Colgada
381	Chamonate	6978711	361228	278	Parcela 18	Sergio Grossi	60				59	4	5	R	Op.		2 horas diarias todo el año	6552	6588	13140	Copiapó-Piedra Colgada
382	Chamonate	6980433	360411	270	Parcela 4	Agrícola San Francisco	100		24		12	5	60	R	Op.	ND-0302-314	invierno 3 horas diarias, verano 8 a 10 horas diarias.	353808	118584	472392	Copiapó-Piedra Colgada
383	Chamonate	6980605	361098	280	Parcela 8	Gabriela Porcile	45		27		13		70		S/U		Esta deshabilitado, no se usa	412776	138348	551124	Copiapó-Piedra Colgada
384		6980499	356944	265	Hacienda Toledo	Diego Rojas	20				79	3	4		Op.		No se pudo medir.	7200	4320	11520	Copiapó-Piedra Colgada
385		6980275	357347	270	Hacienda Toledo	Diego Rojas					59	3			S/U		No esta siendo uitlizado por el monmento, más aleante será para riego., antepozo 6.65 mt.	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
386	Chamonate	6980729	357281	270	Parcela 9	Raúl y Norma Porcile	65			18	14	4	5	R	Op.		No hay a quien preguntar detalles.	29484	9882	39366	Copiapó-Piedra Colgada
387	Chamonate	6980600	357668	270		Ex complejo Candelaria			15		10				S/U		Pozo no utilizado ni habilitado	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
388		6979229	356542	270	Hacienda Toledo	Vasangel (pozo 3)	70		14		14	7	18	R	Op.		8 horas de agosto a marzo, 16 horas a la semana 2 veces a la semana en invierno	94348,8	64800	159148,8	Copiapó-Piedra Colgada
389		6979413	357989	280	Hacienda Toledo	Vasangel (pozo 2)	50		18		12	8	90	R	Op.	M-3-165	Bombea 8 horas	471744	474336	946080	Copiapó-Piedra Colgada
390		6978608	356644		Hacienda Toledo	Vasangel (pozo 1)	50		18		12	8	60	R	Op.		Todo el año 8 horas diarias, pozo esta en el camino de acceso al fundo. GPS no funciono	314496	316224	630720	Copiapó-Piedra Colgada

