



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS**

DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE SECTORES ACUÍFEROS

VOLUMEN N° 2

**REALIZADO POR:
GEOHIDROLOGÍA CONSULTORES LTDA.**

S.I.T. N° 183

SANTIAGO, JULIO 2009

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

Ministro de Obras Públicas

Ingeniero Civil Sr. Sergio Bitar Ch.

Director General de Aguas

Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.

Jefa Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos

Ingeniero Sra. Mesenia Atenas V.

Inspector Fiscal

Ingeniero Sra. María Eugenia Molina L.

GEOHIDROLOGÍA CONSULTORES LTDA.

Jefe de Proyecto

Ingeniero Civil Sr. José Muñoz P.

Especialistas

Ingeniero Civil Sr. José Muñoz P.

Ingeniero Civil Sr. Pablo Rengifo O.

Ingeniero Agrónomo Sr. Cristian Ortiz A.

Geólogo Sra. Laura Vitòria C.

Profesionales

Ingeniero Civil Sr. Carlos Vásquez G.

Ingeniero Civil Sr. Nicolás Ramírez N.

Geógrafo Sr. Rodrigo López A.

Ingeniero Civil Sr. Pedro Sanzana C.

Geólogo Sr. Felipe García-Huidobro C.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	ANTECEDENTES GENERALES DE LOS SECTORES ACUÍFERO	1
1.1	FICHAS RESUMEN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE DE SECTORES ACUÍFEROS	1
1.1.1	Sector acuífero Lluta	1
1.1.2	Sector acuífero Azapa.....	4
1.1.3	Sector acuífero Pampa del Tamarugal.....	7
1.1.4	Sector acuífero Salar de Coposa.....	10
1.1.5	Sector acuífero El Loa	13
1.1.6	Sector acuífero Los Choros	16
1.1.7	Sector acuífero La Ligua	19
1.1.8	Sector acuífero Aconcagua.....	22
1.1.9	Sector acuífero Mapocho Alto.....	25
1.1.10	Sector acuífero Maipo	28
1.1.11	Sector acuífero Maitenlahue.....	31
1.1.12	Sector acuífero Estero Las Cadenas	34
1.2	NIVEL PIEZOMÉTRICO EN SECTORES ACUÍFERO.....	37
1.2.1	Estaciones de monitoreo de nivel piezométrico	37
1.2.1.1	<i>Sector acuífero Lluta.....</i>	<i>37</i>
1.2.1.2	<i>Sector acuífero Azapa</i>	<i>37</i>
1.2.1.3	<i>Sector acuífero Pampa del Tamarugal</i>	<i>38</i>
1.2.1.4	<i>Sector acuífero Salar de Coposa.....</i>	<i>39</i>
1.2.1.5	<i>Sector acuífero El Loa.....</i>	<i>39</i>
1.2.1.6	<i>Sector acuífero Los Choros.....</i>	<i>40</i>
1.2.1.7	<i>Sector acuífero La Ligua.....</i>	<i>41</i>
1.2.1.8	<i>Sector acuífero Aconcagua</i>	<i>41</i>
1.2.1.9	<i>Sector acuífero Mapocho Alto.....</i>	<i>43</i>
1.2.1.10	<i>Sector acuífero Maipo.....</i>	<i>43</i>
1.2.1.11	<i>Sector acuífero Maitenlahue</i>	<i>45</i>
1.2.1.12	<i>Sector acuífero Estero Las Cadenas</i>	<i>45</i>

1.2.2	Evolución temporal del nivel piezométrico.....	46
1.2.2.1	<i>Sector acuífero Lluta</i>	46
1.2.2.2	<i>Sector acuífero Azapa</i>	47
1.2.2.3	<i>Sector acuífero Pampa del Tamarugal</i>	53
1.2.2.4	<i>Sector acuífero Salar de Coposa</i>	57
1.2.2.5	<i>Sector acuífero El Loa</i>	58
1.2.2.6	<i>Sector acuífero Los Choros</i>	60
1.2.2.7	<i>Sector acuífero La Ligua</i>	62
1.2.2.8	<i>Sector acuífero Aconcagua</i>	64
1.2.2.9	<i>Sector acuífero Mapocho Alto</i>	73
1.2.2.10	<i>Sector acuífero Maipo</i>	74
1.2.2.11	<i>Sector acuífero Maitenlahue</i>	84
1.2.2.12	<i>Sector acuífero Estero Las Cadenas</i>	85
1.3	CALIDAD QUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	86
1.3.1	Diagramas de Piper según datos químicos de sectores acuífero	86
1.3.1.1	<i>Sector acuífero Lluta</i>	86
1.3.1.2	<i>Sector acuífero Azapa</i>	87
1.3.1.3	<i>Sector acuífero Pampa del Tamarugal</i>	88
1.3.1.4	<i>Sector acuífero Salar de Coposa</i>	89
1.3.1.5	<i>Sector acuífero El Loa</i>	89
1.3.1.6	<i>Sector acuífero Los Choros</i>	90
1.3.1.7	<i>Sector acuífero La Ligua</i>	91
1.3.1.8	<i>Sector acuífero Aconcagua</i>	92
1.3.1.9	<i>Sector acuífero Mapocho Alto</i>	93
1.3.1.10	<i>Sector acuífero Maipo</i>	94
1.3.1.11	<i>Sector acuífero Maitenlahue</i>	96
1.3.1.12	<i>Sector acuífero Estero Las Cadenas</i>	96
1.4	CARTOGRAFÍAS DIGITALES COMPLEMENTARIAS	97
1.4.1	Uso de suelo	97
1.4.2	Vulnerabilidad de acuífero	99

1.5	FICHAS BIBLIOGRÁFICAS DE ESTUDIOS REALIZADOS POR FUENTES DISTINTAS A LA DGA	101
1.5.1	Sector acuífero Lluta	101
1.5.2	Sector acuífero Azapa.....	106
1.5.3	Sector acuífero Pampa del Tamarugal.....	111
1.5.4	Sector acuífero Salar de Coposa.....	113
1.5.5	Sector acuífero El Loa	114
1.5.6	Sector acuífero Los Choros	117
1.5.7	Sector acuífero La Ligua	122
1.5.8	Sector acuífero Aconcagua.....	124
1.5.9	Sector acuífero Mapocho Alto.....	128
1.5.10	Sector acuífero Maipo	130
1.5.11	Sector acuífero Maitenlahue.....	133
1.5.12	Sector acuífero Estero Las Cadenas	134
2	ANTECEDENTES DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE ACUÍFEROS	136
2.1	REFERENCIAS USADAS COMO ANTECEDENTES DE LA METODOLOGÍA 136	
2.1.1	Títulos leídos, resumidos y sistematizados respecto a metodologías de clasificación de acuíferos	136
2.1.2	Títulos leídos y consultados respecto a metodologías de clasificación de acuíferos	136
2.2	RESUMEN DE METODOLOGÍAS EVALUADAS.....	137
2.2.1	Metodología de Italia.....	140
2.2.2	Metodología de Japón.....	147
2.2.3	Metodología de Portugal	152
2.2.4	Metodología de Israel.....	158
2.2.5	Técnicas “clásicas” de estudios hidrogeoquímicos	165
2.3	ANÁLISIS CRÍTICO DE METODOLOGÍAS EVALUADAS.....	169
2.3.1	Metodología de Italia.....	169
2.3.1.1	<i>Características deseables y/o ventajas</i>	<i>169</i>

2.3.1.2	<i>Características no deseables y/o desventajas</i>	170
2.3.1.3	<i>Otras características</i>	170
2.3.1.4	<i>Resultados</i>	170
2.3.2	Metodología de Japón.....	171
2.3.2.1	<i>Características deseables y/o ventajas</i>	172
2.3.2.2	<i>Características no deseables y/o desventajas</i>	172
2.3.2.3	<i>Otras características</i>	173
2.3.2.4	<i>Resultados</i>	173
2.3.3	Metodología de Portugal	173
2.3.3.1	<i>Características deseables y/o ventajas</i>	174
2.3.3.2	<i>Características no deseables y/o desventajas</i>	175
2.3.3.3	<i>Otras características</i>	175
2.3.3.4	<i>Resultados</i>	175
2.3.4	Metodología de Israel	175
2.3.4.1	<i>Características deseables y/o ventajas</i>	176
2.3.4.2	<i>Características no deseables y/o desventajas</i>	177
2.3.4.3	<i>Otras características</i>	177
2.3.4.4	<i>Resultados</i>	177
3	ANTECEDENTES DE INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN	178
3.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE ACUÍFEROS	178
3.2	REFERENCIAS USADAS.....	184
3.3	ANÁLISIS CRÍTICO DE REFERENCIAS	185
3.3.1	Publicación de “Illinois Community Examines Aquifer Protection Measures” de Cobb y Dulka (1996).....	185
3.3.2	Publicación de “Groundwater Resources Protection and Land Aquifer Recovery in China” de Han (2003)	186
3.3.3	Publicación de “The Evolution of Groundwater Rights and Groundwater Management in New Mexico and the Western United States” de DuMars y Minier (2004)	188
3.3.4	Publicación de “Groundwater Quality Protection” de Foster et al. (2002)	190

3.3.5	Publicación de “Groundwater Socio-ecology and Governance: a Review of Institutions and Policies in Selected Countries” de Mukherji y Shah (2005):	191
3.3.6	Publicación de “Adapting Existing Experience with the Aquifer Vulnerability and Groundwater Protection for Africa” de Robins et al. (2007):	196
3.3.7	Publicación de “Delineation of Groundwater Protection Zones Based on Tracer Tests and Transport Modeling in Alluvial Sediments” de Deroune y Dassargues (1998): 199	
3.3.8	Publicación de “An Aquifer Management Case Study – The Chalk of the English South Downs” de Robins et al. (1999):	200
3.3.9	Publicación de “Groundwater Protection in Mediterranean Countries after the European Water Framework Directive” de Martínez et al. (2008):	203
3.3.10	Publicación de “Contaminated Land and Aquifer Protection” de Henton y Young (1993):	204
4	RESULTADOS QUÍMICOS.....	207
4.1	ANÁLISIS QUÍMICOS O BASE DE DATOS UTILIZADOS EN APLICACIÓN 207	
4.1.1	Base de datos disponible acuífero del Loa	207
4.1.2	Campaña de muestreo sector acuífero Los Choros	211
4.1.3	1ª campaña de muestreo en sector acuífero Aconcagua	214
4.1.4	2ª campaña de muestreo en sector acuífero Aconcagua.....	217
4.2	FICHAS DE TERRENO DE CAMPAÑAS DE MUESTREO	220
4.2.1	Campaña de muestreo Los Choros	220
4.2.2	1º Campaña de muestreo Aconcagua	238
4.2.3	2ª Campaña de muestreo Aconcagua.....	271
5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON ACP	289
5.1	FORMULACIÓN DEL ACP.....	289
5.2	PROCEDIMIENTO DEL ACP	292
5.2.1	Requisitos	292
5.2.2	Selección de factores	294
5.2.3	Matriz de factores	295
5.2.4	Interpretación de factores	295

5.2.5	Puntuaciones factoriales	296
5.2.6	Representaciones gráficas.....	296
5.2.7	Ejemplo de aplicación	299
6	RESULTADOS INTERMEDIOS DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS.....	309
6.1	MAPAS DE INTERPOLACIÓN E ÍNDICE DE CALIDAD	309
6.1.1	Sector acuífero El Loa	309
6.1.2	Sector acuífero Los Choros	317
6.1.3	Sector acuífero Aconcagua.....	326
6.2	GRÁFICOS BILOT-VARIABLES DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO ACP	334
6.2.1	Sector acuífero El Loa	334
6.2.2	Sector acuífero Los Choros	336
6.2.3	Sector acuífero Aconcagua.....	338
6.3	OUTPUT DE PROGRAMA XLSTAT PARA ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES	340
6.3.1	Sector acuífero El Loa	340
6.3.2	Sector acuífero Los Choros	347
6.3.3	Sector acuífero Aconcagua.....	353
7	RED DE MONITOREO DE CALIDAD EN SECTORES ACUÍFEROS SELECCIONADOS	361
7.1	ACTUAL RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA DGA	361
7.2	RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROPUESTA.....	363
7.2.1	Sector acuífero El Loa	363
7.2.2	Sector acuífero Los Choros	364
7.2.3	Sector acuífero Aconcagua.....	365

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Lluta.	46
Figura 1.2: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Azapa.....	47
Figura 1.3: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Pampa del Tamarugal.....	53
Figura 1.4: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero El Loa.	58
Figura 1.5: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Los Choros.	60
Figura 1.6: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero La Ligua.	62
Figura 1.7: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua.	64
Figura 1.8: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Mapocho Alto.....	73
Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo.	74
Figura 1.10: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Las Cadenas.	85
Figura 1.11: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Lluta.	86
Figura 1.12: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Azapa.	87
Figura 1.13: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Pampa del Tamarugal.	88
Figura 1.14: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero El Loa.....	89
Figura 1.15: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Los Choros.....	90
Figura 1.16: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero La Ligua.....	91
Figura 1.17: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Aconcagua.	92
Figura 1.18: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Mapocho Alto.	93
Figura 1.19: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Maipo.....	95
Figura 1.20: Mapa uso de suelos del sector acuífero El Loa.....	97
Figura 1.21: Mapa uso de suelos del sector acuífero Aconcagua.....	98

Figura 1.22: Mapa de vulnerabilidad a la contaminación (SERNAGEOMIN) del sector acuífero Los Choros.	99
Figura 1.23: Mapa de vulnerabilidad a la contaminación del sector acuífero Aconcagua.	100
Figura 2.1: a) Clorógrafo y b) Nitrógrafo de los pozos localizados en la parte central del acuífero de Israel	161
Figura 2.2: Diagrama Piper de clasificación composicional de las aguas.....	167
Figura 2.3: Mapa hidrogeoquímico con isolíneas de Sólidos Totales Disueltos y tipos de agua representados mediante los diagramas de Stiff.....	168
Figura 2.4: Esquema simplificado de la metodología Italia.	169
Figura 2.5: Esquema simplificado de la metodología Japón.	171
Figura 2.6: Esquema simplificado de la metodología Portugal.....	174
Figura 2.7: Esquema simplificado de la metodología Israel.	176
Figura 3.1: Esquema de la importancia en los roles que deben adquirir los distintos actores políticos y locales en la gestión de los recursos hídricos	193
Figura 5.1: Gráfico de sedimentación teórico.	291
Figura 5.2: Gráfico de sedimentación.....	294
Figura 5.3: Gráfico Biplot-variables.....	297
Figura 5.4: Gráfico Biplot-valores.	299
Figura 5.5: Gráfico de sedimentación de la red de medición DGA.	304
Figura 5.6: Gráfico de Biplot-variables de la red de medición DGA.....	306
Figura 5.7: Gráfico Biplot-valores de la red de medición DGA.	307
Figura 5.8: Gráfico Biplot-valores con trayectoria del agua subterránea.....	308
Figura 6.1: Interpolación de concentración (mg/L) de As en sector acuífero El Loa.	309
Figura 6.2: Índice calidad individual de As en sector acuífero El Loa.	309
Figura 6.3: Interpolación de concentración (mg/L) de Ca en sector acuífero El Loa.	310

Figura 6.4: Índice calidad individual de Ca en sector acuífero El Loa.	310
Figura 6.5: Interpolación de concentración (mg/L) de Cl en sector acuífero El Loa.	311
Figura 6.6: Índice calidad individual de Cl en sector acuífero El Loa.	311
Figura 6.7: Interpolación de concentración (mg/L) de Mg en sector acuífero El Loa.	312
Figura 6.8: Índice calidad individual de Mg en sector acuífero El Loa.	312
Figura 6.9: Interpolación de concentración (mg/L) de Na en sector acuífero El Loa.	313
Figura 6.10: Índice calidad individual de Na en sector acuífero El Loa.	313
Figura 6.11: Interpolación de concentración (mg/L) de NO ₃ en sector acuífero El Loa.	314
Figura 6.12: Índice calidad individual de NO ₃ en sector acuífero El Loa.	314
Figura 6.13: Interpolación de concentración (mg/L) de SDT en sector acuífero El Loa.	315
Figura 6.14: Índice calidad individual de SDT en sector acuífero El Loa.	315
Figura 6.15: Interpolación de concentración (mg/L) de SO ₄ en sector acuífero El Loa.	316
Figura 6.16: Índice calidad individual de SO ₄ en sector acuífero El Loa.	316
Figura 6.17: Interpolación de concentración (mg/L) de Al en acuífero Los Choros.	317
Figura 6.18: Índice calidad individual de Al en acuífero Los Choros.	317
Figura 6.19: Interpolación de concentración (mg/L) de Ca en acuífero Los Choros.	318
Figura 6.20: Índice calidad individual de Ca en acuífero Los Choros.	318
Figura 6.21: Interpolación de concentración (mg/L) de Cl en acuífero Los Choros.	319
Figura 6.22: Índice calidad individual de Cl en acuífero Los Choros.	319
Figura 6.23: Interpolación de concentración (mg/L) de Fe en acuífero Los Choros.	320
Figura 6.24: Índice calidad individual de Fe en acuífero Los Choros.	320
Figura 6.25: Interpolación de concentración (mg/L) de Mg en acuífero Los Choros.	321
Figura 6.26: Índice calidad individual de Mg en acuífero Los Choros.	321
Figura 6.27: Interpolación de concentración (mg/L) de Na en acuífero Los Choros.	322

Figura 6.28: Índice calidad individual de Na en acuífero Los Choros.	322
Figura 6.29: Interpolación de concentración (mg/L) de NO ₃ en acuífero Los Choros.	323
Figura 6.30: Índice calidad individual de NO ₃ en acuífero Los Choros.	323
Figura 6.31: Interpolación de concentración (mg/L) de SDT en acuífero Los Choros.	324
Figura 6.32: Índice calidad individual de SDT en acuífero Los Choros.	324
Figura 6.33: Interpolación de concentración (mg/L) de SO ₄ en acuífero Los Choros.	325
Figura 6.34: Índice calidad individual de SO ₄ en acuífero Los Choros.	325
Figura 6.35: Interpolación de concentración (mg/L) de Ca en sector acuífero Aconcagua. ...	326
Figura 6.36: Índice de calidad individual de Ca en sector acuífero Aconcagua.	326
Figura 6.37: Interpolación de concentración (mg/L) de Cl en acuífero Aconcagua.	327
Figura 6.38: Índice de calidad individual de Cl en sector acuífero Aconcagua.	327
Figura 6.39: Interpolación de concentración (mg/L) de Fe en acuífero Aconcagua.	328
Figura 6.40: Índice de calidad individual de Fe en sector acuífero Aconcagua.	328
Figura 6.41: Interpolación de concentración (mg/L) de Mg en acuífero Aconcagua.	329
Figura 6.42: Índice de calidad individual de Mg en sector acuífero Aconcagua.	329
Figura 6.43: Interpolación de concentración (mg/L) de Mn en acuífero Aconcagua.	330
Figura 6.44: Índice de calidad individual de Mn en sector acuífero Aconcagua.	330
Figura 6.45: Interpolación de concentración (mg/L) de Na en acuífero Aconcagua.	331
Figura 6.46: Índice de calidad individual de Na en sector acuífero Aconcagua.	331
Figura 6.47: Interpolación de concentración (mg/L) de NO ₃ en acuífero Aconcagua.	332
Figura 6.48: Índice de calidad individual de NO ₃ en sector acuífero Aconcagua.	332
Figura 6.49: Interpolación de concentración (mg/L) de SDT en acuífero Aconcagua.	333
Figura 6.50: Índice de calidad individual de SDT en sector acuífero Aconcagua.	333

Figura 6.51: Gráfico Biplot-variables sin rotación, factores 1, 2 y 3, sector acuífero El Loa.	334
Figura 6.52: Gráfico Biplot-variables con rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero El Loa.	335
Figura 6.53: Gráfico Biplot-variables sin rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Los Choros.....	336
Figura 6.54: Gráfico Biplot-variables con rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Los Choros.....	337
Figura 6.55: Gráfico Biplot-variables sin rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Aconcagua.	338
Figura 6.56: Gráfico Biplot-variables con rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Aconcagua.	339

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Lluta.	1
Tabla 1.2: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Azapa.....	4
Tabla 1.3: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Pampa del Tamarugal....	7
Tabla 1.4: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Salar de Coposa.....	10
Tabla 1.5: Ficha resumen de información disponible sector acuífero El Loa.....	13
Tabla 1.6: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Los Choros.....	16
Tabla 1.7: Ficha resumen de información disponible sector acuífero La Ligua.....	19
Tabla 1.8: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Aconcagua.....	22
Tabla 1.9: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Mapocho Alto.....	25
Tabla 1.10: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Maipo.....	28
Tabla 1.11: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Maitenlahue.....	31
Tabla 1.12: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Estero Las Cadenas. ..	34
Tabla 1.13: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Lluta.....	37
Tabla 1.14: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico en sector acuífero Azapa.....	37
Tabla 1.15: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Pampa del Tamarugal.	38
Tabla 1.16: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero El Loa.....	39
Tabla 1.17: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Los Choros.....	40
Tabla 1.18: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero La Ligua.....	41
Tabla 1.19: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Aconcagua.....	41
Tabla 1.20: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Mapocho Alto.....	43
Tabla 1.21: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Maipo.....	43

Tabla 1.22: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Estero Las Cadenas.	45
Tabla 1.23: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Lluta.	86
Tabla 1.24: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Azapa.	87
Tabla 1.25: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Pampa del Tamarugal.	88
Tabla 1.26: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero El Loa.	89
Tabla 1.27: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Los Choros.	90
Tabla 1.28: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero La Ligua.	91
Tabla 1.29: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Aconcagua.	92
Tabla 1.30: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Mapocho Alto.	93
Tabla 1.31: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Maipo.	94
Tabla 2.1. Cuadro comparativo de las características de las metodologías evaluadas.	138
Tabla 2.2: Criterio de clasificación de la calidad de las aguas subterráneas.	143
Tabla 2.3: Esquema de clasificación general simplificado.	144
Tabla 2.4: Clasificación espacio temporal.	146
Tabla 2.5: Descripción de códigos espacio temporales utilizados en la metodología.	146
Tabla 2.6: Estandarización del procedimiento para el nitrato.	153
Tabla 2.7: Posibles explicaciones de las calificaciones de GWQI.	156
Tabla 2.8: Definición de las clases para la construcción de GWQI y GWCI.	157
Tabla 2.9: Base de datos hidrogeológicos de los pozos.	161
Tabla 2.10: Clasificación de las aguas para el caso de estudio del acuífero costero de Israel.	164
Tabla 3.1. Perímetros de zonas de protección alrededor de pozos, de acuerdo a la literatura especializada.	182

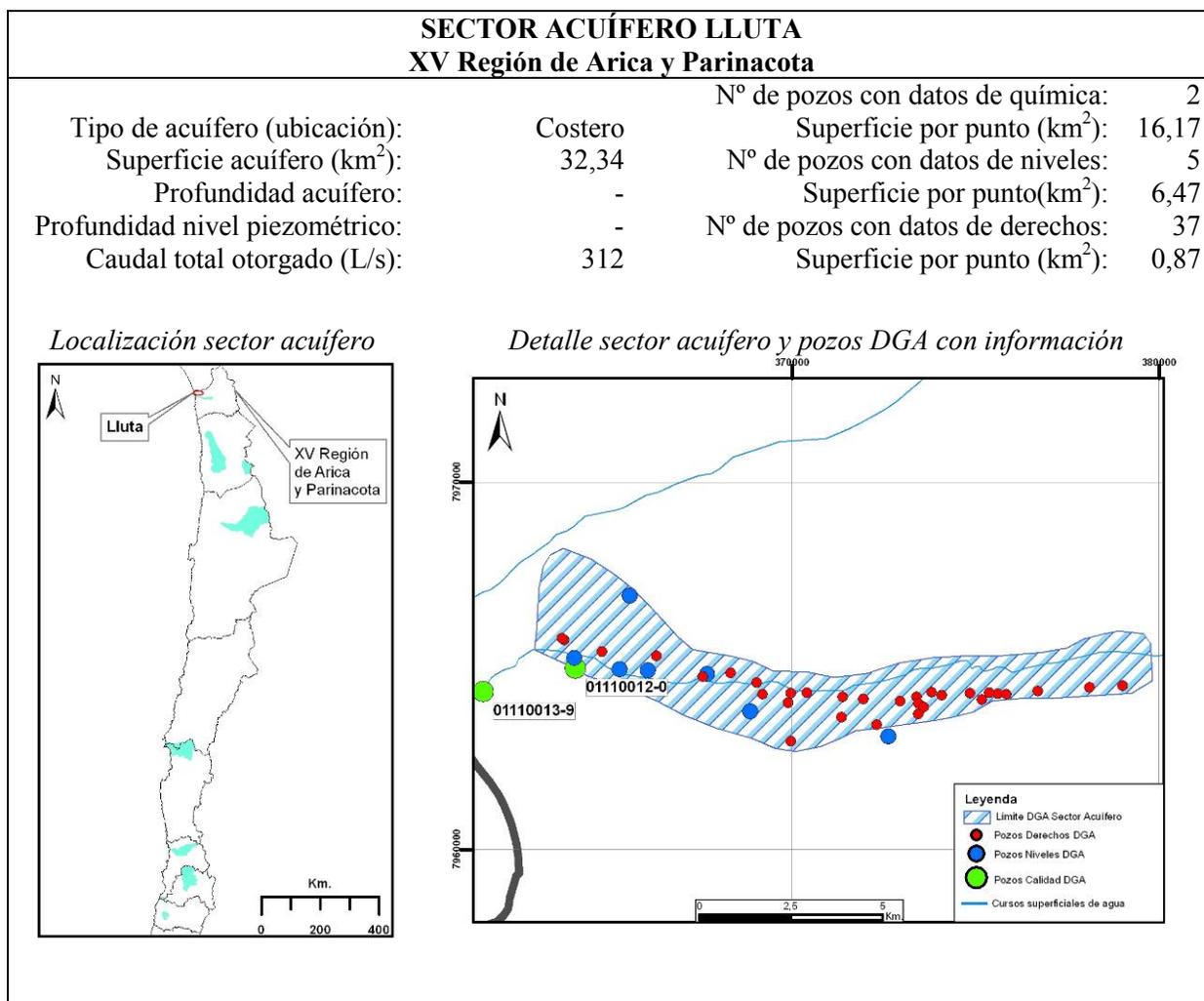
Tabla 4.1: Detalles de observaciones en acuífero El Loa.	207
Tabla 4.2: Base de datos utilizada (acuífero superior, 1999-2000), El Loa.	209
Tabla 4.3: Parámetros químicos medidos en terreno, sector acuífero Los Choros.	211
Tabla 4.4: Parámetros químicos medidos en laboratorio, Los Choros (Parte 1).	212
Tabla 4.5: Parámetros químicos medidos en laboratorio, Los Choros (Parte 2).	213
Tabla 4.6: Parámetros químicos medidos in situ, 1ª campaña Aconcagua.	214
Tabla 4.7: Parámetros químicos medidos laboratorio, 1ª campaña Aconcagua (Parte 1).	215
Tabla 4.8: Parámetros químicos medidos laboratorio, 1ª campaña Aconcagua (Parte 2).	216
Tabla 4.9: Parámetros químicos medidos en terreno, 2ª campaña Aconcagua.	217
Tabla 4.10: Parámetros químicos medidos en laboratorio, 2ª campaña Aconcagua (Parte 1).	218
Tabla 4.11: Parámetros químicos medidos en laboratorio, 2ª campaña Aconcagua (Parte 2).	219
Tabla 5.1: Base de datos química a nivel nacional en período 2000-2005.	300
Tabla 7.1: Ubicación de puntos de la red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas de la DGA.	361
Tabla 7.2: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero El Loa.	363
Tabla 7.3: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero Los Choros.	364
Tabla 7.4: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero Aconcagua.	365

1 ANTECEDENTES GENERALES DE LOS SECTORES ACUÍFERO

1.1 Fichas resumen de información disponible de sectores acuíferos

1.1.1 Sector acuifero Lluta

Tabla 1.1: Ficha resumen de información disponible sector acuifero Lluta.



INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

	N° de pozos:	2	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	N° de pozos vigentes:	0	5-9: 0
	Promedio Registros por pozo:	21	9-12: 2
	% de análisis con B. Iónico correcto:	98%	12-15: 0

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios

		Na (mg/L):	498,8	Cl (mg/L):	1.017,6
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	3.987,7	Ca (mg/L):	271,7	HCO ₃ (mg/L):	66,5
pH (u. pH):	8,0	Mg (mg/L):	57,4	SO ₄ (mg/L):	531,6
		K (mg/L):	45,1	CO ₃ (mg/L):	4,2

Máximos

		Na (mg/L):	671,0	Cl (mg/L):	1.477,4
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	6.318,0	Ca (mg/L):	510,0	HCO ₃ (mg/L):	144,3
pH (u. pH):	10,5	Mg (mg/L):	154,6	SO ₄ (mg/L):	1.140,0
		K (mg/L):	68,0	CO ₃ (mg/L):	15,2

Mínimos

		Na (mg/L):	431,9	Cl (mg/L):	749,7
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	452,0	Ca (mg/L):	136,6	HCO ₃ (mg/L):	8,4
pH (u. pH):	6,7	Mg (mg/L):	0,0	SO ₄ (mg/L):	107,6
		K (mg/L):	4,7	CO ₃ (mg/L):	0,0

Desviación estándar

		Na (mg/L):	44,4	Cl (mg/L):	115,1
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	595,8	Ca (mg/L):	41,8	HCO ₃ (mg/L):	13,9
pH (u. pH):	0,7	Mg (mg/L):	11,4	SO ₄ (mg/L):	65,2
		K (mg/L):	7,8	CO ₃ (mg/L):	2,8

Otros parámetros analizados:

Ag, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, P(PO₄)

Datos Niveles:

	N° de Pozos:	5	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	N° de Pozos con cota:	0	0 - 10: 4
	N° de Pozos vigentes:	11	10 - 20: 9
	N° de Pozos suspendidos:	31	+ de 20: 13
	Calidad de la información:	D	

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

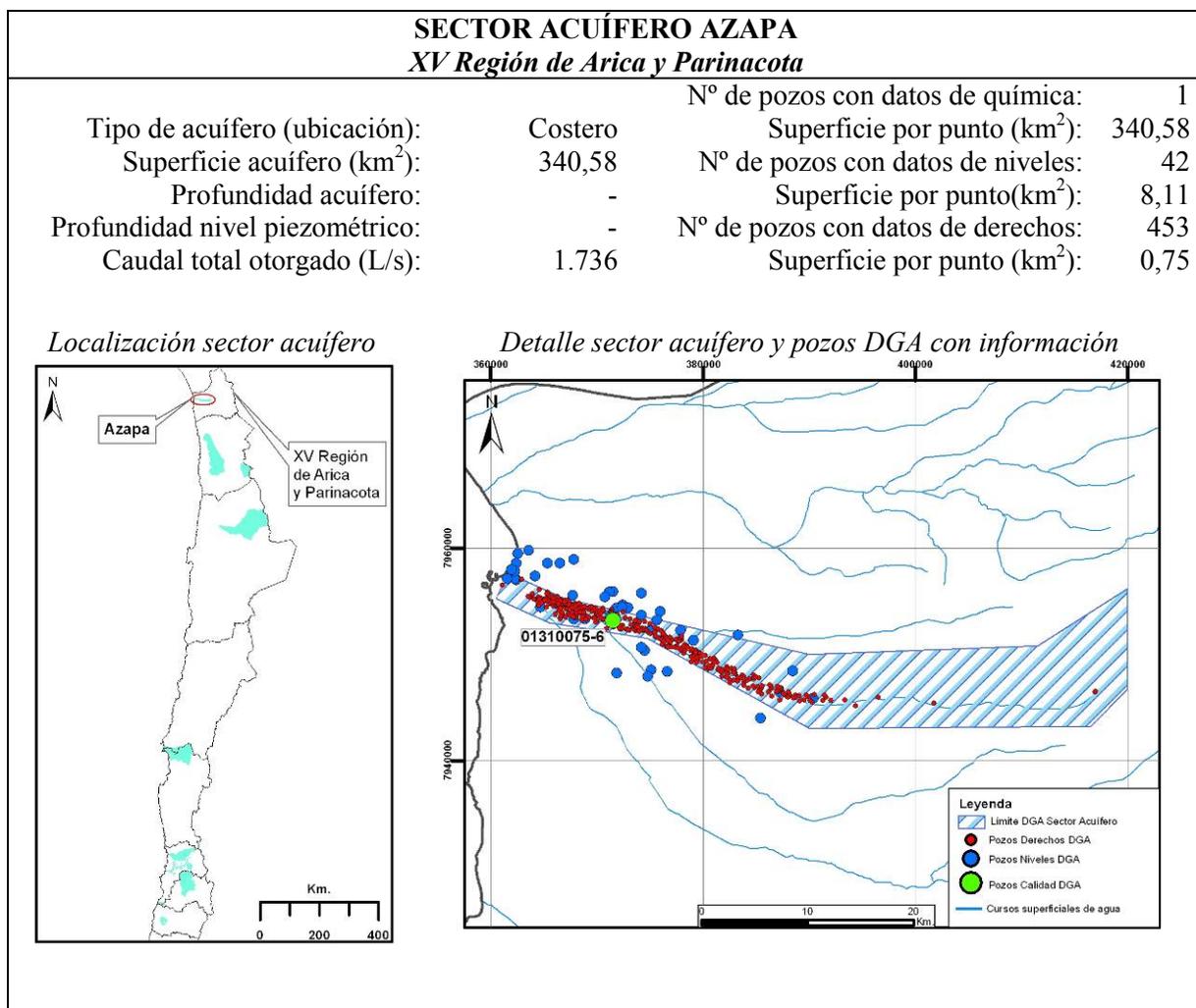
Datos Derechos:

	N° Solicitudes:	37	<i>Usos</i>
Aprobados, Ley 20017:	30	Agua Potable:	12
Provisorios:	0	Riego:	369
Pendientes:	6	Minería:	0
Denegados:	1	Industria:	0
Caudal total aprobado (L/s):	312	Otros usos:	0
		Sin información:	69

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIRADOS		
N° Estudios considerados: 6		
N° Estudios útiles: 4		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos: 241	N° Estudios con muestras en agua superficial: 2	
N° Puntos de muestreo: 49	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 1	
N° Puntos con medición temporal: 44	N° de Estudios con datos nuevos: 1	
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica: 2	Mg: 1	
pH: 2	Cl: 2	
Na: 1	HCO ₃ : 0	
Ca: 1	SO ₄ : 2	
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O: 0	d ² H: 0	Tritio: 0
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ : 0	Br: 0	Li: 0
As: 2	Cianuro: 0	M ₂ CO ₃ : 1
B: 2	CO ₂ : 0	Mn: 1
Cu: 1	Col Fec: 1	Mo: 1
Fe: 1	Col Totales: 1	OD: 1
Pb: 1	Color aparente: 1	RAS: 2
PO ₄ : 0	Cr: 1	RASO: 0
NO ₃ : 1	DBO ₅ : 1	S: 1
Nitrito: 0	Densidad: 0	Si O ₂ : 0
SS: 1	Dureza: 0	Sn: 1
ST: 4	F: 1	Zn: 1
Alc: 0	I: 0	T°: 1
Al: 1	K: 1	
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua: 1	Activ. prod. pot. contaminantes: 1	
Uso de suelo: 3	Zona de riesgo tradicional: 3	
Demanda ambiental suelos: 2	Zona disposición de riles: 0	
Carga contaminante existente: 1	Descarga de riles: 0	

1.1.2 Sector acuífero Azapa

Tabla 1.2: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Azapa.



INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

Nº de pozos:	1	<i>Extensión de los registros (años)</i>
Nº de pozos vigentes:	1	5-9: 0
Promedio Registros por pozo:	26	9-12: 1
% de análisis con B. Iónico correcto:	96 %	12-15: 0

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	3.281,1	Na (mg/L):	220,1	Cl (mg/L):	720,9
pH (u. pH):	7,4	Ca (mg/L):	426,9	HCO ₃ (mg/L):	195,0
		Mg (mg/L):	42,8	SO ₄ (mg/L):	486,3
		K (mg/L):	14,8	CO ₃ (mg/L):	0,0

Máximos

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	4.390,0	Na (mg/L):	309,1	Cl (mg/L):	851,9
pH (u. pH):	8,0	Ca (mg/L):	619,6	HCO ₃ (mg/L):	292,3
		Mg (mg/L):	53,1	SO ₄ (mg/L):	600,0
		K (mg/L):	177,5	CO ₃ (mg/L):	0,0

Mínimos

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	1.840,0	Na (mg/L):	158,9	Cl (mg/L):	552,4
pH (u. pH):	6,6	Ca (mg/L):	331,8	HCO ₃ (mg/L):	46,0
		Mg (mg/L):	31,2	SO ₄ (mg/L):	386,8
		K (mg/L):	6,0	CO ₃ (mg/L):	0,0

Desviación estándar

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	482,8	Na (mg/L):	39,1	Cl (mg/L):	76,7
pH (u. pH):	0,4	Ca (mg/L):	67,0	HCO ₃ (mg/L):	75,2
		Mg (mg/L):	5,3	SO ₄ (mg/L):	62,1
		K (mg/L):	33,2	CO ₃ (mg/L):	0,0

Otros parámetros analizados:

Ag, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, P(PO₄)

Datos Niveles:

Nº de Pozos:	42	<i>Extensión de los registros (años)</i>
Nº de Pozos con cota:	6	0 - 10: 20
Nº de Pozos vigentes:	11	10 - 20: 9
Nº de Pozos suspendidos:	31	+ de 20: 13
Calidad de la información:	D	

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

Datos Derechos :

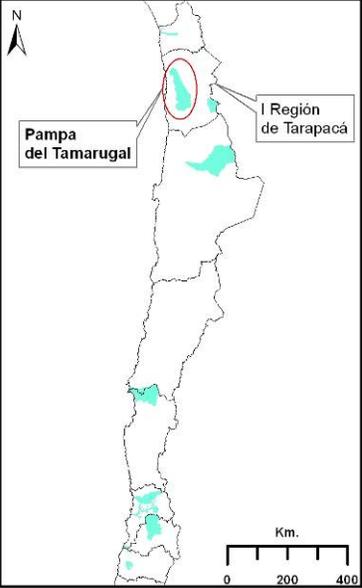
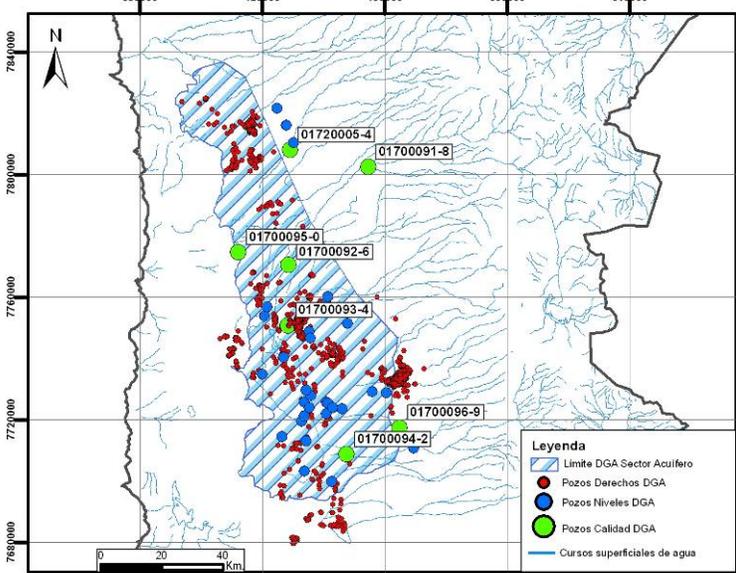
Nº Solicitudes:	453	<i>Usos</i>
Aprobados, Ley 20017:	426	Agua Potable: 15
Provisorios:	0	Riego: 369
Pendientes:	12	Minería: 0
Denegados:	15	Industria: 0
Caudal total aprobado (L/s):	1.736	Otros usos: 0
		Sin información: 69

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS			
Nº Estudios considerados:	5		
Nº Estudios útiles:	5		
Calidad Química:			
Nº Análisis químicos:	375	Nº Estudios con muestras en agua superficial:	2
Nº Puntos de muestreo:	111	Nº Estudios con muestras en agua subterránea:	4
Nº Puntos con medición temporal:	44	Nº de Estudios con datos nuevos:	1
Nº Estudios con parámetros principales:			
Cond. eléctrica:	3	Mg:	2
pH:	3	Cl:	3
Na:	3	HCO ₃ :	3
Ca:	3	SO ₄ :	3
Nº Estudios con parámetros isotópicos:			
d ¹⁸ O:	0	d ² H:	0
		Tritio:	0
Nº Estudios con otros parámetros:			
CO ₃ :	1	Br:	0
As:	1	Cianuro:	0
B:	1	CO ₂ :	0
Cu:	1	Col Fec:	0
Fe:	1	Col Totales:	0
Pb:	0	Color aparente:	0
PO ₄ :	1	Cr:	0
NO ₃ :	1	DBO ₅ :	0
Nitrito:	0	Densidad:	0
SS:	1	Dureza:	2
ST:	4	F:	1
Alc:	0	I:	0
Al:	1	K:	1
Nº Estudios con caracterización de:			
Niveles de agua:	3	Activ. prod. pot. contaminantes:	1
Uso de suelo:	3	Zona de riesgo tradicional:	3
Demanda ambiental suelos:	1	Zona disposición de riles:	0
Carga contaminante existente:	1	Descarga de riles:	0

1.1.3 Sector acuífero Pampa del Tamarugal

Tabla 1.3: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Pampa del Tamarugal.

SECTOR ACUÍFERO PAMPA DEL TAMARUGAL			
<i>I Región de Tarapacá</i>			
Tipo de acuífero (localización):	Dep. Intermedia	Nº de pozos con datos de química:	7
Superficie acuífero (km ²):	4.845,31	Superficie por punto (km ²):	692,19
Profundidad acuífero:	-	Nº de pozos con datos de niveles:	31
Profundidad nivel piezométrico:	-	Superficie por punto(km ²):	156,30
Caudal total otorgado (L/s):	1.895	Nº de pozos con datos de derechos:	2011
		Superficie por punto (km ²):	2,41

<i>Localización sector acuífero</i>	<i>Detalle sector acuífero y pozos DGA con información</i>
	

INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

	N° de pozos:	7	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	N° de pozos vigentes:	7	5-9: 0
	Promedio Registros por pozo:	26	9-12: 7
	% de análisis con balance iónico correcto:	95 %	12-15: 0

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios

		Na (mg/L):	424,6	Cl (mg/L):	620,3
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	2.814,1	Ca (mg/L):	163,0	HCO ₃ (mg/L):	119,9
pH (u. pH):	8,2	Mg (mg/L):	11,6	SO ₄ (mg/L):	419,2
		K (mg/L):	40,4	CO ₃ (mg/L):	12,5

Máximos

		Na (mg/L):	1.020,0	Cl (mg/L):	1.611,8
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	6.550,0	Ca (mg/L):	806,4	HCO ₃ (mg/L):	338,2
pH (u. pH):	10,2	Mg (mg/L):	48,9	SO ₄ (mg/L):	2.274,2
		K (mg/L):	316,6	CO ₃ (mg/L):	74,5

Mínimos

		Na (mg/L):	96,6	Cl (mg/L):	2,3
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	3,7	Ca (mg/L):	0,1	HCO ₃ (mg/L):	0,0
pH (u. pH):	3,5	Mg (mg/L):	0,0	SO ₄ (mg/L):	0,0
		K (mg/L):	2,5	CO ₃ (mg/L):	0,0

Desviación estándar

		Na (mg/L):	47,4	Cl (mg/L):	81,4
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	582,6	Ca (mg/L):	38,0	HCO ₃ (mg/L):	35,5
pH (u. pH):	0,6	Mg (mg/L):	5,2	SO ₄ (mg/L):	122,6
		K (mg/L):	26,1	CO ₃ (mg/L):	10,4

Otros parámetros analizados:

Ag, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, P(PO₄)

Dato Niveles:

	N° de Pozos:	31	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	N° de Pozos con cota:	26	0 - 10: 11
	N° de Pozos vigentes:	14	10 - 20: 9
	N° de Pozos suspendidos:	17	+ de 20: 11
	Calidad de la información:	B	

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

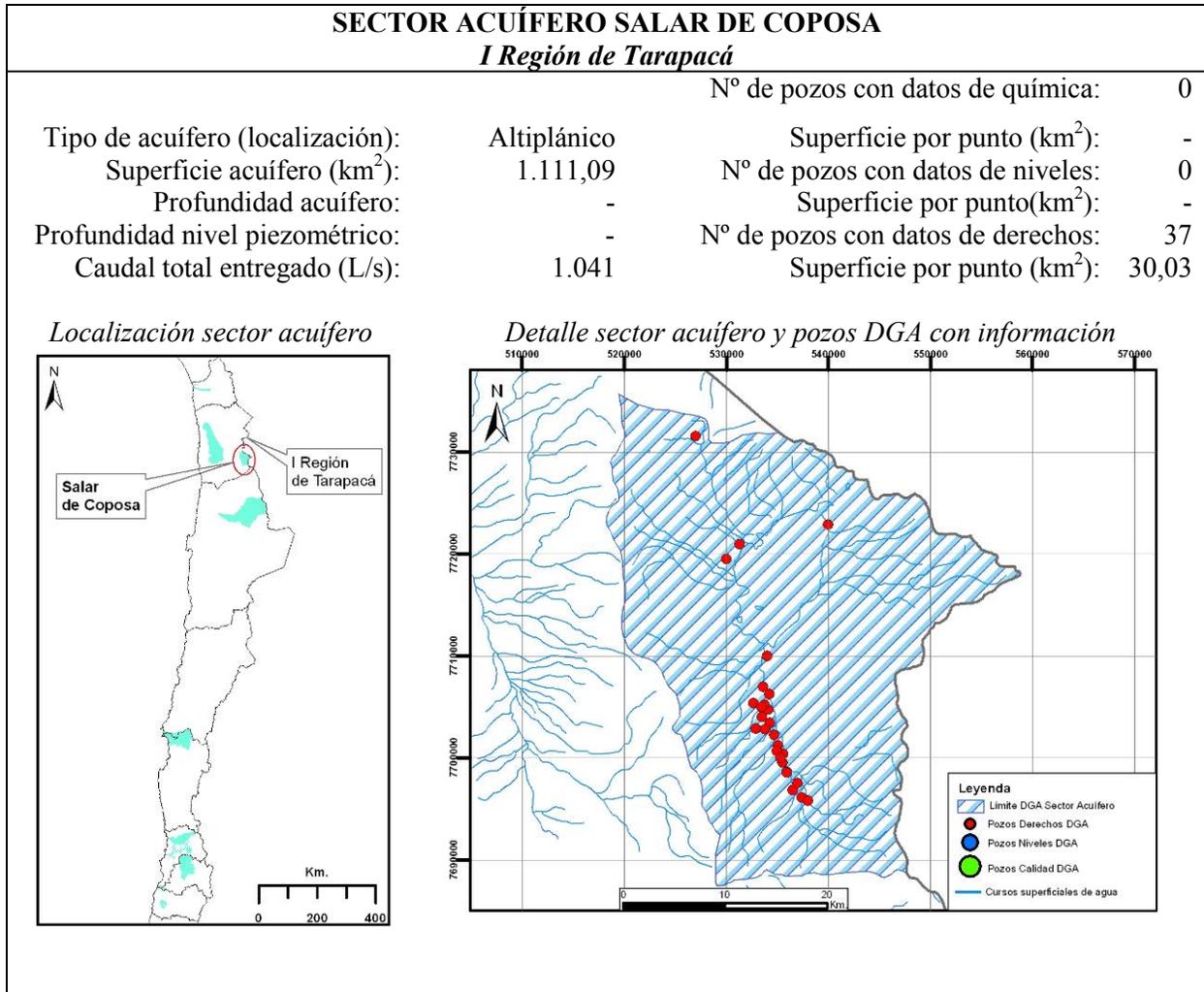
Datos Derechos:

	N° Solicitudes:	2.011	<i>Usos</i>		
Aprobados, Ley 20017:	1.210	Agua Potable:	43	Industria:	0
Provisorios:	0	Riego:	1.296	Otros usos:	0
Pendientes:	162	Minería:	359	Sin información:	313
Denegados:	639				
Caudal total aprobado (L/s):	1.895				

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS		
N° Estudios considerados: 4		
N° Estudios útiles: 3		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos: 0	N° Estudios con muestras en agua superficial: 1	
N° Puntos de muestreo: 0	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 2	
N° Puntos con medición temporal: 0	N° de Estudios con datos nuevos: 0	
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica: 3	Mg: 0	
pH: 0	Cl: 0	
Na: 0	HCO ₃ : 0	
Ca: 0	SO ₄ : 0	
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O: 1	d ² H: 1	Tritio: 1
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ : 0	Br: 0	Li: 0
As: 0	Cianuro: 0	M ₂ CO ₃ : 0
B: 0	CO ₂ : 0	Mn: 0
Cu: 0	Col Fec: 0	Mo: 0
Fe: 0	Col Totales: 0	OD: 0
Pb: 0	Color aparente: 0	RAS: 0
PO ₄ : 0	Cr: 0	RASO: 0
NO ₃ : 0	DBO ₅ : 0	S: 0
Nitrito: 0	Densidad: 0	Si O ₂ : 0
SS: 1	Dureza: 0	Sn: 0
ST: 2	F: 0	Zn: 0
Alc: 0	I: 0	T°: 0
Al: 0	K: 0	
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua: 3	Activ. prod. pot. contaminantes: 0	
Uso de suelo: 0	Zona de riesgo tradicional: 1	
Demanda ambiental suelos: 1	Zona disposición de riles: 0	
Carga contaminante existente: 0	Descarga de riles: 0	

1.1.4 Sector acuífero Salar de Coposa

Tabla 1.4: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Salar de Coposa.



INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

Nº de pozos:	0	<i>Extensión de los registros (años)</i>
Nº de pozos vigentes:	-	5-9: -
Promedio Registros por pozo:	-	9-12: -
% de análisis con B. Iónico correcto:	-	12-15: -

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios:

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L):	-
pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L):	-
		Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L):	-
		K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L):	-

Máximos

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L):	-
pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L):	-
		Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L):	-
		K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L):	-

Mínimos

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L):	-
pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L):	-
		Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L):	-
		K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L):	-

Desviación estándar

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L):	-
pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L):	-
		Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L):	-
		K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L):	-

Otros parámetros analizados:

-

Dato Niveles:

Nº de Pozos:	0	<i>Extensión de los registros (años)</i>
Nº de Pozos con cota:	-	0 - 10: -
Nº de Pozos vigentes:	-	10 - 20: -
Nº de Pozos suspendidos:	-	+ de 20: -
Calidad de la información:	D	

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

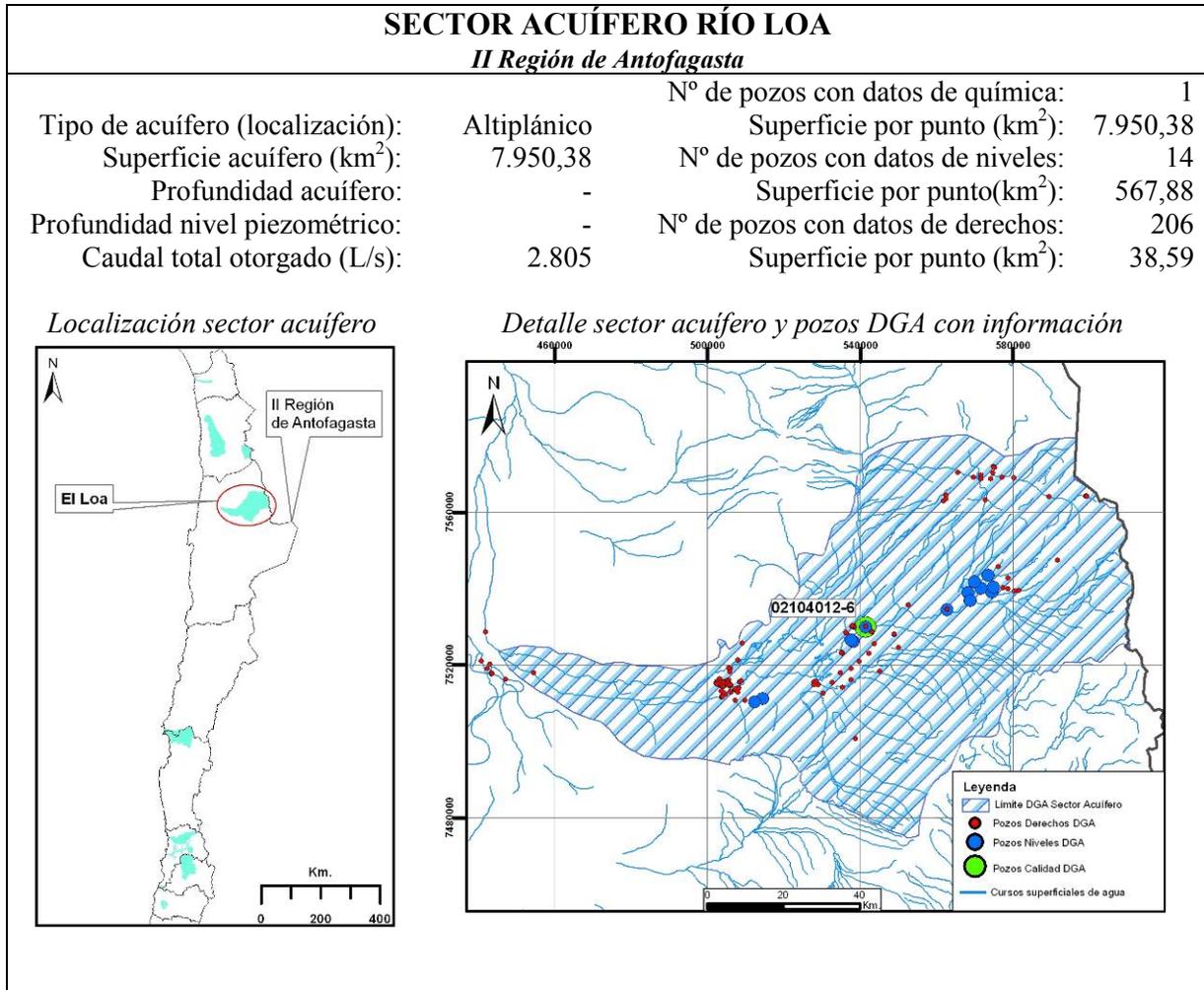
Datos Derechos :

Nº Solicitudes:	37	<i>Usos</i>
Aprobados, Ley 20017:	21	Agua Potable: 2
Provisorios:	0	Riego: 0
Pendientes:	0	Minería: 33
Denegados:	18	Industria: 0
Caudal total aprobado (L/s):	1.041	Otros usos: 0
		Sin información: 2

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS		
N° Estudios considerados: 1		
N° Estudios útiles: 1		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos:	24	N° Estudios con muestras en agua superficial: 1
N° Puntos de muestreo:	24	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 1
N° Puntos con medición temporal:	0	N° de Estudios con datos nuevos: 0
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica:	1	Mg: 1
pH:	1	Cl: 1
Na:	1	HCO ₃ : 0
Ca:	1	SO ₄ : 1
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O:	1	d ² H: 1
		Tritio: 0
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ :	0	Br: 1
As:	1	Cianuro: 0
B:	1	CO ₂ : 1
Cu:	0	Col Fec: 0
Fe:	1	Col Totales: 0
Pb:	0	Color aparente: 0
PO ₄ :	0	Cr: 0
NO ₃ :	1	DBO ₅ : 0
Nitrito:	0	Densidad: 1
SS:	0	Dureza: 0
ST:	0	F: 0
Alc:	1	I: 1
Al:	1	K: 1
		Li: 1
		M ₂ CO ₃ : 0
		Mn: 0
		Mo: 0
		OD: 1
		RAS: 0
		RASO: 0
		S: 0
		Si O ₂ : 1
		Sn: 0
		Zn: 0
		T°: 1
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua:	0	Activ. prod. pot. contaminantes: 1
Uso de suelo:	0	Zona de riesgo tradicional: 0
Demanda ambiental suelos:	0	Zona disposición de riles: 0
Carga contaminante existente:	0	Descarga de riles: 0

1.1.5 Sector acuífero El Loa

Tabla 1.5: Ficha resumen de información disponible sector acuífero El Loa.



INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

	Nº de pozos:	1	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	Nº de pozos vigentes:	1	5-9: 0
	Nº promedio análisis por pozo:	28	9-12: 1
	% de análisis con B. Iónico correcto:	87%	12-15: 0

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios

		Na (mg/L):	785,2	Cl (mg/L):	1.772,3
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	5.714,4	Ca (mg/L):	101,6	HCO ₃ (mg/L):	215,0
pH (u. pH):	7,9	Mg (mg/L):	67,8	SO ₄ (mg/L):	65,0
		K (mg/L):	80,2	CO ₃ (mg/L):	4,3

Máximos

		Na (mg/L):	2.980,0	Cl (mg/L):	5.533,8
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	16.209,0	Ca (mg/L):	184,2	HCO ₃ (mg/L):	381,4
pH (u. pH):	8,5	Mg (mg/L):	264,0	SO ₄ (mg/L):	750,0
		K (mg/L):	234,0	CO ₃ (mg/L):	38,4

Mínimos

		Na (mg/L):	87,5	Cl (mg/L):	634,6
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	2.282,0	Ca (mg/L):	38,0	HCO ₃ (mg/L):	135,8
pH (u. pH):	6,6	Mg (mg/L):	25,0	SO ₄ (mg/L):	0,0
		K (mg/L):	3,9	CO ₃ (mg/L):	0,0

Desviación estándar

		Na (mg/L):	642,6	Cl (mg/L):	1.380,0
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	3.664,4	Ca (mg/L):	43,7	HCO ₃ (mg/L):	68,5
pH (u. pH):	0,5	Mg (mg/L):	53,1	SO ₄ (mg/L):	161,2
		K (mg/L):	61,0	CO ₃ (mg/L):	9,2

Otros parámetros analizados:

Ag, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, P(PO₄)

Datos Niveles:

Nº de Pozos:	14	<i>Extensión de los registros (años)</i>
Nº de Pozos con cota:	8	0 - 10: 5
Nº de Pozos vigentes:	8	10 - 20: 9
Nº de Pozos suspendidos:	6	+ de 20: 0
Calidad de la información:	R	

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

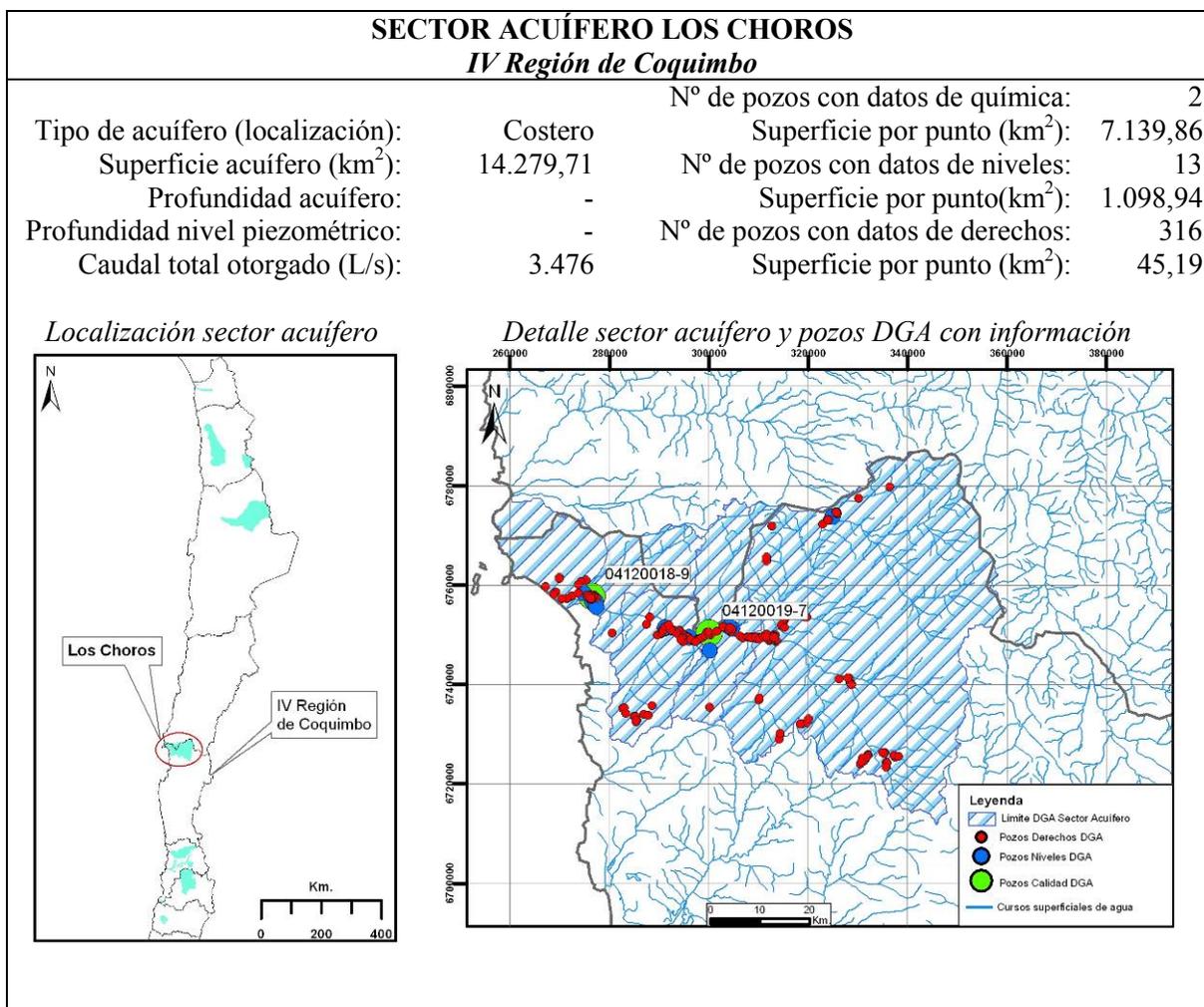
Datos Derechos :

Nº Solicitudes:	206	<i>Usos</i>
Aprobados, Ley 20017:	117	Agua Potable: 0 Industria: 8
Provisorios:	0	Riego: 20 Otros usos: 58
Pendientes:	10	Minería: 108 Sin información: 14
Denegados:	79	
Caudal total aprobado (L/s):	2.805	

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIRADOS		
N° Estudios considerados: 4		
N° Estudios útiles: 3		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos: 249	N° Estudios con muestras en agua superficial: 1	
N° Puntos de muestreo: 128	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 2	
N° Puntos con medición temporal: 67	N° de Estudios con datos nuevos: 2	
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica: 2	Mg: 1	
pH: 1	Cl: 1	
Na: 1	HCO ₃ : 1	
Ca: 1	SO ₄ : 1	
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O: 2	d ² H: 2	Tritio: 2
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ : 1	Br: 0	Li: 1
As: 1	Cianuro: 0	M ₂ CO ₃ : 0
B: 2	CO ₂ : 0	Mn: 0
Cu: 0	Col Fec: 0	Mo: 0
Fe: 0	Col Totales: 0	OD: 0
Pb: 0	Color aparente: 0	RAS: 0
PO ₄ : 0	Cr: 0	RASO: 0
NO ₃ : 2	DBO ₅ : 0	S: 0
Nitrito: 1	Densidad: 0	Si O ₂ : 1
SS: 0	Dureza: 0	Sn: 0
ST: 1	F: 0	Zn: 0
Alc: 1	I: 0	T°: 1
Al: 0	K: 1	
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua: 1	Activ. prod. pot. contaminantes: 1	
Uso de suelo: 0	Zona de riesgo tradicional: 0	
Demanda ambiental suelos: 0	Zona disposición de riles: 0	
Carga contaminante existente: 0	Descarga de riles: 0	

1.1.6 Sector acuífero Los Choros

Tabla 1.6: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Los Choros.



INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

	N° de pozos:	2	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	N° de pozos vigentes:	2	5-9: 0
	N° promedio análisis por pozo:	38	9-12: 0
	% de análisis con B. Iónico correcto:	92 %	12-15: 2

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios

		Na (mg/L):	118,6	Cl (mg/L):	166,0
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	977,7	Ca (mg/L):	55,8	HCO ₃ (mg/L):	153,2
pH (u. pH):	8,0	Mg (mg/L):	21,1	SO ₄ (mg/L):	120
		K (mg/L):	6,0	CO ₃ (mg/L):	0,8

Máximos

		Na (mg/L):	170,5	Cl (mg/L):	239,8
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	1.630,0	Ca (mg/L):	123,6	HCO ₃ (mg/L):	219,7
pH (u. pH):	9,4	Mg (mg/L):	42,6	SO ₄ (mg/L):	260,0
		K (mg/L):	67,2	CO ₃ (mg/L):	17,0

Mínimos

		Na (mg/L):	90,2	Cl (mg/L):	104,6
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	217,9	Ca (mg/L):	4,8	HCO ₃ (mg/L):	97,3
pH (u. pH):	6,7	Mg (mg/L):	2,0	SO ₄ (mg/L):	0,0
		K (mg/L):	1,6	CO ₃ (mg/L):	0,0

Desviación estándar

		Na (mg/L):	14,1	Cl (mg/L):	32,4
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	259,5	Ca (mg/L):	29,0	HCO ₃ (mg/L):	29,7
pH (u. pH):	0,5	Mg (mg/L):	9,9	SO ₄ (mg/L):	69,8
		K (mg/L):	5,6	CO ₃ (mg/L):	2,8

Otros parámetros analizados:

Ag, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, N(NO₂), P(PO₄)

Datos Niveles:

	N° de Pozos:	13	<i>Extensión de los Registros (años)</i>
	N° de Pozos con cota:	0	0 - 10: 0
	N° de Pozos vigentes:	13	10 - 20: 2
	N° de Pozos suspendidos:	0	+ de 20: 11
	Calidad de la información:	D	

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

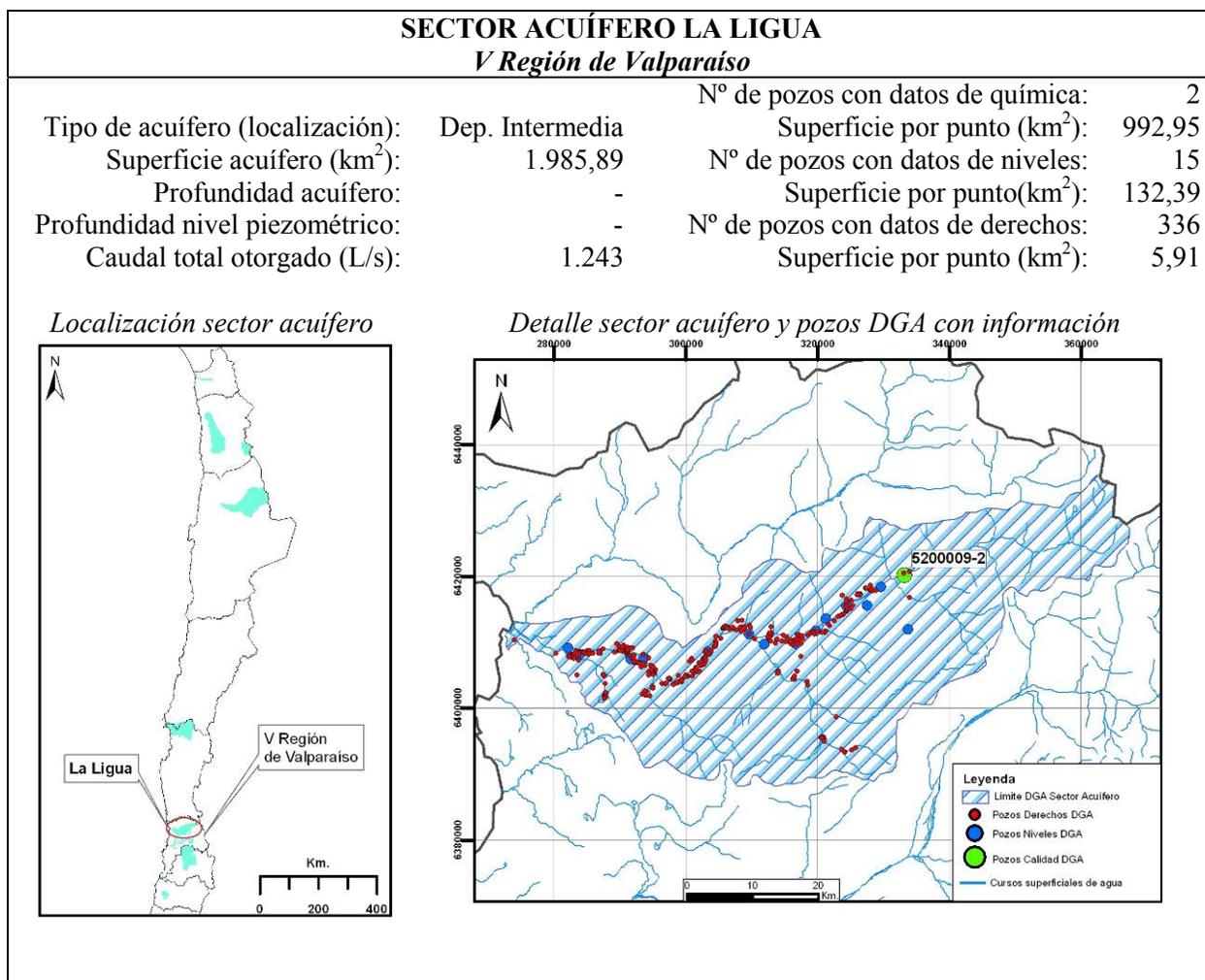
Datos Derechos :

	N° Solicitudes:	316	<i>Usos</i>
Aprobados, Ley 20017:	257	Agua Potable:	28
Provisorios:	0	Riego:	263
Pendientes:	4	Minería:	108
Denegados:	55	Industria:	0
Caudal total aprobado (L/s):	3.476	Otros usos:	0
		Sin información:	2

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIRADOS			
N° Estudios considerados:		7	
N° Estudios útiles:		7	
Calidad Química:			
N° Análisis químicos:	46	N° Estudios con muestras en agua superficial:	0
N° Puntos de muestreo:	34	N° Estudios con muestras en agua subterránea:	2
N° Puntos con medición temporal:	12	N° de Estudios con datos nuevos:	2
N° Estudios con parámetros principales:			
Cond. eléctrica:	2	Mg:	2
pH:	2	Cl:	2
Na:	2	HCO ₃ :	2
Ca:	2	SO ₄ :	2
N° Estudios con parámetros isotópicos:			
d ¹⁸ O:	0	d ² H:	0
		Tritio:	0
N° Estudios con otros parámetros:			
CO ₃ :	1	Br:	0
As:	0	Cianuro:	0
B:	0	CO ₂ :	0
Cu:	0	Col Fec:	0
Fe:	0	Col Totales:	0
Pb:	0	Color aparente:	0
PO ₄ :	0	Cr:	0
NO ₃ :	2	DBO ₅ :	0
Nitrito:	1	Densidad:	0
SS:	1	Dureza:	1
ST:	2	F:	0
Alc:	0	I:	0
Al:	0	K:	1
N° Estudios con caracterización de:			
Niveles de agua:	7	Activ. prod. pot. contaminantes:	0
Uso de suelo:	1	Zona de riesgo tradicional:	0
Demanda ambiental suelos:	0	Zona disposición de riles:	0
Carga contaminante existente:	0	Descarga de riles:	0

1.1.7 Sector acuífero La Ligua

Tabla 1.7: Ficha resumen de información disponible sector acuífero La Ligua.

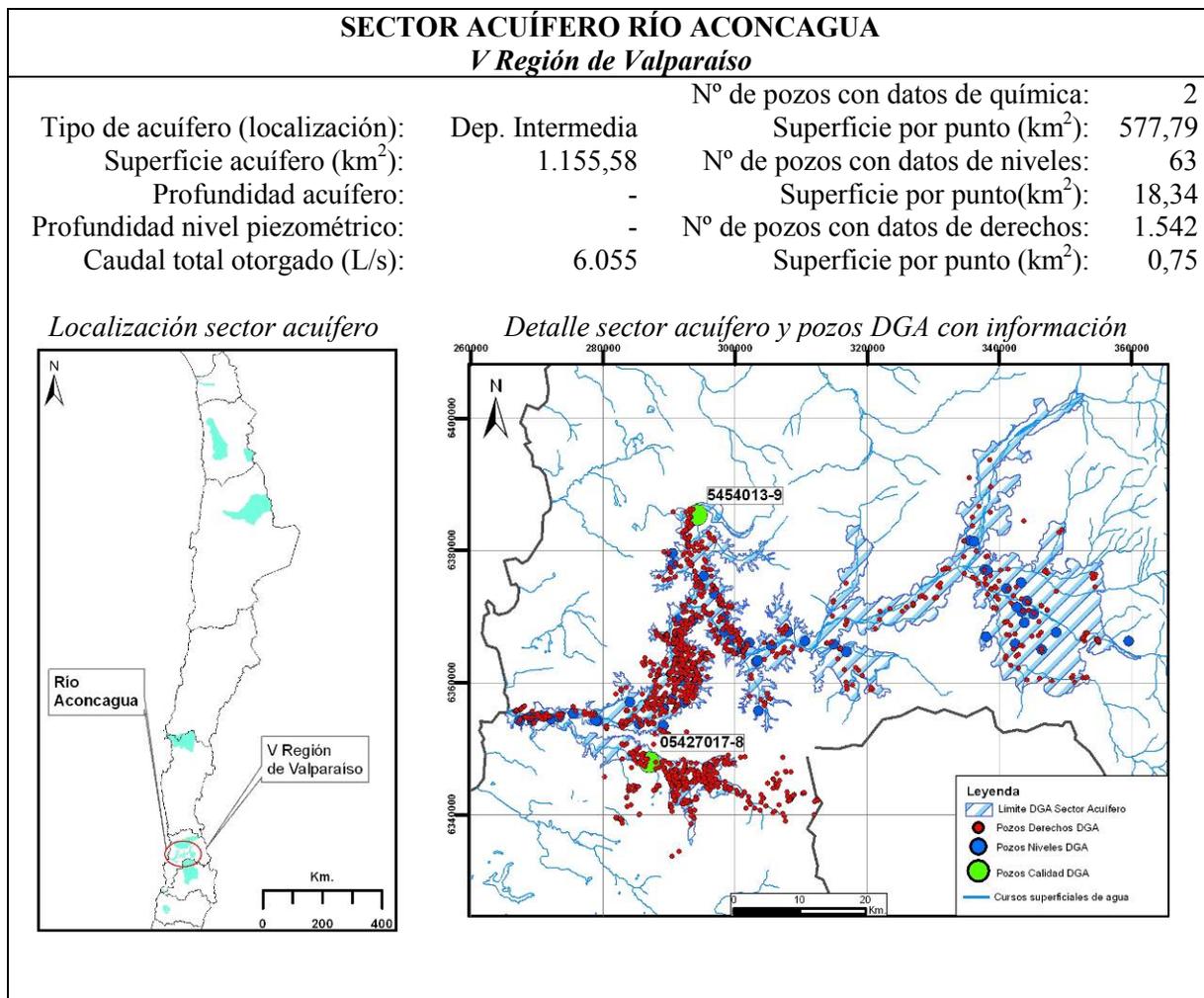


INFORMACIÓN DATOS DGA						
Calidad química:						
	Nº de pozos:	1	<i>Extensión de los registros (años)</i>			
	Nº de pozos vigentes:	0	5-9:	0		
	Nº promedio análisis por pozo:	17	9-12:	1		
	% de análisis con B. Iónico correcto:	80 %	12-15:	0		
<i>Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos</i>						
<i>Promedios</i>						
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	282,9	Na (mg/L):	14,8	Cl (mg/L):	11,7
	pH (u. pH):	7,6	Ca (mg/L):	39,3	HCO ₃ (mg/L):	122,5
			Mg (mg/L):	7,4	SO ₄ (mg/L):	33,0
			K (mg/L):	1,4	CO ₃ (mg/L):	2,5
<i>Máximos</i>						
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	384,0	Na (mg/L):	18,4	Cl (mg/L):	16,8
	pH (u. pH):	8,7	Ca (mg/L):	52,0	HCO ₃ (mg/L):	179,1
			Mg (mg/L):	9,9	SO ₄ (mg/L):	46,0
			K (mg/L):	2,5	CO ₃ (mg/L):	20,5
<i>Mínimos</i>						
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	133,0	Na (mg/L):	8,1	Cl (mg/L):	6,5
	pH (u. pH):	6,5	Ca (mg/L):	11,9	HCO ₃ (mg/L):	14,0
			Mg (mg/L):	2,0	SO ₄ (mg/L):	0,1
			K (mg/L):	1,0	CO ₃ (mg/L):	0,0
<i>Desviación estándar</i>						
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	95,0	Na (mg/L):	3,3	Cl (mg/L):	2,5
	pH (u. pH):	0,7	Ca (mg/L):	13,7	HCO ₃ (mg/L):	48,4
			Mg (mg/L):	2,5	SO ₄ (mg/L):	14,4
			K (mg/L):	0,5	CO ₃ (mg/L):	6,1
<i>Otros parámetros analizados:</i>						
-						
Datos Niveles:						
	Nº de Pozos:	15	<i>Extensión de los registros (años)</i>			
	Nº de Pozos con cota:	5	0 - 10:	4		
	Nº de Pozos vigentes:	13	10 - 20:	2		
	Nº de Pozos suspendidos:	2	+ de 20:	9		
	Calidad de la información:	R				
B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas						
R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas						
D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir						
Datos Derechos :						
	Nº Solicitudes:	336	<i>Usos</i>			
	Aprobados, Ley 20017:	245	Agua Potable:	41	Industria:	0
	Provisorios:	0	Riego:	279	Otros usos:	0
	Pendientes:	5	Minería:	12	Sin información:	1
	Denegados:	86				
	Caudal total aprobado (L/s):	1.243				

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS			
N° Estudios considerados:		4	
N° Estudios útiles:		3	
Calidad Química:			
N° Análisis químicos:	30	N° Estudios con muestras en agua superficial:	1
N° Puntos de muestreo:	30	N° Estudios con muestras en agua subterránea:	1
N° Puntos con medición temporal:	0	N° de Estudios con datos nuevos:	1
N° Estudios con parámetros principales:			
Cond. eléctrica:	1	Mg:	1
pH:	0	Cl:	1
Na:	1	HCO ₃ :	1
Ca:	1	SO ₄ :	0
N° Estudios con parámetros isotópicos:			
d ¹⁸ O:	0	d ² H:	0
		Tritio:	0
N° Estudios con otros parámetros:			
CO ₃ :	1	Br:	0
As:	0	Cianuro:	0
B:	1	CO ₂ :	0
Cu:	0	Col Fec:	0
Fe:	1	Col Totales:	0
Pb:	0	Color aparente:	0
PO ₄ :	0	Cr:	0
NO ₃ :	1	DBO ₅ :	0
Nitrito:	0	Densidad:	0
SS:	0	Dureza:	0
ST:	0	F:	0
Alc:	0	I:	0
Al:	0	K:	1
N° Estudios con caracterización de:			
Niveles de agua:	3	Activ. prod. pot. contaminantes:	1
Uso de suelo:	1	Zona de riesgo tradicional:	2
Demanda ambiental suelos:	0	Zona disposición de riles:	0
Carga contaminante existente:	1	Descarga de riles:	0

1.1.8 Sector acuífero Aconcagua

Tabla 1.8: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Aconcagua.



INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

N° de pozos:	2	<i>Extensión de los registros (años)</i>	
N° de pozos vigentes:	2	5-9:	0
N° promedio análisis por pozo:	29	9-12:	1
% de análisis con B. Iónico correcto:	91 %	12-15:	1

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios

		Na (mg/L):	35,2	Cl (mg/L):	39
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	759,1	Ca (mg/L):	96,7	HCO ₃ (mg/L):	175,2
pH (u. pH):	7,7	Mg (mg/L):	28,5	SO ₄ (mg/L):	208,4
		K (mg/L):	2,1	CO ₃ (mg/L):	2,5

Máximos

		Na (mg/L):	57,3	Cl (mg/L):	218,8
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	1.159,0	Ca (mg/L):	220,0	HCO ₃ (mg/L):	261,3
pH (u. pH):	8,7	Mg (mg/L):	95,9	SO ₄ (mg/L):	445,0
		K (mg/L):	32,0	CO ₃ (mg/L):	19,3

Mínimos

		Na (mg/L):	2,8	Cl (mg/L):	15,3
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	8,2	Ca (mg/L):	45,0	HCO ₃ (mg/L):	10,4
pH (u. pH):	6,2	Mg (mg/L):	10,4	SO ₄ (mg/L):	40,2
		K (mg/L):	0,6	CO ₃ (mg/L):	0,0

Desviación estándar

		Na (mg/L):	8,4	Cl (mg/L):	22,5
Cond. eléctrica (µmhos/cm):	224,1	Ca (mg/L):	30,4	HCO ₃ (mg/L):	37,8
pH (u. pH):	0,6	Mg (mg/L):	10,1	SO ₄ (mg/L):	62,8
		K (mg/L):	3,0	CO ₃ (mg/L):	4,7

Otros parámetros analizados:

-

Datos Niveles:

N° de Pozos:	63	<i>Extensión de los registros (años)</i>	
N° de Pozos con cota:	35	0 - 10:	2
N° de Pozos vigentes:	59	10 - 20:	4
N° de Pozos suspendidos:	4	+ de 20:	57
Calidad de la información:	B		

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

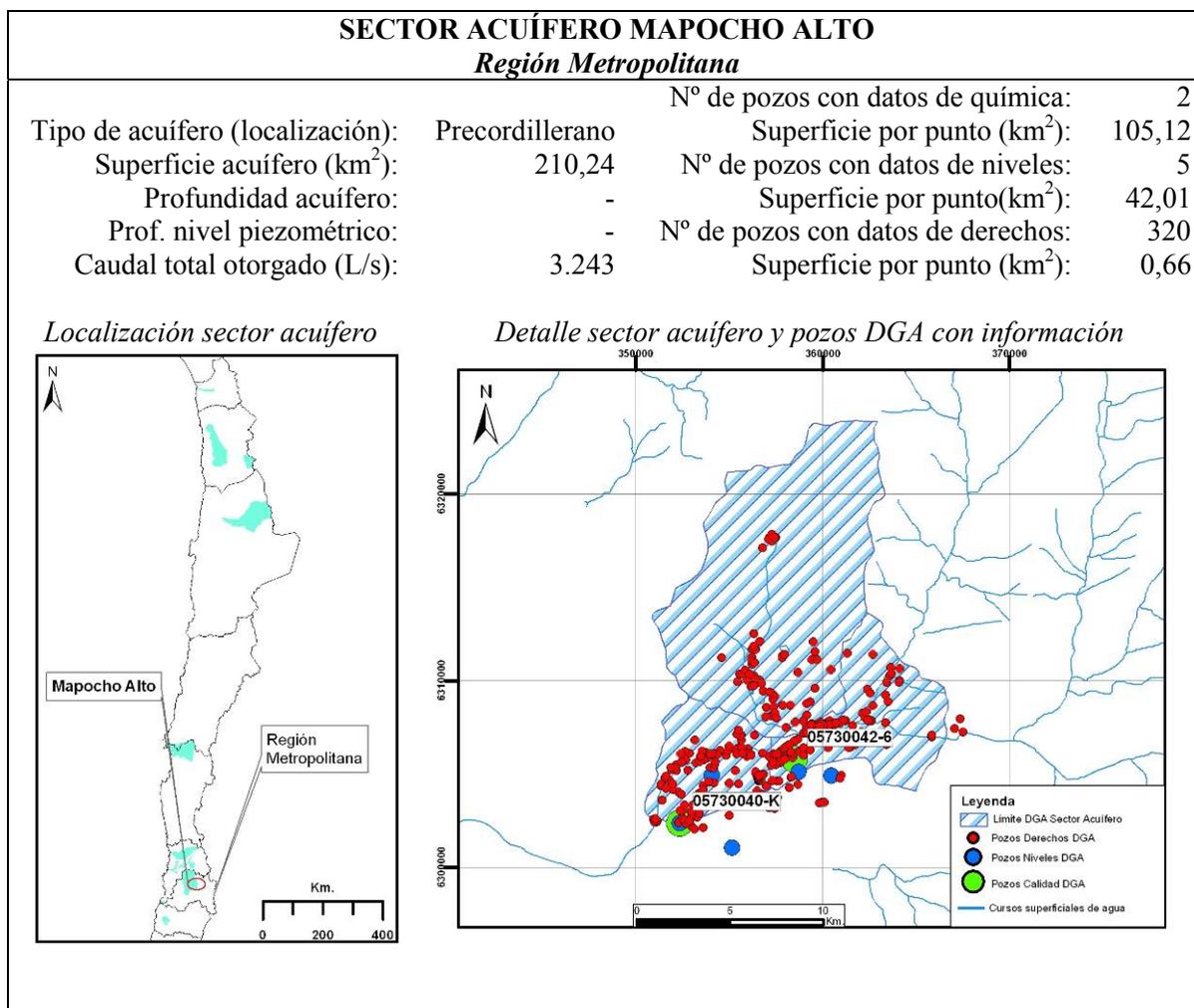
Datos Derechos :

N° Solicitudes:	1.542	<i>Usos</i>	
Aprobados, Ley 20017:	909	Agua Potable:	189
Provisorios:	0	Riego:	1.335
Pendientes:	25	Minería:	18
Denegados:	608	Industria:	0
Caudal total aprobado (L/s):	6.055	Otros usos:	0
		Sin información:	0

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS		
N° Estudios considerados: 6		
N° Estudios útiles: 4		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos: 0	N° Estudios con muestras en agua superficial: 0	
N° Puntos de muestreo: 0	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 0	
N° Puntos con medición temporal: 0	N° de Estudios con datos nuevos: 0	
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica: 0	Mg: 0	
pH: 0	Cl: 0	
Na: 0	HCO ₃ : 0	
Ca: 0	SO ₄ : 0	
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O: 0	d ² H: 0	Tritio: 0
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ : 0	Br: 0	Li: 0
As: 0	Cianuro: 0	M ₂ CO ₃ : 0
B: 0	CO ₂ : 0	Mn: 0
Cu: 0	Col Fec: 0	Mo: 0
Fe: 0	Col Totales: 0	OD: 0
Pb: 0	Color aparente: 0	RAS: 0
PO ₄ : 0	Cr: 0	RASO: 0
NO ₃ : 0	DBO ₅ : 0	S: 0
Nitrito: 0	Densidad: 0	Si O ₂ : 0
SS: 0	Dureza: 0	Sn: 0
ST: 0	F: 0	Zn: 0
Alc: 0	I: 0	T°: 0
Al: 0	K: 0	
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua: 0	Activ. prod. pot. contaminantes: 0	
Uso de suelo: 0	Zona de riesgo tradicional: 0	
Demanda ambiental suelos: 0	Zona disposición de riles: 0	
Carga contaminante existente: 0	Descarga de riles: 0	

1.1.9 Sector acuífero Mapocho Alto

Tabla 1.9: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Mapocho Alto.

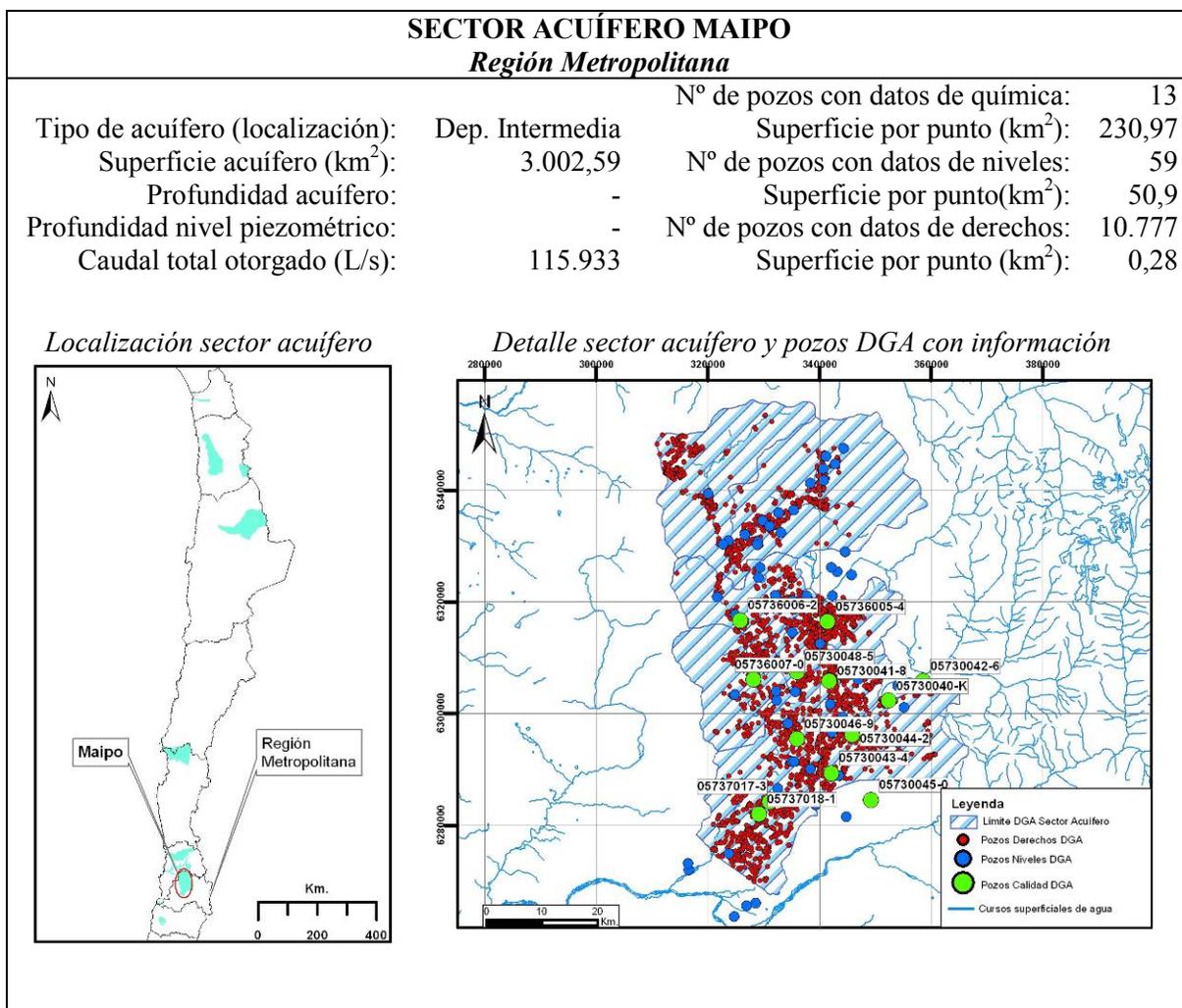


INFORMACIÓN DATOS DGA			
Calidad química:			
	Nº de pozos:	2	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	Nº de pozos vigentes:	2	5-9: 0
	Nº promedio análisis por pozo:	42	9-12: 0
	% de análisis con B. Iónico correcto:	85%	12-15: 2
<i>Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos</i>			
<i>Promedios</i>			
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	475,3	Na (mg/L): 19,6 Cl (mg/L): 16,1
	pH (u. pH):	7,5	Ca (mg/L): 63,3 HCO ₃ (mg/L): 155,5
			Mg (mg/L): 13,1 SO ₄ (mg/L): 90,3
			K (mg/L): 1,3 CO ₃ (mg/L): 1,5
<i>Máximos</i>			
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	707,0	Na (mg/L): 27,6 Cl (mg/L): 115,0
	pH (u. pH):	8,8	Ca (mg/L): 86,0 HCO ₃ (mg/L): 214,0
			Mg (mg/L): 17,8 SO ₄ (mg/L): 135,0
			K (mg/L): 11,8 CO ₃ (mg/L): 27,7
<i>Mínimos</i>			
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	202	Na (mg/L): 7,1 Cl (mg/L): 0,0
	pH (u. pH):	6,2	Ca (mg/L): 27,0 HCO ₃ (mg/L): 51,0
			Mg (mg/L): 3,4 SO ₄ (mg/L): 2,4
			K (mg/L): 0,4 CO ₃ (mg/L): 0,0
<i>Desviación estándar</i>			
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	76,2	Na (mg/L): 3,0 Cl (mg/L): 10,9
	pH (u. pH):	0,6	Ca (mg/L): 8,7 HCO ₃ (mg/L): 21,9
			Mg (mg/L): 2,0 SO ₄ (mg/L): 20,5
			K (mg/L): 1,2 CO ₃ (mg/L): 4,0
<i>Otros parámetros analizados:</i>			
Ag, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, P(PO ₄)			
Datos Niveles:			
	Nº de Pozos:	5	<i>Extensión de los registros (años)</i>
	Nº de Pozos con cota:	4	0 - 10: 0
	Nº de Pozos vigentes:	5	10 - 20: 1
	Nº de Pozos suspendidos:	0	+ de 20: 4
	Calidad de la información:	R	
B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas			
R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas			
D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir			
Datos Derechos:			
	Nº Solicitudes:	320	<i>Usos</i>
	Aprobados, Ley 20017:	226	Agua Potable: 117 Industria: 0
	Provisorios:	2	Riego: 187 Otros usos: 0
	Pendientes:	7	Minería: 16 Sin información: 0
	Denegados:	85	
	Caudal total aprobado (L/s):	3.243	

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS		
N° Estudios considerados: 2		
N° Estudios útiles: 2		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos: 0	N° Estudios con muestras en agua superficial: 0	
N° Puntos de muestreo: 0	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 0	
N° Puntos con medición temporal: 0	N° de Estudios con datos nuevos: 0	
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica: 0	Mg: 0	
pH: 0	Cl: 0	
Na: 0	HCO ₃ : 0	
Ca: 0	SO ₄ : 0	
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O: 0	d ² H: 0	Tritio: 0
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ : 0	Br: 0	Li: 0
As: 0	Cianuro: 0	M ₂ CO ₃ : 0
B: 0	CO ₂ : 0	Mn: 0
Cu: 0	Col Fec: 0	Mo: 0
Fe: 0	Col Totales: 0	OD: 0
Pb: 0	Color aparente: 0	RAS: 0
PO ₄ : 0	Cr: 0	RASO: 0
NO ₃ : 0	DBO ₅ : 0	S: 0
Nitrito: 0	Densidad: 0	Si O ₂ : 0
SS: 0	Dureza: 0	Sn: 0
ST: 0	F: 0	Zn: 0
Alc: 0	I: 0	T°: 0
Al: 0	K: 0	
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua: 2	Activ. prod. pot. contaminantes: 0	
Uso de suelo: 0	Zona de riesgo tradicional: 0	
Demanda ambiental suelos: 0	Zona disposición de riles: 0	
Carga contaminante existente: 0	Descarga de riles: 0	

1.1.10 Sector acuífero Maipo

Tabla 1.10: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Maipo.