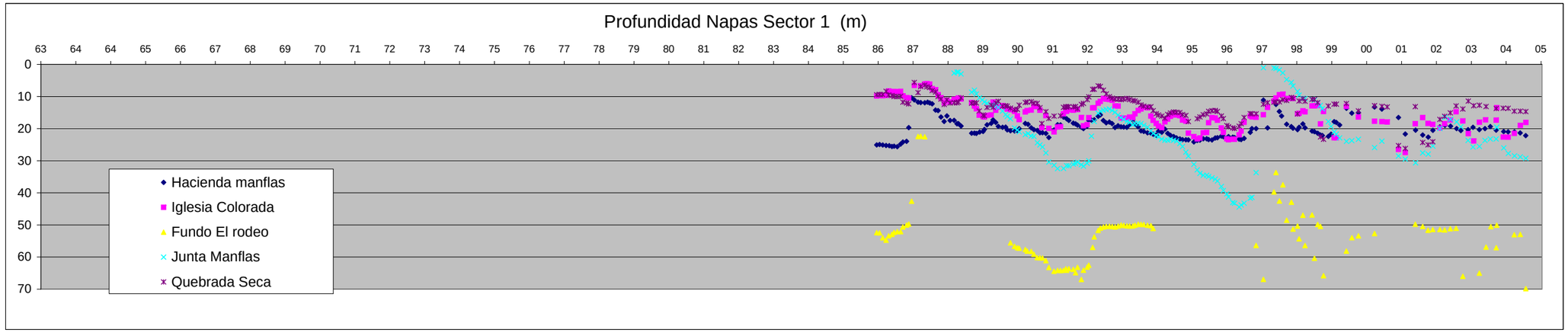
CATASTRO DE POZOS . DGA 2003

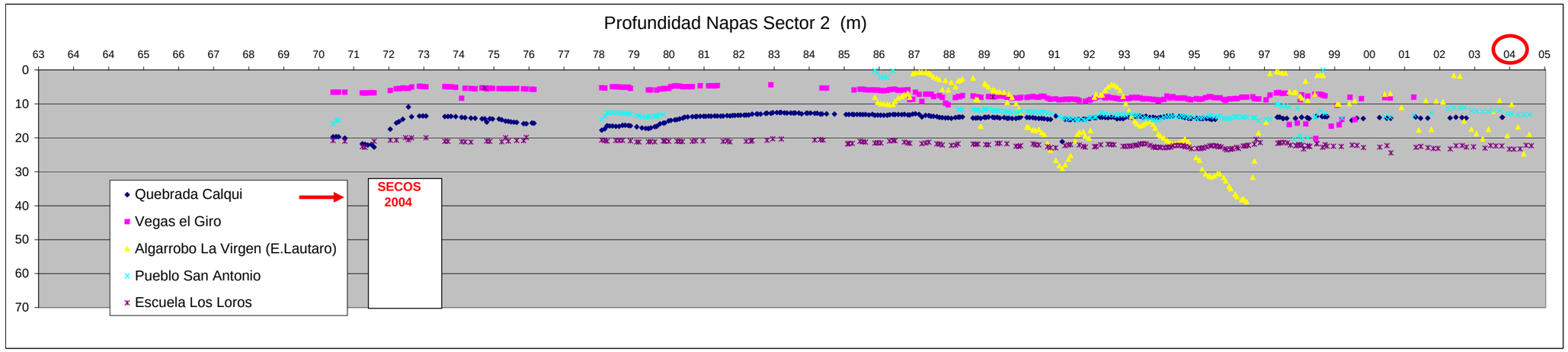
Pozo_n	Zona	Coord_Y	Coord_X	Altura	Predio	Propietario	Prof_Perfora	Prof_Habili	Nivel_esta	Nivel_dina	Diam_Pozo	Diam_Impuls	Caudal_L_s	Uso	ESTADO	EXPEDIENTE	OBSERVACIONES	m3_vera	m3_inv	m3_año	TRAMO
391	TIERRA AMARILLA	6959487	374325	477	CANCHA SAN JOSE	COMPAÑIA MINERA PUNTA DEL COBRE (POZO1)	50	50	-	38	10	6	15	MINERO	EN USO		16 HRS 30 DIAS/MES TODO EL AÑO; CONSTRUIDO ANTES DEL 95	157248	158112	315360	Malpaso-Copiapó
392	TIERRA AMARILLA	6959383	374311	478	CANCHA SAN JOSE	COMPAÑIA MINERA PUNTA DEL COBRE (POZO4)	65	65	34 - 35	34	8	6	20	MINERO	EN USO		16 HRS 30 DIAS/MES TODO EL AÑO;REEMPLAZA 283 LLEGA A LA ROCA; CONSTRUIDO AÑO 2002	0	0	0	Malpaso-Copiapó
393	TIERRA AMARILLA	6959206	375867	481	---	COMPAÑIA MINERA PUNTA DEL COBRE (POZO2 - POZO DEL RIO)	65		35		12	8	5	MINERO	SIN USO	VPC-0302-23	LLEGA A LA ROCA; UNIMATIC LO CONSTRUYÓ EN 1997; N.E. (15-05-2001) 32.8m	52416	52704	105120	Malpaso-Copiapó
394	TIERRA AMARILLA	6959300	375970	495		COMPAÑIA MINERA PUNTA DEL COBRE (POZO SOCAVON RAMPA)			35		12			SIN USO	SIN USO		SIN USO	0	0	0	Malpaso-Copiapó
395	TIERRA AMARILLA	6960850	374561	480,87	ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO S-2)	100	70	33		14	8	56	MINERO	EN USO	ND-III-169-170	S2-CANDELARIA; CONSTRUIDO 1989 SAACOL; N.E. DEL 03/01/2002; 22 HRS 30 DIAS/MES TODO EL AÑO; OBTENER COORDENADAS DEL EXPEDIENTE; OJO CANDELARIA EXPLOTA 352 L/S EN TOTAL APROX.	807206,4	737856	1545062,4	Malpaso-Copiapó
396	TIERRA AMARILLA	6960778	374408	480,88	ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO S-3)	100	70	33		14	8	57	MINERO	EN USO	ND-III-169-170	EXPLOTACION IDEM S-2; OBTENER COORDENADAS DEL EXPEDIENTE	821620,8	751032	1572652,8	Malpaso-Copiapó
397	TIERRA AMARILLA	6960778	374416	481	ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO S-4)	89	62	33		14	8	57	MINERO	EN USO	ND-III-169-170	EXPLOTACION IDEM S-2; OBTENER COORDENADAS DEL EXPEDIENTE	821620,8	788583,6	1610204,4	Malpaso-Copiapó
398	TIERRA AMARILLA	6960570	374657	481	ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO S-5)	100	70	33		14	8	68	MINERO	EN USO	ND-III-169-170	EXPLOTACION IDEM S-2; OBTENER COORDENADAS DEL EXPEDIENTE; FECHA CONSTRUCCION 1989	980179,2	940766,4	1920945,6	Malpaso-Copiapó
399	TIERRA AMARILLA	6960576	374469	481	ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO S-6)	80	56	33		14	8	68	MINERO	EN USO	ND-III-169-170	EXPLOTACION IDEM S-2; OBTENER COORDENADAS DEL EXPEDIENTE	980179,2	940766,4	1920945,6	Malpaso-Copiapó
400	TIERRA AMARILLA	6960650	374430		ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO C-34)	80	56	38	41	14	8	70	MINERO	EN USO		CONSTRUIDO POR SAACOL EN 1991; EXPLOTACION IDEM S-2 EXCEPTO EN INVIERNO Q SE DETIENE	1009008	317520	1326528	Malpaso-Copiapó
401	TIERRA AMARILLA	6960850	374500		ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO C-33)								SIN USO	SIN USO		SIN USO	0	0	0	Malpaso-Copiapó
402	TIERRA AMARILLA	6960700	374670		ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO C-04)								SIN USO	SIN USO	ND-III-233	SIN USO	0	0	0	Malpaso-Copiapó
403	TIERRA AMARILLA	6960573	374550		ALCAPARROSA	CANDELARIA (POZO C-13)								SIN USO	SIN USO		SIN USO	0	0	0	Malpaso-Copiapó
404	TIERRA AMARILLA	6959900	375590	508	SECTOR AGUAS ARRIBA ESTADIO	MINERA ATACAMA KOZAN (POZO EMERGENCIA)	100				12	4	90	MINERO	EN USO		POZO EMERGENCIA/RESERVA; CONSTRUIDO POR JUAN DIVIN 1996-1997; BOMBA A 45m	93312	93312	186624	Malpaso-Copiapó
405	TIERRA AMARILLA	6959206	375067	477	SECTOR ESTADIO MUNICIPAL PARQUE TIERRA AMARILLA	MUNICIPALIDAD TIERRA AMARILLA / MINERA SAN ESTEBAN	80			37	8	4	8	USO COMPARTIDO	EN USO	ND-0302-319	USO COMPARTIDO CON MINERA SAN ESTEBAN; CONTACTO MANUEL BARRAZA O MUNICIPIO TIERRA AMARILLA	46080	39168	85248	Malpaso-Copiapó
406	TIERRA AMARILLA	6959138	374244	491	SECTOR AGUAS ARRIBA ESTADIO	MINERA SAN ESTEBAN				41	12	4	10	MINERO	EN USO		POZO NUEVO CONSTRUIDO 2001;	41472	35640	77112	Malpaso-Copiapó
407	TIERRA AMARILLA	6962680	374838	448	FUNDO EL BUITRON	PLANTA ARIDOS EL BUITRON				36	12	2	1	INDUSTRIAL	EN USO		POZO ANTIGUO UBICADO VEREDA PONIENTE CARRETERA COSTADO RIO; IMPULSION PERMITE UNA PEQUEÑA EXPLOTACION; DUEÑO LO USA PARA REGAR JARDINES Y LLENAR ALGUNOS ESTANQUE	1296	1296	2592	Malpaso-Copiapó
408	TIERRA AMARILLA	6962304	375188	468	FUNDO EL BUITRON	PLANTE DE CEMENTOS Y PLACAS BUITRON (POZO P2)	60		31		14	4	5	ABANDONADO	SIN USO		POZO ANTIGUO UBICADO VEREDA ORIENTE CARRETERA	0	0	0	Malpaso-Copiapó
409	TIERRA AMARILLA	6962300	374900	445	FUNDO EL BUITRON	PLANTA DE CEMENTOS Y PLACAS BUITRON (POZO P9)	49		32				54	INDUSTRIAL	EN USO	VPC-0302-33	8 HRS 24 DIAS/MES 11 MESES DEL AÑO; COORDENADAS EXPEDIENTE; POZO MAS NUEVO DE TODOS LOS Q HAY EN EL FUNDO BUITRON; (BELINOP SFEIR) DUEÑA ORIGINAL.	223948,8	223948,8	447897,6	Malpaso-Copiapó
410	TIERRA AMARILLA	6962358	374563		FUNDO EL BUITRON	PLANTA DE CEMENTOS Y PLACAS BUIT	70							ABANDONAD	SIN USO		POZO ABANDONADO	0	0	0	Malpaso-Copiapó
411	TIERRA AMARILLA	6966657	374160	448	FUNDO SANTA ISABEL	M. VERGARA (ENTREVISTADO)			45				37	RIEGO	EN USO	M-3-164	POZO NUEVO (EX POZO 213); 500 MTS DESDE EL RIO COPIAPO; POZO UBICADO EN PARRONALES FRENTE A LA QBDA DE PAIPOTE; RIEGA 30 has PRODUCTIVAS; 7- 15 HRS DIA 15 DIAS/MES; TEMPORADA ABR - SEP; 20-22 HRS 25 DIAS/MES OCT - MAR	419580	131868	551448	Malpaso-Copiapó
412	TIERRA AMARILLA	6966129	374652	435	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO P1 C)			39		12	8	32	INDUSTRIAL	EN USO		7,4 HRS DIA TODO EL AÑO; ENAMI CONSUME DIARIAMENTE PARA PROCESO 57,8 L/S	155151,36	156003,84	311155,2	Malpaso-Copiapó
413	TIERRA AMARILLA	6965924	374775	439	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO 24 A ANTIGUO)				45	12	8	50	INDUSTRIA	EN USO	VPC-0302-26	3,6 HRS DIA TODO EL AÑO	117936	118584	236520	Malpaso-Copiapó
414	TIERRA AMARILLA	6965982	374848	444	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO 30 A)			39		12	8	70	INDUSTRIAL	EN USO	VPC-0302-27	7,5 HRS DIA TODO EL AÑO; CAUDALIMETRO 1.343.700 m3 ACUMULADOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN DEL CAUDALIMETRO EN EL POZO (VALOR APROXIMADO DE EXTRACCIÓN TOTAL DESDE EL ACUIFERO POR EL POZO)	343980	345870	689850	Malpaso-Copiapó
415	TIERRA AMARILLA	6965968	374895	445	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO 6)					12	6	35	ABANDONADO	SIN USO	M-3-35	POZO SELLADO; ABANDONADO DESDE 1995; ENAMI CONSUME 1000 M3/D AGUA POTABLE - 4000 M3/D USO INDUSTRIAL	550368	547344	1097712	Malpaso-Copiapó
416	TIERRA AMARILLA	6965996	374883	449	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO COP 23)					12			ABANDONAD	SIN USO		POZO DE OBSERVACIÓN	0	0	0	Malpaso-Copiapó
417	TIERRA AMARILLA	6966030	374938	451	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO COP 30)					10	6	35	ANDONAD	SIN USO		ABANDONADO DESDE 1998	362880	362880	725760	Malpaso-Copiapó
418	TIERRA AMARILLA	6965965	374973	442	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO 1; ANTIGUO POZO 2720 - 7010 C5)						6	35	ANDONAD	SIN USO	ND-III-285	ABANDONADO DESDE HACE 15-20 AÑOS	362880	362880	725760	Malpaso-Copiapó
419	TIERRA AMARILLA	6966275	374693	441	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO 2)					12	6	35	NDUSTRIA	EN USO	ND-III-285	9,2 HRS DIA TODO EL AÑO	210974,4	212133,6	423108	Malpaso-Copiapó
420	TIERRA AMARILLA	6966291	374686	441	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO 4)						6		ABANDONAD	SIN USO		ABANDONADO 20-25 AÑOS	0	0	0	Malpaso-Copiapó
421	TIERRA AMARILLA	6966742	374449	446	HACIENDA LA FLORIDA PAIPOTE	ENAMI (POZO ANTIGUO 1C)					12	6	35	ABANDONADO	SIN USO		ATERRADO; COSTADO FABRICA DE LADRILLOS; HACE 8 AÑOS ATRÁS DEJÓ DE FUNCIONAR; DIO COMO 5 LTS/S; SE ENCUENTRA A LA BAJADA DE QDA PAIPOTE AL COSTADO DEL AFLORAMIENTO ROCOSO DE LA QDA.	120960	110880	231840	Malpaso-Copiapó
422	TIERRA AMARILLA	6967225	373683	454	SECTOR LOS SAUCES	ENAMI (POZO COP 31 ORIGINAL - PLANTA M. A. MATTA)			47		12	6	35	ABANDONADO	SIN USO	M-3-112	ABANDONADO DESDE 1996, DABA 15 L/S CUANDO OPERABA; OJO PLANTA MATTA ENAMI USA 60 L/S DIARIO PARA PROCESO	362880	362880	725760	Malpaso-Copiapó
423	TIERRA AMARILLA	6967041	373544	454	SECTOR LOS SAUCES	ENAMI (COP 32 - PLANTA M. A. MATTA)	71				12	6	25	NDUSTRIA	EN USO	M-3-112		163800	164700	328500	Malpaso-Copiapó
424	TIERRA AMARILLA	6966922	373453	454	SECTOR LOS SAUCES	ENAMI (COP 31A - PLANTA M. A. MATTA)	70		43		12	6	60	NDUSTRIA	EN USO	M-3-112	20 HRS DIA; PRODUCE 60 L/S.	786240	790560	1576800	Malpaso-Copiapó
425	TIERRA AMARILLA	6966787	373381	467	SECTOR LOS SAUCES	ENAMI (POZO 33 PLANTA M. A. MATTA)	91		.		12	6	25	INDUSTRIAL	EN USO	M-3-112	OJO SE ENCUENTRA 2-3m EN VERTICAL MAS BAJO QUE EL POZO 31A PARA ESTIMAR NIVEL ESTATICO. POZOS 33 Y 32 ACTIVACIÓN LLENADO AUTOMATICO MEDIANTE FLOTADOR EN EL ESTANQUE	16380	16470	32850	Malpaso-Copiapó
426	QUEBRADA PAIPOTE	6973834	379290	575	QUEBRADA DE PAIPOTE; PREDIO INACESA	POZO ENAMI - INACESA	128					3	83	INDUSTRIAL	EN USO		POZOMETRO ALCANZÓ LOS 100m MÁXIMOS; 2-3 HRS DIA TODO EL MES TODO EL AÑO; CAUDALIMETRO INSTALADO EN 96-97 Y MIDE 2.163.018 M3; CHEQUEAR EXPLOTACION DADA DE 2500 M3/MES	163144,8	138942	302086,8	Malpaso-Copiapó
427	QUEBRADA PAIPOTE	6971616	377154	506	QUEBRADA DE PAIPOTE; PREDIO BIOCOBRE	BIOCOBRE (POZO SX - INTERIOR PLANTA)	100				12	6	60	INDUSTRIAL	EN USO		POZOMETRO ALCANZO LO 90 MTS Y NO MARCÓ. SOC PUNTA DEL COBRE JORGE SOTO SUPERINTENDENTE EST Y PROY RANCAGUA 200. COPIAPO (PAPA RODRIGO SOTO)	475200	429840	905040	Malpaso-Copiapó
428	QUEBRADA PAIPO	6971176	377018	505	QUEBRADA DE PAIPOTE; PREDIO BIOCO	BIOCOBRE (POZO ABANDONADO)			96		12	6	60	ANDONAD	SIN USO		SECTOR TERESITA	475200	475200	950400	Malpaso-Copiapó
429	TIERRA AMARILLA	6967473	373471	455	SECTOR PUNTA NEGRA - CRUCE PAIPO	BIOCOBRE (POZO PUNTA NEGRA)	65			45	12	6	60	NDUSTRIA	EN USO		ANTIGUO POZO 212	475200	429840	905040	Malpaso-Copiapó
430	SECTOR BAJO	6975262	341794	197	HACIENDA MARGARITA	POZO NUEVO	55		6		10	6	78				POZO NUEVO CONSTRUIDO 14/01/2002; SIN BOMBA	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
431	SECTOR BAJO	6975114	340905	189	EX HACIENDA MARGARITA	DANIEL YACK	42		4		10						POZO NUEVO CONSTRUIDO EL 16/01/2002 SIN BOMBA	0	0	0	Piedra Colgada-Angostura
432	SECTO R BODEGA	6979657	358788	281	HACIENDA TOLEDO	POZO COMUNERO PARC 28 IVAN RUIZ	50				14	6	8		EN USO		CERRADO, USO RIEGO JARDINES Y SUMINISTRO POTABLE PARA VILLA CANDELARIA; SEGÚN VASANGEL S.A. EL POZO LES PERTENECE.	105300	61560	166860	Copiapó-Piedra Colgada
433	SECTOR BAJO	6976476	362532	385	SECTOR BAJO	AGRICOLA VALLE DORADO (POZO 3)	80		40		12	10	75	RIEGO	EN USO		12 HRS DIA 24 DIAS MES EN OCT - MAR; 5 HRS DIA 16 DIAS MES ABR - SEP	466560	129600	596160	Copiapó-Piedra Colgada
434	SECTOR BAJO	6975657	362432	343	SECTOR BAJO	AGRICOLA VALLE DORADO (POZO OBSERVACION DGA)			39		12						POZO DE OBSERVACION DGA PERO LA AGRICOLA TIENE DERECHOS SOBRE EL.	0	0	0	Copiapó-Piedra Colgada
435	SECTOR BAJO	6974995	363530	350	SECTOR BAJO	AGRICOLA VALLE DORADO (POZO 2)	60			47	14	8	28	RIEGO	EN USO		CONSTRUIDO POR UNIMATIC EN EL 2000; RIEGA 20 has; 10 HRA DIA 25 DIAS MES DE OCT - MAR; 5 HRS DIA 15 DIAS MES DE ABR - SEP.	151200	45360	196560	Copiapó-Piedra Colgada
436	SECTOR BAJO	6975410	363383	352	SECTOR BAJO	AGRICOLA VALLE DORADO (POZO 1)	70				12	8	60	RIEGO	EN USO	M-III-95	RIEGA 100 has; 12 HRS DIA 25 DIAS MES DE OCT - MAR; 5 HRS DIA 15 DIAS MES ABR SEP; CONSTRUIDO EN 1985.	388800	97200	486000	Copiapó-Piedra Colgada

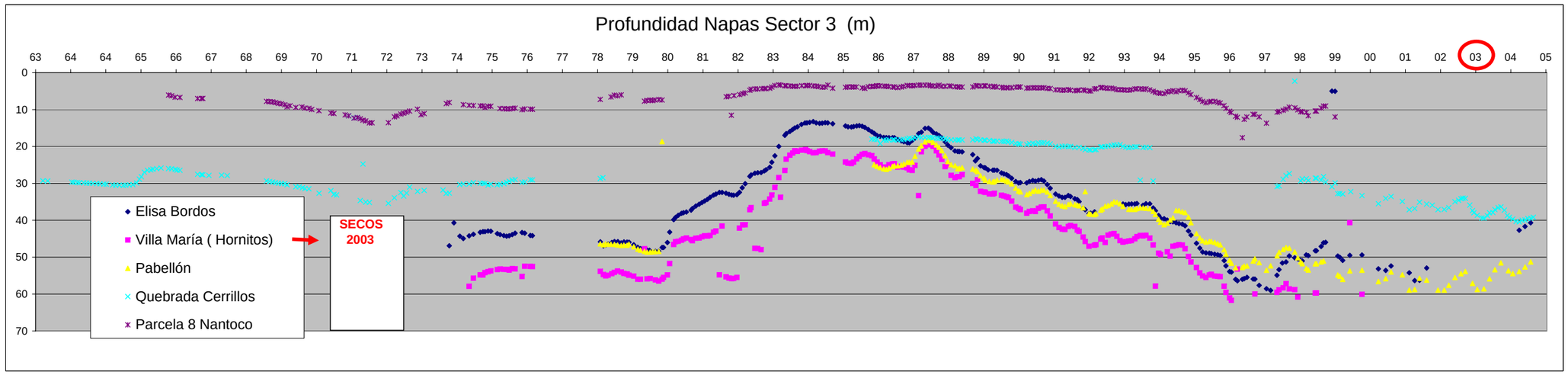
CATASTRO DE POZOS . DGA 2003

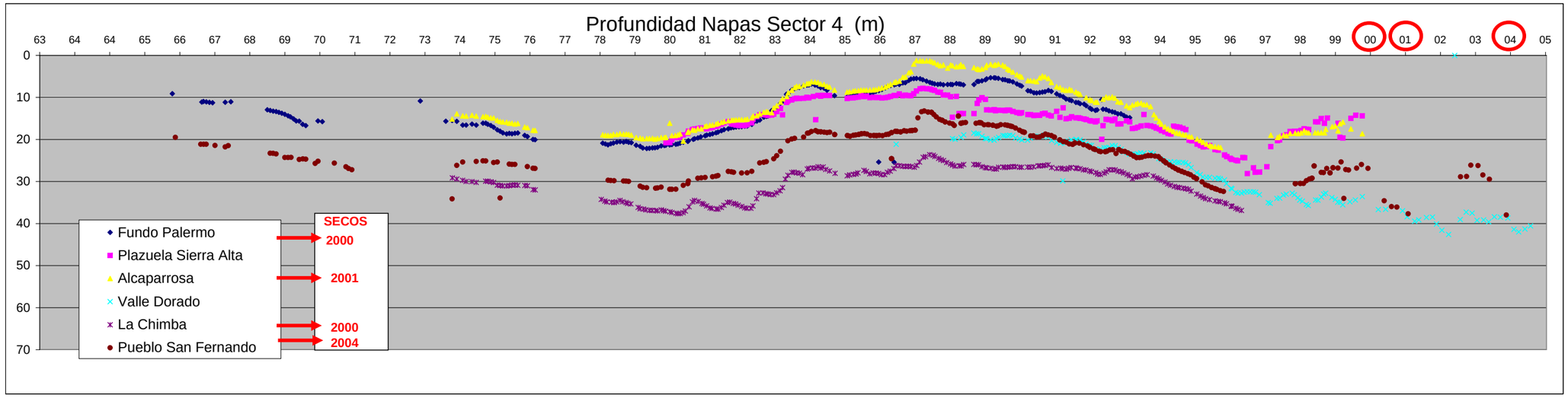
Pozo_n	Zona	Coord_Y	Coord_X	Altura	Predio	Propietario	Prof_Perfora	Prof_Habili	Nivel_esta	Nivel_dina	Diam_Pozo	Diam_Impuls	Caudal_L_s	Uso	ESTADO	EXPEDIENTE	OBSERVACIONES	m3_vera	m3_inv	m3_año	TRAMO
437	SECTOR BAJO	6977095	361777	327	FUNDO BRAMADOR	UNIAGRI (POZO 2)	100		32		14	8	110	RIEGO	EN USO	M-III-141	RIEGA 84 has; 24 HRS DIA 30 DIAS MES DIC - FEB; 12 HRS DIA 30 DIAS MES MAR - NOV; CONSTRUIDO EN 1985	1292544	741312	2033856	Copiapó-Piedra Colgada
438	SECTOR BAJO	6976908	361676	325	FUNDO BRAMADOR	UNIAGRI (POZO 6)	100			34	14	8	110	RIEGO	EN USO		RIEGA 36 has; CONSTRUIDO EN 1998 POR TECNAGUA; 12 HRS DIA 30 DIAS MES ENE-MAR; 8 HRA DIA 20 DIAS MES ABR-DIC	617760	380160	997920	Copiapó-Piedra Colgada
439	SECTOR BAJO	6976966	361866	327	FUNDO BRAMADOR	UNIAGRI (POZO 3)	100		32		14	8	110	RIEGO	EN USO	M-III-141	RIEGA 32,2 has; 24 HRS DIA 30 DIAS MES DIC-FEB; 12 HRS DIA 20 DIAS MES MAR-NOV; REEMPLAZA POZO VIEJO	1140480	570240	1710720	Copiapó-Piedra Colgada
440	SECTOR BAJO	6976811	362084	332	FUNDO BRAMADOR	UNIAGRI (POZO 4)	100		33		14		110	RIEGO	SIN USO		NO OPERATIVO; BOMBA DESARMADA.	1140480	570240	1710720	Copiapó-Piedra Colgada
441	SECTOR BAJO	6977032	361975	327	FUNDO BRAMADOR	UNIAGRI (POZO 1)	100		32		12		80	RIEGO	SIN USO		EN 1999 SE SACÓ LA BOMBA PARA REPARACIONES; REGABA 50 has.	786240	61056	847296	Copiapó-Piedra Colgada
442	SECTOR BAJO	6977248	361593	332	FUNDO BRAMADOR	UNIAGRI (POZO 5)	100		30		14		100	RIEGO	SIN USO		EN 1998 SE SACÓ LA BOMBA PARA REPARACIONES; APOYABA RIEGO EN MAXIMA DEMANDA.	595440	55440	650880	Copiapó-Piedra Colgada

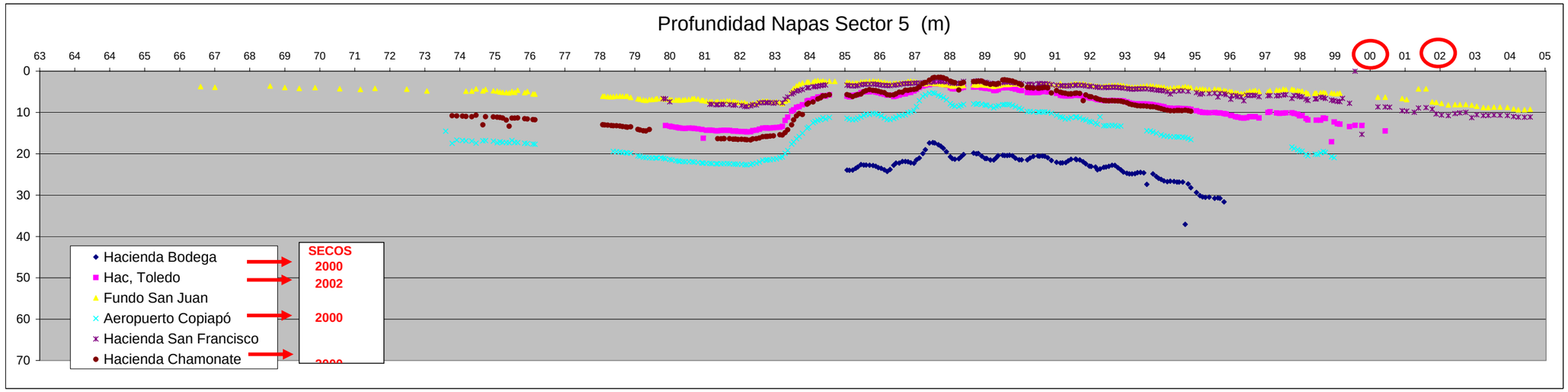
ANEXO 8.2
Gráficos **N**iveles Estáticos