INFORMACIÓN DATOS DGA

Calidad química:

Nº de pozos:	13	<i>Extensión de los registros (años)</i>	
Nº de pozos vigentes:	13	5-9:	1
Nº promedio análisis por pozo:	39 %	9-12:	1
% de análisis con B. iónico correcto:	83%	12-15:	11

Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos

Promedios

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	1.047,1	Na (mg/L):	55,2	Cl (mg/L):	111,5
pH (u. pH):	7,5	Ca (mg/L):	131,8	HCO ₃ (mg/L):	194,7
		Mg (mg/L):	25,6	SO ₄ (mg/L):	207,3
		K (mg/L):	3,9	CO ₃ (mg/L):	0,6

Máximos

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	3.060,0	Na (mg/L):	172,0	Cl (mg/L):	837,7
pH (u. pH):	8,8	Ca (mg/L):	547,6	HCO ₃ (mg/L):	508,2
		Mg (mg/L):	118,0	SO ₄ (mg/L):	437,5
		K (mg/L):	84,0	CO ₃ (mg/L):	27,7

Mínimos

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	202,0	Na (mg/L):	1,0	Cl (mg/L):	0,0
pH (u. pH):	0,4	Ca (mg/L):	21,2	HCO ₃ (mg/L):	51,0
		Mg (mg/L):	1,0	SO ₄ (mg/L):	0,9
		K (mg/L):	0,1	CO ₃ (mg/L):	0,0

Desviación estándar

Cond. eléctrica (µmhos/cm):	154,8	Na (mg/L):	9,4	Cl (mg/L):	35,6
pH (u. pH):	0,4	Ca (mg/L):	27,3	HCO ₃ (mg/L):	45,0
		Mg (mg/L):	5,1	SO ₄ (mg/L):	50,4
		K (mg/L):	4,2	CO ₃ (mg/L):	1,56

Otros parámetros analizados:

Ag, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, N(NO₂), P(PO₄),

Datos Niveles:

Nº de Pozos:	59	<i>Extensión de los registros (años)</i>	
Nº de Pozos con cota:	45	0 - 10:	17
Nº de Pozos vigentes:	56	10 - 20:	11
Nº de Pozos suspendidos:	3	+ de 20:	31
Calidad de la información:	B		

B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas

D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir

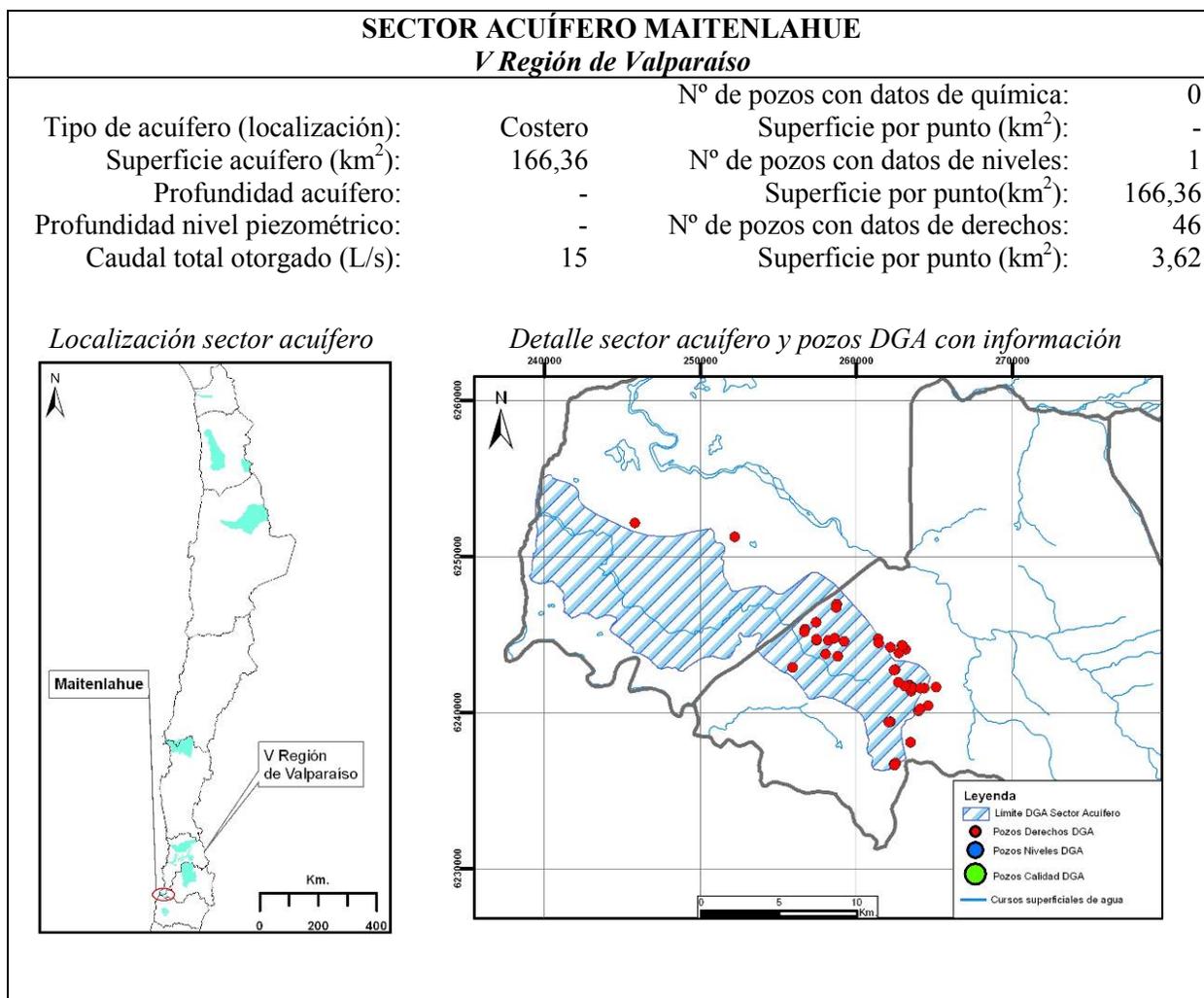
Datos Derechos :

Nº Solicitudes:	10.777	<i>Usos</i>			
Aprobados, Ley 20017:	8.146	Agua Potable:	1.651	Industria:	540
Provisorios:	78	Riego:	8.551	Otros usos:	0
Pendientes:	709	Minería:	35	Sin información:	0
Denegados:	1.844				
Caudal total aprobado (L/s):	115.933				

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS			
N° Estudios considerados:		5	
N° Estudios útiles:		5	
Calidad Química:			
N° Análisis químicos:	471	N° Estudios con muestras en agua superficial:	2
N° Puntos de muestreo:	241	N° Estudios con muestras en agua subterránea:	4
N° Puntos con medición temporal:	90	N° de Estudios con datos nuevos:	1
N° Estudios con parámetros principales:			
Cond. eléctrica:	3	Mg:	2
pH:	4	Cl:	2
Na:	2	HCO ₃ :	4
Ca:	2	SO ₄ :	4
N° Estudios con parámetros isotópicos:			
d ¹⁸ O:	2	d ² H:	2
		Tritio:	1
N° Estudios con otros parámetros:			
CO ₃ :	4	Br:	2
As:	1	Cianuro:	1
B:	2	CO ₂ :	1
Cu:	2	Col Fec:	2
Fe:	2	Col Totales:	2
Pb:	2	Color aparente:	2
PO ₄ :	1	Cr:	1
NO ₃ :	4	DBO ₅ :	1
Nitrito:	4	Densidad:	1
SS:	3	Dureza:	2
ST:	1	F:	1
Alc:	1	I:	1
Al:	1	K:	2
		Li:	1
		M ₂ CO ₃ :	0
		Mn:	1
		Mo:	0
		OD:	3
		RAS:	2
		RASO:	1
		S:	2
		Si O ₂ :	1
		Sn:	1
		Zn:	1
		T°:	4
N° Estudios con caracterización de:			
Niveles de agua:	4	Activ. prod. pot. contaminantes:	2
Uso de suelo:	2	Zona de riesgo tradicional:	3
Demanda ambiental suelos:	0	Zona disposición de riles:	2
Carga contaminante existente:	2	Descarga de riles:	2

1.1.11 Sector acuífero Maitenlahue

Tabla 1.11: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Maitenlahue.

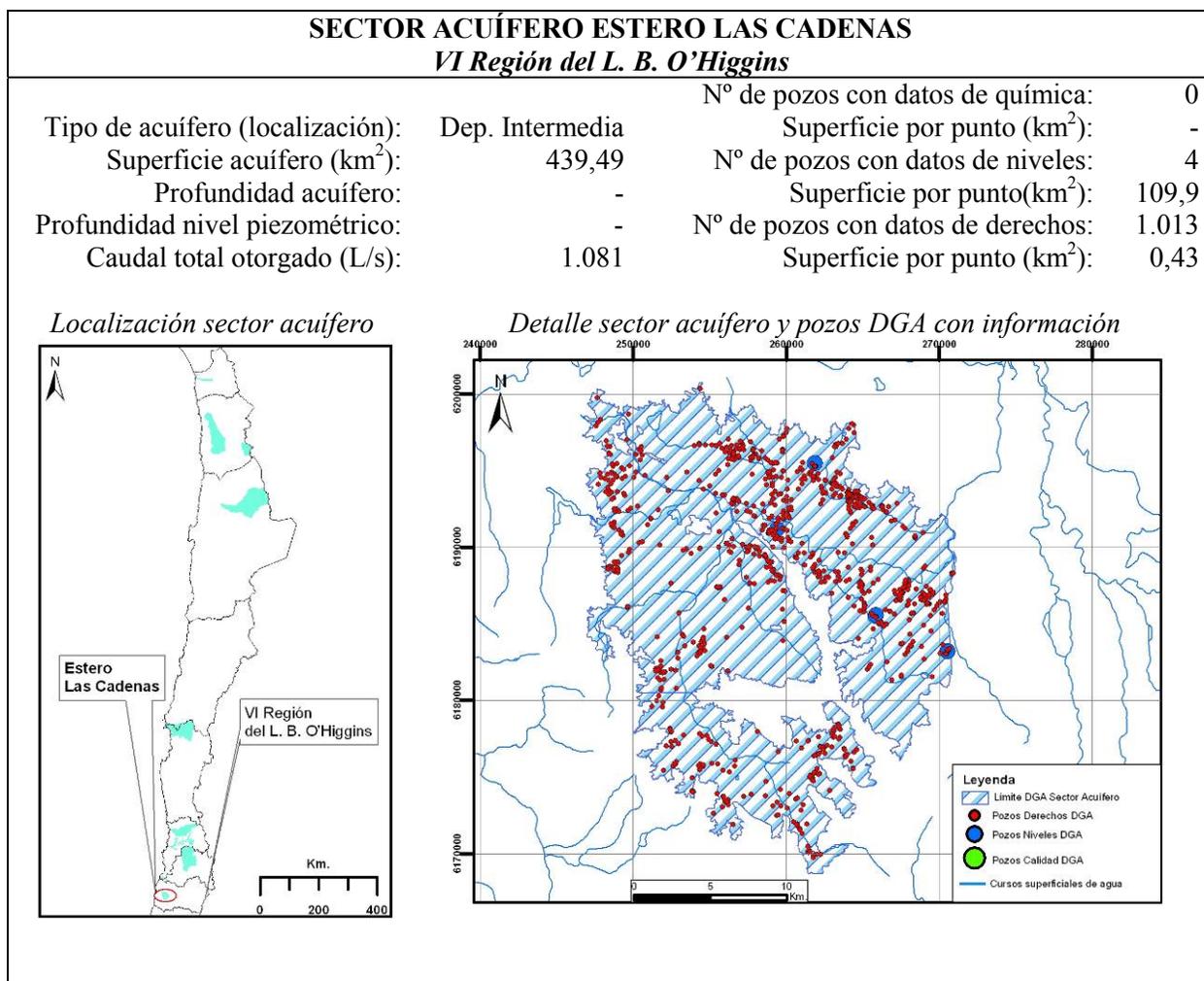


INFORMACIÓN DATOS DGA					
Calidad química:					
	Nº de pozos:	0	<i>Extensión de los registros (años)</i>		
	Nº de pozos vigentes:	-	5-9:	-	
	Nº promedio análisis por pozo:	-	9-12:	-	
	% de análisis con B. Iónico correcto:	-	12-15:	-	
<i>Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos</i>					
<i>Promedios</i>					
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L): -
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L): -
			Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L): -
			K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L): -
<i>Máximos</i>					
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L): -
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L): -
			Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L): -
			K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L): -
<i>Mínimos</i>					
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L): -
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L): -
			Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L): -
			K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L): -
<i>Desviación estándar</i>					
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-	Cl (mg/L): -
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-	HCO ₃ (mg/L): -
			Mg (mg/L):	-	SO ₄ (mg/L): -
			K (mg/L):	-	CO ₃ (mg/L): -
<i>Otros parámetros analizados:</i>					
-					
Datos Niveles:					
	Nº de Pozos:	1	<i>Extensión de los registros (años)</i>		
	Nº de Pozos con cota:	1	0 - 10:	1	
	Nº de Pozos vigentes:	1	10 - 20:	0	
	Nº de Pozos suspendidos:	0	+ de 20:	0	
	Calidad de la información:	D			
B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas					
R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas					
D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir					
Datos Derechos :					
	Nº Solicitudes:	46	<i>Usos</i>		
	Aprobados, Ley 20017:	42	Agua Potable:	3	Industria: 0
	Provisorios:	0	Riego:	43	Otros usos: 0
	Pendientes:	3	Minería:	0	Sin información: 0
	Denegados:	1			
	Caudal total aprobado (L/s):	15			

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS		
N° Estudios considerados: 1		
N° Estudios útiles: 0		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos:	0	N° Estudios con muestras en agua superficial: 0
N° Puntos de muestreo:	0	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 0
N° Puntos con medición temporal:	0	N° de Estudios con datos nuevos: 0
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica:	0	Mg: 0
pH:	0	Cl: 0
Na:	0	HCO ₃ : 0
Ca:	0	SO ₄ : 0
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O:	0	d ² H: 0
		Tritio: 0
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ :	0	Br: 0
As:	0	Cianuro: 0
B:	0	CO ₂ : 0
Cu:	0	Col Fec: 0
Fe:	0	Col Totales: 0
Pb:	0	Color aparente: 0
PO ₄ :	0	Cr: 0
NO ₃ :	0	DBO ₅ : 0
Nitrito:	0	Densidad: 0
SS:	0	Dureza: 0
ST:	0	F: 0
Alc:	0	I: 0
Al:	0	K: 0
		Li: 0
		M ₂ CO ₃ : 0
		Mn: 0
		Mo: 0
		OD: 0
		RAS: 0
		RASO: 0
		S: 0
		Si O ₂ : 0
		Sn: 0
		Zn: 0
		T°: 0
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua:	0	Activ. prod. pot. contaminantes: 0
Uso de suelo:	0	Zona de riesgo tradicional: 0
Demanda ambiental suelos:	0	Zona disposición de riles: 0
Carga contaminante existente:	0	Descarga de riles: 0

1.1.12 Sector acuífero Estero Las Cadenas

Tabla 1.12: Ficha resumen de información disponible sector acuífero Estero Las Cadenas.



INFORMACIÓN DATOS DGA				
Calidad química:				
	Nº de pozos:	0	<i>Extensión de los registros (años)</i>	
	Nº de pozos vigentes:	-	5-9:	-
	Nº promedio análisis por pozo:	-	9-12:	-
	% de análisis con B: Iónico correcto:	-	12-15:	-
<i>Valores temporales (extensión de registro) de parámetros físico-químicos</i>				
<i>Promedios</i>				
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-
			Mg (mg/L):	-
			K (mg/L):	-
			Cl (mg/L):	-
			HCO ₃ (mg/L):	-
			SO ₄ (mg/L):	-
			CO ₃ (mg/L):	-
<i>Máximos</i>				
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-
			Mg (mg/L):	-
			K (mg/L):	-
			Cl (mg/L):	-
			HCO ₃ (mg/L):	-
			SO ₄ (mg/L):	-
			CO ₃ (mg/L):	-
<i>Mínimos</i>				
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-
			Mg (mg/L):	-
			K (mg/L):	-
			Cl (mg/L):	-
			HCO ₃ (mg/L):	-
			SO ₄ (mg/L):	-
			CO ₃ (mg/L):	-
<i>Desviación estándar</i>				
	Cond. eléctrica (µmhos/cm):	-	Na (mg/L):	-
	pH (u. pH):	-	Ca (mg/L):	-
			Mg (mg/L):	-
			K (mg/L):	-
			Cl (mg/L):	-
			HCO ₃ (mg/L):	-
			SO ₄ (mg/L):	-
			CO ₃ (mg/L):	-
<i>Otros parámetros analizados</i>				
-				
Datos Niveles:				
	Nº de Pozos:	4	<i>Extensión de los registros (años)</i>	
	Nº de Pozos con cota:	0	0 - 10:	0
	Nº de Pozos vigentes:	4	10 - 20:	1
	Nº de Pozos suspendidos:	0	+ de 20:	2
	Calidad de la información:	D		
B (Buena): Más de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas				
R (Regular): Menos de 20 pozos con buena calidad de coordenadas y cotas				
D (Deficiente): Menos de 20 pozos con coordenadas a corregir				
Datos Derechos :				
	Nº Solicitudes:	1.013	<i>Usos</i>	
	Aprobados, Ley 20017:	849	Agua Potable:	31
	Provisorios:	0	Riego:	981
	Pendientes:	63	Minería:	0
	Denegados:	101	Industria:	0
	Caudal total aprobado (L/s):	1.081	Otros usos:	0
			Sin información:	0

INFORMACIÓN ESTUDIOS Y DOCUMENTOS RECOPIADOS		
N° Estudios considerados: 4		
N° Estudios útiles: 3		
Calidad Química:		
N° Análisis químicos:	0	N° Estudios con muestras en agua superficial: 0
N° Puntos de muestreo:	0	N° Estudios con muestras en agua subterránea: 0
N° Puntos con medición temporal:	0	N° de Estudios con datos nuevos: 0
N° Estudios con parámetros principales:		
Cond. eléctrica:	0	Mg: 0
pH:	0	Cl: 0
Na:	0	HCO ₃ : 0
Ca:	0	SO ₄ : 0
N° Estudios con parámetros isotópicos:		
d ¹⁸ O:	0	d ² H: 0
		Tritio: 0
N° Estudios con otros parámetros:		
CO ₃ :	0	Br: 0
As:	0	Cianuro: 0
B:	0	CO ₂ : 0
Cu:	0	Col Fec: 0
Fe:	0	Col Totales: 0
Pb:	0	Color aparente: 0
PO ₄ :	0	Cr: 0
NO ₃ :	0	DBO ₅ : 0
Nitrito:	0	Densidad: 0
SS:	0	Dureza: 0
ST:	0	F: 0
Alc:	0	I: 0
Al:	0	K: 0
		Li: 0
		M ₂ CO ₃ : 0
		Mn: 0
		Mo: 0
		OD: 0
		RAS: 0
		RASO: 0
		S: 0
		Si O ₂ : 0
		Sn: 0
		Zn: 0
		T°: 0
N° Estudios con caracterización de:		
Niveles de agua:	0	Activ. prod. pot. contaminantes: 0
Uso de suelo:	0	Zona de riesgo tradicional: 0
Demanda ambiental suelos:	0	Zona disposición de riles: 0
Carga contaminante existente:	0	Descarga de riles: 0

1.2 Nivel piezométrico en sectores acuífero

1.2.1 Estaciones de monitoreo de nivel piezométrico

1.2.1.1 Sector acuífero Lluta

Tabla 1.13: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Lluta.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
LL1	LA CONC. D2	01110003-1	7966.907	365.598
LL2	J - 1 (P. JICA)	01211008-1	7.963.082	372.638
LL3	J - 2 (P. JICA)	01211009-K	7.964.881	366.082
LL4	J - A (P. JICA)	01211010-3	7.963.763	365.598
LL5	AV. AZOLA	01310048-9	7.964.770	365.598

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.2 Sector acuífero Azapa

Tabla 1.14: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico en sector acuífero Azapa.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
AZ1	CABUZA 1A	01310023-3	7.943.981	385.400
AZ2	LAS RIV. DE M.	01310024-1	7.951.837	383.300
AZ3	COLONIA J. N. (M.)	01310025-K	7.954.066	375.954
AZ4	LAS MAITAS L V.	01310026-8	7.948.527	375.111
AZ5	LAS VARGAS	01310027-6	7.950.367	3745.12
AZ6	POZO G. LAS V.	01310028-4	7.953.685	374.197
AZ7	P. 1 ALGODONAL	01310029-2	7.955.745	374.183
AZ8	LAS ANIMAS	01310030-6	7.948.229	371.887
AZ9	QDA. ACHA	01310031-4	7.958.930	367.825
AZ10	ALGODONAL	01310032-2	7.958613	366.537
AZ11	SAUCACHE	01310033-0	7.959.507	362.570
AZ12	E. CHITITA N 28	01310036-5	7.946.481	387.203
AZ13	CENT. (S. M. D. A.)	01310037-3	7.948.425	388.452
AZ14	S. RAMOS (CO. M.)	01310038-1	7.945.854	390.373
AZ15	AVENIDA LOA	01310041-1	7.957.047	362.441
AZ16	AV. G. CERDA	01310042-K	7.957.108	362.294
AZ17	CINCO OLIVO	01310043-8	7.954.346	371.846
AZ18	CINCO OLIVO	01310044-6	7.954.657	372.431
AZ19	PAGO G. S. EL.	01310045-4	7.952.216	375.086
AZ20	LAS MAITAS	01310046-2	7.947.910	374.821
AZ21	PAGO G. S. EL.	01310047-0	7.950.673	374.217
AZ22	LOS DUENDES	01310052-7	7.955.547	367.731
AZ23	VIDRIERIA ARG.	01310053-5	7.958.584	362.430

Tabla 1.14: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico en sector acuífero Azapa.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
AZ24	AV. TARAPACA	01310054-3	7.958.605	365.363
AZ25	COLONIA J. N.	01310055-1	7.948.383	376.636
AZ26	CEMENTERIO A.	01310056-K	7.957.367	364.199
AZ27	QDA. ACHA	01310057-8	7.957.102	361.560
AZ28	CASINO ARICA	01310058-6	7.959.822	363.594
AZ29	LA VERBENA	01310059-4	7.957.815	362.288
AZ30	QDA. ACHA	01310060-8	7.957.966	361.994
AZ31	LAS ANIMAS	01310061-6	7.953.697	371.293
AZ32	BARRIO IND. (C.)	01310063-2	7.955.911	371.513
AZ33	P. ROCO (N. 062)	01310064-0	7.952.295	377.872
AZ34	LAS DUN. (D. S.)	01310065-9	7.955.879	371.190
AZ35	LOTEO ALG. (V.)	01310066-7	7.954.415	372960
AZ36	HOTEL EL PASO	01310067-5	7.955.384	370.754
AZ37	AVIC. DONOSO	01310068-3	7.954.442	372.403
AZ38	STA. IRENE S.	01310069-1	7.951.319	379.110
AZ39	ESCUELA G-9	01310070-5	7.953.234	375.666
AZ40	MOTEL AZAPA	01310071-3	7.954.450	364.718
AZ41	PAGO GOMEZ	01310072-1	7.953.342	368.891
AZ42	S. JUAN O.	01310074-8	7.953.335	367.835

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.3 Sector acuífero Pampa del Tamarugal

Tabla 1.15: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Pampa del Tamarugal.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
PT1	SALAR ZAPIGA	01700011-K	7.821.530	424.887
PT2	SALAR ZAPIGA	01700012-8	7.816.009	427.821
PT3	SALAR ZAPIGA	01700013-6	7.810.362	430.171
PT4	SALAR PINT.	01700014-4	7.753.880	420.826
PT5	SALAR PINT.	01700015-2	7.734.815	420.045
PT6	SALAR PINT. R.	01700016-0	7.725.651	433.841
PT7	SALAR PINT. PICA 3	01700017-9	7.729.105	455.982
PT8	E. EXP.PINT.	01700018-7	7.719.499	432.852
PT9	SALAR PINT.	01700019-5	7.721.347	433.713
PT10	SALAR PINT.	01700020-9	7.721.988	440.948
PT11	SALAR PINT.	01700021-7	7.723.967	435.440
PT12	SALAR PINT. PICA 1	01700022-5	7.723.542	446.009
PT13	CHACARILLA	01700023-3	7.710.689	469.481

Tabla 1.15: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Pampa del Tamarugal.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
PT14	SALAR BELLAVISTA	01700024-1	7.714.553	426.506
PT15	SALAR BELLAVISTA	01700025-K	7.713.048	434.324
PT16	SALAR BELLAVISTA	01700026-8	7.699.859	442.760
PT17	SALAR BELLAVISTA	01700027-6	7.703.208	433.784
PT18	PLANTA SARA 3A	01700028-4	7.756.712	421.683
PT19	LA TIRANA 1	01700029-2	7.756.779	438.217
PT20	EL CARMELO 2	01700030-6	7.757.957	440.824
PT21	REFRESCO	01700031-4	7.748.714	435.347
PT22	SALAR PINT. (S. T.)	01700032-2	7.740.380	426.974
PT23	BOSQUE JUNOY	01700033-0	7.746.564	435.819
PT24	SALAR PINT. 2	01700034-9	7.725.677	440.935
PT25	SALAR PINT. PICA 2	01700035-7	7.728.809	460.616
PT26	SALAR PINT. 3	01700036-5	7.725.433	441.370
PT27	SALAR PINT.	01700037-3	7.727.811	435.947
PT28	MOSQUITOS 1	01700038-1	7.729.588	434.260
PT29	ANTONIO MENDIETA	01700039-K	7.751.523	447.805
PT30	EST SALAR PINT. 1	01700040-3	77.239.63	442.968
PT31	SALAR BELLAVISTA	01700041-1	7.760.110	441.397
PT 32	SALAR BELLAVISTA	01700042-K	7.644.285	446.236

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.4 Sector acuífero Salar de Coposa

No existen estaciones de monitoreo de nivel piezométrico pertenecientes al Banco Nacional de Aguas.

1.2.1.5 Sector acuífero El Loa

Tabla 1.16: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero El Loa.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
LO1	CHIU-CHIU	02105023-7	7.529.912	541.478
LO2	CUPO 1	02105024-5	7.534.454	562.665
LO3	TURI 2	02105025-3	7.538.950	568.265
LO4	TURI 4	02105026-1	7.539.106	574.477
LO5	TURI 5 I	02105027-K	7.543.509	573.382
LO6	TURI 7	02105028-8	7.540.427	574.799

Tabla 1.16: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero El Loa.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
LO7	TURI 9	02105029-6	7.536.826	568.828
LO8	TURI 1 I	02105030-K	7.540.042	571.648
LO9	TURI -10	02105032-6	7.541.834	569.852
LO10	I. GRANDE 1	02110015-3	7.526.170	538.122
LO11	I. GRANDE 2	02110016-1	7.526.509	537.665
LO12	AEROPUERTO	02110017-K	7.511.112	514.456
LO13	MOCTEZUMA	02110018-8	7.510.376	512.313
LO14	I. GRANDE 3	02110019-6	7.526.509	537.665

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.6 Sector acuífero Los Choros

Tabla 1.17: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Los Choros.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
CH1	OBS. LA SILLA	04100002-3	6.773.670	324.916
CH2	PTA. COLORADA	04120002-2	6.751.201	304.757
CH3	LOS CHOR. N 4	04120005-7	6.746.811	300.247
CH4	LOS CH. N 1	04120006-5	6.756.534	276.589
CH5	EL TOFO 5	04120007-3	6.756.733	277.341
CH6	PUEB. LOS CH.	04120008-1	6.756.842	276.582
CH7	LOS CHOR. N 2	04120009-K	6.758.348	274.879
CH8	A. Q. DE L. CH.	04120010-3	6.755.626	277.416
CH9	G. CORTES	04120012-K	6.749.447	296.100
CH10	SANTA FE	04120013-8	6.749.447	296.100
CH11	EL TOFO 3	04120015-4	6.751.329	291.209
CH12	EL TOFO 4	04120016-2	6.751.392	291.262
CH13	LOS CH. 4 B-2	04120017-0	6.751.500	304.212

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.7 Sector acuífero La Ligua

Tabla 1.18: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero La Ligua.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
LI1	A. ALICAGUE	05200008-4	6.411.948	333.712
LI2	A. V. ACONC.	05210003-8	6.413.583	321.296
LI3	A. PILILEN	05210004-6	6.415.486	324.399
LI4	A. BARTOLILLO	05210005-4	6.415.541	327.536
LI5	FDO. EL MOLLE	05210006-2	6.411.707	319.761
LI6	RES. LA VEGA	05210007-0	6.409.802	316660
LI7	A. S. LORENZO	05210008-9	6.409.715	311.958
LI8	A. PAIHUEN	05210009-7	6.418.379	329.605
LI9	FUNDO MONT.	05220011-3	6.408.565	303.383
LI10	POZO D. CAB.	05220013-K	6.411.211	309.578
LI11	A.P. PAP. Y ZAP.	05221007-0	6.409.113	282178
LI12	A.P. LIGUA	05221008-9	6.407465	291.621
LI13	A.P. PLACILLA	05221009-7	6.408.134	283.898
LI14	A.P. V. HERM. (1)	05221010-0	6.407.630	293.656
LI15	A.P. V. HERM. (2)	05221011-9	6.407.661	293.629

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.8 Sector acuífero Aconcagua

Tabla 1.19: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Aconcagua.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
AC1	A.P. VALLE HERMOSO (1)	05221010-0	6.407.630	293.656
AC2	A.P. VALLE HERMOSO (2)	05221011-9	6.407.661	293.629
AC3	FUNDO LA ESPERANZA	05410010-8	6.367.608	348.654
AC4	FUNDO LAS PENAS	05410011-6	6.370.358	345.177
AC5	MISION DE MARÍA	05410014-0	6.370.701	343.454
AC6	FUNDO LAS VIÑAS	05410015-9	6.371.427	342.662
AC7	FUNDO LAS MERCEDES	05410017-5	6.364.925	346.433
AC8	FUNDO LA QUIMERA	05410018-3	6.375.104	343.307
AC9	FUNDO LOS PINOS	05410019-1	6.372.314	344.210
AC10	FUNDO LOS CASTAÑOS	05410020-5	6.374.176	341.135
AC11	FUNDO LOS MAITENES	05410021-3	6.365.878	342.438
AC12	EL ASIEN TO	05414007-K	6.377.081	337.885
AC13	PERFIL PUTAENDO (1)	05414008-8	6.381.479	335.547
AC14	PERFIL PUTAENDO (2)	05414009-6	6.381.335	336.201
AC15	PERFIL SAN FELIPE	05415008-3	6.376.901	338.227
AC16	FUNDO STA. ADRIANA	05420006-4	6.366.917	338.052

Tabla 1.19: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Aconcagua.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
AC17	HIJUELA PRINCIPAL	05420007-2	6.374.621	330.727
AC18	FUNDO SAN ROQUE	05420009-9	6.370.485	325.807
AC19	A.P. LLAY LLAY (1)	05422003-0	6.365.772	314.971
AC20	A.P. LLAY LLAY (2)	05422005-7	6.364.607	316.944
AC21	FUNDO FLORENCE	05423014-1	6.365.071	301.092
AC22	RABUCO (1)	05423015-K	6.355.692	303568
AC23	PARCELA 5	05423016-8	6.369.419	293.665
AC24	A. M. RODRIGUEZ (1)	05423017-6	6.366.395	299.504
AC25	A. LA SOMBRA	05423018-4	6.367.673	307.988
AC26	RABUCO (2)	05423019-2	6.363.143	303.290
AC27	FUNDO ESPERANZA	05423020-6	6.363.332	303.468
AC28	A. M. RODRIGUEZ (2)	05423021-4	6.367.668	298.438
AC29	A. LOS AROMOS	05423022-2	6.365.529	305.506
AC30	A. M. RODRIGUEZ (3)	05423023-0	6.367.930	299.213
AC31	A. ROMERAL	05423024-9	6.366.244	310.591
AC32	P. DE NOGALES	05424006-6	6.377.861	290.675
AC33	A. NOGALES	05424007-4	6.376.110	295.349
AC34	A. EL MELON	05424008-2	6.381.108	294.293
AC35	FUNDO EL CARMEN	05424010-4	6.373.368	296.863
AC36	CONCHALI	05424012-0	6.369.885	298.340
AC37	CALLEJON ZARAVIA	05425004-5	6.367.456	291.207
AC38	CALLE SANTA MARIA	05425005-3	6.364.999	291.571
AC39	PARCELA S. ANTONIO	05425006-1	6.369.372	291.427
AC40	F. ESMERALDA (1)	05426005-9	6.356.012	289.265
AC41	F. ESMERALDA (2)	05426006-7	6.356009	289.109
AC42	F. EL PROGRESO	05426007-5	6.361.312	292.117
AC43	F. SAN ANTONIO	05426008-3	6.360.323	291.982
AC44	A. EL CAJÓN	05426009-1	6.353.421	289.165
AC45	F. ESMERALDA (3)	05426011-3	6.357.010	284.096
AC46	A. LA VICTORIA (1)	05426012-1	6.355.340	275.554
AC47	A. LAS PATAGUAS	05426014-8	6.360.924	294.206
AC48	PARCELA 12 LA CRUZ	05426015-6	6.360.184	294.195
AC49	SAN ISIDRO PUENTE	05426016-4	6.357.518	290.481
AC50	A. LA VICTORIA (2)	05426017-2	6.354.522	272.141
AC51	A. LA VICTORIA (3)	05426018-0	6.354.735	273384
AC52	LAJARILLAS	05426019-9	6.355.013	270.726
AC53	LAS CRUZADAS	05426020-2	6.353.711	285.468
AC54	TABOLANGO (1)	05426021-0	6.354.190	279.219
AC55	A. LAS PATAGUAS	05426022-9	6.356.939	292.287
AC56	TABOLANGO (2)	05426023-7	6.354.246	278.958

Tabla 1.19: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Aconcagua.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
AC57	A.P. OLMUE	05427010-0	6.366.017	302.166
AC58	FUNDO EL ROCÍO	05427011-9	6.344.593	291.379
AC59	S. CARLOS PELUMPEN	05427012-7	6.344.691	296.051
AC60	CON CON	05428005-K	6.354.272	269.340
AC61	CON CON	05428006-8	6.354.819	269.015
AC62	CON CON	05428008-4	6.354.226	267.391
AC63	LAJARILLAS	05428010-6	6.354.649	269.643

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.9 Sector acuífero Mapocho Alto

Tabla 1.20: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Mapocho Alto.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
MA1	MANIZALES 1980	05730018-3	6.304.935	354.066
MA2	CURAMAVIDA 729	05730019-1	6.305.128	358.715
MA3	E. SAN JORGE	05730020-5	6.304.907	360.476
MA4	E. CORFO	05730034-5	6.301.070	355.157
MA5	POZO C. DE GOLF	05730040-K	6.302.383	352.347

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.10 Sector acuífero Maipo

Tabla 1.21: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Maipo.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
M1	AV. KENNEDY 6774	05730017-5	6.324.369	329.064
M2	ESTADIO SAN JORGE	05730020-5	6.304.907	360.476
M3	OCHAGAVIA 5601	05730023-K	6.292.042	345.174
M4	LAZO DE LA VEGA 4859	05730025-6	6.301.726	341.970
M5	CONSEJO NACIONAL DE MENORES	05730026-4	6.298.271	334.380
M6	HIJUELA EL OLIVO	05730027-2	6.295.459	335.668
M7	5 DE ABRIL 4534 DINAMIC OIL	05730028-0	6.296.554	342.209
M8	CEMENTERIO METROPOLITANO	05730031-0	6.288.933	343.469
M9	CHACRA SAN MARTIN	05730033-7	6.291.444	335.168
M10	ESTADIO CORFO	05730034-5	6.301.070	355.157
M11	COLEGIO SAN IGNACIO	05730035-3	6.294.738	354.116
M12	LIQUIDADORA CARBONES	05730036-1	6.302.396	332.345

Tabla 1.21: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Maipo.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
M13	AGUA POTABLE SANTA VICTORIA	05730038-8	6.306.057	346.888
M14	POZO CLUB DE GOLF	05730040-K	6.302.383	352.347
M15	VERTEDERO CERROS DE RENCA	05730041-8	6.305.851	341.773
M16	CEMENTERIO METROPOLITANO	05730043-4	6.289.312	342.121
M17	PARQUE O"HIGGINS	05730044-2	6.296.212	345.856
M18	FUNDO LAS CASAS ASENT. COLO COLO	05730047-7	6.307.450	335.981
M19	CASAS DE COLO COLO	05730048-5	6.307.450	335.981
M20	MOLINA 704	05730049-3	6.296.938	345.018
M21	MATUCANA 741	05730050-7	6.299.388	344.100
M22	CAMINO A MELIPILLA 10803	05730053-1	6.290.081	338.340
M23	PORTUGAL 125	05730054-K	6.298.649	347.961
M24	AMUNATEGUI 42	05730055-8	6.298.591	346.257
M25	PLANTA A.P. EL ALMENDRAL	05730056-6	6.291.388	335.479
M26	FUNDO LOS TALAVERAS	05731001-4	6.345.986	341.147
M27	HACIENDA CHACABUCO	05731002-2	6.344.626	342.778
M28	FUNDO LOS TAHURETES	05731003-0	6.343.791	340.663
M29	LOS GUAYACANES	05731004-9	6.341.166	338.423
M30	ASENTAMIENTO CHACABUCO	05731005-7	6.341.667	340.749
M31	CERA UNION HUECHUN	05731006-5	6.347.423	344.291
M32	CHILECTRA POLPAICO	05732003-6	6.334.489	329.847
M33	RESERVA FUNDO POLPAICO	05732004-4	6.330.715	328.979
M34	PARCELA 5 POLPAICO	05732005-2	6.331.969	326.702
M35	FUNDO SANTA ANA	05732006-0	6.333.494	331.056
M36	HUERTOS FAM. CERRO BLANCO	05732007-9	6.332.419	333.071
M37	FABRICA POLPAICO	05732008-7	6.330.159	328.885
M38	ASENT. LOS MAITENES	05732010-9	6.335.956	332.726
M39	FUNDO MONTECARLO (EX VENCEREMOS)	05732011-7	6.336.432	335.363
M40	RINCON DE LOS MOLINOS	05733011-2	6.339.430	320.084
M41	ESCUELA 293 POLPAICO	05733012-0	6.330.899	323.688
M42	R. FUNDO SAN MANUEL	05733013-9	6.330.266	322.792
M43	FUNDO SANTA ROSA DE LAMPA	05734004-5	6.320.162	335.197
M44	ENTEL BATUCO	05734005-3	6.321.157	332.124
M45	FUNDO LA LAGUNA	05734006-1	6.324.369	329.064
M46	ASENTAMIENTO LAGUNA	05734007-K	6.326.161	329.344
M47	FDO. EL ALMENDRAL	05734008-8	6.328.943	344.584
M48	ASENTAMIENTO LO VARGAS	05734010-K	6.316.670	325.783
M49	FUNDO SANTA ERMINIA	05734011-8	6.317.733	324.936
M50	PARCELA 4 EL VALLE CHICAUMA	05734012-6	6.320.878	321.668
M51	FUNDO LA MONTANA	05735009-1	6.312.541	340.138
M52	ASENTAMIENTO EL TAQUERAL	05735010-5	6.314.552	335.111

Tabla 1.21: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Maipo.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
M53	PARCELA 7 LIRAY	05735011-3	6.321.067	337.719
M54	SANITARIOS COLINAS	05735013-K	6.318.871	331.801
M55	AEROPUERTO PUDAHUEL	05736002-K	6.303.901	335.679
M56	PARCELA 62 NOVICIADO	05736003-8	6.303.403	324.832
M57	FUNDO EL PERAL	05736004-6	6.303.966	332.266
M58	POZO FUNDO EL ALGARROBAL	05736005-4	6.316.446	341.497
M59	POZO CRUCERO PERALILLO	05736007-0	6.306.082	328.171
M60	FUNDO SAN ALBERTO MARRUECOS	05737009-2	6.286.593	332.568
M61	CHACRA ANDALUCIA	05737010-6	6.281.391	329.409
M62	ASENTAMIENTO MALLOCO	05737011-4	6.282.038	329.398
M63	CASAS DE SAN LUIS	05737012-2	6.274.911	323.803
M64	FUNDO SANTA LUCIA	05737014-9	6.283.628	339.377
M65	A.P. SANTA ROSA	05737015-7	6.284.408	334.541
M66	AGRICOLA HERMANOS POBLETE	05737017-3	6.284.256	331.113

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.1.11 Sector acuífero Maitenlahue

No existen estaciones de monitoreo de nivel piezométrico pertenecientes al Banco Nacional de Aguas.

1.2.1.12 Sector acuífero Estero Las Cadenas

Tabla 1.22: Estaciones de monitoreo nivel piezométrico sector acuífero Estero Las Cadenas.

Pozo	Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este
CA1	A.P. POBLACIÓN	06051005-9	6.185.557	265.861
CA2	MATADERO M.	06051006-7	6.191.189	259.431
CA3	CRIADERO AVES	06051007-5	6.195.477	261.878
CA4	A. SAN ISIDRO	06051008-3	6.183.207	270.568

Coordenadas en Datum PSAD56

1.2.2 Evolución temporal del nivel piezométrico

1.2.2.1 Sector acuífero Lluta

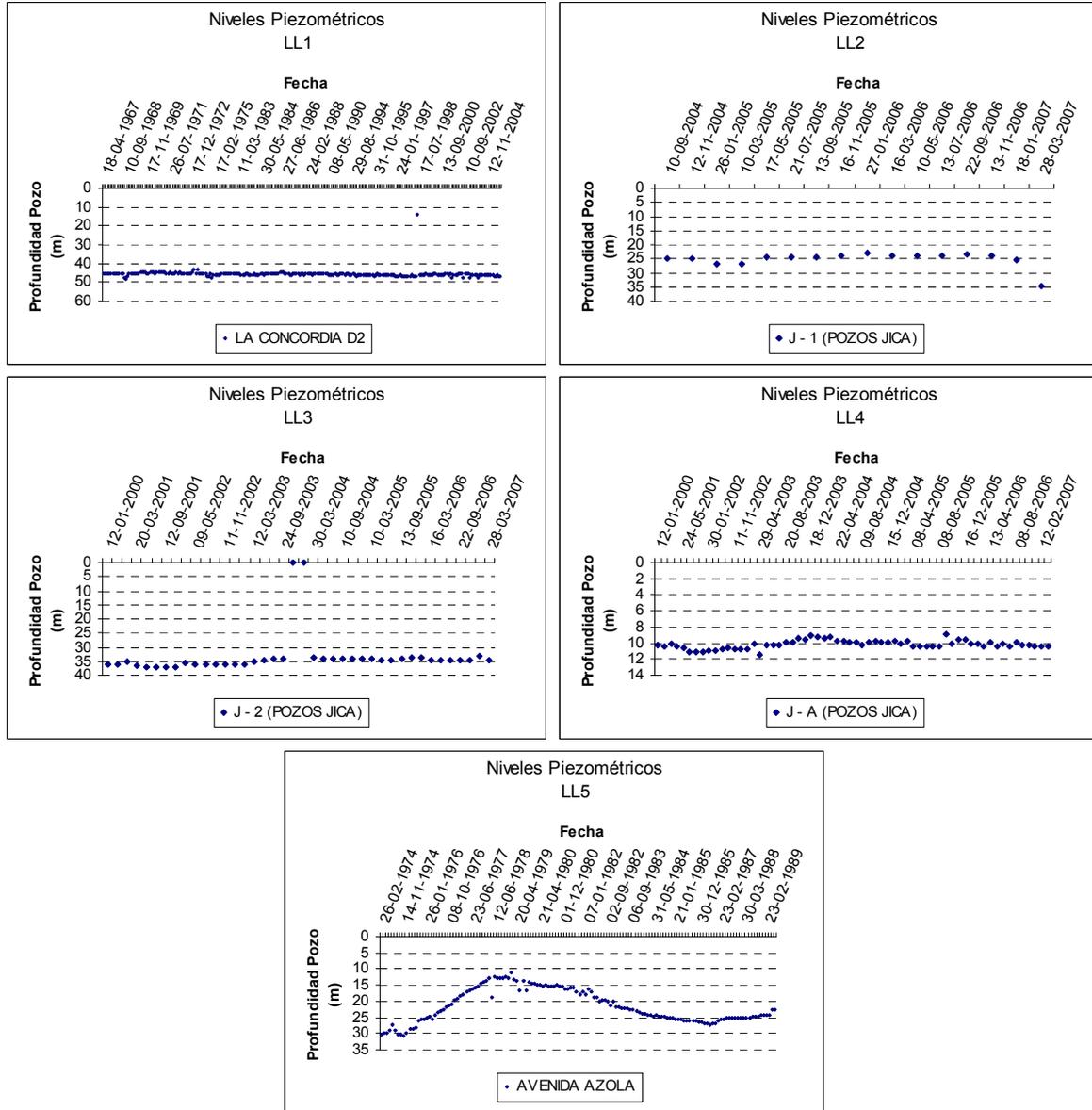


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Lluta.

1.2.2.2 Sector acuífero Azapa

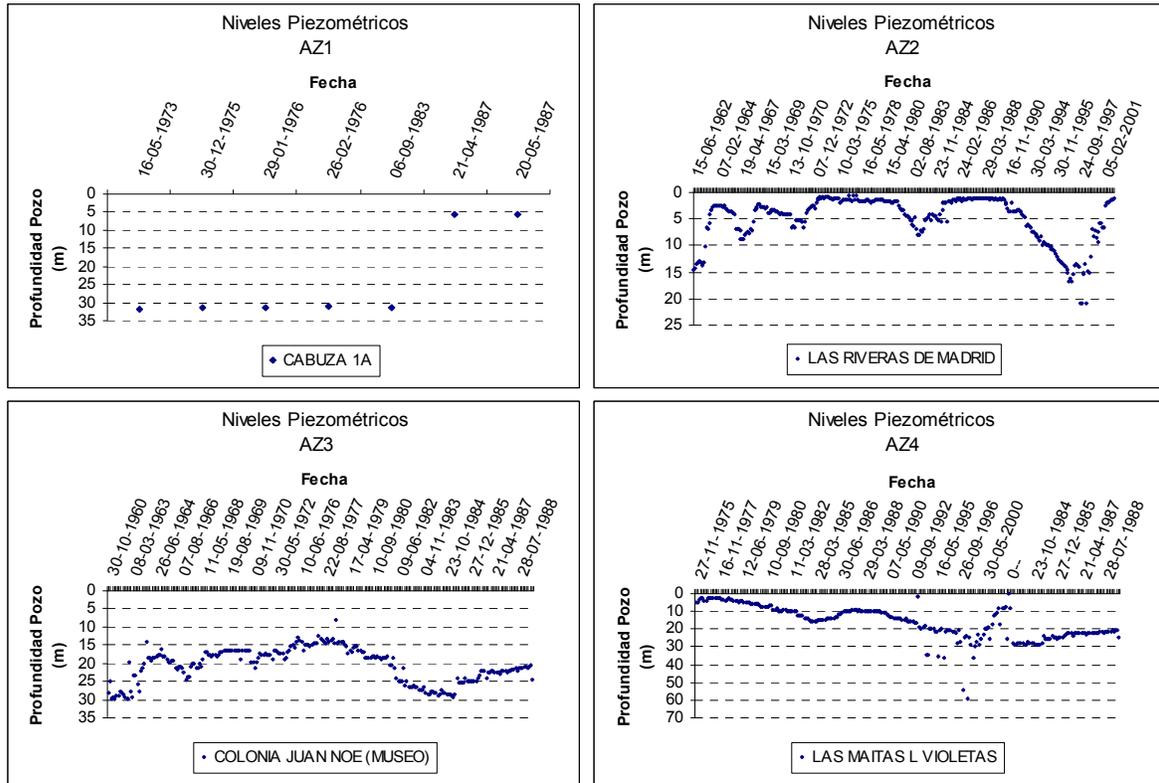


Figura 1.2: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Azapa.

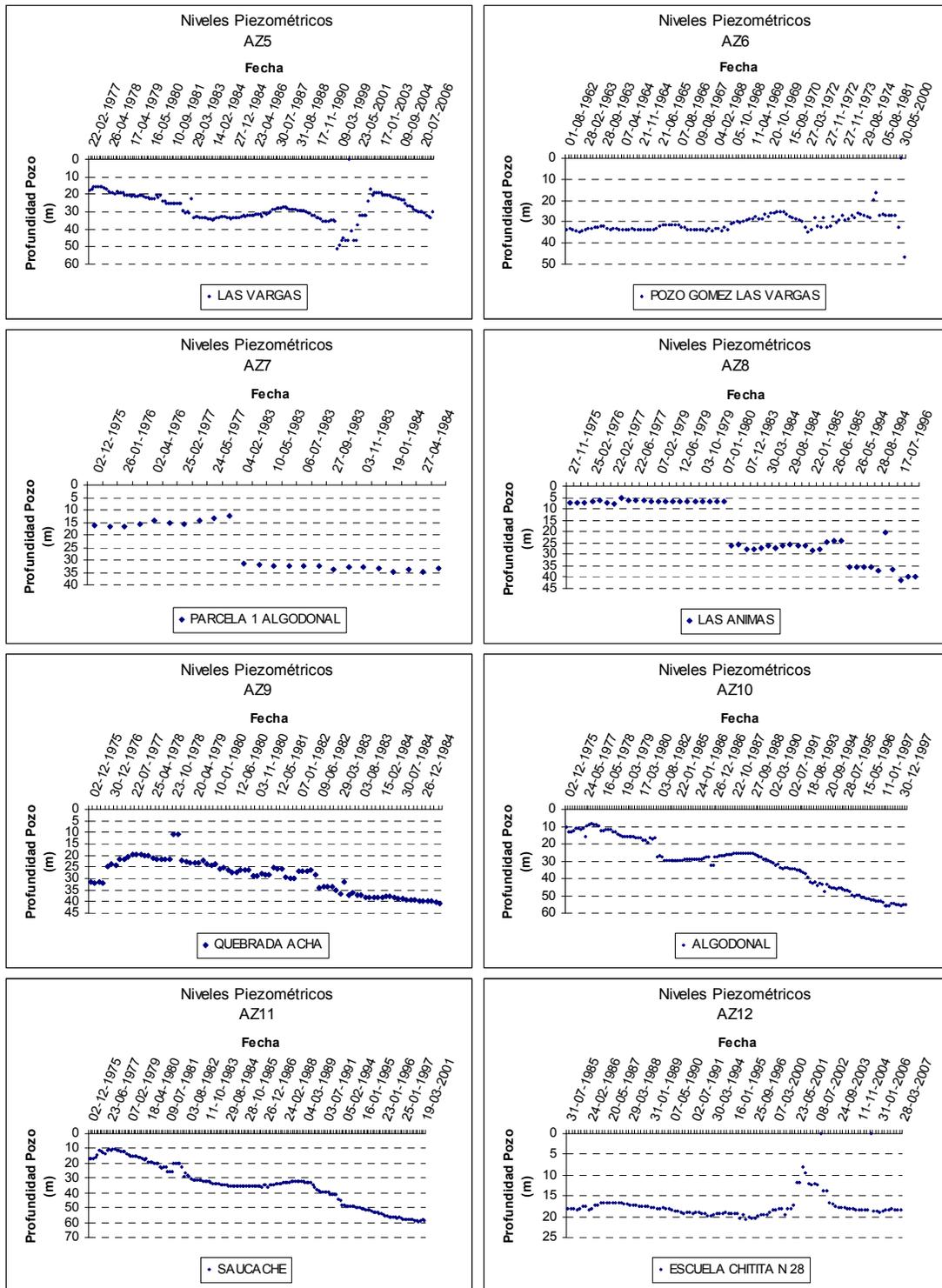


Figura 1.2: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Azapa. (Cont.)

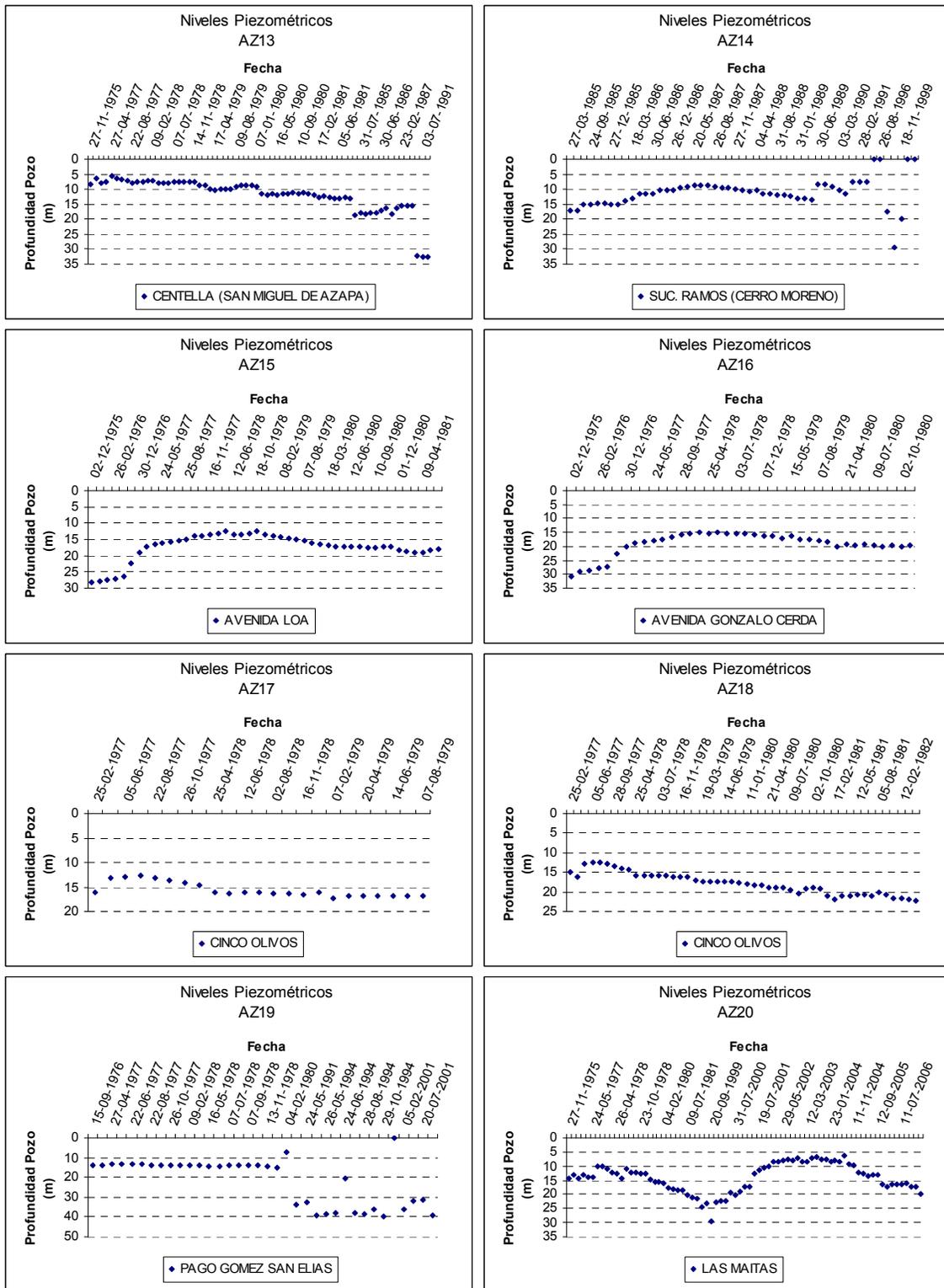


Figura 1.2: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Azapa. (Cont.)

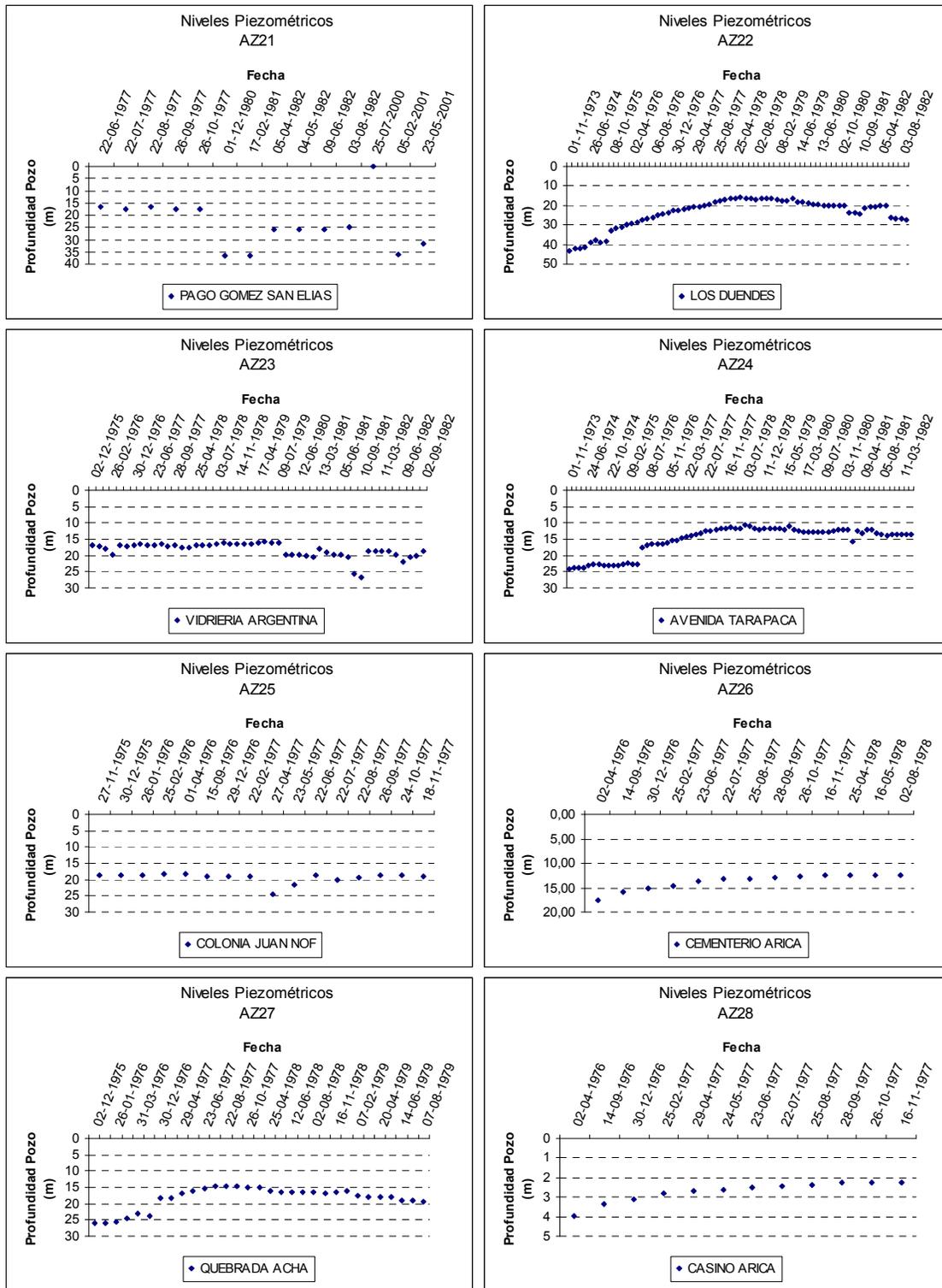


Figura 1.2: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Azapa. (Cont.)

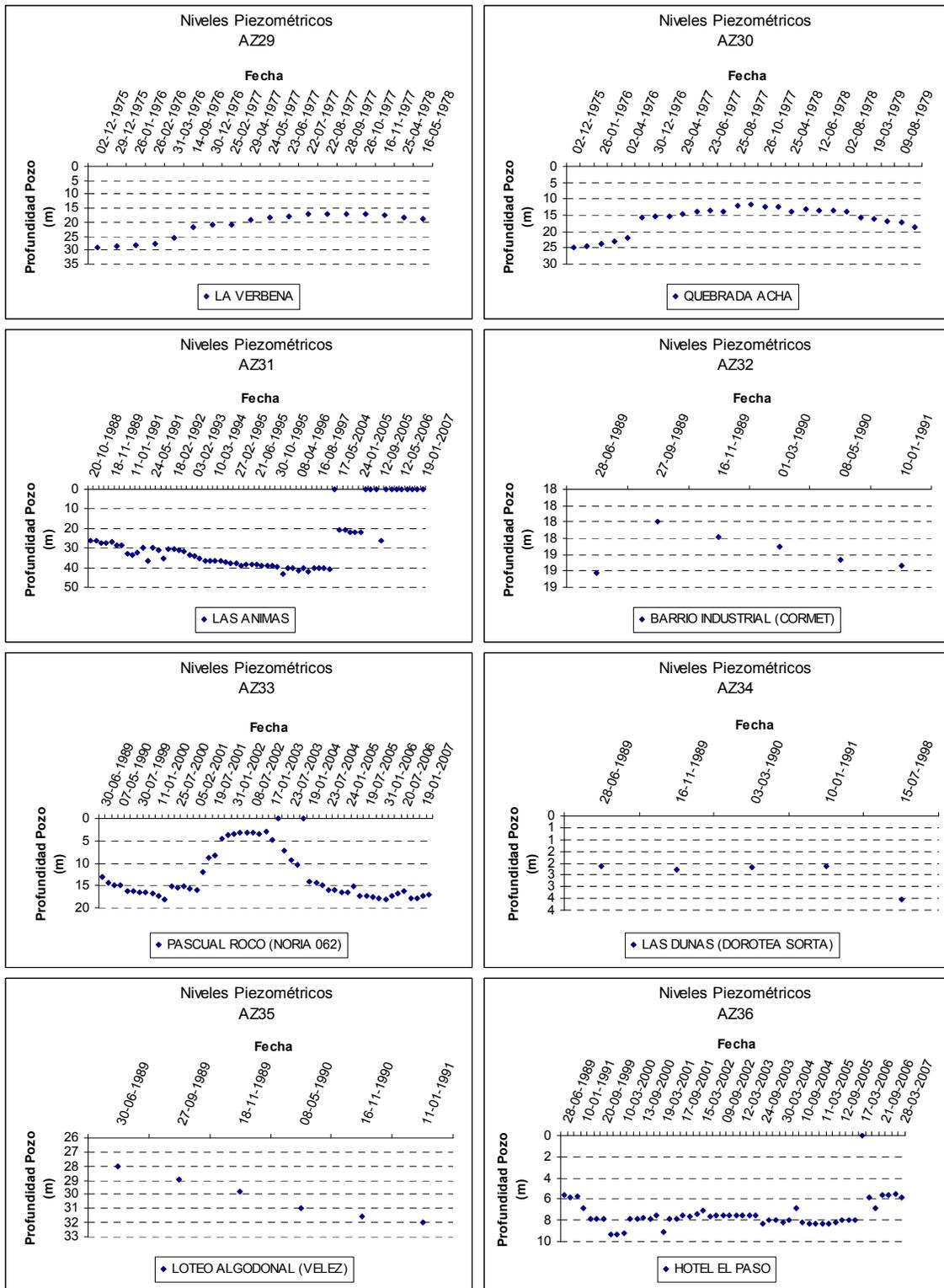


Figura 1.2: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Azapa. (Cont.)

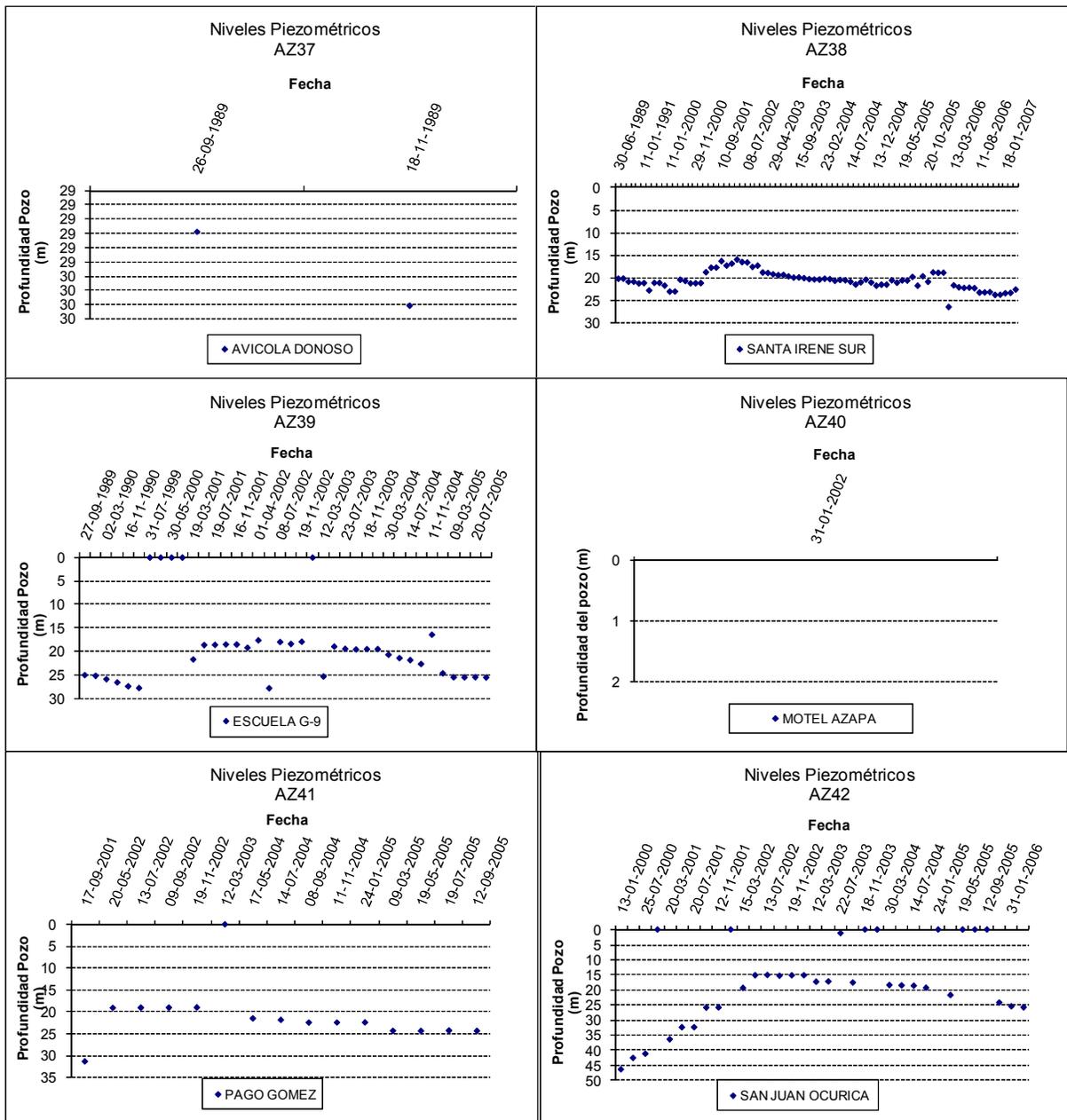


Figura 1.2: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Azapa. (Cont.)

1.2.2.3 Sector acuífero Pampa del Tamarugal

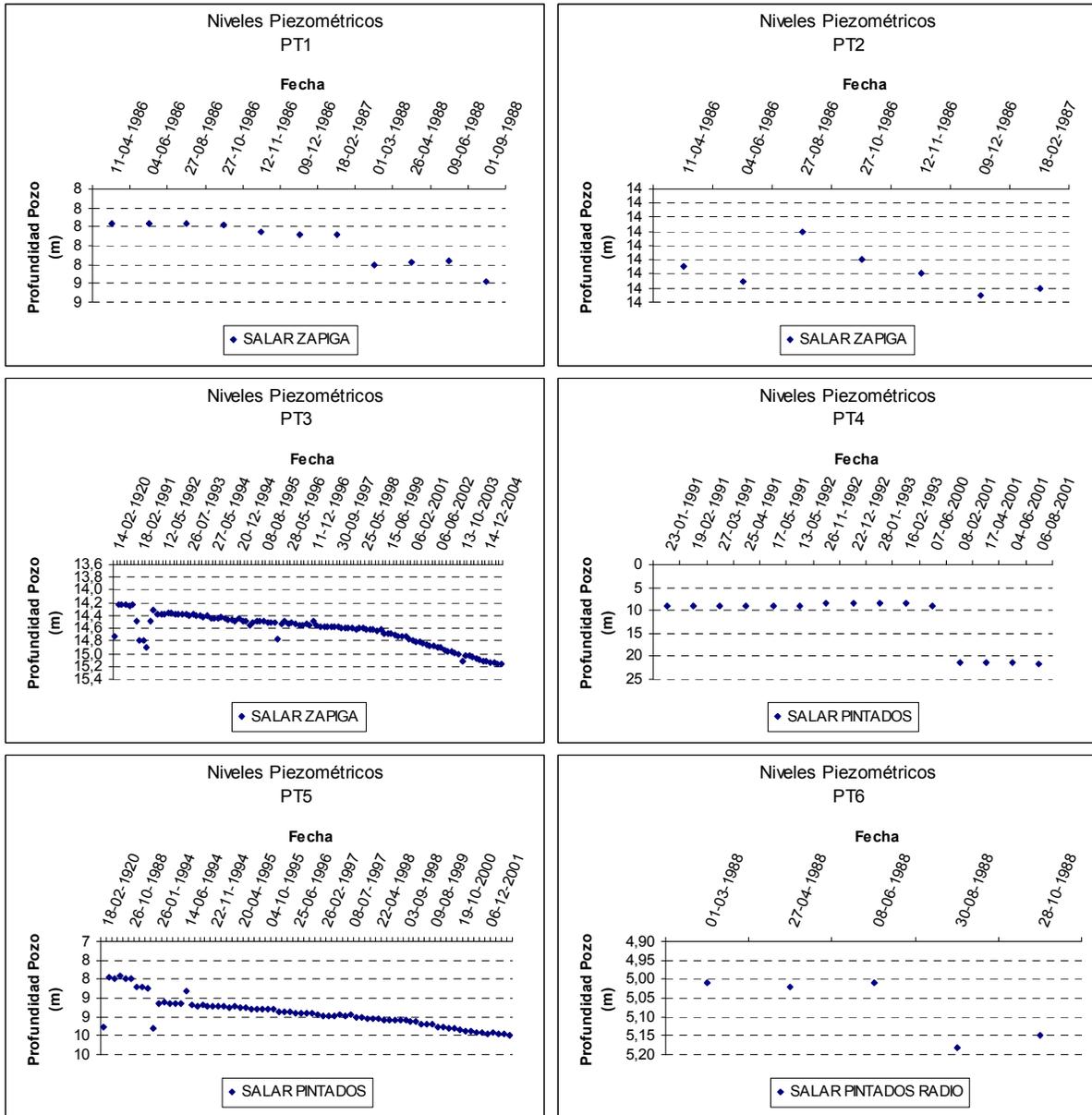


Figura 1.3: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Pampa del Tamarugal.

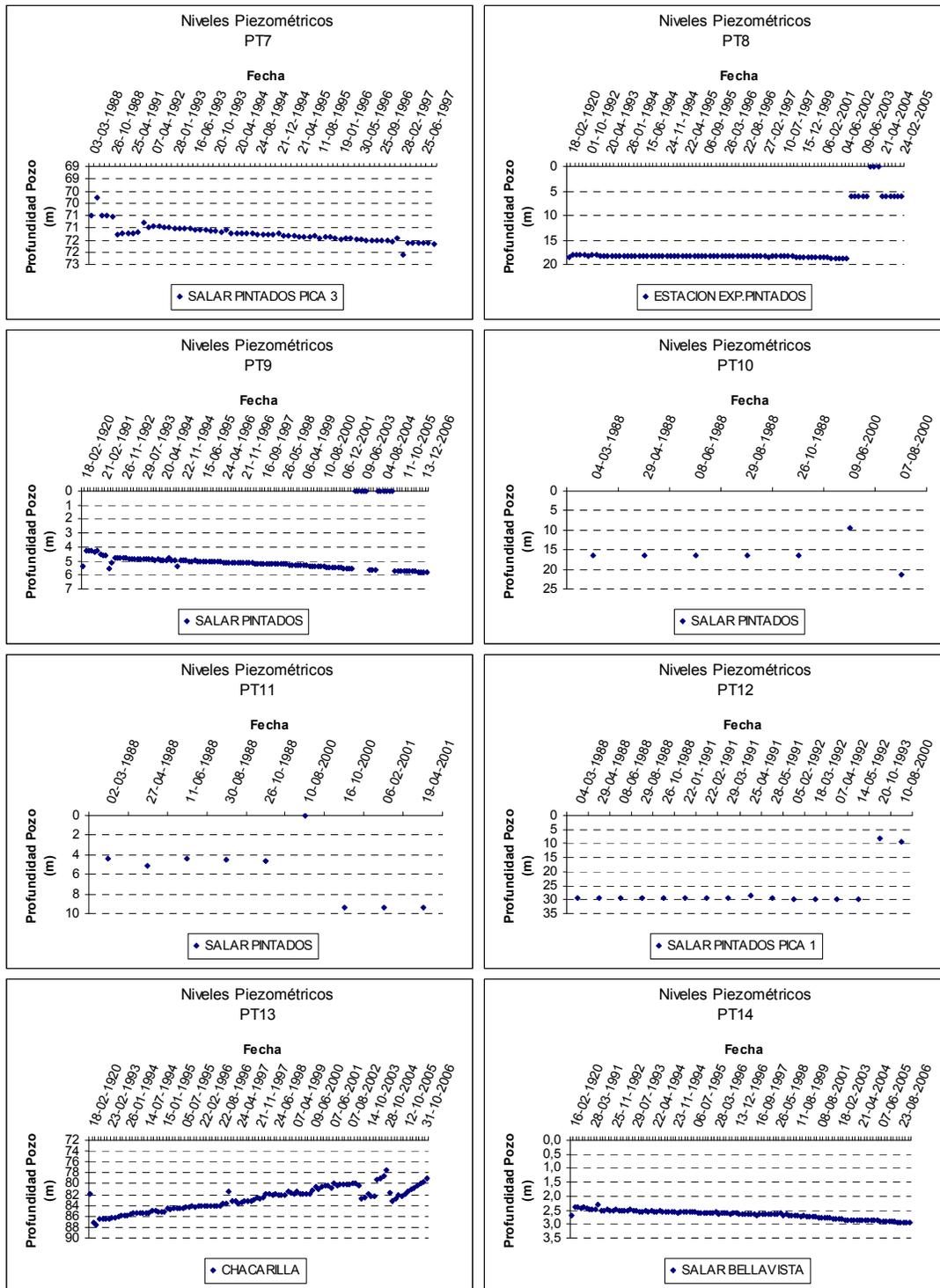


Figura 1.3: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Pampa del Tamarugal. (Cont.)

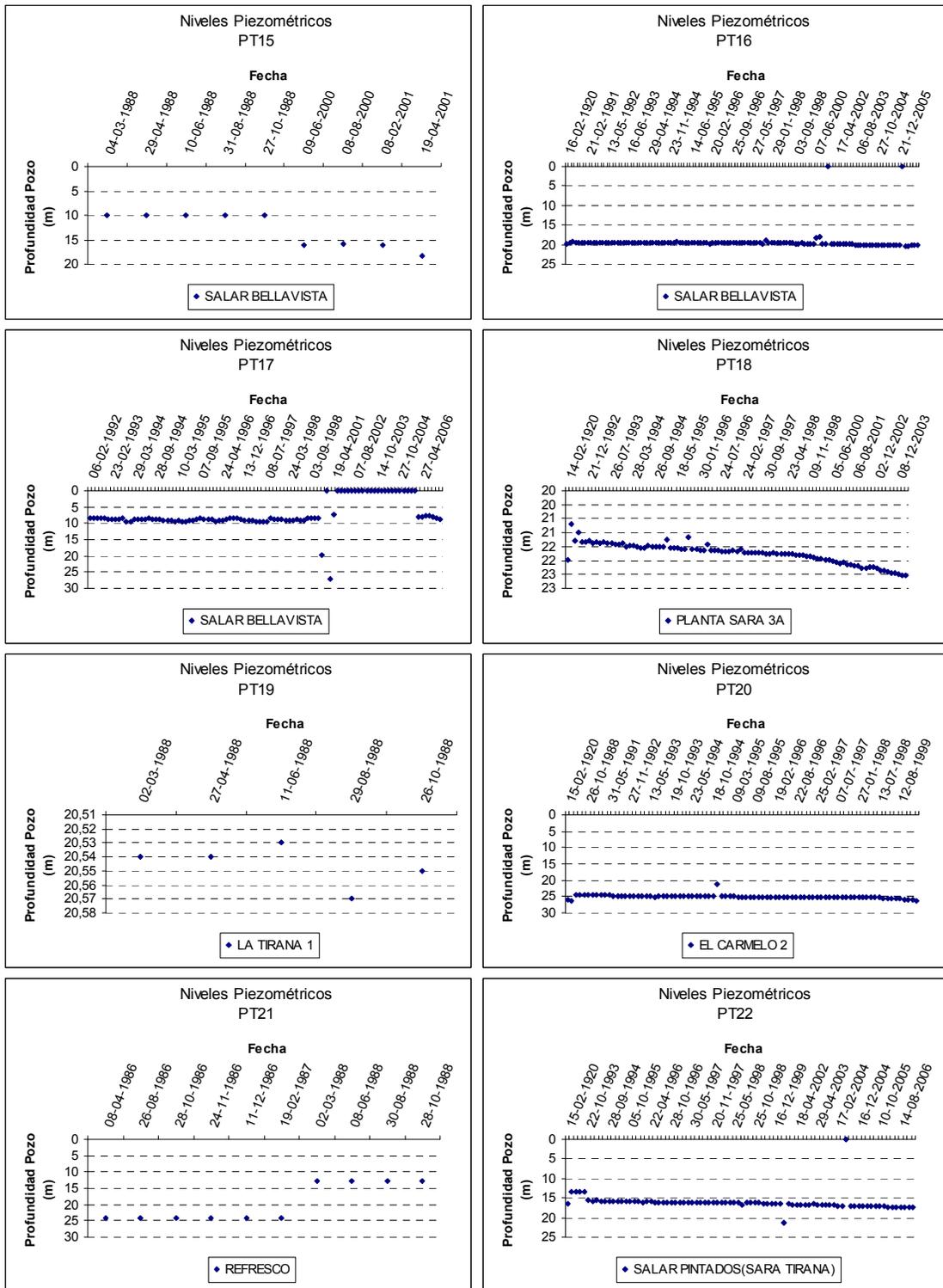


Figura 1.3: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Pampa del Tamarugal. (Cont.)

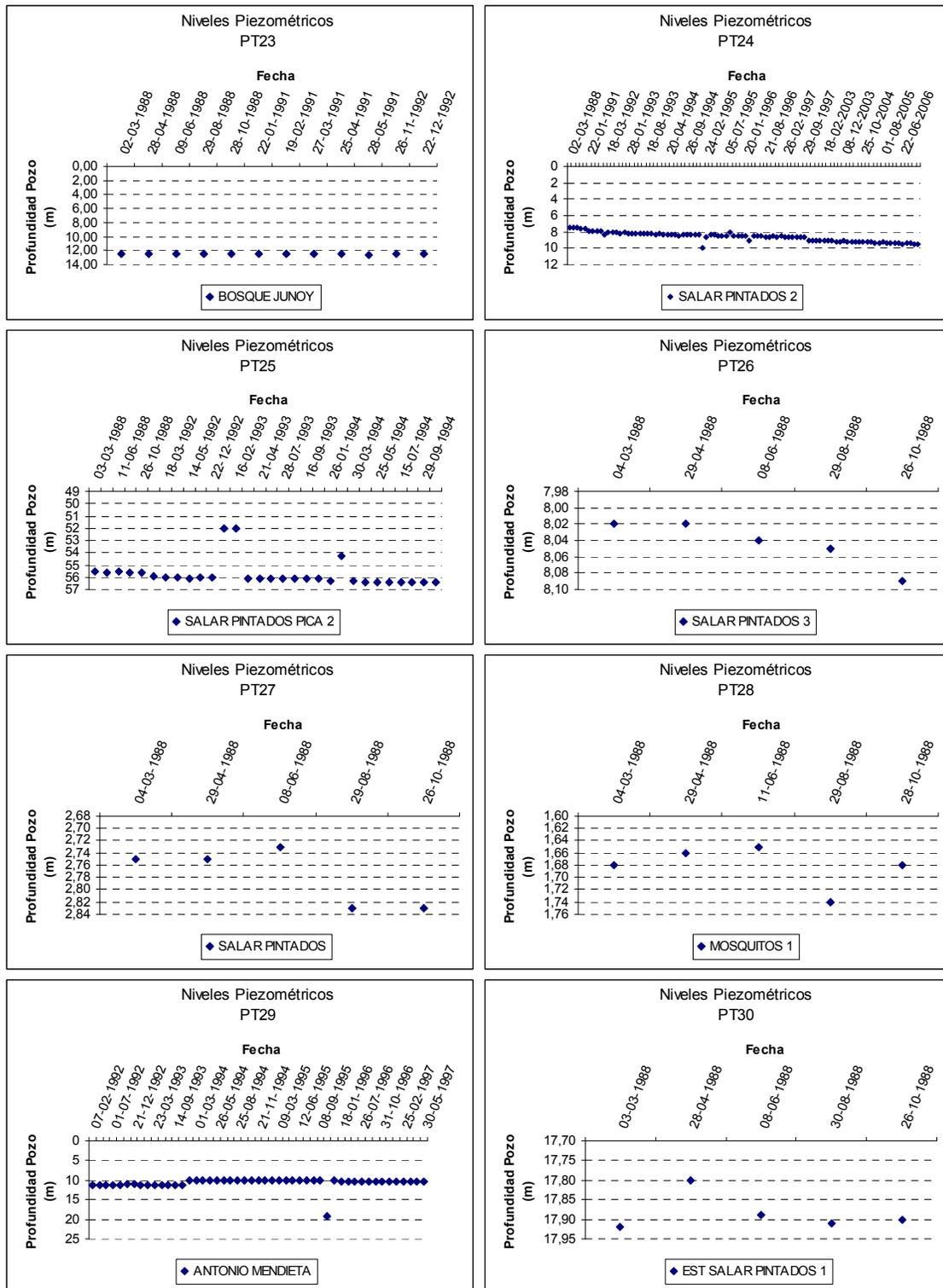


Figura 1.3: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Pampa del Tamarugal. (Cont.)

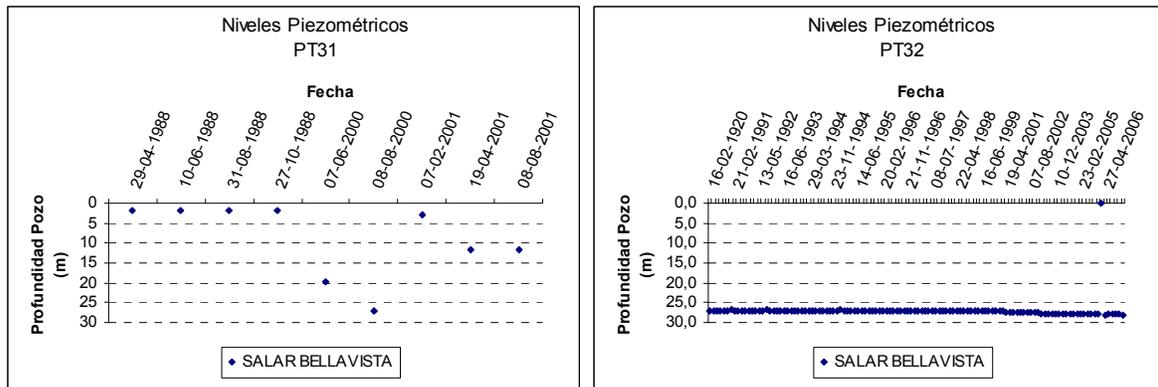


Figura 1.3: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Pampa del Tamarugal. (Cont.)

1.2.2.4 Sector acuífero Salar de Coposa

No existen estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea pertenecientes al Banco Nacional de Aguas.

1.2.2.5 Sector acuífero El Loa

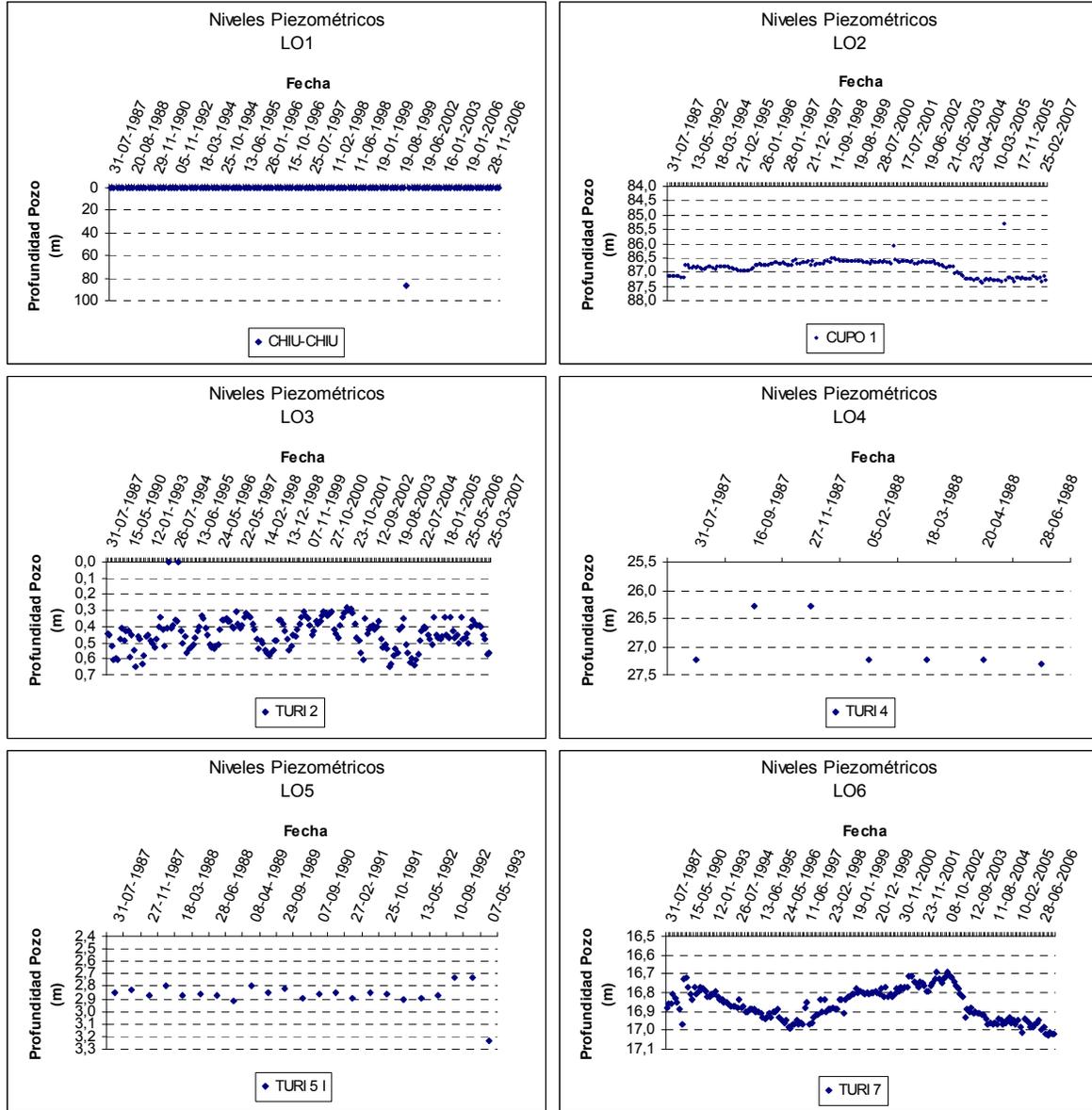


Figura 1.4: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero El Loa.

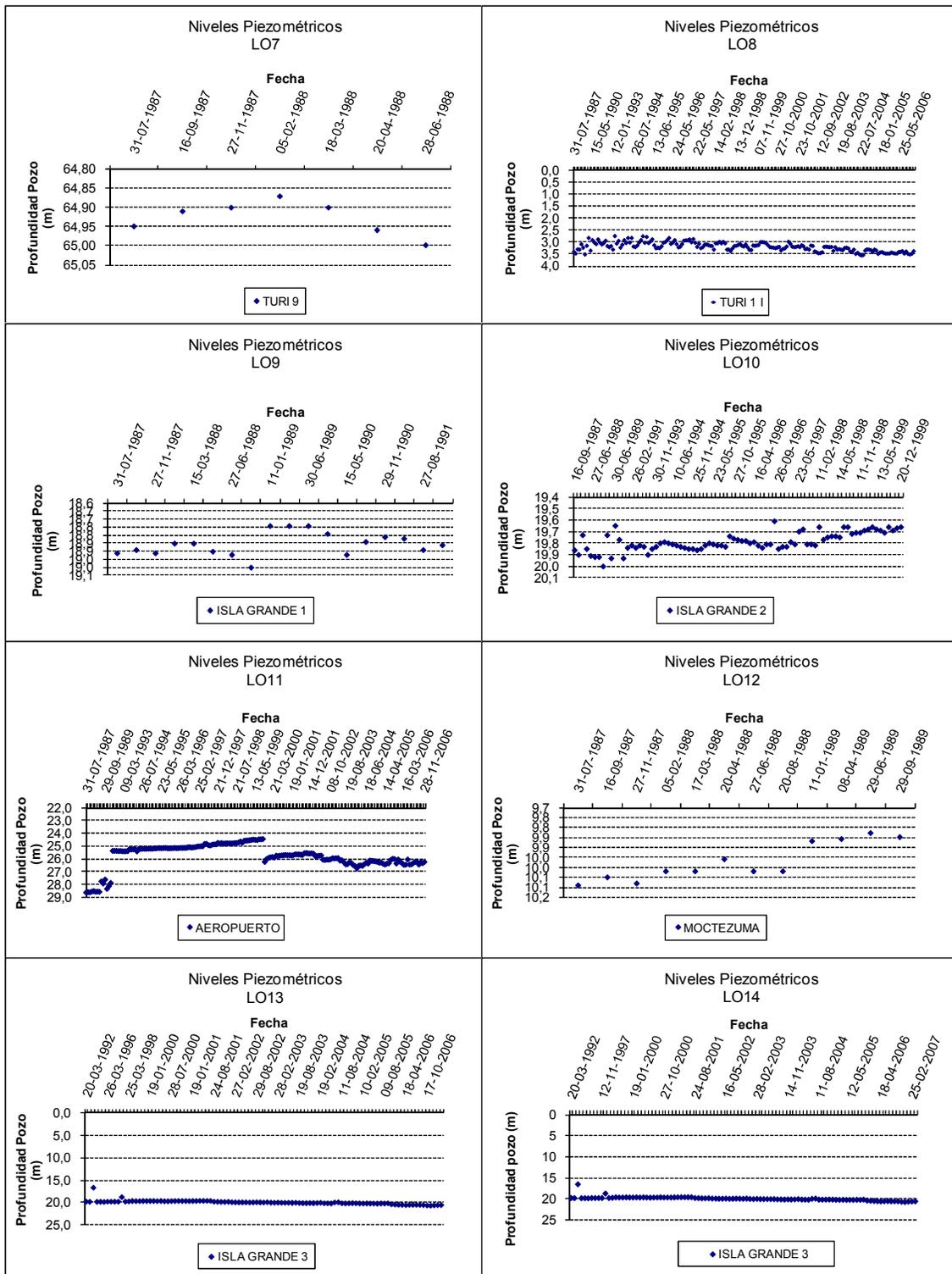


Figura 1.4: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero El Loa. (Cont.)

1.2.2.6 Sector acuífero Los Choros

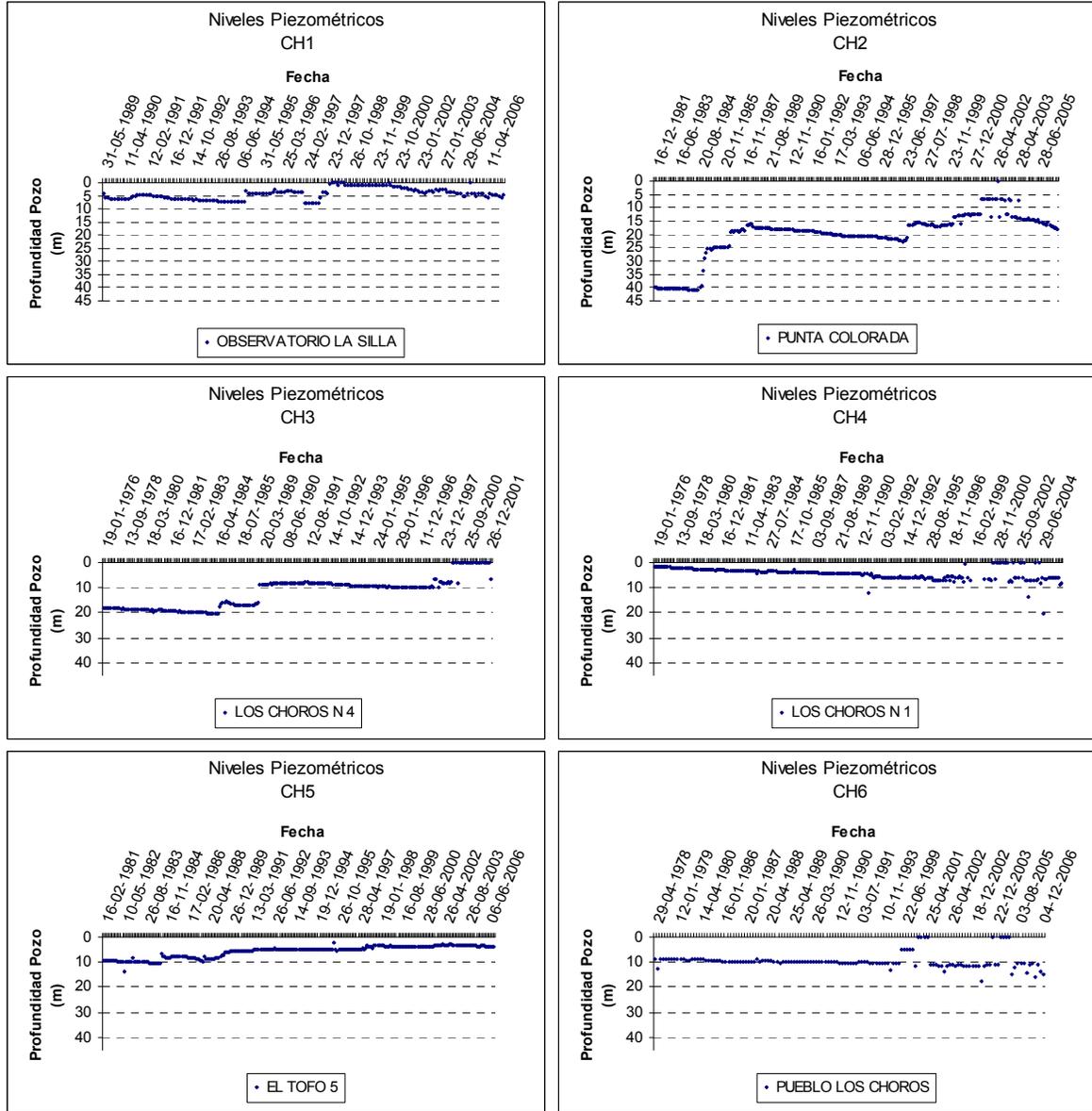


Figura 1.5: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Los Choros.

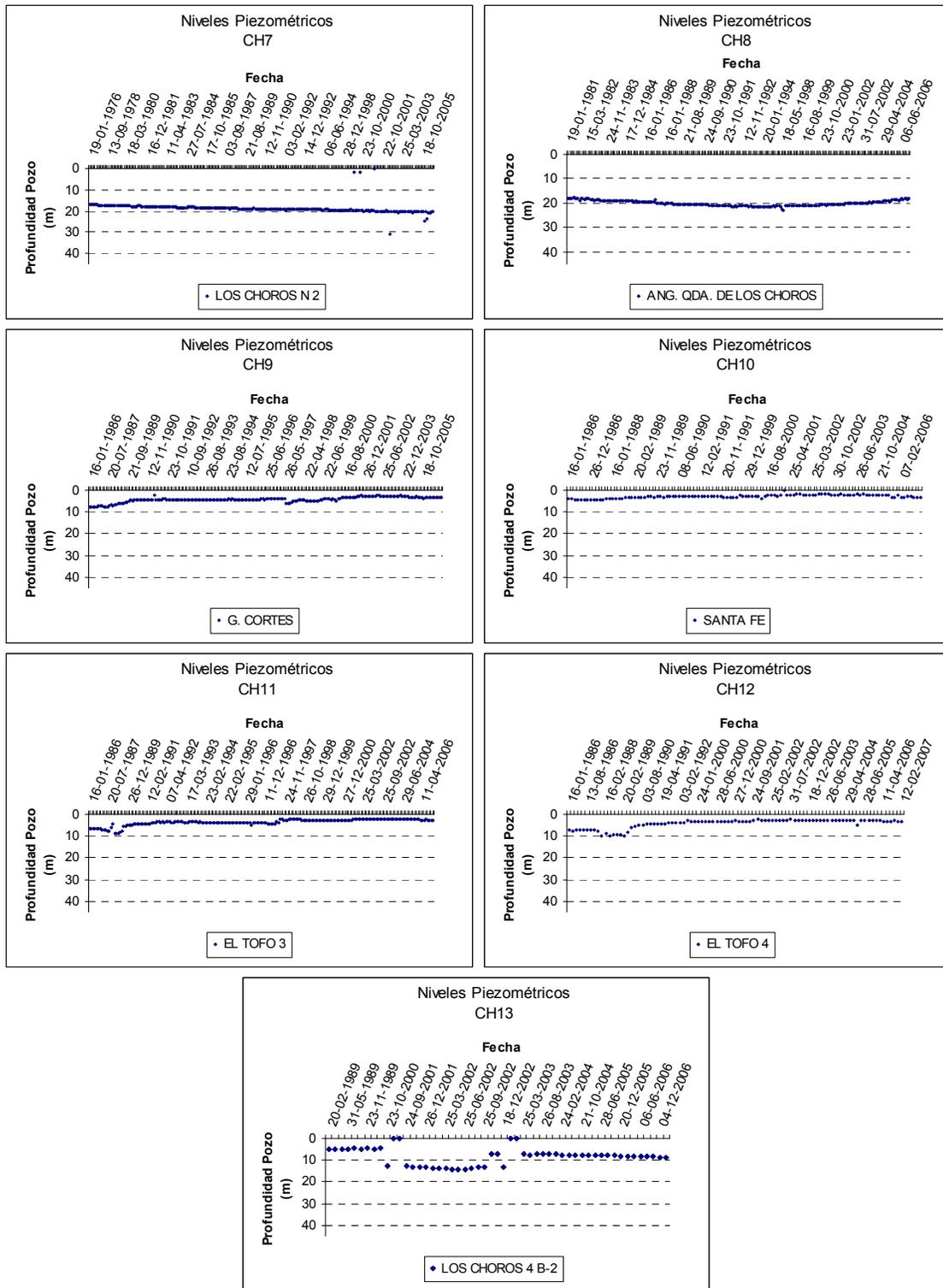


Figura 1.5: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Los Choros. (Cont.)