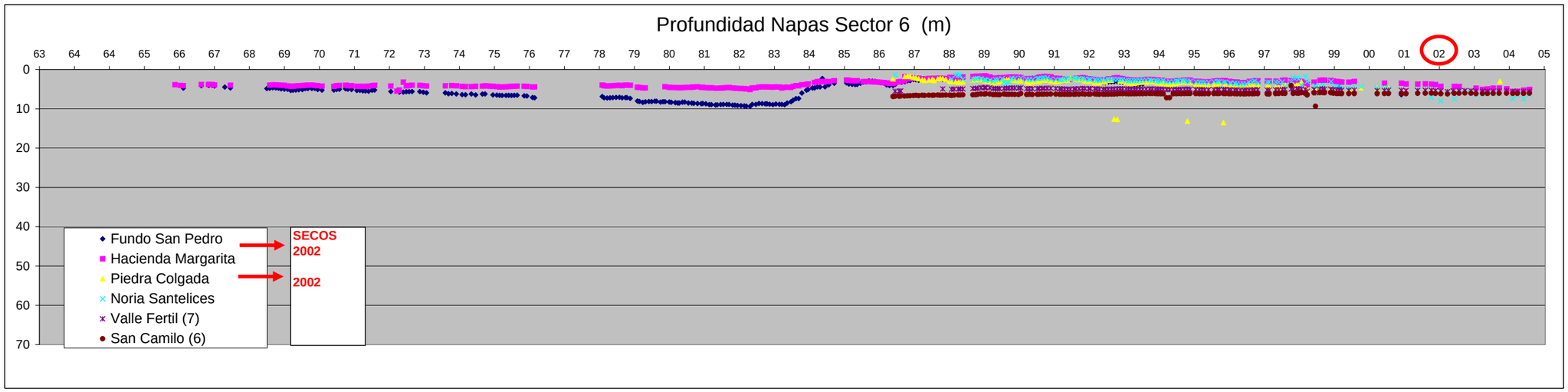

Profundidad Napas Sector 1 (m)
Hacienda manflas
Iglesia Colorada
Fundo El rodeo
Junta Manflas
Quebrada Seca


Profundidad Napas Sector 2 (m)
Quebrada Calqui
Vegas el Giro
Algarrobo La Virgen (E.Lautaro)
Pueblo San Antonio
Escuela Los Loros
SECOS
2004


Profundidad Napas Sector 3 (m)
Elisa Bordos
Villa María (Hornitos)
Pabellón
Quebrada Cerrillos
Parcela 8 Nantoco
SECOS
2003


Profundidad Napas Sector 4 (m)
Fundo Palermo
Plazuela Sierra Alta
Alcaparrosa
Valle Dorado
La Chimba
Pueblo San Fernando
SECOS
2000
2001
2000
2004


Profundidad Napas Sector 5 (m)
Hacienda Bodega
Hac, Toledo
Fundo San Juan
Aeropuerto Copiapó
Hacienda San Francisco
Hacienda Chamonate
SECOS
2000
2002
2000


Profundidad Napas Sector 6 (m)
Fundo San Pedro
Hacienda Margarita
Piedra Colgada
Noria Santelices
Valle Fertil (7)
San Camilo (6)
SECOS
2002
2002

ANEXO 9
Consumo de Agua en la Minería

ANEXO 9

Consumo de Agua en la Minería.

En este documento se aborda exclusivamente el consumo directo del agua en la minería del cobre (Lagos, 1997). Por su similitud, el análisis que sigue es aplicable a la minería del oro, plata, cinc, plomo, y niquel. No se considera el uso indirecto del agua, es decir el agua utilizada en producir energía, insumos o el transporte que requiere la minería (relaves).

En la minería del cobre el agua se utiliza fundamentalmente en (1) el proceso tradicional de concentración por **flotación**, seguido de fusión y electrorefinación, o (2) en el proceso hidrometalúrgico el que consta de **lixiviación** - extracción por solventes - electroobtención.

1- Consumo humano en campamentos

El agua de consumo humano es para bebida, cocción, lavado, riego, y baños. Los datos disponibles indican que esta cantidad varía entre 130 y 200 litros por día por persona (Bechtel Chile, 1997). Esta cantidad representa usualmente menos de 1.5% por ciento del agua consumida en una empresa minera. Este porcentaje varía bastante debido al diferente ámbito de actividades de las diversas empresas mineras. En empresas de gran dimensión, el consumo es usualmente más cercano o inferior a 1%.

2- Consumo en la Mina

El uso principal de agua en las minas de cielo abierto es en el riego de caminos con objeto de reducir el polvo en suspensión. Se trata, por ende, de consumo pues finalmente se evapora. En la minería subterránea, el consumo del agua es reducido y el problema consiste generalmente, al igual que en la minería de cielo abierto, en extraer el agua natural que se aposa en el fondo de los piques, la que puede provenir de lluvias o de afloramientos de las napas subterráneas. Las cifras disponibles para minas recientemente inauguradas es de 5.4 a 5.8 m3/ton de cobre fino producido (Lefort, 1996).

Esta cifra es bastante más variable que lo indicado anteriormente ya que hay muchos factores que influyen en el abatimiento del polvo: superficies expuestas, morfología del terreno, precipitaciones anuales, vegetación natural, etc. Cifras disponibles indican que el agua utilizada en riego de caminos puede variar entre cero y el 15% del consumo total de agua de una faena minera. El consumo de 5.4 y 5.8 m3 por tonelada indicado más arriba corresponde aproximadamente a un 3% del consumo total por tonelada de cobre producida, considerando que la planta llega a producir cobre catódico.

3- Proceso Tradicional de Tratamiento: Concentración – Fusión – Electrorefinación

Las figuras 1 y 2 muestran la distribución del consumo en el proceso de concentración, fusión y electrorefinación, para el caso de consumo mínimo y máximo en Chile (Lagos, 1997).

Es importante notar que los gráficos han sido elaborados para el caso de un mineral de 1.62% de ley. Minerales con menor ley tienen un consumo prorpocional mayor. Este es el caso de la mayor parte de los yacimientos del país.

Figura 1: Uso mínimo de agua en proceso tradicional

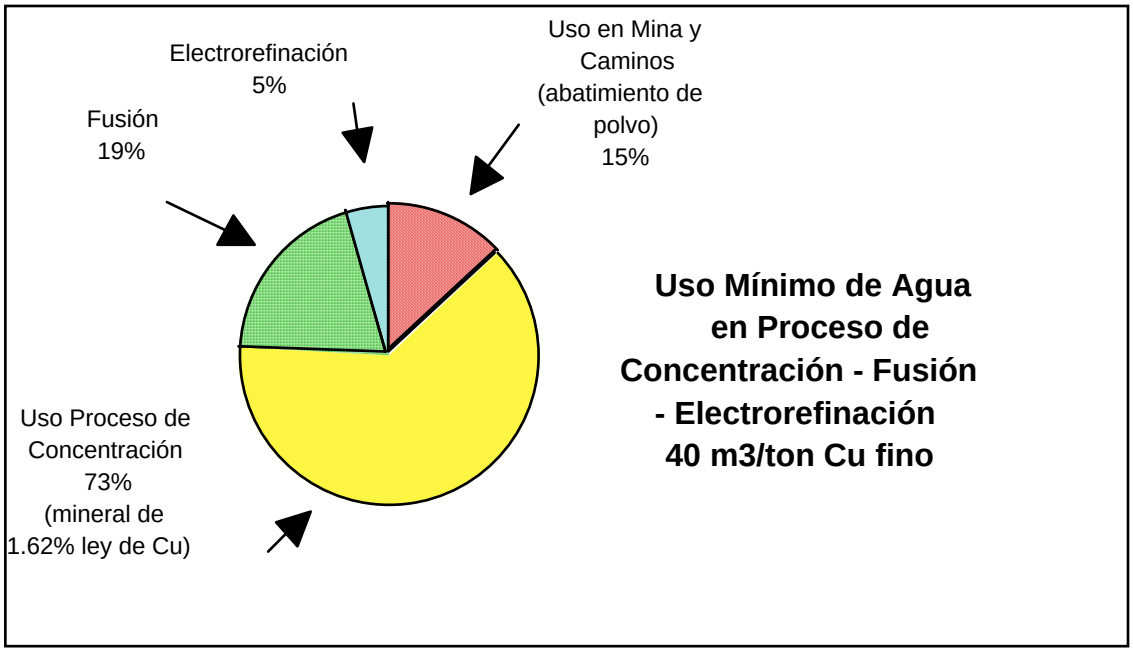
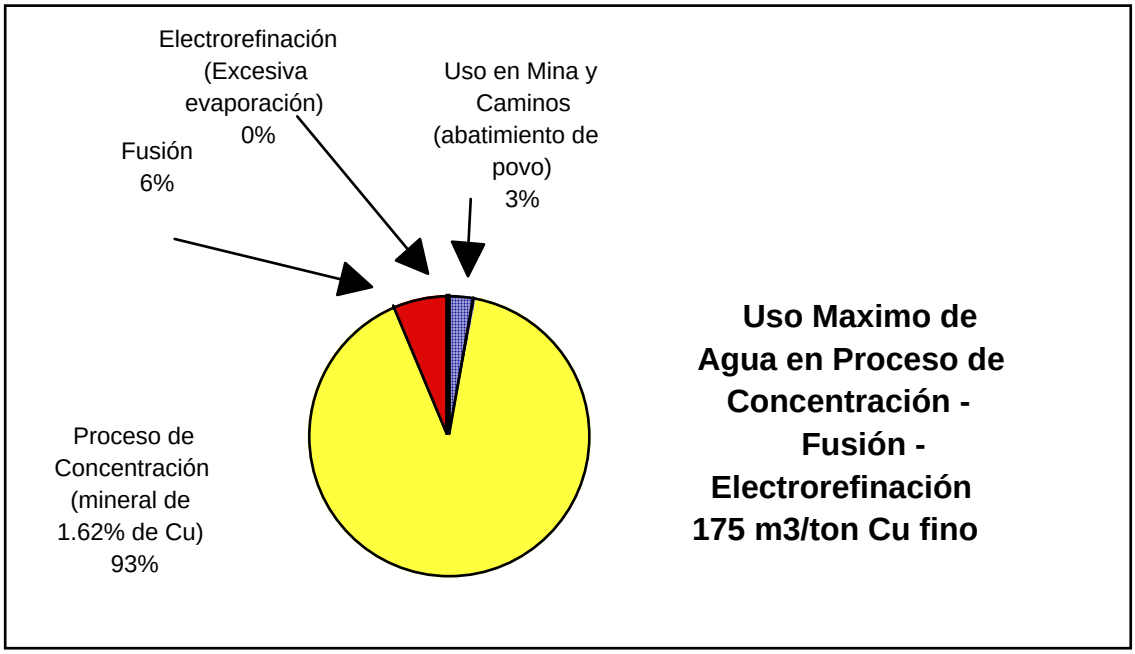


Figura 2: Uso máximo de agua en proceso tradicional

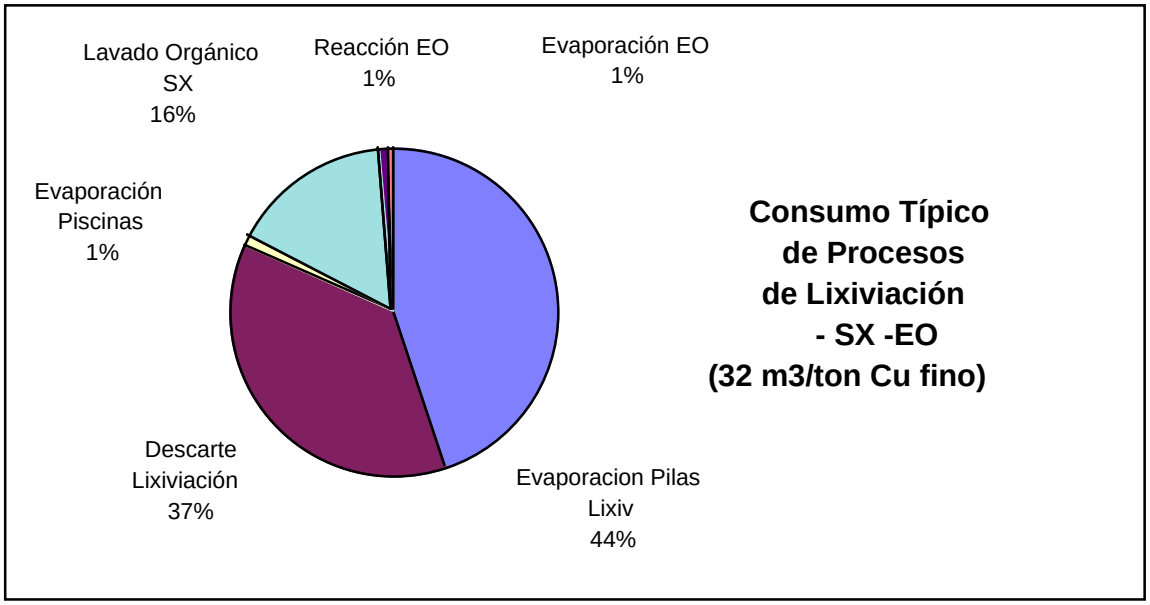


4- Proceso Hidrometalúrgico

El proceso de lixiviación - extracción por solventes - electroobtención se utiliza desde la década de los 60 para la recuperación de cobre a partir de minerales oxidados de cobre, y desde la década de los 80 para la recuperación de algunos sulfuros secundarios, principalmente la calcosina. Durante los 90, este proceso se ha aplicado en un creciente número de minas debido a su bajo costo de operación, comparado con el proceso tradicional.

Los factores más variables en cuanto a consumo son la evaporación en las pilas, el descarte de soluciones (el que depende entre otras factores de la cinética de disolución del mineral) y el lavado de orgánico (Figura 3).

Figura 3: Consumo típico de un proceso de Lixiviación – SX -EW



Respecto a la variabilidad, se infiere que ésta puede ser desde un 10 a 20% inferior en el caso de algunas plantas nuevas ubicadas en zonas de baja evaporación y cuando se tratan minerales que tienen un bajo consumo de agua, hasta un 50% más para procesos que son más antiguos, ubicados en zonas de mayor calor y que tienen minerales que consumen más agua en el proceso de lixiviación.

5- Variabilidad del Consumo de Agua en la Minería

Considerando los diversos consumos de agua en la minería, dicho consumo puede encontrarse en el rango de 26 m^3/ton. de cobre catódico producido para aquellas minas que utilizan poca agua en el riego de caminos y que tienen un proceso moderno de tratamiento de minerales mediante lixiviación – extracción por solventes – electro obtención, y 180 m^3/ ton. de cobre catódico producido para aquellas faenas que usan mucha agua en el riego de caminos y que tienen un proceso ineficiente de recuperación de agua en los procesos de concentración – fusión – electrorefinación.

ANEXO 10
Nuevas Fuentes de Producción de Agua

ANEXO 10

EJEMPLO DE PLANTAS DESALADORAS EN CHILE, ISRAEL Y ESPAÑA.

1 Experiencia Nacional

Desde 2003 se encuentra funcionando en Chile la Planta Desaladora de Antofagasta, convirtiendo a esta ciudad en la primera de Latinoamérica que utiliza el mar como fuente de abastecimiento de agua potable. La planta se encuentra ubicada en la II Región de Antofagasta, en la zona denominada caleta La Chimba.

Esta instalación requirió de una inversión de 54 Millones de US$ y el costo de producción de un metro cúbico es 700 pesos. El proyecto base contempla una producción de 150 l/s (4.7 Mm^3/año).

Las principales características de esta planta se resumen a continuación:

Tabla 1: Características Planta Desaladora de Antofagasta

Inversión Total	Superficie Total (Hás)	Costo aprox. m^3	Capacidad					Requerimiento (Kwh/m^3)		
			Fase	l/s	m^3/día	m^3/mes	m^3/año	Impulsión del Agua de Mar	Desalación	Elevación a los estanques de distribución
54 MUS$	4,15	$ 700	Proyecto Base	150	13.000	394.200	4.730.400	0,55	3,85	0,96
			Ampliación 1	300	26.000	788.400	9.460.800	0,55	3,77	0,98
			Ampliación 2	450	39.000	1.182.600	14.191.200	0,55	3,74	0,98
			Ampliación 3	600	52.000	1.576.800	18.921.600	0,55	3,73	0,98

Fuente : ESSAN

2 Experiencia Internacional

- Israel:

Actualmente la planta desalinizadora más grande del mundo que funciona con tecnología de ósmosis inversa se encuentra ubicada en Israel, a unos 80 kilómetros al sur de la ciudad de Tel Aviv, muy cerca de la ciudad de Ashkelon (Foto 1). El agua es extraída del Mediterráneo y es ingresada a una planta de 7 ha de extensión.

Esta obra fue construida por la firma IDE (Israel Desalination Ingeneering), con un contrato de tipo BOT (build-operate-transfer), por el cual el consorcio estuvo a cargo del diseño, construcción y financiamiento de la obra. La empresa constructora mantiene un contrato con el estado de Israel como proveedora del servicio de desalinización por un período de 25 años, durante el cual cobrará por cada metro cúbico suministrado, recuperando los gastos de inversión y obteniendo ganancias. Las principales características de esta planta se detallan a continuación:

Tabla 2: Características Planta desaladora de Ashkelon

Capacidad	Costo Planta	Costo aprox. m^3	Distancia entre planta y consumidores
300.000 m^3/d 109 Mm^3/año	250 MUS$	0,53 US$	80 Km

Fuentes : http://letras-uruguay.espaciolatino.com/jerozolimski/desalinizadora.htm ,
http://www.water-technology.ne
http://espectador.com/nota.php?idNota=54239

Foto 1: Planta desaladora de Ashkelon

- España:

En España existe una capacidad instalada 1.540.000 m^3/día (562 Mm^3/año) de las cuales un 49 % destila agua de mar y un 51 % destila agua salobre. La cantidad total de desaladoras funcionando en España es superior a 900, de las cuales más de 100 son desaladoras de agua de mar [1].

Tabla 3: Principales plantas desaladoras construidas en España

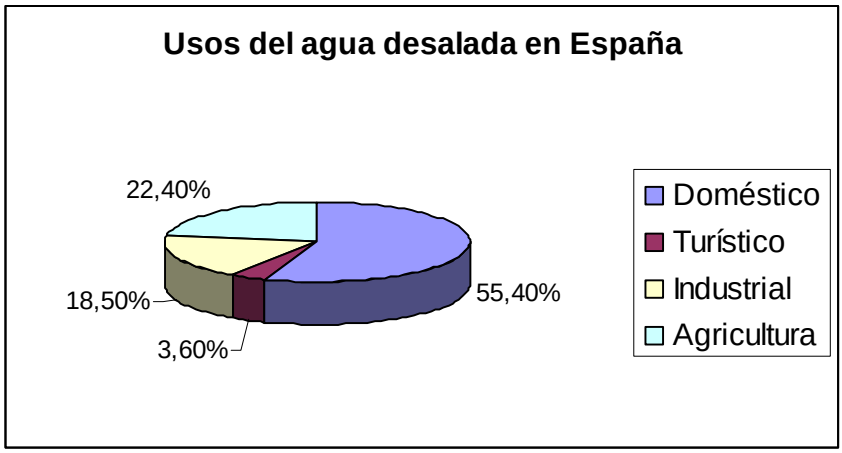
Localidad	Producción
Ceuta	20.000 m^3/día
Costa del Sol	65.000 m^3/día
Almería	50.000 m^3/día
Carboneras	120.000 m^3/día
Cartagena	65.000 m^3/día
Alicante	50.000 m^3/día
Toedera	35.000 m^3/día
Bahía de Palma	70.000 m^3/día

Fuente: http://www.carm.es/cma/dgmn/enlacpub/publicaciones/publperi/ecos/pdf/ecos8.pdf

El agua desalada es utilizada en primer lugar para el consumo doméstico (55,4%) siguiéndole el uso agrícola (22,4%) (Figura 1).