1.2.2.7 Sector acuífero La Liga

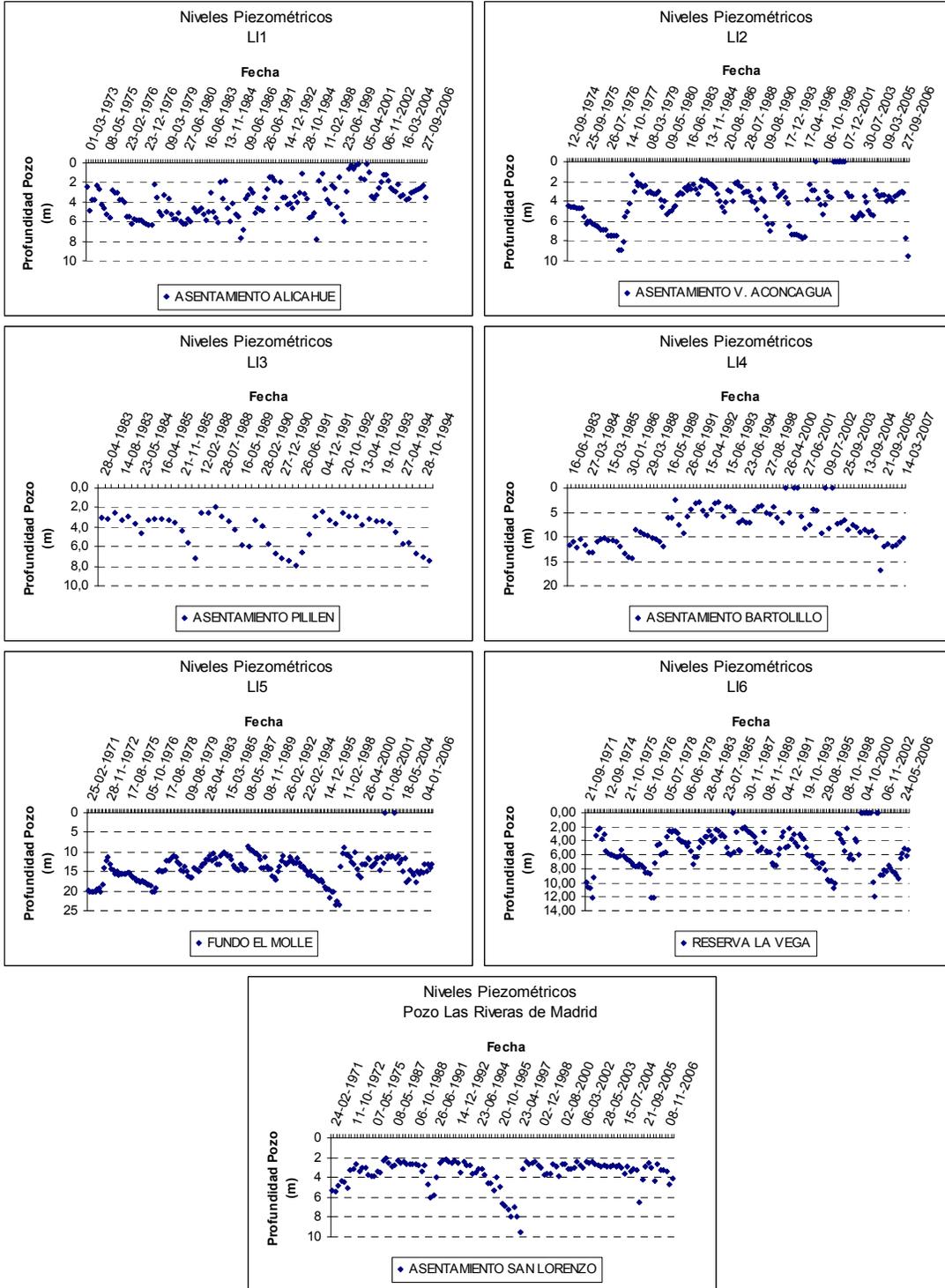


Figura 1.6: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero La Liga.

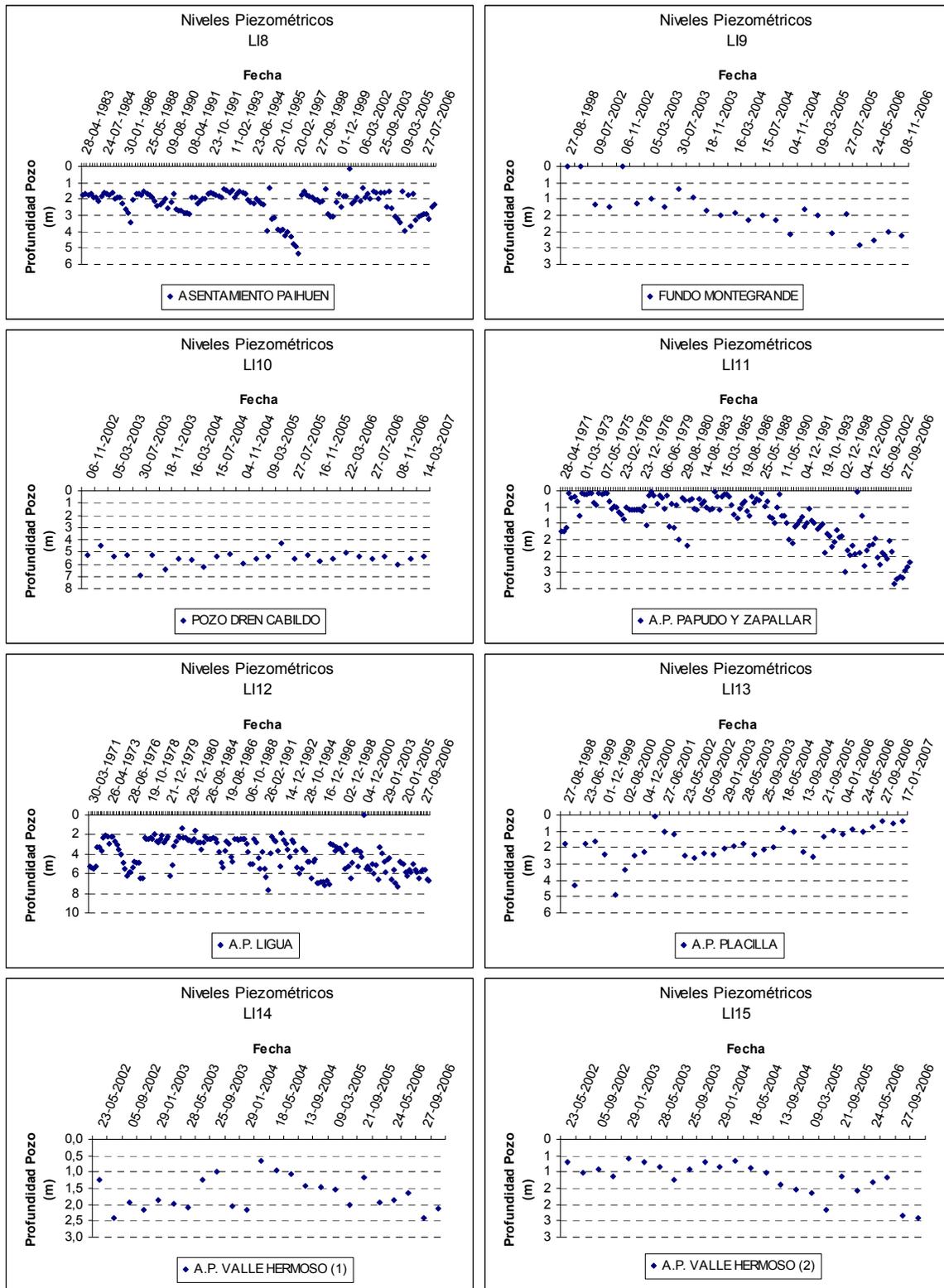


Figura 1.6: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero La Liga. (Cont.)

1.2.2.8 Sector acuífero Aconcagua

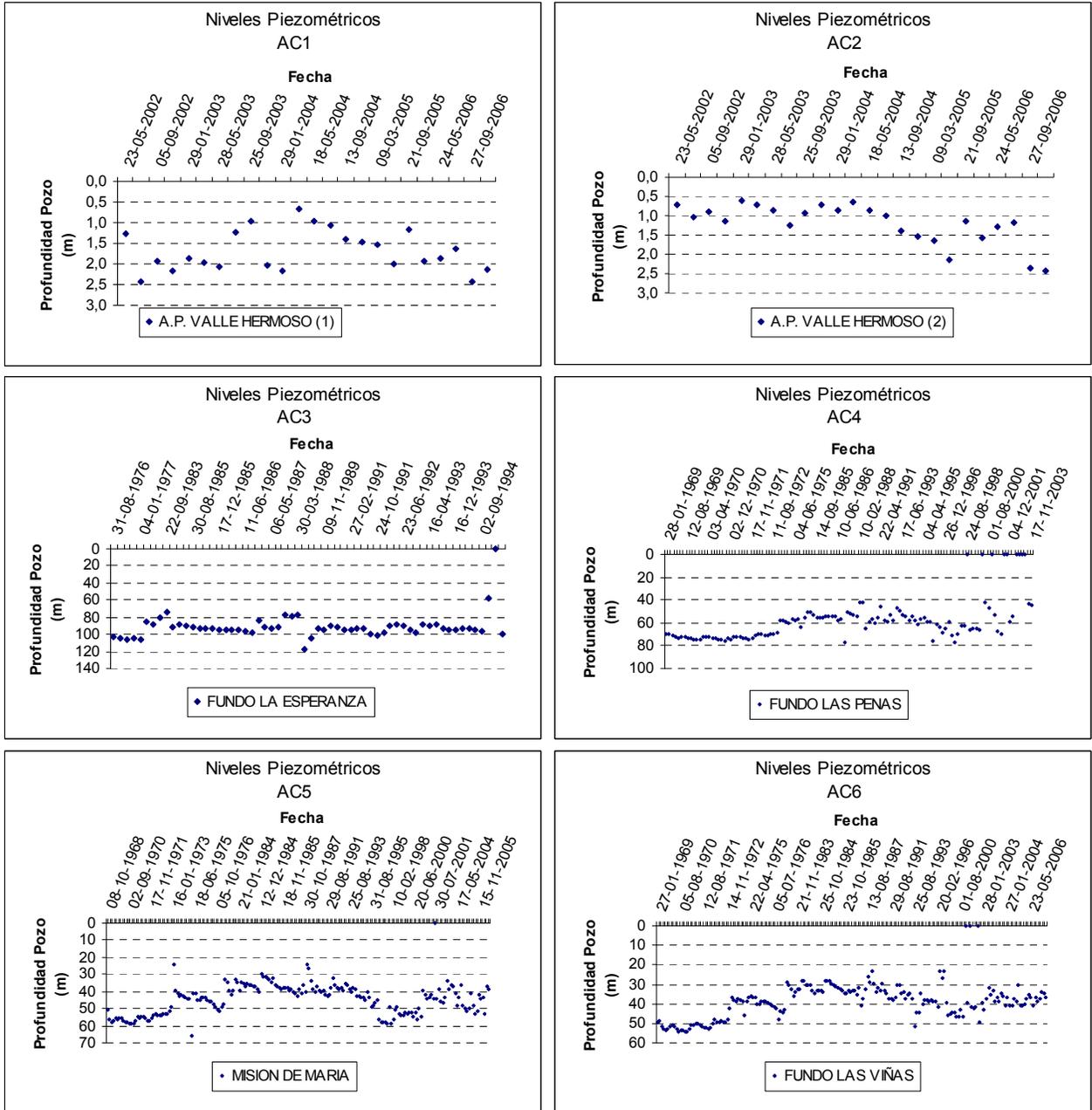


Figura 1.7: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua.

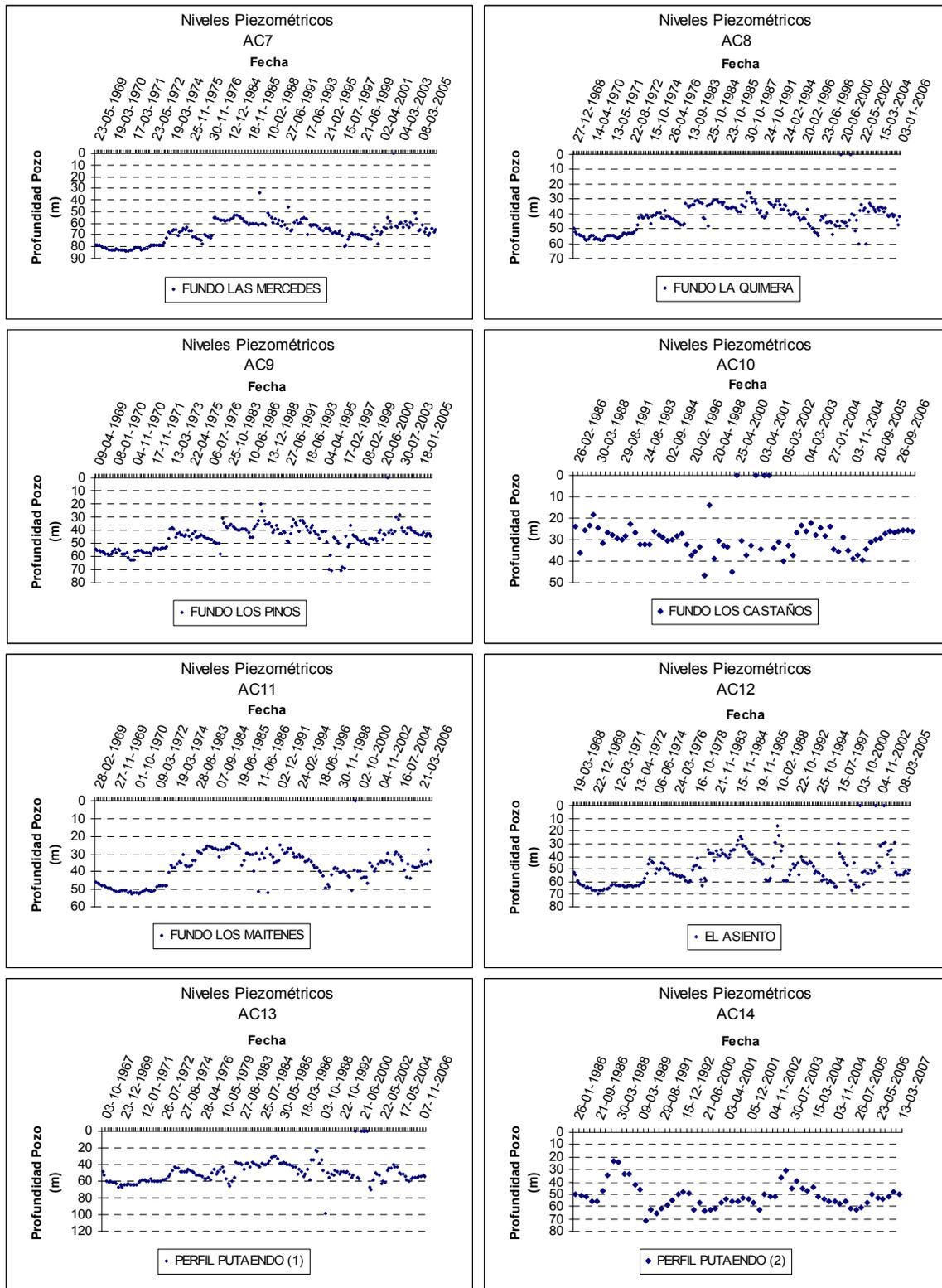


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

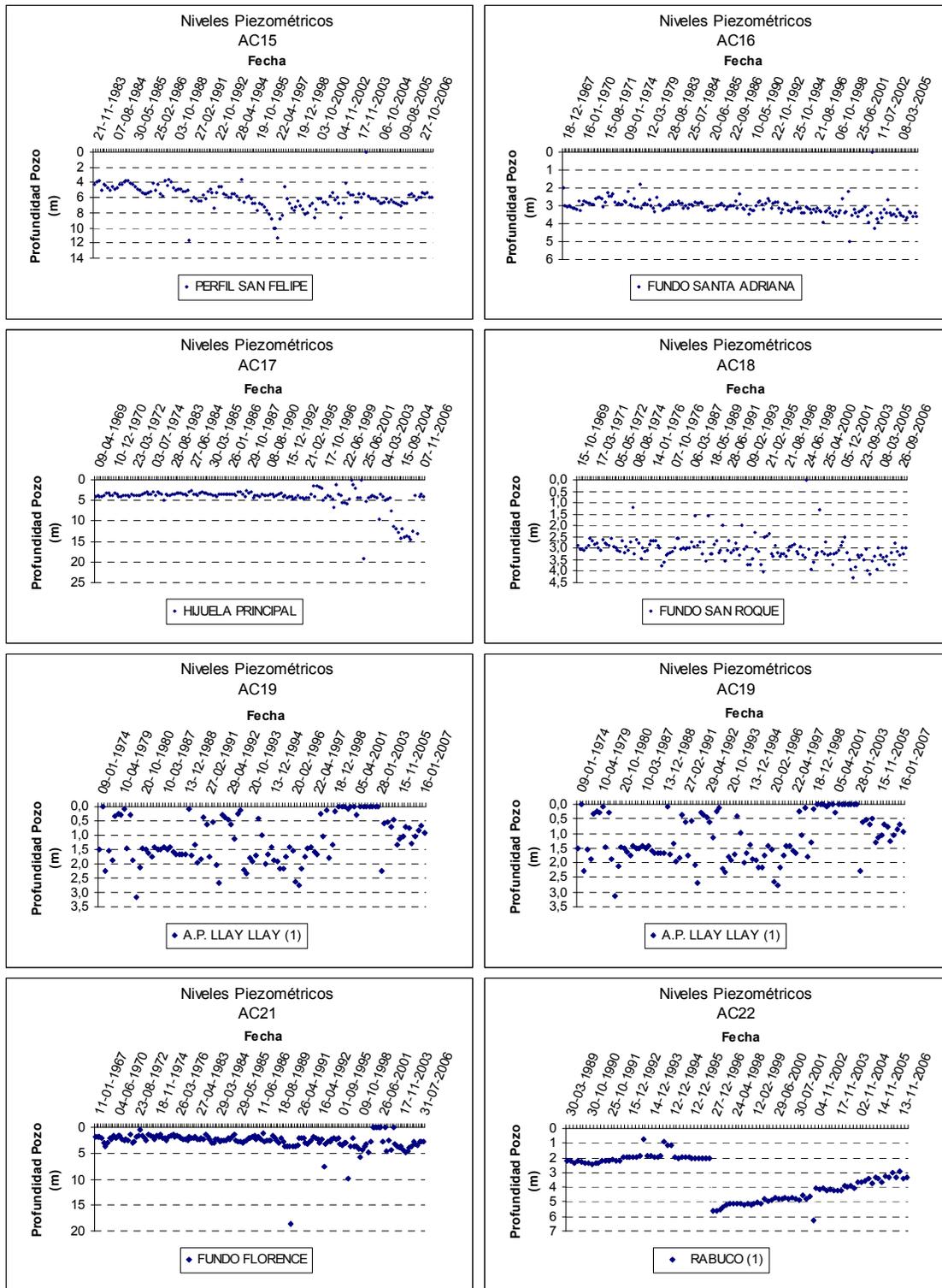


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

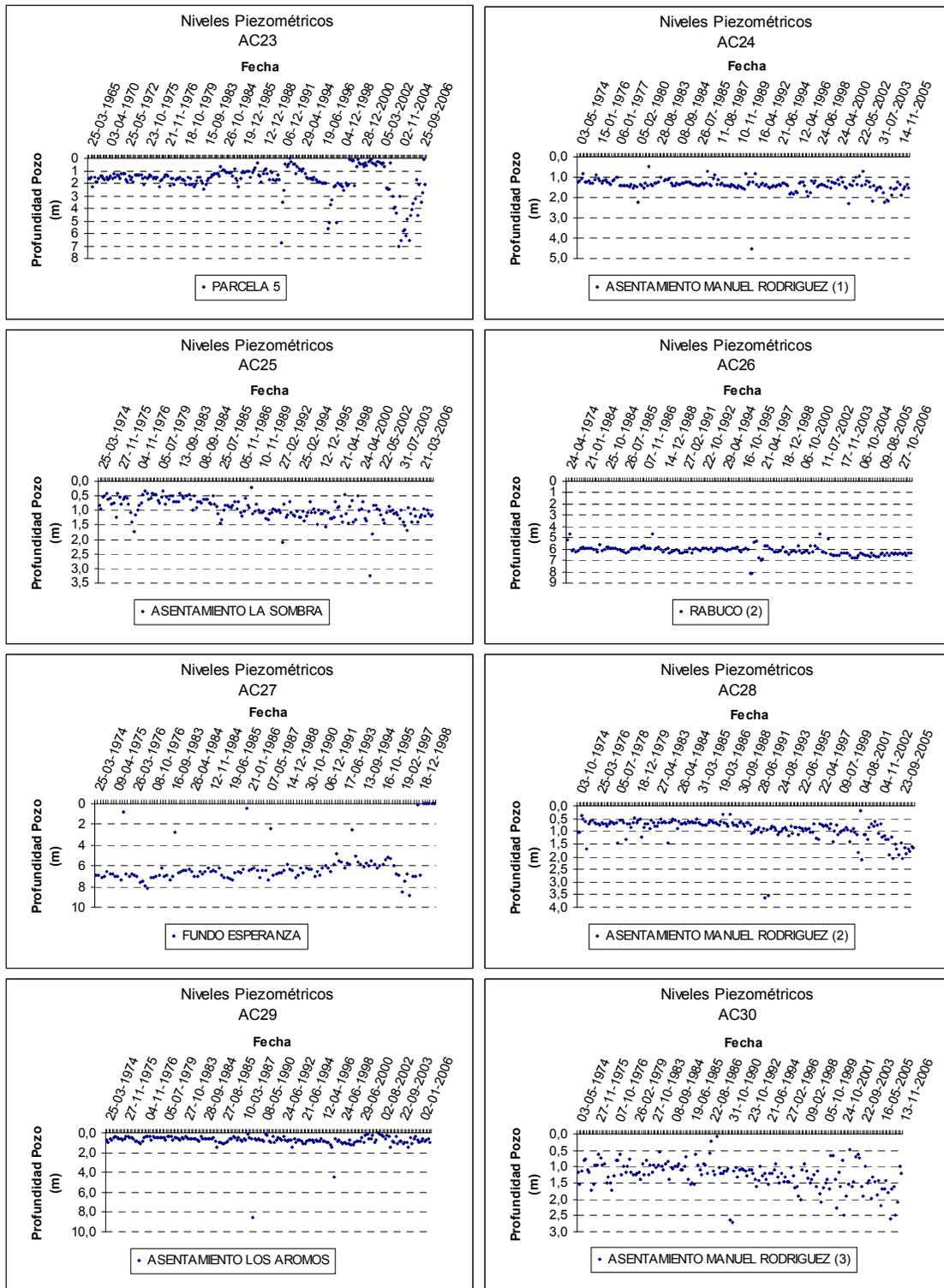


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

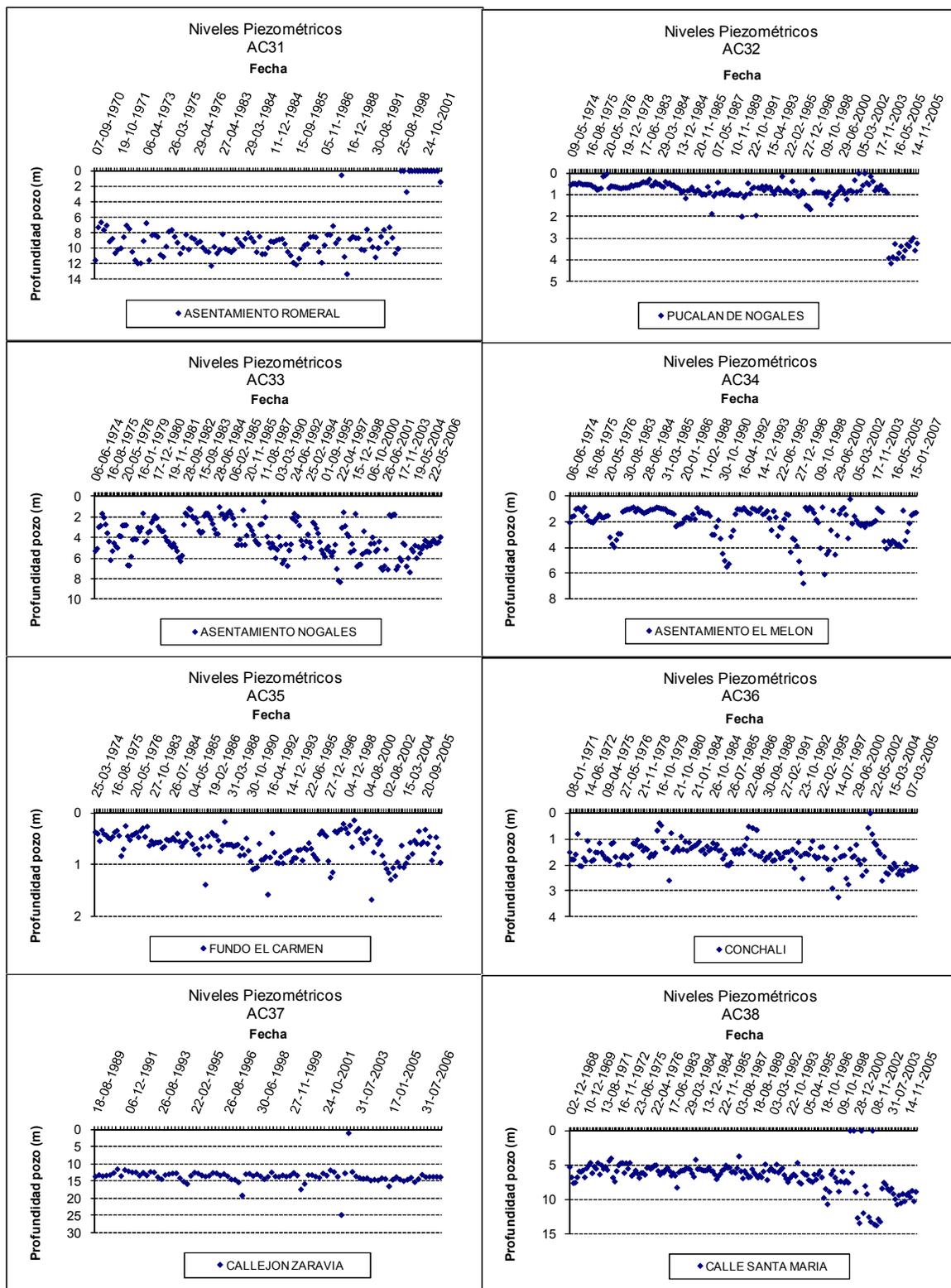


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

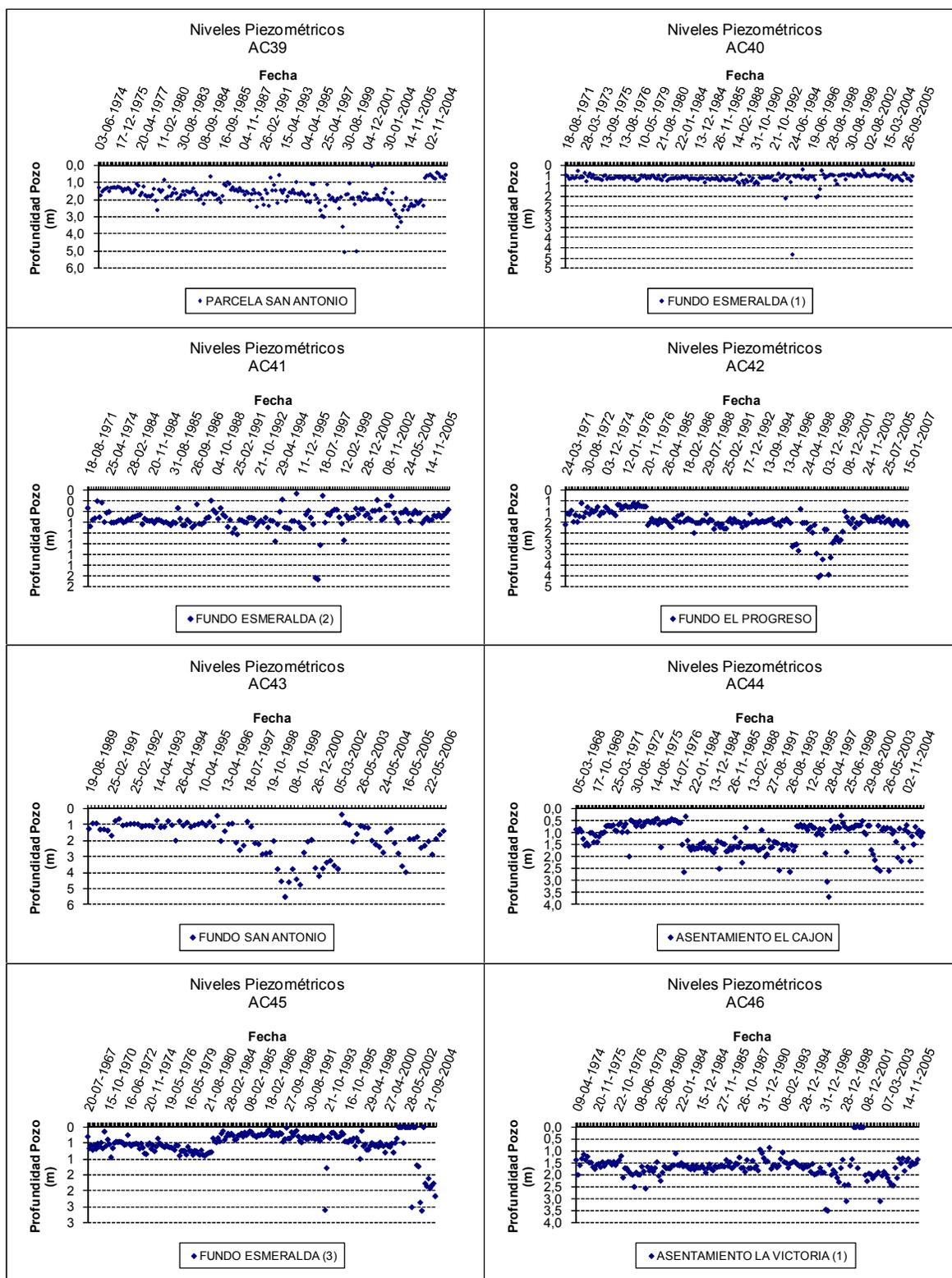


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

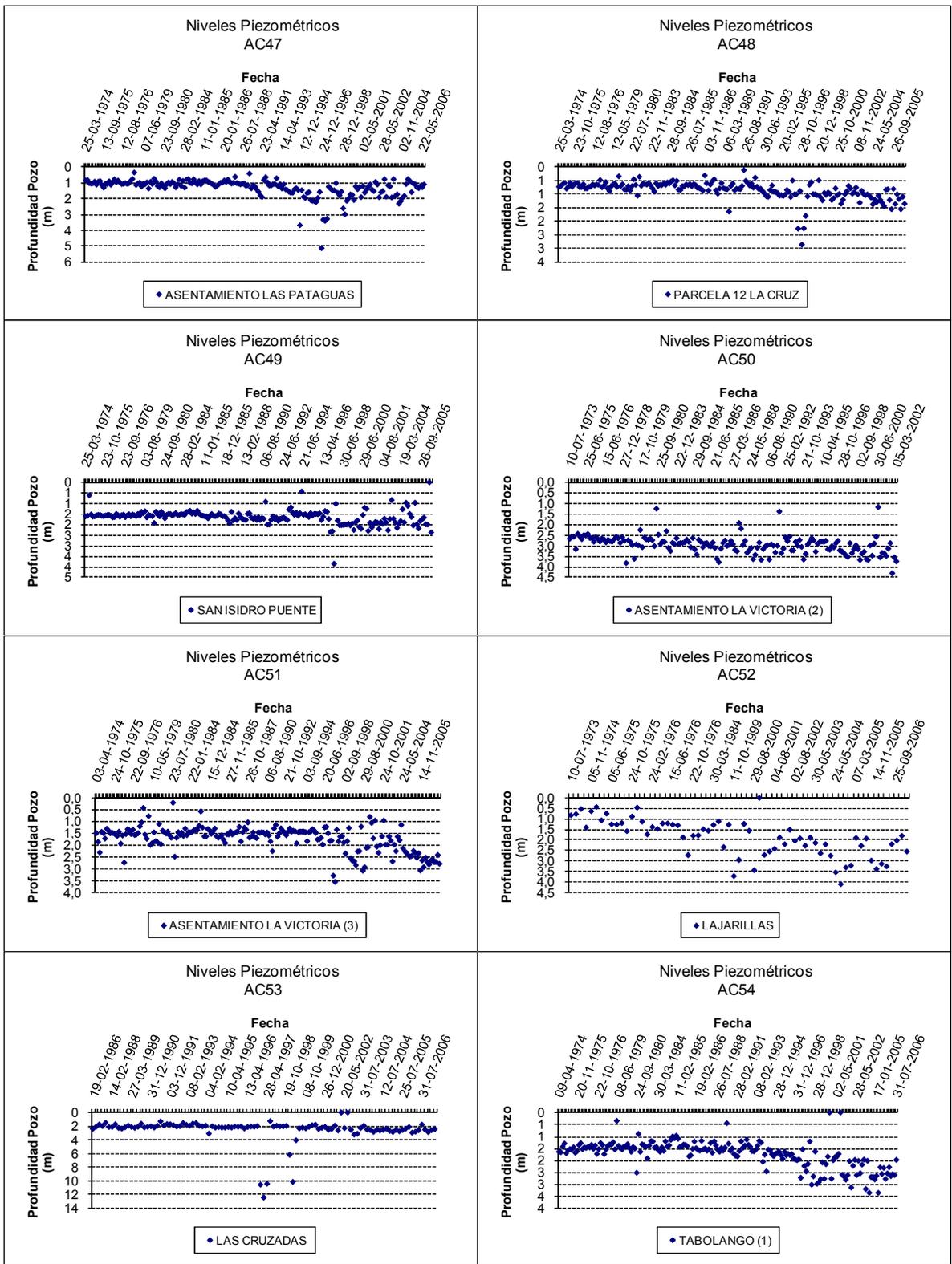


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

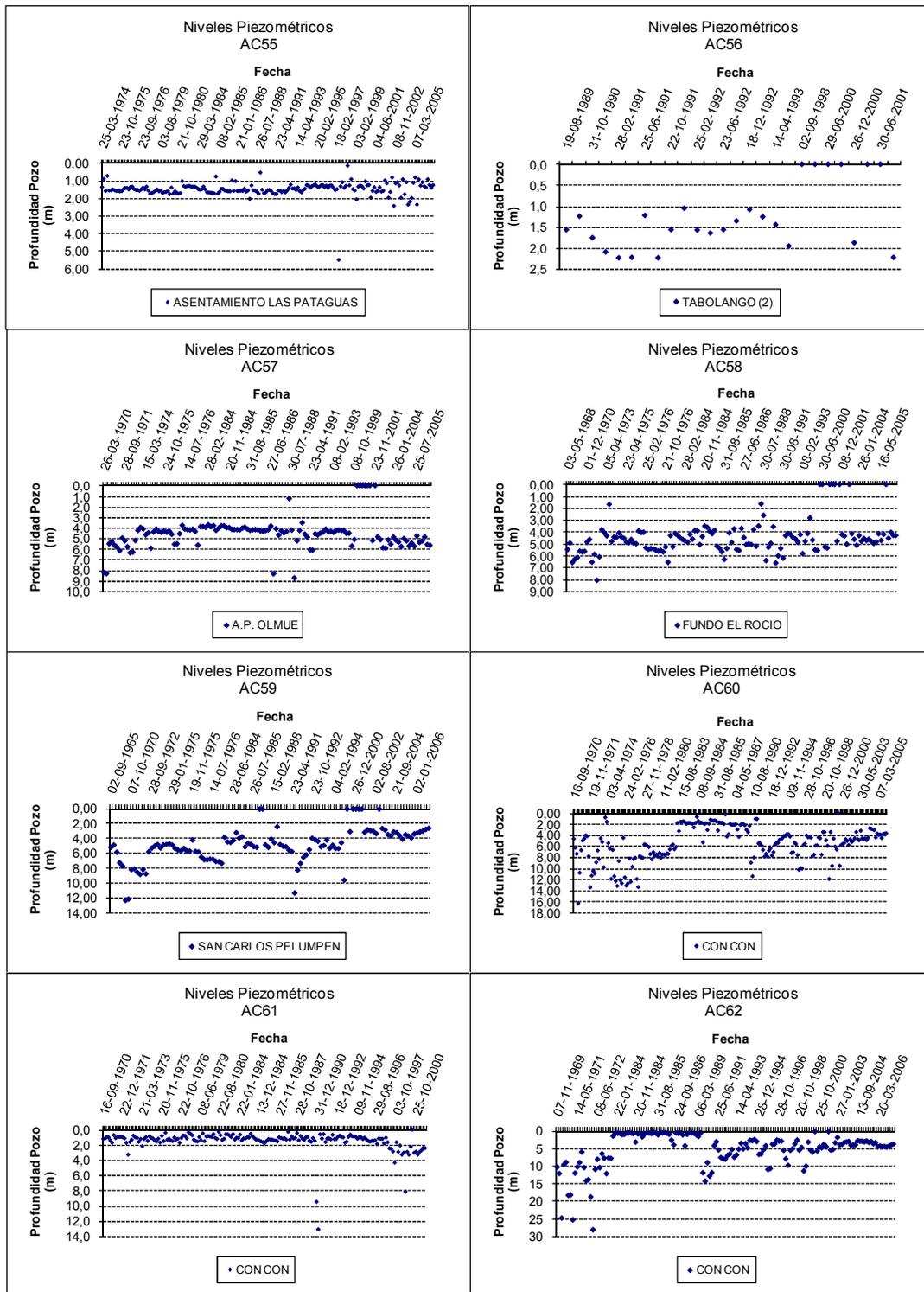


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

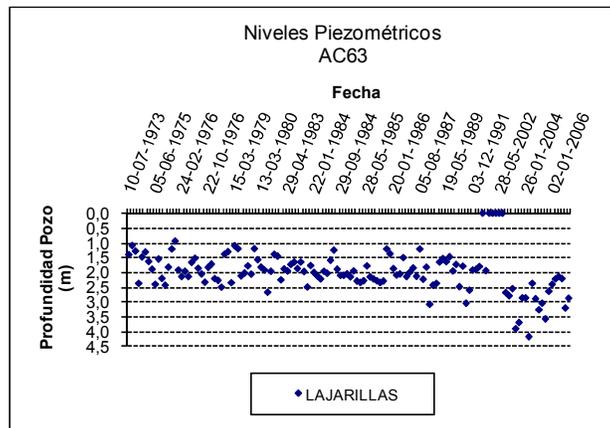


Figura 1.1: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Aconcagua. (Cont.)

1.2.2.9 Sector acuífero Mapocho Alto

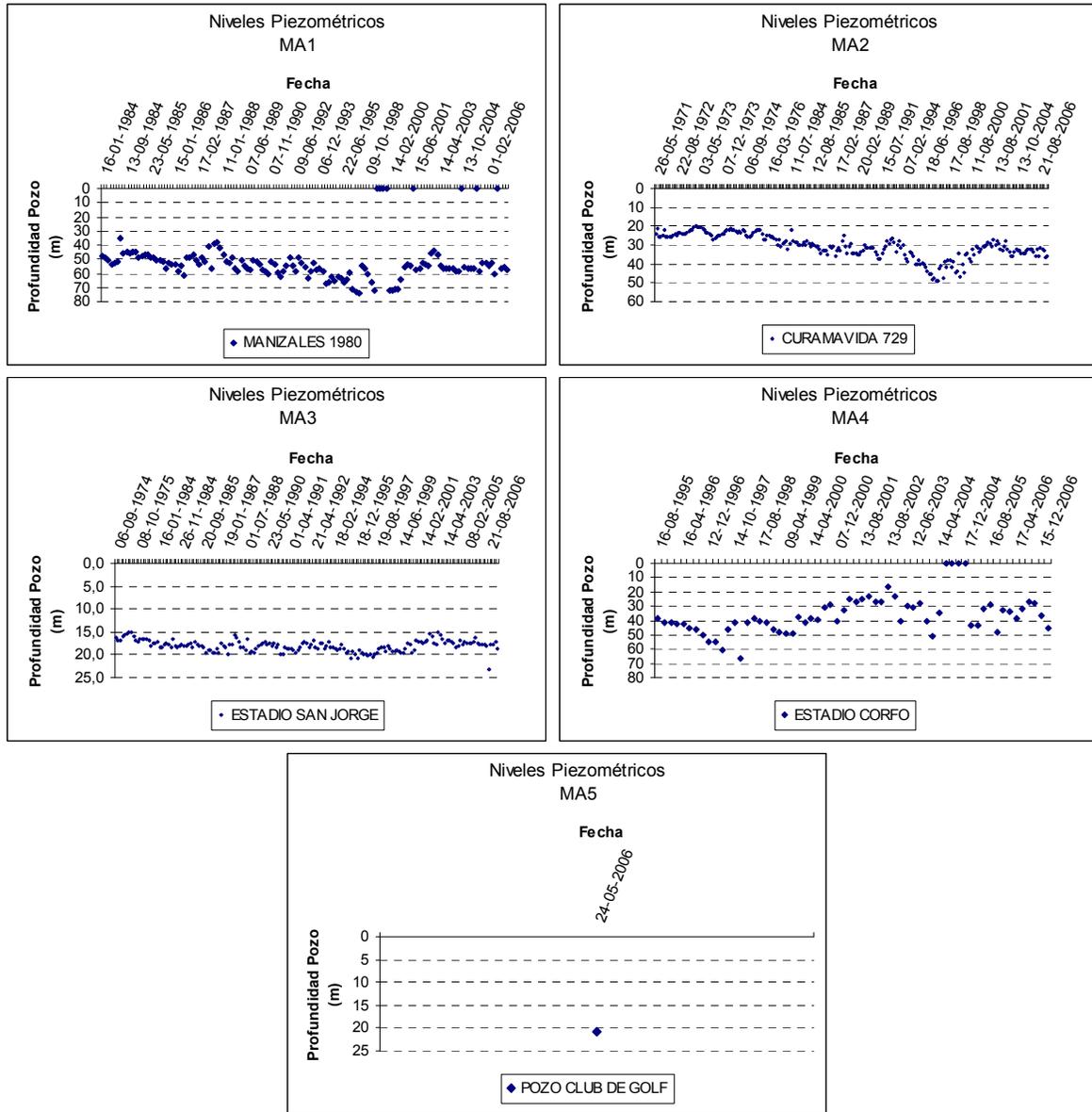


Figura 1.8: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Mapocho Alto.

1.2.2.10 Sector acuífero Maipo

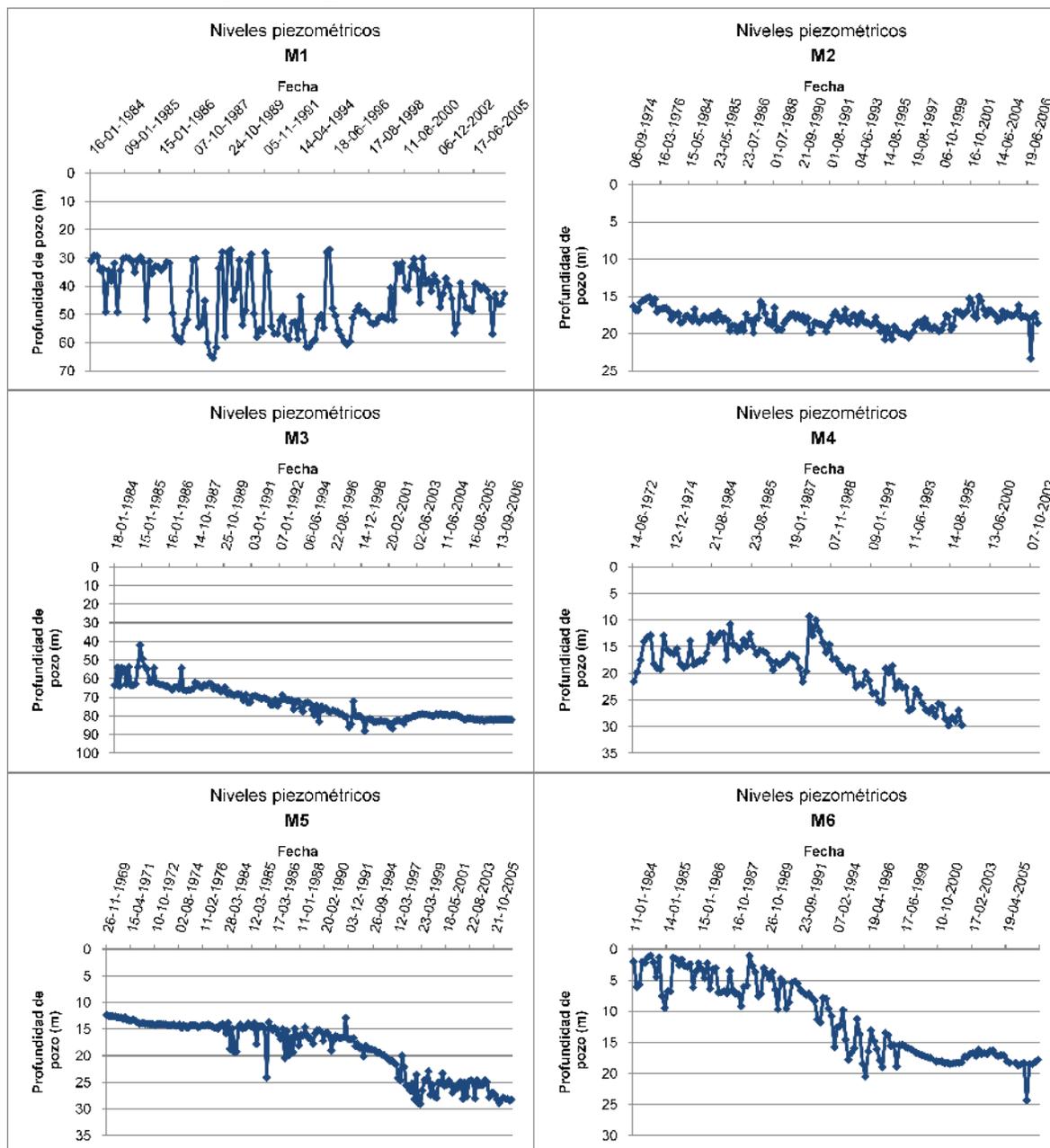


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo.

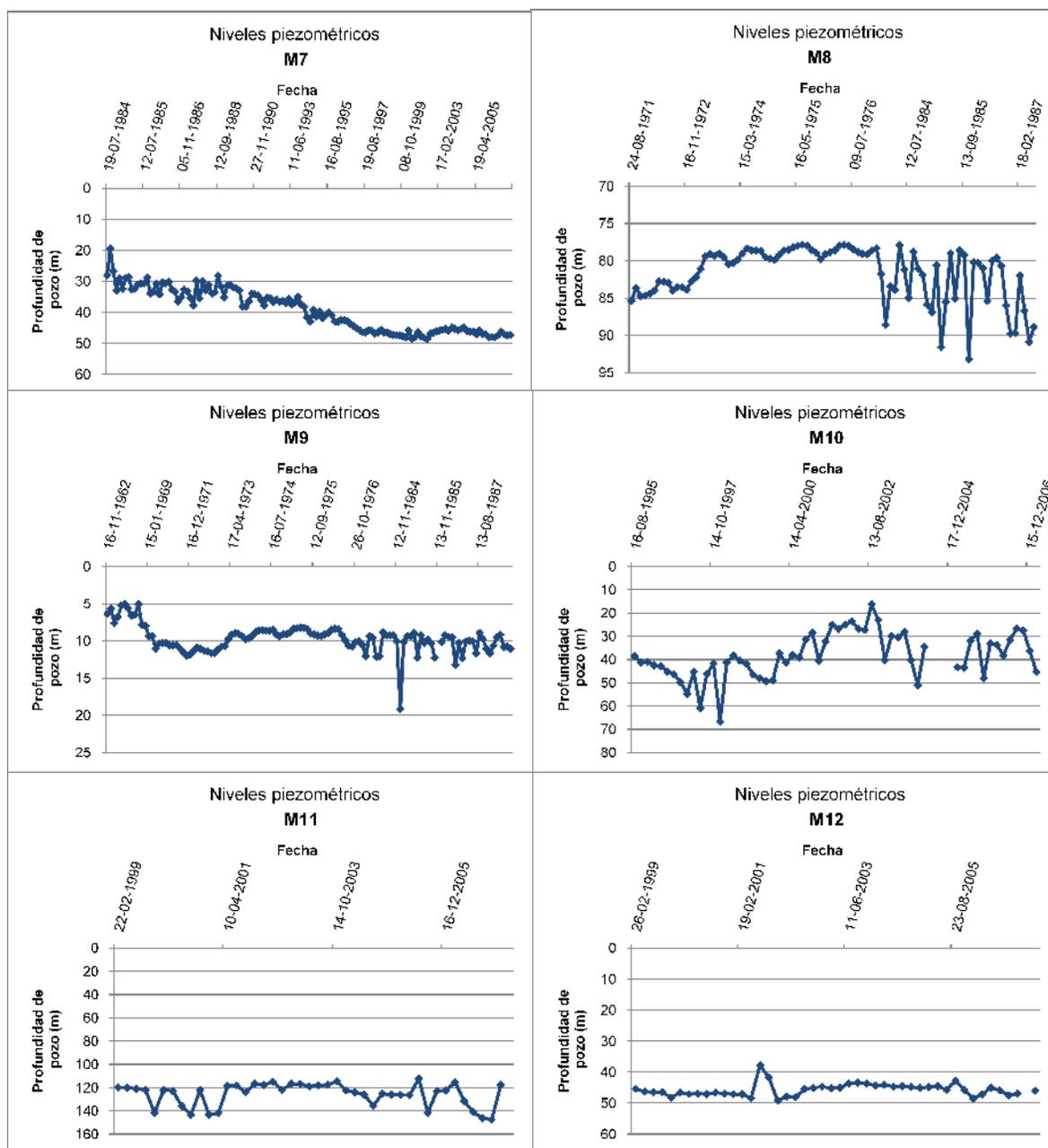


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

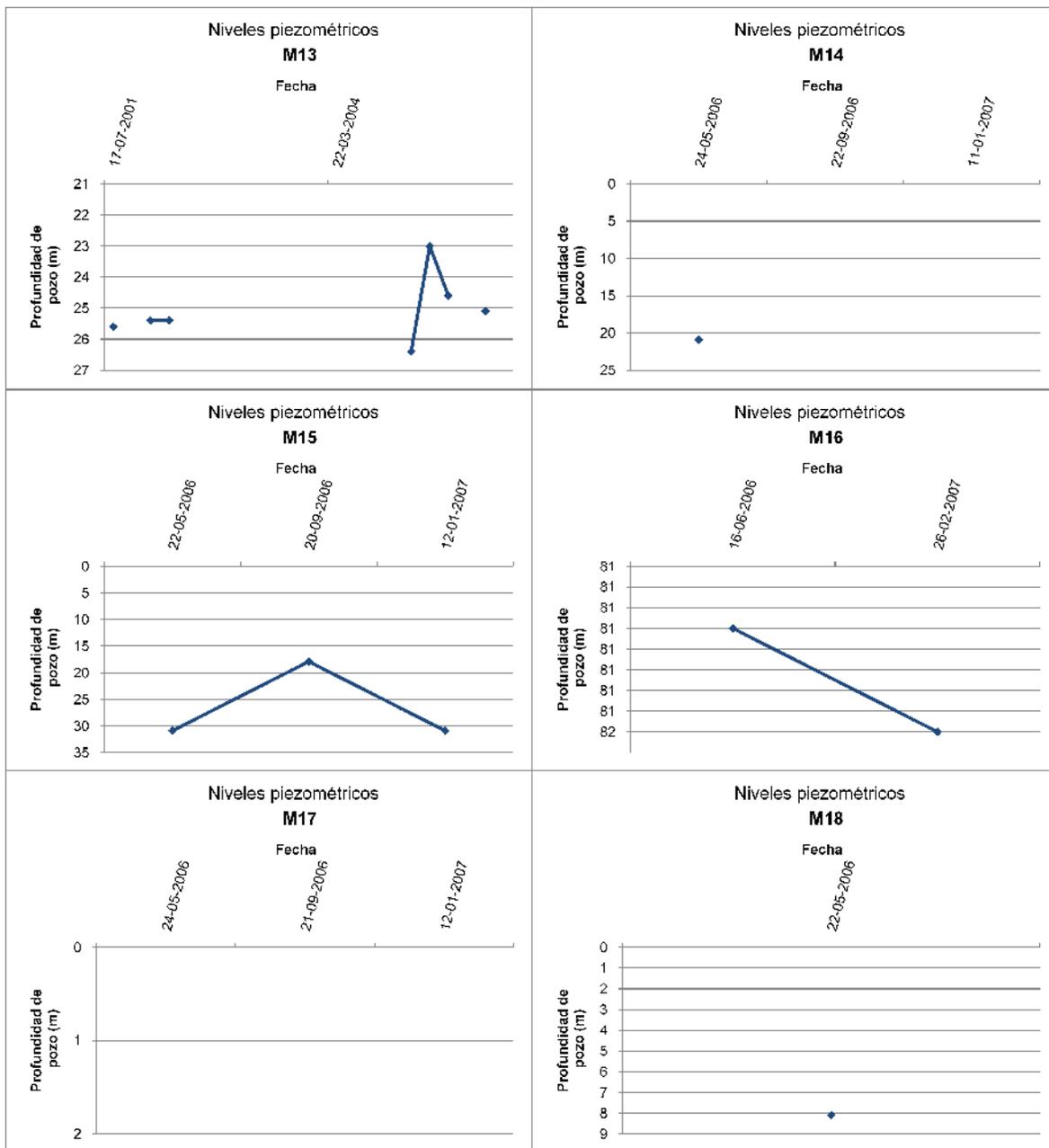


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

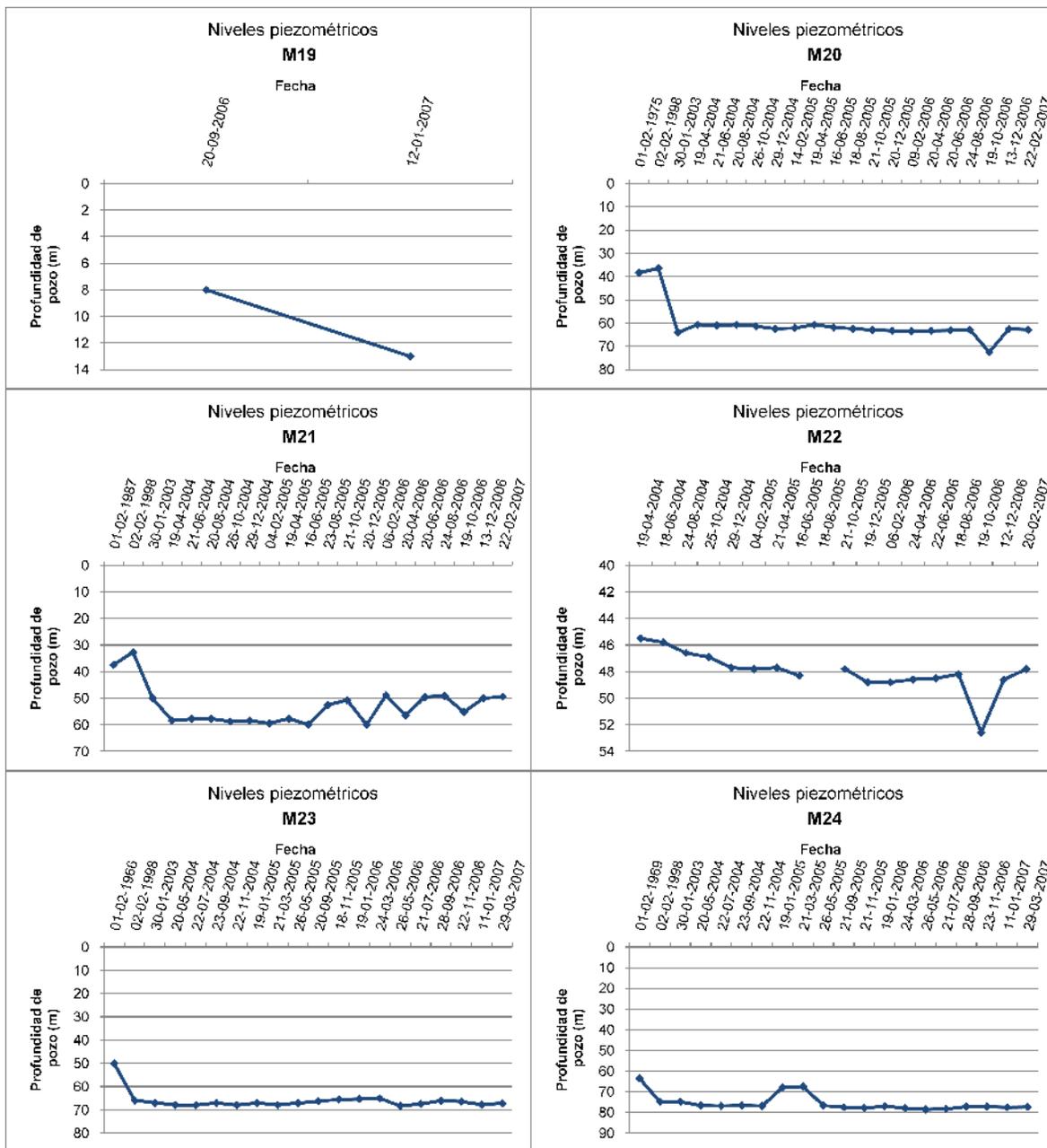


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

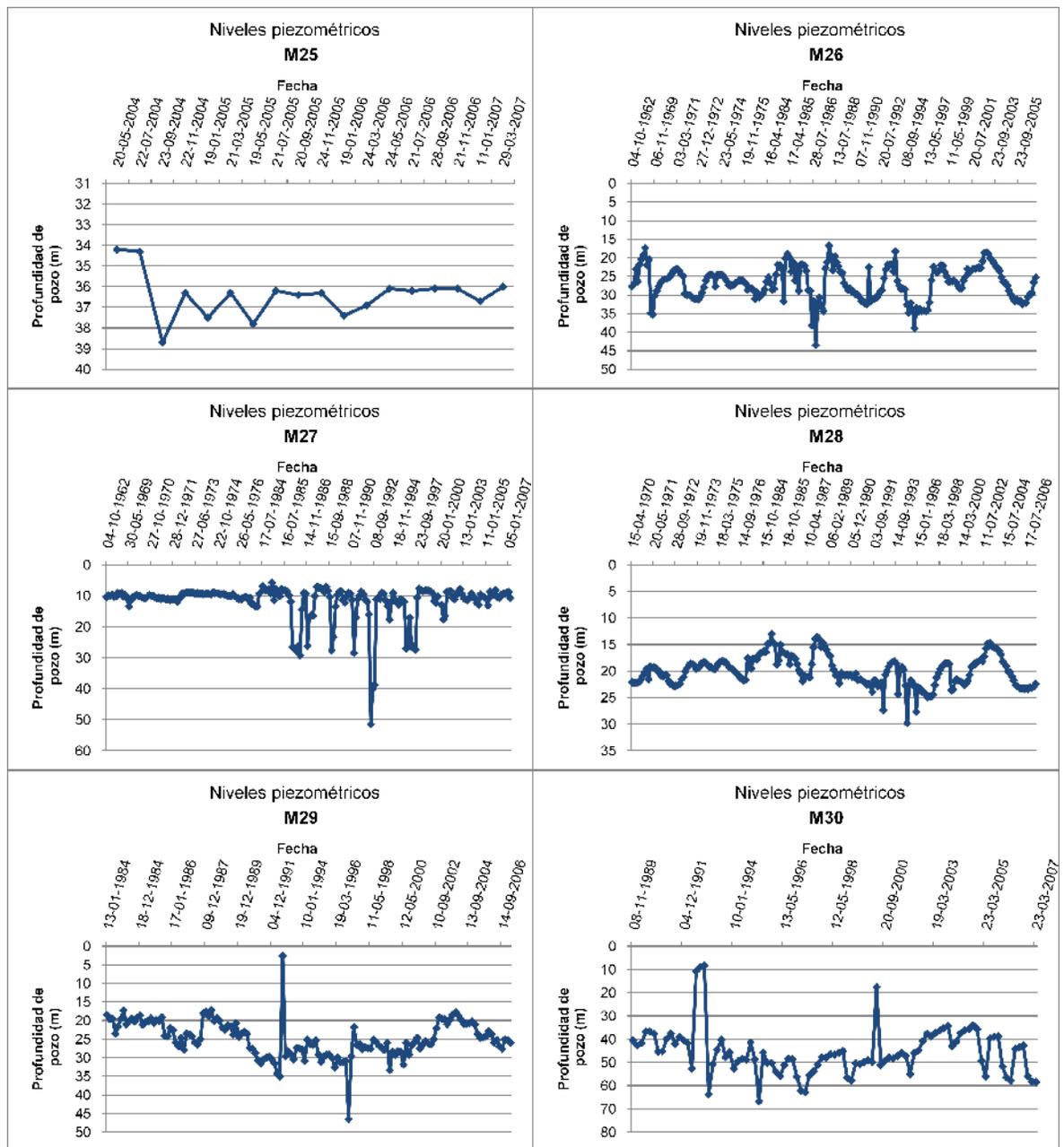


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

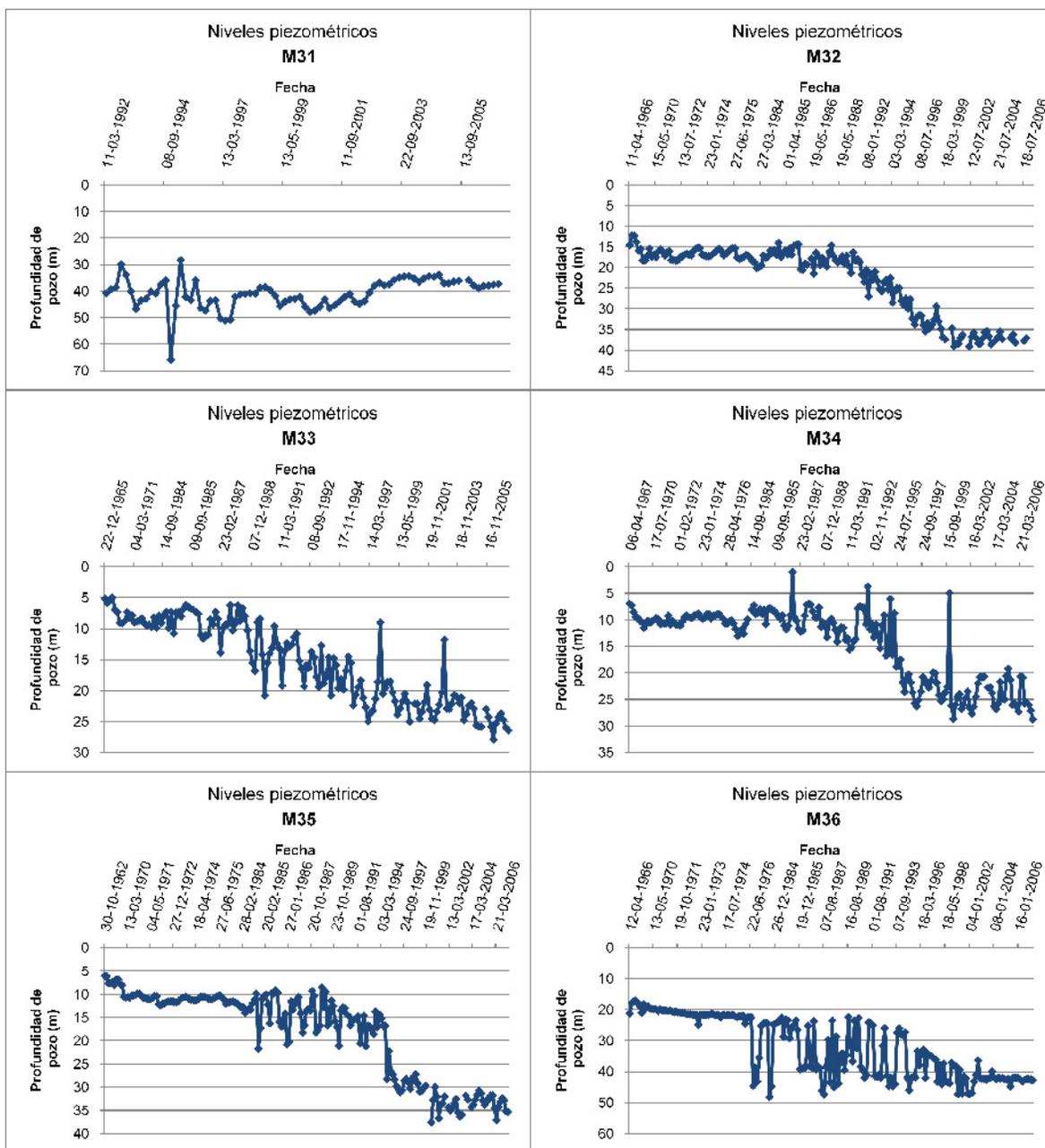


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

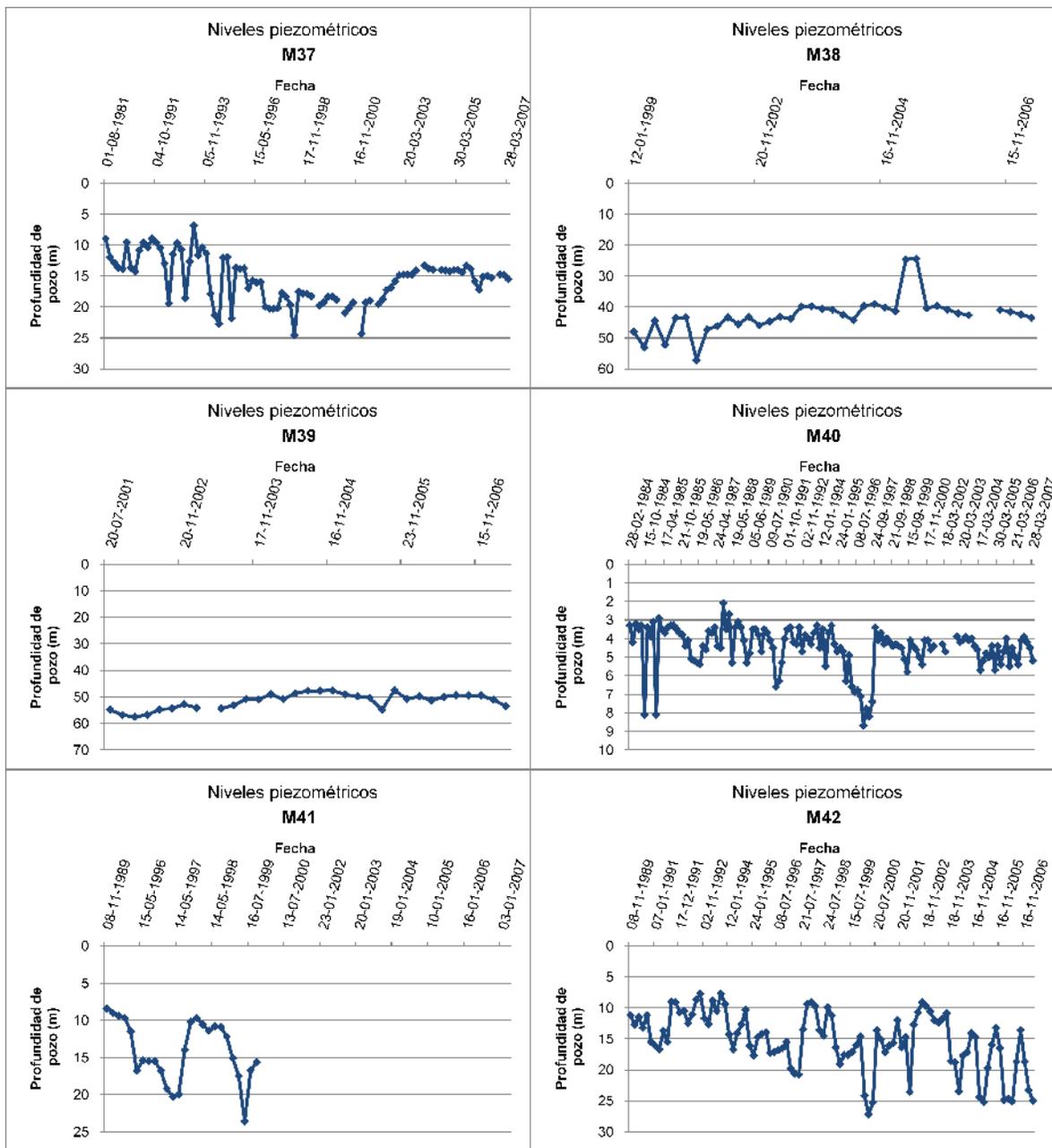


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

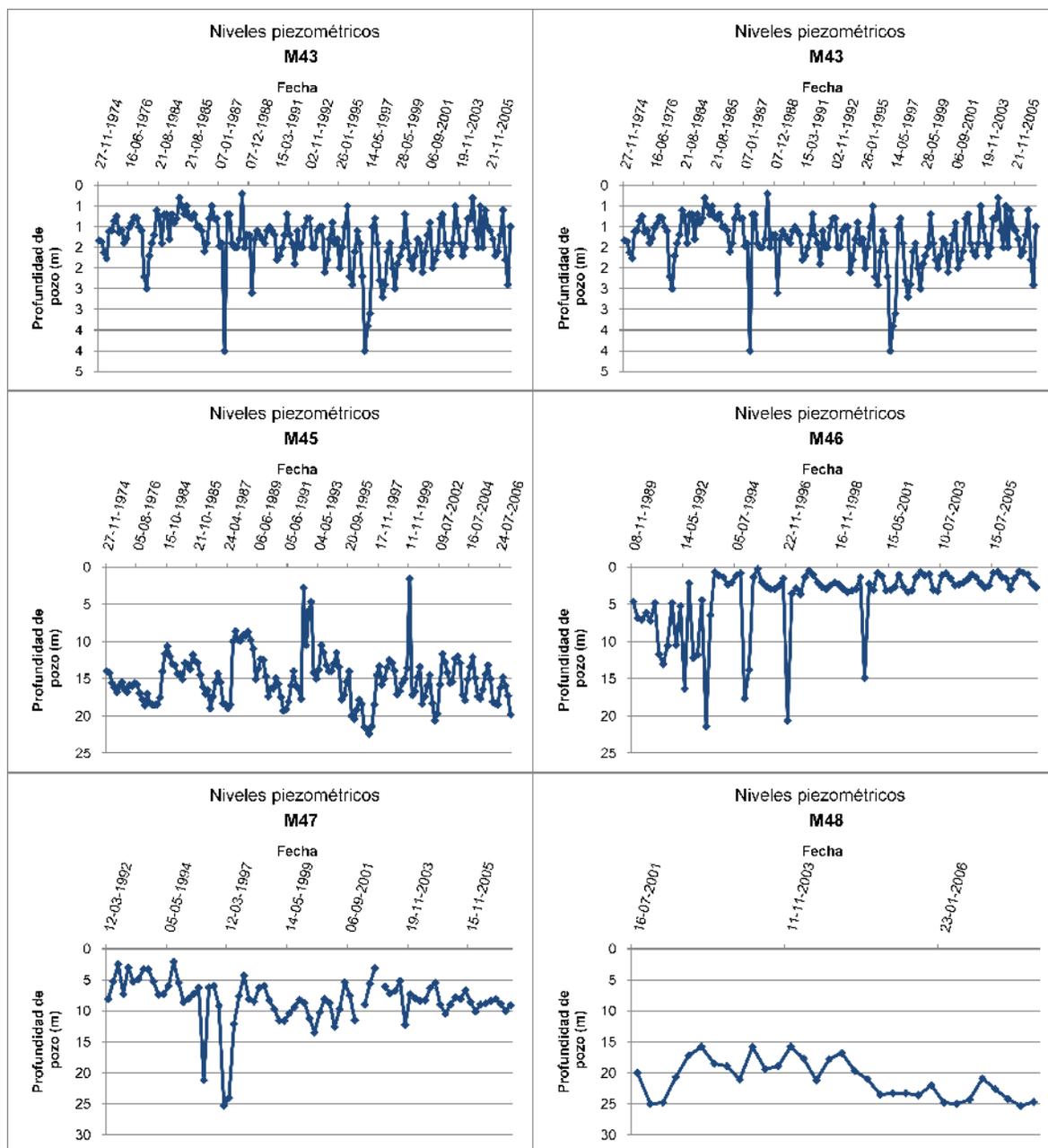


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

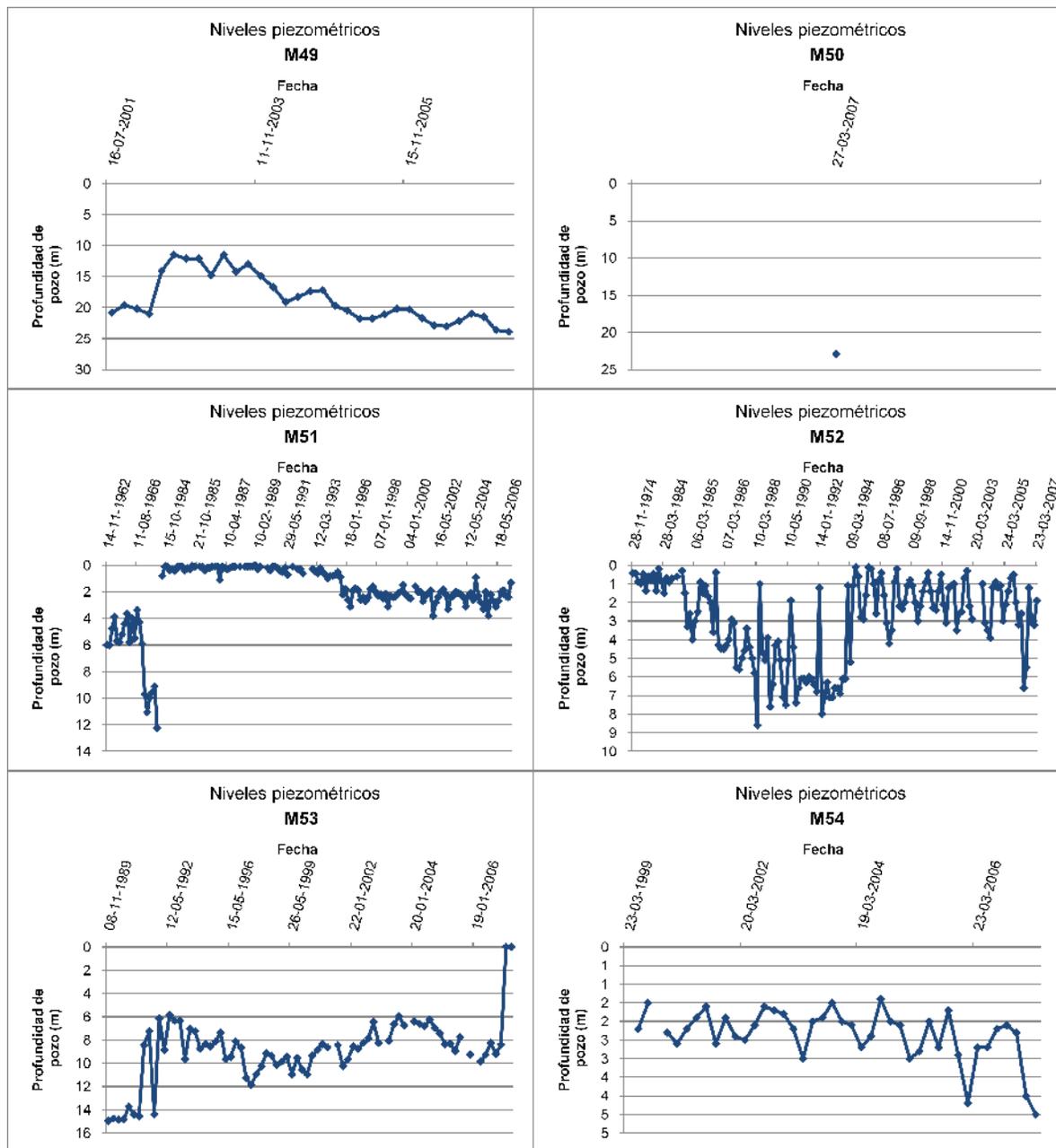


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

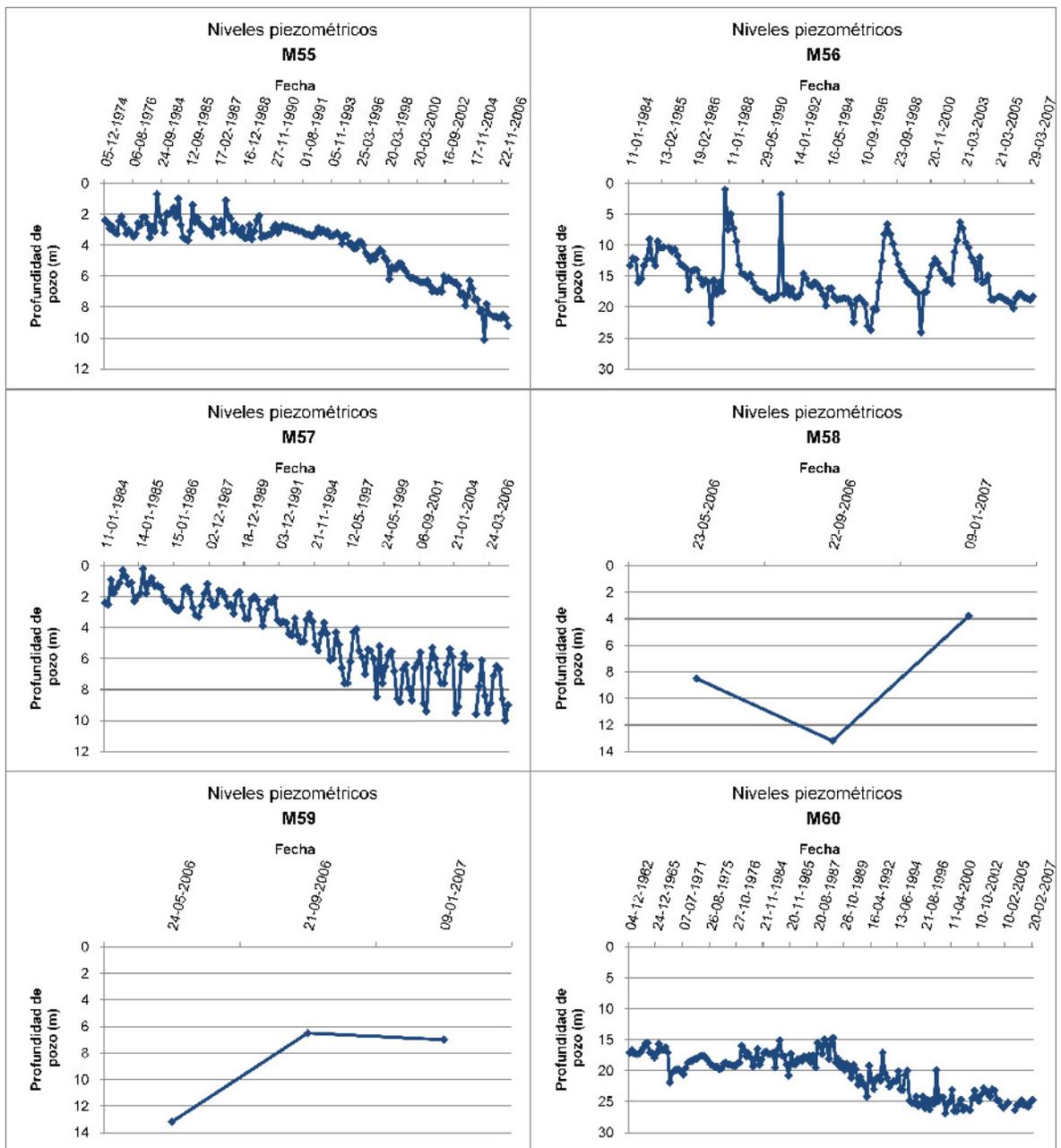


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

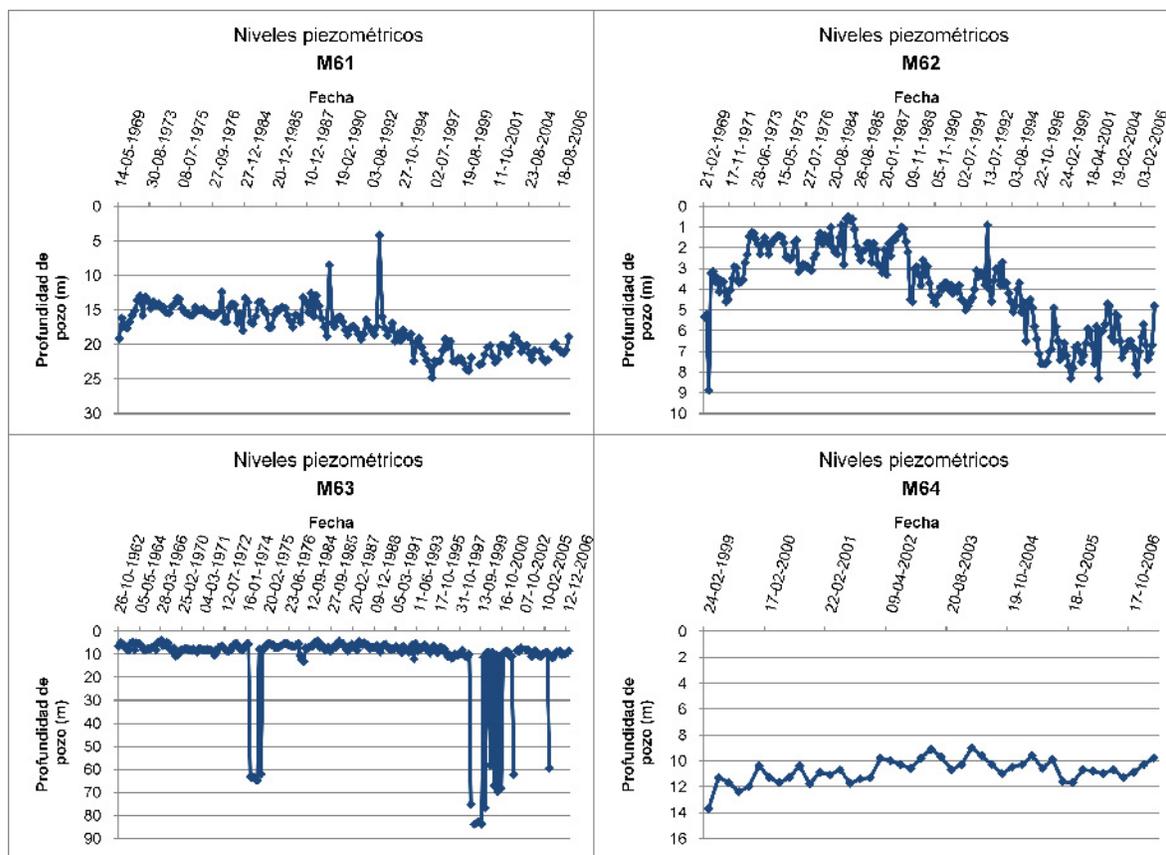


Figura 1.9: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Maipo. (Cont.)

1.2.2.11 Sector acuífero Maitenlahue

No existen estaciones de monitoreo de calidad de aguas subterráneas pertenecientes al Banco Nacional de Aguas.

1.2.2.12 Sector acuífero Estero Las Cadenas

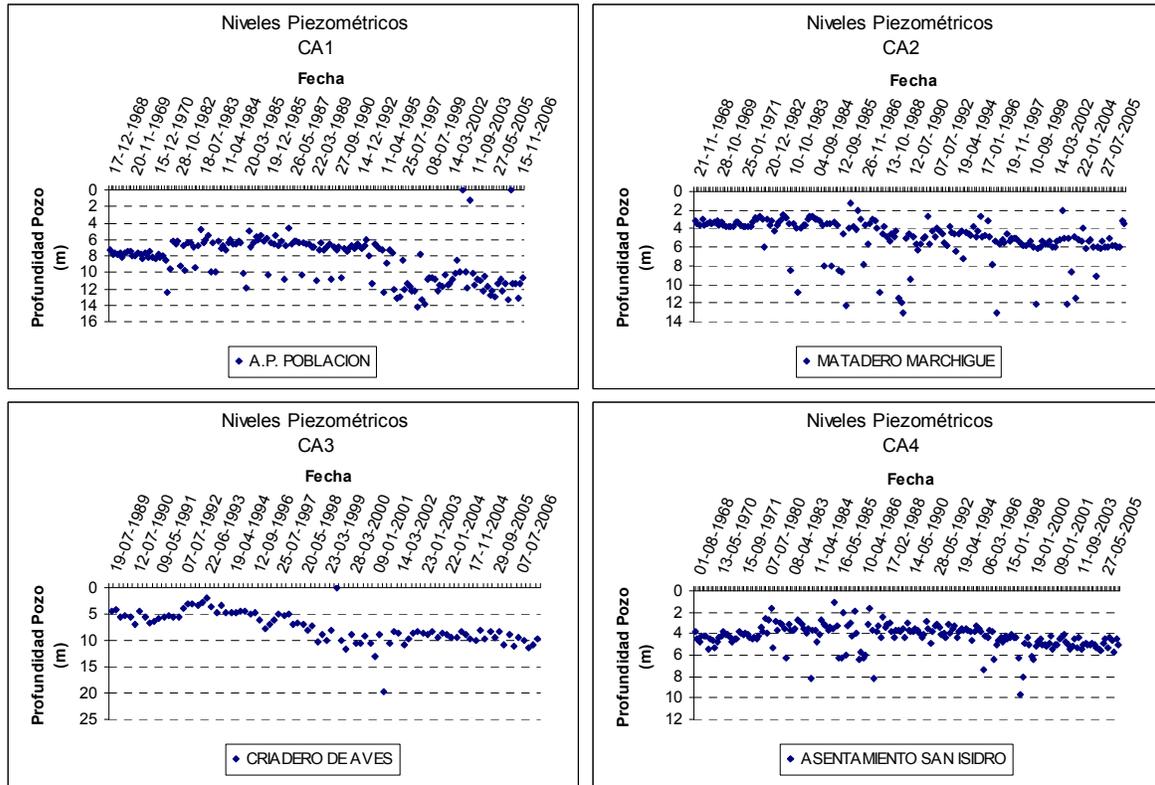


Figura 1.10: Evolución temporal del nivel piezométrico en sector acuífero Las Cadenas.

1.3 Calidad química de aguas subterráneas

1.3.1 Diagramas de Piper según datos químicos de sectores acuífero

1.3.1.1 Sector acuífero Lluta

Tabla 1.23: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Lluta.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA-56)	
		Norte	Este
Pozo Gallinazos	01110013-9	7.964.296	361.596
Pozo JICA B	01110012-0	7.964.929	364.115

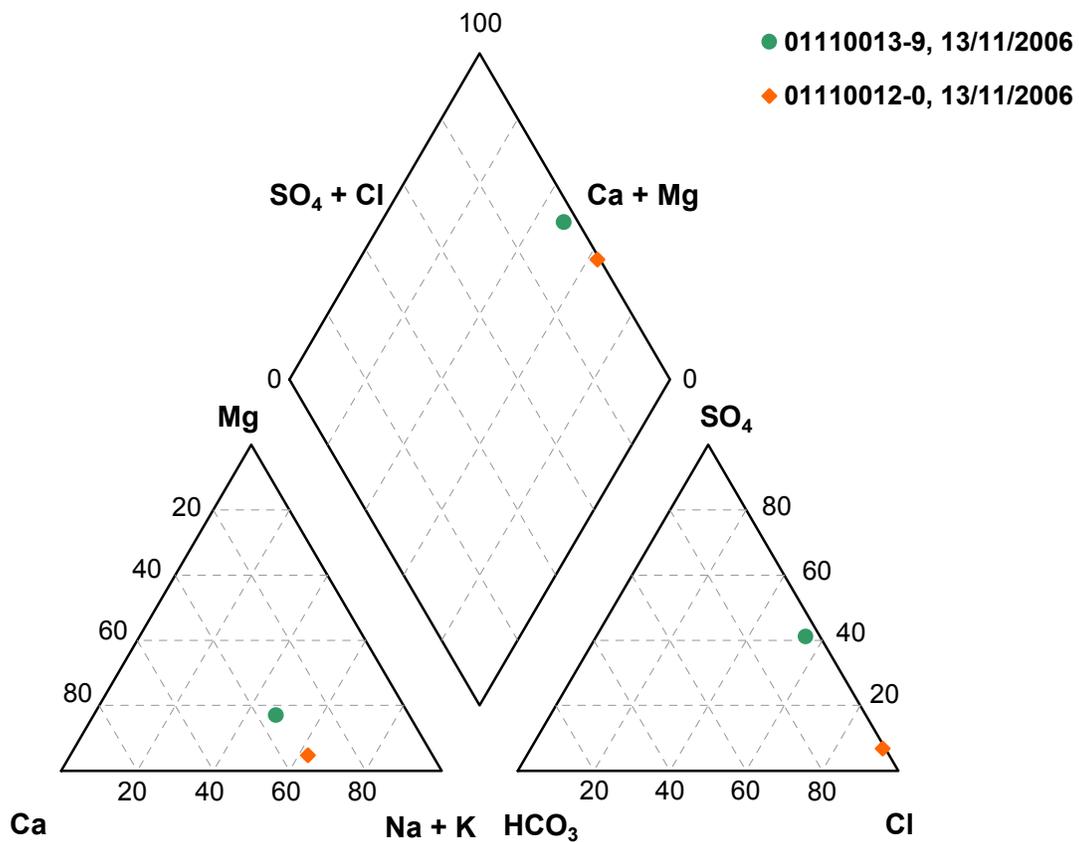


Figura 1.11: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Lluta.

1.3.1.2 Sector acuífero Azapa

Tabla 1.24: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Azapa.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA-56)	
		Norte	Este
Pozo Albarracines	01310075-6	7.953.175	371.502

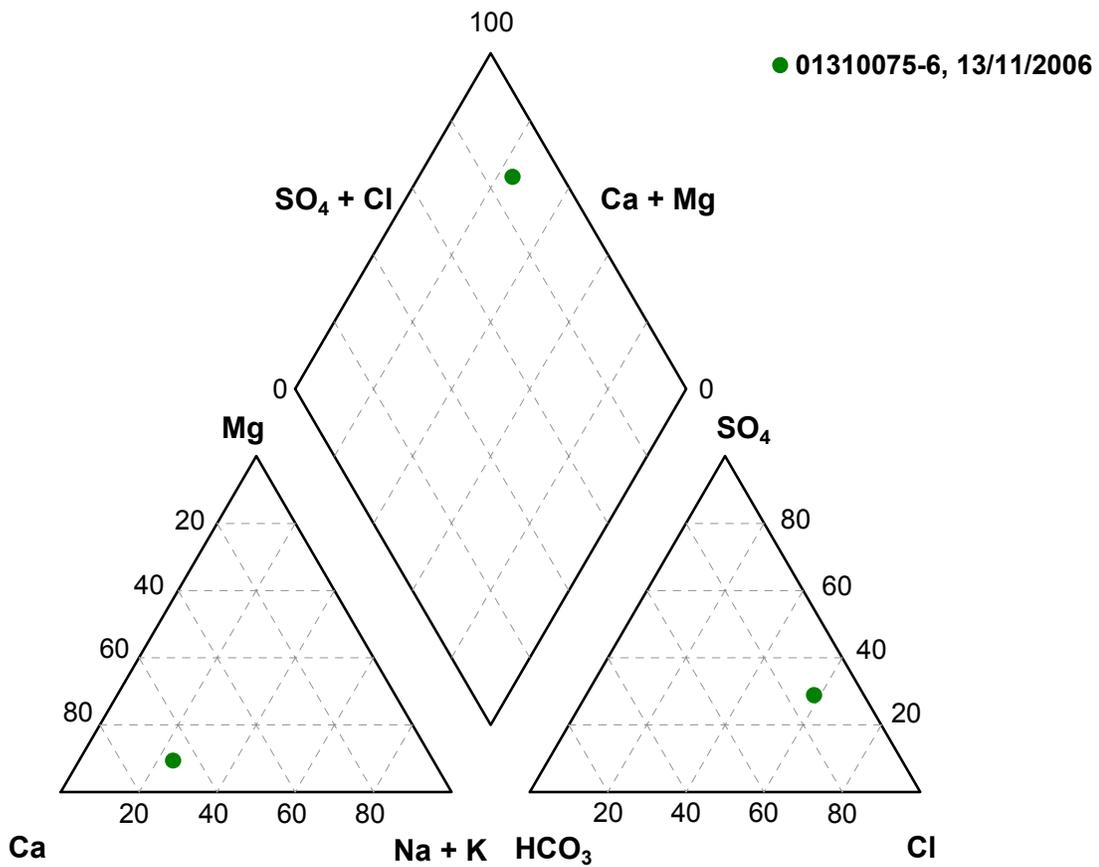


Figura 1.12: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Azapa.

1.3.1.3 Sector acuífero Pampa del Tamarugal

Tabla 1.25: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Pampa del Tamarugal.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA-56)	
		Norte	Este
Pozo JICA D	01700092-6	7.770.453	428.617
Pozo JICA E	01700093-4	7.750.777	428.438
Pozo JICA F	01700094-2	7.708.698	447.560
Pozo JICA G	01700095-0	7.774.621	412.252
P. Laonsana Q. Tarap.	01700091-8	7.802.418	454.632
Pozo Quebrada Aroma	01720005-4	7.807.960	429.192
P. Quebrada Chacarilla	01700096-9	7.717.351	464.839

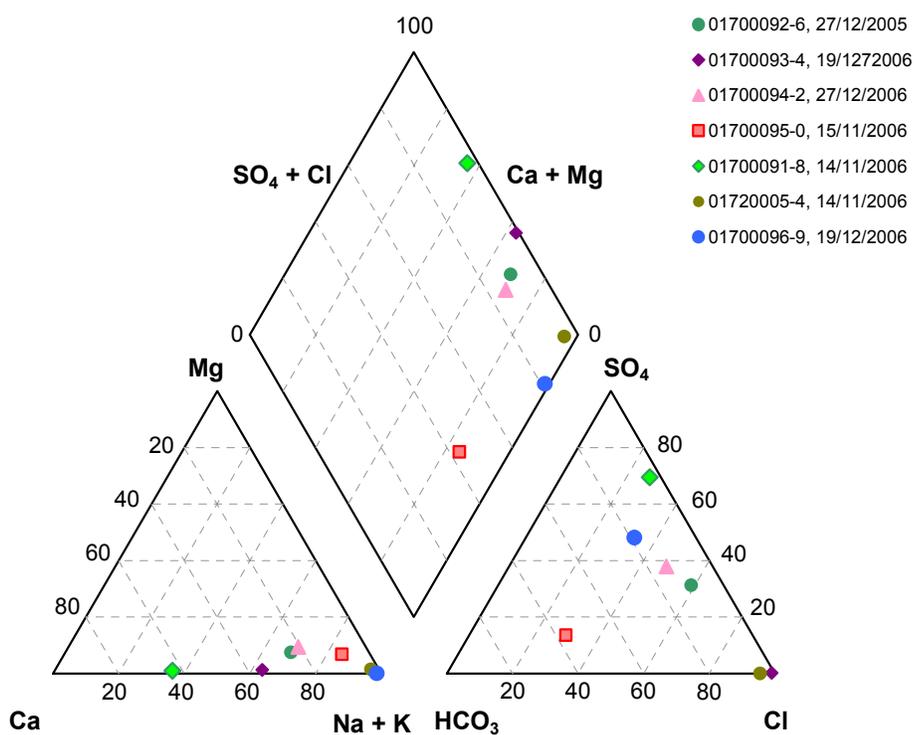


Figura 1.13: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Pampa del Tamarugal.

1.3.1.4 Sector acuífero Salar de Coposa

No existen datos químicos disponibles

1.3.1.5 Sector acuífero El Loa

Tabla 1.26: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero El Loa.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA56)	
		Norte	Este
Pozo Chiu-Chiu	02104012-6	7.529.912	541.418

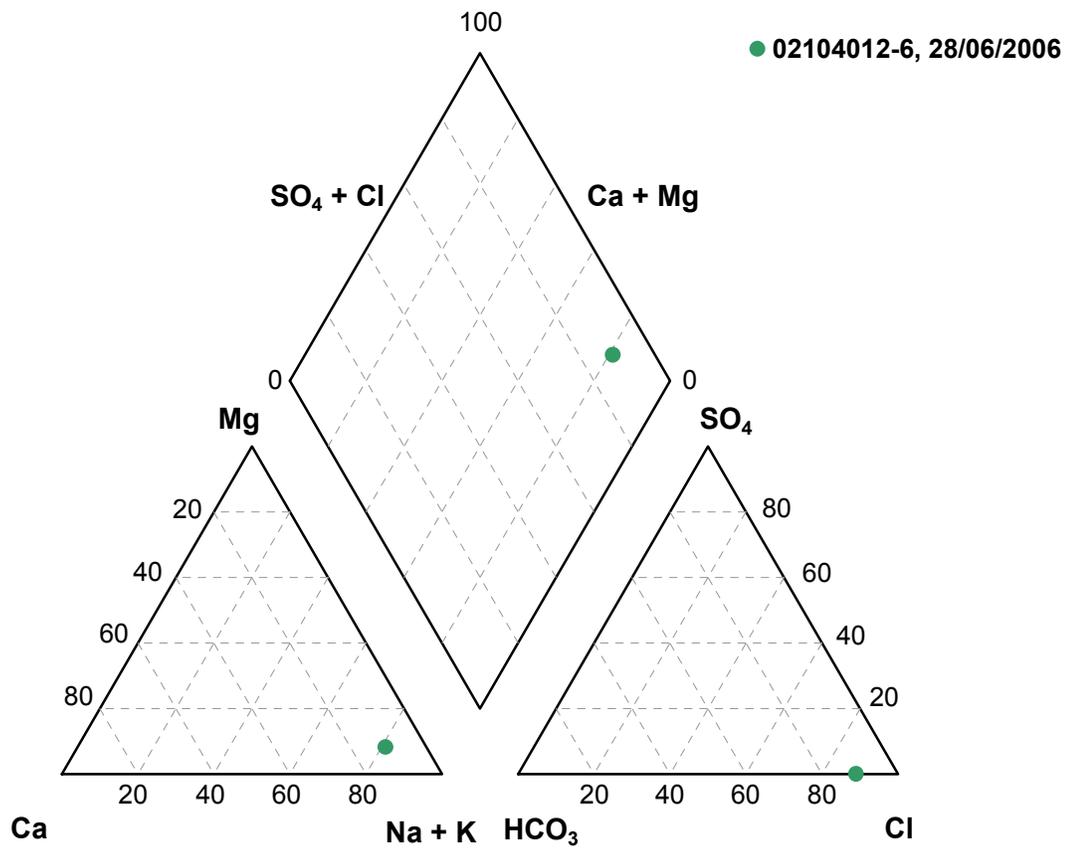


Figura 1.14: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero El Loa.

1.3.1.6 Sector acuífero Los Choros

Tabla 1.27: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Los Choros.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA56)	
		Norte	Este
P. Los Choros N1 C3	04120018-9	6.757.704	276.566
P. Los Choros N4 B2	04120019-7	6.750.351	300.131

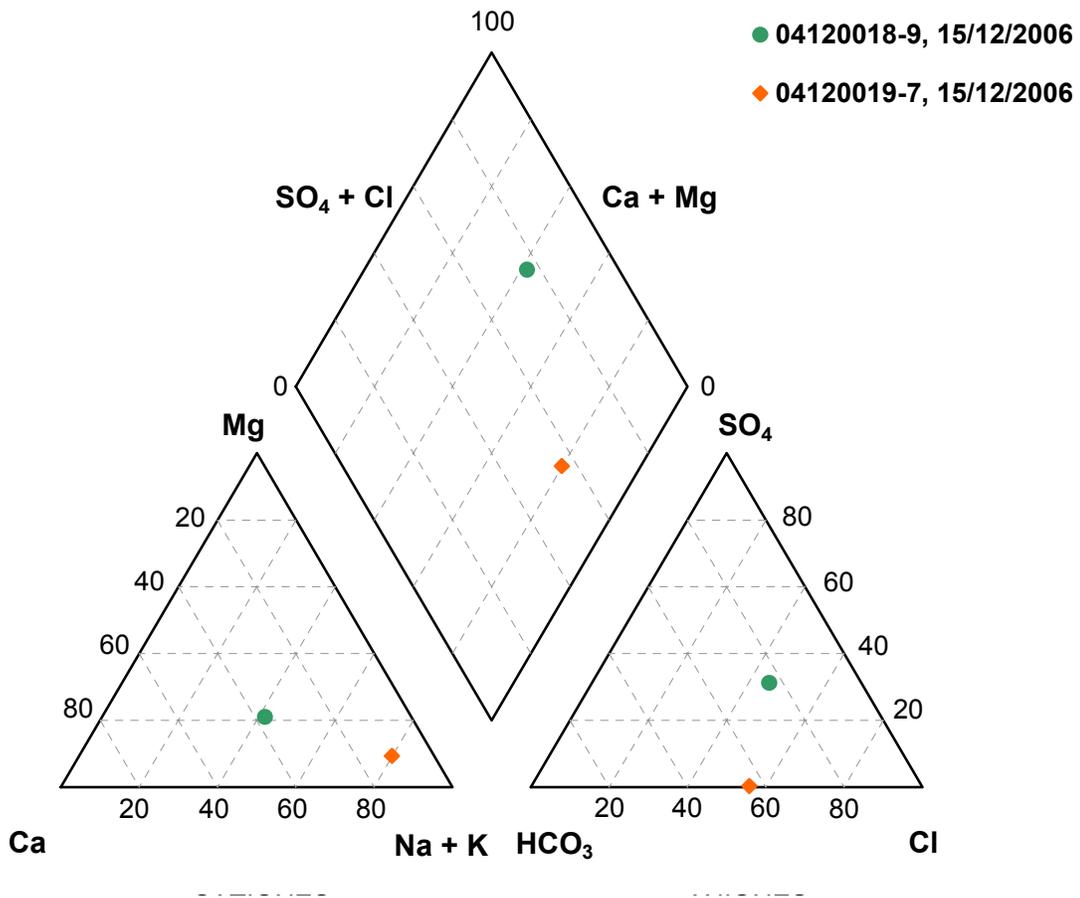


Figura 1.15: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Los Choros.

1.3.1.7 Sector acuífero La Ligua

Tabla 1.28: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero La Ligua.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA56)	
		Norte	Este
P. Asent. Alicague	5200009-2	6.420.195	333.157

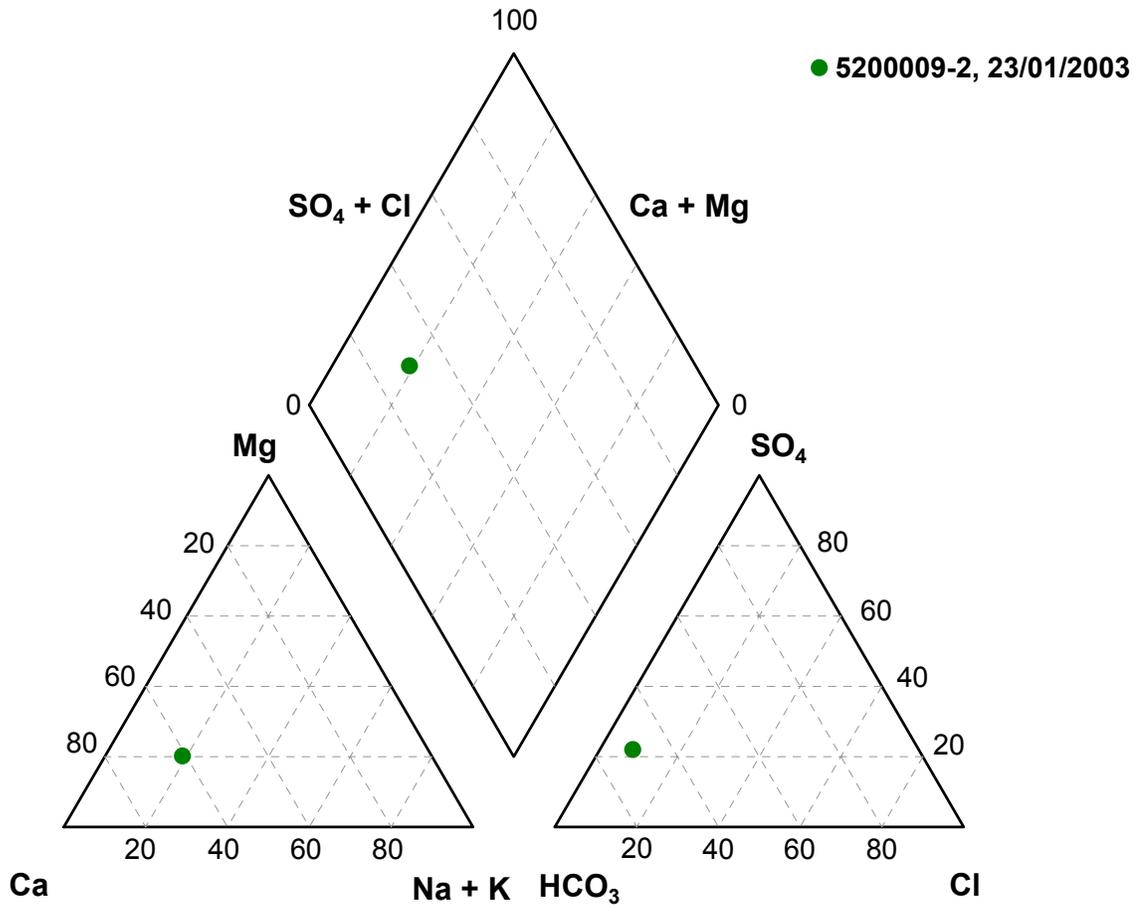


Figura 1.16: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero La Ligua.

1.3.1.8 Sector acuífero Aconcagua

Tabla 1.29: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Aconcagua.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA56)	
		Norte	Este
Pozo CCU en Limache	05427017-8	6.347.952	287.074
Dren Los Caleos	5424013-9	6.385.363	294.245

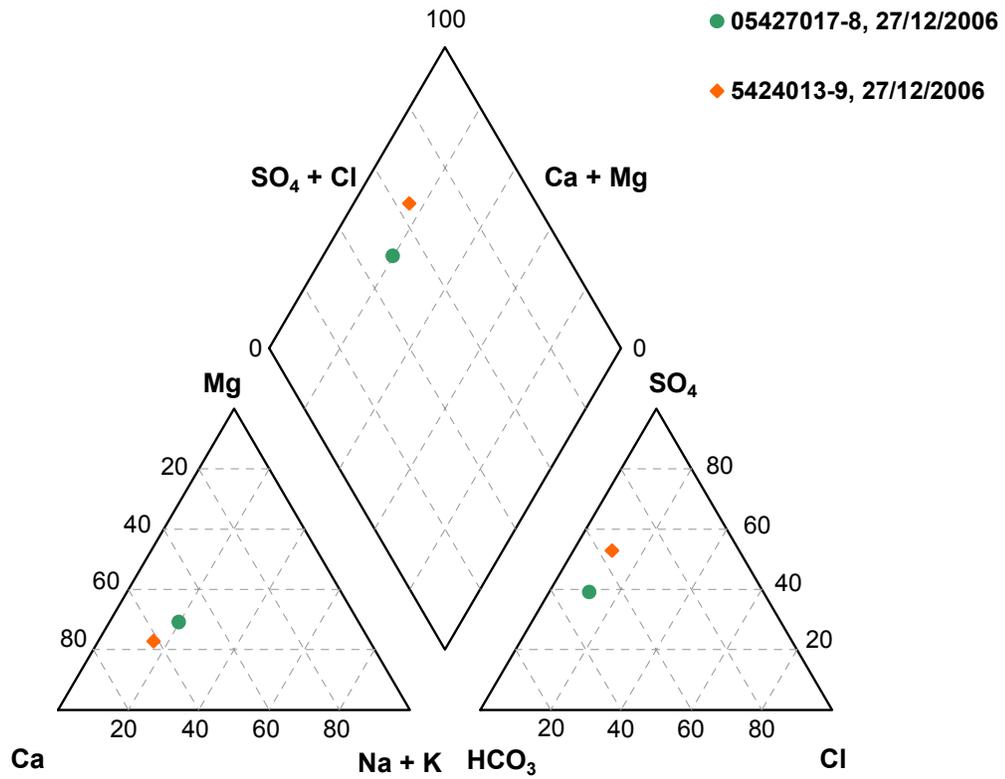


Figura 1.17: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Aconcagua.

1.3.1.9 Sector acuífero Mapocho Alto

Tabla 1.30: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Mapocho Alto.

Estación	Código BNA	Coordenadas UTM (PSDA56)	
		Norte	Este
Pozo Club de Golf	05730040-k	6.302.373	352.344
P. Est. CORFO (L. C.)	05730042-6	6.305.784	358.493

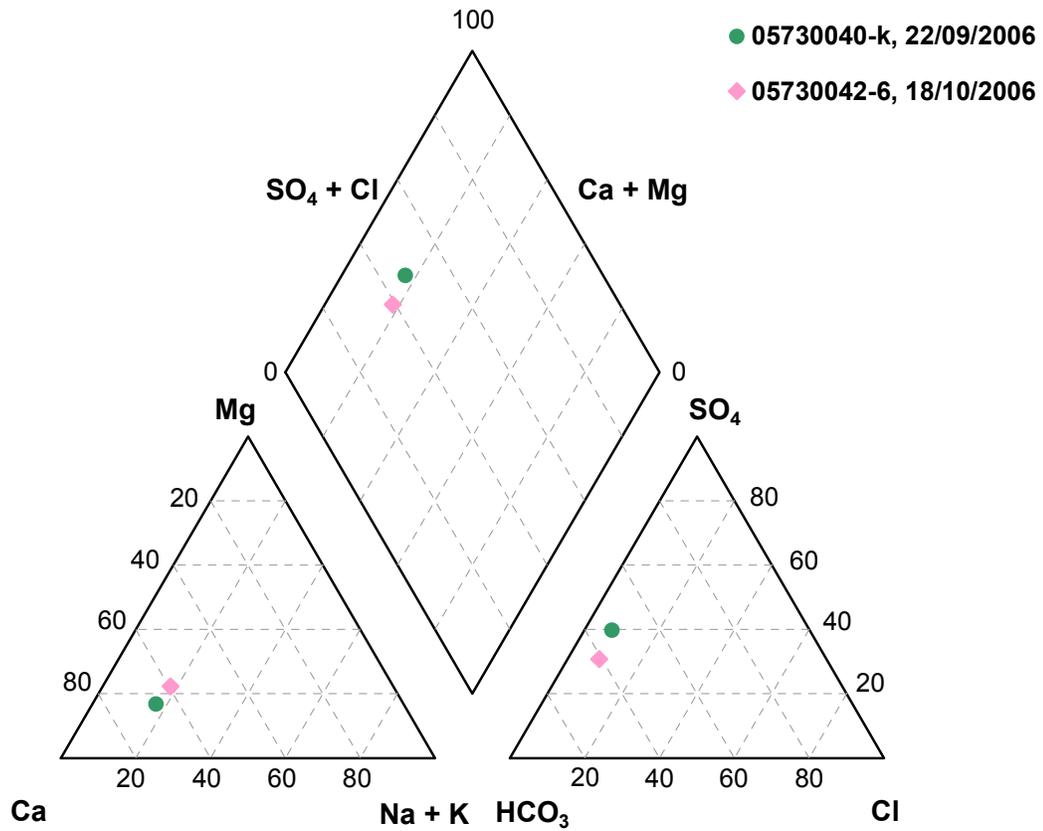
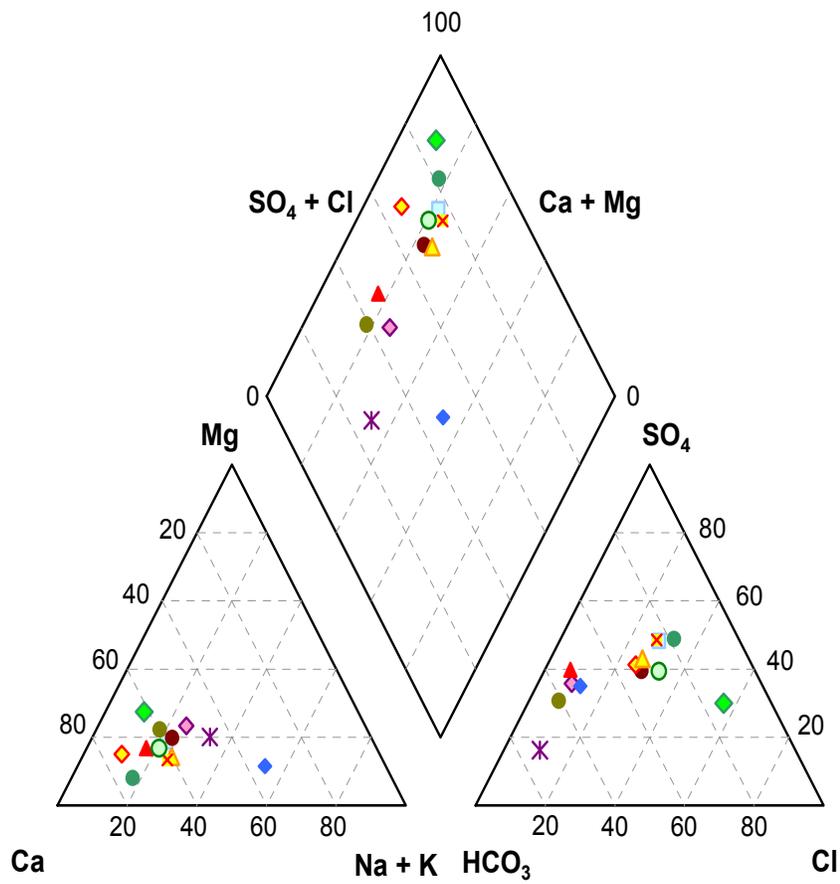


Figura 1.18: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Mapocho Alto.

1.3.1.10 Sector acuífero Maipo

Tabla 1.31: Estaciones de monitoreo calidad química sector acuífero Maipo.

Estación	Código	Coordenada UTM (PSAD56)	
	BNA	Norte	Este
P. Fundo Algarrobal	05736005-4	6.316.417	341.493
P. Asent. C. Lo Vargas	05736006-2	6.316.645	325.779
P. Club de Golf	05730040-k	6.302.373	352.344
P. Agr. Hnos. Poblete	05737017-3	6.284.250	331.088
P. Vert. C. de Renca	05730041-8	6.305.823	341.755
P. Est. CORFO (L.C.)	05730042-6	6.305.784	358.493
P. Cementerio Metr.	05730043-4	6.289.333	342.126
P. Parque O'Higgins	05730044-2	6.296.207	345.851
P. Asent. Malloco	05737018-1	6.281.969	329.188
Pozo INIA	05730045-0	6.284.500	349.251
P. Crucero Peralillo	05736007-0	6.306.062	328.170
P. Chacra El Olivo	05730046-9	6.295.432	335.939
A.P.R. Cas. de C. C.	05730048-5	6.307.448	335.965



- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ● 05736005-4, 22/09/2006 | ◆ 05736006-2, 20/09/2006 | ● 05730043-4, 17/10/2006 | ◆ 05730044-2, 21/09/2006 |
| ▲ 05730040-k, 22/09/2006 | □ 05737017-3, 17/10/2006 | ▲ 05737018-1, 17/10/2006 | × 05730045-0, 24/10/2006 |
| ◆ 05730041-8, 20/09/2006 | ● 05730042-6, 18/10/2006 | × 05736007-0, 21/09/2006 | ○ 05730046-9, 20/10/2006 |
| | | ◆ 05730048-5, 20/09/2006 | |

Figura 1.19: Diagrama de Piper con datos químicos de sector acuífero Maipo.

1.3.1.11 Sector acuífero Maitenlahue

No existen datos químicos disponibles

1.3.1.12 Sector acuífero Estero Las Cadenas

No existen datos químicos disponibles

1.4 Cartografías digitales complementarias

1.4.1 Uso de suelo

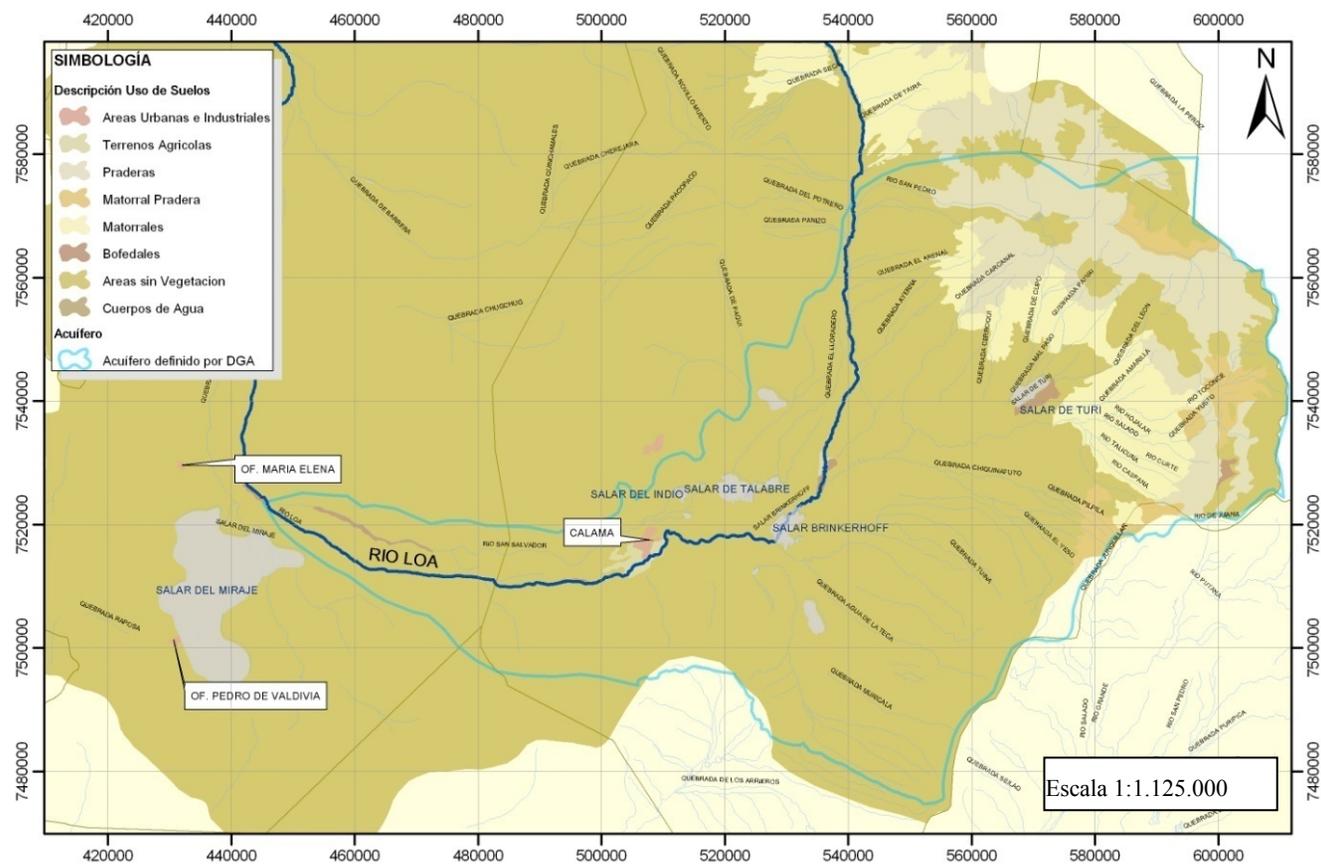


Figura 1.20: Mapa uso de suelos del sector acuífero El Loa.

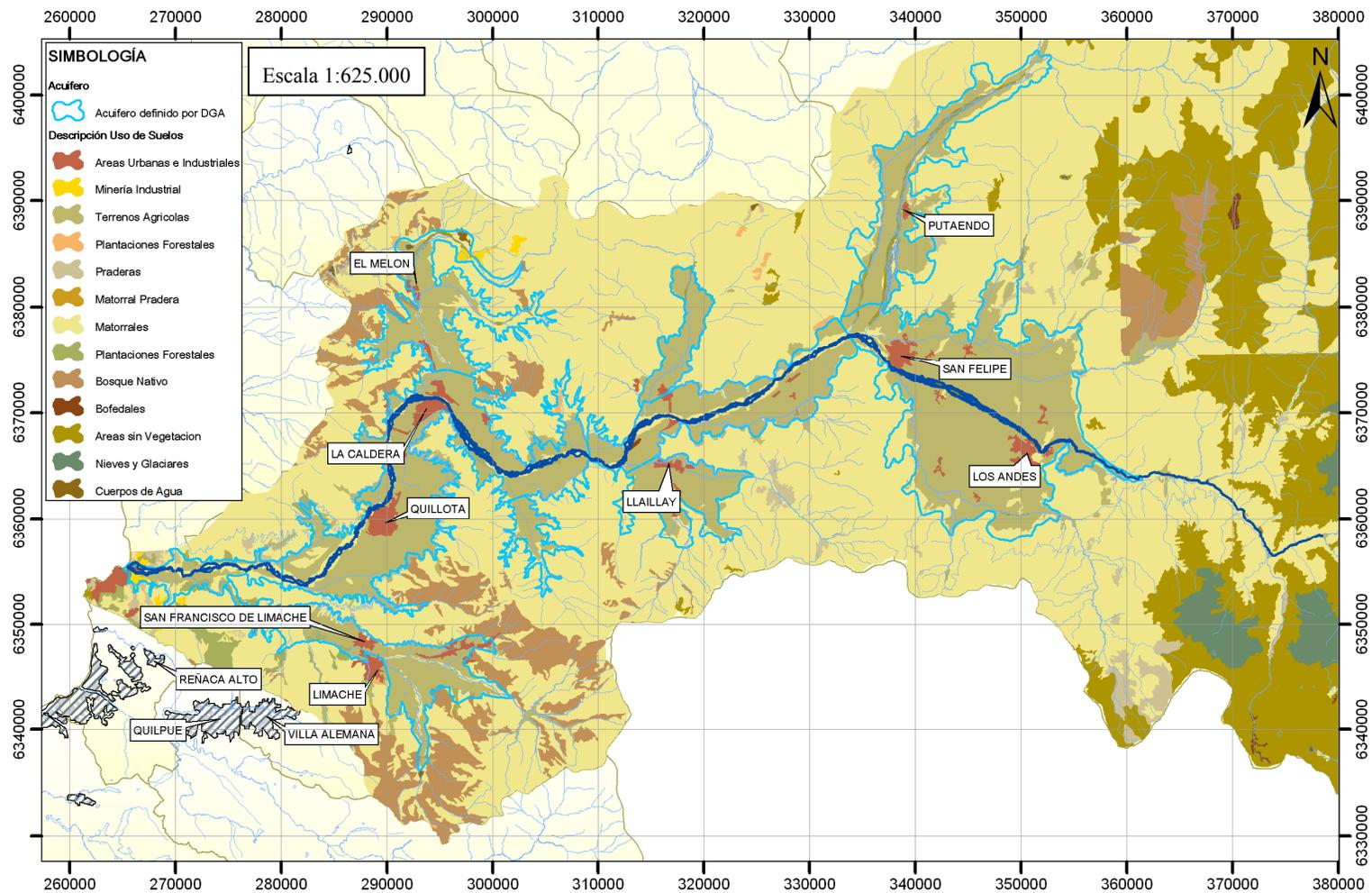


Figura 1.21: Mapa uso de suelos del sector acuífero Aconcagua.

1.4.2 Vulnerabilidad de acuífero

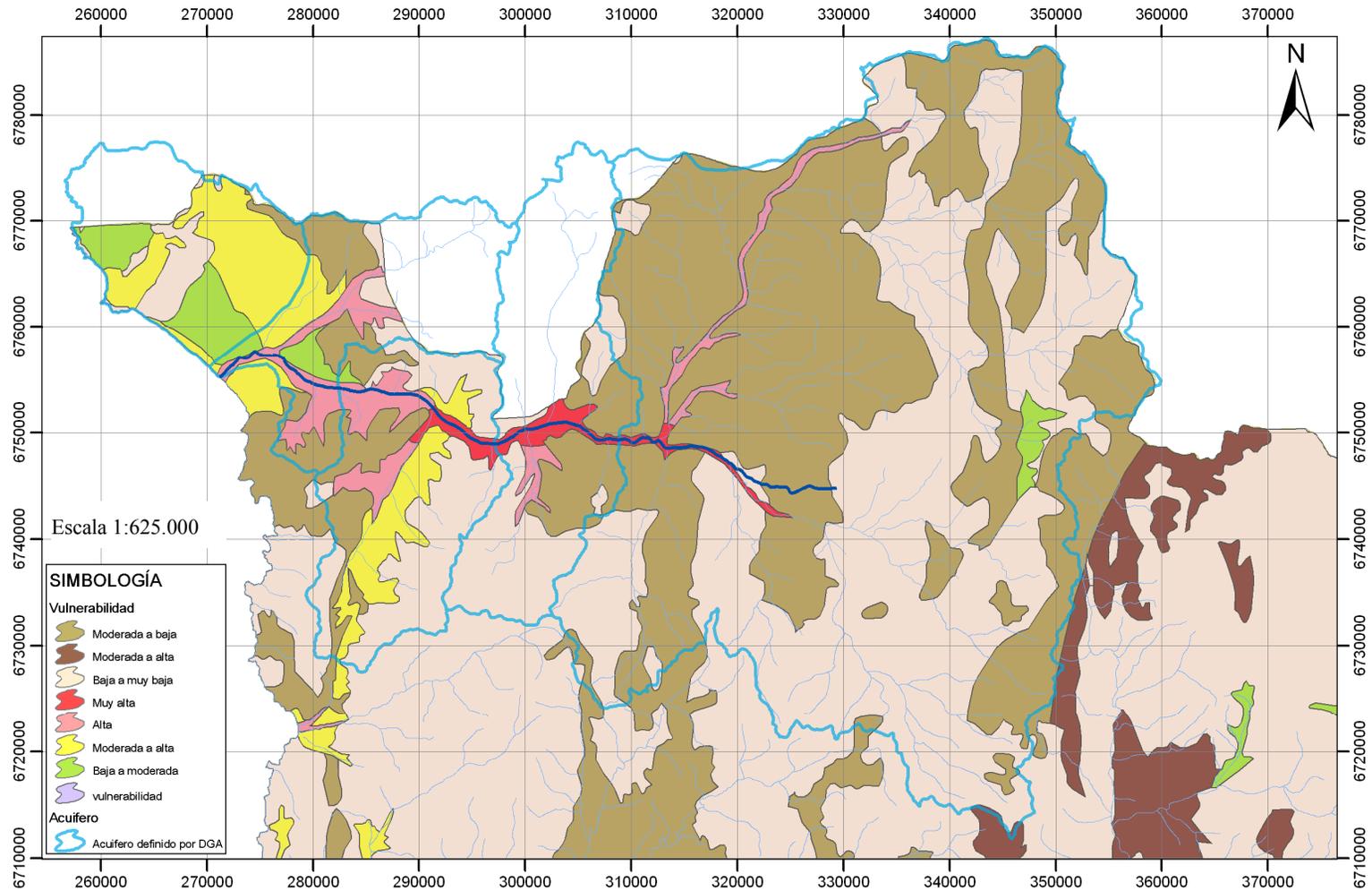


Figura 1.22: Mapa de vulnerabilidad a la contaminación (SERNAGEOMIN) del sector acuífero Los Choros.

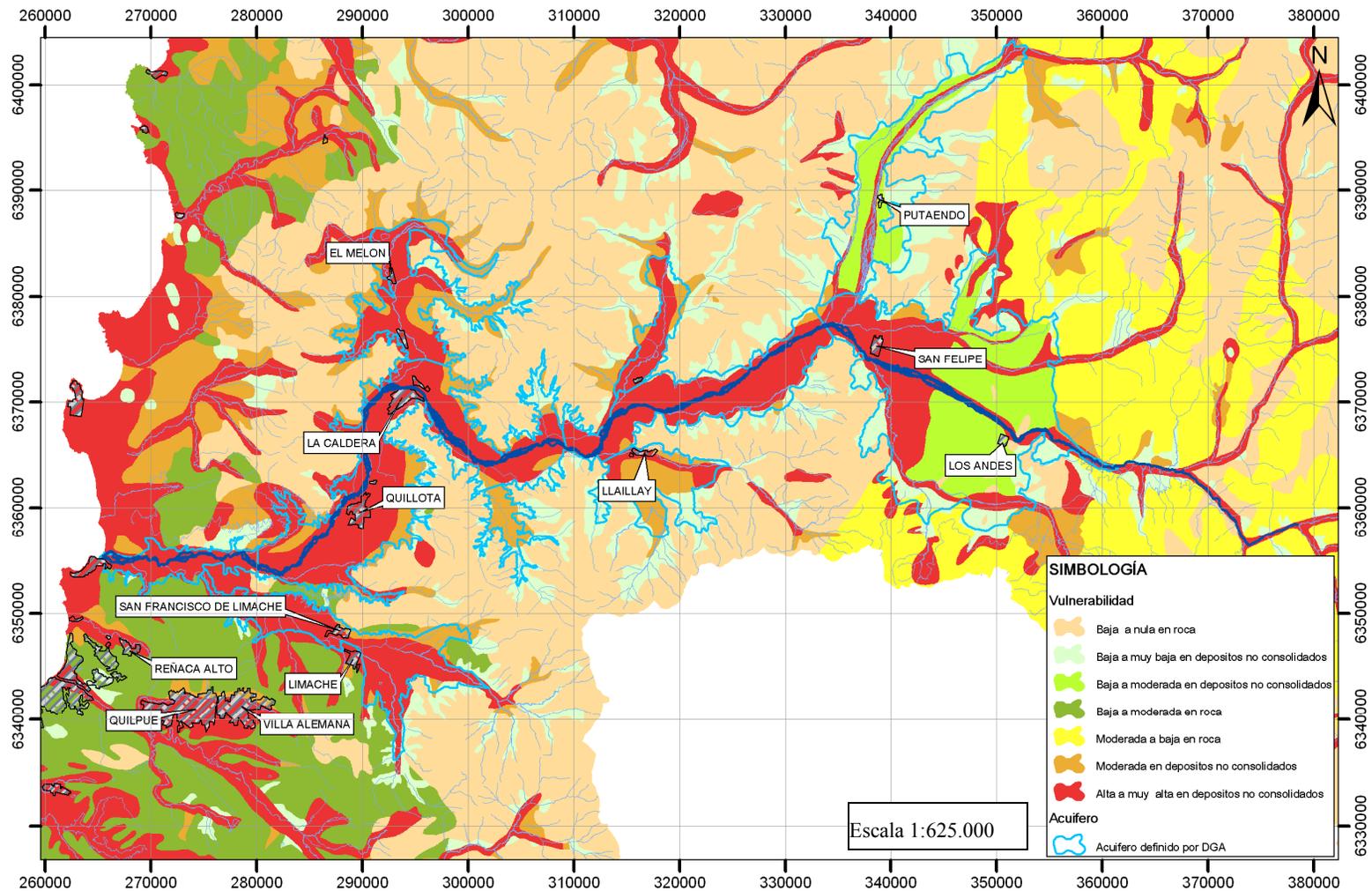


Figura 1.23: Mapa de vulnerabilidad a la contaminación del sector acuífero Aconcagua.

1.5 Fichas bibliográficas de estudios realizados por fuentes distintas a la DGA

1.5.1 Sector acuífero Lluta

SECTOR ACUIFERO	Lluta
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Estudio hidrogeológico y modelo de simulación del valle del río Lluta: Arica, I Región: informe final. Santiago, Chile.
Fecha	Julio 1998
Autor	Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores
Mandante	ESSAT S.A. (filial CORFO)
Fuente	DGA Central (CIRH impreso)
Contexto	Proyecto de ESSAT de nuevas tueras, tuera del valle del río San José y de Arica, a partir de nuevos sondeos para bombeo de agua subterránea en el valle del río Lluta, entre carretera Panamericana y km 26 del camino Arica-La Paz.
Resumen general	Caracterizar la hidrogeología del valle del río Lluta, como base para elaborar modelo de flujo subterráneo que represente la dinámica del escurrimiento subterráneo y sus interrelaciones con los componentes superficiales en
Contenidos relevantes	<p>Pruebas de bombeo múltiples de larga duración en 11 pozos</p> <ul style="list-style-type: none"> Medición de caudal (no constante), tiempo (no coincidentes), nivel freático Ubicación UTM de pozos Gráficos de nivel y caudal vs tiempo Determinación de conductividad, trasmisividad y coeficiente de almacenamiento <p>Geología de la zona de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> Descripción geológica de formaciones (Oxaya, El Diablo, Concordia), depósitos (fluviales, detríticos, Mapa geológico escala 1:100.000 (julio 1998) <p>Geofísica en la zona de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> 6 perfiles transversales con medición electromagnética para determinación de basamento rocoso 3 perfiles de medición geofísica 9 sondeos eléctricos verticales para definir estratos no explorados Plano con ubicación de perfiles, y perfiles longitudinales (base rocosa, base acuífero y nivel napa) <p>Mapas de permeabilidad, coeficiente de almacenamiento y nivel freático (acuífero libre)</p> <p>Fluviometría de la zona de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> Recopilación, relleno y corrección de estadísticas de caudales medio diarios en 7 estaciones. Datos Recopilación, relleno y corrección de estadísticas de caudales medio mensuales en 2 estaciones. Datos Determinación, con cierta probabilidad de excedencia, de caudales medio anual en Lluta y en Chapisca) <p>Modelación de flujo</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelación de flujo superficial mediante sistema de 21 sectores de riego considerando río, canales, evapotranspiración, infiltración, derrames y embalse. Modelación de flujo subterráneo en acuífero en torno a río Lluta usando Modflow (Visual Modflow) Interacción entre modelos superficial y subterráneo de manera secuencial en cada sector de riego definido <p>Estratigrafía de 19 sondeos con profundidades entre 60m y 395m</p>
Falencias	<p>Coordenadas UTM sin sistema de coordenadas mencionado</p> <p>No presenta ubicación exacta de perfiles de geofísica</p> <p>No presenta información de la calidad de agua subterráneas</p>

SECTOR ACUIFERO	Lluta
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo en el acuífero de la parte baja del río Lluta, Arica, I región: informe técnico No. 297. S.D.T. N°114. Santiago, Chile.
Fecha	Octubre 1998
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH impreso)
Contexto	Constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas en acuífero de la parte baja del valle del río Lluta
Resumen general	constituir nuevos derechos, en particular para los derechos solicitados por ESSAT. Se asignan 401L/s de los 460L7s efectivos, considerando aporte de 10% desde el río y devolución del 20% en caso que caudal mensual baje de cierto valor indicado.
Contenidos relevantes	<p>Delimitación del acuífero libre susceptible de nuevos derechos</p> <p>Descripción general del acuífero de la parte baja del valle del río Lluta y de la desembocadura</p> <p>Longitud, ancho espesor, permeabilidad, transmisividad, volumen almacenado</p> <p>Estimación de recarga</p> <p>Caudal disponible de 460L/s efectivos aguas abajo en Chapisca</p> <p>Detalle de solicitud de ESSAT</p> <p>Tres solicitudes (42, 210, 254) por 506L/s en 11 pozos</p> <p>simulación hidrogeológica)</p> <p>Caudal susceptible de 366L/s (37, 119, 210)</p> <p>Aporte desde río (según modelo) 10%</p> <p>Devolución al río en caso de bajo caudal mensual del 20%</p> <p>Caudal efectivo asignada 401L/s</p> <p>Caudal efectivo restante 59L/s</p>
Falencias	<p>Coordenadas UTM sin sistema claro</p> <p>No hay referencia a calidad del agua</p>

SECTOR ACUIFERO	Lluta
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad Cuenca del Río Lluta, DGA - Cade-Idepe consultores.
Fecha	Diciembre 2004
Autor	Cade-Idepe
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, impreso-digital)
Contexto	sin contexto
Resumen general	La cuenca del río Lluta es descrita y caracterizada a partir de información existente. Además se recopila, analiza y concluye respecto de la calidad de las aguas del río Lluta y de sus tributarios.
Contenidos relevantes	<p>Recopilación y caracterización de la cuenca</p> <ul style="list-style-type: none"> Antecedentes de Clima, precipitaciones, escorrentía superficial y evapotranspiración Antecedentes de geología (rocas), hidrogeología (formaciones y depósitos), geomorfología, suelos (textura, permeabilidad, escorrentía, riesgo de erosión) Antecedentes de flora (terrestre y acuática) y de fauna (acuática) Antecedentes de asentamientos humanos y actividad económica Antecedentes del uso de suelo (agrícola, urbano, SNASPE) <p>Base de Datos</p> <ul style="list-style-type: none"> Registros fluviométricos de 5 estaciones (1950 a 2001), cuyos datos están en Anexo 3.1, permiten Registros del Uso de suelo (in-situ y extractivos) según tramo de cauce Registro de descargas (domicilio, industrial) e identificación de fuentes potencialmente contaminantes Registro de análisis de calidad de agua del río existentes (4 fuentes, con datos 19821 a 2002) en Anexo 3.2 <p>Análisis y Procesamiento de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> Caracterización hidrológica en base a curvas de variación estacional en cada estación fluviométrica (caudales medios mensuales con cierta probabilidad de excedencia y periodos de estiaje) Identificación de parámetros con datos, realización de nuevo programa de monitoreo complementario Análisis de tendencia central de los parámetros (no estacional) y por periodos estacionales Tabla con factores incidentes en la calidad del agua <p>Calidad actual y natural de cursos superficiales</p> <ul style="list-style-type: none"> Perfiles longitudinales de calidad según estación Parámetros químicos mencionados: Cond. Eléctrica, Oxígeno Disuelto., pH, manganeso, aluminio, Ras, cloruro, plomo, zinc, arsénico, sulfato, hierro, cobre, boro, color, DBO5, sólidos suspendidos, sólidos totales, nitrito, nitrato, cianuro, fluoruro, azufre, cromo, molibdeno, estaño, coliformes fecales, coliformes totales Calidad de agua es de regular a mala con incidencia principalmente de origen natural, reflejado en los siguientes parámetros: boro, arsénico, oxígeno disuelto, pH, cobre, aluminio, hierro, cromo, manganeso, cond. eléctrica, sulfato, zinc, cloruro, plomo, fluoruro, estaño, sólidos suspendidos sólidos totales. También
Falencias	<p>No se dispone de Anexo 3.1 (datos fluviométricos)</p> <p>No se dispone de Anexo 3.2 (registros de calidad del agua)</p>

SECTOR ACUIFERO	Lluta
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Compilación y evaluación de los antecedentes del valle del río Lluta. Santiago, Chile.
Fecha	Julio 1980
Autor	Inderco Ltda. Ingeniería de Riego Consultores
Mandante	Departamento de Estudios y Racionalización (Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	Estudio del desarrollo del Valle de Lluta desde perspectiva integral
Resumen general	Compila numerosos antecedentes (nacionales e internacionales) del Valle de Lluta, intentando evaluar y generar
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> Hacer referencia a estudios nacionales e internacionales disponibles Enfoque integral al problema de desarrollo del Valle de Lluta <p>Factores geográficos</p> <ul style="list-style-type: none"> Ubicación (principalmente altiplano), límites y vías de comunicación (más cercanas a Perú y Bolivia) Superficie total y de la zona de estudio Fisiografía (3 unidades principales: Cord. Costa, Pampa, Cord. de los Andes) Geología: Identificación y descripción de geología, estratigrafía y litología Descripción de 4 climas regionales, en base a precipitaciones (registro de 10 años en las nacientes), temperatura, humedad relativa, radiación solar, vientos (1960 a 1971, parámetros obtenidos de estación en Ecología del lugar describiendo vegetación y animales. Se definen regiones ecológicas en base a Antecedentes de hidrografía Antecedentes de hidrología en base a 5 estaciones fluviométricas en río Lluta Antecedentes de la agricultura, en que destacan cultivos maíz, alfalfa y tomate. Se indica registro temporal Antecedentes demográficos <p>Suelos</p> <ul style="list-style-type: none"> descripción de suelos en zonas áridas, en que predominan suelos salinos Estudios actuales se enfocan a morfología y no a la físico-química Descripción (espesor, textura, color, ubicación, extensión) de series de suelos (7 unidades taxomónicas y 6 Análisis química del suelo. Parámetros mencionados: profundidad, pH, Materia Orgánica, CIC (capacidad de intercambio catiónico), Ca, Mg, Na, K, H, B, HCO₃, Cl, SO₄, %saturación <p>Aguas</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis de calidad del agua para riego (ríos, afluentes, relaves, dren, agua freática) antes y después de desvío río Azufre. Parámetros mencionados: C.Elec., pH, Sol Disueltos, Sol. Totales, B, M₂O₃ (sesquióxidos), Ca, Mg, Na, K, HCO₃, SO₄, Cl, %Na (sodio intercambiable), Coef. Alcalí, SAR, As. Existen Disponibilidad de recursos hídricos en base recarga desde escurrimientos (gastos medios mensuales 50% y 85%) y necesidades de los cultivos. Uso más crítico en meses de Abril, Mayo y Junio Existentes propuestas para mejorar disponibilidad (embalse en río Lluta y desvío de río Caquena al Lluta) <p>Drenaje</p> <ul style="list-style-type: none"> Describe construcción de red de drenaje artificial en el valle del Lluta (zanjas con tubos, extensión de <p>Salinidad y Mejoramiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Acumulación de sales en el suelo generan problemas en el riego Clasificación de suelos según salinidad Descripción de técnicas de riego y de lavado de cultivo para reducir o eliminar efectos nocivos (baja de <p>Cultivos</p> <ul style="list-style-type: none"> Cultivos que destacan: maíz, alfalfa, tomate Mención de experiencia en uso de fertilizantes NPK y desinfección Estudio de insectos y aves que afectan a los cultivos <p>Hombre en tierras áridas</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos poblacionales por comuna y año <p>Misceláneos</p> <ul style="list-style-type: none"> Descripción de temas que podrían incidir en mejorar condiciones en la zona de estudio Temas: i) desalinización del agua por congelación natural, ii) destilación solar, iii) crianza de conejos, iv) apicultura en el valle, v) contaminación fecal en el río Lluta <p>Aspectos económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis de gastos y de ganancia implicarían pérdidas en el proyecto de consolidar desarrollo de zona de
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Lluta
REGIÓN	XV region de Arica y Tarapacá
<i>Titulo</i>	Hidrografia de las zonas desérticas de Chile, para proyecto CHI-35: "Investigaciones de los Recursos hidráulicos en el Norte Grande". Santiago, Chile
<i>Fecha</i>	1972
<i>Autor</i>	Wulf Klohn (ed. por Jean Burz)
<i>Mandante</i>	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
<i>Fuente</i>	DGA Central (CIRH)
<i>Contexto</i>	
<i>Resumen general</i>	
<i>Contenidos relevantes</i>	No disponible
<i>Falencias</i>	

SECTOR ACUIFERO	Lluta
REGIÓN	XV region de Arica y Tarapacá
<i>Titulo</i>	Estudio de factibilidad de embalses para los valles de Lluta y Azapa I Región: informe final: resumen
<i>Fecha</i>	2004
<i>Autor</i>	Ingendesa
<i>Mandante</i>	Dirección de Obras Hidráulicas (Ministerio de Obras Públicas)
<i>Fuente</i>	DGA Central (CIRH)
<i>Contexto</i>	
<i>Resumen general</i>	
<i>Contenidos relevantes</i>	No disponible
<i>Falencias</i>	

1.5.2 Sector acuífero Azapa

SECTOR ACUIFERO	Azapa (Zona Prohibición)
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Determinación de la disponibilidad de recursos hídricos para constituir nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en el sector del Valle de Azapa: minuta técnica. Ministerio de
Fecha	Marzo 1996
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en sector del valle de Azapa
Resumen general	Determina, en base a investigaciones anteriores, que el caudal de explotación efectiva disponible es 700L/s, lo cual la asignación de nuevos derechos de aprovechamiento de agua subterránea.
Contenidos relevantes	<p>Investigaciones anteriores</p> <p>Estudio de modelación (Ayala, Cabrera y Asociados, marzo 1989) establece, respecto al acuífero, que: 800L/s son recarga, 1100L/s son explotación, por lo que 300L/s es el déficit con probabilidad de excedencia (SST sobre norma). Además establece que 1100L/s son recarga, 1447L/s son explotación, 149L/s son descarga al mar, por lo que el déficit es 495L/s, lo que implicaría disponibilidad del recurso sólo por 20 años.</p> <p>Estudio de CORFO 1995 reconoce la sobreexplotación del acuífero debido a aumento sistemático de caudal de explotación. Establece caudal sustentable de 567L/s (menor a lo explotado anualmente), en Define caudal efectivo de explotación sustentable en el largo plazo $Q=700L/s$</p> <p>Actuales derechos</p> <p>Derechos actualmente asignado implican 543L/s efectivos (según uso del agua)</p> <p>Se otorga derechos por 202L/s a regularizaciones de solicitudes pendientes</p> <p>No existen más recursos que asignar para solicitudes posteriores a 05/02/1992, aunque hay algunas en</p> <p>Anexos</p> <p>Existe tabla con derechos de agua concedidos</p> <p>Existe tabla con derechos de agua pendientes</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Azapa (Zona Prohibición)
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Declaración de zona de prohibición para nuevas explotaciones de agua subterránea en el acuífero del Valle de Azapa: minuta técnica. S.D.T. N° 113. Santiago, Chile.
Fecha	Marzo 1996
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en sector del valle de Azapa
Resumen general	Declara zona de prohibición al acuífero del valle de Azapa, aclarando razones y polígono de prohibición
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes</p> <p>Estudio de modelación (Ayala, Cabrera y Asociados, marzo 1989) establece, respecto al acuífero, que: 800L/s son recarga, 1100L/s son explotación, por lo que 300L/s es el déficit con probabilidad de excedencia</p> <p>Estudio de JICA 1995 identifica el descenso sistemático del nivel de acuífero y de la calidad (SST sobre norma). Además establece que 1100L/s son recarga, 1447L/s son explotación, 149L/s son descarga al mar, por lo que el déficit es 495L/s, lo que implicaría disponibilidad del recurso sólo por 20 años.</p> <p>Estudio de CORFO 1995 reconoce la sobreexplotación del acuífero debido a aumento sistemático de caudal de explotación. Establece caudal sustentable de 567L/s (menor a lo explotado anualmente), en</p> <p>Descripción de limitaciones establecidas en Código de Aguas respecto a asignación de derechos de agua</p> <p>Reducción temporal</p> <p>Área de restricción</p> <p>Zona de prohibición</p> <p>Declara Zona de prohibición "por ocurrencia de perjuicios a derechos constituidos en zona de recuperación de caudal"</p> <p>Delimitación del acuífero de recarga y zona de prohibición</p> <p>Acuífero entorno a río San José</p> <p>Zona de prohibición según criterio "franja entre el acuífero y los límites de la zona de recarga en la que se asegura que los efectos de una explotación en un punto inmediatamente fuera del límite trazado no se</p> <p>Coordenadas UTM (datum Provisorio Sudamericano La Canoa 1956 en Huso 19) de vértices de polígono</p> <p>Anexos</p> <p>Escrituras legales de los derechos de agua constituidos</p> <p>Declaración oficial de la zona de prohibición y publicación en Diario Oficial</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Azapa (Zona Prohibición)
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	El agua subterránea en el valle de Azapa: informe preliminar. Santiago, Chile.
Fecha	1960
Autor	Pablo Kleiman, Juan Torres
Mandante	Dirección de Riego (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	
Resumen general	información existente y a generada. Además propone orientaciones para resolver las solicitudes de derechos de agua y formula plan para futuras investigaciones.
Contenidos relevantes	<p>Hidrografía río San José nace en ríos Tignamar y río Seco a 4.000-4.500msnm, posee bajo caudal (100L/s) que comportamiento diferente a río Lluta (sin nieve)</p> <p>Pluviometría Aumenta hacia la cordillera desde 0 a 275mmm (4.000msnm)</p> <p>Geología 3 formaciones según la edad geológica (porfírica, liparítica, relleno aluvial) y estimación de su capacidad</p> <p>Sondajes Existen 16 pozos con estratigrafía (5 en Las Riveras, 5 en Juan Noé, 6 en Cabuza) cotas, profundidad (23 a 55m), pero sin ubicación exacta Además existen numerosos pozos, sondajes, lumbreras y vertientes Perfiles longitudinales de nivel de terreno y del acuífero</p> <p>Origen de agua subterránea Agua proviene de infiltración desde cauce de río San José y por crecidas (en el lecho seco y en captaciones) Nivel del orden de 39m de profundidad Descarga del acuífero hacia el mar, vegetación, aparte de la explotación humana Precipitaciones en estación Parinacota a 4.000msnm (años 1933 a 1959) tiene poca relación con régimen del río San José, debido a principalmente a orografía</p> <p>Calidad del agua subterránea 13 muestras (3 en agua superficial) de Feb 1960 que muestran SST 240 a 274ppm y sugiere mismo origen Parámetros mencionados: sodio, bicarbonato, cloruro, sulfato, calcio, conductividad, pH, dureza</p> <p>Bombeo de aguas subterráneas Pruebas de bombeo (tiempo, depresión, caudal) con pozos de observación (pozo 32, 120hrs, 20 a 56L/s; pozo 1-B, 30L/s) que permitieron estimar transmisividad y radio de influencia, pero con baja confiabilidad</p> <p>Balance hídrico Explotación de 400L/s, Riego de 700Hás con tasa 15.000m³/(Hás-año), Escurrimiento subterráneo 230 a Evidencia de sobreexplotación y capacidad de almacenamiento agotada, por lo que no debieran asignarse</p> <p>Derechos de agua Existe gran desorden en los derechos de agua Orientación para enfrentar solicitudes antes y después de 1951</p> <p>Desarrollos futuros Directrices para continuar investigación en la cuenca y para desarrollar obras para favorecer recarga del</p>
Falencias	<p>Coordenadas de pozos con estratigrafía no tiene ubicación exacta No incluye posibles efectos por proyecto de trasvases desde río Lauca en 1962</p>

SECTOR ACUIFERO	Azapa (Zona Prohibición)
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Modelo de simulación de las aguas subterráneas del valle de Azapa. Santiago, Chile.
Fecha	Enero 1989
Autor	Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores - asesoría de IPLA
Mandante	Departamento de Hidrología (Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Modelación de sistemas críticos de aguas subterráneas de la DGA (MOP)
Resumen general	Desarrolla un modelo numérico (simulación, calibración, validación, sensibilidad) de sistema de aguas superficiales y subterráneas del valle de Azapa, a partir de completo análisis de información existe de: infraestructura, recursos
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Escurremientos no permanentes de agua Demanda creciente Problema de intrusión salina Trasvase de aguas desde río Lauca a río San José. <p>Infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> Red canal Azapa Pérdidas en canal Azapa Catastro de vertientes Catastro de pozos (cota, profundidad, caudal y nivel) <p>Consumo (demanda)</p> <ul style="list-style-type: none"> Estimaciones según uso Industrial, Agua Potable y Pérdidas en la red de distribución (catastros) Estimación según uso de riego considerando tipo suelos (individuales, mezcla, sin uso), patrones de cultivo (fotointerpretación) y evaporación (cultivos, técnicas de riego, evaporación potencial, tasas de riego, <p>Recursos Hídricos (oferta)</p> <ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad agua superficial en base a fluviometría (en río San José) e hidrología Disponibilidad agua subterránea en base a hidrogeología, geología, geomorfología, clima, niveles y Información disponible disponibilidad de agua: estaciones fluviométricas (5 estaciones, registro 1961 a 1988, registro completados), formaciones acuíferas, perfiles estratigráficos (+30 pozos, hasta 390m), pruebas de bombeo (50 pozos), constantes elásticas (transmisividad), limnigramas (38 pozos, niveles de 0 a 30m, registro 1962 a 1986), estaciones pluviométricas (5 estaciones, registro 1965 a 1987, registro Calidad de aguas superficiales (Anexo E.5.1) y subterráneas (Anexo E.5.3) Parámetros mencionados agua subterránea (TSD, pH, Mg, Na, CO₃, Cl, Li, Fe, As, Zn, NO₃, PO₄, C. Elec., Ca, K, HCO₃, SO₄, Cu, Mn, B, SiO₂, Fe, Al) y superficial (C. Elec., TSD, HCO₃, B, Cl, pH, RAS, RASO, As, Descripción problemas potenciales por zonas y uso (riego y agua potable) Descripción de estado y modificaciones a red de Control de Niveles <p>Simulación</p> <ul style="list-style-type: none"> Formulación de modelo (conexión agua superficial y subterránea, sectorización por información disponible, embalse lineal, bombeos y patrones de cultivos observados, balance a nivel superficial, balances y Calibración, por sectores, de parámetros Transmisividad y Coef. de almacenamiento en base a niveles y caudales, en período de 4 años (1976 a 1979) en intervalos de tres meses. Validación según dos esquemas (período de 8 años entre 1976 y 1984 intervalo trimestral, y período 4 años entre 1976 y 1979 en intervalo mensual) Análisis de Sensibilidad de 4 parámetros (caudal entrada, recarga por infiltración del río, recarga por infiltración del riego, recarga por infiltración de las pérdidas) en período de 4 años (1976 a 1979) en intervalo
Falencias	<p>No se dispone de mapa geológico y geomorfológico</p> <p>No se dispone de Plano N°3 con ubicación de pozos</p> <p>No se dispone de Plano N°5 de isofréaticas, y Plano N°6 de isoprofundidad</p>

SECTOR ACUIFERO	Azapa (Zona Prohibición)
REGIÓN	XV Región de Arica y Parinacota
Título	Recursos de agua y su aprovechamiento en el valle de Azapa. Santiago, Chile
Fecha	Diciembre 1972
Autor	Gerardo Díaz del Río, Agustín Hojas Bernal, Jorge Orellana Quiroga.
Mandante	Departamento de Recursos Hidráulicos (CORFO)
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	CORFO, a través de un convenio, se compromete a efectuar un estudio de los recursos de agua y su
Resumen general	Se presenta un completo estudio del recurso hídrico y superficial hasta la fecha del estudio 1972.
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <p>Realiza un análisis general de la situación en el valle de azada.</p> <p>Revisa los aspectos mas relevantes en cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo y</p> <p>Metodología</p> <p>A través de la información recopilada establece un estado actual y prevé posibles problemas con el abastecimiento del recurso hídrico en la zona.</p> <p>Utiliza pruebas de bombeos, análisis químicos y estudio espacial del comportamiento de la napa entre</p> <p>Conclusiones</p> <p>Se entregan distintos valores de caudales factibles a extraer desde fuentes superficiales y subterráneas.</p> <p>Presenta análisis de niveles estáticos y posibles problemas de intrusión salina.</p> <p>Principalmente propone la necesidad de nuevos organismos para dinamizar la gestión del recurso y plantea en ultimo lugar posibles soluciones a los problemas de abastecimiento de la fecha o factibles de ocurrir.</p>
Falencias	

1.5.3 Sector acuífero Pampa del Tamarugal

SECTOR ACUIFERO	Pampa del Tamarugal
REGIÓN	I Región de Tarapacá
Título	Evaluación de recursos en zona sur Pampa del Tamarugal. Parte III hidrogeología. Santiago, Chile.
Fecha	Abril 1994
Autor	Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (Escuela de Ingeniería - P. Universidad Católica de Chile)
Mandante	SOQUIMICH
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	Caracterización hidrogeológica de acuíferos y evaluación de capacidad de explotación
Resumen general	
Contenidos relevantes	
	<p>Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> 6 documentos revisados ('66, '75, '82, '87, 88, '90) 300 sondeos en la Pampa de Tamarugal; 40 sondeos en Salar de Llamara 1800m²/día. No hay pruebas para estimar S Registro de niveles en 13 piezómetros y 21 sondeos 4 zonas Referencia a parte I (hidrología) y parte II (geología) <p>Caracterización de Salares Pintados, Bellavista, Llamara, de Sur Viejo y Soronal</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación de acuíferos, composición, espesor, estratigrafía tipo, ubicación Flujo, niveles, origen y calidad química del agua subterránea Funcionamiento hidráulico, características hidráulicas (transmisibilidad), balance hidrogeológico (recarga y <p>Conclusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Condiciones pesimista, razonable, optimista del balance en cada zona
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Pampa del Tamarugal
REGIÓN	I Región de Tarapacá
Título	Modelo de simulación hidrogeológico de la Pampa del Tamarugal. Santiago, Chile.
Fecha	1988
Autor	Centro de Recursos Hídricos (Departamento de Ingeniería Civil - Facultad de Ciencias Física y Matemáticas - Univ.
Mandante	Departamento de Hidrología (Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	El Departamento de Ingeniería Civil de la U.Chile analiza un modelo hidrogeológico en la zona.
Resumen general	Se desarrolla un modelo hidrogeológico que simula distintos escenarios de explotación del recurso.
Contenidos relevantes	
	<p>Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> Dada la importancia de los recursos subterráneos en la zona se justifica la elaboración de un modelo hidrogeológico que evalúe la zona de estudio frente a diversas situaciones. Presenta una introducción general, descripción del modelo y campañas en terreno. <p>Metodología</p> <ul style="list-style-type: none"> Se realiza una revisión de estudios previos realizados sobre la zona y recopilación de antecedentes de Caracterización hidrogeológica de la zona. Incluye descripción de isopiezas, conductividad eléctrica y Desarrollo de un modelo matemático de simulación hidrogeológica para la zona de estudio y aplicación del modelo desarrollado a diversas situaciones. <p>Conclusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Al aplicar el modelo manteniendo las condiciones y ritmo de crecimiento de consumo se observa un riesgo potencial de una contaminación de los acuíferos por intrusión salina desde los salares Pintados y Bellavista, debido a la inversión del flujo debido al gran cono de depresión desde la planta Canchones.. Se propone la utilización del modelo para evaluar la entrega de solicitudes de aprovechamiento de recurso Revisar y mejorar las estimaciones de salida del sistema, tales como evaporación y evapotranspiración.
Falencias	
	Faltan Datos obtenidos en campaña de terreno: N° de pozos muestreados, ubicación, Cond. Eléctrica. y temperatura

SECTOR ACUIFERO	Pampa del Tamarugal
REGIÓN	I Región de Tarapacá
Título	Recursos hídricos de la Pampa del Tamarugal en seminario "Desarrollo de Zonas Desérticas de Chile". Chile
Fecha	Marzo 1983
Autor	Fernando Peralta Toro (Alamos y Peralta Ingenieros Consultores Ltda)
Mandante	CORFO
Fuente	DGA Central (CIRH, papel)
Contexto	Diagnóstico de la situación actual de los recursos hídricos y de las posibilidades de la ampliación futura
Resumen general	Describe en términos generales el acuífero de la Pampa del Tamarugal y su funcionamiento como embalse en base a variación de niveles y relación con reforestación de tamarugos
Contenidos relevantes	<p>Decripción general</p> <p>Ubicación (C. Costa, C. Andes, río Loa y Q. Tiliviche), procedencia (fósil y moderno-actual), escurrimiento (evaporación, lagunas, cuenca endorreica), salinidad (según ubicación pero menores a 30g/L)</p> <p>Cuantificación de recursos en embalse y como recarga en salares de Zapiga, de Pintados y de Bellavista</p> <p>Existe creciente uso de agua desde el acuífero para fines agrícolas y consumo</p> <p>Existencia de registro de niveles freáticos mensuales completos entre 1968 y 1973 (78 puntos), y puntuales en 1980 (66 puntos) y 1966 (110 puntos), que muestran tendencia moderada al descenso con una probable Reforestación de tamarugos en Zapiga (5000há), Pintados (18000há) y Bellavista (24000há) tiene influencia en descenso de niveles pero no marcada</p> <p>Propuesta de red de observacion y vigilancia con monitoreo periódico de niveles y química (Cl, y C. Electrica), para luego usar modelos hidrogeológicos que permitan simulaciones y planificaciones de</p> <p>Análisis de funcionamiento</p> <p>En Zapiga desciende en centro (0,25m) pero aumenta al oriente. Registro de 11 puntos (jul 1967 y jul 1982) y 6 puntos (may 1980 y may 1983)</p> <p>En Pintados desciende en centro (1,0m) pero aumenta al oriente. Registro de 28 puntos (ene 1966 y ene 1983) y 14 puntos (may 1980 y may 1983)</p> <p>En Bellavista desciende en centro (0,5m) pero aumenta al oriente. Registro de 18 puntos (mar 1966 y ene 1983) y 18 puntos (may 1980 y ene 1983)</p> <p>Recursos hídricos en Pica-Matilla Esmeralda</p> <p>Análisis de aumento de superficie regada en sector de Pica, a partir de información de 35 sondeos (prof. Nivel estático), 11 sondeos (0,5 a 3L/s), 4 vertientes y 9 socavones</p>
Falencias	No presenta el total de registros de niveles mencionados en el texto

SECTOR ACUIFERO	Pampa del Tamarugal
REGIÓN	I Región de Tarapacá
Título	Las aguas subterráneas en la Pampa del Tamarugal: los recursos de agua y la reforestación: charla de
Fecha	1981
Autor	Fernando Peralta Toro (Alamos y Peralta Ingenieros Civiles)
Mandante	CORFO
Fuente	DGA Central (CIRH, papel)
Contexto	
Resumen general	
Contenidos relevantes	No tiene contenidos relevantes
Falencias	

1.5.4 Sector acuífero Salar de Coposa

SECTOR ACUIFERO	Salar de Coposa
REGIÓN	I Región de Tarapacá
Título	Salar de Coposa. Geoquímica de aguas en cuencas cerradas: I, II y III Regiones-Chile. Volumen II: Estudio de Cuencas de la I Región. Informe Técnico S.I.T. N°51.
Fecha	Enero 1999
Autor	F Risacher, C Salazar, H Alonso
Mandante	Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas) Universidad Católica del Norte (UCN)
Fuente	DGA Central (DGA línea, impreso-digital)
Contexto	Estudio de la geoquímica de las aguas en las cuencas cerradas de regiones I, II, y III de Chile
Resumen general	Describe parcialmente análisis químicos desde aguas del Salar de Coposa
Contenidos relevantes	<p>Introducción Generalidades de superficie, hidrología, clima, altura, etc.</p> <p>Aportes Identifica origen de 14 muestras de agua (6 vertientes y 8 napas) y presenta composición en diagramas Reconoce tres vías evolutivas (neutra sulfatada, alcalina sulfatada, neutra cálcica), pero hay poca relación con Mapa geológico y de vías evolutivas de cada aporte</p> <p>Calidad del agua Análisis de 24 muestras de agua en 24 pozos (con coordenadas UTM) con los siguientes parámetros mencionados: C. Elec., T°, O2, Dens., pH, Alc., Cl, Br, I, SO4, NO3, B, Si, As, Na, K, Li, Ca, Mg, Al, Fe, Análisis de 2 perfiles de concentración creciente</p> <p>Balances hídricos Estimación de balance en laguna Jachu Coposa y en el salar Salar de Coposa descarga lentamente al Salar de Empexa</p>
Falencias	

1.5.5 Sector acuífero El Loa

SECTOR ACUIFERO	El Loa
REGIÓN	II Región de Antofagasta
Título	Informe Técnico: Evaluación de los recursos hídricos sectores Calama y Llalqui, Cuenca Río Loa. S.I.T. N° 85
Fecha	Mayo 2003
Autor	Departamento de Estudios y Planificación
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, impreso-digital)
Contexto	de poder seguir explotando. Conveniencia de contar con un balance hídrico y analizar efectos de aumentos de explotación.
Resumen general	Integra información desde distintas fuentes Evalúa la disponibilidad de aguas subterráneas y los efectos de explotación en acuíferos Calama y Llalqui, en base a: i) estudio hidrológico y balance hídrico; ii) modelación hidrogeológica en Calama, iii) interpretación
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes</p> <p>Descripción geología (4 formaciones y mapa)</p> <p>Descripción clima en base a relieve, ubicación geográfica y corriente de Humboldt (clima árido tipo B, con lluvias convectivas en parte alta de cuenca y con vientos desde SurOeste)</p> <p>ríos, vertientes y napas). Parámetros mencionados: STD, C. Elec., pH, T°, Alc., Cl, SO₄, Ca, Mg, K, NO₃, Na, Si, Li, B, As, d¹⁸O, d²H, d³H.</p> <p>Balance hídrico en cuencas y subcuencas (Aportes) en base a expresión Aportes=Usos o bien Pp + EvapT = Esc.Sup + Esc.Subt.+ Evap. Pp en base a altura y exposición este. EvapT en base a temperatura (según Balance hídrico de escorrentía y usos ()). Esc.Sup. en base derechos constituidos (antes de ene 2000, Tabla). Esc. Subt en base a derechos constituidos (antes de nov 2002, Tabla). Evap o In situ en base a bibliografía. Corrección por factores de uso (riego, agua potable, minería). Se genera Tabla y esquema de la</p> <p>Análisis Calama</p> <p>Corrección y refinamiento actual modelo hidrogeológico ((No hay sugerencias)) de Calama (4 estratos, 50 Hidrogeoquímica indicaría desconexión entre acuífero inferior Calama y acuífero inferior Llalqui, pero Modelo hidrogeológico calibrado a menos de 3% RMS (caudales, conductividad y coef. Almacenamiento) y con análisis de sensibilidad (conductividad en Loa, conductividad estrato 2)</p> <p>Simulaciones de varios escenarios según derechos solicitados</p> <p>Análisis de escenarios factibles según 4 criterios establecidos: i) estabilidad de niveles, ii)% de extracción desde almacenamiento, iii) efectos en escurrimiento superficiales y iv) vertientes y extensión de</p> <p>Análisis Llalqui</p> <p>Antecedentes de Nazca S.A. no son apropiados</p> <p>Hidrogeoquímica verifica relación entre acuífero superior e inferior en acuífero de Q. León y de Llalqui</p> <p>Estimación de volumen de almacenamiento en base a 12 pozos (coordenadas, altura, profundidad)</p> <p>Conclusiones</p> <p>Caudales efectivos disponibles por subcuenca y por origen</p> <p>Hidrología más clara de la cuenca</p>
Falencias	Tabla 3.1 en formato digital solamente Ubicación de pozos no exacta

SECTOR ACUIFERO	El Loa
REGIÓN	II Región de Antofagasta
Título	Informe Técnico. Determinación de los derechos de aprovechamiento de agua subterránea factibles de constituir en los sectores de Calama, Llalqui, cuenca del río Loa, II Región. S.D.T. N° 153. Santiago Chile.
Fecha	Agosto 2003
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, digital)
Contexto	Evaluación de recursos hídricos en la cuenca del río Loa para otorgación de derechos solicitados
Resumen general	
Contenidos relevantes	
	<p>Introducción</p> <p>Existen solicitudes de derechos en la cuenca del río Loa</p> <p>Análisis con toda la información disponible (23 fuentes) permiten evaluación hidrogeológica preliminar en</p> <p>Geología</p> <p>Mención a 65 sondajes del total de estudios (Q León, pampa Llalqui, Pampa Talabre, Calama (ubicación en Reconocimiento y descripción de 7 unidades geológicas</p> <p>Descripción de historia geológica</p> <p>Hidroquímica</p> <p>En base a Informe técnico SIT 85</p> <p>Análisis en base a muestras de aguas superficiales y subterráneas. En Calama existe muestreo en distintos</p> <p>Evidencia de cambio de conductividad eléctrica y vía evolutiva en el transcurso del río Loa</p> <p>Vías evolutivas se debería a disolución de evaporitas y dilución de salmueras residuales, más que</p> <p>Hidrología</p> <p>Se establece balance hidrológico global en base a promedios</p> <p>Existe disponibilidad de 400L/s globales en la cuenca</p> <p>Recursos Hídricos Disponibles</p> <p>Evaluación de Calama y Llalqui, En Q. León la situación queda pendiente hasta realizar estudios específicos</p> <p>En Calama se usa modelo Modflow (4 estratos, 50 años cada 5 años, 130mx130m) para simular varios escenarios. Evaluación de los escenarios en base a 5 criterios de sustentabilidad. Escenario 1C de 460L7s</p> <p>En Llalqui modelo Modflow de particular se desestima y adopta modelo de la DGA. Evaluación de sustentabilidad de escenarios según 3 criterios. Se define escenario de 264L/s efectivos.</p> <p>Derechos</p> <p>Existen solicitudes de aprovechamiento de aguas en Calama (370L/s) y Q. León (550L/s), pero no en Llalqui</p> <p>Conclusiones</p> <p>Se otorgan derechos solicitados en Calama (370L/s). En Q. León quedan pendientes</p> <p>La extracción de agua desde Calama y Llalqui queda sujeta a cumplimiento de Plan de Alerta Temprana (monitoreo de puntos específicos). Además, en Llalqui se condiciona a extracción desde acuífero inferior</p>
Falencias	Mala calidad de mapas

SECTOR ACUIFERO	El Loa
REGIÓN	II Región de Antofagasta
Título	Estudio de la hidrogeología del Alto Loa: contrato No. 218412-021.
Fecha	1987
Autor	Agua Ingenieros Consultores.
Mandante	Corporación Nacional del Cobre - División Chuquicamata
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	La Corporación Nacional del Cobre, División Chuquicamata solicita a Agua Ingenieros Consultores realizar el
Resumen general	Se desarrolla un estudio hidrogeológico que contiene análisis de isótopos ambientales, pruebas de bombeo y
Contenidos relevantes	<p>Introducción Se realiza una presentación de las unidades básicas que componen el sistema hidrogeológico en la zona.</p> <p>Metodología Para determinar la geometría acuífera se programo un levantamiento geológico de superficie, una prospección geofísica y la realización de un conjunto de sondajes estratigráficos. La definición de constantes elásticas se logro a través de una ejecución de pozos de bombeo con sondajes de observación, un levantamiento topográfico ayudo a realizar el trazado de las líneas equipotenciales del Se obtuvieron muestras de agua para realizar estudios isotópicos radioactivos naturales.</p> <p>Conclusiones Según el estudio realizado la transmisibilidad varia desde 3000 m2/d hasta valores tan elevados como 100000 m2/d. estos últimos se concentran en la zona central del área de estudio, mientras que los valores El almacenamiento instantáneo fluctúa entre 0,001 y 0,003, para el almacenamiento a largo plazo se han estimado valores entre 0,15 y 0,10 para los sedimentos no consolidados y 0,01 y 0,05 para los acuíferos en El sistema bajo las condiciones actuales del estudio se encuentra en equilibrio. El agua subterránea no presenta restricciones de calidad química para su uso con fines industriales Se recomienda mantener el control actual sobre la descarga de los drenes, mantener el control mensual del nivel estático sobre todos los pozos posteriormente evaluados en la primera etapa del estudio.</p>
Falencias	Faltan Anexos en forma digital

SECTOR ACUIFERO	El Loa
REGIÓN	II Región de Antofagasta
Título	Estudio hidrogeológico del río Loa - Sector Yalquincha junta con río San Salvador: informe final. Santiago
Fecha	2002
Autor	Fernando Peralta y Compañía Ltda
Mandante	Cía Minera Contractual Equatorial Resources
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	
Resumen general	
Contenidos relevantes	No entrega informacion relevante
Falencias	

1.5.6 Sector acuífero Los Choros

SECTOR ACUIFERO	Los Choros
REGIÓN	IV Región de Coquimbo
Título	Hidrogeología de la Quebrada de Los Choros: informe preliminar mayo 1971. Santiago, Chile.
Fecha	Mayo 1971
Autor	Fernando Peralta Toro, Gerardo Díaz Del Río, Guillermo Wood Herrera
Mandante	Departamento de Recursos Hidráulicos (CORFO)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Aumentar comprensión hidrogeológica e identificar disponibilidad de recursos de agua subterráneo para uso
Resumen general	Estudio preliminar de la hidrogeología de la Quebrada Los Choros a partir de sondajes realizados por CORFO
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes</p> <p>7 sondajes realizados por CORFO entre 1967 y 1969 con descripciones constructivas, geológicas y de Registros de temperatura (Vallenar, La Serena), lluvias (El Tofo 66-70, Incahuasi 19-70, Tres Cruces 40-42) Mapa geológico 1:1.000.000 e isoyetas 1968 con 50% probabilidad (1:500.000)</p> <p>Geomorfología</p> <p>Descripción breve de clima (desértico marginal bajo), precipitaciones (lluvias mediterráneas de carácter ciclónico), temperaturas (influencia marítima), presiones (anticiclón del Pacífico), vientos (mayores desde S, SO), vegetación (xeromórfica), relieve (curva hipsográfica) y red de drenaje.</p> <p>Hidrología</p> <p>Estimaciones gruesas respecto a precipitaciones, evaporación (ábaco Meyer en base a T°, Pp, vegetación, hoyo), escurrimiento superficial (formula de Becerril en base a Pp) para determinar infiltración (Inf = Caído -</p> <p>Geología</p> <p>Descripción de estratigrafía (3 pozos) para indicar capacidad aportante de estratos. Destaca depósitos pleistocenos y recientes (sin arcilla, $K=10^{-4}$ m/s)</p> <p>Determinación de transmisibilidad y conductividad en base a pruebas de bombeo sin pozo observación</p> <p>Identificación de pozos tipos según zona, para futuros sondajes</p> <p>Estimaciones gruesas para caudal pasante (en base a T, ancho, gradiente), volumen almacenado (en base a espesor, anch, largo, coef. almacenamiento), recarga y descarga (en base a derechos, 50% de la mina El Calidad del agua en base a 5 pozos refleja agua muy dura y aumento de SDT hacia la costa. Parámetros mencionados: SDT, Ca, Mg, Na, K, HCO₃, SO₄, Cl, NO₃, SiO₂, Dureza Total, Dureza No Cálctica, pH</p> <p>Recomendaciones</p> <p>Implementar estaciones pluviométricas, fluviométricas e hidrometeorológicas en la Q. Los Choros</p> <p>Realizar catastro de existencia y usos de agua</p> <p>Realizar prospección geológica e hidrogeológica más detallada (estratigrafía, geofísica, pruebas de Otorgar derechos de agua para uso potable y minero, según disponibilidad reconocida por informe</p>
Falencias	No se precisa ubicación exacta de sondajes

SECTOR ACUIFERO	Los Choros
REGIÓN	IV Región de Coquimbo
Título	Modelo de simulación Quebrada Los Choros: evaluación de los recursos hídricos en la Quebrada Los Choros, IV Región Coquimbo. S.I.T. N° 96. Santiago, Chile.
Fecha	Septiembre 2004
Autor	Departamento de Estudios y Planificación
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, impreso-digital)
Contexto	Evaluación del recurso hídrico subterráneo en la Cuenca Quebrada Los Choros para solicitud de derechos de
Resumen general	Refinamiento del modelo hidrológico planteado hasta el momento y evaluación de escenarios de explotación
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes</p> <p>Hidrología Descripción de pluviometría en base a 3 estaciones en la cuenca (Incahuasi 1966-1970, El Tofo 1919-1970, El Trapiche 1979-2003) y de fluvimetría (no hay escurrimientos superficiales permanentes, sólo</p> <p>Geología y Geomorfología Descripción de geomorfología (3 unidades: Qa Qe Tega, clima), geología (3 unidades acuíferos, fallas de Atacama) y geofísica (6 fuentes identifican basamento rocoso)</p> <p>Hidrogeología Estratigrafía a partir de 9 perforaciones y 4 norias mencionadas en informes anteriores Niveles a partir de 17 estaciones de DGA (1976 a 2004) Parámetros elásticos a partir de 37 sondajes de informes anteriores Recarga (poca nieve, acuíferos libres, sólo lluvias) y Descarga (explotación)</p> <p>Explotación A partir de pozos y norias (no hay canales ni embalses), 66L/s para riego (2004) Derechos otorgados hasta 2002 son 1596L/s y solicitados hasta 2003 950L/s adicionales</p> <p>Modelación Análisis crítico de modelo planteado en informe anterior (GCF 2004) Modelo de balance en sectores de la cuenca en base a Caudales, conductividad, coef de almacenamiento, recarga, descarga y explotación, pero sin considerar evapotranspiración en riego. La estimación de recarga en base a modelo MPL de lluvia-escorrenría, ampliando registro de precipitaciones a partir de relacionar estaciones Junta El Carmen (1965 a 2004) con El Trepiche la estimación de infiltración en base a modelo Grenn-Ampt Modelo implementado en Excel en planillas de bien explicadas Análisis de tres escenarios de explotación: i) derechos constituidos hasta 2002, ii) derechos constituidos hasta 2002 más solicitados hasta 2003, y iii) explotación sustentable según criterios (niveles estables, factibilidad de caudales, no afectar derechos otorgados) = 3560L/s</p> <p>Recomendaciones Realizar aforos sistemáticos en la cuenca, Estimaciones de caudales máximos, Confección de modelo más</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Los Choros
REGIÓN	IV Región de Coquimbo
Título	Informe Técnico No. 170: Declara área de restricción acuífero Quebrada Los Choros: sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de Choros Altos, Punta Colorada y Tres Cruces. S.D.T. N° 207. Santiago, Chile.
Fecha	Junio 2005
Autor	Departamento de Estudios y Planificación (Departamento da Administración de Recursos Hídricos)
Mandante	Dirección General de Aguas - (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Declaración de área de restricción al acuífero de Quebrada Los Choros
Resumen general	Balance hídrico establecido a partir de antecedentes permite establecer área de restricción a tres sectores de la
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Generalidades de área, ubicación, precipitación anual y escurrimientos superficiales (escasos) Referencia a dos informes anteriores (SIT 96 y SDT 195) Identificar 3 de los 5 sectores (según criterios hidrológicos e interconectados) susceptibles de restricción <p>Análisis técnicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Establece balance comparando demanda vigente y derechos factibles de explotar Demanda vigente hasta 6 junio 2005 según derechos solicitados (3,18m³/s) Oferta factible (2,86m³/s) según criterios sustentables (niveles estabilizados sobre 65% espesor promedio; bombeos factibles, sin perjuicios a terceros) Existencia riesgo de descenso generalizado por lo que corresponde definir área de restricción <p>Conclusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Se declara área de restricción en 3 sectores (Choros Altos, Punta Colorada y Tres Cruces) Se otorga derechos provisionales por 25% de los definitivos
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Los Choros
REGIÓN	IV Región de Coquimbo
Título	Informe Técnico. Determinación de la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en la quebrada Los Choros IV Región. S.D.T. N° 195. Santiago, Chile.
Fecha	Marzo 2005
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, impreso-digital)
Contexto	Evaluación del recurso hídrico subterráneo en la Cuenca Quebrada Los Choros para solicitud de derechos de
Resumen general	Balance hídrico establecido a partir de antecedentes permite establecer disponibilidad de derechos en la cuenca
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> Descripción general de área, ubicación y sectores Referencia a informe anterior SDT 184 (5 sectores y opciones de otorgar derechos) <p>Metodología</p> <ul style="list-style-type: none"> Comparación entre demanda vigente actualizada y el caudal máximo sustentable Caudal máximo sustentable de 3,56m³/s en base a 3 criterios (bombeos factibles, niveles estabilizados en el tiempo y mayores a límite inferior, no afectar derechos ya constituidos) en cada uno de los sectores Demanda vigente de 2,87m³/s considerando rebaja de caudales otorgados por infactibilidad, en cada uno <p>Conclusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Déficit en 3 sectores limitando otorgar derechos (Choros Altos hasta 30 Jun 2004, Punta Colorada hasta 31 Dic 2004, Tres Cruces hasta 31 Jul 2004) Disponibilidad en 2 sectores permitiendo otorgar derechos (Playa Los Choros hasta 31 Dic 2004, Choros
Falencias	Faltan los Anexos

SECTOR ACUIFERO	Los Choros
REGIÓN	IV Región de Coquimbo
Título	Modelación hidrogeológica en quebrada Los Choros: comuna La Higuera, IV Región Coquimbo. S.I.T. N° 106. Santiago, Chile.
Fecha	Febrero 2005
Autor	Departamento de Estudios y Planificación Departamento de Ingeniería Civil (Facultad de Ingeniería - Universidad de Concepción)
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Mejorar gestión de recursos hídricos en cuenca Quebrada Los Choros
Resumen general	Desarrollo de modelo numérico como herramienta de gestión
Contenidos relevantes	<p>Fundamentos teóricos</p> <ul style="list-style-type: none"> Conceptos generales respecto a ciclo hidrológico, flujo de agua subterránea, tipo de acuífero, captaciones, pruebas de bombeo, ecuaciones de flujo en pozos Conceptos generales de modelación de flujos en agua subterránea (definiciones, modelo conceptual, calibración, validación, sensibilidad) con modelo Visual Modflow <p>Recopilación de Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Descripción general respecto a hidrología, geología, geomorfología, fitogeografía Precipitaciones con registro en 4 estaciones, El Trepiche única vigente DGA, resto particulares no vigentes) Evapotranspiración estimada por metodología de FAO (registro 1979-1996 en El Trepiche) y asumiendo Escurrimiento superficiales sólo por vertientes (2 afloramientos particulares puntual en el tiempo) Recarga estimada en base a modelo de lluvia-escurrimiento (MQD) y escurrimiento-flujos superficiales (MOS) por sectores. Estimación de parámetros (textura de sondaje en Putaendo) Descripciones geomorfología y geología (depósitos, rocas, formaciones, estructuras) 2004; 41 sondajes geoeléctricos con ubicación; 3 sondajes gravimétricos; 15 sondajes TEM con ubicación; 9 sondajes eléctricos verticales de Sernageomin) Estratigrafía a partir de 33 puntos (pozos y norias) de la DGA con ubicación Trasmisividad a partir de 24 pruebas de bombeo (gráficos descenso vs tiempo) y 18 estimaciones de otros Coefficiente de almacenamiento en base a otros estudios Niveles a partir de 18 estaciones de la DGA con registros desde 1976 a 2002 estructural de pozos, red de distribución <p>Modelo Conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> Recargas: lluvia, aporte desde río, aporte desde agua potable, aporte desde riego Descargas: bombeos, evapotranspiración, al mar Flujo: flujo subterránea entre subcuencas Almacenamiento subterráneo <p>Construcción del modelo</p> <ul style="list-style-type: none"> Definición de límites, discretización temporal (22 años mensual), discretización espacial (46000 celdas, 1 estrato, 200x200), recarga, descarga, condiciones iniciales y de borde <p>Calibración del modelo</p> <ul style="list-style-type: none"> Calibración de conductividad, coef. de almacenamiento y de recarga. RMS 3.54m y NRMS 1.1% Simulación de balance por sectores entre 1979 y 2000. Descargas > Recargas. <p>Sensibilidad del modelo</p> <ul style="list-style-type: none"> Variación porcentual de conductividad (mayor efecto en flujos al mar) y almacenamiento (mayor efecto en
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Los Choros
REGIÓN	IV Región de Coquimbo
Título	Estudio de intrusión salina en acuíferos costeros: sector costa Quebrada Los Choros, IV Región. S.I.T. 109. Santiago, Chile.
Fecha	Diciembre 2005
Autor	Universidad de Chile (Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas - Departamento Ingeniería Civil)
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, digital)
Contexto	Frente al uso del recurso hídrico subterráneo en Quebrada Los Choros se hace necesario el estudio.
Resumen general	Frente a la información en estudio se procede a declarar zona de protección el sector acuífero en estudio.
Contenidos relevantes	<p>Introducción Describe la importancia de realizar el estudio de intrusión salina dado el uso del recurso hídrico en la zona. Entrega elementos teóricos y revisión bibliográfica sobre intrusión salina de distintos autores y congresos.</p> <p>Metodología Se realizan campañas de muestreos químicos en distintos pozos de captación en el sector costero de Se proceden a comparar los resultados de los muestreos en laboratorio con los valores de Conductividad eléctrica y SST que pueden demostrar existencia de intrusión salina.</p> <p>Conclusiones Mediante la revisión de las captaciones en la zona en estudio, se ha podido constatar la existencia de un aumento lento, pero sostenido de las construcciones principalmente en el sector del Llano Los Choros. Como consecuencia de la declaración de área de restricción se procede a cambio en la modalidad de entrega de derechos de aprovechamiento de agua subterránea mediante los denominados Derechos La evaluación de la situación actual de los recursos hídricos subterráneos en relación a la normativa vigente para usos de agua potable y riego, permite concluir que una gran porción de la zona costera del acuífero de Quebrada Los Choros presenta limitaciones para dichos usos.</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Los Choros
REGIÓN	IV Región
Título	Análisis y Evaluación de acuíferos de las cuencas de Los ríos Choros y Huatulame.
Fecha	Febrero 2006
Autor	Ayala y Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores.
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	La DGA solicita antecedentes hidrogeológicos que permitan complementar el trabajo de evaluación de aguas
Resumen general	Realiza una modelación, validación y calibración del sistema acuífero de Los Choros y Huatulame mediante
Contenidos relevantes	<p>Introducción Se busca establecer las características y volumen del acuífero, evaluar la recarga al sistema, conocer los parámetros elásticos y estimar los caudales de explotación sustentable. El estudio incluye el área que corresponde a la zona de l relleno sedimentario del sector costero de la Quebrada Los Choros y fue desarrollado con el objetivo de cuantificar la disponibilidad hídrica subterránea</p> <p>Metodología Se recopilan todos los antecedentes básicos para realizar la modelación hidrogeológica: antecedentes pluviométricos y fluviométricos, caracterización geológica, perfiles obtenidos mediante métodos geofísicos, antecedentes de captaciones y derechos solicitados de aprovechamiento de recurso hídrico. Se separan las zonas de estudio en diferentes áreas y se definen los parámetros de entrada y condiciones Se realiza modelo de flujo y de transporte, analizando el posible escenario de intrusión salina en el sector de</p> <p>Conclusiones Se definieron tres escenarios principales, con una total de extracción de 217 lt/s, 181 lt/s y 160 lt/s. El primer escenario acusa un posible caso de intrusión salina, por lo que en los casos dos y tres, se procedieron a eliminar progresivamente los pozos más cercanos a la costa, con lo que se obtuvieron menores riesgos de</p>
Falencias	Faltan Datos obtenidos en campaña de terreno: N° de pozos muestreados, ubicación, Cond. Eléctrica

1.5.7 Sector acuífero La Ligua

SECTOR ACUIFERO	La Ligua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Evaluación de los recursos hídricos, cuenca del Río Ligua, V Reg. Tomo I y II. S.I.T. N° 80.
Fecha	Mayo 2002.
Autor	Departamento de Estudios y Planificación.
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso-digital)
Contexto	Evaluación del Modelo MOS para el Acuífero del Río Ligua
Resumen general	Se realiza la revisión y recalibración del Modelo MOS (IPLA Ltda - AC Consultores)
Contenidos relevantes	<p>Introducción Se explica la necesidad de realizar una revisión del Modelo MOS-Ligua, que la DGA utiliza para la evaluación de los recursos de la cuenca del Río Ligua.</p> <p>Metodología Se realiza una recalibración de los parámetros del modelo (Coeficiente de almacenamiento, conductividad, volumen almacenamiento, Grad. Entrada y Grad. Salida. El modelo se calibra para el periodo analizado 1950-1998. Se divide en 13 zonas acuíferas y se definen dos escenarios: uno histórico y otro futuro, que tienen 1998</p> <p>Conclusiones Se decide declarar Área de Restricción el sector acuífero solicitado, debido a la disminución sostenida en el La contraparte que se opone a la declaración de Área de Restricción no presenta un estudio de niveles y concluye sin revisión de estadísticas. La declaración del Área de Restricción tiene como consecuencia la modalidad de otorgar Derechos</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	La Ligua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Informe Técnico N° 84: Área de Restricción para un sector del acuífero del Valle del río La Ligua.
Fecha	Abril 2004
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso-digital)
Contexto	Solicitud de Área de Restricción del sector acuífero Río La Ligua.
Resumen general	Solicitud presentada por Agrícola Los Corrales Ltda. Se presenta una oposición a la propuesta de solicitud por
Contenidos relevantes	<p>Introducción Se presenta solicitud de declaración de área de restricción. En segundo lugar se presenta una oposición a la solicitud de declarar área de restricción.</p> <p>Metodología Se evalúan los antecedentes presentados por ambas entidades. En base a los argumentos y fundamentos de cada entidad se llega a una conclusión.</p> <p>Conclusiones Se decide declarar Área de Restricción el sector acuífero solicitado, debido a la disminución sostenida en el La contraparte que se opone a la declaración de Área de Restricción no presenta un estudio de niveles y concluye sin revisión de estadísticas. La declaración del Área de Restricción tiene como consecuencia la modalidad de otorgar Derechos</p>
Falencias	Faltan Anexos. La mayoría de la información se presenta en forma de figuras (gráficos y mapas).

SECTOR ACUIFERO	La Ligua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Análisis y evaluación de los recursos hídricos de las cuencas de los ríos Petorca y Ligua. Informe Final.
Fecha	Septiembre 1998
Autor	IPLA Ltda. - AC Ingenieros Consultores Ltda.
Mandante	Departamento de Estudios y Planificación (Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, papel)
Contexto	evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos en cuencas de Petorca y La Ligua
Resumen general	Realiza revisión completa de antecedentes para establecer balance hídricos, superficiales y subterráneos,
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes Revisión de 7 estudios (1968, 1982, 1987, 1993(2), 1995, 1996)</p> <p>Oferta de recursos Geología y geomorfología: descripción clima, vegetación, relieve, red de drenaje, rocas, formaciones (5) Hidrología superficial: registro pluviométrico en 22 estaciones (rellenadas y corregidas) desde '50 a '94. registro fluviométrico en cabeceras de ríos Ligua y Petorca entre '50 y '94. otros registros fluviométricos Hidrogeología: basado en catastro (457 norias y 159 sondajes) y antecedentes, se reconoce dos acuíferos (libre y confinado), espesor, tipo relleno, trasmisibilidad (100 a 2000m²/día), coef. almacenamiento (8% a 15%) y rendimiento específico (0,5 a 8L/s/m). Perfiles geológicos y gravimétricos</p> <p>Derechos de agua Registro derechos de aguas superficiales en base antecedentes, DGA y nuevas visitas a terreno Registro derechos de aguas subterráneas en base a DGA y ESVAL a junio 1996 (3196L/s, 571L/s y 689L/s constituidos, penientes y por regularizar)</p> <p>Calidad de aguas Análisis de calidad a lo largo de ríos Ligua y Petorca. Parámetros mencionados: C.E., Cl, HCO₃, CO₃, SO₄, Na, K, Ca, Mg, Fe (sobre norma riego), NO₃, B Análisis de calidad de acuífero (16 análisis=6 temporales y 10 puntuales). Parámetros mencionados: C.E. (200 a 900uS/cm), Cl, HCO₃, CO₃, SO₄, Na, K, Ca, Mg, Fe (sobre norma), NO₃ (<17,4mg/L), B, Mn (sobre norma)</p> <p>Uso actual de recursos Determinación de situación inicial ('76) y actual ('95) para cultivos (Kc, evapotranspiración, eficiencias, Usos en riego y minería los recursos superficiales Usos en riego y agua potable (100L/s '94 Esval) los recursos subterráneos</p> <p>Balance hídrico Balance hídrico superficial (red de nodos, tramos río, embalse, sectores riego) que genera matriz de 20 Balance hídrico subterráneo (cada sector acoplado con superficial) que sólo cuantifica valor y variación de almacenamiento y no de niveles directamente. Poca inercia</p> <p>Modelación plantea recomendaciones para la implementación de modelos para flujo superficial y subterráneo</p> <p>Anexos Registros de Precipitaciones, Caudales, Calidad de agua, demanda de riego. Mapas de ubicación, isofreáticas, perfiles estratigráficos (5), y perfiles gravimétricos (13)</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	La Ligua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Evaluación de los recursos hídricos superficiales de las cuencas de los ríos Petorca y La Ligua, V Región.
Fecha	Abril 2006
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, digital)
Contexto	
Resumen general	
Contenidos relevantes	No entrega información relevante
Falencias	

1.5.8 Sector acuífero Aconcagua

SECTOR ACUIFERO	Río Aconcagua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Evaluación de los recursos subterráneos de la cuenca del Río Aconcagua. S.D.T. N° 141. Santiago, Chile.
Fecha	Noviembre 2002
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, impreso-digital)
Contexto	Factibilidad de constituir nuevos derechos en el Valle de Aconcagua
Resumen general	Se pueden constituir nuevos derechos luego de simulación de varios escenarios con modelos de la cuenca usados
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <p>Referencia a informes anteriores (SDT 101 y SDT 132) en los que se analizó la disponibilidad de caudales de explotación con el uso de modelos hidrogeológicos y MOS</p> <p>Actual informe actualiza la información de dichos modelos hasta 31 marzo 2002</p> <p>Metodología</p> <p>En los modelos MOS e hidrogeológicos implementados en la cuenca se incrementan los caudales de bombeo desde el escenario base actual (2000)</p> <p>Modelación</p> <p>Generación de 7 escenarios en que se considera: i) situación actual y futura del riego (mayor área, más efectiva, menos recarga); ii) escenarios de explotación y combinación entre sectores o modelos</p> <p>Incorpora interacción entre sistema superficial y subterránea</p> <p>Resultados</p> <p>En base a los 5 escenarios simulados es posible incrementar los caudales disponibles de ser explotados</p> <p>Demanda de aprovechamiento</p> <p>Detalle de demandas por sector, considerando factores de uso reales (Demanda)</p> <p>Conclusiones</p> <p>Resulta factible constituir nuevos derechos de aprovechamiento de agua de carácter permanente en Solicitudes hasta 31 marzo 2002, excepto en Aconcagua-desembocadura (31 Oct 1997) y Catemu (31 Dic</p>
Falencias	Faltan Anexos y mayor descripción de derechos y modelos.