[1] http://www.aedyr.com/desaladoras.htm

Figura 1: Usos del agua desalada en España.



Fuente: http://www.aedyr.com/

El costo del agua desalada en España ha evolucionado desde los años 90, en que se encontraba en 1 euro/m^3, hasta alcanzar los 0,5 euros /m^3 en al año 2000, manteniéndose los costos desde entonces. En general, en los últimos años ha habido una tendencia a la disminución del consumo energético que ha sido compensada con el encarecimiento de los precios de la energía.

Por su gran capacidad de producción, destaca la planta desaladora Carboneras (Foto 2-3), con una producción de 120.000 m^3/día (43 Mm^3/año) y una inversión aproximada de 180 millones de euros.

Foto 2: Planta desaladora Carboneras

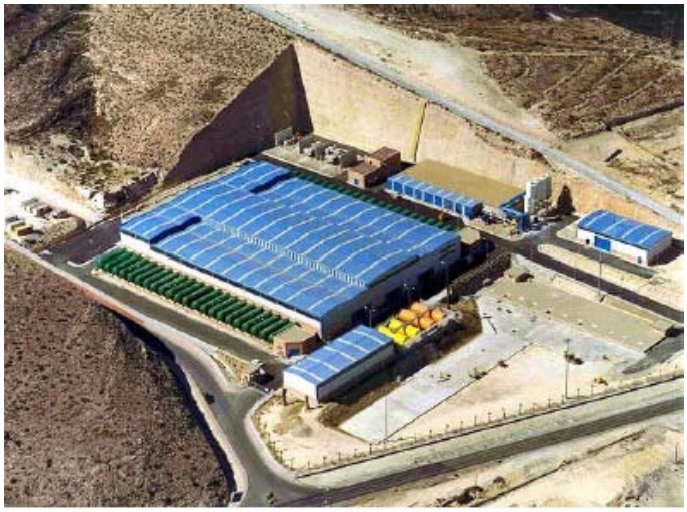


Foto 3: Vista del tramo terrestre de las tuberías de captación de la desaladora de Carboneras.

Las principales características de la desaladora de Carboneras se detallan a continuación (Figura 2).

Figura 2: Características desaladora de Carboneras

Proceso de desalación	Ósmosis Inversa
Producción de agua desalada	120.000 m^3/día
Salinidad del agua de mar	39.300 mg/l
Conversión de trabajo	45%
Número de líneas de producción	12
Número de etapas por línea	1
Configuración de las membranas	Espiral
Material de las membranas	P.A. con entrecruzamientos
Número de membranas	13.776
Presión máxima a la entrada	69 bar
Consumo específico de energía incluyendo bombeo al exterior.....	4,25 kWh/m^3
Destino del agua desalada	Riego de invernaderos
Evacuación de la salmuera	Al mar, mezclada con el agua de refrigeración de la C.T.

Fuente: http://www.eic.es/comissions/comissio_mediambient/ponencies/01%20FARINAS.pdf

ANEXO 11
Contenidos del Sistema de Información Geográfico

ANEXO 11

COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO. JULIO 2006

NUMERO	TIPO	DIRECTORIO	TAMAÑO (Bytes)	NOMBRE	SISTEMA	HUSO	PROYECCION	TEMA	FUENTE ORIGINAL	AUTOR_CAPA	AÑO_ELABORACION	FECHA_ ADQUISICION	FORMA_ADQUISICION	PROPIETARIO
1	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\S-19-25_2000	236	fondo negro.shp	WGS84	19	UTM	FONDO IMÁGENES	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
2	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B21_Curvas	63.810.436	B21_Curvas100_Copiapo_SRTM_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CURVAS DE NIVEL	SRTM	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
3	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B21_Curvas	87.586.852	B21_curvas100_III_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CURVAS DE NIVEL	SRTM	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
4	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B21_Curvas	48.197.052	B21_curvas200_III_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CURVAS DE NIVEL	SRTM	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
5	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B21_Curvas	255.461.276	B21_Curvas25_Copiapo_SRTM_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CURVAS DE NIVEL	SRTM	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
6	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B21_Curvas	1.720.452	B21_Curvas50_Sernag_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CURVAS DE NIVEL	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
7	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B21_Curvas	21.628	B21_Toponimia50_Cotas_Sernag_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CURVAS DE NIVEL	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
8	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	24.640	B31_copiapo_igm_serna_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	IGM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN - IGM	CORPROA
9	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	8.900	B31_jorquera_igm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	IGM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
10	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	10.436	B31_manflas_igm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	IGM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
11	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	7.164	B31_pulido_igm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	IGM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
12	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	40.368	B31_rio_Copiapo_Pol_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	IGM	GOLDER	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
13	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	3.676	B31_lagos_III_UFRO_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
14	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	91.132	B31_quebradas_III_UFRO_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
15	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	28.972	B31_rios_III_UFRO_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
16	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B31_Rios	11.232	B31_salares_III_UFRO_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	RIOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
17	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	6.796	B32_cuenca_carrizalillo_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
18	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	15.932	B32_Cuenca_Copiapo_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	IGM	CNR	2006	2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
19	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	9.356	B32_cuenca_copiapo_lautaro.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
20	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	12.524	B32_cuenca_copiapo_paipote.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
21	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	29.340	B32_cuenca_copiapo_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
22	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	29.340	b32_cuenca_copiapo_srtm_wgs84_negativas.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
23	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	14.892	B32_cuenca_jorquera_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
24	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	5.724	B32_cuenca_manflas_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
25	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	14.892	B32_cuenca_paipote_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
26	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	8.460	B32_cuenca_pulido_srtm_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	SRTM	GOLDER	2006	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
27	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B32_Cuencas	299.064	B32_Div_cuencas_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CUENCAS	IGM	CNR	2006	2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
28	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B33_Redes_Drenaje	174.696	B33_Red_Drenaje_III_Esri_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RED DE DRENAJE	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
29	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B33_Redes_Drenaje	731.012	B33_Red_Hidrica_Lin_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RED DE DRENAJE	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
30	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B33_Redes_Drenaje	174.696	Copia_de_B33_Red_Drenaje_III_Esri_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RED DE DRENAJE	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
31	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B3_Hidro\B33_Redes_Drenaje	731.012	Copia_de_B33_Red_Drenaje_III_Esri_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	RED DE DRENAJE	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
32	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B4_Caminos	148.836	B4_Carreteras_Chile_BID_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CAMINOS	BID	GOLDER	2005	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
33	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B4_Caminos	119.436	B4_Red_Ferrea_Chile_Esri_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CAMINOS	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
34	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B4_Caminos	3.568.256	B4_Red_Vial_Chile_Esri_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CAMINOS	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
35	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B4_Caminos	72.412	B4_Red_Vial_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CAMINOS	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
36	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B4_Caminos	81.732	B4_Red_Vial_III_UFRO_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CAMINOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
37	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B4_Caminos	11.236	B4_Vias_Ferreas_III_UFRO_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CAMINOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
38	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B5_Poblaciones	1.752	B5_Asentamientos_III_Esri_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	POBLACIONES	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
39	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B5_Poblaciones	5.660	B5_ciudades_copiapo_serna_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	POBLACIONES	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
40	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B5_Poblaciones	980	B5_ciudades_UFRO_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	POBLACIONES	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
41	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B5_Poblaciones	1.696	B5_Pueblos_UFRO_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	POBLACIONES	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
42	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B6_Usos	31.678.724	B6_comunidades_III_sinia_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	USOS DEL SUELO	SINIA	SINIA	2002	2006	BAJADA DE INTERNET DE SINIA	CORPROA
43	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B6_Usos	796.756	B6_Uso_suelo_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	USOS DEL SUELO	CNR	CNR	2006	2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
44	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B6_Usos	3.611.252	B6_uso_suelo_sinia_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	USOS DEL SUELO	SINIA	SINIA	2002	2006	BAJADA DE INTERNET DESDE EL SINIA	CORPROA
45	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B71_Areas_Protegidas	69.752	B71_snaspe_III_sinia_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	AREAS PROTEGIDAS	SINIA	SINIA	2002	2006	BAJADA DE INTERNET DESDE EL SINIA	CORPROA
46	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B72_Limites_Administrativos	284	Argentina.shp	WGS84	19	UTM	LIITE INTERNACIONAL	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
47	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B72_Limites_Administrativos	46.292	B7_Comunas_UFRO_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	LIMITES ADMINISTRATIVOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
48	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B72_Limites_Administrativos	116.612	B7_Limites_Regionales_Chile_Esri_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	LIMITES ADMINISTRATIVOS	ESRI	ESRI	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
49	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B72_Limites_Administrativos	19.684	B7_Limite_III_UFRO_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	LIMITES ADMINISTRATIVOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
50	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B72_Limites_Administrativos	280.380	B7_Limite_III_250000_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	LIMITES ADMINISTRATIVOS	IGM	IGM	1997	2006	ADQUISICION DE LICENCIAS DE ESRI	CORPROA
51	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B72_Limites_Administrativos	29.204	B7_provincias_UFRO_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	LIMITES ADMINISTRATIVOS	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
52	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B72_Limites_Administrativos	468	oceano.shp	WGS84	19	UTM	AUXILIAR	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
53	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B7_Limites\B73_Limites_Bibliografia	4.332	B73_MAPA_SERNAGEOMIN_1999_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	AUXILIAR	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
54	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	725.852	cal_2d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
55	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	725.852	cal_3d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
56	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	3.556	cal_bdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
57	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	324	cal_cup.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
58	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	444	cal_cuy.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
59	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	59.124	cal_drl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
60	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	26.968	cal_dry.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
61	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	1.556	cal_el.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
62	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	1.556	cal_el3.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
63	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	1.640	cal_inp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
64	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	9.460	cal_pyl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
65	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	1.852	cal_pyy.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
66	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	51.788	cal_rdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
67	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	436	cal_rdp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
68	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	3.524	cal_rrl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
69	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	128	cal_rrp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
70	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Caldera	6.100.388	cal_tx.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
71	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	3.303.660	cop_2d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
72	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	3.303.660	cop_3d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
73	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	128	cop_ael.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
74	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	22.084	cop_bdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
75	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	744	cop_cup.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
76	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	1.412	cop_cuy.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
77	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	144.484	cop_drl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
78	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	6.704	cop_dry.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
79	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	3.740	cop_el.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
80	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	3.768	cop_el3.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
81	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	2.816	cop_inp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA

ANEXO 11

COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO. JULIO 2006

NUMERO	TIPO	DIRECTORIO	TAMAÑO (Bytes)	NOMBRE	SISTEMA	HUSO	PROYECCION	TEMA	FUENTE ORIGINAL	AUTOR_CAPA	AÑO_ELABORACION	FECHA_ ADQUISICION	FORMA_ADQUISICION	PROPIETARIO
82	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	99.868	cop_pyy.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
83	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	143.356	cop_rdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
84	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	1.248	cop_rdp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
85	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	4.084	cop_rrl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
86	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Copiapo	12.590.388	cop_tx.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1995	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
87	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	3.926.124	sal_2d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
88	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	3.926.124	sal_3d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
89	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	184	sal_aep.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
90	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	21.492	sal_bdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
91	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	464	sal_cup.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
92	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	1.204	sal_cuy.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
93	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	213.884	sal_drl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
94	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	28.092	sal_dry.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
95	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	4.944	sal_el.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
96	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	4.944	sal_el3.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
97	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	3.684	sal_inp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
98	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	161.668	sal_pyy.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
99	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	178.884	sal_rdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
100	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	1.024	sal_rdp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
101	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	7.436	sal_rrl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
102	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Salvador	14.253.444	sal_tx.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1985	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
103	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	2.356.684	tra_2d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
104	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	2.356.684	tra_3d.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
105	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	32.820	tra_bdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
106	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	352	tra_cup.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
107	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	603.140	tra_drl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
108	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	5.556	tra_dry.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
109	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	3.152	tra_el.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
110	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	3.152	tra_el3.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
111	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	2.704	tra_inp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
112	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	288.912	tra_pyy.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
113	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	135.924	tra_rdl.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
114	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	240	tra_rdp.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
115	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\El_Transito	10.412.028	tra_tx.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	IGM	1986	2006	ADQUISICION A IGM	CORPROA
116	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h19	10.312.020	3d_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
117	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h20	79.652	bdl_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
118	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h21	1.584	cup_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
119	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h22	2.860	cuy_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
120	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h23	1.020.332	drl_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
121	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h24	67.020	dry_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
122	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h25	873.884	mosaico_l.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
123	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h26	1.187.992	mosaico_y.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
124	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h27	509.652	rdl_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
125	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h28	14.844	rrl_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
126	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_psad56_h29	43.355.948	tx_psad56_h19.shp	PSAD56	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
127	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h19	10.312.020	B8_3d_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
128	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h20	184	B8_Aeropuertos_IGM_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
129	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h21	79.652	B8_bdl_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
130	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h22	128	B8_cop_ael_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
131	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h23	1.584	B8_cup_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
132	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h24	2.860	B8_cuy_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
133	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h25	1.020.332	B8_drl_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
134	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h26	873.884	B8_drl_wgs84_nuevo.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
135	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h27	61.564	B8_dry_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
136	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h28	1.123.440	B8_dry_wgs84_nuevo.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
137	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h29	509.652	B8_rdl_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
138	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h30	14.844	B8_rrl_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
139	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B8_IGM\1_250000\Union_wgs84_h31	43.355.948	B8_tx_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CARTA IGM	IGM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
140	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B9_Toponimia	4.924	B9_Lugares_Copiapo_SERNAGEOMIN_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	TOPONIMIA	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
141	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B9_Toponimia	2.572	B9_Morfologia_Copiapo_SERNAGEOMIN_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	TOPONIMIA	IGM	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
142	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	197.404	cop_camino.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
143	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	4.356	cop_cota.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
144	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	2.851.884	cop_curvas.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
145	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	199.836	cop_dren.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
146	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	14.716	cop_textos.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
147	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	780	igm_50.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
148	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	197.404	cop_camino.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
149	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	4.356	cop_cota.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
150	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	2.851.884	cop_curvas.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
151	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	199.836	cop_dren.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
152	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Anglo	14.716	cop_textos.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
153	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CCMC\c-111	1.470.668	c111_3d_polyline.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENVIO DE TERCEROS	CORPROA
154	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CCMC\c-111	2.144.492	c112_3d_polyline.shp	DESCONOCIDO	DESCONOCII	DESCONOCIDO	CARTA IGM	IGM	ANGLO		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
155	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	41.236	acuiferos.shp	PSAD56	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
156	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	346.544	agroclima.shp	PSAD56	19	UTM	CLIMA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
157	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	16.996	areasrestriccion.shp	PSAD56	19	UTM	RESTRICCIONES	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
158	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	1.808	bocatomas.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
159	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	352	calidadagua.shp	PSAD56	19	UTM	CALIDAD AGUA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
160	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	51.828	canales.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
161	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	1.702.632	classuelo.shp	PSAD56	19	UTM	CLASES SUELO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
162	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	299.064	cuencas.shp	PSAD56	19	UTM	HIDROLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA

ANEXO 11

COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO. JULIO 2006

NUMERO	TIPO	DIRECTORIO	TAMAÑO (Bytes)	NOMBRE	SISTEMA	HUSO	PROYECCION	TEMA	FUENTE ORIGINAL	AUTOR_CAPA	AÑO_ELABORACION	FECHA_ ADQUISICION	FORMA_ADQUISICION	PROPIETARIO
163	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	964	embalsesgrandes.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
164	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	744	embalsespeq.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
165	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	6.960	estacionesfluvio.shp	PSAD56	19	UTM	HIDROLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
166	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	128	estacionfluvio.shp	PSAD56	19	UTM	HIDROLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
167	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	1.444	lproyectosey18450.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
168	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	6.960	pozosotros.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
169	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	6.960	pozosriego.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
170	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	6.960	pozosriego_tabla.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
171	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	8.948	singularidades.shp	PSAD56	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
172	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\PSAD56	796.756	usossueloconaf.shp	PSAD56	19	UTM	USOS SUELO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
173	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	41.236	acuiferos.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
174	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	346.544	agroclima.shp	WGS84	19	UTM	CLIMA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
175	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	16.996	areasrestriccion.shp	WGS84	19	UTM	RESTRICCIONES	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
176	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	1.808	bocatomas.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
177	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	352	calidadagua.shp	WGS84	19	UTM	CALIDAD AGUA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
178	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	51.828	canales.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
179	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	1.702.632	classuelo.shp	WGS84	19	UTM	CLASES SUELO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
180	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	299.064	cuencas.shp	WGS84	19	UTM	HIDROLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
181	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	964	embalsesgrandes.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
182	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	744	embalsespeq.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
183	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	6.960	estacionesfluvio.shp	WGS84	19	UTM	HIDROLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
184	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	1.444	lproyectosey18450.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
185	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	6.960	pozosotros.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
186	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	6.960	pozosriego.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
187	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	6.960	pozosriego_tabla.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
188	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	8.948	singularidades.shp	WGS84	19	UTM	INFRA. RIEGO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
189	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\CNR\WGS84_Huso19	796.756	usossueloconaf.shp	WGS84	19	UTM	USOS SUELO	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
190	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	4.332	MD_MAPAS.shp	SAD69	19	UTM	AUXILIAR	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
191	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	1.605.436	RH_CONTACTOS.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
192	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	492	RH_DIR_FLUJ.shp	SAD69	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
193	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	37.540	RH_FALLAS_A.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
194	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	47.684	RH_ISOPIEZA.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
195	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	8.316	RH_ISO_CON.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
196	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	5.836	RH_PLIEGUE_A.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
197	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	9.928	RH_POZOS.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
198	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	2.897.584	RH_UNIDAD_HID.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
199	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	126.188	RH_VULNERAB.shp	SAD69	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
200	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	5.660	TO_CIUDADES.shp	SAD69	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
201	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	21.628	TO_COTAS.shp	SAD69	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
202	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	1.720.452	TO_CURVAS.shp	SAD69	19	UTM	CARTA BASE	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
203	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	731.012	TO_HIDRO_A.shp	SAD69	19	UTM	HIDROLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
204	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	40.496	TO_HIDRO_P.shp	SAD69	19	UTM	HIDROLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
205	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	8.268	TO_OBRAS_A.shp	SAD69	19	UTM	INFRA. RIEGO	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
206	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	4.100	TO_OBRA_AR_A.shp	SAD69	19	UTM	INFRA. RIEGO	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
207	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	3.668	TO_OBRA_AR_P.shp	SAD69	19	UTM	INFRA. RIEGO	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
208	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	72.412	TO_RUTAS.shp	SAD69	19	UTM	CAMINOS	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
209	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	4.924	TO_T_LUGAR.shp	SAD69	19	UTM	TOPONIMIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
210	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\SERNAGEOMIN\Estudio	2.572	TO_T_MORF.shp	SAD69	19	UTM	TOPONIMIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
211	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	980	cl_03ciudades.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
212	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	352	cl_03comunas-graficos.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
213	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	46.292	cl_03comunas.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
214	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	3.676	cl_03lagos.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
215	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	29.204	cl_03provincias.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
216	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	1.696	cl_03pueblos.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
217	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	91.132	cl_03quebradas.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
218	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	19.684	cl_03region.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
219	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	28.972	cl_03rios.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
220	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	81.732	cl_03rutas.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
221	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	11.232	cl_03salares.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
222	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Documentos\Archivos_Originales\Universidad_de_la_frontera	11.236	cl_03vias_ferreas.shp	WGS84	19	UTM	CARTA BASE	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
223	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T11_Meteorolog a	346.544	T11_agroclima_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CLIMA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
224	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T11_Meteorolog a	856	T11_Est_Metereolog_III_DGA_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CLIMA	DGA	CNR	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
225	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T13_Calidad_Agua	352	T13_calidadagua_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CALIDAD AGUA	DGA	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
226	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T13_Calidad_Agua	884	T13_Est_Calidad_de_Agua_III_DGA_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CALIDAD AGUA	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
227	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T13_Calidad_Agua	2.396	T13_Est_de_Aguas_Sub_III__DGA_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CALIDAD AGUA	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
228	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T13_Calidad_Agua	8.316	T13_Isolineas_Solidos_Copiapo_Sernageomin_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	CALIDAD AGUA	DGA	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
229	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T13_Calidad_Agua	3.096	T13_Puntos_sobre_norma_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CALIDAD AGUA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
230	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T14_Hidrologia\T141_Estaciones	912	T14_Est_Fluviomet_III_DGA_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROLOGIA	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
231	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T14_Hidrologia\T141_Estaciones	184	T14_Est_Sedimentometricas_III_DGA_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CALIDAD AGUA	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
232	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T14_Hidrologia\T142_Tramos	44.768	t14_sectores_rio_lin_dga_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROLOGIA	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
233	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T14_Hidrologia\T142_Tramos	352	t14_sectores_rio_punt_dga_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROLOGIA	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
234	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia	1.605.436	T15_Contactos_Lito_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
235	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia	37.540	T15_Fallas_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
236	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia	5.836	T15_Pliegues_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
237	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_P56	212	N13_P56.shp	PSAD56	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
238	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_P56	212	N3_P56.shp	PSAD56	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
239	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_P56	212	N6_P56.shp	PSAD56	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
240	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_P56	212	N8_P56.shp	PSAD56	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
241	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_WGS	212	Carrera_Pinto_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
242	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_WGS	212	Copiapo_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
243	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_WGS	212	Los_Loros_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA

ANEXO 11

COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO. JULIO 2006

NUMERO	TIPO	DIRECTORIO	TAMAÑO (Bytes)	NOMBRE	SISTEMA	HUSO	PROYECCION	TEMA	FUENTE ORIGINAL	AUTOR_CAPA	AÑO_ELABORACION	FECHA_ADQUISICION	FORMA_ADQUISICION	PROPIETARIO
244	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia\Puntos_Georreferencia_WGS	212	N13_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
245	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T16_Edafologia	1.702.632	T16_Clases_suelo_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	EDAFOLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
246	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	12.476	T13_Niveles_Freaticos_DGA2003_psad56.shp	PSAD56	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	DGA	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
247	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	12.476	T13_Niveles_Freaticos_DGA2003_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	DGA	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
248	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	492	T14_Direccion_Flujo_Copiapo_Sernageomin_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
249	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	41.236	T17_Acuiferos_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
250	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	492	t17_direcc_flujo_copiapo_sernageomin_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
251	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	8.316	t17_isolineas_conduct_copiapo_sernageomin_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
252	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	47.684	T17_Isolineas_Piezo_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
253	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	9.928	T17_Sondajes_Copiapo_SERNAGEOMIN_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
254	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	2.897.584	T17_Unidades_Hidrogeo_Copiapo_SERNAGEOMIN_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
255	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T17_Hidrogeologia	126.188	T17_Vulnerabilidad_Copiapo_SERNAGEOMIN_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	HIDROGEOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
256	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T18_Geomorfologia	2.572	t18_toponimia_geomorfologia_copiapo_sernageomin_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	GEOMORFOLOGIA	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
257	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T2_Biotico\T21_Vegetacion	31.678.724	T21_Com_vegetales_III_sinia_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	VEGETACION	SINIA	SINIA	2002	2006	BAJADA DE INTERNET DESDE EL SINIA	CORPROA
258	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T2_Biotico\T22_Biodiversidad	198.092	T22_sitios_prioritarios_III_sinia_psad56.shp	WGS84	19	UTM	BIODIVERSIDAD	SINIA	SINIA	2002	2006	BAJADA DE INTERNET DESDE EL SINIA	CORPROA
259	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T311_Pozos	13.624	T311_Pozos_autorizados_III_DGA_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
260	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T311_Pozos	12.476	T311_Pozos_dga_2003_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	DGA	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
261	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T311_Pozos	6.960	T311_Pozos_riego_agricola_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	DGA	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
262	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T312_Canales	1.808	T312_bocatomas_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
263	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T312_Canales	51.320	t312_canales_cnr_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
264	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T312_Canales	8.920	t312_singularidades_iii_cnr_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
265	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T313_Areas_riego	16.996	T313_areasrestriccion_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
266	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T314_Embalses	964	T14_embalsesgrandes_III__CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
267	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T314_Embalses	744	t14_embalsespeque_iii__cnr_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
268	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T314_Embalses	4.100	T314_ObrasArte_L_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
269	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T314_Embalses	3.668	t314_obrasarte_p_copiapo_sernageomin_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	SERNAGEOMIN	SERNAGEOMIN	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
270	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T315_Ley18450	1.444	T315_Ley18450_III_CNR_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	APROVECHAMIENTO RR HI	CNR	CNR		2006	ENTREGA DE CNR	CORPROA
271	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T316_Areas_Cultivo	145.380	T316_Cultivos_JVRC_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	CULTIVOS	JVRC	JVRC	2006	2006	ENTREGA DE JVRC	CORPROA
272	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T31_Agricultura\T316_Areas_Cultivo	159.564	T316_Cultivos_y_vegas_Golder_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	CULTIVOS	GOLDER	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
273	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T32_Mineria	2.200	T32_Minas_Plantas_Copiapo_sernag_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	MINAS	SERNAGEOMIN	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
274	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T32_Mineria	2.844	t32_minas_plantas_cuenca_sernag_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	MINAS	SERNAGEOMIN	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
275	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T32_Mineria	1.416	T32_Minas_Plantas_TAmarilla_sernag_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	MINAS	SERNAGEOMIN	GOLDER	2004	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
276	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T33_Urbano	5.660	T33_Ciudades_UFRO_WGS84.shp	WGS84	19	UTM	POBLACION	UFRO	UFRO	1997	2006	BAJADA DE INTERNET DE LA UFRO	CORPROA
277	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T34_Cultural	1.584	T34_hitos_III_sinia_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	BIODIVERSIDAD	SINIA	SINIA	2002	2006	BAJADA DE INTERNET DESDE EL SINIA	CORPROA
278	SHAPE	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T3_Humano\T34_Cultural	67.836	T34_sendero_III_sinia_wgs84.shp	WGS84	19	UTM	BIODIVERSIDAD	SINIA	SINIA	2002	2006	BAJADA DE INTERNET DESDE EL SINIA	CORPROA
279	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	33.509.220	aspect	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
280	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	13.061.900	dem_amer_grad	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
281	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	14.942.274	dem_ame_wgs84	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2003	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
282	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	21.648.692	flow_accum	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
283	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	6.003.720	flow_direc	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
284	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	7.481.272	hillshade	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
285	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	33.509.220	slope	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
286	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	14.419.612	srtm	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
287	GRID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B2_Topo\B22_DEM	14.336.444	srtm_sink	WGS84	19	UTM	TOPOGRAFIA	SRTM	GOLDER	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
288	SID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\S-19-25_1990	49.195.455	S-19-25_1990.sid	WGS84	19	UTM	IMÁGENES	NASA	GOLDER	1990	2006	BAJADA DE INTERNET	CORPROA
289	SID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\S-19-20_2000	194.225.724	S-19-20_2000.sid	WGS84	19	UTM	IMÁGENES	NASA	GOLDER	2000	2006	BAJADA DE INTERNET	CORPROA
290	SID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\S-19-25_2000	221.938.834	S-19-25_2000.sid	WGS84	19	UTM	IMÁGENES	NASA	GOLDER	2000	2006	BAJADA DE INTERNET	CORPROA
291	SID	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\S-19-30_2000	228.121.809	S-19-30_2000.sid	WGS84	19	UTM	IMÁGENES	NASA	GOLDER	2000	2006	BAJADA DE INTERNET	CORPROA
292	TIF	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\S-19-25_1990	207.788.732	Copiapo_1990.tif	WGS84	19	UTM	IMÁGENES	NASA	GOLDER	1990	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
293	TIF	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\S-19-25_2000	784.853.148	Copiapo_2000.tif	WGS84	19	UTM	IMÁGENES	NASA	GOLDER	2000	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
294	TIF	C:\SIG_COPIAPO\Carta_Base\B1_Imagenes\Foto	1.101.773.134	ortoiii.tif	WGS84	19	UTM	IMÁGENES	JVRC	JVRC	2006	2006	ELABORACION EN GOLDER	CORPROA
295	JPG	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia	9.397.969	T15_Geologia_ La_ Guardia_SERNAGEOMIN_wgs84.jpg	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	GOLDER	1999	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
296	JPG	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia	5.114.303	T15_Geologia_ Los_ Loros_SERNAGEOMIN_wgs84.jpg	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	GOLDER	1994	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
297	JPG	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia	6.707.161	T15_Geologia_Carrera_ Pinto_SERNAGEOMIN_wgs84.jpg	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	GOLDER	1996	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA
298	JPG	C:\SIG_COPIAPO\Temas\T1_Fisico\T15_Geologia	5.830.028	T15_Geologia_Copiapo_SERNAGEOMIN_wgs84.jpg	WGS84	19	UTM	GEOLOGIA	SERNAGEOMIN	GOLDER	1995	2006	ADQUISICION A SERNAGEOMIN	CORPROA

ANEXO 12
Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central, Cuentas Nacionales 1996-2005 Versión preliminar. (http://www.bcentral.cl/esp/publ/estad/aeg/aeg01.htm)

- CIREN. 2005. Catastro Frutícola de la Región de Atacama.

- Dirección General de Agua - Alamos y Peralta Ingenieros Consultores Ltda, , 1987,"Análisis evaluación de los recursos hídricos en el valle del rio Copiapó,III Región".

- Dirección General de Agua - Alamos y Peralta Ingenieros Consultores Ltda, , 1995,"Análisis evaluación de los recursos hídricos en el valle del rio Copiapó,III Región".Informe Técnico. S.I.T. Nº 30.

- Dirección General de Agua - Cade-Idepe. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Copiapó.

- Dirección General de Agua. 2003. "Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del valle del río Copiapó".Informe Técnico. S.I.T. Nº 87.

- Espíldora y Brown ,1975. Elementos de Hidrología.

- Instituto Nacional de Estadística. 1997. Censo Nacional Agropecuario

- Instituto Nacional de Estadística. 2002. Censo de Población y Vivienda 2002 (www.censo2002.cl)

- Instituto Nacional de Normalización, Norma Chilena Oficial NCh 1333.Of78 "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos".

- Italoconsult Argentina -CORFO. 1963. Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos en el Valle de Copiapó.

- Sernageomin – BGR. 1999. Estudio Hidrogeológico del valle del Río Copiapó. Segmento Embalse Lautaro – Piedra Colgada.

- Sernageomin. 2004. Anuario de la Minería de Chile.

- Sepúlveda, Gastón. 2001. Experiencias del Ministerio de Agricultura en inducción de lluvias empleando Yoduro de Plata con fuentes fijas y aéreas. III Encuentro de las Aguas. Chile.