SECTOR ACUIFERO	Río Aconcagua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del valle del río Aconcagua escenario incremental sectores Quillota y Nogales. S.D.T. N°208. Santiago, Chile.
Fecha	Octubre 2005
Autor	Departamento de Estudios y Planificación
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Evaluar disponibilidad de recursos hídricos en sección 3 del Valle de Aconcagua
Resumen general	Simulación con modelos en el valle del Aconcagua reflejan imposibilidad de aumentar explotación en 30% en la
Contenidos relevantes	<p>Introducción A partir de Informe SDT 132 y los modelos implementados se plantea aumentar 30% la explotación en</p> <p>Metodología Modelos se actualizan según catastro al 31 Dic 2004 Incrementación de caudales en modelos MOS y Modflow 50 años desde 1990, incluyendo dos períodos de sequía Considera factores de uso reales Análisis de los resultados en 25 pozos de observación</p> <p>Desarrollo Aumento desde 3815L/s (2489L/s aprob. y 1326L/suspendidas)+30%=4960L/s en MOS y Modflow</p> <p>Resultados Balances en cada uno de las secciones Niveles modelados y observados en 25 pozos, y descensos Afecciones del río (cantidad neta que pasa desde acuífero al río)</p> <p>Análisis de resultados Afecciones superan 12% Algunas celdas del modelo Modflow se secaron, provocando aumento de nivel al inactivar bombeos</p> <p>Conclusiones El acuífero no presenta un solo comportamiento, se observan descensos que van desde 5 m hasta 20 m en Respuesta heterogénea Se observa una importante interacción río acuífero en este sector del Valle del Aconcagua. En ocasiones el aporte del acuífero al Río supera el 50%. Escenario modelado no resulta sustentable a largo plazo, excepto entre La Calera y Las Vegas</p>
Falencias	Faltan Anexos de niveles de acuíferos.

SECTOR ACUIFERO	Río Aconcagua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Evaluación de los recursos subterráneos de la cuenca del río Aconcagua. Informe de actualización al 15 de septiembre de 2004. S.D.T. N°182. Santiago, Chile.
Fecha	Septiembre 2004
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos (Departamento de Administración de Recursos Hídricos V)
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, digital)
Contexto	Factibilidad de constituir nuevos derechos en el Valle de Aconcagua
Resumen general	Existe factibilidad de constituir nuevos derechos luego de simulación de varios escenarios con modelos de la
Contenidos relevantes	<p>Introducción Informe SDT 101 definió 10 sectores en la cuenca del valle de Aconcagua Incorporar al análisis las solicitudes hasta 15 Sep 2004 La situación ase de simulación es el escenario 5 definida en Informe SDT 132</p> <p>Antecedentes Informes SDT 101, SDT 132, SDT 141 han constituidos derechos sobre la cuenca</p> <p>Desarrollo (Oferta) estimación de caudales de explotación sustentable (Demanda) derechos solicitados hasta 15 Sep 2004 Balance entre oferta y demanda</p> <p>Conclusiones Se otorga nuevos derechos para cada sector, pero con fecha anterior o igual a 15 de Sep 2004</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Río Aconcagua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Informe Técnico. Evaluación de los recursos subterráneos de la cuenca del río Aconcagua. S.D.T. N° 101.
Fecha	Julio 2001
Autor	Departamento de Estudios y Planificación (Departamento de Administración de Recursos Hídricos)
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, digital)
Contexto	Evaluar disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del río Aconcagua
Resumen general	
Contenidos relevantes	
	<p>Introducción</p> <p>Descripción general de la zona (ubicación, extensión, hidrología, usos de agua)</p> <p>Se consideran solicitudes de aprovechamiento de aguas hasta 31 Dic 2000</p> <p>Caracterización hidrogeológica</p> <p>Descripción geológica general</p> <p>Sectorización de la cuenca en 10 sectores</p> <p>Descripción de cuatro unidades hidrogeológicas de la cuenca (textura, granulometría, espesor) y de los 10 sectores (20 perfiles longitudinales, transversales y de basamento)</p> <p>Modelación</p> <p>Combinación de dos modelos: MOS (Modelo de Operación del Sistema) para flujo superficiales, subterráneos, embalses pero que no entrega niveles. MODFLOW para flujos subterráneos pero que</p> <p>En modelo MOS se constituyen una red del sistema (20 sectores de riego, 14 cuencas de entrada, 10 acuíferos, 8 embalses, 38 nodos) en el que se establecen correlaciones entre los elementos</p> <p>Se describe el funcionamiento del modelo MOS (archivos, nombres, entradas)</p> <p>En modelo MODFLOW se establecen 5 submodelos, interconectados, de 2 a 5 estratos, con valores de conductividad y almacenamiento de acuerdo a estudios anteriores y calibración. Se incorporan todas las</p> <p>Se lleva a cabo una recalibración de parámetros (conductancias, porosidad) del conjunto MOS-MODFLOW</p> <p>Resultados</p> <p>Para cada modelo y sector se presenta componentes de flujo y flujos</p> <p>Derechos</p> <p>Oferta: A partir de modelos ajustado por factores de uso reales (catastro)</p> <p>Demanda: Solicitudes al 31 Dic 2000</p> <p>Balance positivo permite asignar casi todos los derechos solicitados hasta 31 Dic 2000, excepto en sector</p> <p>Se otorgan derechos provisionales por 25% de lo solicitado</p>
Falencias	No se dispone de los Anexos

SECTOR ACUIFERO	Río Aconcagua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Análisis crítico de la red de medición de niveles de agua subterránea: región V Santiago, Chile
Fecha	1987
Autor	Álamos y Peralta Ingenieros Consultores.
Mandante	Departamento de Hidrología (Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Cenral (CIRH)
Contexto	
Resumen general	
Contenidos relevantes	
	No disponible para revisión
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Río Aconcagua
REGIÓN	V Región de Valparaíso
<i>Título</i>	Estudio a nivel de diagnóstico del proyecto Aconcagua: V región. Santiago, Chile.
<i>Fecha</i>	1995
<i>Autor</i>	EDIC Ingenieros Ltda.
<i>Mandante</i>	Comisión Nacional de Riego (Dirección de Riego)
<i>Fuente</i>	DGA Cenral (CIRH, papel)
<i>Contexto</i>	
<i>Resumen general</i>	
<i>Contenidos relevantes</i>	No entrega información relevante
<i>Falencias</i>	

1.5.9 Sector acuífero Mapocho Alto

SECTOR ACUIFERO	Mapocho Alto
REGIÓN	XIII Región Metropolitana
Título	Informe Técnico N° 236. Área de restricción para el sector acuífero denominado Mapocho Alto.
Fecha	Julio 2004
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Solicitud de área de restricción para sector acuífero Mapocho Alto por parte de usuario
Resumen general	Declaración de área de restricción de sector acuífero Mapocho Alto en vista de evidencia de informes anteriores
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes Usuario solicita declarar área de restricción al sector acuífero por evidente riesgo de grave disminución de niveles, afectando los derechos permanentes ya constituidos (4500L/s)</p> <p>Análisis técnico Polígono solicitado dentro de sector acuífero definido en Informe SDT133 que define tres subsectores Derechos permanentes constituidos en tres subsectores (Las Gualtatas 447L/s hasta Junio 2004, Lo Barnechea 1635L/s hasta 1 Feb 1994, Vitacura 2096L/s hasta 1 Dic 1993) suman 4178L/s Niveles en dos estaciones DGA (Manizales 1980 y Curamavida 729) muestran descenso sostenido desde Demanda vigente (1 Mar 2004) solicitada suma 5497 (Las Gualtatas 786L/s, Lo Barnechea 2253L/s, Balance hídrico revela que no pueden asignarse nuevos derechos permanentes sin afectar productividad)</p> <p>Conclusiones Declaración de área de restricción a la luz de antecedentes Se otorgan derechos provisionales del 25% de los derechos permanentes ya constituidos (Las Gualtatas 112L/s, Lo Barnechea 409L/s, Vitacura 524L/s)</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Mapocho Alto
REGIÓN	XIII Región Metropolitana
Título	Recarga artificial de acuíferos en el sector alto de la cuenca del río Mapocho / Walter Wilmans, Carlos Espinoza, Leonel Barra. Santiago.
Fecha	Octubre 2001
Autor	Walter Wilmans - Carlos Espinoza - Leonel Barra
Mandante	-
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Análisis de efectos de recarga artificial de acuíferos en el sector alto de la cuenca del río Mapocho
Resumen general	Descripción general de la estrategia de recarga artificial de acuíferos. Modelación del sistema y simulación de escenarios para evaluar efectos beneficiosos de la recarga artificial
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación de necesidad de asegurar abastecimiento de agua debido a escasez de agua, estimaciones de crecimiento de demanda y posibilidades de sequías Descripción general de sistema acuífero Mapocho Alto Ventajas y desventajas generales de uso de recarga artificial <p>Factores relevantes</p> <ul style="list-style-type: none"> Consideraciones del tipo geológico (materiales, niveles, profundidad roca, permeabilidad, almacenamiento, Consideraciones respecto de la ubicación (disponibilidad de agua, disponibilidad de terreno y/o pozos, demanda creciente, densidad de población Consideraciones de diseño respecto a criterios físicos, disponibilidad de agua, calidad de agua, reglamentación estatal y aspectos económicos Consideraciones respecto a tipo de recarga, colmatación, calidad del agua y pretratamiento <p>Zona de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> Descripción general de la zona (precipitación, área, clima, T°, ubicación, geología) Descripción de hidrología, recargas y descargas Determinación de Caudales eventuales de inyección según probabilidad de excedencia Modelación hidrogeológico (V. Modflow, 100x100, 14400celdas, 1 capa, 48años, mensual) con parámetros de informe de DICTUC (K, S, n, niveles, pozos) Modelo superficial ARIMA (estocástico) para caudales <p>Resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulación de escenario de explotación sin recarga es óptima al 59,6% Simulación de escenarios con recarga artificial, en general aumenta 17,7m la napa y mejora en 13% el Simulaciones con trazadores entregan tiempo de retención de 70 a 100años
Falencias	No entrega detalles de los pozos considerados y química observada

1.5.10 Sector acuífero Maipo

SECTOR ACUIFERO	Maipo (Área de Restricción)
REGIÓN	XIII Región Metropolitana
Título	Caracterización de la contaminación del acuífero del Gran Santiago. Aplicaciones de técnicas isotópicas y convencionales. Santiago, Chile.
Fecha	Octubre 1993
Autor	Ángel Silva P. - Alberto Merino G.
Mandante	-
Fuente	DGA Central (CIRH, impreso)
Contexto	Constitución de red básica de calidad de aguas subterráneas nacional
Resumen general	Presentación en congreso de avance de proyecto de caracterización de contaminación en acuífero del Gran
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <p>Informe constituye primer trabajo integral ambiental en Chile</p> <p>Descripción del uso intensivo del agua subterránea (1800 pozos) para distintos usos (agua potable, regadío, recreación, estética, industrial, otros)</p> <p>Objetivo</p> <p>Favorecer a establecer red básica de calidad de agua subterránea para control de la contaminación (identificación procesos incidentes, diagnóstico actual, priorización de problemas)</p> <p>Área de estudio</p> <p>Descripción general de la ubicación, extensión (15000km²), precipitaciones (80% en invierno) de la zona de estudio (Acuífero del gran Santiago)</p> <p>Geología</p> <p>Descripción de unidades fisiográficas (C Costa, D. Intermedia, C Los Andes)</p> <p>Identificación del tipo de acuífero (libre)</p> <p>Agua subterránea</p> <p>Profundidad de pozos entre 30m y 110m, con promedio 70m</p> <p>Niveles estacionales o anuales (Lampa 2m, Colina 60m, Las Condes 20 a 40m, Talagante <10m)</p> <p>80% de extracción desde pozos profundos (44% riego, 21% agua potable, 19% industria)</p> <p>Uso de suelos</p> <p>85% no apto para agrícola, 12% apto para agrícola, 3% urbano</p> <p>Caracterización ambiental</p> <p>Establece condiciones de riesgo de un acuífero (existencia contaminantes., característica contaminante., identificación general de problemas (fuentes, receptor, impacto al uso) y clasificación de las fuentes (locales y difusas) y del receptor (procesos de retardo, dilución, transformación)</p> <p>Uso de Aguas servidas en el riego</p> <p>Calidad</p> <p>Parámetros mencionados: carbonato, bicarbonato, Cl, SO₄, Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, nitrato, nitrito, OD, pH, T°, C.Elec., d²H, d¹⁸O.</p> <p>Entrega rangos de valores de algunos parámetros (T°, pH, C. Elec., SO₄, nitratos, carbonatos, Cl, Mg)</p>
Falencias	<p>No presenta figuras ni tablas en la versión impresa</p> <p>No hay versión digital</p> <p>Constituye una publicación para Congreso, por lo que no tiene mucho detalle y es versión preliminar</p> <p>Fotocopia en papel omitió últimas líneas de cada hoja</p>

SECTOR ACUIFERO	Río Maipo
REGIÓN	XIII Región Metropolitana
Título	Informe Técnico N° 166. Declaración área de restricción sector hidrogeológicos de aprovechamiento común en parte de la cuenca del Maipo. Santiago.
Fecha	Junio 2005
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, digital)
Contexto	Este estudio se realiza frente al descenso sostenido del nivel freático en una zona del sector acuífero Maipo-
Resumen general	Frente a la información en estudio se procede a declarar zona de protección el sector acuífero en estudio.
Contenidos relevantes	<p>Introducción Se presentan los antecedentes de derechos constituidos y comprometidos hasta 31/12/2004 Se presentan extractos del código de aguas que da a la DGA las atribuciones para declarar un área de</p> <p>Metodología En base al estudio "Determinación de la Disponibilidad de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Río Maipo hasta la Confluencia con el Estero Puangue" se definieron los Se realiza un análisis temporal del descenso sostenido de los pozos que están dentro del área delimitada.</p> <p>Conclusiones En base a los antecedentes analizados la DGA Central decide declarar área de restricción la delimitada por Como consecuencia de la declaración de área de restricción se procede a cambio en la modalidad de entrega de derechos de aprovechamiento de agua subterránea mediante los denominados Derechos</p>
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Río Maipo
REGIÓN	XIII Región Metropolitana
Título	Bases para la Formulación de un Plan Director para la Cuenca del Maipo Etapa I.
Fecha	Marzo 2007
Autor	CONIC BF Consultores Ltda.
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, digital)
Contexto	Se recopila toda la información disponible para generar un Plan Director en la Cuenca del Maipo.
Resumen general	A través de un análisis integral del recurso hídrico en la cuenca en cuanto a gestión, administración y catastro
Contenidos relevantes	<p>Introducción Con el fin de conocer el estado completo de la Cuenca del Maipo se realiza un estudio integral de todos los Se presentan antecedentes públicos, como también se procede a generar información en forma particular que al quedar registrada en este estudio se califica como pública.</p> <p>Metodología Se analiza la calidad de la información pluviométrica y fluviométrica. Se realizan los rellenos correspondientes y se realiza análisis de consistencia. Se utiliza el modelo Realiza muestreos de 20 pozos, de calidad química subterránea, adicional a los estudios de calidad presentados por las estaciones del BNA.</p> <p>Conclusiones Una vez recopilada la información se sientan las bases para la Formulación de un Plan director Quedan en descubierta las falencias y las virtudes de la información disponible. Queda a disposición la información recopilada mediante un completo anexo. Realiza conclusiones con respecto a cada capítulo, red de monitoreo, estado de las obras de captación y proyectos de inversión entre otros.</p>
Falencias	Faltan Anexos impresos. Referencias Bibliográficas.

SECTOR ACUIFERO	Maipo (Área de Restricción)
REGIÓN	XIII Región Metropolitana
Título	Estudio Hidrológico e Hidrogeológico vol. V.
Fecha	1984
Autor	IPLA Ingenieros Consultores Ltda.
Mandante	Comisión nacional de Riego
Fuente	DGA Central (CIRH)
Contexto	Se desea conocer la situación de la calidad de aguas superficiales y subterráneas para distintos usos.
Resumen general	Se evalúan la calidad de las aguas superficial y subterránea en la Hoya Maipo y se analizan las distintas
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <p>Se analiza el escenario en que se encuentran las aguas superficiales y subterráneas de la Hoya del Maipo. Frente a este escenario se evalúan mediante distintas normativas y valores predeterminados la calidad según el uso a que se destine cada captación.</p> <p>Metodología</p> <p>Se analizan criterios de clasificación de las aguas , parámetros de diagnósticos y normas. Por separado se analizan las aguas superficiales y las aguas subterráneas, verificando cual de ellas cumple con los requisitos estipulados en las normas vigentes. En cuanto a aguas subterráneas se analiza elementos nocivos: Boro, Cobre y Hierro.</p> <p>Conclusiones</p> <p>Se registran variaciones del sistema al doble o similares. Los aumentos mayores se encuentran en Nota un cambio en pozos, en cuanto a los distintos niveles que acusan un cambio en la calidad. Se deduce como conclusión el riesgo que significa la instalación de basurales en áreas que pueden recargar las napas, como también el transporte y riego con aguas servidas en áreas que recojan esa</p>
Falencias	Faltan

SECTOR ACUIFERO	Maipo (Área de Restricción)
REGIÓN	XIII Región Metropolitana
Título	Modelo de simulación hidrológico operacional cuencas de los ríos Maipo y Mapocho.
Fecha	Mayo 2000
Autor	Ayala Cabrera y Asociados Ltda.
Mandante	
Fuente	DGA Central (CIRH, papel)
Contexto	Existe la necesidad de revisar y evaluar la situación de los recursos hídricos de forma integral.
Resumen general	Se desarrolla un completo modelo de simulación Hidrogeológica para la zona de estudio del Maipo-Mapocho
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <p>Frente al objetivo de evaluar distintas situaciones alternativas , y de contar con un apoyo en la toma de dediciones relacionadas con el aprovechamiento multisectorial de los recursos hídricos, se propone abordar la problemática a través de la modelación integral de los recursos hídricos de la cuenca. Objetivos principales fueron: disponer de una herramienta confiable, flexible y oportuna. Permitir la simulación y evaluación de las diferentes modalidades de operación y uso. Disponer de instrumentos que</p> <p>Metodología</p> <p>Se desarrolla el estudio en varias etapas. Los modelos desarrollados fueron: un modelo de simulación de la operación del sistema, modelos hidrogeológicos (incluidos intrusión salina y modelo de calidad de agua subterránea), modelo de calidad de agua superficial y de pronóstico. Se divide en capítulos desde la A-K, en los que se realiza levantamiento de la información pluvial-pluviométrica, demanda, desarrollo del modelo de simulación, modelo de calidad de aguas superficiales y Posee información de cotas del nivel freático, de isoconcentración distintos elementos.</p> <p>Conclusiones</p> <p>Para la modelación del sistema acuífero Maipo-Mapocho, resulta satisfactoria. La principal recarga que alimenta a los acuíferos del valle de Santiago la constituyen las aguas superficiales destinadas a riego (58 m³/s) y en segundo lugar la infiltración desde los cauces (10 m³/s) Con respecto a la modelación de calidad de aguas se puede observar que: las concentraciones de sulfatos en el río Maipo presentan una leve tendencia al descenso hacia aguas abajo y se advierten variaciones Las concentraciones de nitratos en el río Maipo no muestran una tendencia definida, ni espacial ni temporal, por lo tanto, se ha establecido un valor intermedio en la concentración de nitratos del agua de riego</p>
Falencias	Faltan

1.5.11 Sector acuífero Maitenlahue

SECTOR ACUIFERO	Maitenlahue
REGIÓN	V Región de Valparaíso
Título	Informe Técnico N° 421. Área de restricción sector hidrogeológicos de aprovechamiento común del Yali
Fecha	Diciembre 2005
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (CIRH, papel-digital)
Contexto	disponibilidad de recursos explotables en sector de aprovechamiento común de Yali Bajo El Prado
Resumen general	Existen recursos disponibles para explotación (en base a derechos solicitados al 31 Dic 2004 y recarga media anual), pero por proximidad al humedal del Yali procede declarar área de restricción
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Zona de Yali bajo El Prado es adyacente a sector acuífero de Maitenlahue Regimen espluvial con 90% de lluvias entre May y Sep Aporte superficial escaso y ya comprometido, exige uso de recursos subterráneos Proximidad a Humedal del Yali (Reserva Nacional May '96, RAMSAR Dic '96) implica incorporar criterio de <p>Antecedentes técnicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Delimitación de zona a partir de informe APR Ingeniería 2001 (Área=041,6km²) Descripción hidrológica breve (red de drenaje natural) Descripción hidrogeológica en base a estudios anteriores. T=1000 a 2000m²/día; S=0,1. Existen formaciones con buenas condiciones de acuífero, y condiciones levantamiento de basamento y la cuña Pluviometría con 1 estación (Fundo Las Dos Puertas) con registros desde 1990 (PP media anual=468mm) Recarga media anual = Pmedia anual x coef. Infiltr. (5%) x área aportante = 298L/s. <p>Análisis</p> <ul style="list-style-type: none"> Demanda vigente al 31 Dic 2004 = 467L/s. Considerando factores de uso según peticionario = 121,5L/s Balance hídrico positivo Influencia en base a caudal acumulado, transmisividad, descenso permitido, tiempo a largo plazo y coef. Existe influencia en el humedal por descenso de la napa más de recomendable (30cm) producto de <p>Conclusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Se declara área de restricción por la influencia negativa en el humedal de El Yali
Falencias	

1.5.12 Sector acuífero Estero Las Cadenas

SECTOR ACUIFERO	Estero Las Cadenas (Área de Restricción)
REGIÓN	VI Región del L. B. O'Higgins
Título	Evaluación de los recursos hídricos subterráneos de la VI Región "Modelación hidrogeológica de los Valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca". Informe Técnico S.D.T. N° 209.
Fecha	Octubre 2005
Autor	Departamento de Administración y Recursos Hídricos.
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, digital)
Contexto	Cachapoal, Tinguiririca (Contiene Estero Las Cadenas) y Alhué se realiza una actualización de la demanda
Resumen general	Mediante el uso del software MODFLOW se modelan tres principales acuíferos de la VI Región.
Contenidos relevantes	<p>Introducción</p> <p>Se desea conocer los potenciales descensos en el escenario de los derechos ya otorgados y El modelo MODFLOW se utiliza para llevar a cabo la modelación considerando estratigrafía y pruebas de</p> <p>Metodología</p> <p>Se analiza y rellena la información pluviométrica para obtener las isoyetas medias anuales en la zona de Se definen las zonas acuíferos mediante información hidrogeológica. Se define y separan en tres zonas principales Cachapoal, Tinguiririca (contiene Estero Las Cadenas) y Alhué.</p> <p>Una vez que se posee la información de la demanda de derechos otorgados y comprometidos se obtienen los descensos pronosticados para cada acuífero.</p> <p>Conclusiones</p> <p>Con respecto a la modelación en el sector Las Cadenas Marchigue se concluye: Este sector presenta recarga superficial insuficiente para satisfacer la demanda de agua subterráneas. Los descensos en este sector según la simulación del escenario de la demanda total varían entre 10 m y 20 no existe estabilización de niveles de aguas subterráneas para la simulación del escenario de la demanda</p>
Falencias	Faltan Estratigrafías de los pozos no están en el informe ni en el anexo.

SECTOR ACUIFERO	Estero Las Cadenas (Área de Restricción)
REGIÓN	VI Región del L. B. O'Higgins
Título	Proyecto construcción de la obra denominada Embalse El Ciruelo
Fecha	2005
Autor	
Mandante	Sociedad Agrícola, Ganadera y Forestal S.A.
Fuente	DGA Central (CIRH, papel)
Contexto	
Resumen general	
Contenidos relevantes	No entrega información relevante
Falencias	

SECTOR ACUIFERO	Estero Las Cadenas (Área de restricción)
REGIÓN	VI Región L. Bernardo O'Higgins
Título	Informe Técnico N° 351. Área de restricción para el sector hidrogeológico o acuífero que afecta a la cuenca del valle de Marchigüe.
Fecha	Noviembre 2005
Autor	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Mandante	Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas)
Fuente	DGA Central (DGA línea, impreso-digital)
Contexto	Solicitud de área de restricción para sector acuífero Estero Las Cadenas-Marchigüe por parte de dos usuarios
Resumen general	Declaración de área de restricción de sector acuífero Estero Las Cadenas-Marchigüe en vista de evidencia de
Contenidos relevantes	<p>Antecedentes 2 usuario solicitan declarar área de restricción al sector acuífero por evidente riesgo de grave disminución de niveles</p> <p>Análisis técnico Polígono solicitado dentro de sector acuífero definido en Informe SDT209 que define cuatro subsectores, entre ellos Estero Las Cadena-Marchigüe Informe SDT 209 establece 800L/s como caudal neto explotable sustentable Derechos permanentes constituidos en subsector suman 1146,7L/s. Niveles en cuatro estaciones DGA muestran descenso sostenido desde 1990 Demanda vigente (30 Jun 2005) solicitada suma 5305L/s Balance hídrico revela que no pueden asignarse nuevos derechos permanentes sin afectar productividad Aclaración y rechazo a todas las oposiciones</p> <p>Conclusiones Declaración de área de restricción a la luz de antecedentes Se otorgan derechos provisionales del 25% de los derechos permanentes ya constituidos, es decir 958L/s</p>
Falencias	

2 ANTECEDENTES DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE ACUÍFEROS

Esta sección presenta los antecedentes usados para elaborar la metodología de clasificación de acuíferos, tanto consultados como aquéllos considerados más relevantes. En primer caso se menciona los documentos consultados, en segundo caso se detalla los casos más relevantes para el proyecto, y por último se realiza un análisis crítico de cada una de ellas.

2.1 Referencias usadas como antecedentes de la metodología

2.1.1 Títulos leídos, resumidos y sistematizados respecto a metodologías de clasificación de acuíferos

Passarella, G and Caputo, MC (2006). A methodology for space-time classification of groundwater quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, **115** (1-3), 95-117.

Babiker, IS; Mohamed, MAA and Hiyama, T (2007). Assessing groundwater quality using GIS. *Water Resources Management*, **21** (4), 699-715.

Stigter, TY; Ribeiro, L and Dill, AMMC (2006). Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agro-environmental policies - Two Portuguese case studies. *Journal of Hydrology*, **327** (3-4), 578-591.

Melloul, A and Azmon, B (1997). A graphic expression of salinization and pollution of groundwater - The case of Israel's groundwater. *Environmental Geology*, **30**, (1-2), 126-136.

González, L; Mardones, M; Silva, A y Campos, E (1999) Hidrogeoquímica y comportamiento del agua subterránea en la cuenca del río Claro, Región del Biobío, Chile. *Revista Geológica de Chile*, **26**, (2), 145-157

2.1.2 Títulos leídos y consultados respecto a metodologías de clasificación de acuíferos

Roseta-Palma, C (2002). Groundwater management when water quality is endogenous. *Journal of Environmental Economics and Management*, **44** (1), 93-105.

Nieto, P; Custodio, E and Manzano, M (2005). Baseline groundwater quality: a European approach. *Environmental Science & Policy*, **8** (4), 399-409.

Love, D; Hallbauer, D; Amos, A and Hranova, R (2004). Factor analysis as a tool in groundwater quality management: two southern African case studies. *Physics and Chemistry of the Earth*, **29**, 1135-1143.

Rosenbaum, MS; McMillan, AA; Powell, JH; Cooper, AH; Culshaw, MG and Northmore, KJ (2003). Classification of artificial (man-made) ground. *Engineering Geology*, **69** (3-4), 399-409.

Marsden, MW and Mackay, DW (2001). Water quality in Scotland: the view of the regulator. *Science of the Total Environment*, **265** (1-3), 369-386.

- Chadha, DK (1999). A proposed new diagram for geochemical classification of natural waters and interpretation of chemical data. *Hydrogeology Journal*, **7** (5), 431-439.
- Hernández-García, ME and Custodio, E (2004) Natural baseline quality of Madrid Tertiary Detrital Aquifer groundwater (Spain): a basis for aquifer management. *Environmental Geology*, **46** (2), 173-188.
- Roseta-Palma, C (2003). Joint quantity/quality management of groundwater. *Environmental & Resource Economics*, **26** (1), 89-106.
-

2.2 Resumen de metodologías evaluadas

La revisión bibliográfica realizada durante el proyecto respecto a metodologías de clasificación de acuíferos en cuanto a su calidad, arrojó resultados de publicaciones y trabajos que hacen referencia más bien a clasificaciones de la calidad de las aguas subterráneas, basándose en cálculos de índices y elaboración mapas de distribución espacial de éstos valores o parámetros evaluados. De este modo un acuífero puede recibir más de una clasificación de calidad, si es que presenta una variabilidad espacial en la calidad de sus aguas.

Se evaluaron cinco metodologías distintas, denominadas de aquí en adelante como: Italia, Japón, Portugal, Israel y clásica. Las cuatro primeras evalúan la calidad de las aguas de un acuífero, todas ellas desde un punto de vista espacial y algunas también analizando la evolución temporal de los parámetros involucrados. La última metodología, clásica, corresponde más bien a la aplicación de las técnicas hidrogeoquímica tradicionales para estudiar la composición y calidad de las aguas de un acuífero dentro de los estudios hidrogeológicos generales.

Las cinco metodologías evaluadas consideran parámetros químicos que normalmente se analizan en los monitoreos clásicos de aguas subterráneas. Las concentraciones de éstos parámetros son comparados con los valores máximos permitidos para aguas potables ya sea utilizando normativas o legislaciones de cada país, o utilizando los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud. En algunos casos se utilizan otros valores de concentración para diferenciar más rangos de clasificación desde “buena” a “mala” para cada parámetro, por ejemplo el Valor o Nivel Guía de la antigua legislación europea 80/778/EEC, o porcentajes de los valores máximos permitidos.

La Tabla 2.1 resume, para las metodologías evaluadas, los parámetros utilizados, los valores de referencia usados, y otras características como índices, espacialidad y temporalidad.

Tabla 2.1. Cuadro comparativo de las características de las metodologías evaluadas.

Metodología	Italia	Japón	Portugal	Israel	Clásica
<i>Parámetros que considera</i>	fijos	libres	libres	libres	fijos
<i>Parámetros utilizados</i>					
pH					X
Cond. eléctrica	X				X
Temperatura					X
Dureza	X				X
SDT					X
Cl	X	X	X	X	X
SO ₄	X	X	X		X
NO ₃	X	X	X	X	X
HCO ₃					X
Na		X			X
Mg					X
K					X
Ca		X	X		X
Fe	X				
Mn	X				
NH ₄	X				
<i>Valores de Referencia</i>					
Normativa OMS		X			
Legislación 80/778/EEC	X		X		
Propios				X	X
<i>Trabaja con mapas</i>	X	X	X		X
<i>Trabaja con índices</i>		X	X		X
<i>Trabaja con temporalidad</i>	X	X		X	
<i>Nº de Rangos de calidad</i>	5	9	9	5	
<i>Nº de Rangos de variabilidad temporal</i>	-	3	-	5	
<i>Nº Rangos de Calidad +Temporalidad</i>	5	-	-	9	

Esta tabla muestra que los estudios clásicos de hidrogeoquímica utilizan un mayor número de parámetros para las representaciones gráficas de la composición de las aguas y de seguimiento de la contaminación. Por el contrario las otras cuatro metodologías estudiadas utilizan un

número inferior de parámetros (entre 2 y 9), todos ellos comúnmente analizados en los monitoreos de calidad química de las aguas subterráneas (esencialmente elementos mayoritarios, incluyendo el Nitratos)

Para realizar los cálculos de los índices y mapas, siempre considerando el tipo de acuífero y contaminación que se esté estudiando, la metodología de Italia propone utilizar siempre los mismos parámetros, mientras que las metodologías de Japón, Portugal e Israel permiten la libre elección de parámetros.

Es importante destacar en este sentido, que solamente la metodología de Italia, así como las técnicas clásicas de hidrogeoquímica están pensadas para su aplicación en distintos sectores acuíferos, con distintas realidades y afectaciones, de modo que los resultados pueden ser utilizados para hacer comparaciones entre cuencas. Al contrario, las metodologías de Japón, Portugal e Israel son utilizadas para el estudio de unas áreas en particular, si bien las metodologías propuestas permitirían, eligiendo unos parámetros fijos, su aplicación para el estudio y comparación de contaminaciones entre cuencas distintas.

Las metodologías de Italia, Japón e Israel, realizan una evaluación de la evolución temporal de la calidad de las aguas. Este aspecto se considera fundamental como herramienta de gestión y fiscalización de la calidad química de un acuífero, ya que permite ver si una situación de calidad de un momento dado es producto de una contaminación que está en aumento o detrimento. Es decir si esta contaminación es presente y continúa en un determinado momento, o si las medidas de protección aplicadas a un sector acuífero están surgiendo efecto en la calidad de las aguas, o ver si existe remediación natural del acuífero, etc.

Los rangos de calidad o de evaluación de la variabilidad fluctúan entre 3 y 9 niveles. Sin embargo en el trabajo de Italia se presenta la discusión de que las clasificaciones con un gran número de rangos de calidad resultan en mapas difíciles de evaluar y que un número inferior de rangos puede permitir una mejor visualización de los resultados obtenidos. Es importante destacar en este sentido, que la metodología de Italia en su forma inicial contemplaba 9 clases de calidad de las aguas las cuales fueron reducidas finalmente a sólo 5 rangos.

Todas las metodologías, excepto la de Israel, resultan en mapas finales elaborados mediante una herramienta SIG de representación de los resultados de calidad de las aguas subterráneas. En algunos casos también la gran parte del tratamiento de datos se hace con esta herramienta lo que permite ir generando mapas temáticos de los distintos parámetros o índices calculados durante la aplicación de la metodología, los que pueden ayudar a una mejor gestión e identificación de la contaminación en un acuífero.

2.2.1 Metodología de Italia

Esta metodología ha sido revisada a partir de la publicación "A methodology for space-time classification of groundwater quality" de Passarella and Caputo (2006) donde se presenta un método para la clasificación de calidad de aguas subterráneas basada en las concentraciones de ocho parámetros considerados como los más significativos o representativos de las condiciones de calidad química natural y de sus modificaciones potencialmente inducidas por el hombre en las aguas subterráneas. Este método trabaja considerando las concentraciones máximas permitidas para las aguas de uso potable y con los mapas y herramientas de un Sistema de Información Geográfica. Así, los objetivos de este estudio fueron:

- Elaborar una herramienta capaz de determinar rápidamente la calidad química de las aguas subterráneas, clasificándolas en cinco categorías que representan las condiciones de un momento determinado (condición puntual) del acuífero. Los datos que se utilizan para ello proceden de una sola campaña de terreno y se representan y trabajan en una herramienta SIG.
- Diseñar una segunda herramienta para la metodología, que permita evaluar, mediante tres índices, el comportamiento de la calidad química del acuífero en los últimos años (evolución temporal), trabajando también los datos en un SIG.

La metodología propuesta, en este estudio, se aplicó en la planicie de Módena en el centro de Italia, que cubre un área de 580 km². Además esta metodología, y su forma original no modificada y corregida en esta publicación, también ha sido ampliamente aplicada en toda Italia.

Los ocho parámetros considerados por esta metodología como representativos de la calidad química de las aguas y de sus posibles afecciones antrópicas son parámetros habitualmente medidos en los monitoreos de la calidad química de las aguas, y que son de fácil determinación. Estos ocho parámetros son los siguientes, los cuales se clasifican en dos grupos:

- **Grupo 1, Parámetros físicos y químicos:** Dureza, conductividad eléctrica, y concentraciones de sulfatos y de cloruros.
- **Grupo 2, Sustancias indeseadas:** Concentraciones de nitratos, hierro, manganeso y amonio.

Otro parámetro considerado en el análisis de temporalidad de la calidad química de las aguas es la altura piezométrica como indicador del comportamiento hidrodinámico

Los distintos pasos que considera la metodología para la obtención de los mapas de calidad a partir del análisis de estos parámetros son los siguientes:

1) Limpieza y análisis de la base de datos:

Paso 1: Filtrar, organizar y analizar estadísticamente los datos:

Este paso busca eliminar anomalías macroscópicas y describir el comportamiento medio de cada uno de los ocho parámetros.

Para ello, los valores anómalos son ajustados si se reconoce alguna explicación para la anomalía (error en la medida, error en transcripción, medición fuera de escala, etc.) y en caso contrario el valor anómalo permanece en los sets de datos, esperando la fase del análisis espacial (puede deberse probablemente a perturbaciones de pequeña escala).

Paso 2: Implementación de técnicas variográficas para la extrapolación de los datos.

Para evaluar el comportamiento espacial de cada uno de los parámetros se utilizan técnicas de variografía. Éstas son herramientas geoestadísticas que, utilizando un acercamiento probabilístico permite obtener una estimación de la variabilidad espacial, usando como supuesto la continuidad espacial para cada una de las variables.

En esta aplicación la variografía evalúa, en su conjunto, cómo varía la concentración de un contaminante en dos locaciones cualesquiera como función de la distancia que las separa, ponderando por un factor la relevancia que se le da a una muestra dada. Numéricamente una función variográfica es calculada con unidades de distancia y es graficada con respecto a ésta.

En este estudio, el área fue discretizada (rasterizada) en celdas regulares de 200×200 m, y en cada uno de los nodos sin información, se utilizó el método de *Kriging* ordinario para estimar los valores de cada uno de los parámetros considerados en el estudio.

2) Clasificación de calidad de las aguas subterráneas:

Una vez que todos los datos han sido ordenados, cada punto de muestreo es clasificado según su calidad del agua. Para ello, se consideran los ocho parámetros evaluados, cuyas concentraciones se comparan con los valores de las concentraciones máximas permitidas (MAC) y los valores guía (GV) para el agua de uso potable fijados por la antigua normativa europea (80/778/EEC). La concentración de los valores guía (GV), no considerada en la legislación actual, indicaba una concentración máxima deseable para cada parámetro considerado.

El análisis para clasificar un agua se realiza en un primer momento clasificando la calidad de de los dos grupos de parámetros anteriormente descritos (Grupo 1 y Grupo 2), en las tres clases que se describen a continuación:

- **Clase A (óptimo):** este es el caso en que el parámetro con una peor calidad presenta una concentración menor que el GV. Las aguas subterráneas son adecuadas para fines de consumo sin ningún tratamiento, y es aceptable para la mayoría de los usos industriales y agrícolas.
- **Clase B (aceptable):** este es el caso donde en que el parámetro con una peor calidad presenta una concentración menor que el MAC pero mayor que el GV. Las aguas subterráneas son adecuadas para fines de consumo sin ningún tratamiento, con algunas limitaciones para el uso industrial y agrícola.
- **Clase C (pobre):** este es el caso en que el parámetro con una peor calidad presenta una concentración mayor que el MAC. Las aguas subterráneas no son adecuadas para

finés de consumo, y presentan limitaciones para otros usos. En el caso del Grupo 1, las aguas requieren un tratamiento específico, y en el caso que sea el Grupo 2 el que es clasificado como pobre, las aguas requerirán un tratamiento simple o avanzado de oxidación.

Así, la clasificación que obtiene cada grupo de parámetros es aquella que le otorga el parámetro con una peor calidad, considerando los valores MAC y GV para cada uno de ellos, según se presenta en la Tabla 2.2.

Posterior a la clasificación de cada uno de los dos grupos de parámetros, se realiza una clasificación general de la muestra, en la que se pondera de mayor manera las sustancias indeseadas (Grupo 2), ya que, en general, la presencia de tales sustancias en las aguas requiere una intervención más costosa, tanto desde un punto de vista estructural y como de gestión, a fin de que sea potable.

Tabla 2.2: Criterio de clasificación de la calidad de las aguas subterráneas

Classification criteria for groundwater quality								
Group 1 (chemical and physical parameters)				Group 2 (undesirable substances)				
TH (°F)	El.Cond. (mS/cm)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)	NH ₄ (µg/l)	
Parameters								
Class A Optimal	15 ^a ÷ 30 [*]	<1 [*]	<50 ^{**}	<50	<10 [*]	<50	<20	<50
Class B Acceptable	30 ^a ÷ 50	1 [*] ÷ 2	50 ^{**} ÷ 250	50 ÷ 200	10 [*] ÷ 50	50 ÷ 200	20 ÷ 50	50 ÷ 500
Class C Poor	>50	>2	>250	>200	>50	>200	>50	>500

^aMinimum recommended value.

^{*}Intermediate value between the Maximum Allowable Concentration (MAC) and the Guideline Value (GV) (DPR 236/88).

^{**}GV doubled.

La combinación de las tres categorías de clasificación de cada grupo, se obtienen nueve combinaciones, las cuales se dividen de modo de obtener cinco categorías de calidad posibles

para cada muestra. Estas combinaciones y clasificación general final, se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Esquema de clasificación general simplificado.

Scheme of simplified general classification	
Original*	Simplified
General classification	
A1 A2	Optimal
B1 A2	
C1 A2	Good
A1 B2	Acceptable
B1 B2	
C1 B2	
A1 C2	Poor
B1 C2	Very poor
C1 C2	

*Civita *et al.*, 1993.

3) Representación de los datos:

Una vez clasificadas las aguas, todos los resultados obtenidos hasta el momento son representados en mapas utilizando una herramienta SIG. Se generan distintos mapas en función del nivel de procesamiento de los datos. Así, se utilizan los siguientes cuatro niveles principales de clasificación:

Nivel 1 - Clasificación por parámetros:

El primer nivel de clasificación provee indicadores en la calidad de las aguas subterráneas respecto a cada uno de los ocho parámetros definidos. Este nivel produce cuatro mapas de clasificación relacionados a los parámetros físicos y químicos (Grupo 1) y cuatro relacionados a las sustancias indeseadas (Grupo 2).

Nivel 2 – Clasificación por grupos:

Este nivel se obtiene siguiendo las reglas de clasificación de los grupos de parámetros físicos y químicos y de parámetros indeseables, de modo que se obtienen dos mapas, uno para cada grupo, con las tres categorías de clasificación, óptima, aceptable y pobre.

Estos mapas se generan para cada campaña de monitoreo, pudiéndolos comparar entre ellos y evaluar su evolución temporal.

Nivel 3 – Clasificación general simplificada:

A partir de la superposición de los dos mapas del nivel 2 se obtienen 9 clasificaciones de las aguas, que a partir de clasificación de la Tabla 2.3 permiten generar un mapa con la clasificación general de las aguas. Se obtiene así una representación simplificada de las condiciones de calidad de las aguas subterráneas.

Nivel 4 – Clasificación Espacio-Temporal:

El último nivel de clasificación tiene como objetivo insertar la información temporal en la representación de la calidad de las aguas subterráneas, de modo de conocer la calidad promedio del agua en un período de tiempo definido y la tendencia en su evolución temporal. Para esto es necesario seguir los siguientes pasos:

- Asignar valores numéricos a cada una de las cinco categorías de calidad definidas en el Nivel 3, desde 1 (óptimo) a 5 (muy pobre).
- Obtener el “índice de posición” o valor promedio de celda (MCV), que se calcula a partir de la media aritmética de los valores numéricos asignados a los cinco rangos de clasificación anteriores. Este índice de posición se divide también en cinco rangos (Tabla 2.4).
- Obtener el “índice de tendencia”, calculando la pendiente de la recta que se obtiene al aplicar una regresión lineal a los valores obtenidos en el paso a). Luego se clasifica este valor en una escala que considera:
 - pendiente positiva (tendencia al incremento - empeorando)
 - pendiente negativa (tendencia decreciente - mejorando)
 - pendiente nula (tendencia constante - calidad estacionaria)

La combinación del los cinco rangos del índice de posición o calidad promedio, con los tres índices de tendencia por un período considerado, resultan en quince categorías de calidad espacio-temporal, los cuales se agrupan según indican las Tabla 2.4 y Tabla 2.5 resultando finalmente en otras cinco clasificaciones para la tendencia temporal de la calidad de las aguas.

Tabla 2.4: Clasificación espacio temporal.

Space-time classification				
Position index		Trend index ^a		
Value	Label	Worsening	Constant	Improving
$1.0 \leq \text{MCV} < 1.5$	Optimal	B	BB	BB
$1.5 \leq \text{MCV} < 2.5$	Good	BP	BB	BB
$2.5 \leq \text{MCV} < 3.5$	Acceptable	P	BP	B
$3.5 \leq \text{MCV} < 4.5$	Poor	PP	PP	BP
$4.5 \leq \text{MCV} \leq 5.0$	Very poor	PP	PP	P

MCV = arithmetic mean of the seasonal values of the quality indexes.

^aSlope of the linear regression line.

Tabla 2.5: Descripción de códigos espacio temporales utilizados en la metodología.

Space-time codes description		
Code	Position	Trend
BB	Optimal	Constant or improving
	Good	Constant or improving
B	Optimal	Worsening
	Acceptable	Improving
BP	Good	Worsening
	Acceptable	Constant
	Poor	Improving
P	Acceptable	Worsening
	Very poor	Improving
PP	Poor	Constant or worsening
	Very poor	Constant or worsening
NA	Not available	

De esta etapa se obtiene un mapa de clasificación general simplificado, que refleja la calidad de las aguas subterráneas considerando las variaciones temporales, relevantes a la hora de determinar las zonas de riesgo.

2.2.2 Metodología de Japón

Esta metodología ha sido revisada a partir de la publicación "Assessing groundwater quality using GIS" de Babiker *et al.* (2006), donde propone el uso de un índice de calidad de las aguas subterráneas basadas en un SIG (GQI, *Groundwater Quality Index*), de modo de sintetizar la información disponible de calidad química de las aguas (como Cl⁻, Na⁺, Ca²⁺) indexándolos numéricamente en un formato fácilmente entendible, comparable con los valores de la norma de la OMS para las aguas potables e incorporando el aspecto de la variación temporal.

La metodología propuesta es aplicada en la cuenca aluvial de Nasuno, Tochigi, Japón, donde se ha trabajado con datos químicos estacionales (con cuatro estaciones en primavera, verano, otoño, invierno) de las aguas recolectada de 50 pozos de agua en un área de 400 km² de superficie.

Para el índice de calidad de las aguas en este estudio se consideraron siete parámetros Cl, Na, Ca, Mg, SO₄, NO₃ y Sólidos disueltos totales (SDT), para el índice de calidad GQI. De todas formas la metodología permite la utilización de un número de parámetros es ilimitado.

Los pasos que se realizan para la aplicación de esta metodología son los siguientes:

Análisis Espacial con SIG

Para el estudio de la variabilidad espacial de los parámetros físico-químicos evaluados se emplea un software de SIG. En esta etapa se georeferencia tanto la topografía como los datos químicos muestreados, estos últimos se incluyen como puntos que contienen la información de las concentraciones de cada temporada. En este caso se trabajó con celdas de 50×50 m.

Para la representación gráfica de los valores en un mapa, es necesario contar con valores de las concentraciones de contaminantes continuas en función del espacio. Tomando en cuenta que los constituyentes químicos en las aguas subterráneas están en la mayoría de los casos,

especialmente correlacionados, se hace importante realizar una buena interpolación de los datos en el área de estudio.

Elaboración del Mapa Primario I

Los mapas de concentraciones de cada parámetro se representan en el Mapa Primario I. Este mapa se construye a partir de los datos puntuales de cada parámetro utilizando la interpolación de *Kriging*. Este método es un modelo de aproximación geoestadística, que en vez de utilizar una ponderación de los datos en función del inverso de la distancia, se sustenta en la estructura de la correlación espacial para determinar el peso de los valores. Esta es un modelo de aproximación riguroso al determinar los valores de un punto sin dato a través de la correlación entre los puntos con información.

De esta forma se otorga un valor de concentración de cada parámetro a cada celda de 50x50, y se obtiene el Mapa Primario I.

Mapa Primario II

El objetivo es relacionar los datos con una normativa universal, y para ello, las concentraciones medidas o calculadas en cada celda del Mapa Primario I, se relacionan con los datos de la norma de la OMS.

Así, la medida de concentración de cada celda, X' , entregada en el Mapa primario I se relaciona con la medida deseada, en base a los parámetros de la OMS, X , usando el índice de diferencia normalizada.

$$C = \frac{X' - X}{X' + X}$$

Los valores de C obtenidos para cada parámetro evaluado son graficados en el Mapa Primario II. Este índice de contaminación tendrá para cada píxel un valor de rango entre -1 y +1, dando una idea de los sectores en que se aproxima y aleja al cumplimiento de la norma, con cotas inferior y superior.

Mapa de rangos

El índice de contaminación (mapa primario II) es calificado entre 1 y 10 para generar el mapa de rangos. La calificación 1 indica un impacto mínimo sobre la calidad de las aguas

subterráneas, en tanto que la calificación 10 indica el máximo impacto. El índice correspondiente al nivel mínimo de contaminación (-1) se calificó igual a 1, el nivel medio (0) se calificó igual a 5 y el nivel máximo (1) se calificó igual a 10. La siguiente función polinómica, puede ser utilizada para calificar los niveles de contaminación C de cada píxel entre 1 y 10:

$$r = 0,5 \times C^2 + 4,5 \times C + 5$$

Donde C corresponde al valor del índice de contaminación para cada celda, y r a la calificación dentro del mapa de rangos. El mapa de rangos es análogo al Mapa Primario II.

Índice de Calidad de Aguas Subterráneas (GQI)

Este índice GQI se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CQI = 100 - \frac{(r_1 \times w_1 + r_2 \times w_2 + \dots + r_n \times w_n)}{N}$$

donde:

r_i = la calificación dentro del mapa de rangos (1 – 10) del parámetro i

w_i = el objetivo de w es asignarle un mayor peso a aquellos parámetros que tienen un potencial efecto negativo a la salud, se considera el (promedio de r) + 2 ($r \leq 8$). Para la mayoría de los parámetros se considera como el “promedio de r ”.

N = número total de parámetros utilizados en el análisis.

De esta forma se obtiene un índice cuyos valores fluctúan entre el 1 (mala calidad) y 100% (buena calidad) y que pueden ser representados en un SIG. En el caso aplicado que se presenta se han considerando 9 clases de calidad de las aguas subterráneas, de 0 a 10%, de 10 a 20%, de 20 a 30%, y así hasta el último rango de índice >80%. Se considera que la calidad mínima alcanza hasta el índice del 20-30% inclusive, la calidad media corresponde al rango del índice entre el 60-70%, y la alta calidad se encuentra cuando el valor es >80%.

Este índice GQI tienen la ventaja de que considera distintos parámetros al mismo tiempo, que el impacto individual de cada uno de ellos es reducido, y que el número de parámetros a considerar es ilimitado.

GQI Potencial

Considerando que:

- 1.- Mucho de los parámetros de calidad del agua son espacialmente invariables, implicando que ellos contribuyen muy poco a la variación del GQI en un área determinada; y que
- 2.- La mayoría de los constituyentes en el agua subterránea están espacialmente correlacionados, lo que implica duplicación e incrementa la probabilidad juicios erróneos,

Se sugiere un método más objetivo para seleccionar la mejor combinación de parámetros a considerar en el GQI, que pueda mostrar mejor la calidad química de las aguas subterráneas. Así, se propone la utilización del Factor de Índice Óptimo (OIF) que se utiliza para seleccionar la combinación óptima de parámetros de tres mapas de rangos que contengan la mayor cantidad de información (más alta suma de desviaciones estándar) y presenten las menores duplicaciones (mínima correlación entre pares de mapas).

El cálculo del OIF se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$OIF = \frac{SD_i + SD_j + SD_k}{Corr_{i,j} + Corr_{j,k} + Corr_{i,k}}$$

donde

i, j, k = tres mapas de rangos cualesquiera.

SD_i = desviación estándar de datos i .

$Corr_{i,j}$ = coeficiente de correlación entre datos i y datos j .

Variabilidad estacional de la calidad del agua subterránea y sustentabilidad del uso del agua

Se realiza una estimación del grado de variación temporal de la calidad de las aguas subterráneas, para luego integrarlo con el resultado de GQI. Esto ayuda a delinear las áreas con calidad de las aguas relativamente estables. Para esto se siguen los siguientes pasos:

Se calcula el coeficiente de variación para cada parámetro de calidad química, que ha sido medido en los puntos de monitoreo por lo menos durante 3 estaciones al año, siendo ésta una medida de la variabilidad en el tiempo y espacio expresada como:

$$V_n = (SD/mean) * 100$$

donde:

SD = desviación estándar

mean = promedio de los valores del parámetro en los pozos

Para cada punto de muestreo se calcula posteriormente la variación total (*V*) a través de la siguiente sumatoria:

$$V = \sum_{n=1}^N V_n$$

donde:

V_n = es el coeficiente de variación del parámetro *n*

N = número total de parámetros

Posteriormente se genera un mapa de variabilidad temporal a partir de los puntos con información, utilizando la técnica de interpolación para el resto del área. Los rangos considerados para este mapa son tres, un valor inferior al 15% corresponde a una variabilidad baja, entre 15 y 30% a una variabilidad media y un valor superior al 30% indica una variabilidad alta.

Este mapa se es analizado con el GQI, considerando que la sustentabilidad del uso del agua aumenta cuando aumenta la calidad del agua (Mapa GQI) y disminuye su variabilidad (Mapa Variabilidad).

Análisis de sensibilidad

Posteriormente se propone realizar un análisis de sensibilidad capaz de determinar aquellos puntos con errores o perturbaciones más sensibles de modo de poner especial atención en los mapas de entrada de datos y obtener mapas de salida más confiables para elaborar mejores conclusiones.

2.2.3 Metodología de Portugal

Esta metodología ha sido revisada a partir de la publicación "Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agro-environmental policies - Two Portuguese case studies" de Stigter et al. (2006) donde se desarrolla un análisis multivariado para crear un Índice de la Calidad de las Aguas Subterráneas (GWQI) y un índice de composición de las aguas subterráneas (GWCI), como instrumentos de monitoreo de la contaminación en las aguas subterráneas.

El caso que se presenta en este estudio busca monitorear contaminación agrícola en la Campina de Faro y la Campina da Luz en el sur de Portugal. De ninguna forma esta metodología se encuentra restringida a esta causa de contaminación.

En este sentido, los parámetros que pueden utilizarse son libres y dependerán de diversos factores, como el propósito del índice, la importancia del parámetro y la disponibilidad de datos. En los dos casos de estudio presentados se han considerado solamente los parámetros de Ca, Cl, SO₄ y NO₃.

A partir de esta metodología se crean mapas índices, que proporcionan una imagen completa del problema de contaminación, siendo fácilmente interpretables para la gente fuera del dominio científico.

Las concentraciones límite utilizadas en esta metodología se basan en los parámetros máximos permitidos (MAC) para las aguas potables y de los parámetros guía (GV) fijados por la antigua legislación europea 80/778/EEC, los últimos inexistentes hoy en la ley europea y tampoco en la norma chilena.

La metodología propuesta funciona a partir de la consecución de los siguientes pasos descritos:

1) Clasificación de los parámetros involucrados:

Los distintos parámetros que se utilizan son distribuidos en tres categorías del GWQI, sobre la base de las directrices y normativas de las concentraciones máximas o recomendadas para el agua potable.

La primera categoría corresponde a las concentraciones por debajo del nivel guía (GL), mientras que la tercera categoría tiene concentraciones por encima de la concentración máxima admisible (MAC), definido por la norma correspondiente. La segunda categoría corresponde a las concentraciones entre el valor de MAC y GL.

Luego se realiza el procedimiento de normalización, mediante la aplicación de una simple codificación binaria: 1 si la muestra pertenece a una clase, 0 si no. La Tabla 2.6 ilustra un ejemplo para el procedimiento con el parámetro nitrato, cuya GL y MAC son 25 y 50 mg/L, respectivamente:

Tabla 2.6: Estandarización del procedimiento para el nitrato.

Table 2 Standardisation procedure for nitrate				
Sample no.	NO ₃ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻		
		≤GL	GL–MAC	>MAC
1	31	0	1	0
2	135	0	0	1
3	6	1	0	0
etc.				

GL = guide level, MAC = maximum admissible concentration.

2) Análisis del factor de correspondencia y obtención del índice GWQI

En el paso siguiente se definen dos muestras estándares de calidad de agua: una de muy alta calidad y otra de muy baja calidad. La primera, debe presentar todos sus parámetros con valores en la primera categoría anteriormente mencionada, es decir con todas sus

concentraciones debajo el valor de GL. La muestra de baja calidad debe presentar todas sus concentraciones ubicadas en la tercera categoría, superiores al valor de MAC.

Posteriormente, estos estándares son agregados al listado de valores de todas las muestras y son procesados mediante una rutina estadística llamada análisis del factor de correspondencia (CFA).

Esta rutina estadística pertenece a un grupo de métodos de extracción de factores, cuyo principal objetivo es descubrir los patrones de relaciones dentro de un conjunto de datos. Esto se realiza básicamente por la reordenación de los datos en un pequeño número de “componentes” o “factores” no-correlacionados que son extraídos de los datos por transformaciones estadísticas. Esas transformaciones implican la diagonalización de alguna especie de matriz de similitud de los parámetros, como lo es la de correlación o la de varianza-covarianza. Cada factor describe una cierta cantidad de varianza estadística de los datos analizados y se interpreta según los parámetros intercorrelacionados. La principal ventaja del CFA es que la simetría se confiere a la matriz de datos, lo que permite el estudio simultáneo de las correlaciones dentro y entre variables y muestras.

En el presente caso, la diagonalización se realiza únicamente en la matriz de similitud de las dos muestras estándar, definidas anteriormente, ya que esto da lugar a la extracción de un único vector propio explicando el 100% de la varianza de los datos y oponiendo diametralmente las muestras con alta y baja calidad.

Posteriormente, las muestras de agua reales (no estándar) son proyectadas ortogonalmente en el factor de extracción, a fin de definir el grado de asociación entre éstas, y los dos valores estándar de calidad. Las puntuaciones resultantes corresponden a los 9 valores del índice GWQI que oscilan entre el -1 (alta calidad) y 1 (baja calidad) y son números racionales discretos (ver Tabla 2.7). Aunque el proceso puede parecer complicado a primera vista, su aplicación es en realidad bastante sencilla y supone una relativamente baja cantidad de procesamiento de datos. La rutina CFA en su totalidad se ejecuta en el mismo software, en donde la proyección ortogonal (y el cálculo de índices) puede ser expresada matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$F_i = \frac{1}{p\sqrt{\lambda}} \sum_{j=1}^m \delta_j L_j$$

donde:

F_i = puntuación del índice GWQI de la muestra i

p = número de parámetros envueltos en la construcción del índice

λ = factor del valor propio

δ_j = código booleano ($\delta_j = 1$ si muestra pertenece a la categoría del parámetro j , $\delta_j = 0$ si no)

L_j = factor de de carga de la categoría j

m = número de categorías (=3p)

En la siguiente la Tabla 2.7 se presenta los distintos valores del GWQI, siendo éste determinado a partir de cuatro variables o parámetros. La tabla indica cuales límites de categoría (GL o MAC) y en qué cantidad se exceden para cada valor dado del GWQI. En los extremos, encontramos el valor de -1 que indica que no se rebasan las normas de calidad, ni el GL ni el MAC; en el otro extremo el valor de +1 representa el más alto nivel de contaminación, cuando los cuatro parámetros considerados superan el MAC

Tabla 2.7: Posibles explicaciones de las calificaciones de GWQI.

Index	Number of quality standards exceeded by the four variables
- 1.00	0
- 0.75	{1var > GL}
- 0.50	{2var > GL} or {1var > MAC}
- 0.25	{3var > GL} or {1var > GL and 1var > MAC}
0.00	{4var > GL} or {2var > GL and 1var > MAC} or {2var > MAC}
0.25	{2var > MAC and 1var > GL} or {1var > MAC and 3var > GL}
0.50	{3var > MAC} or {2var > MAC and 2var > GL}
0.75	{3var > MAC and 1var > GL}
1.00	{4var > MAC}

var = variable, GL = guide level, MAC = maximum admissible concentration.

4) Elaboración del mapa con el Ground Water Quality Index (GWQI)

Luego de obtener los valores del GWQI para cada una de las muestras, puede elaborarse un mapa con estos resultados, utilizando el algoritmo de interpolación del *ordinary kriging* (OK), basado en el análisis estructural de la distribución espacial del índice en cada área de estudio.

3) Elaboración del índice de composición de las aguas GWCI:

Además del índice GWQI se elabora el índice de composición de las aguas GWCI, para el cual también es necesario parametrizar las categorías. Éste se elabora del mismo modo que el índice GWCI pero mediante la redefinición de los límites de categorías; es decir, se substituyen los valores de GL y MAC de cada parámetro por el primer tercil de 33,3% y el segundo tercil de 66,7%, respectivamente.

De esta manera, se confiere a este índice un máximo potencial de diferenciación, ya que para cada parámetro sus datos se encuentran distribuidos uniformemente a lo largo de las tres clases.

Posteriormente debe realizarse también para este índice la rutina CFA, para obtener los resultados entre valores de -1 y +1.

Los valores de los terciles utilizados en el ejemplo de la publicación se presentan en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8: Definición de las clases para la construcción de GWQI y GWCI.

	GWQI			GWCI		
	Class 1 HQ (\leq GL)	Class 2 GL-MAC	Class 3 LQ ($>$ MAC)	Class 1 HQ (\leq P33%)	Class 2 (P33% – P67%)	Class 3 LQ ($>$ P67%)
NO ₃ ⁻	\leq 25	25–50	$>$ 50	\leq 60	60–133	$>$ 133
SO ₄ ²⁻	\leq 25	25–250	$>$ 250	\leq 73	73–165	$>$ 165
Cl ⁻	\leq 25	25–250	$>$ 250	\leq 134	134–259	$>$ 259
Ca ²⁺	\leq 100	100–200	$>$ 200	\leq 146	146–200	$>$ 200

Units are mg/l.
 HQ = highest quality, LQ = lowest quality, GL = guide level, MAC = maximum admissible concentration, P33% = 33.3% data percentile (1st tercile), P67% = 66.7% data percentile (2nd tercile).

5) Elaboración del mapa con el Ground Water Composition Index (GWCI)

Del mismo modo que para el índice anterior, con el GWCI puede también elaborarse un mapa de categorías a partir del algoritmo de interpolación *ordinary kriging* (OK).

En este caso, dado que se han utilizado los datos de terciles como límites de categoría, las limitaciones presentadas por el GWQI, como la baja resolución espacial y la dificultosa distinción entre zonas más gravemente afectadas por la contaminación, son superadas.

El índice GWCI, el lugar de indicar una calidad absoluta del agua, refleja el grado de modificación de la composición de las aguas subterráneas desde su estado natural. La distribución de las muestras con respecto a los valores de GWQI es bastante aplanada y uniforme, que es una consecuencia lógica de la definición del índice.

Con este índice el valor de -1 representa las aguas subterráneas que se encuentran en un estado más natural y menos contaminado, mientras el valor +1 refleja el más extremo nivel de contaminación.

El mapa GWCI muestra el patrón espacial de alteración de las aguas subterráneas. Estos mapas tienden a ser muy precisos, debido a que las variaciones locales son claramente

visibles. Tanto la resolución espacial y la potencial diferenciación se incrementa sustancialmente en relación con los mapas GWQI.

6) Análisis Comparativo de los índices y mapas de GWQI y GWCI

Tanto el GWQI y el GWCI tienen ventajas y limitaciones, ajustándose cada uno a un fin específico.

El GWQI supervisa el impacto de las fuentes contaminantes sobre la calidad absoluta de las aguas subterráneas, midiendo la calidad de agua respecto a la normativa vigente y, por tanto, directamente evalúa su potabilidad. Los mapas resultantes, al ser fácilmente interpretables, podría servir como herramienta de comunicación para informar a la población local, así como organismos gubernamentales de medio ambiente y la agricultura acerca de los problemas de calidad del agua.

El objetivo de GWCI es exponer el impacto relativo de las fuentes contaminantes en la composición de las aguas subterráneas, distinguir rápidamente las zonas más afectadas. Entonces, podría posiblemente servir en combinación con la GWQI, como un instrumento útil de supervisión para las políticas ambientales, ya que estas políticas requieren constantes registros de las tendencias espaciales y temporales en la calidad del agua.

2.2.4 Metodología de Israel

Esta metodología ha sido revisada a partir de la publicación "A graphic expression of salinization and pollution of groundwater. The case of Israel's groundwater," de Melloul and Azmon (1997) que considera un método de clasificación de la contaminación de aguas subterráneas sobre la base de los principales componentes de la calidad de las aguas subterráneas y de la correspondiente situación hidrogeológica-ambiental de acuífero. Además, este análisis se realiza a partir de la evolución temporal de los parámetros considerados.

Así esta metodología considera que el crecimiento de la contaminación en los acuíferos está controlado por cuatro factores principales que son:

- La situación hidráulica del acuífero (confinado, libre, somero).
- Magnitud de la explotación de las aguas subterráneas (si existe disminución de los niveles freáticos, conos de depresión, etc.).

- Intrusión salina en acuíferos costeros producto de la explotación.
- Extensión de los dominios hídricos superficiales (ríos, lagos, embalses, etc.) conectados con los acuíferos y que presentan contaminación.

Se supone que la contaminación de las aguas subterráneas, en cualquier situación hidrogeológica puede ser expresada gráficamente. De todos modos, el análisis final de esta metodología se hace en base a una tabla de resultados y no a un gráfico o mapa de calidad de las aguas.

En esta publicación se muestra una aplicación de la metodología para estudiar la contaminación del acuífero costero de Israel, que se extiende a lo largo de la costa mediterránea aproximadamente 120 km y entre 5 y 15 km hacia el interior. Este acuífero presenta problemas de salinización de las aguas por intrusión salina y por la agricultura intensiva que se realiza sobre él.

La metodología de trabajo propuesta para evaluar la calidad de las aguas de un acuífero se realiza siguiendo los siguientes pasos:

1) Análisis de la situación:

Se realiza una presentación de las diferentes fuentes de contaminación y de la complejidad del proceso de contaminación de las aguas subterráneas.

2) Selección de parámetros que representan la contaminación:

Se realiza una selección de los parámetros que potencialmente contribuyen a la salinidad y a la contaminación. En el caso de estudio presentado, los cloruros son considerados como representantes de la salinidad, debido a sus propiedades altamente conservativas y su relación directa con el total de sólidos disueltos (TDS). Los nitratos, aunque no conservativos, se utilizan aquí como un índice de contaminación antrópica principalmente de la agricultura intensiva y la eliminación de aguas residuales domésticas.

3) Selección de puntos de monitoreo:

Se realiza una selección de pozos de observación que caractericen lo siguiente: a) los diversos medios acuíferos (arenisca, caliza, etc.), b) la situación hidráulica del acuífero (freático o

confinado), c) su proximidad a las principales fuentes de contaminación (por ejemplo, la línea de costa, los arroyos contaminados, etc.), y/o cercanía a zonas del acuífero costero sometido a un alto estrés de manejo.

4) Representación gráfica de los resultados:

Para cada parámetro seleccionado como característico de la contaminación que se está estudiando se representa su evolución de la concentración versus tiempo. Estos gráficos son los que denomina esta metodología como parametrógrafos, y de los cuales se hace el análisis de la evolución de la contaminación evaluando los niveles promedio, las tendencias, y las "etapas", que representan cambios a largo plazo en estos componentes evaluados.

Para el caso de estudio que se presenta en la publicación se elaboraron los denominados clorógrafos y nitrógrafos, que presentan las concentraciones de Cl y NO₃ en función del tiempo y que se muestran como ejemplo en la Figura 2.1. Éstos se realizan para un número representativo de pozos del acuífero.

Tabla 2.9: Base de datos hidrogeológicos de los pozos

Table 1
Hydrological well data base

Well no.	Well name	Aquifer age ^a	Hydraulic situation ^b	Porous media ^c	Distance ^d	Depth (m)	Water level (m) ^e
PL1	Nahsholim C	Pl	ph	gr	0.5	21	- 1.0
PL2	Kfar Vitqin H	Pl	ph	gr	[0.3]	60	4.60
PL3	Zakif	Pl	ph	gr	10	80	2.80
PL4	Migdal 14	Pl	ph	gr	4.0	161	2.35
PL5	Netania 30	Pl	ph	gr	1.0	86	2.83
LC1	Tamar 3	LC	co	gr		398	- 265
LC2	Tamar 9	LC	co	gr		450	-260
LM1	Ein-Karem 2	LCe	ph	lm		412	470
LM2	Eshtaol 7	LCe	co	lm		1226	20
LM3	Ein-Karem 6	LCe	ph	lm		172	425
LM4	Hartuv 4	CeT	co	lm		631	15
LMC1	Usha 4	Eo	ph	lmc		82	10
LMC2	18-18/25 A'	Eo	ph	lmc		140	150

^a Geological age of the aquifer: Eo, Eocene; Pl, Pleistocene; CeT, Cenomanian-Turonian; LCe, Lower Cenomanian; LC, Lower Cretaceous
^b ph, phreatic; co, confined
^c Lithology of aquifer rocks: gr, granular; lm, limestone; lmc, chalky limestone

^d Distance from the Mediterranean seashore in km, relevant to the coastal aquifer wells [0.3] Distance from the bed stream in km
^e Approximate water level, above sea level, between the years 1979-1988

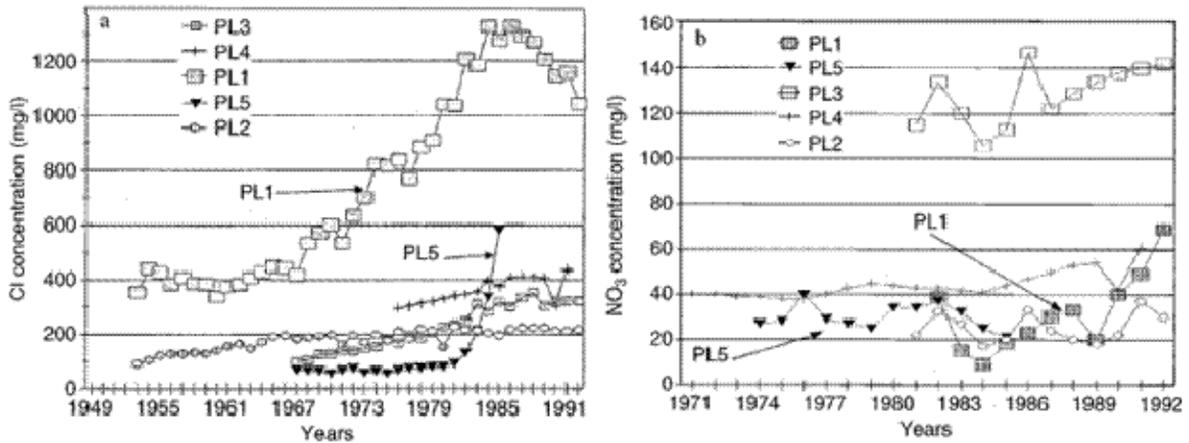


Figura 2.1: a) Clorógrafo y b) Nitrógrafo de los pozos localizados en la parte central del acuífero de Israel

Este tipo de gráficos puede considerarse como una herramienta complementaria para el control de calidad de las aguas subterráneas y una mejor comprensión de situaciones a las cuales está sometido.

5) Análisis de los parametrógrafos:

Para realizar el análisis de estos gráficos, las concentraciones de los parámetros evaluados son comparadas respecto a cinco niveles de concentración arbitrarios con respecto a los valores deseados o máximos permitidos por legislación vigente para las aguas de uso potable. Así para cada parámetro evaluado se realiza la siguiente clasificación de su concentración:

- Nivel muy bajo (VL): Las concentraciones son inferiores al 25% de los valores deseados;
- Nivel bajo (B): Las concentraciones están entre el 26% y los valores marcados por la legislación vigente.
- Nivel medio (M): Los valores están entre el valor deseado y hasta un 25% por encima de éstos.
- Nivel alto (H): Las concentraciones son un 26% mayor o más que los valores máximos deseados para las aguas potables.
- Nivel Fluctuante (F): Cuando en el período de tiempo considerado las concentraciones son muy oscilantes, entre valores máximos y mínimos.

Para el caso de estudio presentado los valores de cloruros y los nitratos, considerados como valores deseados fueron 300 mg/L y 60 mg/L, respectivamente.

6) Análisis de las tendencias temporales:

Las tendencias de la evolución temporal de los parámetros químicos que considerados se analizan también sobre la base de cinco niveles arbitrarios de comportamiento. Su análisis se realiza desde el punto de vista del incremento en las concentraciones que afectan a los compuestos contaminantes. Los niveles de clasificación los siguientes:

- Tendencia muy baja (VL): la tasa de incremento está por debajo de 1 (mg/L)/año.
- Tendencia baja (L): la tasa de incremento está entre 1 y 2 (mg/L)/año.
- Tendencia media (M): la tasa de incremento está entre 3 y 5 (mg/L)/año.
- Tendencia alta (H): la tasa de incremento es superior a los 5 (mg/L)/año.

- -Tendencia fluctuante (F): no existe una evidente tendencia en la calidad de las aguas subterráneas.

7) Clasificación de la calidad de las aguas subterráneas:

Se realiza un análisis de los resultados obtenidos y un acercamiento inicial hacia la clasificación de calidad de las aguas subterráneas a partir del análisis simultánea de:

- i) la variación espacial de los grados de contaminación,
- ii) la matriz del acuífero (mineralogía, granulometría, etc.),
- iii) la situación hidráulica (acuífero confinado o freático),
- iv) las características representadas en los parametrógrafos.

Con esta información se realiza una clasificación arbitraria, la cual se presenta en forma de tabla de resultados pero no se representa gráficamente.

Para el caso de aplicación de la metodología en Israel, a partir del análisis de los clorógrafos y nitrógrafos y considerando contexto hidrogeológico del acuífero se obtuvieron nueve tipos principales de contaminación de las aguas subterráneas (T1-T5, T1p, T2p, T4p y T5p). Estos se presentan en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10: Clasificación de las aguas para el caso de estudio del acuífero costero de Israel.

Table 2
Classification of chlorographs and nitrographs of groundwater

Ground-water types	Well no.	Figure no.	Salinity (Cl ⁻)			Pollution (NO ₃)		Hydrological situation
			d Stages	a	c	b	c	
				Levels	Trend	Levels	Trend	
T1	PL5	4a, 4b	2	L-H	F-H	L	L	In proximity to seashore
T1p	PL1	4a, 4b	2	M-H	F-H	M-H	H	In proximity to seashore and fish ponds
T2	PL2, PL4	4a, 4b	1	L-M	M	M	F-M	Inland, near stream, in a high-stressed management area
T2p	PL3	4a, 4b	1	L-M	M	H	H	Similar to T2, but in a more polluted area
T3	LC1, LC2	5a, 5b	2	H-H	F-H	VL-L	F-L	Deep confined sandstone aquifer
T4	LM1, LM2	6a, 6b	1	VL-L	F	VL	F	Limestone aquifer in unstressed area
T4p	LM3, LM4	6a, 6b	1	VL-L	F	VL-L	F-L	Similar to T4, but in a more karstic aquifer
T5	LMC1	7a, 7b	1	M	F	M	L	Chalky limestone aquifer
T5p	LMC2	7a, 7b	1	VL	F	M-H	F	Similar to T5, in a faulty area

^a Levels of chloride (in mg/l): VL - very low, (<100); L - low, (<250); M - medium, (251-600); H - high (>600)
^b Levels of nitrate in (mg/l): VL - very low, (<10); L - low, (10-20); M - medium, (20-45); H - high, (>45)
^c Trends for chlorides and nitrates in (mg/l/year): F - fluctuating; L - low, (<2); M - medium, (2.1-6); H - high, (>6)
^d Stages are considered only for Cl parameter

En general la descripción de las distintas categorías de contaminación que se han definido para este caso de estudio son las siguientes:

- - Categorías T1 y T1p: caracterizan el comportamiento de la calidad del agua subterránea en los acuíferos costeros que se encuentran bajo la gestión de estrés y cerca de la línea de costa. El rango T1p presenta además una mayor contaminación producida por la agricultura.
- - Categorías T2 y T2p: caracterizan la contaminación de las aguas subterráneas en pozos ubicados en el acuífero costero de areniscas y situados a una distancia considerable de la costa. El rango T2p presenta también una mayor contaminación producida por la agricultura.
- - Categorías T3: caracteriza la salinización producida en un antiguo y profundo acuífero de areniscas que se encuentra generalmente confinado.

- - Categorías T4 y T4p: caracterizan el comportamiento de la calidad de las aguas subterráneas en un acuífero carbonatado. El rango T4p presenta también una mayor contaminación producida por la agricultura.
- - Categorías T5 y T5p: caracterizan el comportamiento de la calidad de las aguas subterráneas en un medio calcáreo, profundo y poroso, que generalmente se encuentra debajo del acuífero YT. El rango T5p presenta también una mayor contaminación producida por la agricultura.

2.2.5 Técnicas “clásicas” de estudios hidrogeoquímicos

Para la evaluación y comparación de las metodologías anteriormente detalladas, se presenta a continuación el resumen de la publicación "*Hidrogeoquímica y comportamiento del agua subterránea en la cuenca del río Claro, Región del Biobío, Chile*" de González *et al.* (1999) la cual representa un ejemplo de aproximación clásica al estudio de la hidrogeoquímica de los acuíferos con el objetivo de evaluar la calidad y composición de las aguas y entender el funcionamiento hidráulico del acuífero.

En los estudios de hidrogeoquímica se asume que la calidad química del agua subterránea está determinada por el tipo y cantidad de sustancias disueltas en la misma. Así, el conocimiento de la composición química de las aguas y su distribución espacial en los acuíferos define la idoneidad de la localización de pozos para la explotación de agua para el consumo humano. Además estos estudios aportan información acerca de la dirección y extensión de los sistemas de flujo subterráneos.

Este estudio que se presenta fue desarrollado en la cuenca del río Claro en la Región del Bio Bio, Chile. Para ello se analizaron químicamente 24 muestras de agua subterránea de pozos y 3 muestras del agua fluvial, para un área estimada de 595 km².

Los parámetros considerados para este estudio fueron los siguientes:

- a) Parámetros para la piezometría: Cota topográfica (msnm), Profundidad nivel piezométrico (m),
- b) Parámetros físico-químicos: pH, Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sólidos Disueltos Totales (mg/L), Dureza (mg/L de CaCO₃)

- c) Concentraciones de elementos mayoritarios en meq/L: HCO₃, SO₄, Cl, Na, Ca, Mg.
- g) Concentraciones de elementos mayoritarios y minoritarios en mg/L: Cl, K, Fe, NO₃, SiO₂.
- h) Índices y Razones químicas: rMg/rCa, rCl/r<HCO₃, rNa/rCl, Índice de Intercambio de Base (ICB).
- j) Relación de Adsorción del sodio (SAR).

Además de estos parámetros se realiza una recopilación de antecedentes y datos hidrogeológicos para caracterizar el área en función de su geológica, régimen de lluvias, infiltración de aguas al acuífero, etc. y realizar un estudio hidrogeológico clásico del sector.

Con los datos químicos analizados se realiza una comparación de las concentraciones con la normativa chilena vigente de los límites máximos permitidos para el agua potable (NCh 409/1 Of.84) y el agua de riego (NCh 133 Of.78).

Además se realiza un análisis detallado de la calidad del agua para su uso en faenas de riego evaluando la salinidad y conductividad del agua, y calculando distintos índices (índice de Scott o coeficiente de álcali, concentración de sales solubles, índice de relación de absorción de sodio) los que evalúan el peligro de alcalinización y de salinización de los suelos.

Mediante los gráficos de Piper (Figura 2.2) se evalúa la composición de las aguas subterráneas, y se identifica el grupo genético al cual pertenecen. Para el caso presentado las aguas son bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas magnésicas y mixtas entre los dos tipos anteriores.

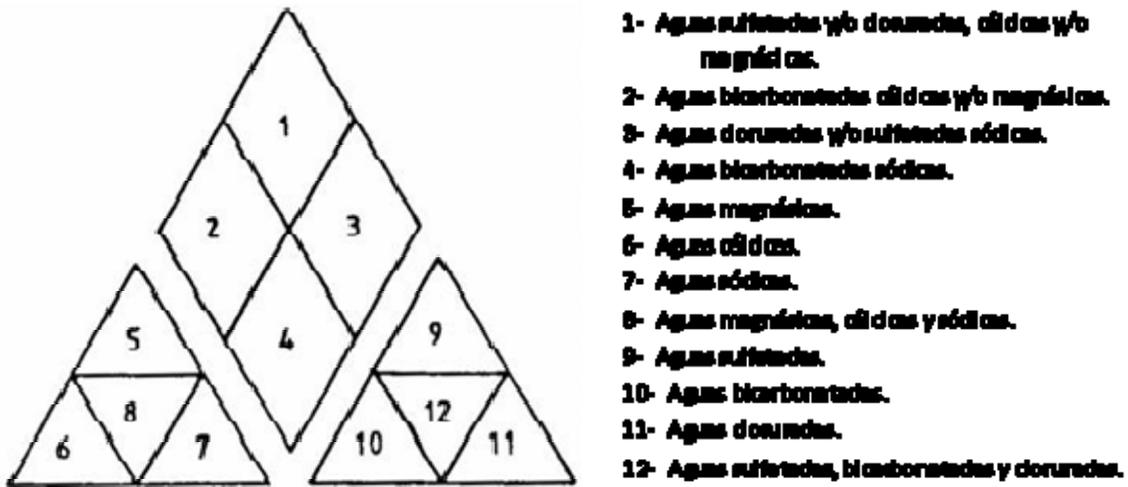


Figura 2.2: Diagrama Piper de clasificación composicional de las aguas.

Posteriormente se elabora un mapa hidrogeoquímico con diagramas poligonales de Stiff, los representan gráficamente las concentraciones de los iones mayoritarios en meq/L, las concentraciones de aniones hacia la derecha y los cationes hacia la izquierda, en semirrectas paralelas, que se unen en los extremos generando un polígono. La forma de las figuras resultantes da idea del tipo de agua, y su tamaño es proporcional a la mineralización de la misma. Estos diagramas resultan fácilmente demostrativos dentro de los mapas hidroquímicos permitiendo una comparación visual y espacial entre muestras comparaciones, de modo que se puede realizar un seguimiento de los diferentes aportes que llegan a las aguas subterráneas y su evolución a lo largo de las líneas de flujo (Figura 2.3).

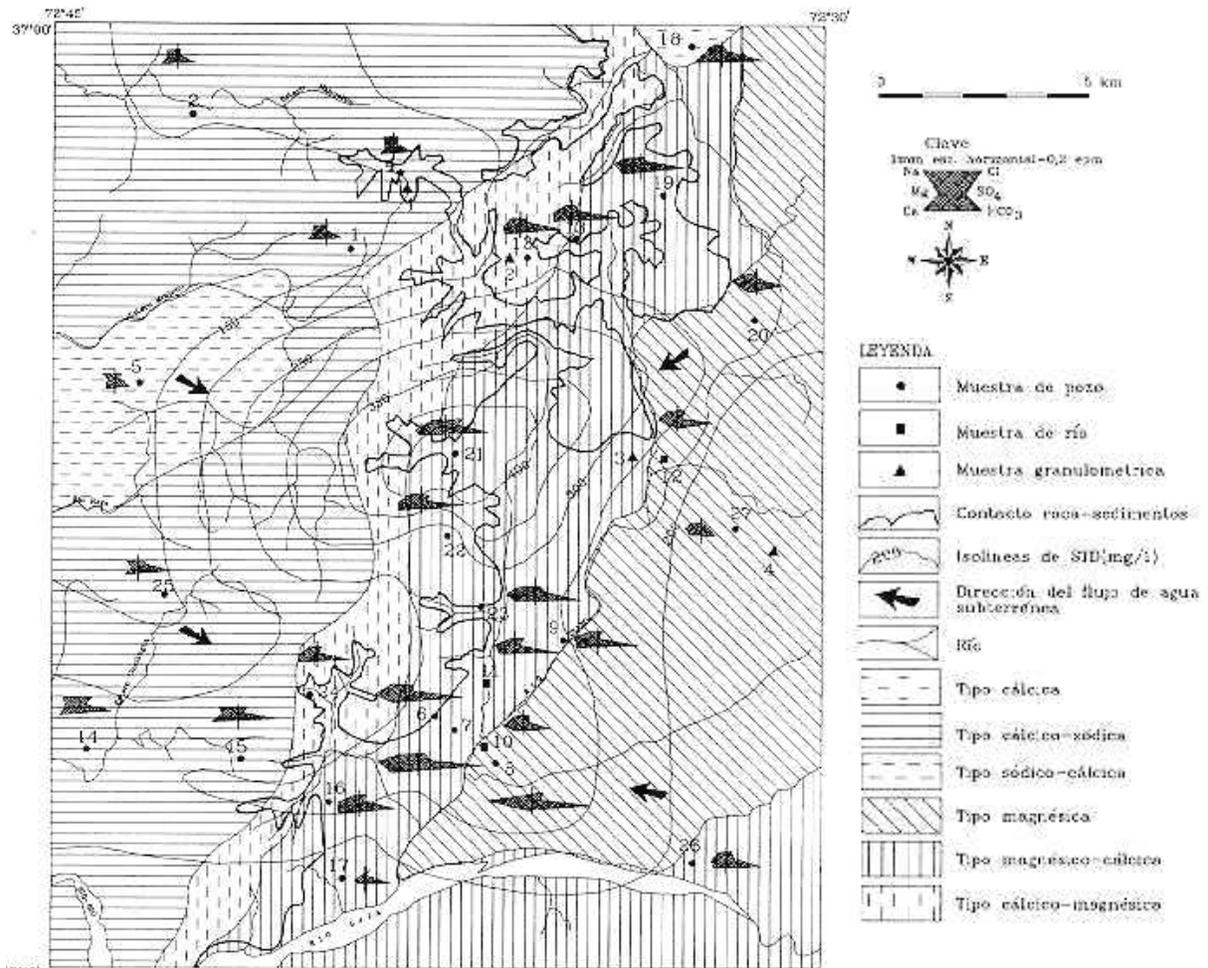


Figura 2.3: Mapa hidrogeoquímico con isólinas de Sólidos Totales Disueltos y tipos de agua representados mediante los diagramas de Stiff.

En este mapa además se representan las concentraciones de sales totales disueltas para determinar el movimiento y la dirección de las aguas subterráneas. Esto, siempre y cuando exista una diferenciación entre los distintos pozos.

Mediante las relaciones hidrogeoquímicas $r_{Na/rCl}$; $r_{Cl/rHCO_3}$; $r_{Mg/rCa}$ se realiza la interpretación del origen de estos compuestos en las aguas, lo que permite evaluar las interacciones agua-terreno, y descubrir los materiales por los que ha fluido el agua.

2.3 Análisis crítico de metodologías evaluadas

2.3.1 Metodología de Italia

Esta metodología, revisada a partir de la publicación "A methodology for space-time classification of groundwater quality" de Passarella y Caputo (2006), presenta un método para clasificar la calidad de aguas subterráneas, usando SIG y basándose en las concentraciones de ocho parámetros, los que reúne en dos grupos de acuerdo a su dificultad de remoción, Este método compara las concentraciones de cada parámetro en cada punto de la zona de estudio (obtenidas por interpolación espacial a partir de datos puntuales de pozos) con los valores guía (GL) y máximo (MAC) establecidos en la antigua norma europea 80/778/EEC, Obtiene un índice de calidad general (5 clases) calculado a partir de la calidad de ambos grupos definidos para un momento dado, así como un índice temporal (3 clases) calculado al comparar resultados en dos momentos dados, La visualización del resultado la presenta mediante mapas intermedios con concentraciones, y mapas finales de la calidad y de la tendencia temporal.

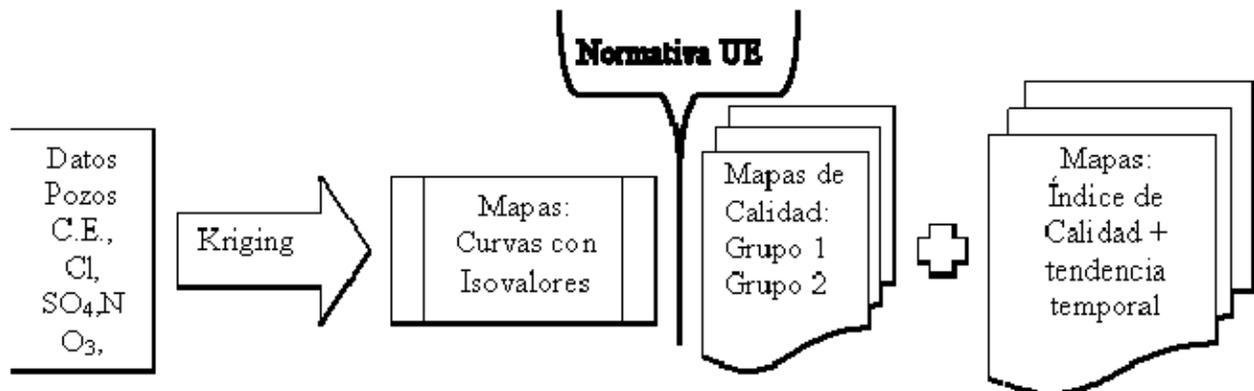


Figura 2.4: Esquema simplificado de la metodología Italia.

2.3.1.1 Características deseables y/o ventajas

- Utiliza parámetros fijos en número razonable (8).
- Agrupa los parámetros en grupos según criterio de dificultad de tratamiento de remoción (Grupo 1: Cond. eléctrica, Dureza, Cl, SO₄; Grupo 2: NO₃, Fe, Mn, NH₄).
- Desarrolla pasos de fácil comprensión e intuitivos.

- Utiliza herramientas SIG para procesar e integrar información disponible.
- Realiza interpolación espacial de concentraciones de los parámetros, para luego obtener valores en celdas (mapa raster).
- Entrega resultados intermedios compuestos por mapas de concentraciones de parámetros y de índices de calidad para cada grupo.
- Se obtienen mapas de los índices de calidad presentando los resultados de manera cualitativa mediante categorías.
- Considera un análisis temporal de cambios en el índice de calidad entre períodos distintos.

2.3.1.2 Características no deseables y/o desventajas

- Parámetros escogidos pueden ser redundantes.
- Utiliza como referencia una norma ya caducada.
- Algunos parámetros usados (Mn, Fe, NH₄) no están siempre disponibles localmente, por lo que aplicación en sector-acuífero El Loa fue incompleta.

2.3.1.3 Otras características

- Aplicable a un único acuífero, por lo que requiere una caracterización previa.
- Requiere uso de Excel en versión 2007 u otro programa que permita trabajar con una mayor cantidad de información (celdas).
- Realiza una comparación temporal a escala anual.
- No considera el nivel de actividad antrópica que pueda existir en superficie.
- Requiere información de concentración de parámetros bien distribuida espacialmente.

2.3.1.4 Resultados

- Genera mapas intermedios con interpolación espacial de concentraciones de parámetros.

- Genera mapas intermedios de los índice de calidad de cada grupo, con 3 clases cualitativas.
- Genera un mapa final del índice de calidad global, con 5 clases cualitativas.
- Genera un mapa final de la tendencia temporal, con 5 clases cualitativas.

2.3.2 Metodología de Japón

Esta metodología, revisada a partir de la publicación "Assessing groundwater quality using GIS" de Babiker et al, (2006), propone un índice de calidad de las aguas subterráneas (GQI, *Groundwater Quality Index*), basado en un SIG, considera la información disponible de 7 parámetros de calidad química de las aguas, comparándolos con valores de la norma OMS para el agua potable. De la comparación surgen índices numéricos para cada parámetro y que finalmente se traduce en un índice con valores variables entre 1% (mala calidad) y 100% (buena calidad), mediante una suma ponderada. El resultado es un mapa con escala cuantitativa. La metodología plantea un segundo índice de calidad (GQI potencial) que consiste en replicar la metodología pero con el paso previo de analizar la correlación entre los parámetros con el fin obtener los 3 parámetros más independientes. Plantea un análisis temporal cada 3 meses, aplicando la misma metodología.

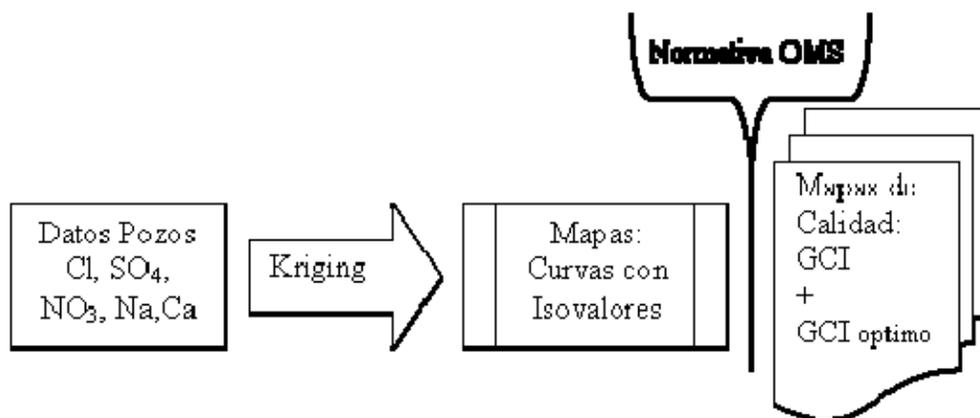


Figura 2.5: Esquema simplificado de la metodología Japón.

2.3.2.1 Características deseables y/o ventajas

- No restringe el número de parámetros, ni cuáles utilizar, permitiendo agregar o eliminar dependiendo de la zona de estudio.
- Uno de los índices de calidad, el GCI óptimo, se obtiene a partir de parámetros independientes, y no de parámetros con mayor grado de redundancia.
- Compara las concentraciones en el acuífero con recomendaciones de la OMS consistente en un único valor para cada parámetro, de modo que el índice de calidad se refiere a los efectos en la salud.
- Realiza interpolación espacial de concentraciones de los parámetros, para luego obtener valores en celdas (mapa *raster*).
- Entrega resultados intermedios compuestos de índices numéricos utilizados para determinar índice de calidad.
- Genera un mapa final del índice de calidad, obtenido por la interpolación espacial de los índices intermedios, generando una mayor discretización de resultados.
- Considera el análisis temporal de cambios en el índice de calidad a escala estacional (3 meses).

2.3.2.2 Características no deseables y/o desventajas

- Obtiene dos índices de calidad, que difieren en número de parámetros de calidad usados y por ende, no necesariamente coinciden, por lo que genera confusión, Un índice utiliza parámetros que son redundantes, mientras que el otro no.
- Los resultados obtenidos son numéricos y se plantea una escala cualitativa con fundamentos no claros.
- Los cálculos realizados son poco intuitivos, especialmente la manipulación de los índices intermedios, además provocan que no sea posible alcanzar 100% (buena calidad).
- El análisis temporal no genera mapas y sólo indica si existen cambios y no el sentido de éste.

- El índice de calidad obtenido para dos o más acuíferos no sería comparable, si se utilizan 3 parámetros no redundantes, pues su elección depende de las características de cada uno de ellos.

2.3.2.3 Otras características

- Aplicable a un único acuífero, por lo que requiere una caracterización previa.
- No considera el nivel de actividad antrópica que pueda existir en superficie.
- Permite una ponderación de un determinado parámetro nocivo o tóxico en el cálculo del índice, pero numéricamente esta ponderación es limitada dada la expresión usada.
- Realiza una comparación temporal a una escala estacional.

2.3.2.4 Resultados

- Genera mapas intermedios con interpolación espacial de concentraciones de parámetros (Mapa primario I) e índices intermedios (Mapa primario II, Mapa de rangos).
- Genera un mapa final de las interpolaciones espaciales de índices de calidad global, con escala numérica.

2.3.3 Metodología de Portugal

Esta metodología, revisada a partir de la publicación "Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agro-environmental policies - Two Portuguese case studies" de Stigter et al, (2006), desarrolla un análisis multivariado para crear un Índice de la Calidad de las Aguas Subterráneas (GWQI) y un índice de composición de las aguas subterráneas (GWCI), como instrumentos de monitoreo de la contaminación en las aguas subterráneas. Los parámetros y la cantidad de éstos son libres, sin embargo la metodología considera eliminar aquellos que entreguen información redundante, ya sea por criterios estadísticos o químicos, por lo que la aplicación original sólo considera 4 parámetros independientes. La metodología genera dos índices, uno de calidad (GWQI) y otro de composición (GWCI), a partir de la clasificación binaria de los valores de concentraciones de parámetros de cada pozo, en los rangos definidos por los dos valores de la antigua norma europea 80/778/EEC (GL y MAC) y con los valores del primer y segundo tercil,

respectivamente, A la clasificación binaria en las clases definidas por los valores de referencia se le realiza el análisis estadístico de componentes principales (ACP), mediante el cual se obtiene una proyección ortogonal que constituye el índice de calidad respecto a muestras estándares de buena y mala calidad, El resultado se presenta como un mapa luego de la interpolación espacial del índice obtenido para cada pozo.

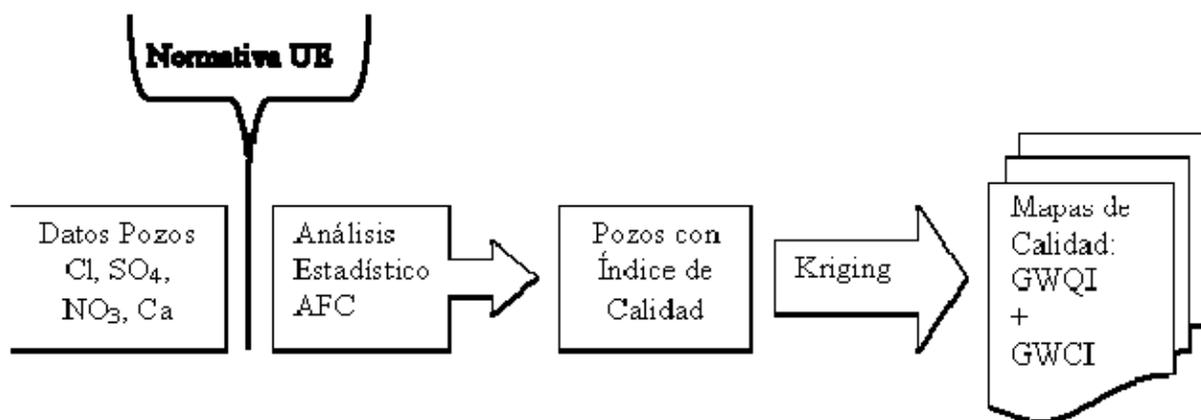


Figura 2.6: Esquema simplificado de la metodología Portugal.

2.3.3.1 Características deseables y/o ventajas

- Define a partir de criterios químicos los parámetros no redundantes (4).
- Se logró aplicar la metodología en sector-acuífero El Loa con los mismos parámetros usados originalmente.
- Compara las concentraciones de los distintos parámetros con recomendaciones oficiales (norma de agua potable) y con sí mismas.
- Desarrollo intuitivo, pese al uso de herramientas estadísticas.
- Los cálculos son desarrollados en forma rápida, sin requerir interpolaciones previas.
- Genera resultados intermedios compuestos de gráficos de correlación entre pozos respecto a referencias (norma y terciles).

- Los resultados presentados son bastantes discretizados, estableciendo 8 clases cualitativas.

2.3.3.2 Características no deseables y/o desventajas

- Utiliza como referencia una norma caducada para el índice de calidad.
- El índice de composición definido en base a los terciles entrega información relativa que puede generar clasificaciones confusas, ya que podría existir una zona de composición buena, dentro de un acuífero con calidad mala.
- No considera un análisis que indique tendencias temporales.

2.3.3.3 Otras características

- Plantea usar análisis estadístico para definir parámetros no redundantes, sin embargo realiza un análisis con criterios químicos.
- No genera mapas intermedios con información de concentraciones.
- Requiere usar un software estadístico capaz de realizar el ACP.
- Aplicable a un único acuífero, por lo que requiere una caracterización previa.
- No considera el nivel de actividad antrópica que pueda existir en superficie.

2.3.3.4 Resultados

- Genera gráficos intermedios que dan cuenta de la correlación entre pozos respecto a referencias usadas.
- Genera un mapa final de las interpolaciones espaciales de los dos índices de calidad.

2.3.4 Metodología de Israel

Esta metodología, revisada a partir de la publicación "A graphic expression of salinization and pollution of groundwater, The case of Israel's groundwater," de Melloul and Azmon (1997), desarrolla un método de clasificación de la contaminación de aguas subterráneas para lo borde costero de Israel. La metodología se basa en 2 parámetros de calidad de las aguas subterráneas, su evolución temporal, y cuatro factores principales para la evolución de la

contaminación en la zona aplicada (situación hidrogeológica-ambiental de acuífero, magnitud de la explotación de las aguas subterráneas, intrusión salina en acuíferos costeros producto de explotación, conexión de acuíferos con otros cuerpos de agua). La metodología considera caracterizar varios acuíferos simultáneamente, para luego en cada uno generar parametrógrafos con la evolución temporal de la concentración de los parámetros, y clasificar en 5 niveles de concentración (definidos como porcentaje de un valor deseado) y 5 niveles por la tendencia temporal (definido por tasa cambio de concentración anual). Finalmente, el cruce del análisis de los parametrógrafos y la tabla de caracterización de acuíferos, permite definir tipos de acuíferos y tipos de contaminación existentes.

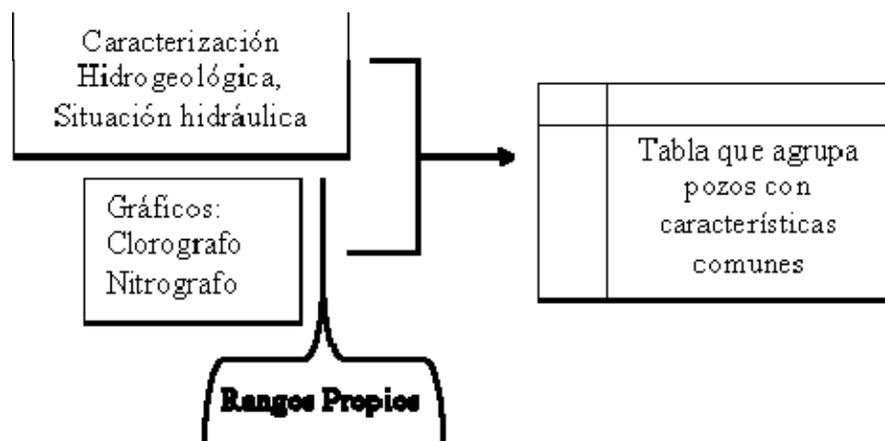


Figura 2.7: Esquema simplificado de la metodología Israel.

2.3.4.1 Características deseables y/o ventajas

- Aplica la metodología a varios acuíferos en forma simultánea, identificando las características de los acuíferos del que forman parte los pozos.
- Gráficos intermedios (parametrógrafos) son de fácil construcción.
- Se logró aplicar la metodología en sector-acuífero El Loa con los mismos parámetros usados originalmente.
- Considera el nivel de actividad en la superficie.

- Niveles de concentración definidos en base a porcentaje de cierto valor deseado dan gradualidad.
- Identifica posibles fuentes de contaminación o de las concentraciones existentes.

2.3.4.2 *Características no deseables y/o desventajas*

- Número reducido de parámetros (2), y muy característicos de la zona de estudio.
- Los valores deseados no se definen de acuerdo a normas establecidas.
- No entrega resultados visuales del índice, sino mediante tablas.

2.3.4.3 *Otras características*

- La aplicación a un único acuífero se reduce a confeccionar gráficos con tendencia temporal y a clasificar los valores según una determinada escala.
- Elección de parámetros de acuerdo a la realidad local (salinidad y actividad antrópica).
- En análisis final para definir fuentes de concentración requiere experiencia y conocimiento de la zona.

2.3.4.4 *Resultados*

- Genera gráficos intermedios con la evolución temporal de concentraciones de parámetros (parametrógrafos).
- Genera una tabla final con los tipos de acuíferos y contaminación que presentan.

3 ANTECEDENTES DE INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN

La etapa II del proyecto consideraba también la recopilación y análisis de procedimientos e instrumentos de protección de acuíferos, sobre lo cual se encontró una extensa bibliografía publicada. Se han revisaron un gran número de publicaciones y a continuación se presenta el análisis y discusión sobre las medidas descritas y posteriormente el resumen de las diez publicaciones revisadas que se consideraron como más relevantes para este proyecto.

3.1 Análisis y discusión de las medidas de protección de acuíferos

La revisión de las distintas publicaciones permitió apreciar que existen grandes diferencias en el nivel de manejo de los recursos de agua entre los distintos países, y que influyen particularmente los recursos económicos que puedan destinar a este fin, junto con el poder del gobierno para desarrollar e implementar las políticas adecuadas.

Sin embargo, las medidas propuestas se repiten siendo muchas de ellas aplicables en nuestro país, pues no requieren de grandes inversiones iniciales. En general se basan en el conocimiento de las características del sector acuífero (contexto hidrogeológico, línea base de calidad), de las principales fuentes de contaminación involucradas y del entorno socio-económico asociado al recurso. Así, bajo este conocimiento es posible identificar las áreas que necesitan de atención prioritaria, y facilita el diseño de mayores (o más precisas) medidas de protección enfocadas a cada sector acuífero en particular.

Para ello, es importante que se realice también una evaluación de los distintos roles que deben tener el estado, los organismos locales, los usuarios y el mercado, de modo que éstos queden bien definidos, tengan autoridad suficiente y exista una buena coordinación institucional y pública que sin duda es la base para la buena gestión y protección de los recursos hídricos. En este sentido, se hacen necesarias las políticas globales e integrales para todo un país, pero también la creación de organismos con una mayor competitividad en terreno, y a nivel regional, capaz de diseñar planes de manejo particulares para cada acuífero, y ejecutar políticas locales para problemas locales.

Los diversos instrumentos y medidas de protección de acuíferos, pueden dividirse en cuatro grupos principales, que son:

- Medidas de Conocimiento e Investigación
- Medidas Educativas
- Medidas Políticas y Económicas
- Medidas de Acción Directa

Las Medidas de Conocimiento e Investigación son todas aquellas medidas indirectas que buscan conocer la cuenca y acuífero a proteger. En este sentido, estas medidas son básicas para la aplicación de cualquiera de las demás medidas y por lo tanto deben considerarse como prioritarias a nivel de política gubernamental. Muchas de ellas pueden desarrollarse a partir de una herramienta SIG, lo que genera grandes ventajas para su análisis y desarrollo de otras medidas de manejo de los acuíferos. Deben para ello realizarse los siguientes tipos de estudios:

- Determinar el contexto hidrogeológico de la cuenca (cerrada, con conexión, acuífero libre, confinado, relación con los sistemas hídricos superficiales, área de recarga, etc.) y en general desarrollo de un modelo conceptual de la cuenca. En ocasiones pueden generarse también modelos numéricos de flujo y transporte;
- Realización de mapas de vulnerabilidad de acuífero, riesgo y cargas contaminantes. En este sentido se tendrá una visión amplia de las áreas prioritarias de atención y protección;
- Evaluar la línea base de calidad de las aguas subterráneas, lo que permitirá establecer los umbrales de concentraciones de elementos que deberán considerarse como producto de contaminaciones, en comparación además con la legislación vigente de calidad de las aguas para uso potable, uso de riego, etc.;
- Conocer las potenciales fuentes de contaminación en el área (actuales y antiguas), determinar su naturaleza (composición) y otorgarles una calificación, considerando el riesgo (actividad con más riesgo de contaminar), la toxicidad (actividad más dañina si contamina) y la dificultad en limpiar un tipo de contaminación en concreto;

- Conocer los puntos de extracción de aguas subterráneas y el uso que se les da. Esto también tiene el sentido de determinar las áreas prioritarias de atención y protección;
- Monitoreos de la calidad química en tiempo real, para una temprana identificación de un problema de contaminación lo que permite tomar las decisiones adecuadas y actuar rápidamente. El diseño e instalación de la red de monitoreo, así como la ejecución de los mismos, será de responsabilidad del estado y se realizará de acuerdo a los conocimientos de todos los puntos anteriores. Hay que considerar además, el monitoreo es un instrumento para evaluar la gestión que se esté realizando en cuanto el manejo de los recursos de agua subterránea.

Las Medidas Educativas son aquellas que tienen que ver con el conocimiento de la población sobre la importancia del recurso hídrico y su protección. Estas medidas se basan sobretodo en:

- Promover el uso racional del agua, su reciclaje y eficiencia. Y para ello estas ideas y conocimiento deben transmitirse tanto en las escuelas, como en los hogares a través de las empresas de servicios sanitarios y a las demás industrias que hacen uso del recurso. Para estos últimos deberían realizarse talleres de capacitación, considerando los diversos niveles socio-económicos de las actividades industriales y productivas del lugar;
- Promover programas de prevención de la contaminación. Ello debe realizarse también a partir de talleres de capacitación de empresas en cuanto al manejo y depósito de sustancias potencialmente contaminantes, incluyendo alternativas de uso de otro tipo de sustancias menos nocivas para el medio ambiente.

Las Medidas Políticas y Económicas son aquellas que tienen relación directa con la elaboración de leyes, normas y directrices para la protección de los recursos hídricos, así como del diseño de planes y programas estratégicos de manejo de los mismos. Algunos de estos puntos serán globales a nivel de país, mientras que otras medidas se diseñarán para cada cuenca en particular, considerando todos aquellos puntos evaluados dentro de las Medidas de Conocimiento e Investigación. Estas medidas políticas y económicas serán:

- Promover los incentivos económicos para el ahorro del recurso, la inscripción de los derechos de aprovechamiento, utilización de substancias menos nocivas para el medioambiente, utilización de infraestructuras de calidad (sellos sanitarios en pozos), etc.;
- Promover políticas de autorregulación, es decir, multar por contaminar, considerando niveles de contaminación tolerables rigurosos, y aumentando el poder de las autoridades para cobrar y forzar la limpieza de los sectores contaminados;
- Aplicar tarifas para el uso del recurso;
- Elaboración de programas de ordenación territorial considerando los recursos hídricos y su protección;
- Otorgar permisos especiales o condicionados para nuevas actividades, especialmente en áreas vulnerables o para aquellas actividades de más riesgo;
- Traspaso de los derechos de agua al estado, y traspaso de concesiones a los privados;
- Elaboración de políticas y planes de manejo integrales, considerando todo el conjunto de recursos hídricos de un área (superficiales y subterráneos) y las fluctuaciones anuales de sus caudales.

Las Medidas de Acción Directa son aquellas que se diseñan para un sector acuífero en particular y que buscan la protección, prevención o remediación de la calidad o cantidad del recurso. Se diseñan a partir del conocimiento de los puntos evaluados en las Medidas de Conocimiento e Investigación y para la aplicación de las Medidas Políticas y Económicas, sobretodo, de aquellos puntos que tienen que ver con el plan de manejo integral de la cuenca. Estas medidas son:

Elaboración de la Zonificación del acuífero, técnica ampliamente difundida para proteger la calidad del agua subterránea que consiste en delimitar áreas de protección específicas según el funcionamiento del acuífero. La zonificación se considera necesaria para alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección de los acuíferos, que permite planificar, tomar decisiones, diseñar monitoreos, etc. Para ello se elabora un mapa donde se

distingue principalmente la zona de recarga del acuífero, sobre la cual se aplica la máxima restricción de actividades ya que es donde se genera y define la calidad del recurso, y las zonas de protección, que tienen que ver con los perímetros de protección entorno los pozos de extracción, donde quedarán definidas las diversas actividades que estarán prohibidas o que pueden desarrollarse sobre ellas.

En general se diseñan entre dos y tres áreas de protección alrededor de los pozos, cuyos perímetros se pueden definir a partir de múltiples parámetros, siendo el tiempo promedio de viaje del agua al pozo por la zona saturada (ZS) el criterio más comúnmente utilizado, en conjunto con los tiempos de degradación promedio de los contaminantes. La Tabla 3.1 muestra un resumen con los perímetros de las zonas de protección propuestas en los distintos trabajos revisados:

Tabla 3.1. Perímetros de zonas de protección alrededor de pozos, de acuerdo a la literatura especializada.

	Foster et al., 2000	Robins et al., 2007	Deroune y D., 1998
ZONAS DE PROTECCIÓN	I) 10 años por la ZS	I) 50 m ZS	I) 10 m ZS
	II) 50 años (ZS)	II) 50 días ZS	IIa) +24 h o +25 m desde la zona I) IIb) 50 días ó 100 m ó radio influencia del pozo
			III) Área de recarga

Además en los mapas de zonificación pueden indicarse también las zonas de uso de tierras, de descarga de efluentes, de eliminación de basuras, etc.

En casos de acuíferos contaminados, también se han logrado buenos resultados identificando los horizontes contaminados y utilizando una zonificación vertical, que permite establecer la profundidad suficiente de extracción de agua para que la calidad del agua subterránea sea la adecuada;

Recarga artificial de agua en los acuíferos, técnica que se está implementado cada vez más en distintos países, y que busca generalmente resolver problemas de volumen de agua subterránea, pero también mejorar la calidad del agua o impedir o frenar la intrusión salina de acuíferos costeros. Incluso a veces también ha sido utilizada para resolver problemas de subsidencias del terreno. Consiste en la inyección directa de agua al acuífero a partir de pozos de inyección, o a partir de la infiltración inducida mediante zanjas, cuencas de detención, etc. Las aguas que se utilizan pueden ser aguas subterráneas de otra área, aguas superficiales en períodos de mayores caudales e incluso aguas servidas con tratamientos primarios cuando el método de recarga es la infiltración a través del terreno.

La recarga artificial se realiza a veces considerando solamente los acuíferos como cuerpos almacenadores de agua, de modo que en períodos de abundancia de aguas superficiales estas son “guardadas” en los acuíferos para ser bombeadas en los períodos de estiaje.

Tratamiento y descontaminación de acuíferos. Los tratamientos *in situ*, la inducción de la remediación natural, la extracción de aguas y su tratamiento en el exterior son también medidas de acción directa para la protección de la calidad de los acuíferos que impiden además la expansión de la contaminación. Cuando las aguas han sido extraídas para su tratamiento, éstas pueden ser utilizadas (para agua potable, industrial) o recargadas nuevamente al acuífero.

En general, puede decirse que las Medidas de Conocimiento e Investigación son fácilmente aplicables en Chile, e incluso muchas de ellas están siendo ya abordadas actualmente por distintos organismos. Por ejemplo, los mapas de vulnerabilidad de acuífero para todo el país se están realizando en el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), mientras la Dirección General de Agua se ocupa de los monitoreos de calidad de las Aguas o la Superintendencia de Servicios Sanitarios tiene el control de las emisiones de efluentes líquidos en los acuíferos. En este sentido sería interesante la creación de un nuevo organismo (o que uno actual tome este rol) que recopile toda esta información y la analice y trabaje desde el punto de vista de la protección de acuíferos. La zonificación de acuíferos es también una herramienta de fácil implementación, eficiente y sencilla, que permite diseñar planes de

manejo y gestión de los recursos hídricos considerando las zonas que requieren una mejor protección. Las demás medidas de Acción Directa, tienen un costo económico más alto y pueden plantearse en determinados sectores donde exista un riesgo elevado de deterioro del recurso en cuando su calidad y/o cantidad.

Las Medidas Educativas deberían implementarse siempre, puesto que la consciencia de la sociedad frente los problemas medioambientales son una de las mejores medidas autoregulatorias. Las Medidas Políticas y Económicas son absolutamente necesarias para que los gobiernos tengan el control en la protección de sus recursos. Muchas de las medidas descritas ya existen en nuestro país aunque parece necesario que el estado tenga más capacidad y autoridad para implementar tales medidas o que estas sean más duras (multas) de modo que las actividades privadas se autorregulen mejor. Hay que considerar que estas medidas, son quizás las que serían más lentas de implementar en este país ya que requieren de la elaboración (o modificación) de nuevas normativas y leyes.

3.2 Referencias usadas

Belousova, A.P. (2003). The Basic Principles and Recommendations for the Assessment and Mapping of the Degree of Groundwater Protection against Pollution. *Water Resources*, **30** (6): 613-622.

Cobb, R.P., Dulka, A. (1996). Illinois Community Examines Aquifer Protection Measures. *Journal American Water Works Association*, **88** (11): 10-10.

Deroune, J., Dassargues, A. (1998). Delineation of Groundwater Protection Zones Based on Tracer Tests and Transport Modeling in Alluvial Sediments. *Environmental Geology*, **36** (1-2): 27- 36.

DuMars, C.T., Minier, J.D. (2004). The Evolution of Groundwater Rights and Groundwater Management in New Mexico and the Western United States. *Hydrogeology Journal*, **12**, 40-51.

Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M., Paris, M. (2002) *Groundwater Quality Protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies*. The World Bank, GWMATE, Washington. 101 p.

- Han, Z. (2003). Groundwater Resources Protection and Land Aquifer Recovery in China. *Environmental Geology*, **44**, 106-111.
- Henton, P. y Young, P.J. (1993). Contaminated Land and Aquifer Protection. *Water and Environmental Journal*, **7** (5): 539-546.
- Martínez, C., Grima, J., Durán, J.J., Gómez, J.D., Luque, J.A. y de la Orden, J.A. (2008). Groundwater Protection in Mediterranean Countries after the European Water Framework Directive. *Environmental Geology*, **54** (3), 537-550.
- Mukherji, A. y Shah, T. (2005). Groundwater Socio-ecology and Governance: A Review of Institutions and Policies in Selected Countries. *Hydrogeology Journal*, **13** (1): 328-345.
- Robins, N.S. y Chilton, P.J. (2007). Adapting Existing Experience with Aquifer Vulnerability and Groundwater Protection for Africa. *Journal of African Science*, **47**, 30-38
- Robins, N.S., Jones, H.K. y Ellis, J. (1999). An Aquifer Management Case Study - The Chalk of the English South Downs. *Water Resources Management*, **13**, 205-218.

3.3 Análisis crítico de referencias

3.3.1 Publicación de “Illinois Community Examines Aquifer Protection Measures” de Cobb y Dulka (1996)

El OBJETIVO del trabajo realizado por estos autores consistió en la implementación de medidas proactivas para la protección de recursos de aguas subterráneas vulnerables, las cuales se llevaron a cabo en una campaña de prevención en una compañía local en la Comunidad de Marengo, Illinois, EUA.

Las MEDIDAS propuestas y aplicadas fueron las siguientes:

1. Creación de un Equipo de Protección de las Aguas Subterráneas para evaluar diversos programas sobre manejo y protección del área de recarga utilizados en lugares específicos.
2. Otorgar permisos de uso especial y condicional en la zona de recarga, para la localización o expansión de operaciones comerciales e industriales en el área.

3. Dado que la mayor parte del área de recarga está ocupada actualmente por comercio e industrias se propone implementar técnicas para prevenir la contaminación, lo que se considera una excelente ayuda para determinar fuentes de contaminación de agua subterránea.
4. Promover programas de prevención de la contaminación voluntarios en el sector comercial, enfocado en identificar y en lo posible reemplazar sustancias riesgosas involucradas en los procesos productivos. Una opción al reemplazo es la eliminación de los productos residuales peligrosos. Con ello, lo que se intenta lograr es:
 - a. Disminuir los costos, al reducir los costos de eliminación de residuos y el gasto en materiales sin refinar.
 - b. Reducir el impacto medioambiental.
5. Crear un grupo de trabajo que promueva talleres de capacitación para empresas, sobre prevención de contaminación.
6. Se entregan folletos ilustrados a la comunidad en que se indican las áreas de recarga de los pozos y los usos asignados a cada sector.

Los RESULTADOS de la implementación de estas medidas fueron los siguientes:

- Reducción en los costos de operación (75% menos en insumo de material no refinado).
- Disminución del riesgo de responsabilidad civil o criminal.
- Aumentar la seguridad laboral.
- Mejora en la imagen de la empresa ante la comunidad.
- Protección de la salud pública y el medio ambiente.

3.3.2 Publicación de “Groundwater Resources Protection and Land Aquifer Recovery in China” de Han (2003)

El OBJETIVO del trabajo fue evaluar el uso de la recarga artificial para enfrentar problemas de protección y recuperación de acuíferos en que su calidad química se ha visto afectada por la sobreexplotación del acuífero. Se consideran para ello, como importantes opciones de recarga las aguas servidas y flujos de agua, especialmente en el manejo cuantitativo del recurso. Las medidas propuestas se evalúan para tres casos de estudio, en Shangai, Chaobi y

Río Amarillo y Río Hai, en China, donde los problemas de subsidencia, intrusión salina y degradación de la salinidad están asociados con la sobre explotación del acuífero confinado profundo.

Las MEDIDAS propuestas son las siguientes:

1. Reducir el volumen de agua extraído, a partir de la sustitución de éstas aguas por aguas servidas, realizando transferencias inter-cuencas y promoviendo una mayor eficiencia en la irrigación.

2. Recarga artificial mediante:

a. Infiltración: recarga en sistemas superficiales (difusión en cuencas y zanjas)

b. Inyección profunda por pozos: recarga en sistemas profundos.

Se considera para ello la posibilidad de utilización de aguas servidas para recarga del siguiente modo:

- En terrenos con granulometría gruesa: las aguas servidas sólo requieren un tratamiento de bajo estándar y se puede aplicar irrigación superficial fácilmente.

- En los terrenos de grano más fino: destacan los paleocanales cuyas tazas de infiltración pueden ser mejores.

- Para inyección con pozo profundo se requiere un tratamiento terciario del agua servida.

Para producir esta recarga artificial también se considera la creación de *cuencas de detención*, donde el agua es contenida en presas instaladas en los mayores ríos. Además las áreas entre las presas se consideran como potenciales superficies de recarga artificial. Sin embargo la alta turbidez de los flujos de agua, suele generar superficies de embaucamiento que dificultan el drenaje.

3. Combinar las dos anteriores.

Los tres CASOS de estudio y sus RESULTADOS de la aplicación de estas medidas fueron los siguientes:

- Para el caso de Shanghai, donde se quería controlar problemas de subsidencia inyectando agua de buena calidad en pozos profundos, los resultados fueron muy exitosos.
- Para el caso del Río Chaobi, donde se querían aumentar los recursos de agua subterránea y para ello se generaron áreas de infiltración artificial construyendo una serie de presas, los resultados fueron buenos.
- Para los casos del Río Amarillo y Río Hai, en que ambas cuencas sufren una alta sobreexplotación de sus recursos hídricos, se aplicó recarga artificial en los acuíferos. Dado que las dos cuencas presentan diferentes condiciones geológicas obtuvieron cada una de ellas una distinta respuesta a la recarga. En el Río Amarillo que posee un suelo con mucho limo, la tasa de infiltración es media y por lo tanto, el potencial de recarga artificial se considera también medio. En el Río Hai que presenta condiciones geológicas más favorables para la infiltración, cuando se produce un flujo bajo, donde la turbidez también es baja, se generan condiciones atractivas para realizar recarga artificial.

3.3.3 Publicación de “The Evolution of Groundwater Rights and Groundwater Management in New Mexico and the Western United States” de DuMars y Minier (2004)

El OBJETIVO del trabajo fue demostrar la necesidad de desarrollar criterios y capacidades, y no sólo técnicas y medidas legislativas para la protección de los recursos hídricos. Las medidas de manejo de los recursos de agua subterránea tienen que depender en gran parte de si se trata de una cuenca cerrada o con conexión hidráulica a ríos u otras cuencas. La clave para su éxito es considerar a los acuíferos como instalaciones de almacenamiento de agua reciclada. Se presentan cuatro casos de estudio en Ohio, Arizona, Nuevo México y Texas, EUA.

Las MEDIDAS propuestas fueron las siguientes

1. Desviar las aguas superficiales en períodos de escorrentía, o cuando no se vayan a utilizar de otra forma (especialmente en años lluviosos), al flujo subterráneo mediante cuencas de infiltración o inyección dirigida.
2. Extracción y tratamiento de agua de menor calidad que se encuentre naturalmente almacenada, pero que no haya sido intervenida por el costo de su tratamiento.

3. Tratamiento de efluentes industriales que anteriormente eran incorporados a los flujos para ser diluidas en agua limpia.

Destaca de este punto las múltiples aplicaciones del agua una vez tratada; ésta puede ser introducida como suministro en el acuífero y así contrarrestar la depresión del agua subterránea por bombeo, mejorar la calidad del acuífero y para aumentar la superficie de flujo a través del agua subterránea infiltrada.

Los cuatro CASOS de estudio y sus RESULTADOS fueron los siguientes:

- En el caso de Dayton, Ohio, existe un sistema de recarga artificial desde 1930 para mantener los niveles de agua subterránea lo suficientemente altos, como para permitir largas ejecuciones de bombeo de alta demanda, para uso municipal e industrial. El sistema desvía el agua desde ríos cercanos a una serie de cuencas de infiltración para recargar el acuífero inferior. Los resultados de este proyecto son buenos, pero requiere un mantenimiento periódico para remover los sedimentos acumulados desde las cuencas.

- En el caso del Río Colorado, Arizona, se realizó la creación de una banca de agua para maximizar el beneficio de las aguas del Río Colorado. En vez de perder el agua mediante su consumo directo, ésta es destinada a una Central donde es utilizada para recargar el acuífero mediante cuencas de infiltración e inyección directa. Posteriormente el agua recargada puede ser bombeada y se asegura su uso en el futuro.

- El caso de la cuenca Tularosa, Nuevo México, implementó un proyecto para evaluar tecnologías para desalinización de aguas subterráneas salobres, de modo de generar nuevas fuentes de agua, especialmente en cuencas cerradas. Los resultados de este proyecto siguen en estudio-

- En el caso de El Paso, Texas, se implementaron plantas de tratamiento de aguas servidas para estándar de agua potable. El agua limpia se inyecta directamente en el acuífero mediante pozos, permaneciendo en él largo tiempo antes de ser bombeada dada la lejanía entre la zona de recarga y de extracción. Este tratamiento de aguas servidas se ha difundido exitosamente, por sus múltiples aplicaciones (recarga de acuíferos, irrigación, uso comercial e industrial y control de intrusiones salinas).

3.3.4 Publicación de “Groundwater Quality Protection” de Foster et al. (2002)

El OBJETIVO del trabajo fue aplicar y evaluar la zonificación de acuíferos como medida de protección de la calidad de sus aguas. Se evaluaron los casos de Barbados y Caçapava, Brasil.

Las MEDIDAS propuestas fueron las siguientes:

1. Establecer una zonificación de la superficie del acuífero para el uso de tierras, descarga de efluentes y eliminación de basura. Su importancia para la protección de acuíferos se basa en:

- Permite el manejo de situaciones en que se deban tomar decisiones que afecten a las aguas subterráneas, sin necesidad de realizar cada vez un estudio distinto.

- No es posible definir medidas de protección para toda el agua subterránea, una zonificación es necesaria para alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección de acuíferos.

- La zonificación de acuíferos es clave para definir planes de monitoreo, auditorías a industrias, control de la contaminación a nivel agrícola y en la instrucción pública en general.

2. Evaluar la capacidad natural de atenuación de la contaminación de cada acuífero, pues en base a esto se recomienda definir el nivel de control y las actividades de mayor riesgo.

3. Delinear el área de captura de las fuentes de abastecimiento de agua, y luego evaluar la vulnerabilidad y la carga de contaminación subsuperficial en esa zona. Según esto elaborar las medidas de restricción pertinentes.

Los CASOS de estudio y sus RESULTADOS fueron los siguientes:

- Para el caso de Barbados, se realizó una delimitación de áreas protegidas de captación de agua subterránea, aún cuando no se conocía completamente el régimen del acuífero ni los riesgos de contaminación. El perímetro de cada zona se definió según el tiempo promedio de viaje del agua subterránea hasta los pozos de extracción. Los resultados obtenidos fueron en su mayoría exitosos. Surgieron sin embargo nuevos problemas que solucionar, como el alto uso de pesticidas y fertilizantes, y los vertederos artificiales.

- Para el caso de Caçapava, Brasil, se realizó la aplicación de técnicas de manejo de datos en GIS para controlar los riesgos de contaminación, lo que permite almacenar, actualizar y manipular gran cantidad de información. En particular se desarrollaron los siguientes puntos:

1. Definición de vulnerabilidad del acuífero con metodología GOD.
2. Delineación de los perímetros de protección y las zonas de captura de los acuíferos involucrados con los pozos de abastecimiento. Se consideraron entre 10 y 50 años de tiempo de viaje en la zona saturada.
3. Medición e inventario de las fuentes de contaminación potencial (industrias y estaciones de gas), luego se les asignó una calificación según su potencial para generar una carga contaminante subsuperficial.
4. Identificar en la base de datos los lugares más complicados en la protección de las fuentes de abastecimiento de aguas potable, para tomar medidas prioritarias o someterlos a vigilancia especial.

Los resultados obtenidos fueron buenos; las bases de datos GIS se consideran un método muy apropiado para trabajar con protección de la contaminación de agua subterránea.

3.3.5 Publicación de “Groundwater Socio-ecology and Governance: a Review of Institutions and Policies in Selected Countries” de Mukherji y Shah (2005):

El OBJETIVO de este trabajo es el de evaluar y promover el rol de los gobiernos, instituciones públicas y agrupaciones locales en el manejo de la gestión del agua. El contexto de este estudio es que se postula que la crisis en el manejo del agua está determinada principalmente por un problema de gobierno, para el que se requiere:

- En primer lugar, reunir información adecuada y de buen nivel, no sólo hidrogeológica, sino también socio-económica. Muchas veces este tipo de estudios existen, pero están diseminados o su acceso se restringe a privados expertos en aguas subterráneas.
- Un problema comúnmente arraigado en el sector de manejo de aguas subterráneas, es la asignación errónea de roles y responsabilidades a las diversas entidades involucradas en el negocio del manejo de las aguas subterráneas.

Se pretende recalcar la dificultad involucrada en legislar sobre agua subterránea. En este sentido se presenta el caso de España, que cuenta con una cantidad relativamente reducida de pozos, acuíferos pequeños, buena economía, sin dependencia directa del agua subterránea para la irrigación y con mejores relaciones con los agricultores. Y Se compara con tres casos de países en vías de desarrollo (China, India y México) donde hay muchos otros puntos sin resolver.

Las MEDIDAS que se proponen para desarrollar políticas de protección de aguas subterráneas son las siguientes:

1. Manejo de los recursos de agua subterránea directo por parte de organismos de aguas subterráneas mediante:

- Intervención y regulación legal, para su cumplimiento obligatorio.
- Creación de nuevas instituciones y modificación de derechos de aguas.
- Aplicación de una tarifa a los recursos de agua como incentivo económico para ahorrar el recurso.

2. Manejo comunitario por parte de agrupaciones locales, que desarrollen mecanismos sustentables para el manejo del agua.

3. Manejo estratégico indirecto de los recursos hídricos, dado que los sectores de mayor consumo, que por lo general escapan a las autoridades de manejo de agua. Se estima que sería más efectivo acotar el consumo influyendo en otras entidades que influyen en la cantidad de consumo (compañías eléctricas, agricultores).

Así, en la siguiente se muestra un esquema de la importancia de los roles que debieran adquirir los distintos actores civiles y políticos en el manejo y gestión del agua, en comparación con la importancia de sus roles actuales, los cuales se muestran descompensados con el papel principal para los gobiernos y pequeña intervención en la sociedad civil y políticas regionales.

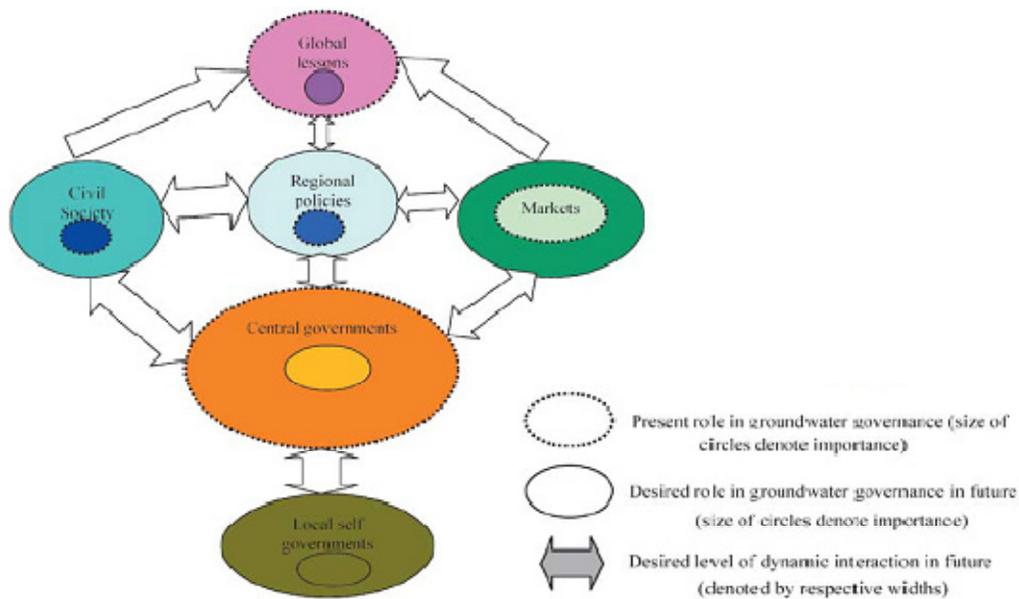


Figura 3.1: Esquema de la importancia en los roles que deben adquirir los distintos actores políticos y locales en la gestión de los recursos hídricos

Los CASOS evaluados y los RESULTADOS obtenidos fueron los siguientes:

El caso de Chang Zhou, Hannan, China, trata de una zona con una intensa demanda de recursos de agua subterránea, donde se han difundido tecnologías de micro-irrigación y se ha eliminado completamente el cultivo de arrozales. En este país se ha logrado tomar este tipo de medidas, gracias al tipo de gobierno fuerte y bien institucionalizado, donde cada organismo posee roles claramente delimitados. Como resultados de estas políticas, se han alcanzado ciertos avances, pero aún existen regiones críticas en el norte de China, donde a pesar de las estrictas normas impuestas, el nivel del agua sigue en descenso. Se atribuye a una alta tasa de evapotranspiración y bajas precipitaciones.

Los casos de las regiones de Rajasthan y Gujarat, India, que presentan situación crítica, se han creado iniciativas populares para recargar las aguas subterráneas. Eso sí, más que dirigidas al manejo de las aguas subterráneas, su atención apunta a un aumento del suministro. Los resultados son bastante buenos. No obstante el recelo de algunos expertos, esta medida representa una oportunidad para mejorar el manejo de los recursos de aguas subterráneas.

En el caso de España, desde hace años se aplicaron una serie de medidas para cambiar las políticas de manejo del agua. Los principales puntos de interés fueron los siguientes:

- El año 1985 se creó un acta en la cual se quitaron los derechos de agua de los privados y se traspasaron al gobierno.
- A las organizaciones Confederaciones Hidrográficas se les otorgó el manejo de aguas subterráneas, con el poder de otorgar permisos de uso de agua subterránea y declarar un acuífero como sobreexplotado (y en tal caso formular un plan de manejo para protegerlo).
- Algunos de los puntos que considera el plan de protección de acuíferos son:
 - Reducir el volumen de extracción de los pozos.
 - Todos los usuarios del acuífero deben organizarse bajo asociaciones de usuarios de agua subterránea para fomentar su participación.
 - Los resultados de estas políticas, no han sido muy buenas porque no han sido 100% implementadas. Por ejemplo, realizando una evaluación después de 15 años desde la ley de 1985, se observa que:
 - Aún se encuentra incompleta la declaración de los derechos de agua.
 - Han sido registradas menos de un cuarto de las estructuras relacionadas con agua subterránea.
 - De los acuíferos considerados total o parcialmente sobreexplotados, sólo en unos pocos se han logrado formar las asociaciones de usuarios.

Los dos primeros puntos se atribuyen a la insuficiencia de recursos humanos en las entidades a cargo.

El caso de México se presenta porque se trata del país que mayores cambios legislativos ha realizado sobre recursos hídricos. Estos son:

- Creación de la Comisión Nacional del Agua (CNA) entre cuyas responsabilidades está registrar las concesiones de usos de agua.

- La CNA está autorizada para establecer una estructura fiscalizadora que controle y monitoree estas concesiones.
- La CNA debe promover las COTAS (consejos para el manejo de acuíferos y otros recursos hídricos).
- Declaración del agua como propiedad nacional.
- En cuanto a la administración del agua, la CNA ha adoptado herramientas regulatorias, económicas y participativas.
- El mayor desafío ha sido registrar los derechos de agua de los usuarios agrícolas y el monitoreo de sus extracciones, que abarcan un 80% del volumen de agua extraído. Para ello se implementó un ‘anzuelo’ de subsidio eléctrico para quienes regularicen su situación con la CNA.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

- En el caso de las COTAS, hay grupos en distintos niveles, sin embargo su mayor defecto está en que ha fallado en proveer acceso total al agua subterránea, que es lo más valorado por sus potenciales miembros (agricultores).
- Debido a la baja participación de la gente, la mayoría de las COTAS han optado por dedicarse a actividades tales como investigación y educación pública, lo que se aleja del problema del uso de agua subterránea en agricultura a corto plazo.
- La visión de los COTAS es que los usuarios monitoreen por si mismos su extracción según el nivel acordado. Para la mayoría reducir la sobreexplotación de agua subterránea representa una quimera.
- Los agricultores responden positivamente a los incentivos económicos directos, sin embargo al prohibir la construcción de nuevos pozos en zonas críticas, aparentemente se duplica la cantidad de nuevas perforaciones de pozos. Esto indica que las barreras administrativas deben considerar la situación socio- económica.

3.3.6 Publicación de “Adapting Existing Experience with the Aquifer Vulnerability and Groundwater Protection for Africa” de Robins et al. (2007):

El OBJETIVO del estudio es desarrollar técnicas para el cálculo de la vulnerabilidad y manejo de agua en África. Entre los temas a tratar se encuentran:

- La correcta delimitación de la zona vadosa como parámetro.
- La falta de materia legislativa sobre protección de acuíferos en la mayoría de los países africanos.
- Destaca que las comunidades más pobres son las que padecen mayor riesgo, lo que indica que se deben integrar parámetros sociales en la evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos.

Para ello se presentan seis casos de estudio, uno del Reino Unido, y cinco de África, en Uganda, Zambia, Tanzania, Nigeria y Senegal.

Las MEDIDAS que se proponen son las siguientes:

1. Desarrollo de políticas y prácticas más extensas para la protección de acuíferos regionales.
2. Políticas para la protección de fuentes de abastecimiento individuales, que son tratadas de manera local.
3. Elaboración de una guía técnica creada por el *South African Department of Water Affair and Forestry* (DWAF) para enfrentar el problema de la contaminación del agua subterránea. Entre otras cosas, establece distancias mínimas entre los pozos y los puntos de polución. Además propone considerar profundidad del nivel del agua, composición del suelo y características del acuífero.
4. Enfocar la estrategia de protección en los siguientes puntos:
 - Atención en las zonas donde existen servicios sanitarios cerca.
 - Buena construcción de los pozos, con los sellos sanitarios apropiados.
 - Adecuada infraestructura, incluyendo canales de drenaje, instalaciones de lavado y cercas para alejar a los animales.

- Zonificación local de las fuentes, para controlar actividades determinadas.

Los CASOS de estudio y/o sus RESULTADOS son los siguientes:

- En el caso del Reino Unido se aplicaron las siguientes medidas:

1. Delimitación de zonas de protección:

- Zona interna alrededor de 50 m del punto de extracción.
- Zona posterior que abarca el área desde la cual el agua viaja hasta 50 días, por considerarse un lapso de tiempo suficiente para la eliminación de la mayoría de los agentes patógenos.
- Se delimitan también dos zonas más lejanas para controlar actividades riesgosas.

2. Diálogo con los sectores agrícola e industrial, mediante un plan piloto para controlar la contaminación agrícola. Los agricultores dentro de las denominadas *Nitrate Sensitive Areas* fueron compensados por la pérdida de sus cultivos debido a la reducción en la aplicación de nitrógeno.

Los resultados que se obtuvieron fueron exitosos; el plan de control de contaminación agrícola está ampliamente difundido en Europa, pero involucra un costo de subsidio significativo.

- En el caso de Uganda, se trabajó en un área donde existía un problema con una bacteria fecal que era transportada desde letrinas, a vertientes o pozos de producción. Para solucionar el problema se establecieron una serie de pautas para establecer la separación horizontal entre las instalaciones sanitarias y las fuentes de agua potable. Los resultados fueron exitosos, incluso durante las estaciones lluviosas. Ha sido extendido a otros países africanos subsaharianos, donde no ha sido posible aplicar técnicas convencionales.
- El caso de Lusaka, Zambia, presentaba un acuífero dolomítico sobreexplotado, que desarrolló problemas de depresiones por compactación (subsistencia del terreno) en la zona urbana. Se aplicó un método análogo al utilizado en Inglaterra para los sistemas

acuíferos en calizas, delimitando áreas de zonificación un radio de protección de 1.000 m alrededor de las fuentes de abastecimiento de agua.

- En el caso de Dar es Salaam, Tanzania, se implementó un índice de protección para fuentes individuales (WYDUL) como herramienta de planificación a largo plazo. Este índice que incluye calidad del agua, rendimiento, índice DRASTIC, importancia social o uso de la fuente y uso del terreno. Posteriormente se implementó un plan estratégico que incluía la identificación de las fuentes de contaminación, el manejo de información y bases de datos, el desarrollo de un mapa de vulnerabilidad, la estimación de las áreas de protección necesarias y su prioridad, la configuración de red de monitoreo y un aumento de la coordinación institucional y participación pública.
- En el caso de Calabar, Nigeria, se utilizó la vulnerabilidad de los acuíferos como herramienta de planificación. En este caso, dado que el acuífero abastece la mayor parte del área y se veía amenazado por el desarrollo industrial, se evaluó su vulnerabilidad utilizando como parámetros claves las propiedades del acuífero, el espesor de las lateritas y la profundidad del nivel freático. Como resultados el área del acuífero fue dividida en aproximadamente tres áreas iguales, de baja, media y alta vulnerabilidad.
- En el caso de Yeumbeul, Senegal, 7.000 familias sacaban agua de un acuífero somero. La distancia del pozo a la letrina más cercana era de 36 m y se encontró una relación entre la concentración de nitrato en el pozo y la letrina. La extrapolación de los datos indicó que la separación horizontal óptima entre el pozo y la letrina era de 50 m. Así, el acuífero fue dividido en tres zonas horizontales según su vulnerabilidad.

Como resultados generales del estudio se observó que prohibir a la gente hacer algo que ha estado haciendo durante largo tiempo legalmente, acarrea conflictos sociales y culturales. Se plantea la interrogante sobre el costo que ello significa y quien lo asume.

3.3.7 Publicación de “Delineation of Groundwater Protection Zones Based on Tracer Tests and Transport Modeling in Alluvial Sediments” de Deroune y Dassargues (1998):

El OBJETIVO del estudio fue delimitar con exactitud las zonas de protección de cada pozo, utilizando trazadores y modelación numérica.

Las MEDIDAS tomadas para la protección de los acuíferos fueron las siguientes:

1. Delimitar zonas de protección, dentro de las cuales ciertas actividades son reguladas o prohibidas. Las regulaciones se basan principalmente en el tiempo de transferencia de los contaminantes en la zona saturada del acuífero, o en algunos casos simplemente en la distancia desde el pozo de bombeo.

3. Se definen tres tipos de zonas, cuya extensión depende en gran parte de la heterogeneidad de los estratos, por lo que el modelo de distribución espacial es relevante. Éstas son:

a. *Zona I o de abastecimiento*: abarca un radio de 10 m alrededor de las instalaciones.

b. *Zona II o de prevención*: se divide en la Zona IIa, inmediata a la Zona I, que incluye el perímetro dentro del cual el tránsito de la polución tarda 24 horas. Debe ubicarse al menos a 25 m de la Zona I. Le sigue la Zona IIb que abarca el área donde el tránsito de la contaminación es de 50 días y un radio mínimo de 100 m.

c. *Zona III o de observación*: se le denomina a toda el área de recarga de la cuenca.

Para delimitar las zonas de protección se desarrolla un modelo conceptual del acuífero, el cual se caracteriza con la medición de los parámetros hidrodinámicos e hidrodispersivos del acuífero aluvial, construyendo nuevos pozos o piezómetros para obtener información litológica, y con las políticas de extracción, las entradas y salidas, etc. se genera un modelo numérico de flujo y transporte adecuado para establecer la extensión de cada zona.

El RESULTADO de la aplicación completa de la metodología completa fue que el modelo numérico resultó ser la mejor representación de la realidad, según las conclusiones obtenidas al calibrar el flujo subterráneo y el transporte de contaminantes. Se trata de una herramienta muy poderosa para el manejo de acuíferos, puede utilizarse con propósitos previsoros en diversas situaciones.

Al compararlo con otros métodos, posee grandes ventajas, pero su alto costo dificulta su implementación. Por ello se destacan dos criterios aplicables a la delimitación de las Zonas IIa y IIb:

- Distancias fijas
- Cálculo del tiempo de tránsito con métodos analíticos o empíricos basados en la ley de Darcy.
- Distancias correspondientes al radio de influencia del pozo (Zona IIb)

3.3.8 Publicación de “An Aquifer Management Case Study – The Chalk of the English South Downs” de Robins et al. (1999):

El OBJETIVO del estudio fue presentar caso de manejo de un acuífero intensamente explotado, con riesgo de intrusión salina y contaminación por asentamiento urbano en la zona. La estrategia de manejo se basa en una visionaria política de protección de acuíferos aprobada en 1985 y que se aplicó en South Downs, en el Reino Unido.

Las MEDIDAS adoptadas fueron las siguientes:

1. Reconocer el potencial contaminante de las recargas de agua en los pozos. Luego se aseguró proteger los pozos del área de la ciudad, restringiendo el uso de suelos localmente a parques.
2. Una vez reconocida la intrusión salina (en su etapa temprana), se crea una política de manejo donde se diferencia el uso del acuífero según la estación del año.
 - En invierno se privilegia la extracción de estaciones costeras de bombeo (“pozos de fuga”), para interceptar el agua fresca que se infiltra hacia el mar.
 - En verano se utilizan los pozos ubicados tierra adentro (“pozos de almacenamiento”).
 - Se monitorea cuidadosamente la concentración de iones cloruro durante los inviernos secos para prevenir sobreexplotación de las estaciones de fuga.
3. Planificación de nuevos pozos que maximicen el rendimiento y minimicen los riesgos de intrusión salina. Parte de este trabajo abarca la implementación de amplias redes de monitoreo (incluyendo geofísica).

4. Durante períodos de sequía se limitan ciertos usos de agua.
5. Control centralizado del sistema de abastecimiento de agua por un sistema de telemetría en dos bloques del acuífero.
6. Privatización del negocio del agua en 1989, transfiriendo planes de manejo, licencias y medidas de protección a la Autoridad Nacional de Ríos (NRA). Esto separa las áreas de regulación y de abastecimiento de la industria del agua, otorgándole al manejo de los recursos de agua y a la protección del ambiente del agua la mayor prioridad hasta ahora.
7. Aplicación de políticas por parte de la NRA respecto al manejo de los recursos de agua basadas en los conceptos de desarrollo sustentable, principio preventivo y manejo y cuantificación de la demanda
8. Políticas adoptadas en South Downs:
 - Evitar otorgar licencias de extracción adicionales del acuífero, reconociendo que una larga proporción de los recursos naturales ya han sido permitidos.
 - En lo posible redistribuir los recursos de agua existentes más que desarrollar nuevas fuentes. Al mismo tiempo maximizar el uso de las licencias existentes.
 - Promover la eficiencia en el uso del agua en la industria, comercio, agricultura y particulares.
9. Trabajo conjunto entre la *Environment Agency* (anterior NRA) con las compañías de agua para asesorar el rendimiento de las fuentes del recurso, basándose en el conocimiento adquirido durante sequías recientes.
10. Planes para la protección del agua subterránea de la contaminación:
 - Prohibir la descarga de aguas residuales en un radio de 3,2 km de cualquier estación de extracción.
 - Creación de una Guía para la Protección del Acuífero, donde se incluye:
 - Definición de 5 tipos de zonas de protección basadas en el tiempo de viaje a una fuente.

- Prescripción de medidas de control específicas basadas en la vulnerabilidad del acuífero y la zonificación de áreas protegidas.
- Exclusión de vertederos de las zonas de captura de todas las fuentes de captación públicas, sólo se permiten en cualquier lugar del acuífero en una contención específica y con protección operacional.
- No se acepta la aplicación de la mayoría de los efluentes ni lodos.
- La descarga de fosas sépticas o de efluentes de aguas servidas es controlada, así como la descarga de la mayoría de los efluentes industriales a las aguas subterráneas, y también a algunos cuerpos de agua superficial con infiltración hacia la zona de recarga.

11. Para cumplir las normas antes mencionadas, se creó un *bypass* que cruza la zona de captura de la mayoría de las fuentes de abastecimiento. Está formada por un sistema de cañerías que extraen la infiltración del área.

12. Utilización de un algoritmo para decidir qué fosas sépticas pueden ser aprobadas, según el tamaño de su desarrollo, al naturaleza física de la caliza (granular/fisurada), espesor de la zona no saturada y si el punto está debajo de alguna zona en particular.

13. Confección de mapas de vulnerabilidad donde se representa la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación por nitratos. Aplica una matriz con clases de suelo según filtración y tipo de cobertura del flujo.

14. Monitoreo permanente y disponibilidad de datos en tiempo real para tomar decisiones como medida fundamental para el éxito del manejo del acuífero.

15. Respecto al último punto, es clave saber qué datos tomar, según lo que se necesite para resolver ciertas situaciones, y qué datos se están recolectando innecesariamente.

Los RESULTADOS de la ejecución de estas medidas en Brighton fueron muy exitosos. La estrategia adoptada para el manejo del acuífero se relaciona con la temprana identificación de los factores que amenazan a los recursos de agua subterránea (intrusión salina, sequías y contaminación desde la superficie).

3.3.9 Publicación de “Groundwater Protection in Mediterranean Countries after the European Water Framework Directive” de Martínez et al. (2008):

El OBJETIVO de este proyecto fue revisar y analizar la implementación de las medidas de protección y caracterización de cuerpos de agua subterránea, dirigidas por la *European Water Framework Directive* (WFD). Se revisa el caso de nueve países de la Unión Europea (Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Portugal, Holanda, Irlanda, Suiza y España).

Las MEDIDAS consideradas fueron las siguientes:

1. Delimitar áreas de protección para los pozos con tamaño variable dependiendo de:
 - Características hidrogeológicas del acuífero.
 - Volumen bombeado.
 - Tipo de contaminación que requiera medidas de protección.
 - Geometría del acuífero.
 - Vulnerabilidad del acuífero.
2. Realizar un análisis de las características de cada cuenca, evaluar económicamente el uso del agua y estudiar las consecuencias de las actividades humanas sobre los recursos de agua subterránea.
3. Determinación de valores umbrales para delimitar el estado de los cuerpos de agua, según su contaminación. Esto se basa en la caracterización del acuífero y su interacción con contaminantes, mientras mayor riesgo presente, mayor cantidad de datos requiere su estudio.
4. Definir la línea base de calidad del acuífero, ya que una alta concentración de algún elemento en un cuerpo de agua subterránea puede ser natural. Para ello se utilizan las concentraciones de las muestras de agua subterránea no contaminada, considerando que los acuíferos más profundos no siempre representan a los acuíferos más someros.
5. Zonificación del terreno según sus características físicas para integrar actividades económicas riesgosas con la protección de la calidad del agua. Para ello se utilizan mapas de vulnerabilidad donde se delimitan las zonas cuya susceptibilidad a la contaminación por aguas

subterráneas es similar. Y en las áreas alrededor de los pozos de extracción se prohíben las actividades que puedan causar contaminación del agua subterránea.

6. Se realizan monitoreos, para comprobar si se están generando los resultados esperados.

Los RESULTADOS del análisis de la implementación de las medidas determinó que:

La mayoría de países establece tres zonas de resguardo o con diferentes restricciones, que en algunos casos pueden extenderse a cuatro. Los criterios que consideran para la delimitación de estas zonas son fundamentalmente criterios hidrogeológicos (tipo de acuífero, nivel del agua, velocidad de flujo, características de la zona no saturada, litología), y de tiempo de tránsito de los contaminantes. Muchas veces se calculan a partir de ecuaciones volumétricas.

En el caso de Holanda, existen leyes provinciales que definen las actividades permitidas dentro de cada zona. En Irlanda, las restricciones se basan en matrices específicas para cada actividad contaminante, considerando la vulnerabilidad del acuífero como un factor determinante.

En muchos casos para los acuíferos cársticos y fisurados, existen zonas especiales. En suiza, para estos acuíferos, las áreas de protección son diseñadas usando índices de vulnerabilidad especiales y transformándolas en zonas jurídicas.

Como conclusiones de este análisis se consideró que deben incrementarse los estudios para caracterización de acuíferos y establecer programas de monitoreo y que se requiere la cooperación de todas entidades administrativas para proteger los recursos de agua subterránea.

3.3.10 Publicación de “Contaminated Land and Aquifer Protection” de Henton y Young (1993):

El OBJETIVO del estudio fue generar un ranking de riesgo para enfrentar el problema de los terrenos contaminados.

Las MEDIDAS adoptadas fueron las siguientes:

1. Aplicación de medidas legislativas y políticas enfocadas a cambiar el carácter obligatorio de la estrategia de protección, por una política basada en instrumentos de autorregulación o herramientas económicas.

2. Dentro de la regulación económica se incluye aumentar el costo de contaminar el ambiente, así las industrias pueden elegir entre arrojar aguas contaminantes al ambiente, o invertir en nueva tecnología que minimice los residuos y baje los costos operacionales. Los niveles de contaminación tolerables son rigurosos y los costos asociados aumentan constantemente con el objetivo de dirigir la tendencia hacia nuevas tecnologías.

3. Creación del Environmental Protection Act, donde se proponen las siguientes medidas, entre otras:

- Aumentar el poder de las autoridades para cobrar a los dueños de los terrenos responsables los costos derivados por hacer frente a antiguos vertederos.
- Aumentar el poder de las autoridades locales para forzar a la limpieza de los lugares contaminados que causen algún daño a la salud pública. Darles además el poder de cobrar a esa persona los costos de los perjuicios causados.

4. Incluir un puesto en la autoridad local para compilar y mantener registros de las tierras que se han asignado o se asignarán a un cierto uso contaminante.

5. Generar mapas de riesgo medioambiental, a partir de factores relacionados con la ubicación, hidrogeología y geología, y en algunas áreas específicas se incluye la proximidad con la fuente contaminante. Estos mapas permiten determinar los usos del suelo y acuífero en las zonas de mayor riesgo y zonas adyacentes.

6. Evaluar el potencial de contaminación de las distintas áreas considerando las actividades que antigua y actualmente se realizan en el lugar. Se debe estudiar:

- Desde cuando se realizó dicha actividad, ya que las condiciones de trabajo han variado mucho en el tiempo.
- La naturaleza de los contaminantes (orgánicos, inorgánicos). Los orgánicos poseen mayor movilidad y solubilidad por lo que su capacidad de infiltración es mayor.
- La presencia de gas se analiza por separado, por el alto potencial de migración de los gases de vertederos y los gases naturales, cuyo riesgo de explosión es alto si son desplazados a un lugar confinado.

7. Aplicación de un test de infiltración para calcular el potencial de solubilidad de contaminantes, simulando la forma en que la infiltración podría arrastrar los contaminantes hacia los recursos de agua en riesgo.

Los RESULTADOS y conclusiones que se obtuvieron de la aplicación de estas medidas fueron, por un lado que los cambios legislativos incrementaron la responsabilidad asociada con la propiedad de terrenos contaminados y por el otro, que el ranking de riesgo presentó buenos resultados en su aplicación. Se resalta la gran importancia en el nivel profesional y la experiencia para evaluar las consecuencias de la contaminación. También, que el primer paso para adoptar las medidas adecuadas consiste en desarrollar una constante investigación y monitoreo de los terrenos contaminados. Esto permite entregar la información correcta a las partes involucradas y planificar las estrategias de protección y remediación más efectivas y económicas.

4 RESULTADOS QUÍMICOS

4.1 Análisis químicos o base de datos utilizados en aplicación

4.1.1 Base de datos disponible acuífero del Loa

Tabla 4.1: Detalles de observaciones en acuífero El Loa.

Nombre	Fuente	Fecha	Acuífero / Sector	Prof/Hab	Nombre estación	Altura (msnm)	UTM Este PSAD 56 (m)	UTM Norte PSAD56 (m)
N01	CCM-Leonor	si	Calama Sup.	45/si	ppr1	2.220	504.582	7.515.527
N02	CCM-Leonor	si	Calama Sup.	55/si	ppr2	2.231	505.546	7.516.089
N03	CCM-Leonor	si	Calama Sup.	55/si	ppr4	2.214	504.051	7.515.081
N04	CCM-Leonor	si	Calama Sup.	50/si	ppr5	2.198	502.772	7.515.863
N05	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-01	2.206	503.456	7.514.875
N06	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-04	2.207	503.542	7.514.744
N07	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-07	2.209	503.592	7.514.664
N08	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	99/si	p-09	2.209	503.717	7.514.797
N09	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-10	2.209	503.645	7.514.581
N10	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-12	2.212	503.931	7.514.747
N11	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-16	2.211	503.763	7.515.070
N12	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-18	2.215	504.075	7.515.259
N13	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-19	2.211	503.891	7.514.882
N14	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-21	2.216	504.219	7.515.039
N15	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-24	2.216	504.277	7.514.962
N16	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-25	2.212	503.896	7.514.520
N17	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-26	2.213	503.993	7.514.460
N18	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-27	2.212	504.023	7.514.329
N19	CCM-Equatorial	si	Calama Sup.	60/si	p-30	2.220	504.354	7.515.587
N22-3	Nazca	15/09/2000	Llallqui Inf./Sup	336/0-336	E3-L1/L3/L4	2.558	545.060	7.518.090
N23	Nazca	11/09/2000	Llallqui Sup.	120/0-120	P1-L1	2.526	539.660	7.520.850
N24-1	Nazca	05/09/2000	Llallqui Sup.	120/0-120	P2-L1	2.494	534.720	7.517.920

Tabla 4.1: Detalles de observaciones en acuífero El Loa.

Nombre	Fuente	Fecha	Acuífero / Sector	Prof/Hab	Nombre estación	Altura (msnm)	UTM Este PSAD 56 (m)	UTM Norte PSAD56 (m)
N24-2	Nazca	11/09/2000	Llalqui Sup.	120/0-120	P2-L1	2.494	534.720	7.517.920
N25	Nazca	09/09/2000	Llalqui Sup.	180/0-64	Px-L1	2.510	535.350	7.523.200
N27	Nazca	01/06/2000	Q. León Sup.		qe2/11	3.138	577.300	7.540.200
V01	Peña-1970		Loa		Vert. Angostura-1	2.460	528.100	7.517.000
V02	Peña-1971		Loa		Vert. Angostura-2	2.460	528.100	7.517.000
V03	CCM-Leonor	2000	Loa		Vert. Likantatay	2.218	504.506	7.515.511
V04-D	Nazca	01/10/1999	Loa		Vert. Ojo de Opache	2.065	498.800	7.513.900
V04-W	Nazca	20/03/2000	Loa		Vert. Ojo de Opache	2.065	498.800	7.513.900
V05-W	Nazca	20/03/2000	Loa		Aguada La Teca	2.950	549.100	7.500.100
V06-W	Nazca	01/01/1970	Salado		Tatio Ojo1	4.250	602.000	7.530.000
V07-D	Nazca	01/12/1970	Salado		Tatio Ojo2	4.250	602.000	7.530.000
V08-D	Nazca	01/11/1969	Salado		Tatio Vert157	4.250	602.000	7.530.000
V09-D	Nazca	01/11/1969	Salado		Tatio Vert331	4.250	602.000	7.530.000
V10-D	Nazca	01/10/1999	Salado		Tatio salida	4.228	600.400	7.529.400
V10-W	Nazca	20/03/2000	Salado		Tatio salida	4.228	600.400	7.529.400
V11-I	Nazca	15/06/2000	Salado		Baños Turi	3.050	574.200	7.541.900
V12-I	Nazca	15/06/2000	Salado		Cupo	3.370	570.900	7.555.100
V13-D	Nazca	01/10/1999	Salado		Paniri	3.260	575.500	7.551.100
V13-W	Nazca	20/03/2000	Salado		Paniri	3.260	575.500	7.551.100
V13-I	Nazca	15/06/2000	Salado		Paniri	3.260	575.500	7.551.100
V14-W	Nazca	20/03/2000	Salado		Vert. en Río Salado	3.090	579.800	7.536.700
V15-D	Nazca	01/10/1999	San Pedro		OjoSnPedro	3.780	566.900	7.569.900
V15-I	Nazca	15/06/2000	San Pedro		OjoSnPedro	3.780	566.900	7.569.900
N20	CMLB	04/07/2001	Calama Inf.	350/181-342	PBC-2	2.194	502.512	7.514.296
N26	Nazca	01/06/2000	Q. León Inf.		qe3/12	3.138	577.300	7.540.200
Chiu Chiu		15/06/2000					541.418	7.529.912

Fuente: Informe SIT N°85, DGA (2003).

Tabla 4.2: Base de datos utilizada (acuífero superior, 1999-2000), El Loa.

Nombre	SDT (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	As (mg/L)	Li (mg/L)	K (mg/L)	CE (uS/cm)	pH (u. pH)	Balace Iónico (%)
N01	5.740	2.116,02	378,94	408,60	1.274,4	72,93	0,17	1,250	na	82,50	7.110	7,4	10
N02	5.720	2.395,62	298,19	320,84	1.227,5	126,05	3,44	1,100	na	95,70	7.200	7,2	1
N03	6.280	2.508,46	442,28	408,60	1.257,5	126,05	7,30	0,230	na	105,00	7.660	7,2	1
N04	5.007	2.061,09	412,26	328,84	1.249,5	72,93	12,72	1,030	na	86,30	6.560	7,4	8
N05	5.200	2.391,63	456,29	424,79	1.273,4	82,63	0,61	0,742	na	107,70	7.380	7,5	2
N06	5.450	2.291,77	370,23	392,60	1.174,5	87,54	2,27	0,575	na	91,00	7.200	8,3	1
N07	5.140	2.208,88	313,20	368,82	1.099,5	92,44	10,46	1,000	na	147,90	6.890	7,7	1
N08	5.440	2.217,87	365,23	368,82	1.135,5	92,44	9,19	0,891	na	87,90	6.920	8,3	9
N09	5.340	2.180,92	327,20	376,81	1.115,5	77,83	11,95	1,390	na	86,00	6.880	8,3	1
N10	4.900	2.167,94	321,20	376,81	1.174,5	92,44	11,12	1,300	na	99,50	6.870	7,5	5
N11	5.900	2.470,52	350,22	504,75	1.245,5	38,92	4,53	1,008	na	94,50	7.540	7,2	1
N12	5.980	2.527,44	415,26	480,76	1.199,5	63,23	1,94	1,325	na	86,50	7.740	7,2	5
N13	5.530	2.229,85	331,21	480,76	1.130,5	38,92	0,92	0,787	na	88,00	7.440	7,2	1
N14	5.140	2.155,96	346,22	448,78	1.099,5	29,21	1,07	1,500	na	101,00	6.820	7,3	1
N15	5.040	2.205,89	278,17	384,81	1.105,5	77,83	2,38	1,700	na	103,00	6.950	7,2	1
N16	5.220	2.180,92	403,25	480,76	1.118,5	24,31	16,44	1,720	na	113,80	6.960	7,2	1
N17	6.220	2.552,40	390,24	512,74	1.349,4	34,01	2,63	1,634	na	108,00	7.940	7,5	2
N18	6.290	2.564,38	313,20	464,77	1.236,5	38,92	0,14	2,188	na	96,80	8.070	7,7	5
N19	5.770	2.478,50	318,20	512,74	1.250,5	29,21	3,40	1,466	na	89,00	7.550	7,2	1
N22-3	13.900	6.081,42	483,30	1009,50	2.998,7	135,06	1,20	0,007	6,55	170,00	19.930	6,5	2
N23	4.020	1.737,55	117,07	250,87	857,6	114,05	0,21	1,280	3,53	61,40	6.210	7,8	9
N24-1	7.340	2.816,03	161,10	487,76	1.309,4	137,06	0,28	0,482	4,94	60,10	10.100	6,4	7
N24-2	7.790	3.035,72	171,11	563,72	1.379,4	153,06	0,29	0,846	5,51	66,50	10.150	6,6	9
N25	2.900	1.427,99	175,11	119,94	771,7	52,62	0,01	0,148	2,40	44,90	5.160	7,2	2
N27	3.975	1.148,38	110,07	133,93	804,7	51,32	0,14	0,065	9,39	34,80	5.090	7,5	8
V04-D	5.025	2.416,59	360,23	282,86	1.199,5	121,05	19,20	2,000	4,00	86,00	na	7,9	5
V04-W	5.400	2.376,65	332,21	282,86	1.159,5	120,05	1,89	1,880	3,82	75,30	7.700	7,6	1
V05-W	1.060	70,90	331,21	146,93	70,3	18,21	0,012	0,029	0,10	2,42	1.140	7,8	4

Tabla 4.2: Base de datos utilizada (acuífero superior, 1999-2000), El Loa.

Nombre	SDT (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	As (mg/L)	Li (mg/L)	K (mg/L)	CE (uS/cm)	pH (u. pH)	Balace Iónico (%)
V10-D	12.734	7.749,02	82,05	302,85	3.998,2	12,01	5,11	29,009	36,01	220,99	na	7,4	10
V10-W	5.270	2.606,28	75,05	87,36	1.629,3	10,21	0,01	15,501	12,80	123,01	8.900	7,9	6
V11-I	1.694	718,99	96,06	97,15	380,8	44,22	0,19	0,482	1,53	49,30	3.040	6,4	3,4
V12-I	2.390	859,79	208,13	164,92	348,8	126,05	0,001	0,064	0,84	40,90	2.400	8,6	4,2
V13-D	488	109,90	16,01	52,97	100,0	13,01	0,20	0,052	0,10	1,99	na	8,3	3,5
V13-W	346	9,99	10,01	34,78	8,0	11,50	10,00	0,00013	0,03	2,02	480	7,4	10
V13-I	328	9,99	10,01	36,28	5,0	11,90	0,010	0,005	0,03	2,03	430	7,5	12
V14-W	6.100	2.766,10	127,08	355,82	1.659,3	106,04	0,010	0,284	5,23	117,00	6.600	7,4	8,6
V15-D	955	329,69	66,04	66,97	160,0	41,01	0,20	0,801	0,50	17,01	na	8,3	12
V15-I	918	144,64	89,06	50,57	60,0	41,11	0,012	0,344	0,46	16,89	2.000	7,8	4,3

na: no analizado

B.I.: balace iónico (se desconoce expresión usada)

4.1.2 Campaña de muestreo sector acuífero Los Choros

Tabla 4.3: Parámetros químicos medidos en terreno, sector acuífero Los Choros.

Punto Muestreo	UTM Norte PSAD 56 (m)	UTM Este PSAD 56 (m)	Altitud (msnm)	pH (u. pH)	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Sólidos Disueltos Totales (ppm)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
LC01	6.754.934	272.857	10	7,5	1.602,0	809,0	20,1
LC02	6.757.819	272.594	17	7,5	2.131,0	1.065,0	19,7
LC03	6.761.630	262.304	5	7,5	18.870,0	9.444,0	20,9
LC04	6.760.135	273.792	50	7,8	2.365,0	1.183,0	21,7
LC05	6.757.603	276.476	57	8,0	1.278,0	639,0	20,4
LC06	6.761.300	264.992	3	7,4	2.737,0	1.369,0	19,8
LC07	6.758.395	268.669	4	8,1	4.055,0	2.027,0	21,4
LC08	6.757.705	275.653	46	8,6	1.768,0	884,0	20,6
LC09	6.760365	268.881	24	7,8	2.314,0	1.158,0	20,0
LC10	6.758.551	269.201	6	7,2	5.111,0	2.555,0	20,0
LC11	6.761.326	269.952	30	7,2	2.978,0	1.489,0	20,1
LC12	6.757.296	271.465	16	7,6	1.086,0	543,0	20,7
LC13	6.765.025	260.749	17	7,3	13.840,0	6.924,0	21,0
LC14	6.758.812	272.783	36	7,7	1.715,0	857,0	20,0
LC15	6.760.553	274.608	64	7,7	3.297,0	1.648,0	20,0
LC16	6.758.105	274.532	41	7,2	1.942,0	971,0	20,9
LC17	6.762.677	272.109	58	8,2	2.025,0	1.012,0	20,7
LC18	6.757.693	275.866	54	7,1	1.496,0	748,0	19,3

Tabla 4.4: Parámetros químicos medidos en laboratorio, Los Choros (Parte 1).

Punto Muestreo	Cloruros Disueltos (mg/L)	Nitratos Disueltos (mg/L)	Sulfatos Disueltos (mg/L)	Calcio Disueltos (mg/L)	Sodio Disuelto (mg/L)	Magnesio Disuelto (mg/L)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Bicarbonato Disuelto (mg/L)
LC01	401,15	<0,5	295,91	163,06	162,67	55,95	1.180	221,69
LC02	667,13	<0,5	321,36	203,1	271,40	69	1.650	198,19
LC03	7.726,6	<0,5	1341,3	723,9	3.080,31	659,03	18.235	151,95
LC04	736,9	<0,5	297,92	193,5	295,8	67,5	1.630	150,93
LC05	273,43	4,77	220,25	115,8	118,35	38,97	910	216,19
LC06	967,5	<0,5	440,47	189,12	381,31	116,23	2460	146,84
LC07	1.268,1	<0,5	745,08	459,15	385,06	173,88	3.570	123,59
LC08	438,22	2,28	328,2	195,20	175,28	64,43	1.180	248,76
LC09	646,59	<0,5	385,34	131,00	394,00	75,5	1.940	204,58
LC10	1.523,89	<0,5	860,64	495,11	390,82	189,90	4.880	139,30
LC11	862,03	<0,5	406,73	273,35	276,75	163,74	2.440	279,94
LC12	212,79	<0,5	187,19	73,64	106,47	44,45	900	215,95
LC13	5247	<0,5	1015,9	638,15	1.765,56	345,03	12.680	163,44
LC14	460,02	<0,5	305,79	210,81	149,03	65,28	1.480	201,89
LC15	1.131,69	<0,5	308,21	269,61	357,07	104,95	2.840	111,20
LC16	510,6	<0,5	357,18	238,54	156,94	52,25	1.530	186,57
LC17	579,93	<0,5	326,66	185,00	265,35	49,91	1.520	237,27
LC18	388,07	5,35	243,28	154,94	150,67	49,72	1.260	242,77

Tabla 4.5: Parámetros químicos medidos en laboratorio, Los Choros (Parte 2).

Punto Muestreo	Potasio Disuelto (mg/L)	CE (μS/cm)	pH	Aluminio Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	Molibdeno Total (mg/L)	Níquel Total (mg/L)	Mercurio Total (mg/L)	Fosfato Disuelto (mg/L)
LC01	15,12	2.100	7,81	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC02	25,86	2.660	7,92	0,01	0,24	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC03	217,23	24.100	7,8	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC04	27,9	2.850	7,8	0,03	0,23	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC05	8,77	1.622	7,82	0,38	0,09	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC06	37,88	3.798	7,91	0,05	0,04	0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC07	46,93	5.130	7,76	<0,01	<0,03	0,03	<0,01	<0,001	<0,01
LC08	10,5	2.220	7,71	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC09	42,18	2.900	7,9	0,02	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC10	54,00	6.450	7,26	0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,001	<0,01
LC11	49,28	3.710	7,77	0,04	1,92	<0,01	<0,01	<0,001	0,04
LC12	46,42	1.398	7,82	0,02	0,22	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC13	99,96	17.740	7,77	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC14	22,15	2.130	7,81	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC15	29,05	4.170	7,92	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC16	21,65	2.490	7,37	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC17	20,98	2.610	8,01	0,02	0,03	0,01	<0,01	<0,001	<0,01
LC18	11,26	1.943	7,36	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01

4.1.3 1ª campaña de muestreo en sector acuífero Aconcagua

Tabla 4.6: Parámetros químicos medidos in situ, 1ª campaña Aconcagua.

Punto Muestreo	Subsector Acuífero	UTM Norte PSAD 56 (m)	UTM Este PSAD 56 (m)	Altitud (msnm)	pH (u. pH)	Cond. Eléctrica (μS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm)	Temp. (°C)
P00	San Felipe-Los Andes	6.366.256	354.968	886	7,4	697	348	18,9
P01	San Felipe-Los Andes	6.374.906	354.559	931	7,58	602	301	21,4
P02	San Felipe-Los Andes	6.381.922	348.644	897	7,48	693	346	20,9
P03	San Felipe-Los Andes	6.360.394	351.355	867	7,13	447	224	18,2
P04	San Felipe-Los Andes	6.364.731	342.550	720	7,34	813	408	18,1
P05	San Felipe-Los Andes	6.370.319	345.394	741	7,49	366	183	15,3
P06	San Felipe-Los Andes	6.377.237	347.132	741	7,42	742	371	20,0
P07	San Felipe-Los Andes	6.373.820	337.704	646	7,23	647	324	19,3
P10	Aconcagua-Las Vegas	6.374.337	331.047	552	7,21	516	260	18,0
P11	Aconcagua-Las Vegas	6.371.510	326.607	505	7,23	787	393	19,2
P12	Aconcagua-Las Vegas	6.368.653	316.813	407	7,18	622	312	18,6
P13	Catemu	6.378.295	318.678	443	7,16	709	354	19,4
P14	Llay Llay	6.362.861	322.238	409	7,00	1.150	530	19,1
P15	Llay Llay	6.364.730	315.216	380	7,20	1.698	899	20,7
P16	Rabuco	6.357.471	303.987	333	7,42	292	146	19,5
P17	Quillota	6.367.677	307.295	343	6,83	512	256	18,1
P18	Quillota	6.366.281	300.769	263	6,88	614	347	19,0
P19	Quillota	6.371.963	297.977	241	6,71	551	276	18,8
P21	Quillota	6.366.494	291.468	175	6,96	636	318	18,2
P20	Quillota	6.361.219	290.654	128	7,03	868	434	23,2
P22	Quillota	6.355.495	285.243	85	7,15	665	332	18,7
P23	Nogales	6.385.237	293.833	267	6,50	711	355	17,4
P24	Nogales	6.374.869	294.717	207	7,24	665	332	18,2
P25	Limache	6.346.423	297.029	144	7,23	753	377	16,6
P26	Limache	6.347.035	289.381	78	7,72	706	353	17,3
P27	Limache	6.350.180	283.170	70	7,02	832	415	17,7
P28	Aconcagua - Desembocadura	6.354.935	276.372	29	6,91	546	273	18,7
P29	Aconcagua - Desembocadura	6.354.745	269.429	9	6,96	497	249	18,1
P30	Nogales	6.380.895	294.201	239	7,24	601	300	17,3
P32	Rabuco	6.361.078	302.761	306	7,17	690	345	18,5
P33	Catemu	6.374.127	317.648	426	7,27	707	361	20,1
P35	San Felipe - Los Andes	6.367.033	349.208	806	7,3	659	297	16,9
P36	San Felipe - Los Andes	6.370.163	340.617	695	7,4	655	327	18,2
P37	Aconcagua - Las Vegas	6.369.217	322.036	459	6,98	674	337	19,8
P38	Quillota	6.357.534	288.342	96	6,98	743	371	19,4

Tabla 4.7: Parámetros químicos medidos laboratorio, 1ª campaña Aconcagua (Parte 1).

Punto Muestreo	Cloruros Disueltos (mg/L)	Nitratos Disueltos (mg/L)	Sulfatos Disueltos (mg/L)	Calcio Disueltos (mg/L)	Sodio Disuelto (mg/L)	Magnesio Disuelto (mg/L)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Bicarbonato Disuelto (mg/L)	Potasio Disuelto (mg/L)
P00	15,41	35,48	157,49	117,00	18,90	23,10	564,00	270,03	0,72
P01	6,53	23,69	70,00	54,40	38,80	19,80	344,00	252,50	0,52
P02	18,82	18,24	39,97	61,00	41,30	19,20	448,00	290,63	0,62
P03	9,24	39,33	88,42	75,20	14,70	14,60	406,00	185,11	0,68
P04	23,46	36,36	170,70	134,00	24,80	28,50	632,00	307,96	1,06
P05	15,08	7,03	113,19	70,00	3,86	7,76	295,00	108,33	0,76
P06	15,38	45,05	147,00	153,00	15,70	21,10	614,00	347,44	0,69
P07	14,08	14,04	136,15	118,00	9,09	18,00	456,00	274,41	1,33
P10	16,20	19,40	132,04	91,70	7,81	12,20	372,00	168,12	1,31
P11	17,63	15,69	260,82	145,00	14,30	21,80	636,00	201,63	1,31
P12	19,64	14,48	152,10	103,00	19,80	16,40	448,00	194,73	1,60
P13	11,16	19,05	121,41	107,00	22,60	16,20	538,00	274,45	0,66
P14	31,54	51,89	217,39	130,00	25,10	52,00	746,00	343,10	3,61
P15	26,45	18,39	367,34	206,00	25,80	63,20	1.140,00	471,17	0,40
P16	5,59	22,83	30,76	31,40	5,44	12,70	212,00	116,66	2,24
P17	13,46	20,91	110,79	66,30	17,70	21,10	370,00	166,54	0,33
P18	18,50	23,94	131,96	104,00	7,20	16,60	452,00	220,36	1,26
P19	16,38	15,48	129,71	81,20	14,60	14,90	390,00	185,99	1,16
P21	33,08	44,02	186,52	153,00	13,70	22,50	620,00	273,94	1,99
P20	32,09	14,60	162,90	127,00	12,40	15,60	488,00	245,06	1,35
P22	25,73	26,78	173,37	89,70	32,40	23,00	560,00	229,88	0,42
P23	37,76	34,01	235,96	103,00	8,90	36,80	608,00	159,73	0,38
P24	26,27	23,99	168,52	114,00	17,20	21,50	516,00	260,81	0,42
P25	54,66	32,71	157,51	72,30	54,80	37,50	638,00	290,26	3,94
P26	35,35	44,52	172,93	80,90	35,50	35,10	602,00	212,81	1,15
P27	39,06	36,32	234,36	70,70	98,10	32,60	752,00	294,20	9,24
P28	30,41	16,47	160,72	99,30	24,00	17,90	556,00	208,87	2,26
P29	29,06	1,44	143,71	83,70	24,70	19,10	468,00	222,00	1,45
P30	14,73	18,00	118,31	72,90	11,70	20,80	375,00	193,86	0,24
P32	51,99	18,42	200,07	147,00	23,90	28,00	686,00	290,01	1,23
P33	14,18	20,19	112,42	105,00	32,00	13,30	500,00	283,12	0,28
P35	21,07	21,11	151,52	118,00	13,40	14,10	483,00	211,25	1,86
P36	24,46	38,23	183,54	147,00	16,80	16,90	598,00	282,14	2,36
P37	22,82	22,74	210,48	126,00	21,30	18,50	660,00	250,88	1,96
P38	34,07	54,92	174,68	150,00	16,40	19,40	548,00	262,12	0,26

Tabla 4.8: Parámetros químicos medidos laboratorio, 1ª campaña Aconcagua (Parte 2).

Punto Muestreo	Cond. Eléctrica (µS/cm)	pH (u. pH)	Aluminio Total (mg/L)	Cobre Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	Manganeso Total (mg/L)	Molibdeno Total (mg/L)	Níquel Total (mg/L)	Bario Total (mg/L)
P00	799,00	7,51	0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,03
P01	539,00	7,84	0,09	<0,01	2,86	0,04	<0,01	<0,001	0,02
P02	642,00	7,56	0,07	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,04
P03	521,00	7,22	0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
P04	947,00	7,50	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P05	468,00	7,60	0,02	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P06	843,00	7,74	0,02	<0,01	0,15	0,01	<0,01	<0,001	0,03
P07	755,00	7,30	0,50	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,05
P10	617,00	7,24	0,05	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,001	0,04
P11	891,00	7,19	0,05	<0,01	<0,03	0,02	<0,01	<0,001	0,03
P12	691,00	7,47	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,04
P13	697,00	7,40	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,15
P14	1.038,00	7,02	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,05
P15	1.534,00	7,19	0,38	<0,01	1,89	2,77	<0,01	<0,001	0,06
P16	288,00	7,25	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P17	530,00	7,00	0,06	0,05	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P18	670,00	7,18	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,04
P19	611,00	6,81	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,04
P21	901,00	6,99	<0,01	0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P20	754,00	6,91	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P22	782,00	6,99	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,09
P23	850,00	6,55	<0,01	0,02	0,04	0,02	<0,01	<0,001	0,02
P24	780,00	7,30	0,02	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
P25	907,00	7,03	0,20	0,02	0,17	<0,01	<0,01	<0,001	0,10
P26	809,00	6,65	0,11	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,001	0,12
P27	1.031,00	6,94	0,08	<0,01	<0,03	0,02	<0,01	<0,001	0,20
P28	716,00	6,92	0,03	<0,01	0,14	0,03	<0,01	<0,001	0,13
P29	672,00	6,95	0,07	<0,01	1,43	1,03	<0,01	<0,001	0,12
P30	577,00	7,36	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
P32	985,00	7,30	<0,01	<0,01	<0,03	0,31	<0,01	<0,001	0,05
P33	679,00	7,55	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,11
P35	695,00	7,33	0,03	<0,01	<0,03	0,01	<0,01	<0,001	0,09
P36	864,00	7,29	0,04	0,02	0,12	<0,01	<0,01	<0,001	0,18
P37	851,00	7,05	0,05	0,07	0,17	<0,01	<0,01	<0,001	0,06
P38	900,00	7,05	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,001	0,02

4.1.4 2ª campaña de muestreo en sector acuífero Aconcagua

Tabla 4.9: Parámetros químicos medidos en terreno, 2ª campaña Aconcagua.

Punto Muestreo	Subsector Acuífero	UTM Norte PSAD 56 (m)	UTM Este PSAD 56 (m)	Altitud (msnm)	pH (u. pH)	Cond. Eléctrica (μS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm)	Temp. (°C)
A01	San Felipe - Los Andes	6.375.991	354.842	974	7,45	472	230	19,0
A02	San Felipe - Los Andes	6.365.528	357.539	930	7,29	452	226	18,6
A03	San Felipe - Los Andes	6.374.451	339.458	660	7,78	376	188	-
A04	San Felipe - Los Andes	6.379.767	336.518	648	7,75	237	119	-
A05	Llay Llay	6.359.890	317.832	408	6,92	244	114	-
A06	Llay Llay	6.364.522	318.603	395	7,36	512	248	-
A07	Aconcagua - Las Vegas	6.366.148	313.420	377	7,17	495	239	-
A08	Llay Llay	6.361.004	320.409	418	7,4	460	221	-
A09	Llay Llay	6.364.387	306.919	320	6,94	535	259	-
A10	Quillota	6.371.810	294.468	209	7,53	806	403	19,0
A11	Quillota	6.358.214	291.240	113	7,02	872	436	18,9
A12	Limache	6.345.363	294.140	128	7,25	394	197	20,2
A13	Aconcagua - Desembocadura	6.354.486	267.570	3	7,15	668	334	20,0
A14	Aconcagua - Desembocadura	6.354.539	273.836	28	7,46	640	320	18,5
A15	Nogales	6.377.545	292.102	219	6,83	579	289	19,1
P01	San Felipe - Los Andes	6.374.906	354.559	931	7,45	452	226	22,1
P15	Llay Llay	6.364.730	315.216	380	7,27	694	341	-
P29	Aconcagua - Desembocadura	6.354.745	269.429	9	7,27	511	256	18,2

Tabla 4.10: Parámetros químicos medidos en laboratorio, 2ª campaña Aconcagua (Parte 1).

Punto Muestreo	Cloruros Disueltos (mg/L)	Nitratos Disueltos (mg/L)	Sulfatos Disueltos (mg/L)	Calcio Disueltos (mg/L)	Sodio Disuelto (mg/L)	Magnesio Disuelto (mg/L)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Bicarbonato Disuelto (mg/L)	Potasio Disuelto (mg/L)	Cond. Eléctrica (µS/cm)
A01	7,09	14,24	72,52	86,16	21,29	16,3	418	309,624	0,81	597
A02	42,99	5,23	103,41	88,39	25,22	12,69	442	199,415	1,27	632
A03	23,17	4,74	113,36	72,54	11,95	7,84	301,5	109,983	1,7	476
A04	4,83	4,56	49,83	40,03	9,2	7,03	217	119,035	0,99	291
A05	5,03	5,43	19,17	34,46	4,13	12,26	265	143,606	0,89	284
A06	23,55	32,89	153,61	140,34	29,02	33,1	700	415,825	1,7	963
A07	19,21	14,99	105,35	131,14	15,63	20,39	614	257,408	2,77	765
A08	16,01	29,63	72,89	85,86	21,6	26,51	438	285,858	1,66	637
A09	22,87	57,08	167,33	125,74	22,1	21,54	520	243,183	9,41	814
A10	140,85	40,15	247,73	149,35	36,39	25,31	68	68,822	3,17	1.026
A11	39,33	46,09	225,99	169,3	45,65	31,52	836	343,568	1,87	1.110
A12	16,01	31,53	72,98	50,65	14,21	22,63	324	164,014	2,8	503
A13	40,24	1,85	146,51	110,74	49,09	29,21	637	336,138	2,84	872
A14	33,84	12,74	155,85	105,74	34,94	21,94	456	269,27	3,78	815
A15	27,44	20,94	118,3	81,79	19,97	34,65	542	256,268	1,33	767
P01	6,4	31,07	63,46	83,31	39,05	17,44	372	313,339	0,92	574
P15	36,58	23,99	315,6	194,9	57,68	58,68	804	516,048	0,87	1.421
P29	30,44	<0,5	136,83	92,34	37,6	23,85	524	271,746	2,6	722

Tabla 4.11: Parámetros químicos medidos en laboratorio, 2ª campaña Aconcagua (Parte 2).

Punto Muestreo	pH (u. pH)	Aluminio Total (mg/L)	Cobre Total (mg/L)	Hierro Total (mg/L)	Manganeso Total (mg/L)	Molibdeno Total (mg/L)	Níquel Total (mg/L)	Mercurio Total (mg/L)	Bario Total (mg/L)
A01	7,8	0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,05
A02	7,8	0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,01
A03	7,6	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
A04	7,9	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
A05	7,1	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
A06	7,4	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,03
A07	7,4	0,05	0,01	0,64	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,01
A08	7,7	<0,01	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,08
A09	7,1	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,06
A10	7,2	<0,01	<0,01	<0,03	0,46	<0,01	<0,01	<0,001	0,03
A11	7,4	0,01	<0,01	<0,03	0,08	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
A12	7,7	0,02	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,03
A13	7,3	<0,01	<0,01	0,11	0,51	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
A14	7,6	0,03	<0,01	0,06	0,03	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
A15	7,3	<0,01	<0,01	0,16	0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P01	7,8	0,023	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,02
P15	7,4	0,09	<0,01	0,07	1,49	<0,01	<0,01	<0,001	0,03
P29	7,3	<0,01	<0,01	0,87	0,46	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01

4.2 Fichas de terreno de campañas de muestreo

4.2.1 Campaña de muestreo Los Choros

FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA

Fecha:	09/02/09	Hora:	10:15	Código Pozo:	LC01
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parcela California	Localidad:	Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1960	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.754.934 m				
Coord. UTM Este:	272.857 m				
Cota Topográfica:	10 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	6 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	5 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	5 m				
Caudal:	2 L/s				
Observaciones: Pozo con algas y vegetación expuesto a la intemperie					
Método toma de muestra: Motobomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	1.602	pH:	7,53		
TDS (ppm):	801	mV:	-24,08		
T (°C)	20	OD (ppm):	5,02		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Mateo Ossandón	Dirección:	Parcela California		
Teléfono:	-	e-mail:	-		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	11/02/09	Hora:	10:30	Código Pozo:	LC02
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Olivos M Rojas	Localidad:	Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Residencial-Agrícola		
Fecha Construcción:	2003	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.757.619 m				
Coord. UTM Este:	272.594 m				
Cota Topográfica:	17 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	38 m				
Profundidad Captación:	26 m				
Diámetro:	0,2 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	9 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Cultivo de Olivos					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	2.131	pH:	7,49		
TDS (ppm):	1.065	mV:	-23		
T (°C):	19,7	OD(ppm):	4,65		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Mirta Rojas Araya	Dirección:	Loteo Los Nietos Parcela 281		
Teléfono:	51-311021	e-mail:	olivismrojas@hotmail.com		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	10/02/09	Hora:	11:30	Código Pozo:	LC03
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Punta de Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Residencial		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Doméstico, NO potable		
Coord. UTM Norte:	6.761.630 m				
Coord. UTM Este:	262.304 m				
Cota Topográfica:	5 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	-				
Profundidad Captación:	20 m				
Diámetro:	0,15 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	3,5 m				
Nivel Dinámico:	9,08 m				
Caudal:	-				
Observaciones: Cabañas turísticas					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (mS/cm):	18,87	pH:	7,46		
TDS (ppm):	9.444	mV:	-21,5		
T (°C)	20,85	OD:	4,2		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Antonio Soler	Dirección:	Playa Las Conchitas		
Teléfono:	09-2532019	e-mail:	-		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	11/02/09	Hora:	12:50	Código Pozo:	LC04
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Camping		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Domestico, No bebida		
Coord. UTM Norte:	6.760.135 m				
Coord. UTM Este:	273.792 m				
Cota Topográfica:	50 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	40 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	0,3 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Parcela utilizada como camping particular. El agua no se utiliza para beber.					
Método toma de muestra: Motobomba					
					
					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	2.365	pH:	7,81		
TDS (ppm):	1.183	mV:	-40,8		
T (°C):	21,7	OD(ppm):	4,5		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Soledad Leonicio	Dirección:	Alberto Magno 1396, Stgo.		
Teléfono:	08-9000029	e-mail:	soleleonicio@hotmail.com		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	12/02/09	Hora:	10:45	Código Pozo:	LC05
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Hijuelas N° 10	Localidad:	Pueblo Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1996	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.757.603 m				
Coord. UTM Este:	276.476 m				
Cota Topográfica:	57 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	9,9 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1,5 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	7 m				
Caudal:	-				
Observaciones: Cultivo de olivos					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	1278	pH:	7,97		
TDS (ppm):	639	mV:	-49,2		
T (°C):	20,35	OD(ppm):	5,17		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Salvador Barrera	Dirección:	Los Acacios S/N		
Teléfono:	09-96644518	e-mail:			

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	10/02/09	Hora:	10:30	Código Pozo:	LC06
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Cam. Punta de Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Residencial		
Fecha Construcción:	1930	Uso agua:	Lavado ropa, loza		
Coord. UTM Norte:	6.761.300 m				
Coord. UTM Este:	264.992 m				
Cota Topográfica:	3 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	3,7 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	3,5 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Noria limpia, sacan agua con balde					
Método toma de muestra: Toma muestra (Bailer)					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	2.737	pH:	7,4		
TDS (ppm):	1.369	mV:	-19,8		
T (°C):	19,8	OD (ppm):	3,74		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Oscar Véliz Toledo	Dirección:	Aguas Buenas s/n		
Teléfono:	09-99581707	e-mail:	-		



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	12/02/09	Hora:	13:15	Código Pozo:	LC07
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Camino Punta de Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Cabañas, Camping		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Doméstico		
Coord. UTM Norte:	6.758.395 m				
Coord. UTM Este:	268.669 m				
Cota Topográfica:	4 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	-				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	0,2 m				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones					
No se utiliza el agua para beber					
Método toma de muestra:					
Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	4055	pH:	8,09		
TDS (ppm):	2027	mV:	-52,1		
T (°C):	21,4	OD(ppm):	4,32		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Alicia Asencio Romero	Dirección:	Los Olmos 3024, Macul		
Teléfono:	(02) 3181941	e-mail:	losnaufraigos50@yahoo.com		



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	12/02/09	Hora:	16:00	Código Pozo:	LC08
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agricola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.757.705 m				
Coord. UTM Este:	275.653 m				
Cota Topográfica:	46 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	11,2 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1,5 m				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	10,9				
Caudal:	-				
Observaciones:					
Método toma de muestra: Bomba					
					
Parámetros fisico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	1.768	pH:	8,55		
TDS (ppm):	884	mV:	-78		
T (°C):	20,63	OD(ppm):	5,34		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Julia Morales		Dirección:	Av. San Jose s/n	
Teléfono:	09-91953594		e-mail:	paulinacbm@hotmail.com	

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	11/02/09	Hora:	14:34	Código Pozo:	LC09
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.760.365 m				
Coord. UTM Este:	268.881 m				
Cota Topográfica:	24 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	14,5 m				
Profundidad Captación:	9,4 m				
Diámetro:	1 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	9,5 m				
Nivel Dinámico:	12 m				
Caudal:	-				
Observaciones:					
Método toma de muestra: Toma muestra (Bailer)					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	2.314	pH:	7,84		
TDS (ppm):	1.158	mV:	-42,2		
T (°C):	20	OD(ppm):	4,72		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Dionisio Sánchez González	Dirección:	Las Margaritas 378, Coquimbo		
Teléfono:	09-0100996, 51-492637	e-mail:	-		



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:			
Fecha:	09/02/09	Hora:	14:45	Código Pozo:		LC10	
Identificación Pozo							
Nombre Predio:	Camping el Oasis	Localidad:	Camino a Los Choros				
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Camping				
Fecha Construcción:	2004	Uso agua:	Riego - Sanitario				
Coord. UTM Norte:	6.758.551 m						
Coord. UTM Este:	269.201 m						
Cota Topográfica:	6 msnm						
Datos Pozo							
Profundidad:	7,2 m						
Profundidad Captación:	-						
Diámetro:	2,5 m						
Tipo operación:	Discontinua						
Nivel Estático:	-						
Nivel Dinámico:	5,5 m						
Caudal:	-						
Observaciones:							
Método toma de muestra: Bomba							
Parámetros físico-químicos medidos							
Conductivímetro				pHímetro			
CE (μS/cm):	5.111			pH:	7,19		
TDS (ppm):	2.555			mV:	-5,9		
T (°C):	20			OD:	-		
Identificación del Contacto:							
Nombre:	Iván Alvarado			Dirección:	Camping El Oasis		
Teléfono:	09-76345924			e-mail:	anamaria.ossandon@gmail.com		



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	11/02/09	Hora:	11:45	Código Pozo:	LC11
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	-		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	-		
Coord. UTM Norte:	6.761.326 m				
Coord. UTM Este:	269.952 m				
Cota Topográfica:	30 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	39 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	0,1 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	10 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Pozo abandonado.					
Método toma de muestra: Toma muestra (Bailer)					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	2.978	pH:	7,18		
TDS (ppm):	1.489	mV:	-4,9		
T (°C):	20,13	OD(ppm):	4,27		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	-	Dirección:	-		
Teléfono:	-	e-mail:	-		



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	09/02/09	Hora:	11:00	Código Pozo:	LC12
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parc. La Jojoba	Localidad:	Llano Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	2004	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.757.296 m				
Coord. UTM Este:	271.465 m				
Cota Topográfica:	16 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	50 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	0,5 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	11 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	1 L/s.				
Observaciones: Plantación de Jojoba					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	1.086	pH:	7,64		
TDS (ppm):	543	mV:	-30,7		
T (°C)	20,7	OD (ppm):	-		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Marcelo Allende	Dirección:	El Olivar		
Teléfono:	09-74282972	e-mail:	ma.allende@gmail.com		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	10/02/09	Hora:	13:45	Código Pozo:	LC13
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Punta de Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Residencial		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Doméstico, riego		
Coord. UTM Norte:	6.765.025 m				
Coord. UTM Este:	260.749 m				
Cota Topográfica:	17 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	40 m				
Profundidad Captación:	20 m				
Diámetro:	20 cm				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Solo para riego y usos domésticos, excepto agua potable					
Método toma de muestra: Bomba					
					
					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (mS/cm):	13,84	pH:	7,3		
TDS (ppm):	6924	mV:	-12,3		
T (°C):	21	OD (ppm):	4,71		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Miguel Blaitt Contador	Dirección:	2 km al norte de P. de Choros		
Teléfono:	09-95397806	e-mail:	mblaitt@gmail.com		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	09/02/09	Hora:	11:45	Código Pozo:	LC14
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Fundo Los Nietos	Localidad:	Llano Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agricola		
Fecha Construcción:	2007	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.758.812 m				
Coord. UTM Este:	272.783 m				
Cota Topográfica:	36 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	36 m				
Profundidad Captación:	30 m				
Diámetro:	1 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	14 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	2 L/s				
Observaciones:					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	1.715	pH:	7,7		
TDS (ppm):	857	mV:	-34,7		
T (°C):	20	OD (ppm):	4,05		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Roberto Infante	Dirección:	Fundo Los Nietos, parcela 16-21		
Teléfono:	09-90185305	e-mail:	mvalencia@rfp.cl		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:			
Fecha:	09/02/09	Hora:	12:45	Código Pozo:		LC15	
Identificación Pozo							
Nombre Predio:		-		Localidad:		Llano Los Choros	
Comuna:		La Higuera		Uso predio:		Residencial	
Fecha Construcción:		-		Uso agua:		Riego jardín	
Coord. UTM Norte:		6.760.553 m					
Coord. UTM Este:		274.608 m					
Cota Topográfica:		64 msnm					
Datos Pozo							
Profundidad:		-					
Profundidad Captación:		-					
Diámetro:		1,5 m					
Tipo operación:		Discontinua					
Nivel Estático:							
Nivel Dinámico:		>26 m					
Caudal:		-		Observaciones:			
Método toma de muestra:							
Bomba							
Parámetros físico-químicos medidos en terreno							
CE (µS/cm):		3.297		pH:		7,72	
TDS (ppm):		1.648		mV:		-35,7	
T (°C)		20		OD:		4,57	
Identificación del Contacto:							
Nombre:		Reineres Cerda Soto		Dirección:		Av. Los Olivos, parcela 53	
Teléfono:		09-74811448		e-mail:		-	

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	09/02/09	Hora:	13:30	Código Pozo:	LC16
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parcela 13	Localidad:	Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	2004	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.758.105 m				
Coord. UTM Este:	274.532 m				
Cota Topográfica:	41 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	35 m				
Profundidad Captación:	30 m				
Diámetro:	20 cm				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	18 m				
Nivel Dinámico:	22 m				
Caudal:	-				
Observaciones:					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	1.942	pH:	7,24		
TDS (ppm):	971	mV:	-8,9		
T (°C):	20,9	OD (ppm):	5,09		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Alejandro Salinas	Dirección:	Parcela 1, salida Los Choros		
Teléfono:	09-83591713	e-mail:	-		

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	12/02/09	Hora:	12:30	Código Pozo:	LC17
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Pueblo Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Ganadería		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Ganadería caprina		
Coord. UTM Norte:	6.762.677 m				
Coord. UTM Este:	272.109 m				
Cota Topográfica:	58 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	-				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	2 m				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	21,88				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Corrales ganadería caprina					
Método toma de muestra: Toma muestra (Bailer)					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	2.025	pH:	8,24		
TDS (ppm):	1.012	mV:	-64		
T (°C):	20,7	OD(ppm):	2,42		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	-	Dirección:	-		
Teléfono:	-	e-mail:	-		



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO LOS CHOROS, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

Fecha:	09/02/09	Hora:	16:00	Código Pozo:	LC18
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Pueblo Los Choros		
Comuna:	La Higuera	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1958	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.757.693 m				
Coord. UTM Este:	275.866 m				
Cota Topográfica:	54 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	9,5 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	3m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	7,3 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	1 L/s				
Observaciones: Cultivo de olivos, maíz, sandías					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	1.496	pH:	7,1		
TDS (ppm):	748	mV:	-0,7		
T (°C):	19,3	OD:	-		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Juana Araya	Dirección:	Las Acacias s/n		
Teléfono:	09-85446811	e-mail:	arayajuana730@gmail.com		

Coordenadas en Datum PSAD-56

4.2.2 1° Campaña de muestreo Aconcagua

FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA

				Subsector Acuífero:	San Felipe - Los Andes
Fecha:	18/11/08	Hora:	11:20	Código Pozo:	P00
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. El Sauce			Localidad:	El Sauce
Comuna:	Los Andes			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	1997			Uso agua:	Riego
Coord. UTM Norte:	6366256 m				
Coord. UTM Este:	354968 m				
Cota Topográfica:	897 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	70-80 m				
Profundidad Captación:	60 m				
Diámetro:	12"				
Tipo operación:	Continuo				
Nivel Estático:	15 m				
Nivel Dinámico:	26,4 m				
Caudal:	-				
Observaciones: Bomba eléctrica de 60 hp Riego de parronales, nogales y paltos					
 					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	697		pH:	7,4	
TDS (ppm):	348		mV:	-31,9	
NaCl (%):	1,3		T (°C):	18,9	
T (°C)	18,2				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Arturo Lazcano (Administrador)		Dirección:	Camino Internacional Km 4	
Teléfono:	(34) 425 50 10		e-mail:	Luis-uribe@entelchile.net	
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe - Los Andes
Fecha:	21/11/08	Hora:	12:30	Código Pozo:	P01
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. El Triunfo			Localidad:	El Monte
Comuna:	San Esteban			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	(1996-1998)			Uso agua:	Riego
Coord. UTM Norte:	6374906 m				
Coord. UTM Este:	354559 m				
Cota Topográfica:	931 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	60 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	12"				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	38,9				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	10 l/s				
Observaciones: Llenan tranque para apoyar el riego superficial en la época estival Parronales, ciruelos					
 					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	602		pH:	7,58	
TDS (ppm):	301		mV:	-41,5	
NaCl (%):	1,1		T (°C):	21,4	
T (°C):	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Alfonso Gutiérrez			Dirección:	Camino San Francisco s/n
Teléfono:	(34) 481 056 - 57			e-mail:	aj. gutierrez@ yahoo.es
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe - Los Andes
Fecha:	21/11/08	Hora:	14:00	Código Pozo:	P02
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Coop. AP	Localidad:	Sta. Filomena		
Comuna:	Sta. María	Uso predio:	-		
Fecha Construcción:	1996	Uso agua:	Agua Potable		
Coord. UTM Norte:	6381922 m				
Coord. UTM Este:	348644 m				
Cota Topográfica:	897 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	140 m				
Profundidad Captación:	120 m				
Diámetro:	10"				
Tipo operación:	Continuo				
Nivel Estático:	92 m (Agosto 08)				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	10 l/s				
Observaciones: Pozo de la Cooperativa de Agua Potable Rural Sta. Filomena.					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	693	pH:	7,48		
TDS (ppm):	346	mV:	-36,6		
NaCl (%):	1,3	T (°C):	20,9		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Omar Rojas	Dirección:	Sta. Filomena 925		
Teléfono:	(34) 582 431	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	18/11/08	Hora:	16:30	Código Pozo:	P03
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Comité APR	Localidad:	San Vicente		
Comuna:	Calle Larga	Uso predio:	-		
Fecha Construcción:	1999	Uso agua:	Agua Potable Rural		
Coord. UTM Norte:	6360394 m				
Coord. UTM Este:	351355 m				
Cota Topográfica:	866 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	28 m				
Profundidad Captación:	23 m				
Diámetro:	4"				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	13				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	5,8 l/s				
Observaciones: Comité de Agua Potable Rural Las Calderas San Vicente					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	447		pH:	7,13	
TDS (ppm):	224		mV:	-17,2	
NaCl (%):	0,8		T (°C):	18,2	
T (°C):	18,2				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Pedro Espinoza	Dirección:	Comité APR Las Calderas		
Teléfono:	(8) 407 44 52	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	21/11/08	Hora:	10:30	Código Pozo:	P04
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	El Pidén	Localidad:	Rinconada		
Comuna:	Rinconada	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1999	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6364731 m				
Coord. UTM Este:	342550 m				
Cota Topográfica:	720 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	100 m				
Profundidad Captación:	60 m				
Diámetro:	40 cm				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	35 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	60 l/s				
Observaciones: Agrícola Peppi Parronales					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	813	pH:	7,34		
TDS (ppm):	408	mV:	-27,0		
NaCl (%):	1,6	T (°C):	18,1		
T (°C):	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	José Pineda Valle	Dirección:	Carretera San Martín s/n		
Teléfono:	(34)405 510, 0-91380408	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	19/11/08	Hora:	11:15	Código Pozo:	P05
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	La Peña	Localidad:	Curimón		
Comuna:		Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6370319 m				
Coord. UTM Este:	345393 m				
Cota Topográfica:	741 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	110 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	40 cm				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	59 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	60 l/s				
Observaciones: Pozo C-21. La Peña, El Rosario. Parronales, Duraznos					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	366		pH:	7,49	
TDS (ppm):	183		mV:	-36,9	
NaCl (%):	0,7		T (°C):	15,3	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Marcelo Galdámez	Dirección:	-		
Teléfono:	(34) 531 007	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	17/11/08	Hora:	16:40	Código Pozo:	P06
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. Valtelina	Localidad:	Sta. María		
Comuna:	Sta. María	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1987	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6377237 m				
Coord. UTM Este:	347132 m				
Cota Topográfica:	741 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	70 m				
Profundidad Captación:	66,5 m				
Diámetro:	30 cm				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	40 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	30 l/s	Observaciones:			
Uso sólo en verano, apoyo riego. Parronales, carozos Bomba 50 hp					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	742	pH:	7,42		
TDS (ppm):	371	mV:	-32,5		
NaCl (%):	1,5	T (°C):	20,0		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	María Méndez	Dirección:	Calle Jahuel s/n, Sta. María		
Teléfono:	(34) 583 289, 589 427	e-mail:	valtelinatda@tie.cl		
Observaciones: Rolando Herrera					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	19/11/08	Hora:	12:15	Código Pozo:	P07
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. Cerro Mauco	Localidad:	Pío Río		
Comuna:	San Felipe	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Aplicaciones pesticidas		
Coord. UTM Norte:	6373820 m				
Coord. UTM Este:	337704 m				
Cota Topográfica:	646 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	8 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1,20 m				
Tipo operación:	-				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	2,10 m				
Caudal:	-				
Observaciones:					
El agua se utiliza para aplicación de pesticidas en parronales					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	647		pH:	7,23	
TDS (ppm):	324		mV:	-21,9	
NaCl (%):	1,2		T (°C):	19,3	
T (°C):	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Luís Cruz	Dirección:	Carretera CH-60 s/n Pío Río		
Teléfono:	(34)	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	28/11/08	Hora:	10:30	Código Pozo:	P35
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Liceo Mixto	Localidad:	Los Andes		
Comuna:	Los Andes	Uso predio:	Colegio		
Fecha Construcción:	1998	Uso agua:	AP		
Coord. UTM Norte:	6367030 m				
Coord. UTM Este:	349208 m				
Cota Topográfica:	806 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	165 m				
Profundidad Captación:	110-120 m				
Diámetro:	6"				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	50 l/s				
Observaciones:					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	659	pH:	7,3		
TDS (ppm):	297	mV:	-30		
NaCl (%):	1,2	T (°C):	16,9		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Jorge Peña Torres	Dirección:	San Rafael 1450		
Teléfono:	(34) 408 175	e-mail:	jpena@liceomixto.cl		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

			Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	28/11/08	Hora:	Código Pozo:	P36
Identificación Pozo				
Nombre Predio:	-	Localidad:	Rinconada	
Comuna:		Uso predio:	Residencial	
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Consumo AP	
Coord. UTM Norte:	6370163 m			
Coord. UTM Este:	340617 m			
Cota Topográfica:	695 msnm			
Datos Pozo				
Profundidad:	>30 m			
Profundidad Captación:	-			
Diámetro:	1,5 m			
Tipo operación:	Continua			
Nivel Estático:	-			
Nivel Dinámico:	-			
Caudal:	50 l/s			
Observaciones:				
Pozo que abastece de agua a parcelas de agrado, la información la entrega un trabajador que estaba reparando la bomba				
Parámetros físico-químicos medidos				
Conductivímetro			pHímetro	
CE (µS/cm):	655	pH:	7,4	
TDS (ppm):	327	mV:	-36,7	
NaCl (%):	1,3	T (°C):	18,2	
T (°C)	-			
Identificación del Contacto:				
Nombre:	-	Dirección:	Rol E-815 Rinconada	
Teléfono:	-	e-mail:	-	
Observaciones:				

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua-Las Vegas
Fecha:	19/11/08	Hora:	16:30	Código Pozo:	P10
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. Millahue	Localidad:	Panquehue		
Comuna:	Panquehue	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1994	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6374337 m				
Coord. UTM Este:	331047 m				
Cota Topográfica:	552 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	50 m				
Profundidad Captación:	30 m				
Diámetro:	20 cm				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	3,30 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Fundo El Palomar, Ex Aconex					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	516	pH:	7,21		
TDS (ppm):	260	mV:	-21,1		
NaCl (%):	1,1	T (°C):	18,0		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Prudencio Córdova Silva	Dirección:	-		
Teléfono:	(34) 591 060	e-mail:	pcordovas@hotmail.com		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua-Las Vegas
Fecha:	19/11/08	Hora:	15:00	Código Pozo:	P11
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	APR			Localidad:	La Pirca
Comuna:	Panquehue			Uso predio:	APR
Fecha Construcción:	1987			Uso agua:	APR
Coord. UTM Norte:	6371510 m				
Coord. UTM Este:	326307 m				
Cota Topográfica:	505 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	4,95 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	2 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	2,0 m				
Caudal:	-				
Observaciones:					
 					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	787		pH:	7,23	
TDS (ppm):	393		mV:	-21,9	
NaCl (%):	1,5		T (°C):	19,2	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Luís Jiménez			Dirección:	Calle B. O'Higgins casa 3
Teléfono:	-			e-mail:	-
Observaciones: Población Los Libertadores					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua-Las Vegas
Fecha:	21/11/08	Hora:	16:45	Código Pozo:	P12
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Chile Tabacos	Localidad:	Chagres		
Comuna:	Catemu	Uso predio:	Industrial		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Riego - AP		
Coord. UTM Norte:	6368653 m				
Coord. UTM Este:	316813 m				
Cota Topográfica:	407 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	4 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	3 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	1,99 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-	Observaciones: Bodegas Chile Tabacos			
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	622	pH:		7,18	
TDS (ppm):	312	mV:		19,1	
NaCl (%):	1,3	T (°C):		18,6	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Luís Pérez	Dirección:	Camino Internacional s/n		
Teléfono:	(34) 611 064	e-mail:	Luis_perez@bat.com		
Observaciones: Chagres, Catemu					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua-Las Vegas
Fecha:	27/11/08	Hora:	15:00	Código Pozo:	P13
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Casa Particular	Localidad:	Lo Campo		
Comuna:	Panquehue	Uso predio:	Residencial		
Fecha Construcción:	2003	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6369217 m				
Coord. UTM Este:	322036 m				
Cota Topográfica:	459 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	5,0 m				
Profundidad Captación:	4,7 m				
Diámetro:	1"				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	2,0 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	20 l/s				
Observaciones:					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	674	pH:	6,98		
TDS (ppm):	337	mV:	-10,2		
NaCl (%):	1,3	T (°C):	19,8		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Bernardo Moreno	Dirección:	Lo Campo s/n Panquehue		
Teléfono:	(09)1803134	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Nogales
Fecha:	25/11/08	Hora:	12:00	Código Pozo:	P23
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parcela 41	Localidad:	Los Caleos		
Comuna:	Nogales	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1990	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6385237 m				
Coord. UTM Este:	293833 m				
Cota Topográfica:	297 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	8 m				
Profundidad Captación:	7,5				
Diámetro:	2 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	3 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	30 l/min				
Observaciones:					
Uso en verano Plantación Frutillas A 200 m planteles de pavos SOPRAVAL Acumulación de guano					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	711	pH:	6,5		
TDS (ppm):	355	mV:	-		
NaCl (%):	1,4	T (°C):	17,4		
T (°C):	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Vitervo Saavedra	Dirección:	Parcela 41, Los Caleos		
Teléfono:	(34) 721813	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Nogales
Fecha:	25/11/08	Hora:	10:20	Código Pozo:	P24
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Fundo Litre	Localidad:	-		
Comuna:	Nogales	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1993	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6374869 m				
Coord. UTM Este:	294717 m				
Cota Topográfica:	207 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	5 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1,5 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	2,4 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	10 l/min				
Observaciones: Riego de plantación de arándanos					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	665	pH:	7,24		
TDS (ppm):	332	mV:	-23,3		
NaCl (%):	1,4	T (°C):	18,2		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Claudia Fuentevilla	Dirección:	Panamericana N Km 114		
Teléfono:	(33) 281 127, (09)1381262	e-mail:	claudiafuentevilla@gmail.com		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Llaylay
Fecha:	24/11/08	Hora:	12:00	Código Pozo:	P14
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parc. Los Loros	Localidad:	Los Loros		
Comuna:	Llaylay	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	Marzo 2005	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6362861 m				
Coord. UTM Este:	322238 m				
Cota Topográfica:	409 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	37 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	10"				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	13,67 m				
Nivel Dinámico:	20,78 m				
Caudal:	30 l/s				
Observaciones: Parrones, cerezos, damascos					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	1150	pH:	7,00		
TDS (ppm):	530	mV:	-9,9		
NaCl (%):	2,1	T (°C):	19,1		
T (°C):	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Patricio Carvajal	Dirección:	Parcela Los Loros		
Teléfono:	(34) 611 639	e-mail:	namallaylay@nama.cl		
Observaciones: Realizan análisis 1 vez al año					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Llayllay
Fecha:	24/11/08	Hora:	13:00	Código Pozo:	P15
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Particular	Localidad:	Llayllay		
Comuna:	Llayllay	Uso predio:	Domicilio particular		
Fecha Construcción:	2005	Uso agua:	Riego jardín		
Coord. UTM Norte:	6364730 m				
Coord. UTM Este:	315216 m				
Cota Topográfica:	380 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	5 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	-				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	2 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	2 l/s				
Observaciones: Sólo riego del jardín					
 					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	1698		pH:	7,2	
TDS (ppm):	899		mV:	-21,6	
NaCl (%):	3,3		T (°C):	20,7	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Eva Hormazabal		Dirección:	Las Palmas casa nº 1	
Teléfono:	(34) 611 681		e-mail:		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuffero:	Quillota
Fecha:	24/11/08	Hora:	16:40	Código Pozo:	P17
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. Agromol			Localidad:	
Comuna:	Hijuelas			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	1978			Uso agua:	AP
Coord. UTM Norte:	6367677 m				
Coord. UTM Este:	307295 m				
Cota Topográfica:	343 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	5 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1,5				
Tipo operación:	Continuo				
Nivel Estático:	3,20 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	2 l/s				
Observaciones: Pozo en casa patronal, ubicada dentro de fundo con plantaciones de paltos y clementinas.					
					
					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	512		pH:	6,83	
TDS (ppm):	256		mV:	-0,5	
NaCl (%):	0,7		T (°C):	18,1	
T (°C):	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Eduardo Montero			Dirección:	La Sombra, Romeral s/n
Teléfono:	(34) 272 378			e-mail:	agricolaagromol@gmail.com
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	24/11/08	Hora:	15:42	Código Pozo:	P18
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	San Luis	Localidad:	-		
Comuna:	Hijuelas	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6366281 m				
Coord. UTM Este:	300769 m				
Cota Topográfica:	263 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	30 m				
Profundidad Captación:	25 m				
Diámetro:	-				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Invernaderos					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (μS/cm):	614	pH:	6,88		
TDS (ppm):	347	mV:	-3,2		
NaCl (%):	1,3	T (°C):	19,0		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Agrícola CEGEDE	Dirección:	-		
Teléfono:	-	e-mail:	agricola05@tie.cl		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	25/11/08	Hora:	13:20	Código Pozo:	P19
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-			Localidad:	Los Olivos
Comuna:	Calera			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	2004			Uso agua:	Doméstico
Coord. UTM Norte:	6371963 m				
Coord. UTM Este:	297977 m				
Cota Topográfica:	241 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	-				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	3,4 m				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	7 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	20 l/min				
Observaciones:					
2 años que ya no se usa el pozo para riego, sólo uso doméstico					
Plantación de paltos					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	551		pH:	6,71	
TDS (ppm):	276		mV:	6,4	
NaCl (%):	1,1		T (°C):	18,8	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Leandro Díaz			Dirección:	Parcela 11
Teléfono:	-			e-mail:	-
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	25/11/08	Hora:	14:20	Código Pozo:	P20
Identificación Pozo					
Nombre Predio:			INIA	Localidad: Chorrillos	
Comuna:			La Cruz	Uso predio: Oficinas	
Fecha Construcción:			1990	Uso agua: Riego Jardín	
Coord. UTM Norte:			6366494 m		
Coord. UTM Este:			291468 m		
Cota Topográfica:			175 msnm		
Datos Pozo					
Profundidad:			20 m		
Profundidad Captación:			18 m		
Diámetro:			1,5 m		
Tipo operación:			Continuo		
Nivel Estático:			15 m		
Nivel Dinámico:			-		
Caudal:			20 l/min	Observaciones: Oficinas INIA	
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	636	pH:		6,96	
TDS (ppm):	318	mV:		-7,5	
NaCl (%):	1,2	T (°C):		18,2	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Marcos Astroza	Dirección:	Chorrillos 86		
Teléfono:	(34) 470 390	e-mail:	mastroza@inia.cl		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	25/11/08	Hora:	15:40	Código Pozo:	P21
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	C. Centauro	Localidad:	Quillota		
Comuna:	Quillota	Uso predio:	Industrial		
Fecha Construcción:	1960	Uso agua:	Industrial		
Coord. UTM Norte:	6361219 m				
Coord. UTM Este:	290654 m				
Cota Topográfica:	128 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	20 m				
Profundidad Captación:	18 m				
Diámetro:	2 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	10 m				
Nivel Dinámico:	12 m				
Caudal:	14 l/s				
Observaciones: Conservas Centauro					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	868	pH:	7,03		
TDS (ppm):	434	mV:	-11,2		
NaCl (%):	1,7	T (°C):	23,2		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Silvio Bozzolo	Dirección:	Av. 21 de Mayo 150		
Teléfono:	(34) 313 232	e-mail:	sbozzolo.centauro@gmail.com		
Observaciones:					

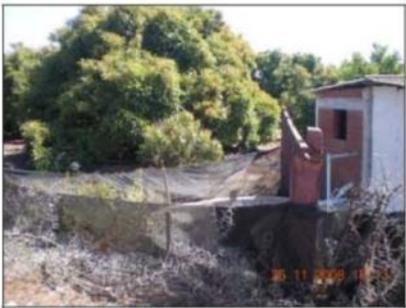
Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	26/11/08	Hora:	15:00	Código Pozo:	P22
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	San Pedro	Localidad:	Troncal San Pedro		
Comuna:	Quillota	Uso predio:	Residencial		
Fecha Construcción:	1990	Uso agua:	Riego Jardín		
Coord. UTM Norte:	6355495 m				
Coord. UTM Este:	285243 m				
Cota Topográfica:	85 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	3,6 m				
Profundidad Captación:	3,4 m				
Diámetro:	1,5 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	2,85				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	20 l/s				
Observaciones:					
 					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (μS/cm):	665		pH:	7,15	
TDS (ppm):	332		mV:	-17,1	
NaCl (%):	1,3		T (°C):	18,7	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Marisol Sepúlveda		Dirección:	Parcela 1B	
Teléfono:	(34) 312 569		e-mail:	msepulvedatornero@gmail.com	
Observaciones: Paradero 12, Troncal San Pedro					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	25/11/08	Hora:	16:00	Código Pozo:	P38
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	F. La Querencia	Localidad:	San Pedro		
Comuna:	Quillota	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1980	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6357534 m				
Coord. UTM Este:	288342 m				
Cota Topográfica:	96 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	6,5 m				
Profundidad Captación:	5,0 m				
Diámetro:	3,2 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	2,2				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	20 l/min				
Observaciones: Plantaciones de Paltos, Naranjos					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	743	pH:	6,98		
TDS (ppm):	371	mV:	-8,5		
NaCl (%):	1,5	T (°C):	19,4		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	René Cuevas	Dirección:	Paradero 2 Camino Troncal		
Teléfono:	(34) 3144 180	e-mail:	rcuevas@tie.cl		
Observaciones: San Pedro					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua-Las Vegas
Fecha:	20/11/08	Hora:	16:00	Código Pozo:	P13
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Las Mercedes	Localidad:	Las Mercedes		
Comuna:	Catemu	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1992	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6378295 m				
Coord. UTM Este:	318678 m				
Cota Topográfica:	443 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	30 m				
Profundidad Captación:	26 m				
Diámetro:	6"				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	3-5 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Agrícola San Guillermo Duraznos, Peras					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	709	pH:	7,16		
TDS (ppm):	354	mV:	-18,4		
NaCl (%):	1,4	T (°C):	19,4		
T (°C):	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Enrique Pérez	Dirección:	-		
Teléfono:	(34) 631 988	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua-Las Vegas
Fecha:	20/11/08	Hora:	15:00	Código Pozo:	P33
Identificación Pozo					
Nombre Predio:			Localidad:		
Comuna:			Uso predio:		
Fecha Construcción:			Uso agua:		
Coord. UTM Norte:					
Coord. UTM Este:					
Cota Topográfica:					
Datos Pozo					
Profundidad:			30 m		
Profundidad Captación:			26 m		
Diámetro:			6"		
Tipo operación:			Continua		
Nivel Estático:			7 m		
Nivel Dinámico:			-		
Caudal:			-		
Observaciones:					
Uso de apoyo relleno tranque Parronales Propiedad de Agrícola San Guillermo, al igual que el P13					
					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	707		pH:	7,27	
TDS (ppm):	361		mV:	-24,9	
NaCl (%):	1,4		T (°C):	20,1	
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Guillermo Pruzzo		Dirección:	Parcela n° 8 La Colonia	
Teléfono:	(34) 631 988		e-mail:	-	
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuffero:	Rabuco
Fecha:	24/11/08	Hora:	14:00	Código Pozo:	P16
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Sauzal	Localidad:	Hijuelas		
Comuna:	Hijuelas	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	2005	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6357471 m				
Coord. UTM Este:	303987 m				
Cota Topográfica:	333 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	53 m				
Profundidad Captación:	51 m				
Diámetro:	8"				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	10 m				
Nivel Dinámico:	35 m				
Caudal:	6 l/s				
Observaciones:					
Uso 100% en verano, 60% en invierno					
Limoneros					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductivímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	292	pH:	7,42		
TDS (ppm):	146	mV:	-30,4		
NaCl (%):	0,5	T (°C):			
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Hugo Cristo	Dirección:	Parcela Sauzal s/n Hijuelas		
Teléfono:	(09)5991876	e-mail:	hcritif@hotmail.com		
Observaciones:					

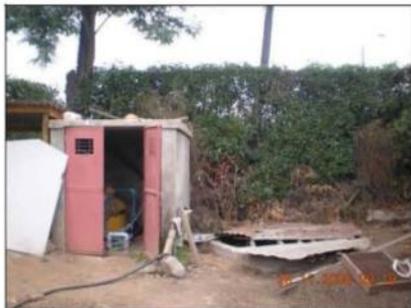
Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Rabuco
Fecha:	24/11/08	Hora:	14:43	Código Pozo:	P32
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parcela 24 a	Localidad:	Hijuelas		
Comuna:	Hijuelas	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	2005	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6361078 m				
Coord. UTM Este:	302761 m				
Cota Topográfica:	306 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	4 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	2,5 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	1,45				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	50 l/min				
Observaciones: Uso riego de flores y yerberas, invernaderos Informan que el filtro se tapa con una materia oscura, el agua no se aprecia turbia					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHmetro		
CE (µS/cm):	690	pH:	7,17		
TDS (ppm):	345	mV:	-19,1		
NaCl (%):	1,5	T (°C):	18,5		
T (°C)	-				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	YerbaTerra Ltda.	Dirección:	Parcela 24 A		
Teléfono:	(08) 9234663	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Limache
Fecha:	26/11/08	Hora:	10:15	Código Pozo:	P25
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	El Bajo	Localidad:	El Bajo		
Comuna:	Olmué	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	1960	Uso agua:	Riego jardín		
Coord. UTM Norte:	6346423 m				
Coord. UTM Este:	297029 m				
Cota Topográfica:	144 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	6 m				
Profundidad Captación:	5,4 m				
Diámetro:	1,8 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	2 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	20 l/s				
Observaciones:					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	753	pH:	7,23		
TDS (ppm):	377	mV:	-21,5		
NaCl (%):	1,5	T (°C):	16,6		
T (°C):	17,4				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Héctor Vergara	Dirección:	El bajo 5871		
Teléfono:	442248	e-mail:			
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Limache
Fecha:	26/11/08	Hora:	11:00	Código Pozo:	P26
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	6	Localidad:	Limache		
Comuna:	Limache	Uso predio:	Riego		
Fecha Construcción:	1990	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6347032 m				
Coord. UTM Este:	289382 m				
Cota Topográfica:	78 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	6,5 m				
Profundidad Captación:	6,0m				
Diámetro:	2,5 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	2,2 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	100 l/min.				
Observaciones:					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	706	pH:	7,72		
TDS (ppm):	353	mV:	6,1		
NaCl (%):	1,4	T (°C):	17,3		
T (°C):	17,4				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Álvaro Nida López – Yolanda López.	Dirección:	Av. Isman 679		
Teléfono:	-	e-mail:	alvaronidalopez@yahoo.es		
Observaciones: -					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Limache
Fecha:	26/11/08	Hora:	11:51	Código Pozo:	P27
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agrícola R&Q	Localidad:	Limache		
Comuna:	Limache	Uso predio:	Riego		
Fecha Construcción:	2000	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6350180 m				
Coord. UTM Este:	283171 m				
Cota Topográfica:	27 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	34 m				
Profundidad Captación:	33 m				
Diámetro:	8 "				
Tipo operación:	Todo el año				
Nivel Estático:	10,5 m				
Nivel Dinámico:	30 m				
Caudal:	2 l/s				
Observaciones: Nivel dinámico es más grande, ya que el pozo no se alcanza a estabilizar ($\Delta T = 1,5$ se seca).					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE ($\mu S/cm$):	832	pH:	7,02		
TDS (ppm):	415	mV:	-10,7		
NaCl (%):	1,7	T ($^{\circ}C$):	17,7		
T ($^{\circ}C$):	17,4				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Silvia Quiroga	Dirección:	Parcela 59 B. Poste 95 Los Laureles.		
Teléfono:	411571/068462712	e-mail:	agroforestafrut@gmail.com		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua Desembocadura
Fecha:	27/11/08	Hora:	11:52	Código Pozo:	P28
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parcela La Libertad	Localidad:	Tolengo		
Comuna:	Limache	Uso predio:	Pecuario		
Fecha Construcción:	2005	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6354935				
Coord. UTM Este:	276372				
Cota Topográfica:	29 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	6 m				
Profundidad Captación:	5 m				
Diámetro:	1,5 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	4,2 m				
Caudal:	100 l/min.				
Observaciones:					
Parámetros físico-químicos medidos					
Conductímetro			pHímetro		
CE (µS/cm):	546	pH:	6,91		
TDS (ppm):	273	mV:	-4,9		
NaCl (%):	1,1	T (°C):	18,7		
T (°C)	25				
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Mauricio Middleton	Dirección:	Km 33 K. CH 60		
Teléfono:	316573	e-mail:	mauricio_middleton@live.cl		
Observaciones: -					

Coordenadas en Datum PSAD-56

4.2.3 2ª Campaña de muestreo Aconcagua

FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	05-02-09	Hora:	16:00	Código Pozo:	A01
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. El Triunfo			Localidad:	El Monte
Comuna:	San Esteban			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	(1994-1996)			Uso agua:	Riego
Coord. UTM Norte:	6.3759.86 m				
Coord. UTM Este:	354.838 m				
Cota Topográfica:	974 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	-				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	20 cm				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	2 L/s				
Observaciones: Pozo de riego, llenan tranque. Plantaciones de paltos, parronales.					
Método toma de muestra: Bomba					
					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	472	pH:	7,45		
TDS (ppm):	230	mV:	-19,2		
T (°C):	19,0	OD (ppm):	5,8		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Alfonso Gutiérrez			Dirección:	Camino San Francisco s/n
Teléfono:	(34) 481 056 - 57			e-mail:	aj.gutierrez@yahoo.es
Observaciones: -					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	05-02-09	Hora:	11:45	Código Pozo:	A02
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agrifutura S.A.			Localidad:	San Esteban
Comuna:	San Esteban			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	(1996-1998)			Uso agua:	Riego
Coord. UTM Norte:	6.365.528 m				
Coord. UTM Este:	357.539 m				
Cota Topográfica:	930 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	190 m				
Profundidad Captación:	120 m				
Diámetro:	20 cm				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	60 m				
Caudal:	50 L/s				
Observaciones: Pozo ubicado fuera del predio agrícola. Cercano a río 100 m.					
Método toma de muestra: Bomba					
					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	452	pH:	7,29		
TDS (ppm):	223	mV:	-11		
T (°C):	18,6	OD (ppm)	6,72		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Gastón Figueroa			Dirección:	-
Teléfono:	9 3468410			e-mail:	gfigueroa@asichile.cl
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	03-02-09	Hora:	15:30	Código Pozo:	A03
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	EXSER	Localidad:	San Felipe		
Comuna:	San Felipe	Uso predio:	Agroindustria		
Fecha Construcción:	1995	Uso agua:	Agroindustria		
Coord. UTM Norte:	6.374.451 m				
Coord. UTM Este:	339.458 m				
Cota Topográfica:	660 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	50 m				
Profundidad Captación:	30 m				
Diámetro:	0,5 m				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	22 L/s				
Observaciones:					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	376	pH:	7,78		
TDS (ppm):	188	mV:	-38		
T (°C):	15,29	OD (ppm)	15,29		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Fernando Fernández	Dirección:	Michimalongo 1701		
Teléfono:	(34) 510893	e-mail:	lfuentes@exser.cl		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	03-02-09	Hora:	16:00	Código Pozo:	A04
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	APR	Localidad:	Lo Herrera		
Comuna:	San Felipe	Uso predio:	APR		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	APR		
Coord. UTM Norte:	6.379.767 m				
Coord. UTM Este:	336.518 m				
Cota Topográfica:	648 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	94 m				
Profundidad Captación:	56 m				
Diámetro:	0,4 m				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	61,2 m				
Nivel Dinámico:	29 m				
Caudal:	26 L/s				
Observaciones:					
Pozo Profundo de Agua Potable Rural, Lo Herrera					
Método toma de muestra:					
Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	237	pH:	7,75		
TDS (ppm):	119	mV:	-36,9		
T (°C):	17,86	OD (ppm)	6,25		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Romina Aranda	Dirección:	21 de Mayo s/n		
Teléfono:	(34) 519258	e-mail:	raranda_0906@hotmail.com		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:			
Fecha:	02-02-09	Hora:	16:35	Código Pozo:		A05	
Identificación Pozo							
Nombre Predio:		Agr. Peppi		Localidad:		Santa Rosa	
Comuna:		Llayllay		Uso predio:		Agrícola	
Fecha Construcción:		1992		Uso agua:		Riego	
Coord. UTM Norte:		6.359.890 m					
Coord. UTM Este:		317.832 m					
Cota Topográfica:		408 msnm					
Datos Pozo							
Profundidad:		72 m					
Profundidad Captación:		-					
Diámetro:		12"					
Tipo operación:		-					
Nivel Estático:		-					
Nivel Dinámico:		-					
Caudal:		45 L/s					
Observaciones:							
Método toma de muestra:							
Bomba							
Parámetros físico-químicos medidos en terreno							
CE (µS/cm):		244		pH:		6,92	
TDS (ppm):		114		mV:		-14,4	
T (°C):		14,5		OD (ppm)		14,5	
Identificación del Contacto:							
Nombre:		Andrés Huerta		Dirección:		-	
Teléfono:		(34) 611950		e-mail:		admensenada@peppi.cl	
Observaciones:							

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Llayllay
Fecha:	02-02-09	Hora:	11:30	Código Pozo:	A06
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	APR	Localidad:	El Salitre		
Comuna:	Llayllay	Uso predio:	APR		
Fecha Construcción:	2005	Uso agua:	APR		
Coord. UTM Norte:	6.364.522 m				
Coord. UTM Este:	318.603 m				
Cota Topográfica:	394 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	7 m				
Profundidad Captación:	4 m				
Diámetro:	1 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	2,95				
Caudal:	-				
Observaciones:					
Pozo de agua potable rural Población El Salitre, Llayllay					
Método toma de muestra:					
Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	512	pH:	7,36		
TDS (ppm):	248	mV:	-36,2		
T (°C):	14,2	OD (ppm)	-		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Mario Díaz	Dirección:	Población El Salitre		
Teléfono:	09 8 4906567	e-mail:	-		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua-Las Vegas
Fecha:	02-02-09	Hora:		Código Pozo:	A07
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	APR	Localidad:	Las Vegas		
Comuna:	Llaylay	Uso predio:	APR		
Fecha Construcción:	1997	Uso agua:	APR		
Coord. UTM Norte:	6.366.148 m				
Coord. UTM Este:	313.421 m				
Cota Topográfica:	377 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	50 m				
Profundidad Captación:	30 m				
Diámetro:	1 m				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	1,5 m				
Nivel Dinámico:	2,5 m				
Caudal:	3,6 L/s				
Observaciones: Pozo profundo agua potable rural Las Vegas					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	495	pH:	7,17		
TDS (ppm):	239	mV:	-25,8		
T (°C):	13,2	OD (ppm)	-		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Ramón Henríquez	Dirección:	Calle El Molino, Las Vegas		
Teléfono:	(34) 612006	e-mail:	-		
Observaciones:					



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Llayllay
Fecha:	02-02-09	Hora:	15:15	Código Pozo:	A08

Identificación Pozo						
Nombre Predio:			-	Localidad:		-
Comuna:			Llayllay	Uso predio:		Residencial - Agrícola
Fecha Construcción:			-	Uso agua:		Agrícola
Coord. UTM Norte:		6.361.004 m				
Coord. UTM Este:		320.409 m				
Cota Topográfica:		418 msnm				
Datos Pozo						
Profundidad:		-				
Profundidad Captación:		-				
Diámetro:		40 cm				
Tipo operación:		-				
Nivel Estático:		-				
Nivel Dinámico:		-				
Caudal:		-				
Observaciones:						
Método toma de muestra: Bomba						
						
						
Parámetros físico-químicos medidos en terreno						
CE (μS/cm):		460		pH:		7,4
TDS (ppm):		221		mV:		-38
T (°C):		16		OD (ppm)		-
Identificación del Contacto:						
Nombre:		-		Dirección:		-
Teléfono:		-		e-mail:		-
Observaciones:						

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	02-02-09	Hora:	14:00	Código Pozo:	A09
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Sitio 3	Localidad:	Sector La Febre		
Comuna:	Hijuelas	Uso predio:	Residencial-Agrícola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Agrícola		
Coord. UTM Norte:	6.364.387 m				
Coord. UTM Este:	306.919 m				
Cota Topográfica:	320 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	4 m				
Profundidad Captación:	3,5 m				
Diámetro:	1 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	3 m				
Nivel Dinámico:	3,4 m				
Caudal:	-	Observaciones:			
Riego de planta y flores invernaderos					
Método toma de muestra:					
Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	535	pH:	6,94		
TDS (ppm):	259	mV:	-12,1		
T (°C):	13,8	OD (ppm)	-		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Marcos Galdámez	Dirección:	-		
Teléfono:	8 7746717	e-mail:	mgaldamess@gmail.com		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	04-02-09	Hora:	12:15	Código Pozo:	A10
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Sopraval	Localidad:	Artificio		
Comuna:	La Calera	Uso predio:	Industrial		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Industrial		
Coord. UTM Norte:	6.371.810 m				
Coord. UTM Este:	294.468 m				
Cota Topográfica:	209 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	12 m				
Profundidad Captación:	8 m				
Diámetro:	2 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	6 m				
Caudal:	-				
Observaciones:					
Método toma de muestra: Bomba					
					
					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	806	pH:	7,53		
TDS (ppm):	403	mV:	-24,5		
T (°C):	19	OD (ppm):	4,95		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Javier Caroca	Dirección:	J.J. Godoy, Artificio		
Teléfono:	(33) 299190	e-mail:	jcaroca@sopraval-cl		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Quillota
Fecha:	04-02-09	Hora:	13:05	Código Pozo:	A11
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Parcela 8	Localidad:	La Tetera		
Comuna:	Quillota	Uso predio:	Residencial		
Fecha Construcción:	1993	Uso agua:	Riego Jardín		
Coord. UTM Norte:	6.358.214 m				
Coord. UTM Este:	291.240 m				
Cota Topográfica:	113 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	3,15 m				
Profundidad Captación:	3,00 m				
Diámetro:	1 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	2,25				
Caudal:	0,5 L/s				
Observaciones: Sólo uso riego Jardín					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	872	pH:	7,02		
TDS (ppm):	436	mV:	3,9		
T (°C):	18,9	OD (ppm)	1,35		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Fernando Vallejos	Dirección:	Caupolicán, Parcela 8		
Teléfono:	-	e-mail:	-		
Observaciones:					

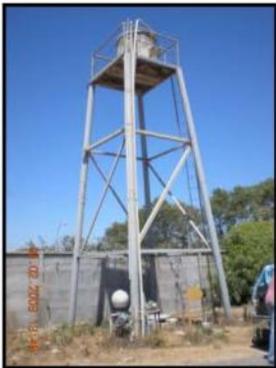
Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Limache
Fecha:	04-02-09	Hora:	16:50	Código Pozo:	A12
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Limache		
Comuna:	Limache	Uso predio:	Agrícola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.345.363 m				
Coord. UTM Este:	294.140 m				
Cota Topográfica:	128 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	35 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	6 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	10 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-	Observaciones:			
		Parronales, uva de exportación.			
Método toma de muestra:					
Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	394	pH:	7,25		
TDS (ppm):	197	mV:	-7,2		
T (°C):	20,15	OD (ppm)	-		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Bruno Lencioni Mansur	Dirección:	-		
Teléfono:	9 7418513	e-mail:	Bruno_lencioni@hotmail.com		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua Desembocadura
Fecha:	04-02-09	Hora:	14:45	Código Pozo:	A13
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	Con-Con		
Comuna:	Con-Con	Uso predio:	Industrial		
Fecha Construcción:	1970	Uso agua:	Riego Jardín		
Coord. UTM Norte:	6.354.486 m				
Coord. UTM Este:	267.570 m				
Cota Topográfica:	3 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	5,5 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1,5				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	4 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones: Sólo riego jardín					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	668	pH:	7,15		
TDS (ppm):	334	mV:	-3,4		
T (°C):	20	OD (ppm)	3,15		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Daniel Escudero	Dirección:	Av. Borgoño LTE7-B3		
Teléfono:	(32) 2812262	e-mail:	alti@vicentealtycia.cl		
Observaciones: Empresa de mantención industrial					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua Desembocadura
Fecha:	04-02-09	Hora:	15:50	Código Pozo:	A14
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	-	Localidad:	-		
Comuna:	Limache	Uso predio:	Residencial-Agrícola		
Fecha Construcción:	-	Uso agua:	Riego		
Coord. UTM Norte:	6.354.538 m				
Coord. UTM Este:	273.837 m				
Cota Topográfica:	27 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	5,96 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	1,5 m				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	3,24 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	-				
Observaciones:					
El agua se utiliza para riego de flores y plantas en invernaderos.					
Método toma de muestra:					
Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE ($\mu\text{S/cm}$):	640	pH:	7,46		
TDS (ppm):	320	mV:	-18		
T ($^{\circ}\text{C}$):	18,5	OD (ppm)	2,09		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Marcela Cisternas	Dirección:	La Victoria 28 Limache		
Teléfono:	9 4771114	e-mail:	Marcela.cisternas64@hotmail.com		
Observaciones:					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Nogales
Fecha:	04-02-09	Hora:	11:00	Código Pozo:	A15
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. Alto Calibre			Localidad:	Nogales
Comuna:	Nogales			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	-			Uso agua:	Riego
Coord. UTM Norte:	6.377.545 m				
Coord. UTM Este:	292.102 m				
Cota Topográfica:	219 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	80 m				
Profundidad Captación:	70 m				
Diámetro:	30 cm				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	45 L/s				
Observaciones: El pozo se ubica a 700 m de tranque donde se tomó la muestra					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE ($\mu\text{S/cm}$):	579			pH:	6,83
TDS (ppm):	289			mV:	14,5
T ($^{\circ}\text{C}$):	19,11			OD (ppm)	7,12
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Héctor Roldán			Dirección:	Parcela 17, El Olivo Nogales
Teléfono:	(33) 263307			e-mail:	roldanhernandez.mauricio@gmail.com
Observaciones:					



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	San Felipe – Los Andes
Fecha:	05-02-09	Hora:	15:30	Código Pozo:	P01
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Agr. El Triunfo			Localidad:	El Monte
Comuna:	San Esteban			Uso predio:	Agrícola
Fecha Construcción:	(1996-1998)			Uso agua:	Riego
Coord. UTM Norte:	6.374.906 m				
Coord. UTM Este:	354.559 m				
Cota Topográfica:	931 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	60 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	12"				
Tipo operación:	Discontinuo				
Nivel Estático:	-				
Nivel Dinámico:	> 42 m				
Caudal:	10 L/s				
Observaciones: Hasta los 42 m el Pozómetro no indicó presencia de agua.					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	452	pH:	7,45		
TDS (ppm):	226	mV:	-20		
T (°C):	22,1	OD (ppm)	4,6		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Alfonso Gutiérrez		Dirección:	Camino San Francisco s/n	
Teléfono:	(34) 481 056 - 57		e-mail:	aj. gutierrez@ yahoo.es	
Observaciones: Pozo muestreado en el 21/11/08					



Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Llayllay
Fecha:	02-02-09	Hora:	12:15	Código Pozo:	P15
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Particular	Localidad:	Llayllay		
Comuna:	Llayllay	Uso predio:	Domicilio particular		
Fecha Construcción:	2005	Uso agua:	Riego jardín		
Coord. UTM Norte:	6.364.730 m				
Coord. UTM Este:	315.216 m				
Cota Topográfica:	380 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	5 m				
Profundidad Captación:	-				
Diámetro:	-				
Tipo operación:	Discontinua				
Nivel Estático:	1,3 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	2 l/s				
Observaciones:	Sólo riego del jardín				
Método toma de muestra:	Bomba				
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (µS/cm):	694	pH:	7,27		
TDS (ppm):	341	mV:	-31,4		
T (°C):	14,1	OD (ppm):	-		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Eva Hormazabal	Dirección:	Las Palmas casa nº 1		
Teléfono:	(34) 611 681	e-mail:	-		
Observaciones: Pozo muestreado anteriormente el 24-11-08					

Coordenadas en Datum PSAD-56

**FICHA POZOS SECTOR ACUÍFERO ACONCAGUA, PROYECTO DIAGNÓSTICO Y
CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS DGA**

				Subsector Acuífero:	Aconcagua Desembocadura
Fecha:	04-02-09	Hora:	15:15	Código Pozo:	P29
Identificación Pozo					
Nombre Predio:	Fundo Colnito	Localidad:	PQE IND Coca Cola		
Comuna:	Concón	Uso predio:	-		
Fecha Construcción:	1985	Uso agua:	Particular		
Coord. UTM Norte:	6.354.745 m				
Coord. UTM Este:	269.429 m				
Cota Topográfica:	9 msnm				
Datos Pozo					
Profundidad:	8 m				
Profundidad Captación:	6 m				
Diámetro:	10"				
Tipo operación:	Continua				
Nivel Estático:	3 m				
Nivel Dinámico:	-				
Caudal:	20 l/ min.				
Observaciones: Pozo bajo una loza de cemento.					
Método toma de muestra: Bomba					
Parámetros físico-químicos medidos en terreno					
CE (μS/cm):	511	pH:	7,27		
TDS (ppm):	256	mV:	-8,3		
T (°C):	18,2	OD (ppm)	1,28		
Identificación del Contacto:					
Nombre:	Juan Eltit	Dirección:	Fundo Colnito S/N Concón		
Teléfono:	09-3244402	e-mail:	campoeducativo@hotmail.com		
Observaciones: Pozo muestreado el 27-11-2008					

Coordenadas en Datum PSAD-56

5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON ACP

5.1 Formulación del ACP

Sea \mathbf{X} un conjunto de datos, conformado por m valores observados de n variables originales consideradas como variables aleatorias.

$$\mathbf{X} = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, \text{ con } \begin{matrix} i = 1 \dots m \\ j = 1 \dots n \end{matrix}$$

$$\mathbf{X} = \mathbf{x}_j = [\mathbf{x}_1 \quad \mathbf{x}_2 \quad \dots \quad \mathbf{x}_n], \text{ con } j = 1 \dots n$$

Se pide realizar una transformación de los datos desde n variables originales interrelacionados a p variables o factores independientes, asegurando que éstas tengan el máximo de variación total de las variables originales.

$$\begin{matrix} \mathbf{x}_j & \rightarrow & \mathbf{y}_k \\ j = 1 \dots n & \rightarrow & k = 1 \dots p, \text{ con } p < n \\ \text{va. correlacionadas} & \rightarrow & \text{va. no correlacionadas} \\ \text{variación total de } x & \approx & \text{variación total de } y \end{matrix}$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{y}_k = [\mathbf{y}_1 \quad \mathbf{y}_2 \quad \dots \quad \mathbf{y}_p], \text{ con } k = 1 \dots p$$

En un primer paso no se considera reducción del número de variables, es decir $p = n$ y $j = k$. La transformación consiste entonces en expresar las variables nuevas \mathbf{Y}_j como una combinación lineal de las variables originales \mathbf{X}_j , o bien cada uno de los valores observados originales se combina linealmente para determinar el valor no observado de la variable nueva.

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= b_{11} \cdot x_1 + b_{21} \cdot x_2 + \dots + b_{n1} \cdot x_n \\ y_2 &= b_{12} \cdot x_1 + b_{22} \cdot x_2 + \dots + b_{n2} \cdot x_n \\ y_n &= b_{1n} \cdot x_1 + b_{2n} \cdot x_2 + \dots + b_{nn} \cdot x_n \end{aligned} \right\} = \mathbf{Y} = \mathbf{X} \cdot \mathbf{B}$$

Por otra parte, la varianza de \mathbf{X} (datos en variables originales) es la matriz de covarianzas \mathbf{S} , positiva y simétrica, y puede descomponerse espectralmente en base a una matriz de vectores propios \mathbf{T} y una matriz diagonal de valores propios \mathbf{D} .

$$\mathbf{S} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{T}^T$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \cdots & t_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1} & t_{n2} & \cdots & t_{nn} \end{bmatrix} \quad \mathbf{D} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \lambda_n \end{bmatrix}$$

La matriz de vectores propios \mathbf{T} es ortogonal y tiene un número de columnas igual al número de variables originales, es decir que éstas definen direcciones ortogonales (no correlacionadas o independientes) por lo que constituyen un sistema de coordenadas y se les llama componentes principales. La variable \mathbf{Y} se puede obtener entonces a partir de la proyección de \mathbf{X} en la dirección de los componentes principales.

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \cdot \mathbf{T} \quad \text{o bien} \quad \mathbf{y}_j = \mathbf{X} \cdot \mathbf{t}_j, \text{ con } j = 1 \dots n \Rightarrow \text{combinación lineal}$$

$$\text{Cov}(\mathbf{y}_i, \mathbf{y}_j) = \text{Cov}(\mathbf{X} \cdot \mathbf{t}_i, \mathbf{X} \cdot \mathbf{t}_j) = \mathbf{t}_i^T \cdot \mathbf{S} \cdot \mathbf{t}_j = \lambda_j \cdot \mathbf{t}_i^T \cdot \mathbf{t}_j = 0, \text{ si } i \neq j \Rightarrow \text{independientes}$$

Por otra parte, cada vector propio tiene asociado un valor propio que da cuenta de la variación de los datos en torno a la dirección del vector propio, mientras que la variación total está dada por la suma de los valores propios. Además, los vectores propios tienen valores propios decrecientes, es decir, el primer vector propio o componente principal tiene un valor propio mayor que aquél del segundo vector propio, y a su vez éste vector tiene un valor propio mayor que el tercero y así sucesivamente. Esto implica que la varianza de los datos en torno al primer componente principal es mayor a la del segundo, y la de éste es mayor que la del tercero, es decir la varianza de los datos es abarcada o contenida por los componentes principales en forma decreciente, lo que se refleja en el gráfico de sedimentación (Figura 5.1).

$$\mathbf{t} \text{ es vector propio de matriz } \mathbf{A} \text{ ssi } \mathbf{A} \cdot \mathbf{t} = \lambda \cdot \mathbf{t} \Rightarrow \mathbf{t} \leftrightarrow \lambda$$

$$\text{Variación total} = \text{Var}(X) = \text{traza}(\mathbf{S}) = \sum_{j=1}^n \lambda_j$$

Variación parcial = $Var(\mathbf{x}_j) = \lambda_j$, con $j = 1 \dots n$

además $\lambda_j > \lambda_{j+1}$, con $j = 1 \dots n - 1$

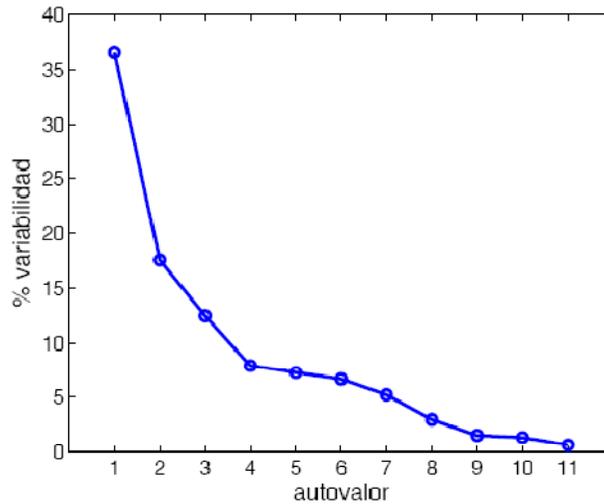


Figura 5.1: Gráfico de sedimentación teórico.

Además, dada la transformación de las variables originales X en nuevas variables, los componentes principales, se conserva la misma varianza y éstas no están interrelacionadas.

$$Var(\mathbf{y}_j) = Var(\mathbf{x}_j) = \lambda_j$$

Para cumplir el objetivo de reducir el número de variables nuevas, pero sin perder mucha información es necesario determinar la variabilidad explicada que consiste en el cociente entre la varianza total de las nuevas variables y la varianza total de las variables originales. En este punto es necesario aplicar un criterio para definir el número de variables nuevas $p < n$ (es decir $j \neq k$), tal que la pérdida de información esté en relación a la complejidad del problema.

$$\% \text{Varianza explicada} = \frac{Var(Y)}{Var(X)} \cdot 100 = \frac{\sum_{k=1}^p \lambda_k}{\sum_{j=1}^n \lambda_j} \cdot 100, \text{ con } p < n$$

Si bien los fundamentos se han presentado en base a la matriz de covarianzas, también es posible utilizar la matriz de correlaciones, dependiendo de los objetivos de las características de los datos. La matriz de covarianzas da mayor peso a aquellos parámetros con mayor varianza por lo que pueden existir parámetros pequeños que no sean tomados en cuenta por sus valores pequeños. Mientras que la matriz de correlación da igual peso a todas los parámetros, además que evita efectos de escalas permitiendo trabajar con variables con distintas unidades. Usar la matriz de correlación es equivalente a normalizar y estandarizar los valores observados de cada variable y luego obtener la matriz de covarianzas. Para aplicar la metodología se recomienda utilizar la matriz de correlación, de modo que se asigne igual peso a todas las variables.

5.2 Procedimiento del ACP

5.2.1 Requisitos

El conjunto de datos requiere ciertas características de modo que el ACP se aplique adecuadamente, y por tanto deben chequearse antes de que esta se realice. En términos generales se refieren a la cantidad mínima de datos y a la verificación que exista alta correlación entre variables.

Respecto a la cantidad de datos disponibles cabe decir que mientras mayor es la razón entre valores observados y variables mejor, ya que valores bajos aumentan la posibilidad de obtener correlaciones falsas y que no representen al universo. Respecto a lo anterior, en la literatura técnica se propone que exista al menos 5 veces más datos observables que variables.

La literatura menciona varias alternativas para chequear las interrelaciones entre variables, es decir para verificar que existe una estructura interna en los datos. Para la aplicación de la metodología se recomienda usar al menos los tres primeros de los criterios que se presentan a continuación.

- Visualizar matriz de correlación: los coeficientes de esta matriz toman valores entre -1 y 1. Estos deben ser variados y no nulos con algún nivel de significancia, de modo que reflejen la correlación entre variables.

Variables	V1	V2	V3	V4	V5
V1	1,00	0,35	0,79	0,60	-0,30
V2	0,35	1,00	0,72	0,46	0,14
V3	0,79	0,72	1,00	0,55	0,01
V4	0,60	0,46	0,55	1,00	-0,03
V5	-0,30	0,14	0,01	-0,03	1,00

- Determinante de matriz de correlaciones: este valor debe ser bajo, aunque no nulo, de modo que indique que las variables están linealmente relacionadas.
- Test de esfericidad de Bartlett: consiste en un test estadístico en donde se contrasta la matriz de correlaciones con la matriz identidad (valores 1 en la diagonal y 0 fuera de ella), siendo la hipótesis nula (H0) que ambas sean iguales. Por lo tanto si se rechaza H0, indica que las variables están relacionadas. A partir de la matriz de correlación se puede calcular un estadístico que distribuye χ^2 con $(K^2 - K)/2$ grados de libertad, donde K es el número de variables, y por tanto si el nivel de significancia es menor al aceptado, por ejemplo 5%, se debe rechazar la hipótesis nula.
- Test de Kaiser-Meyer-Olkin: consiste evaluar el valor del coeficiente KMO, el cual contrasta la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial. Un valor del coeficiente KMO entre 0,5 y 1,0, implica que existen correlaciones entre las variables.
- Correlación múltiple (CM): este índice estadístico toma valores entre 0 y 1, y cuantifica la correlación entre una variable y el resto. Por lo tanto deben ser altos de modo que indique correlación entre variables.
- Matriz de correlación anti-imagen: los coeficientes de esta matriz (coeficientes de correlación parcial cambiados de signo) tienen que ser pequeños fuera de la diagonal y próximos a 1 en ella.
- Medida de adecuación muestral (MSA): consiste en la diagonal de la matriz de correlación anti-imagen. Valores no bajos reflejan que existe correlación entre variables.

5.2.2 Selección de factores

Generalmente hay un conjunto reducido de componentes principales, los primeros, que son los que explican la mayor parte de la variabilidad total, mientras que los otros suelen contribuir relativamente poco. Por lo tanto se debe definir el número de componentes principales que se considerará, es decir la cantidad de variables nuevas, de modo tal que se obtenga un sistema simplificado con baja pérdida de información.

Dado que el procedimiento para obtener los factores explica en forma decreciente la varianza total, es posible obtener un gráfico, llamado curva o gráfico de sedimentación, en donde se presenta el valor propio asociado a cada factor en forma decreciente (Figura 5.2). Este gráfico puede ser complementado con la varianza explicada acumulada.

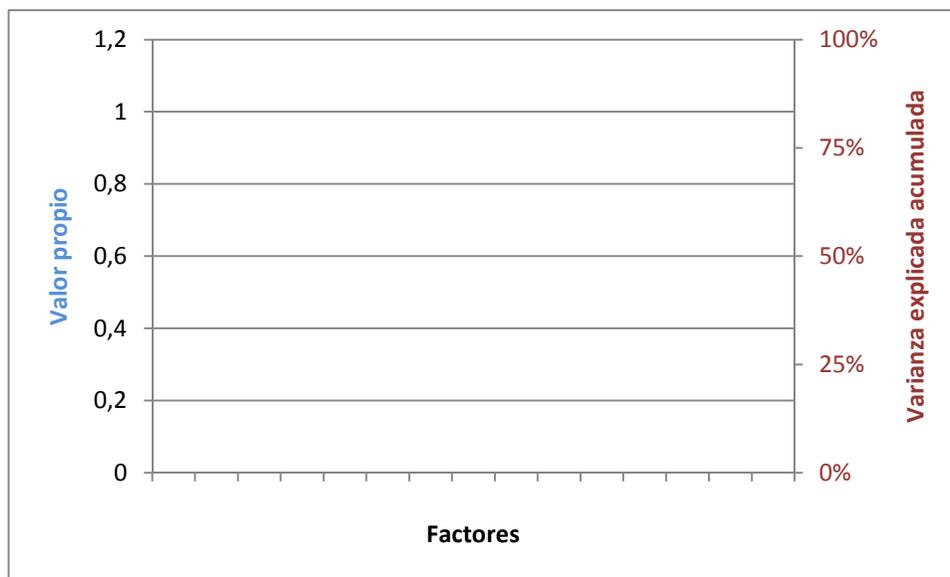


Figura 5.2: Gráfico de sedimentación.

La selección del número de factores puede ser realizada en base a varios criterios que se presentan a continuación, sin embargo todos ellos consideran una cantidad tal que la pérdida de información no sea significativa, es decir aceptar un nivel de explicación de la varianza total. En cualquier caso, los criterios son guías y su aplicación depende de cada caso.

- Porcentaje explicado fijo: adoptar un valor de varianza total explicada, por ejemplo 90%. En el caso de la Figura 5.2 bastaría considerar hasta el factor 4.
- Criterio de Kaiser: sólo considerar factores con valor propio mayor a 1,0. En el caso de la Figura 5.2 bastaría considerar hasta el factor 6.
- Criterio de Kaiser-Jollife: sólo considerar factores con valores propios mayores a 0,7. En el caso de la Figura 5.2 bastaría considerar hasta el factor 9.
- Scree-Test de Catell: considerar sólo primeros factores hasta un cambio de pendiente importante en la curva de sedimentación. En el caso de la Figura 5.2 bastaría considerar hasta el factor 5.

5.2.3 Matriz de factores

Una vez definido el número de componentes principales a considerar, es decir el número de variables nuevas, es posible obtener la matriz de factores, con n filas y p columnas, y que constituye la correlación entre las variables originales y las nuevas. Esta matriz relaciona las variables originales y las nuevas o factores, y en caso de matrices ortogonales, está conformada por coeficientes de correlación o factoriales. Esta matriz contiene información relevante para la interpretación de los factores, pues representa el grado de explicación de una variable en un determinado factor.

$$\begin{array}{c|cccc}
 & y_1 & y_2 & \cdots & y_p \\
 \hline
 x_1 & a_{11} & a_{21} & \cdots & a_{1p} \\
 x_2 & a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2p} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 x_n & a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{np}
 \end{array}$$

5.2.4 Interpretación de factores

Dado que las nuevas variables no son observables, resulta necesaria una interpretación de los factores obtenidos, es decir conocer su significado real y con ello permitir extraer conclusiones al problema.

Es recomendable dar un nombre a cada factor, de acuerdo al conocimiento del problema. Para que un factor o nueva variable sea fácilmente interpretable debe tener las siguientes características:

- los coeficientes factoriales son próximos a 1,
- una variable tiene coeficientes elevados sólo en un factor,
- no existir factores con coeficientes similares.

En el caso que lo anterior no ocurra, es posible realizar rotación de los ejes para alcanzar dichas características.

- Ortogonales: mantienen la independencia de factores, aunque cambia la varianza explicada de cada factor, la varianza acumulada se mantiene: Varimax (optimiza por factores), Quartimax (optimiza por variables) y Equimax (optimiza por variables y por factores a la vez)
- Oblicuas: no mantienen independencia de factores y por tanto modifica la relación entre variables: Oblimin y Promax

5.2.5 Puntuaciones factoriales

Luego de obtener la matriz de factores y entregar una interpretación a los factores, se tiene un conjunto de variables (factores) más reducido que el original. A partir de la transformación realizada es posible determinar el valor de las variables observadas según las nuevas variables.

$$Y_{ik} = X_{ij} \cdot t_k$$

$$\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1p} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mp} \end{bmatrix}_{m \times p} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \cdot \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1p} \\ t_{21} & t_{22} & \cdots & t_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{p1} & t_{p2} & \cdots & t_{pp} \end{bmatrix}_{p \times p}$$

5.2.6 Representaciones gráficas

Dado que los factores constituyen un nuevo sistema de coordenadas definido por los vectores propios de mayor explicación de la varianza total, teóricamente es posible

representar gráficamente los valores de las variables no observadas, sin embargo en la práctica esto es factible cuando existen sólo dos o tres factores.

El gráfico que indica sólo dos factores se llama **Biplot-variables** (o de saturaciones) y consiste en un diagrama de dispersión en el que los factores definen los ejes del espacio, las variables son los puntos del diagrama y la unión de estos con el origen son vectores de las variables (Figura 5.3). Las coordenadas de una variable en cada factor son las saturaciones de la variable en dicho factor, es decir los valores de la matriz factorial. A continuación se presenta un detalle con toda la información contenida en el gráfico Biplot-variables.

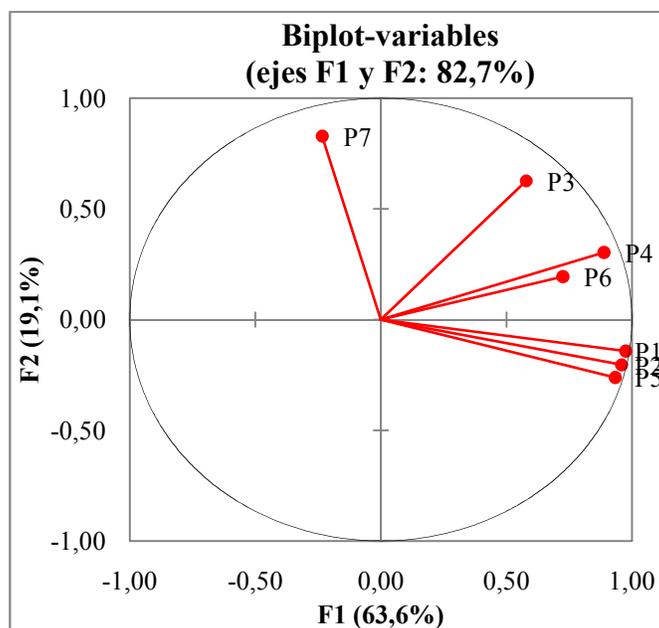


Figura 5.3: Gráfico Biplot-variables.

Cada variable queda representada por un vector desde el origen, y con una dirección determinada de acuerdo a su relación con los factores representados. En este gráfico se puede apreciar varias relaciones entre las variables según la longitud de cada vector y el ángulo entre ellos o con los ejes, así como la varianza explicada por ambos factores.

En las abscisas y ordenadas se presenta el porcentaje de la variable explicada por cada factor, de modo que la suma de ambas indica la varianza total explicada con ambos

factores. En este caso el factor 1 y factor 2 explican el 82,7% de la varianza total, 63,6% y 19,1%, respectivamente.

El coseno del ángulo entre cada vector y los ejes de los factores (donde factor 1 es la abscisa y factor 2 es la ordenada) indica el grado de relación con el factor respectivo, por ejemplo: un ángulo cercano a 90° refleja nula relación, un ángulo cercano a cero refleja alta correlación positiva. Del mismo modo el grado de relación entre las variables está marcado por el coseno del ángulo entre ambos vectores, por ejemplo ángulos cercanos a 270° reflejan alta correlación negativa, es decir una variable aumenta en la medida que la otra disminuye. En este caso variables P1, P2 y P5 están muy relacionadas debido al pequeño ángulo entre vectores. Sin embargo la variable P7 no está relacionada con P4 y P6 (muy relacionadas entre ellas), debido al ángulo casi perpendicular entre ellos.

La longitud del vector de cada variable indica el peso relativo de cada una de ellas respecto a las otras, por lo que es deseable encontrar longitudes similares y cercanas a 1. En caso que la longitud sea baja, indica que dicho parámetro tiene menor representación con las componentes principales del gráfico, o bien posee buena representación en factores no graficados. En el caso de la Figura 5.3 sólo la variable P6 está levemente menos representada en los dos factores, pero no marcadamente.

El gráfico (Figura 5.4) que indica las puntuaciones factoriales (puntos azules) de cada observación se llama **Biplot-valores** y consiste en un diagrama de dispersión en donde los ejes son dos factores seleccionados. Este gráfico puede ser contener puntuaciones factoriales de observaciones adicionales (puntos naranjos) que no fueron utilizadas en los cálculos.

Esta representación, en conjunto con características de los puntos de observación (coordenadas, posición en acuífero, cercanía a ciudades o industrias, momento del muestreo, etc.) permite apreciar tendencias espaciales y/o temporales, o similitudes entre ellos, o incluso entre datos de bases de datos distintas. En el ejemplo de la Figura 5.4 se aprecia que varios pozos se agrupan tanto en zonas aguas arriba y aguas abajo, como en zonas agrícolas. Por otra parte, se ha agregado observaciones adicionales (puntos naranjos), pudiendo ser agrupadas en la zona de vertientes.

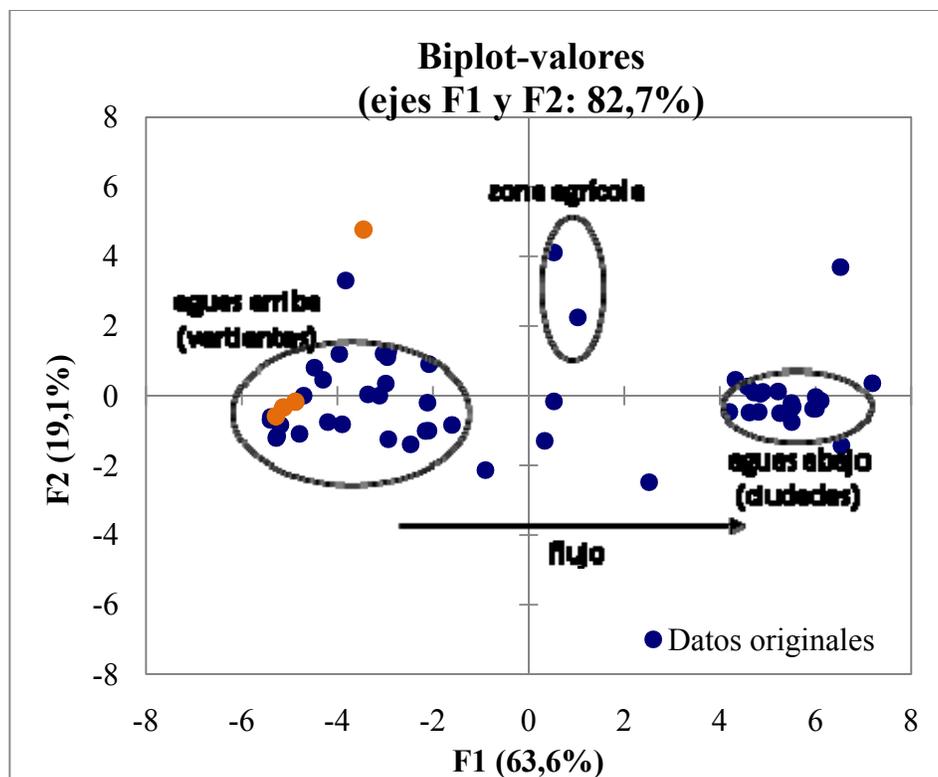


Figura 5.4: Gráfico Biplot-valores.

En resumen, la formulación matemática del ACP constituye una herramienta estadística que permite reducir el número de variables sin perder mucha información, cuando se trabaja con bases de datos de variables correlacionadas. El ACP consiste en una serie de pasos secuenciales, que deben ser realizados con criterio profesional para obtener conclusiones relevantes al problema en cuestión. Los pasos son los siguientes: a) base de datos y requisitos, b) selección de factores, c) matriz de factores, d) interpretación de factores, e) puntuaciones factoriales y f) representaciones gráficas. Existen varias herramientas computacionales que facilitan el ACP, sobre todo cuando la base de datos es extensa.

5.2.7 Ejemplo de aplicación

Para ejemplificar la aplicación del ACP se analizó la estadística de pozos a nivel nacional de la DGA para el periodo 2000-2005, complementando la información con los datos de otros estudios (Tabla 5.1).

Tabla 5.1: Base de datos química a nivel nacional en período 2000-2005.

Pozo	Sector acuífero	Fecha	SDT (mg/L)	Cl (mg/L)	Na (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	K (mg/L)
Ppr1	Loa	22-06-2000	5.740	2.119,0	1.275,0	379,1	408,8	72,9	0,2	82,5
Ppr2	Loa	23-06-2000	5.720	2.399,0	1.228,0	298,3	321,0	126,0	3,4	95,7
Ppr4	Loa	24-06-2000	6.280	2.512,0	1.258,0	442,5	408,8	126,0	7,3	105,0
Ppr5	Loa	25-06-2000	5.007	2.064,0	1.250,0	412,4	329,0	72,9	12,7	86,3
P-01	Loa	26-06-2000	5.200	2.395,0	1.274,0	456,5	425,0	82,6	0,6	107,7
P-04	Loa	27-06-2000	5.450	2.295,0	1.175,0	370,4	392,8	87,5	2,3	91,0
P-07	Loa	28-06-2000	5.140	2.212,0	1.100,0	313,3	369,0	92,4	10,5	147,9
P-09	Loa	29-06-2000	5.440	2.221,0	1.136,0	365,4	369,0	92,4	9,2	87,9
P-10	Loa	30-06-2000	5.340	2.184,0	1.116,0	327,3	377,0	77,8	12,0	86,0
P-12	Loa	01-07-2000	4.900	2.171,0	1.175,0	321,3	377,0	92,4	11,1	99,5
P-16	Loa	02-07-2000	5.900	2.474,0	1.246,0	350,4	505,0	38,9	4,5	94,5
P-18	Loa	03-07-2000	5.980	2.531,0	1.200,0	415,4	481,0	63,2	1,9	86,5
P-19	Loa	04-07-2000	5.530	2.233,0	1.131,0	331,3	481,0	38,9	0,9	88,0
P-21	Loa	05-07-2000	5.140	2.159,0	1.100,0	346,4	449,0	29,2	1,1	101,0
P-24	Loa	06-07-2000	5.040	2.209,0	1.106,0	278,3	385,0	77,8	2,4	103,0
P-25	Loa	07-07-2000	5.220	2.184,0	1.119,0	403,4	481,0	24,3	16,4	113,8
P-26	Loa	08-07-2000	6.220	2.556,0	1.350,0	390,4	513,0	34,0	2,6	108,0
P-27	Loa	09-07-2000	6.290	2.568,0	1.237,0	313,3	465,0	38,9	0,1	96,8
P-30	Loa	10-07-2000	5.770	2.482,0	1.251,0	318,3	513,0	29,2	0,1	89,0
Qe2/11	Loa	01-06-2000	3.975	1.150,0	805,0	110,1	134,0	51,3	0,1	34,8
Vert. Ojo de Opache	Loa	20-03-2000	5.400	2.380,0	1.160,0	332,3	283,0	120,0	1,9	75,3
Aguadalateca	Loa	20-03-2000	1.060	71,0	70,4	331,3	147,0	18,2	0,0	2,4
Tatio Salida	Loa	20-03-2000	5.270	2.610,0	1.630,0	75,1	87,4	10,2	0,0	221,0
Baños Turi	Loa	15-06-2000	1.694	720,0	381,0	96,1	97,2	44,2	0,2	49,3
Cupo	Loa	15-06-2000	2.390	861,0	349,0	208,2	165,0	126,0	0,0	40,9
Paniri	Loa	20-03-2000	346	10,0	8,0	10,0	34,8	11,5	10,0	2,0
Paniri	Loa	15-06-2000	328	10,0	5,0	10,0	36,3	11,9	0,0	2,0
Vertiente en Río Salado	Loa	20-03-2000	6.100	2.770,0	1.660,0	127,1	356,0	106,0	0,0	17,0
Ojos Sn Pedro	Loa	15-06-2000	918	144,8	60,0	89,1	50,6	41,1	0,0	16,9
Pozo Chiu - Chiu	Loa	09-02-2000	1.848	858,5	471,5	7,5	74,0	31,0	2,1	36,5

Tabla 5.1: Base de datos química a nivel nacional en período 2000-2005.

Estudiosalin1	Los Choros	01-05-2005	1.298	114,0	102,3	210,4	86,8	28,1	8,2	2,8
Estudiosalin2	Los Choros	02-05-2005	1.660	258,9	120,5	206,9	99,7	59,0	11,0	4,2
Estudiosalin3	Los Choros	03-05-2005	1.472	246,0	131,7	240,2	101,9	42,1	8,5	4,2
Estudiosalin4	Los Choros	04-05-2005	1.732	361,7	172,1	328,7	153,6	64,0	15,5	5,0
Estudiosalin5	Los Choros	05-05-2005	1.354	229,3	127,6	206,9	97,6	39,5	8,2	3,9
Estudiosalin6	Los Choros	06-05-2005	1.316	253,7	137,8	219,6	96,9	41,4	10,9	4,6
Estudiosalin7	Los Choros	07-05-2005	2.758	680,9	342,7	619,3	250,3	104,3	18,3	8,1
Estudiosalin8	Los Choros	08-05-2005	2.034	376,4	182,3	423,7	164,4	70,5	18,0	5,7
Estudiosalin9	Los Choros	09-05-2005	1.520	383,3	197,9	213,2	108,0	43,4	13,1	5,2
Estudiosalin10	Los Choros	10-05-2005	1.964	369,4	169,7	285,5	134,8	50,2	4,2	9,7
Estudiosalin11	Los Choros	11-05-2005	1.507	362,4	180,4	247,2	117,1	48,4	7,8	5,5
Estudiosalin12	Los Choros	12-05-2005	2.029	352,0	182,8	286,2	124,5	54,7	3,4	8,9
Estudiosalin13	Los Choros	13-05-2005	1.634	355,4	166,9	289,1	137,4	53,1	0,8	8,2
Estudiosalin14	Los Choros	14-05-2005	2.308	565,9	220,6	310,3	175,8	72,4	2,7	12,8
Estudiosalin15	Los Choros	15-05-2005	2.586	582,0	225,8	325,9	178,7	86,1	2,3	11,6
Estudiosalin16	Los Choros	16-05-2005	2.474	1.083,8	534,6	562,5	191,1	111,0	3,3	14,5
Estudiosalin17	Los Choros	17-05-2005	3.286	1.111,6	650,9	559,7	198,3	100,6	2,2	14,5
Estudiosalin18	Los Choros	18-05-2005	3.266	975,7	404,2	425,0	176,8	142,2	0,5	16,3
Estudiosalin19	Los Choros	19-05-2005	3.080	871,2	194,7	412,3	242,7	170,8	6,4	22,8
Estudiosalin20	Los Choros	20-05-2005	4.070	1.247,5	420,8	599,4	300,0	177,3	6,9	32,1
Estudiosalin21	Los Choros	21-05-2005	5.668	1.724,9	561,4	1150,7	493,5	256,6	1,4	43,2
Estudiosalin22	Los Choros	22-05-2005	3.573	947,8	270,1	430,7	244,1	179,9	7,0	23,7
Estudiosalin23	Los Choros	23-05-2005	3.480	1.198,7	376,1	454,8	267,1	181,2	0,5	18,2
Estudiosalin24	Los Choros	24-05-2005	4.460	1.526,3	378,7	240,8	321,5	212,4	0,3	16,3
Estudiosalin25	Los Choros	25-05-2005	4.798	1.575,1	397,8	242,2	301,5	217,6	0,8	18,5
Estudiosalin26	Los Choros	26-05-2005	4.764	1.805,1	541,0	415,1	253,2	252,5	2,3	26,6
Estudiosalin27	Los Choros	27-05-2005	4.138	1.463,6	502,6	331,5	238,4	217,6	1,0	21,9
Estudiosalin28	Los Choros	28-05-2005	13.321	5.976,3	3.017,9	1326,3	484,3	484,9	2,0	107,0
Estudiosalin29	Los Choros	29-05-2005	12.024	4.923,9	2.170,2	1193,1	584,7	467,0	3,6	116,3
Estudiosalin30	Los Choros	30-05-2005	1.298	114,0	102,3	210,4	86,8	28,1	36,3	2,8
Estudiosalin31	Los Choros	31-05-2005	837	115,2	101,0	1,6	9,4	5,6	13,8	6,7
Pozo Los Choros N°1 C-3	Los Choros	03-01-2000	809	207,9	143,8	207,5	102,8	35,5	9,8	3,7

Tabla 5.1: Base de datos química a nivel nacional en período 2000-2005.

Pozo Los Choros N°4 B-2	Los Choros	04-01-2000	353	106,8	97,8	23,5	9,2	3,9	1,3	5,2
Pozo CCU en Limache	Aconcagua	21-01-2000	488	53,9	43,7	139,8	86,6	29,8	29,7	1,8
Dren Los Caleos	Aconcagua	20-04-2000	598	41,7	36,2	375,0	142,7	34,9	1,5	0,9
Pozo Albarracines	Azapa	26-12-2000	2.224	777,4	183,5	537,5	506,0	49,0	61,2	8,2
Pozo Asentamiento Alicague	La Ligua	26-10-2000	84	14,6	14,7	46,0	43,7	8,2	9,2	1,0
Pozo Gallinazos	Lluta	27-12-2000	3.791	1.477,4	671,0	1025,0	510,0	141,0	19,3	54,0
Pozo Jica B	Lluta	09-05-2002	1.740	903,2	457,0	150,0	174,0	2,0	0,0	42,0
Pozo Jica D	Pampa del Tamarugal	06-09-2000	1.979	1.019,7	422,5	130,2	207,5	15,0	2,6	44,0
Pozo Jica E	Pampa del Tamarugal	05-09-2000	1.506	818,7	306,5	13,2	158,6	7,6	1,8	35,0
Pozo Jica F	Pampa del Tamarugal	07-09-2000	1.438	478,8	366,5	344,8	96,3	28,1	0,9	54,0
Pozo Jica G	Pampa del Tamarugal	26-04-2000	544	78,9	143,0	68,8	28,3	8,9	0,2	14,8
Pozo Laonsana (Qda. Tarapacá)	Pampa del Tamarugal	06-09-2000	1.921	486,1	393,0	975,0	383,0	4,5	2,8	11,5
Pozo Qda. Aroma	Pampa del Tamarugal	25-05-2000	3.059	1.589,9	991,0	7,0	25,9	15,5	0,1	85,0
Pozo Qda. Chacarilla	Pampa del Tamarugal	07-09-2000	793	151,7	283,0	236,0	2,3	0,0	0,0	6,5
Pozo Fundo Algarrobal	Maipo	13-01-2000	568	86,8	46,0	187,3	131,3	9,6	20,0	1,3
Pozo Asentamiento Central Lo Vargas	Maipo	12-01-2000	418	29,8	42,6	101,3	76,8	20,4	16,4	2,6
Pozo Club de Golf	Maipo	13-01-2000	334	20,7	20,7	112,4	69,5	13,6	12,8	1,3
Pozo Agrícola Hermanos Poblete	Maipo	11-01-2000	878	154,7	86,3	318,9	184,0	35,0	24,6	6,0
Pozo Vertedero Cerros de Renca	Maipo	10-01-2000	1.131	300,3	63,3	256,5	248,1	54,7	17,1	3,9
Pozo Estadio CORFO (Las Condes)	Maipo	13-01-2000	314	28,0	27,6	60,0	55,9	12,4	13,5	0,8
Pozo Cementerio Metropolitano	Maipo	11-01-2000	838	164,2	86,3	256,5	167,9	36,0	71,9	5,7
Pozo Parque O'Higgins	Maipo	13-04-1999	629	121,8	28,8	206,0	158,9	23,3	31,6	1,7

Tabla 5.1: Base de datos química a nivel nacional en período 2000-2005.

Pozo Asentamiento Malloco	Maipo	11-01-2000	905	148,1	97,8	318,9	187,0	29,9	21,6	5,8
Pozo INIA	Maipo	13-01-2000	911	129,9	86,3	330,9	174,9	29,9	23,3	5,9
Pozo Crucero Peralillo	Maipo	10-01-2000	251	23,5	31,1	39,9	42,3	11,1	4,8	1,9
Pozo Chacra El Olivo	Maipo	12-01-2000	1.109	182,4	103,5	325,2	219,4	39,0	96,4	5,1
Pozo APR - Casas de Colo Colo	Maipo	09-01-2003	265	15,3	55,6	70,0	30,9	6,1	9,4	0,7
Pozo Estadio CORFO (Las Condes)	Mapocho	13-01-2000	314	28,0	27,6	60,0	55,9	12,4	13,5	1,3
Pozo Club de Golf	Mapocho	13-01-2000	334	20,7	20,7	112,4	69,5	13,6	12,8	0,8

En esta base de datos, las variables originales constituyen los parámetros químicos: SDT, Cloruros, Sulfatos, Calcio, Sodio, Magnesio y Nitratos. Se utilizó el programa estadístico XLSTAT® acoplado a Excel®.

La base de datos tiene un tamaño adecuado de 7 parámetros y 60 análisis químicos, además presenta correlaciones importantes entre las variables, lo que se comprueba con: a) visualizar coeficientes de correlación, b) determinante de la matriz de correlación bajo $(7,8 \times 10^{-6})$ y c) se rechaza hipótesis nula en test de esfericidad de Bartlett (error de 0,01%).

A partir de los datos se obtuvo 7 factores principales con sus respectivos valores propios, tal como se presenta en Figura 5.5. Se verifica que sólo dos factores cumplen el criterio de Kaiser con el criterio de ser mayor a 1, y lo que resulta conveniente al momento de buscar representación gráfica de los resultados. Los dos primeros componentes principales representan el 82,7% de la variabilidad total $([4,45 + 1,34] \cdot 100 / 7,00)$, por lo que la representación de todos los parámetros originales sólo con estas dos nuevas componentes se considera adecuado. El primer factor explica 63,6% de la varianza total, mientras que el segundo factor el 19,1% de ésta.

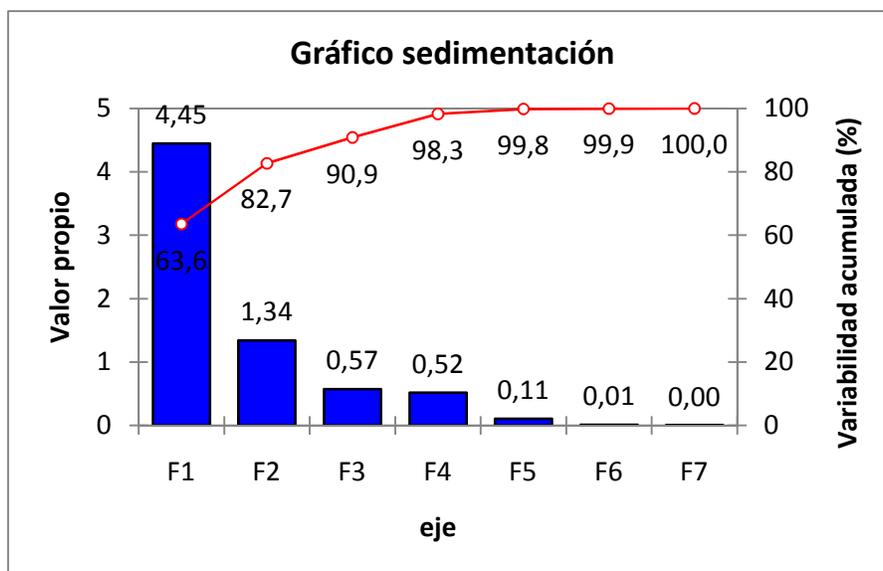


Figura 5.5: Gráfico de sedimentación de la red de medición DGA.

La matriz de factores tiene sólo dos columnas y contiene los coeficientes de correlación entre las variables originales y los factores.

	F1	F2
SDT	0,976	-0,142
Cl	0,959	-0,205
SO₄	0,579	0,627
Ca	0,889	0,303
Na	0,934	-0,262
Mg	0,725	0,194
NO₃	-0,233	0,829

Los coeficientes factoriales muestran que parámetros químicos SDT, Cl, Ca, Na y Mg están relacionados principalmente con el factor 1, el parámetro NO₃ se relaciona fuertemente con el factor 2, mientras que el parámetro SO₄ se relaciona con ambos factores. Es posible considerar las relaciones entre los parámetros en base al origen de las concentraciones o valores observados. Es así como el factor 2 se interpreta como de origen antrópico dado que los valores observados de Nitratos, única variable relacionada con éste, presenta valores de concentración sobre 10 mg/L, considerados como límite máximo en aguas subterráneas naturales sin afectación antrópica, por ejemplo de la agricultura. Por otra parte, el factor 1 se interpreta como origen natural, dado que los parámetros más correlacionados con este presentan valores esperables en aguas subterráneas sin afectación antrópica.

La Figura 3.9 muestra el gráfico Biplot-variables, la representación de las variables originales (los parámetros) mediante las nuevas variables (factores). Dada la longitud de los vectores, todos los parámetros químicos son bien representados en este espacio reducido, ya que no existe ninguno resulta muy pequeño con respecto al resto. A partir del ángulo entre los vectores presentados, se puede reconocer tres grupos de variables con un origen similar: un grupo es el Cl-SDT-Na, un segundo grupo es Ca-Mg-SO₄, y el tercero es NO₃, cuya relación con los otros grupos es baja.

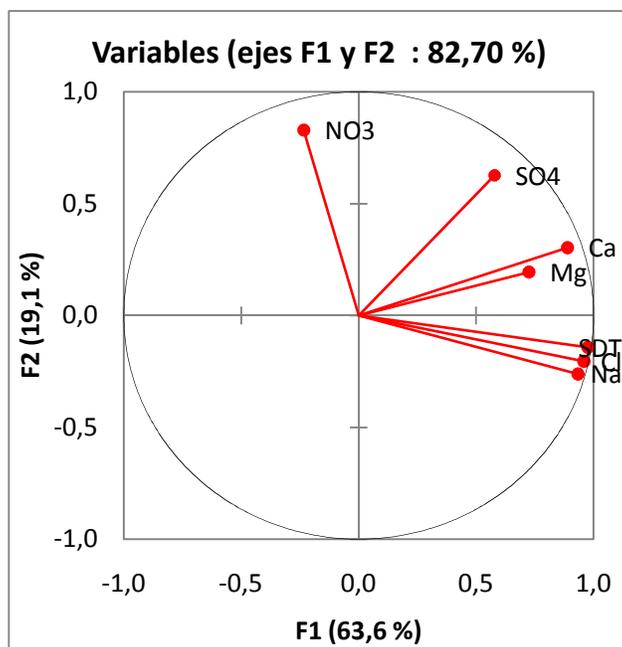


Figura 5.6: Gráfico de Biplot-variables de la red de medición DGA.

En la Figura 5.7 se muestra el gráfico Biplot-valores con las puntuaciones factoriales, es decir los valores según las nuevas variables de todos los análisis químicos de la base de datos (red de calidad de la DGA y otros estudios), pero diferenciados por acuífero. En este gráfico también se presenta la saturación de las variables y sus vectores.

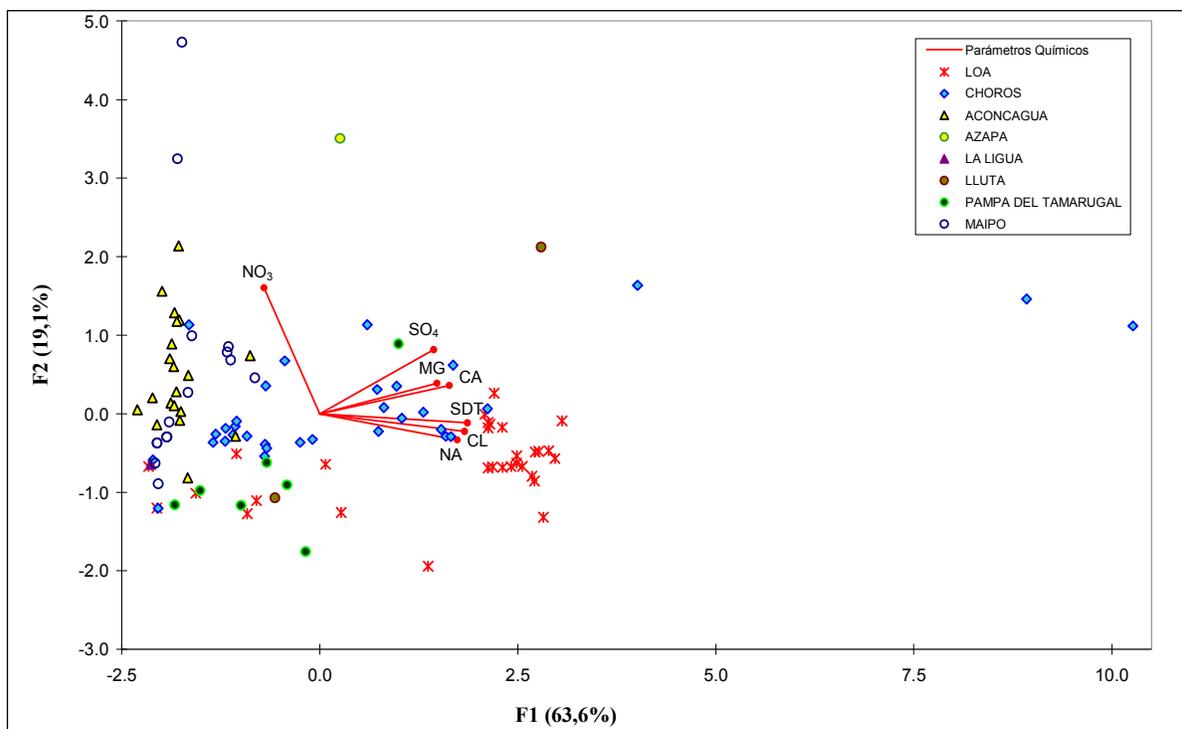


Figura 5.7: Gráfico Biplot-valores de la red de medición DGA.

El gráfico muestra que los pozos de cada acuífero se agrupan según sus características químicas y adquieren cierta tendencia. Por ejemplo, el Aconcagua y el Maipo se agrupan juntos y se dispersan en dirección del factor 2 asociado a origen antrópico o bien del NO₃, mientras que el Loa y Los Choros se agrupan juntos y se dispersan en dirección del factor 1 asociado a origen natural o bien a las sales (Magnesio, Calcio, Cloruro) de origen natural ya sea por influencia de la geología, en el caso del Loa, o por intrusión salina, en el caso de Los Choros. También se puede reconocer que los pozos de mejor calidad ubicados aguas arriba de los sectores acuíferos se agrupan en el sector inferior izquierdo.

En la Figura 5.8 se presenta de forma más clara la evolución que tienen las aguas a medida que avanzan, es decir se presenta una interpretación que considera los pozos extremos y la trayectoria del agua subterránea. Todos los pozos ubicados en la dirección del Loa, por ejemplo aquellos de la Pampa del Tamarugal y los del Lluta, presentan un grado de interacción alto con la geología. El sector acuífero Los Choros presenta los pozos con mayor grado de intrusión salina y con una actividad agrícola poco desarrollada. En el Valle

de Azapa sólo existe un pozo con información y se ubica en una zona que indica actividad agrícola o antrópica. Por último el Maipo y el Aconcagua tienen un desarrollo similar, en que el Nitrato presenta concentraciones altas, por lo que reflejan el mayor efecto de actividades humanas, por ejemplo agrícolas o de residuos urbanos.

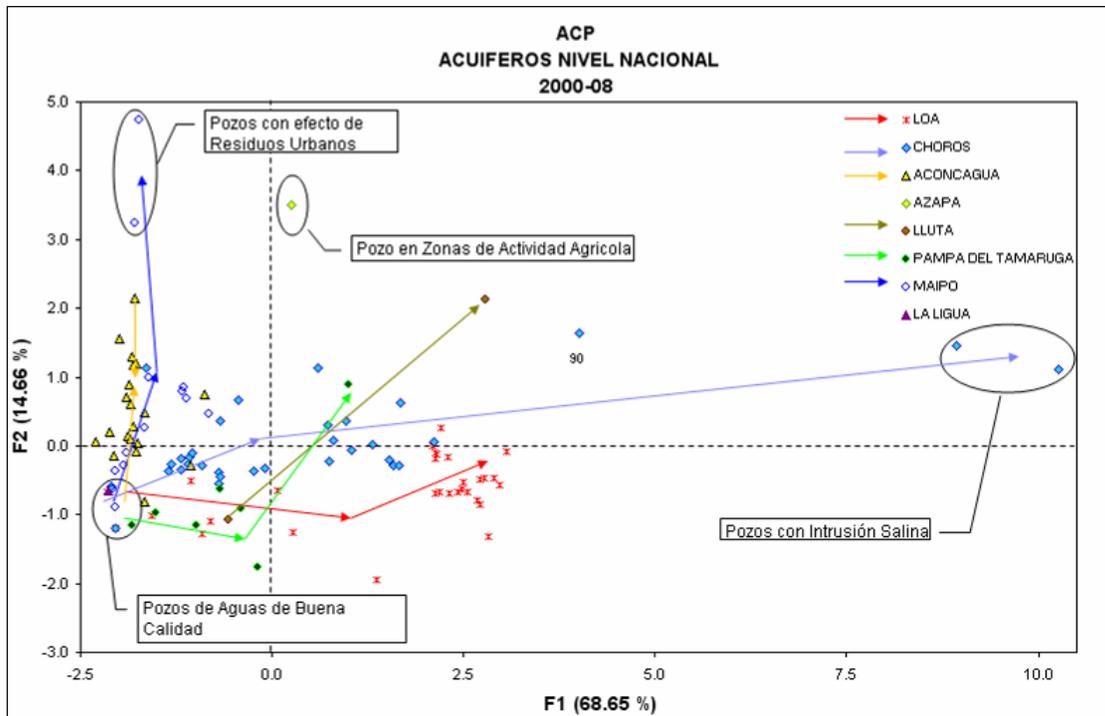


Figura 5.8: Gráfico Biplot-valores con trayectoria del agua subterránea.

Se observa que la mayor utilidad de esta herramienta es que permite comparar en forma simultánea todos los sectores acuíferos y agrupa aquellos con características similares de calidad química. Por lo que permite observar si existe un efecto debido a actividad humana, agrícola, intrusión salina o interacción con la geología de la zona.

6 RESULTADOS INTERMEDIOS DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN DE ACUÍFEROS

6.1 Mapas de interpolación e índice de calidad

6.1.1 Sector acuífero El Loa

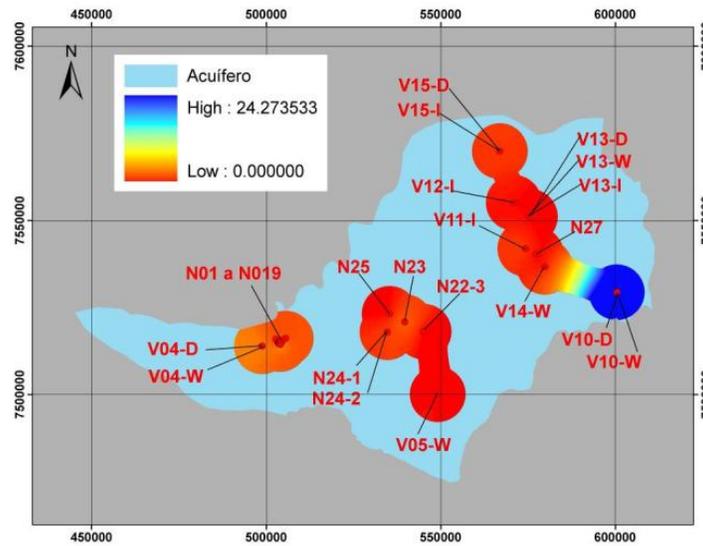


Figura 6.1: Interpolación de concentración (mg/L) de As en sector acuífero El Loa.

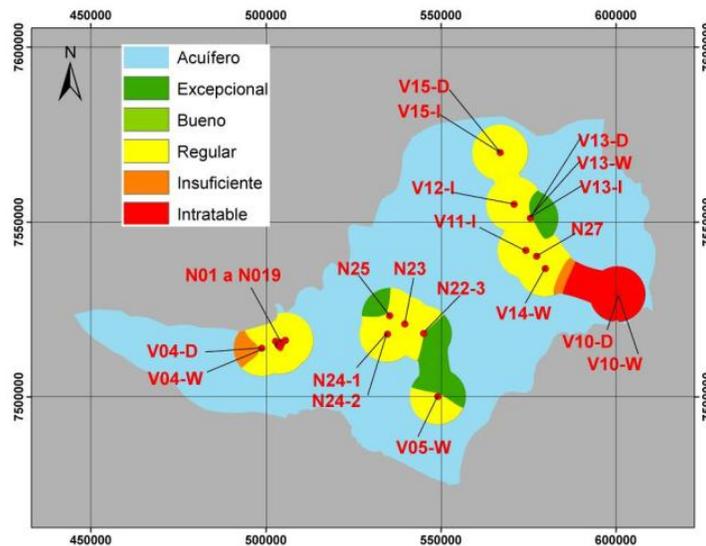


Figura 6.2: Índice calidad individual de As en sector acuífero El Loa.

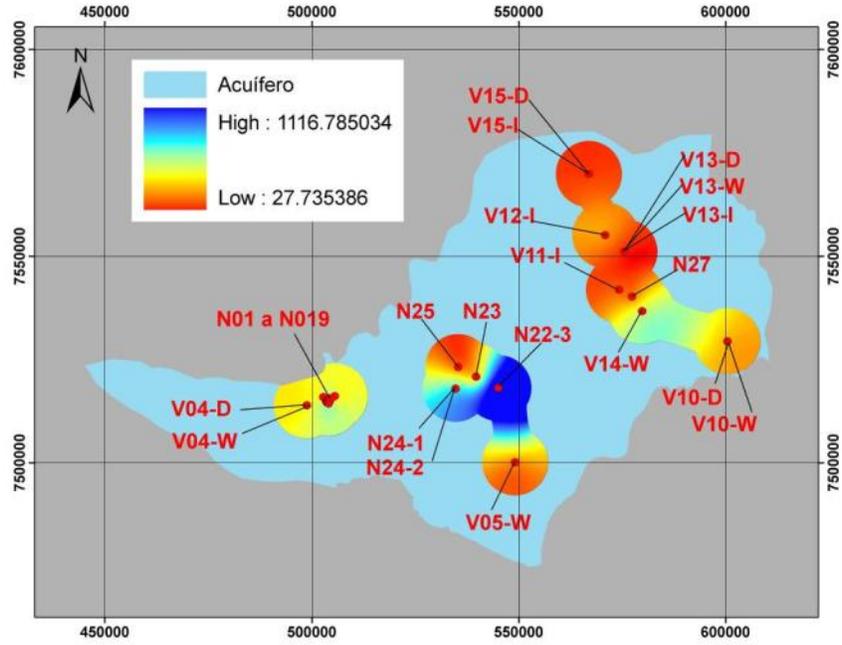


Figura 6.3: Interpolación de concentración (mg/L) de Ca en sector acuífero El Loa.

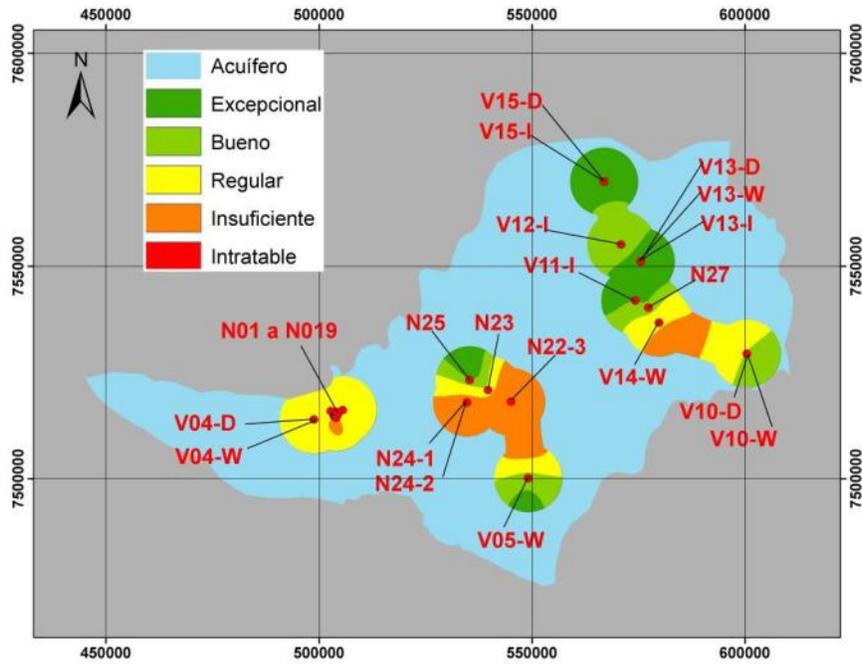


Figura 6.4: Índice calidad individual de Ca en sector acuífero El Loa.

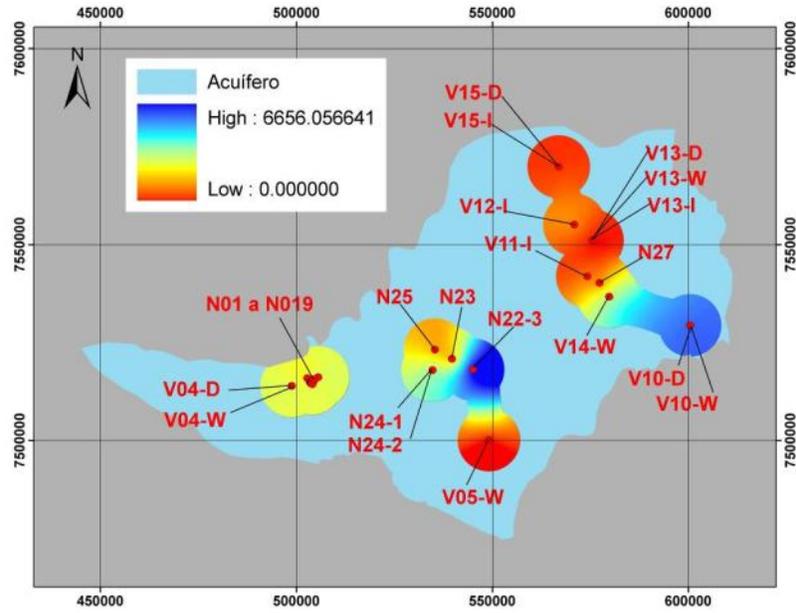


Figura 6.5: Interpolación de concentración (mg/L) de Cl en sector acuífero El Loa.

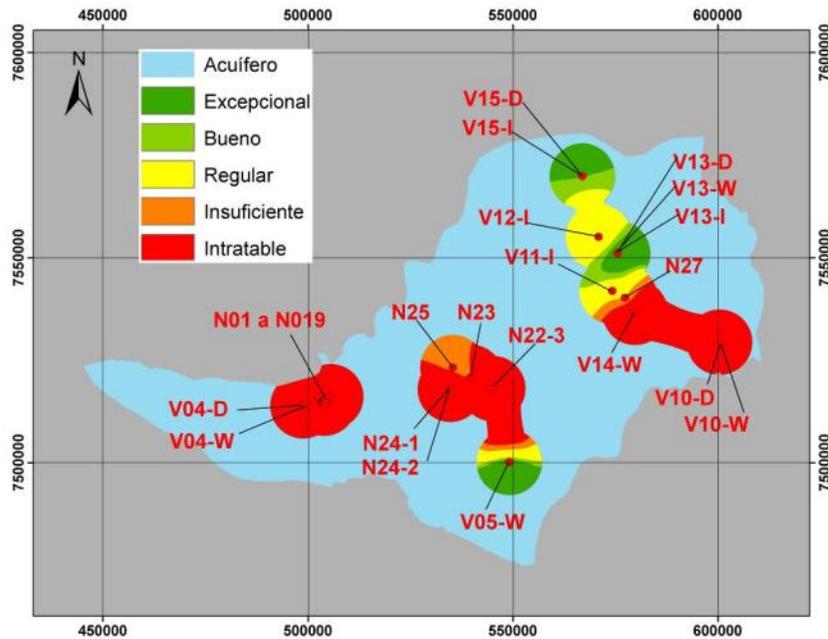


Figura 6.6: Índice calidad individual de Cl en sector acuífero El Loa.

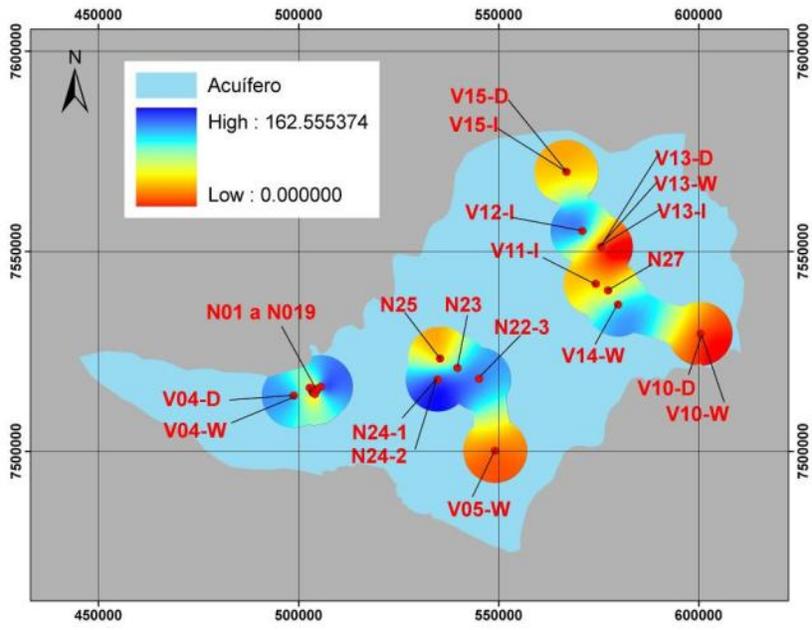


Figura 6.7: Interpolación de concentración (mg/L) de Mg en sector acuífero El Loa.

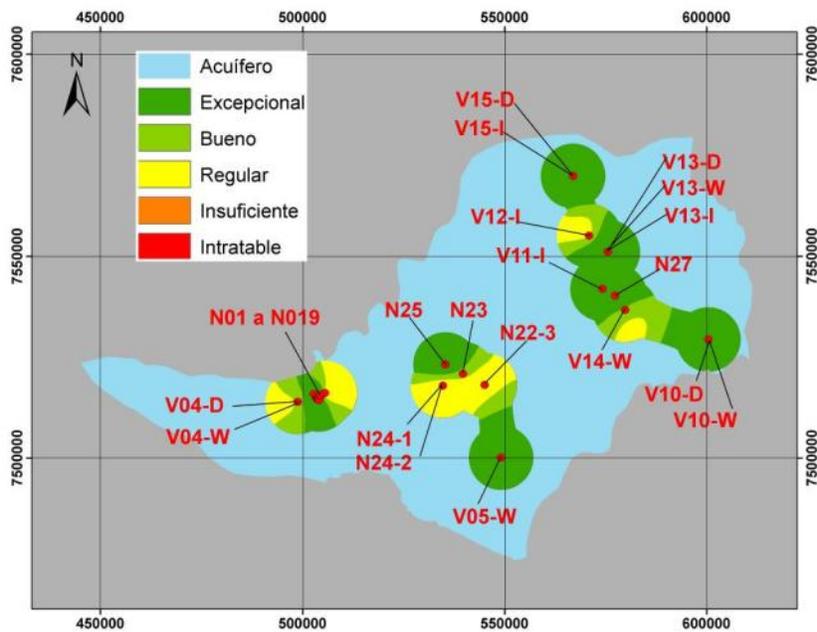


Figura 6.8: Índice calidad individual de Mg en sector acuífero El Loa.

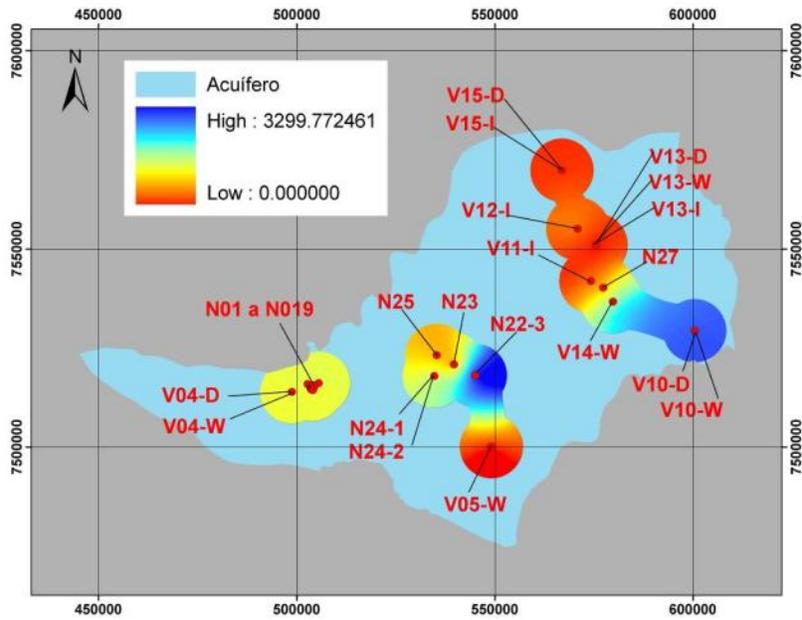


Figura 6.9: Interpolación de concentración (mg/L) de Na en sector acuífero El Loa.

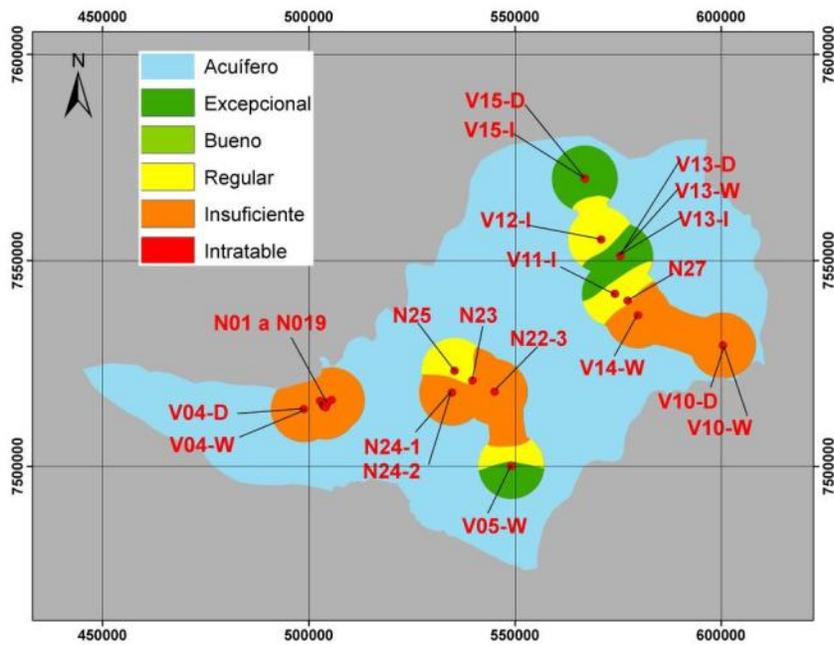


Figura 6.10: Índice calidad individual de Na en sector acuífero El Loa.

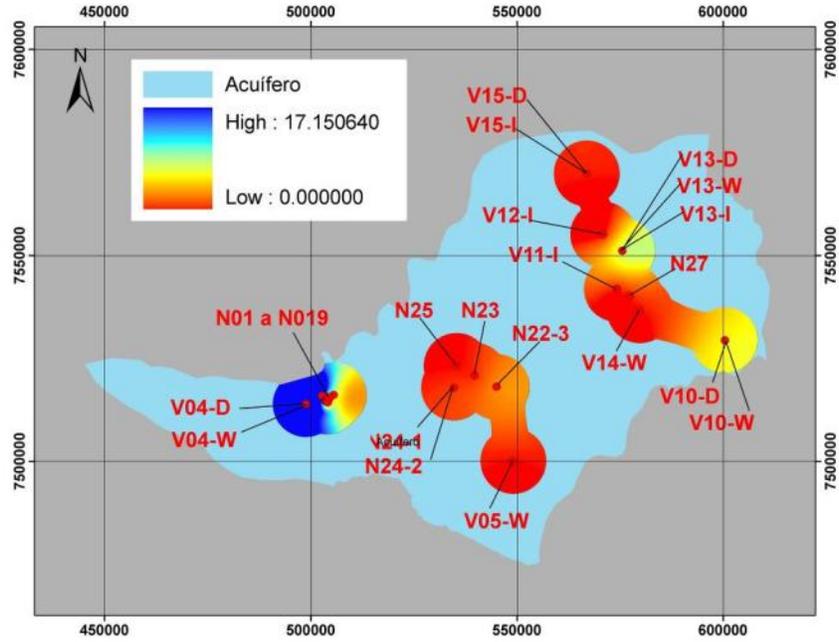


Figura 6.11: Interpolación de concentración (mg/L) de NO_3 en sector acuífero El Loa.

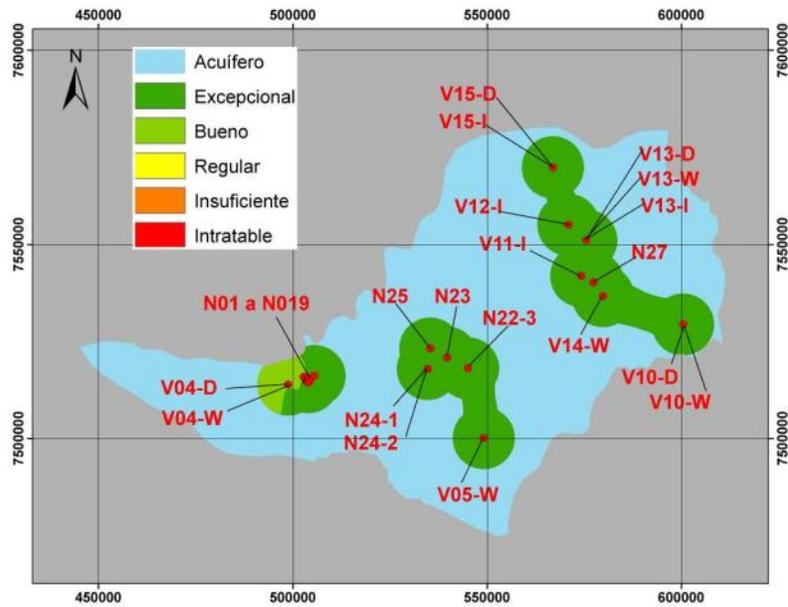


Figura 6.12: Índice calidad individual de NO_3 en sector acuífero El Loa.

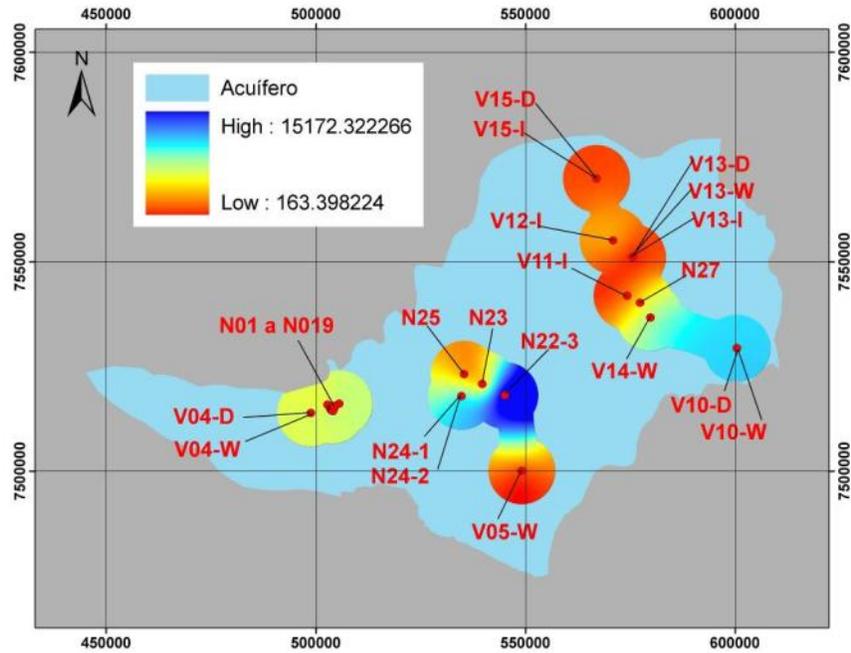


Figura 6.13: Interpolación de concentración (mg/L) de SDT en sector acuífero El Loa.

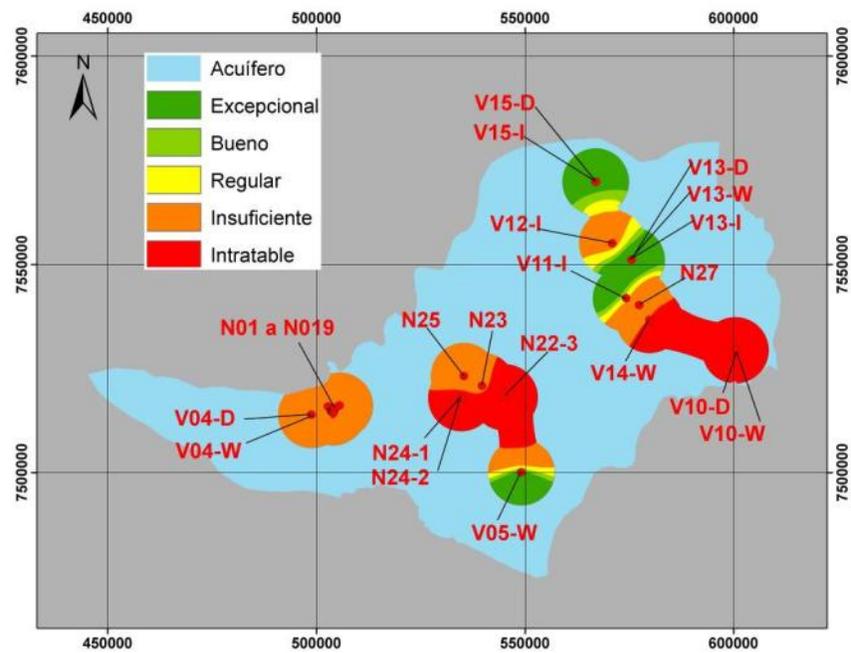


Figura 6.14: Índice calidad individual de SDT en sector acuífero El Loa.

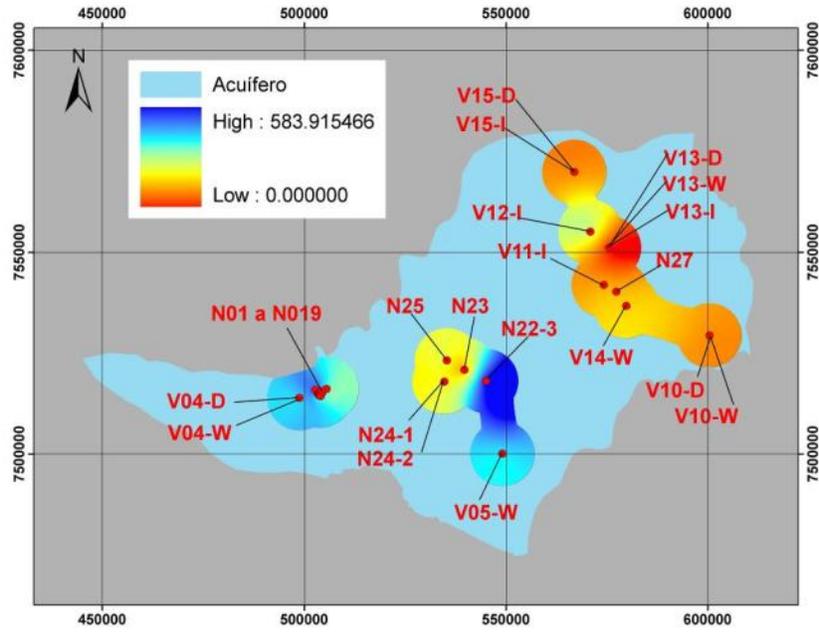


Figura 6.15: Interpolación de concentración (mg/L) de SO_4 en sector acuífero El Loa.

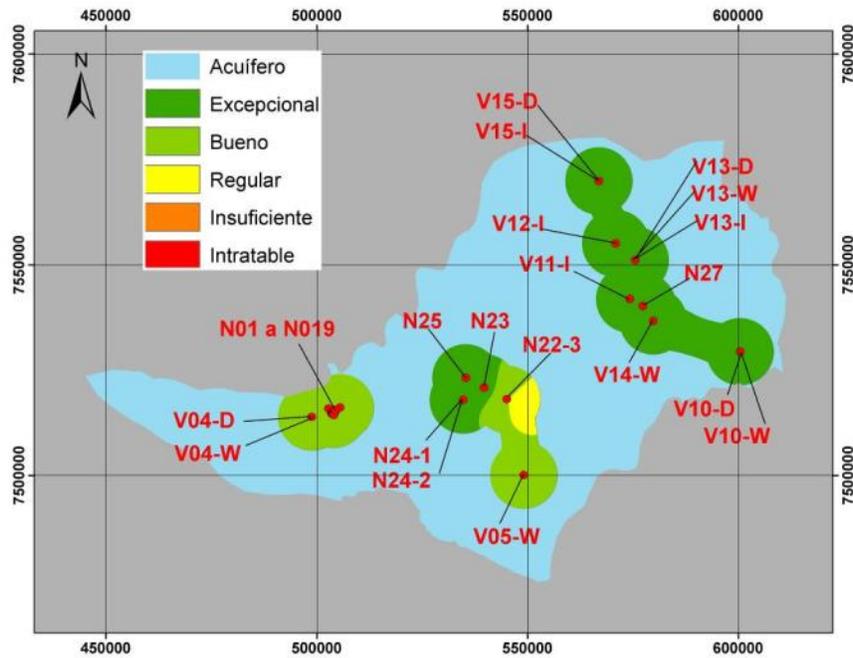


Figura 6.16: Índice calidad individual de SO_4 en sector acuífero El Loa.

6.1.2 Sector acuífero Los Choros

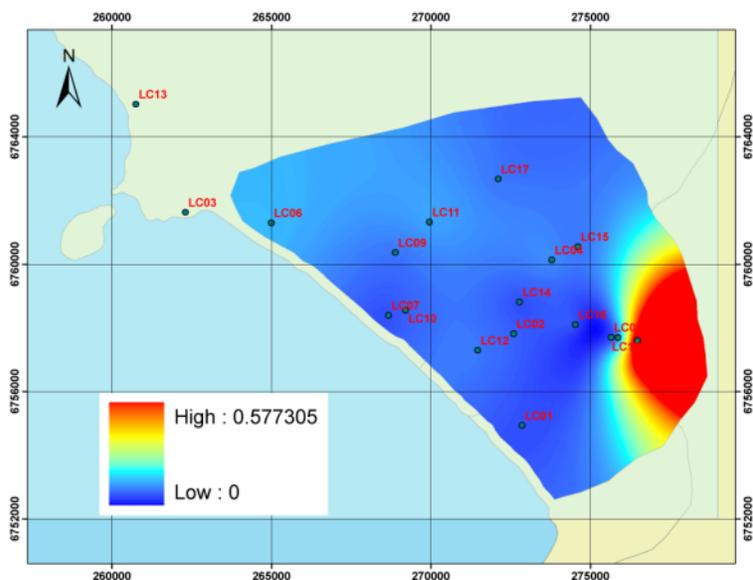


Figura 6.17: Interpolación de concentración (mg/L) de Al en acuífero Los Choros.

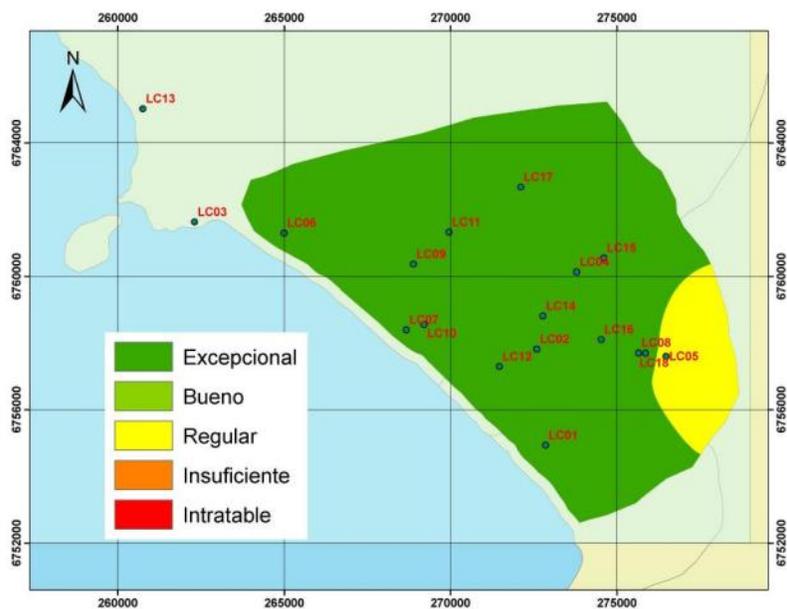


Figura 6.18: Índice calidad individual de Al en acuífero Los Choros.

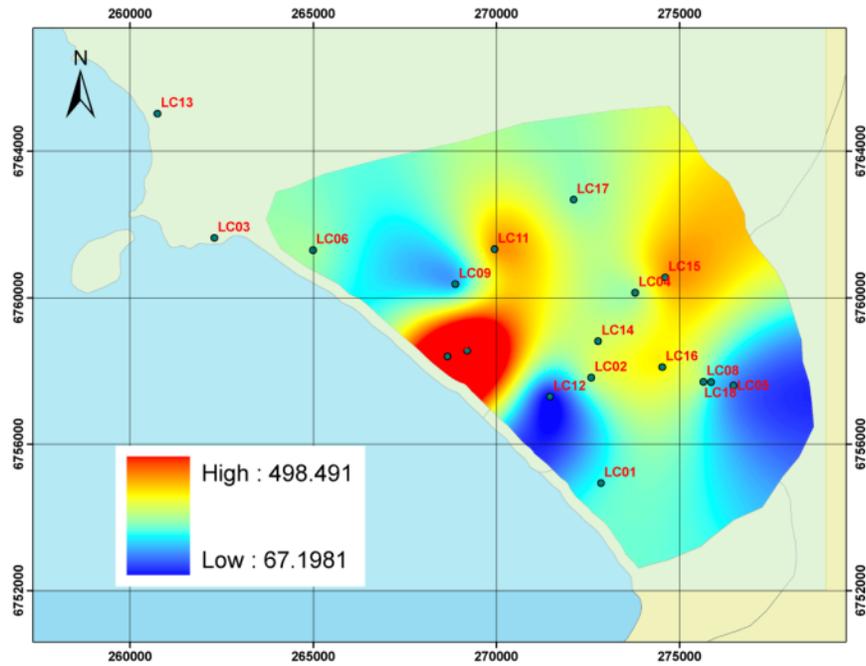


Figura 6.19: Interpolación de concentración (mg/L) de Ca en acuífero Los Choros.

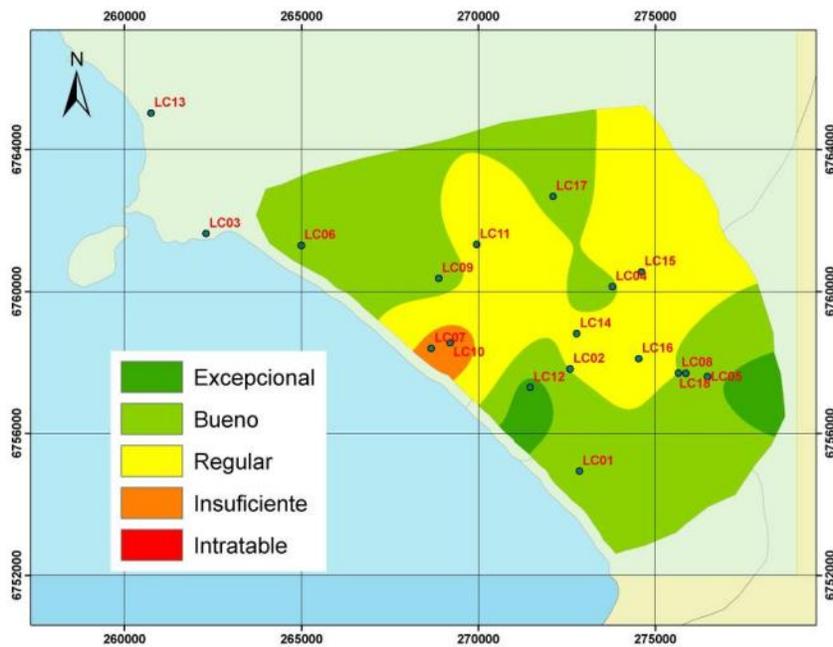


Figura 6.20: Índice calidad individual de Ca en acuífero Los Choros.

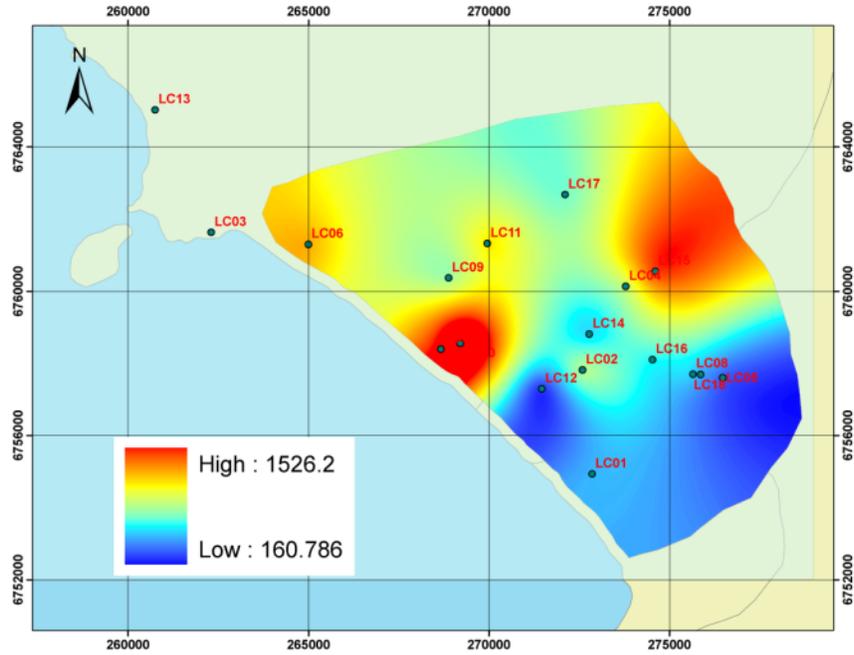


Figura 6.21: Interpolación de concentración (mg/L) de Cl en acuífero Los Choros.

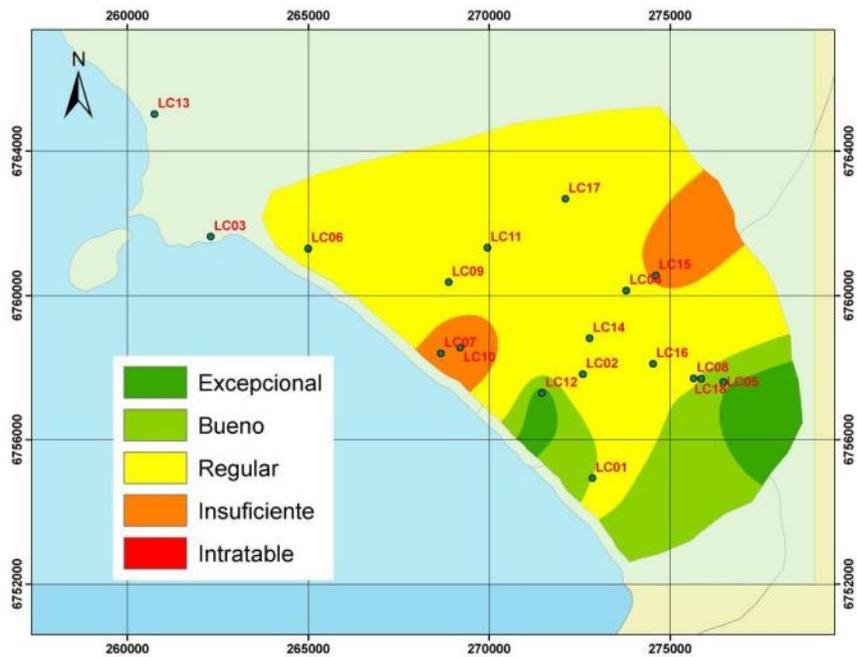


Figura 6.22: Índice calidad individual de Cl en acuífero Los Choros.

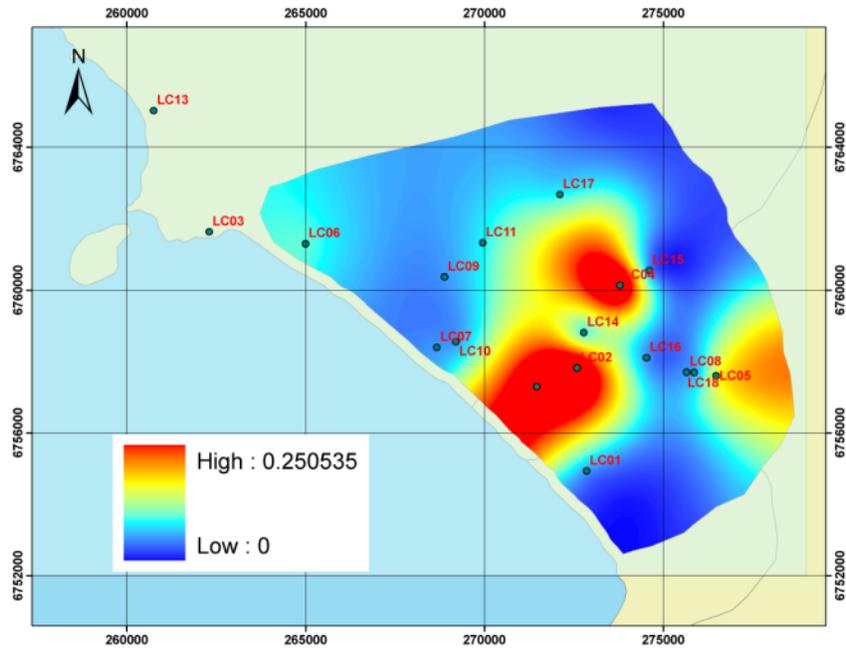


Figura 6.23: Interpolación de concentración (mg/L) de Fe en acuífero Los Choros.

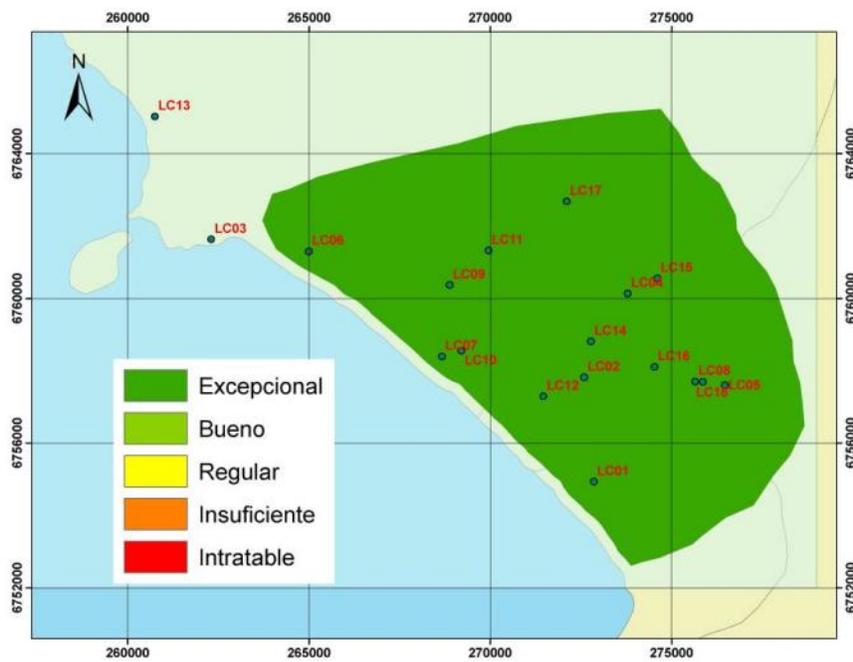


Figura 6.24: Índice calidad individual de Fe en acuífero Los Choros.

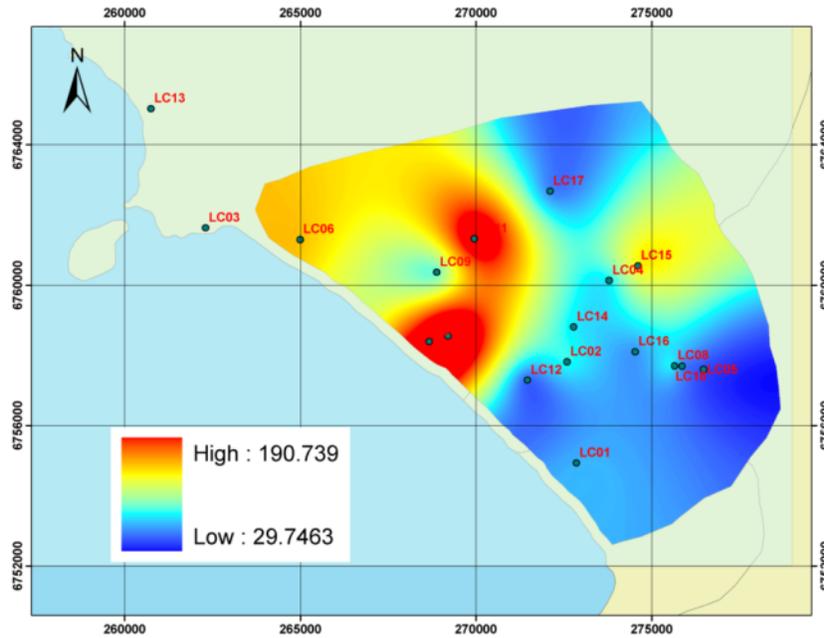


Figura 6.25: Interpolación de concentración (mg/L) de Mg en acuífero Los Choros.

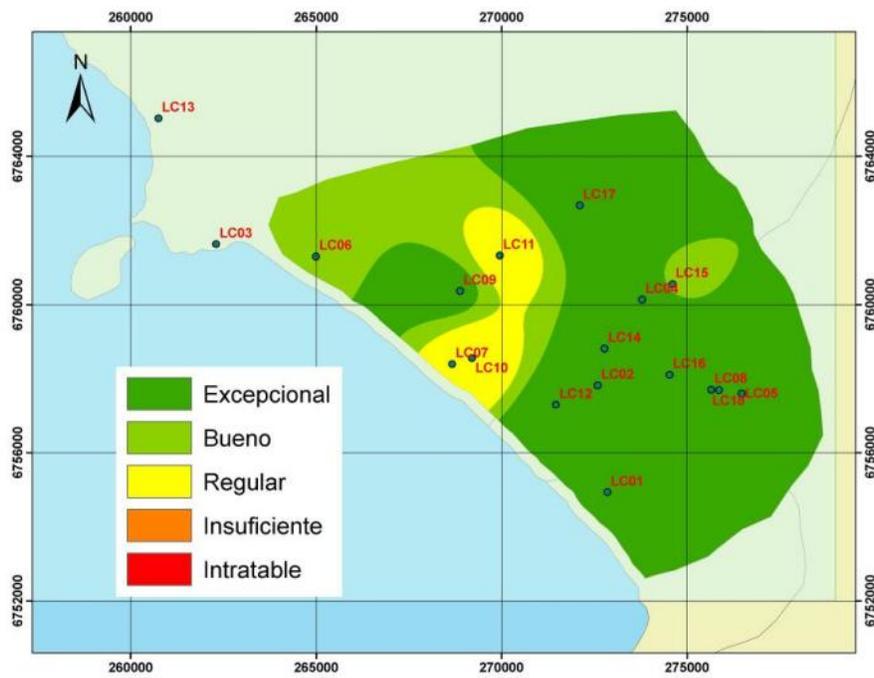


Figura 6.26: Índice calidad individual de Mg en acuífero Los Choros.

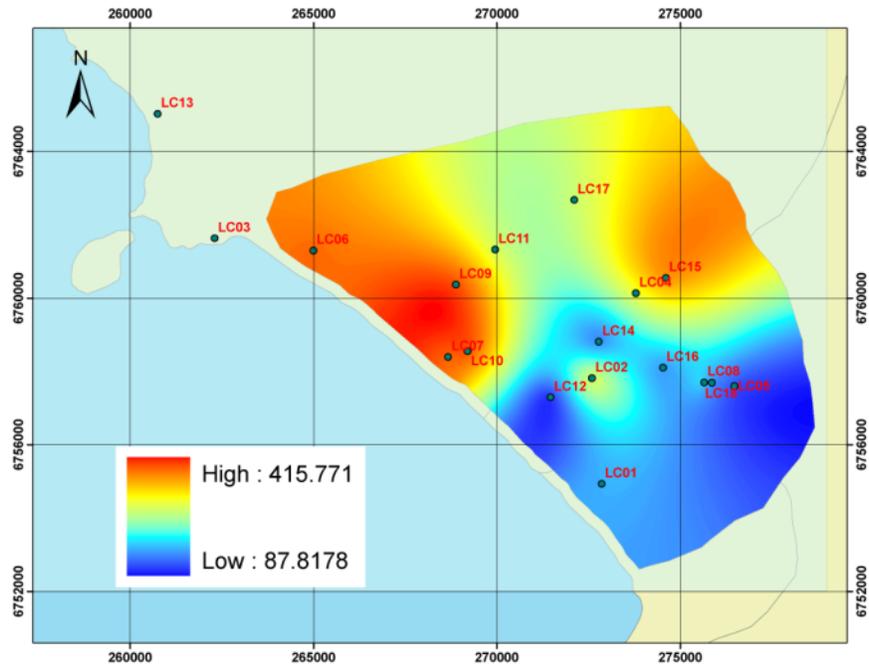


Figura 6.27: Interpolación de concentración (mg/L) de Na en acuífero Los Choros.

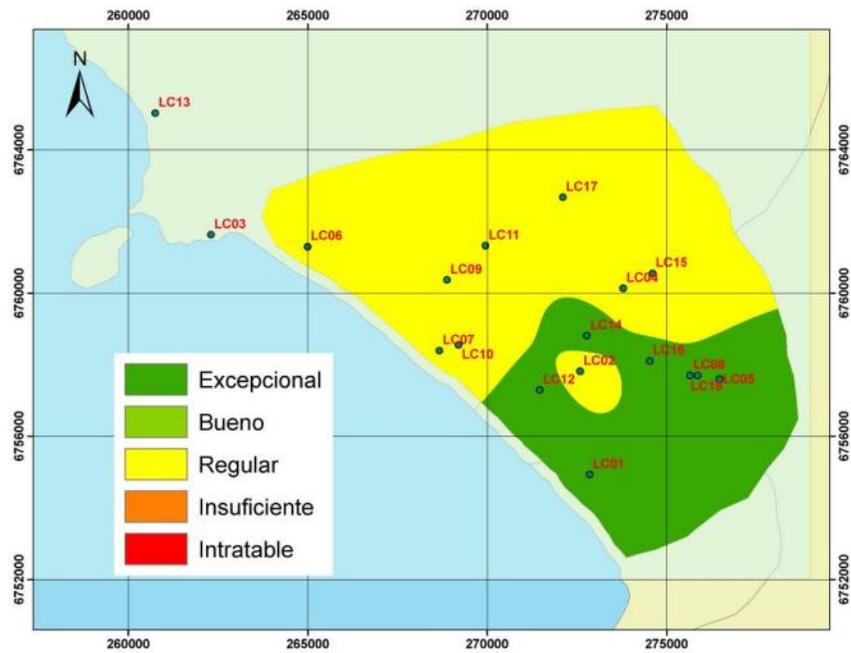


Figura 6.28: Índice calidad individual de Na en acuífero Los Choros.

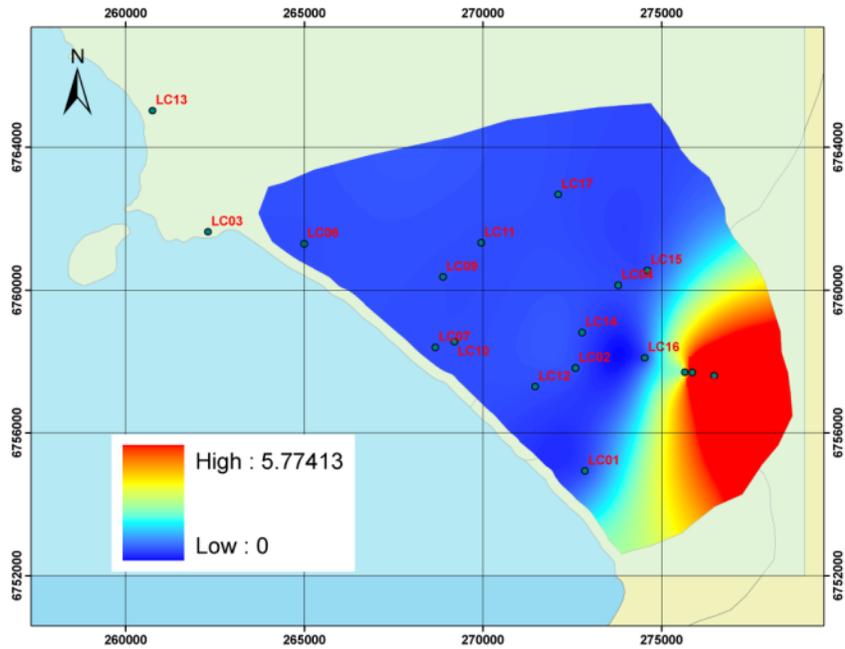


Figura 6.29: Interpolación de concentración (mg/L) de NO_3 en acuífero Los Choros.

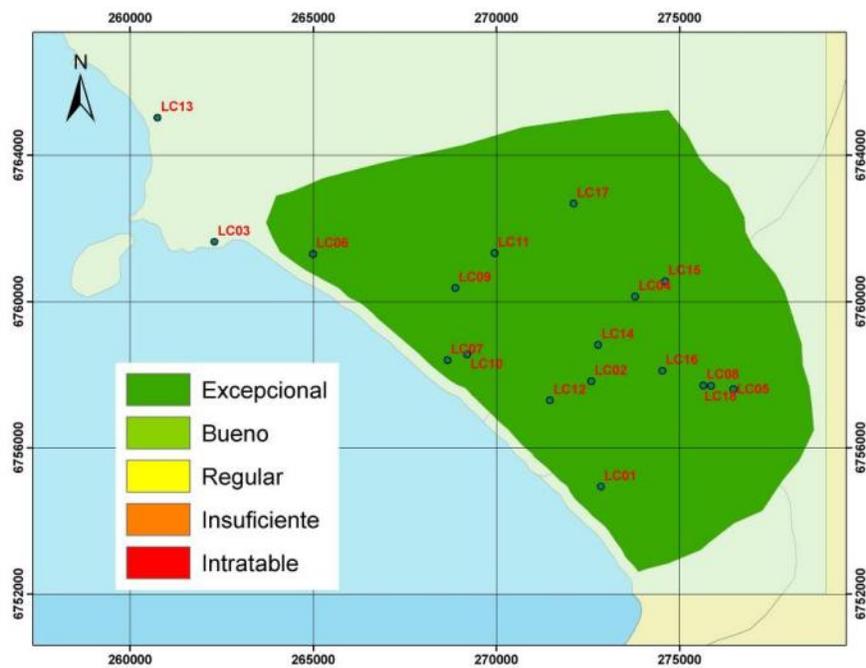


Figura 6.30: Índice calidad individual de NO_3 en acuífero Los Choros.

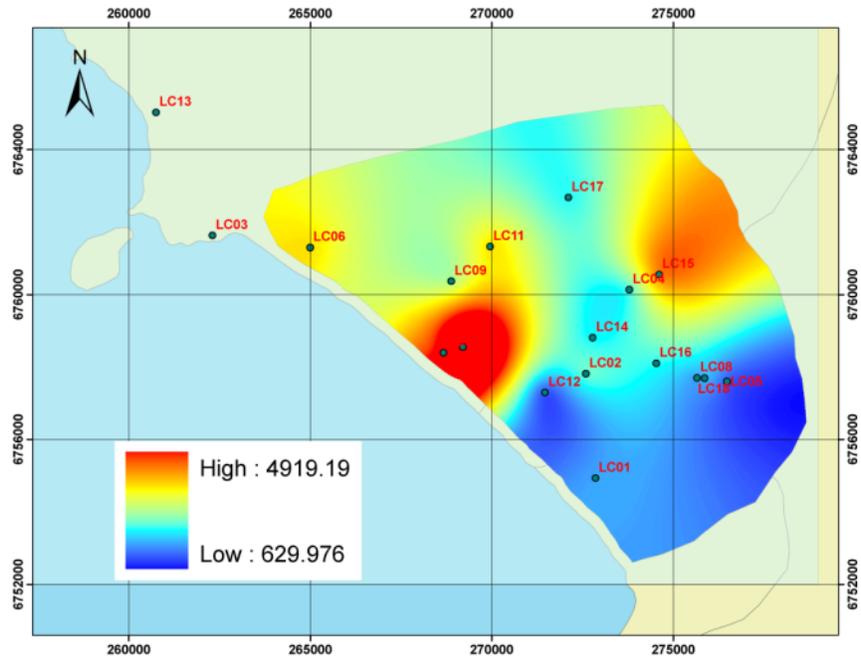


Figura 6.31: Interpolación de concentración (mg/L) de SDT en acuífero Los Choros.

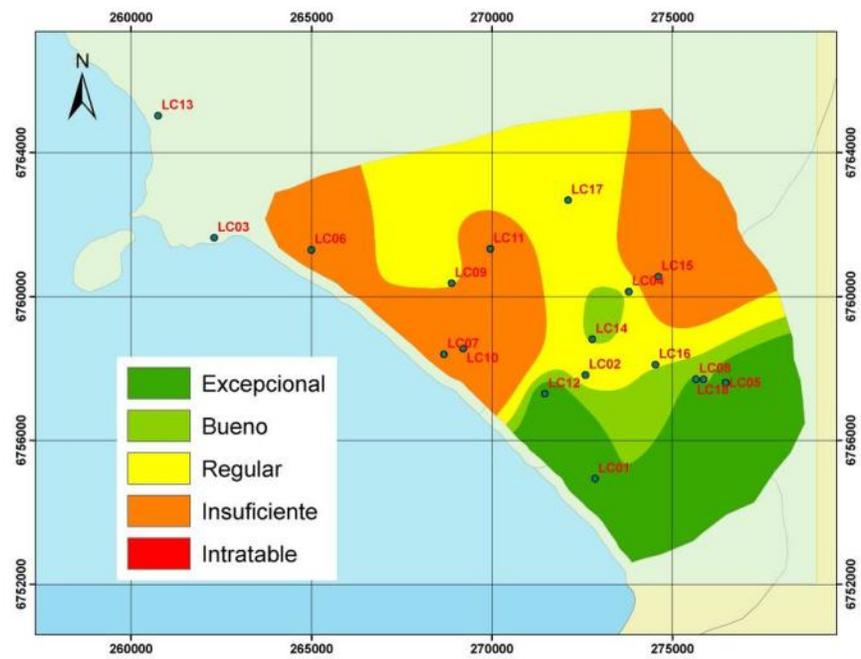


Figura 6.32: Índice calidad individual de SDT en acuífero Los Choros.

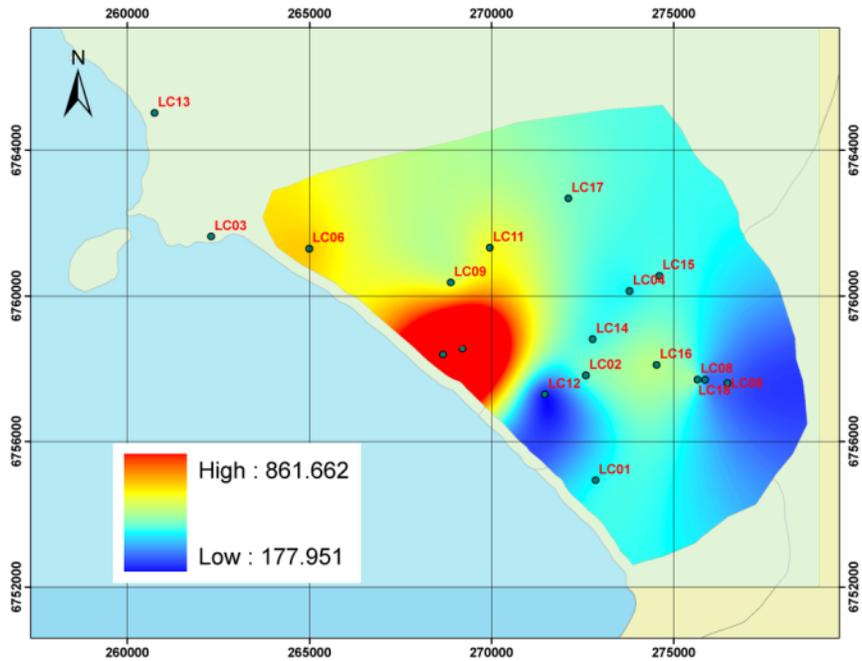


Figura 6.33: Interpolación de concentración (mg/L) de SO_4 en acuífero Los Choros.

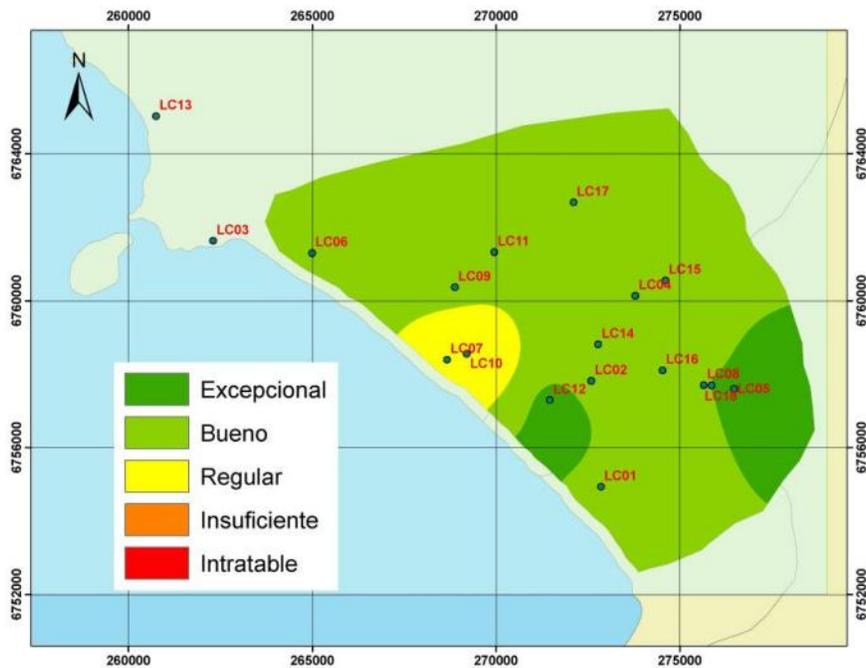


Figura 6.34: Índice calidad individual de SO_4 en acuífero Los Choros.

6.1.3 Sector acuífero Aconcagua

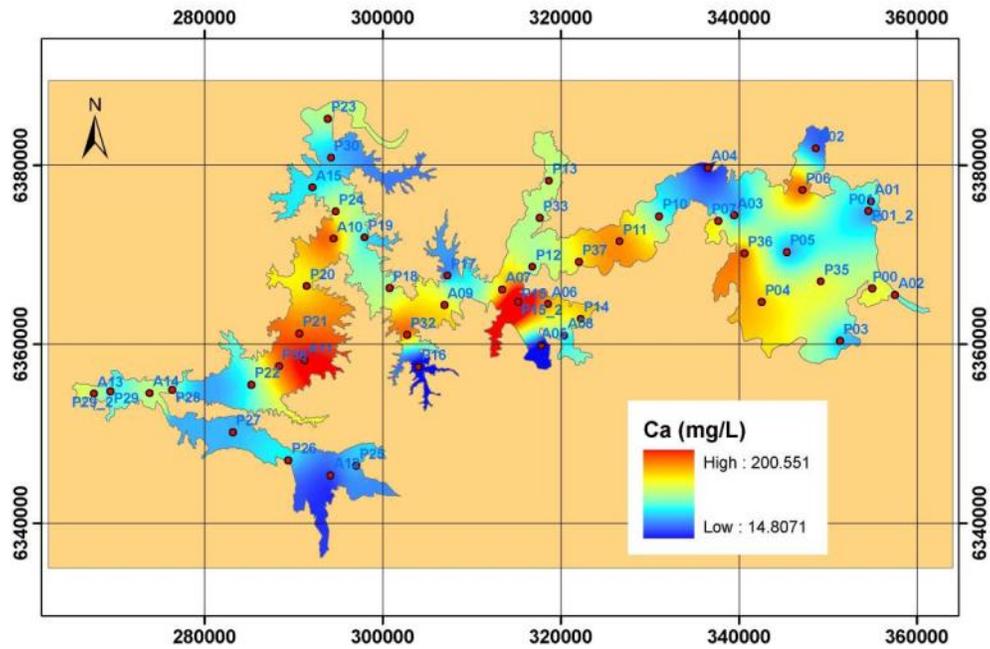


Figura 6.35: Interpolación de concentración (mg/L) de Ca en sector acuífero Aconcagua.

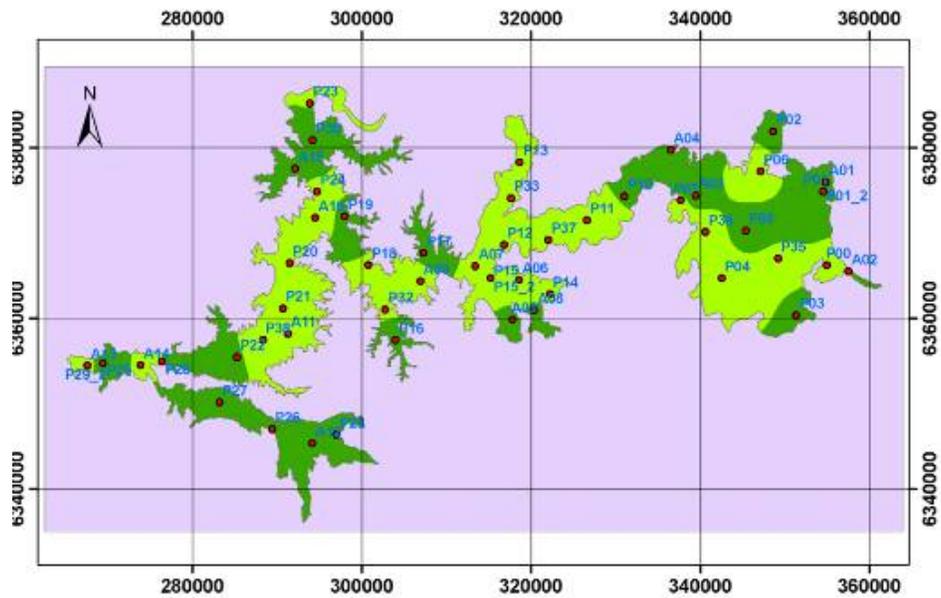


Figura 6.36: Índice de calidad individual de Ca en sector acuífero Aconcagua.

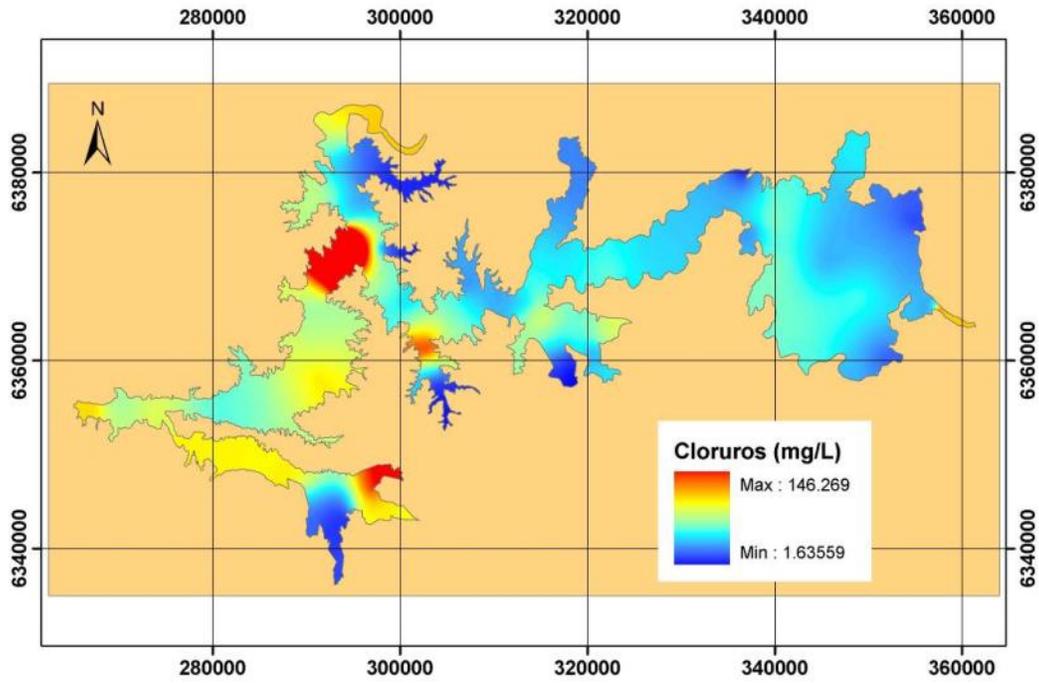


Figura 6.37: Interpolación de concentración (mg/L) de Cl en acuífero Aconcagua.

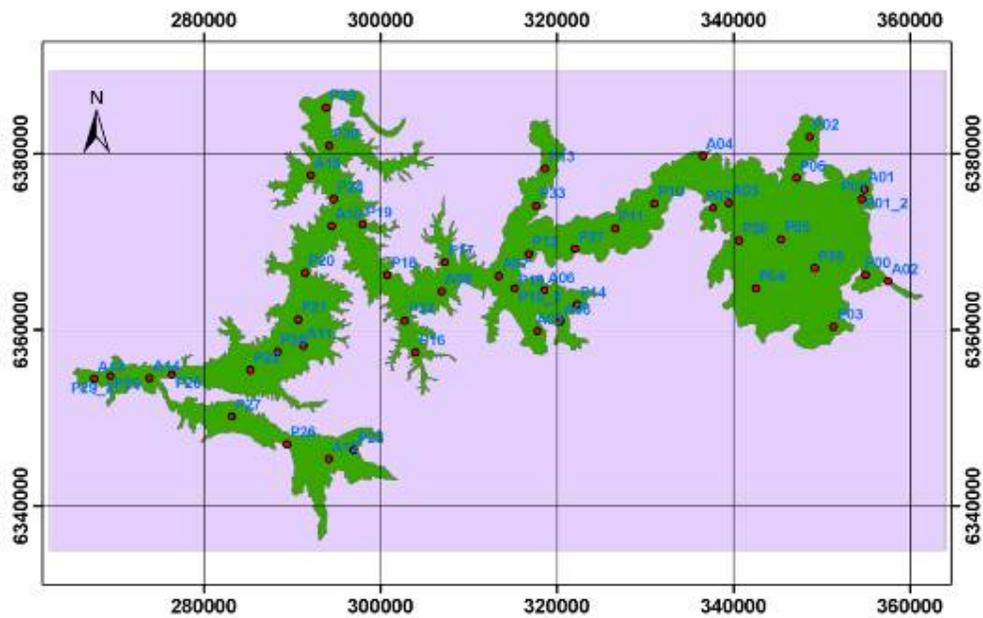


Figura 6.38: Índice de calidad individual de Cl en sector acuífero Aconcagua.

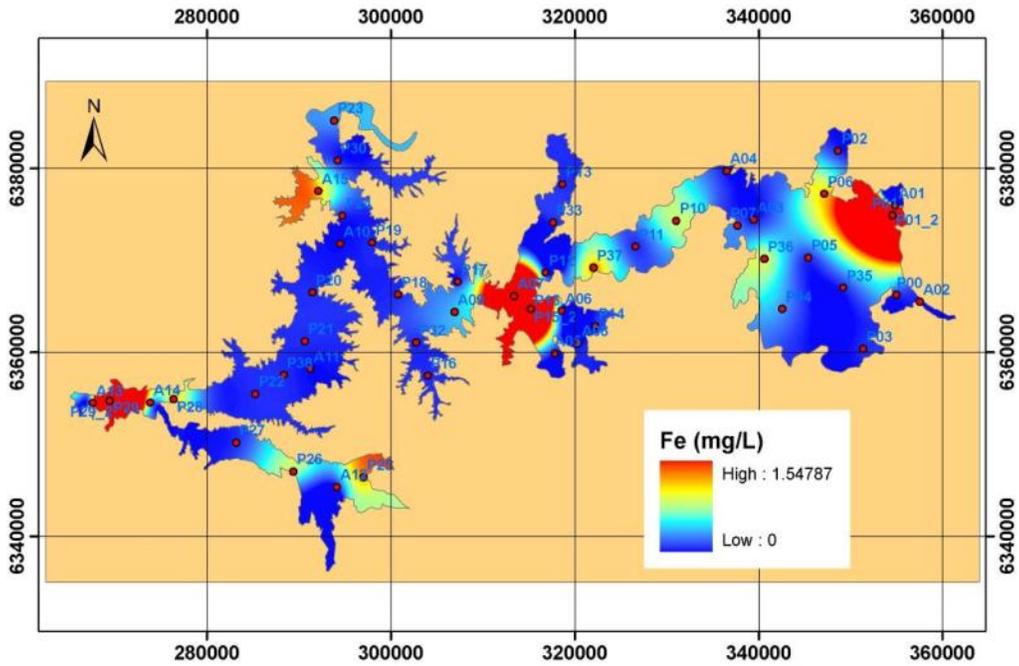


Figura 6.39: Interpolación de concentración (mg/L) de Fe en acuífero Aconcagua.

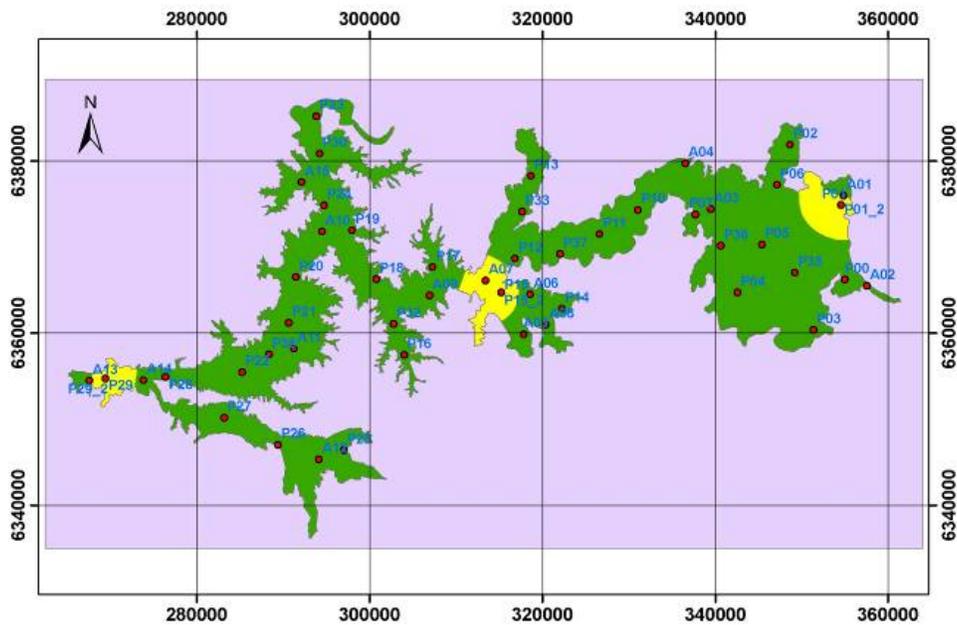


Figura 6.40: Índice de calidad individual de Fe en sector acuífero Aconcagua.

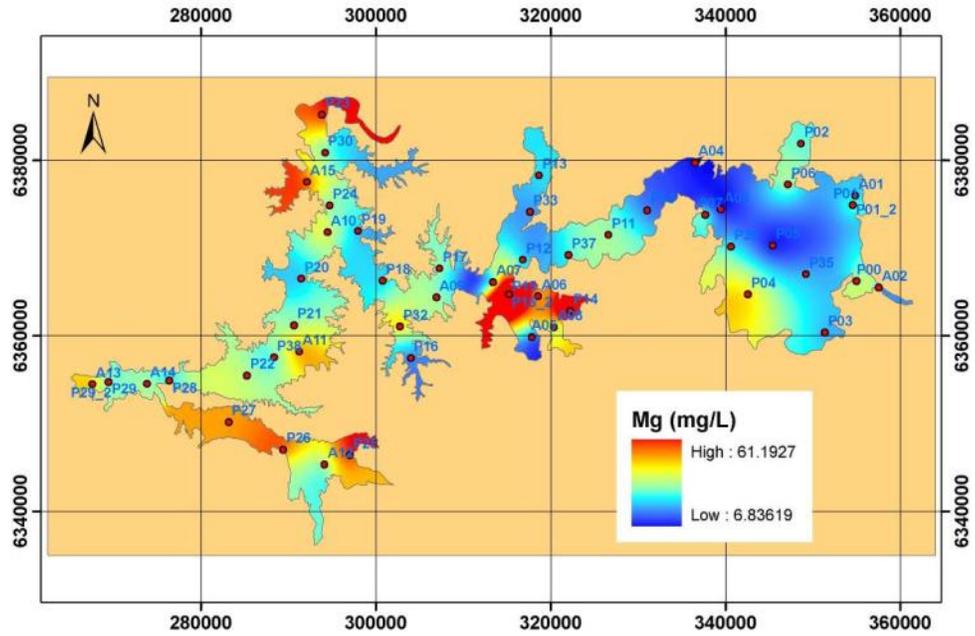


Figura 6.41: Interpolación de concentración (mg/L) de Mg en acuífero Aconcagua.

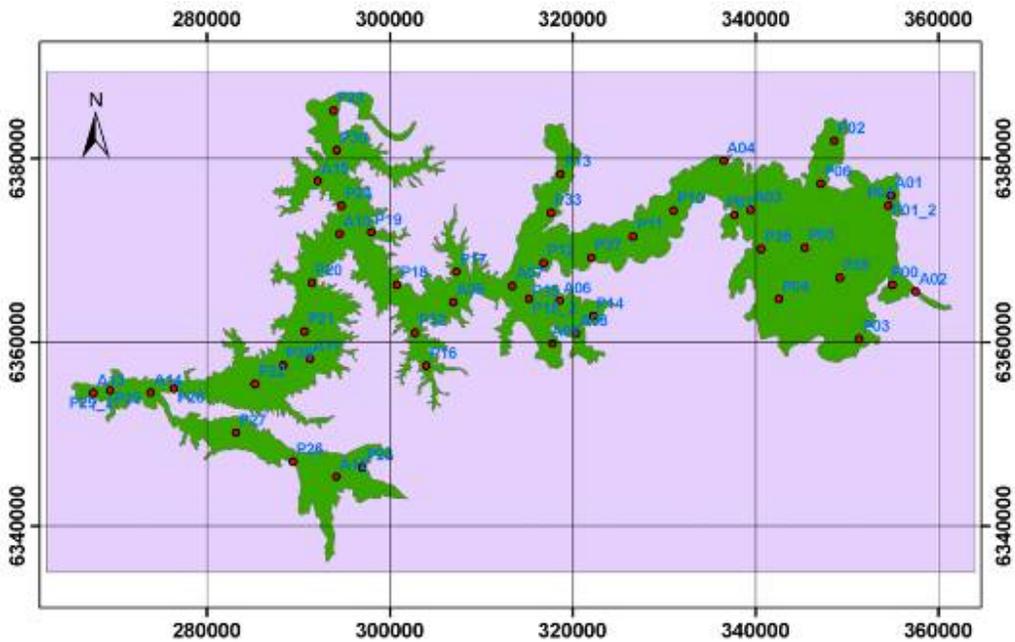


Figura 6.42: Índice de calidad individual de Mg en sector acuífero Aconcagua.

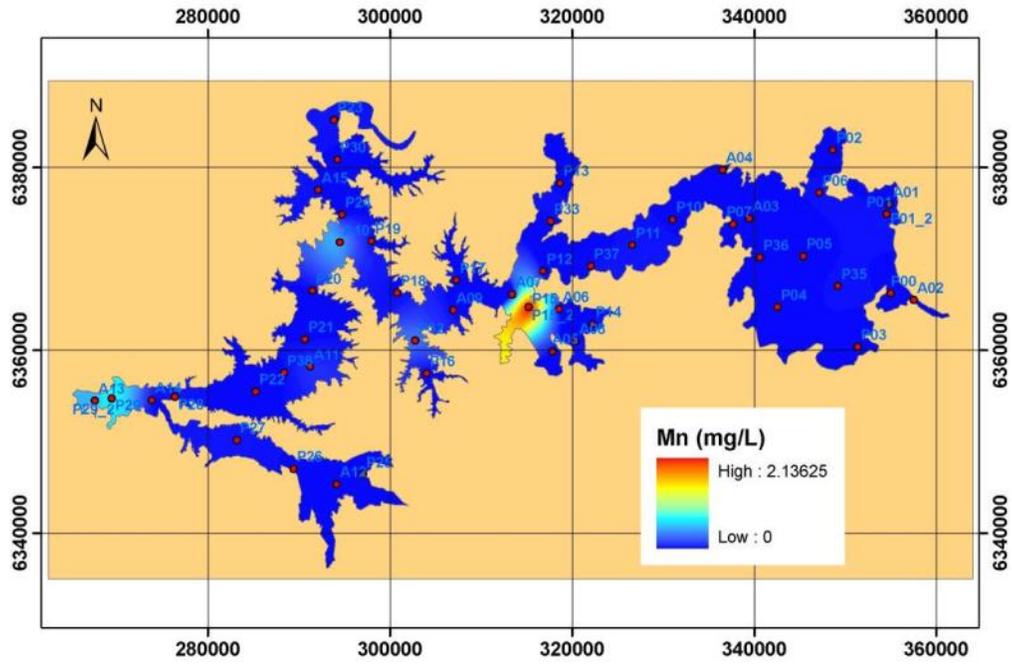


Figura 6.43: Interpolación de concentración (mg/L) de Mn en acuífero Aconcagua.

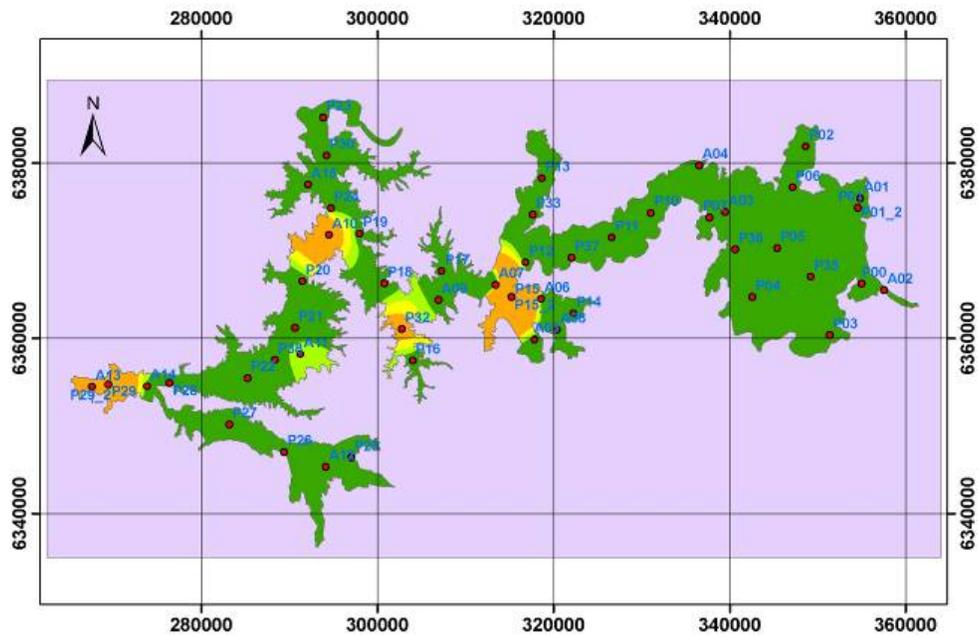


Figura 6.44: Índice de calidad individual de Mn en sector acuífero Aconcagua.

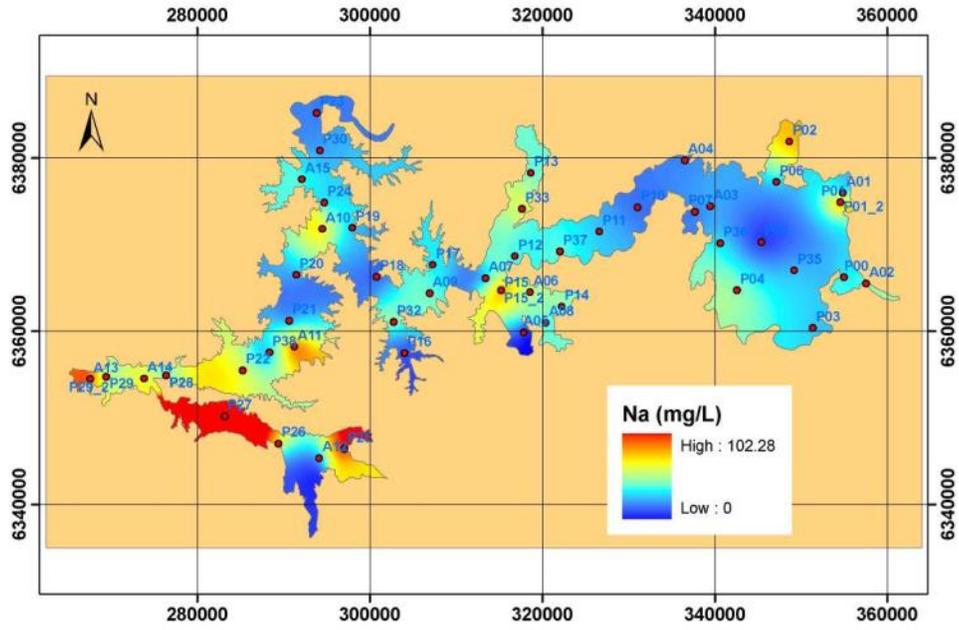


Figura 6.45: Interpolación de concentración (mg/L) de Na en acuífero Aconcagua.

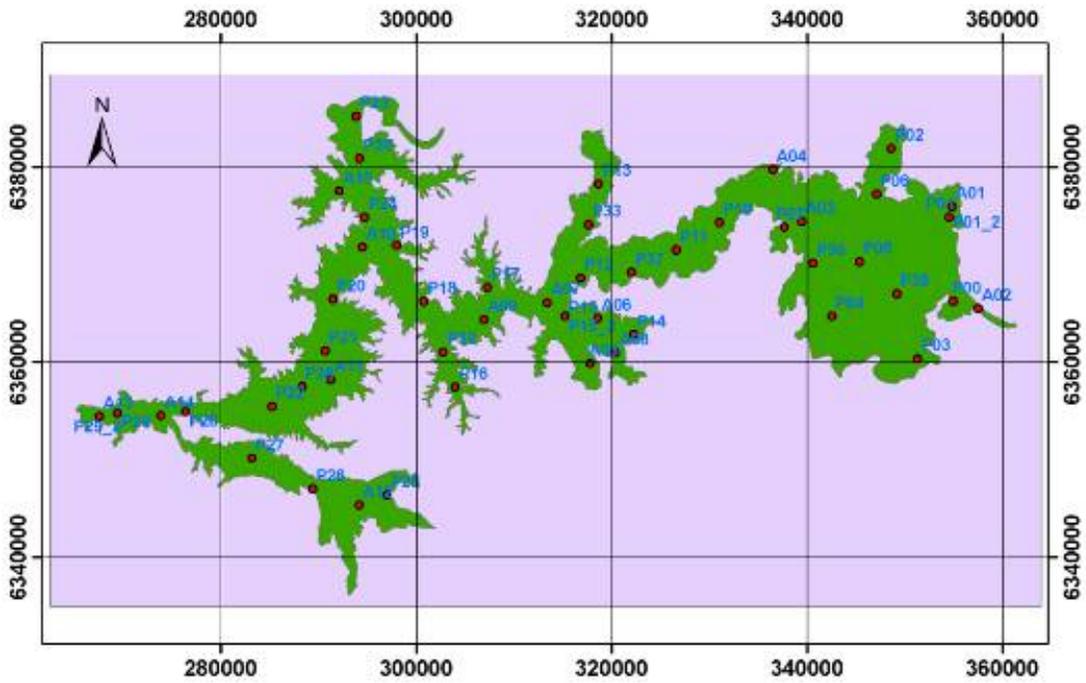


Figura 6.46: Índice de calidad individual de Na en sector acuífero Aconcagua.

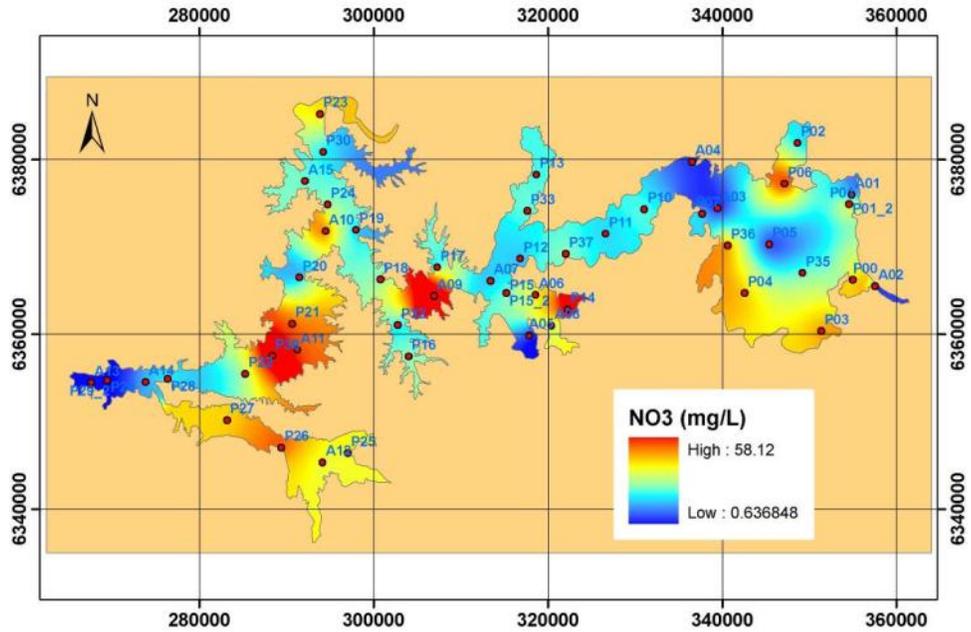


Figura 6.47: Interpolación de concentración (mg/L) de NO₃ en acuífero Aconcagua.

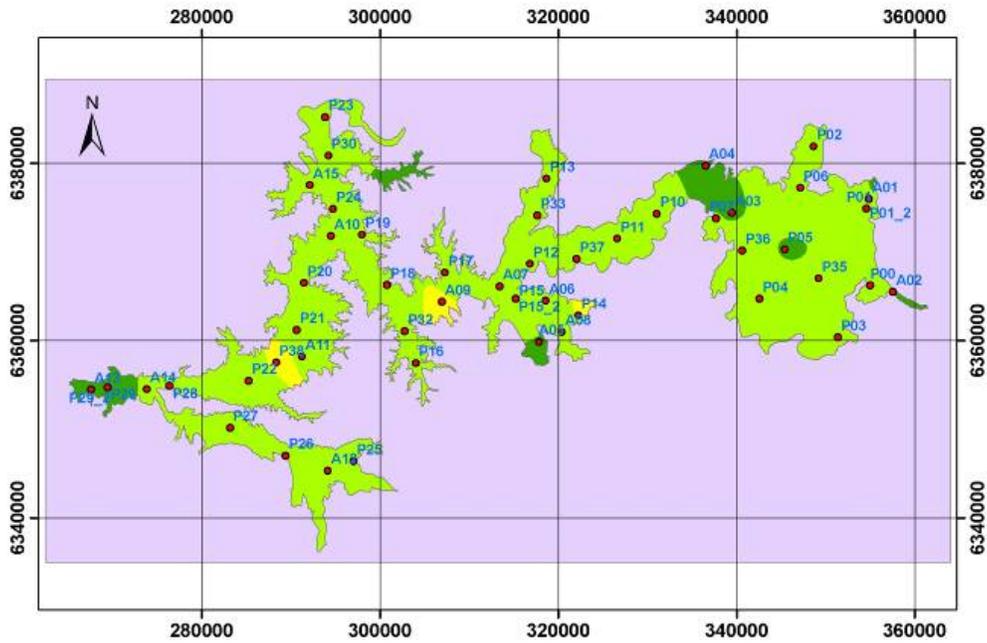


Figura 6.48: Índice de calidad individual de NO₃ en sector acuífero Aconcagua.

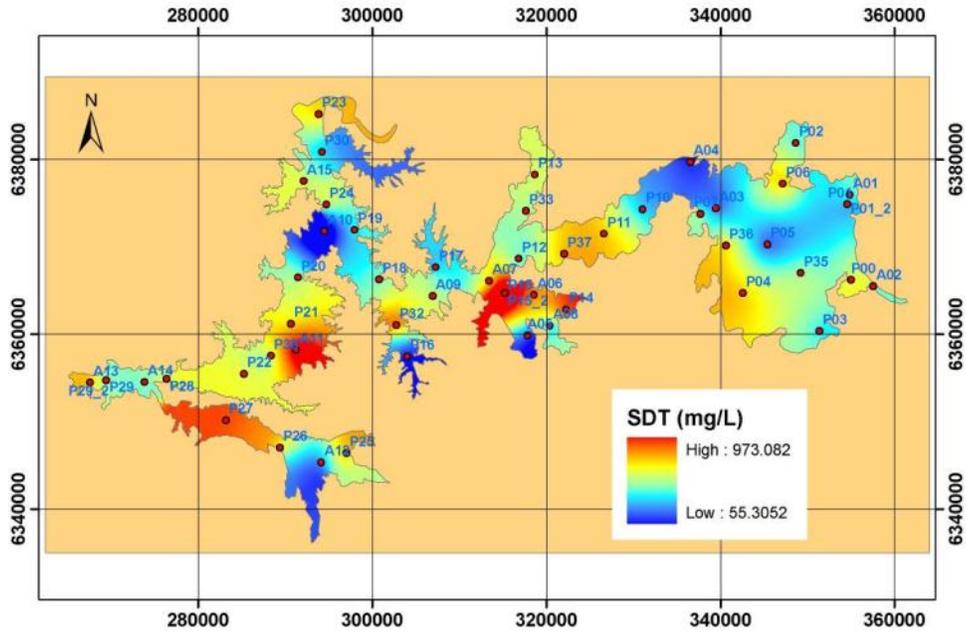


Figura 6.49: Interpolación de concentración (mg/L) de SDT en acuífero Aconcagua.

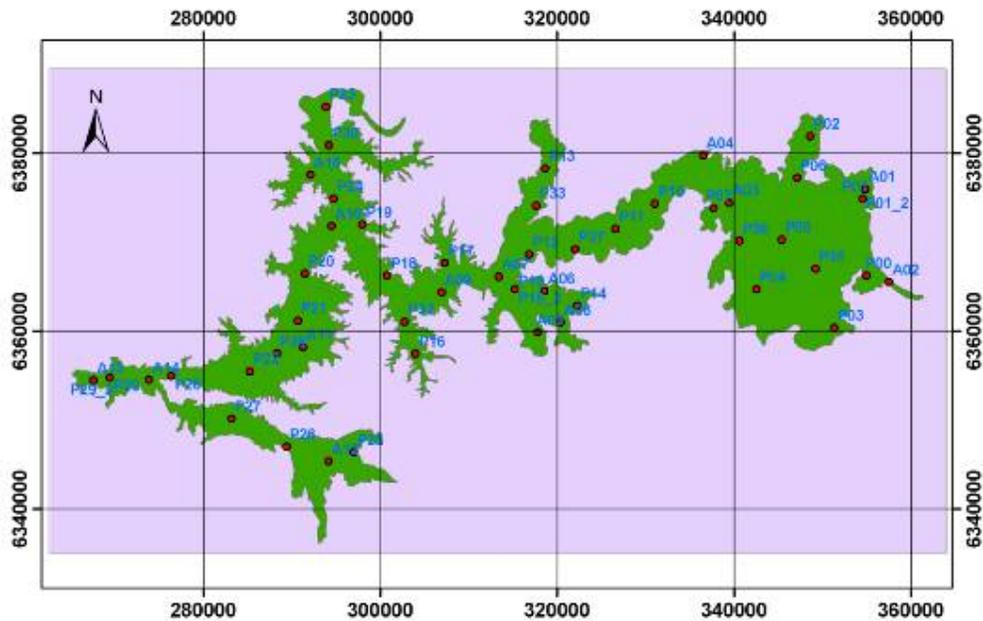


Figura 6.50: Índice de calidad individual de SDT en sector acuífero Aconcagua.

6.2 Gráficos Biplot-variables del análisis estadístico ACP

6.2.1 Sector acuífero El Loa

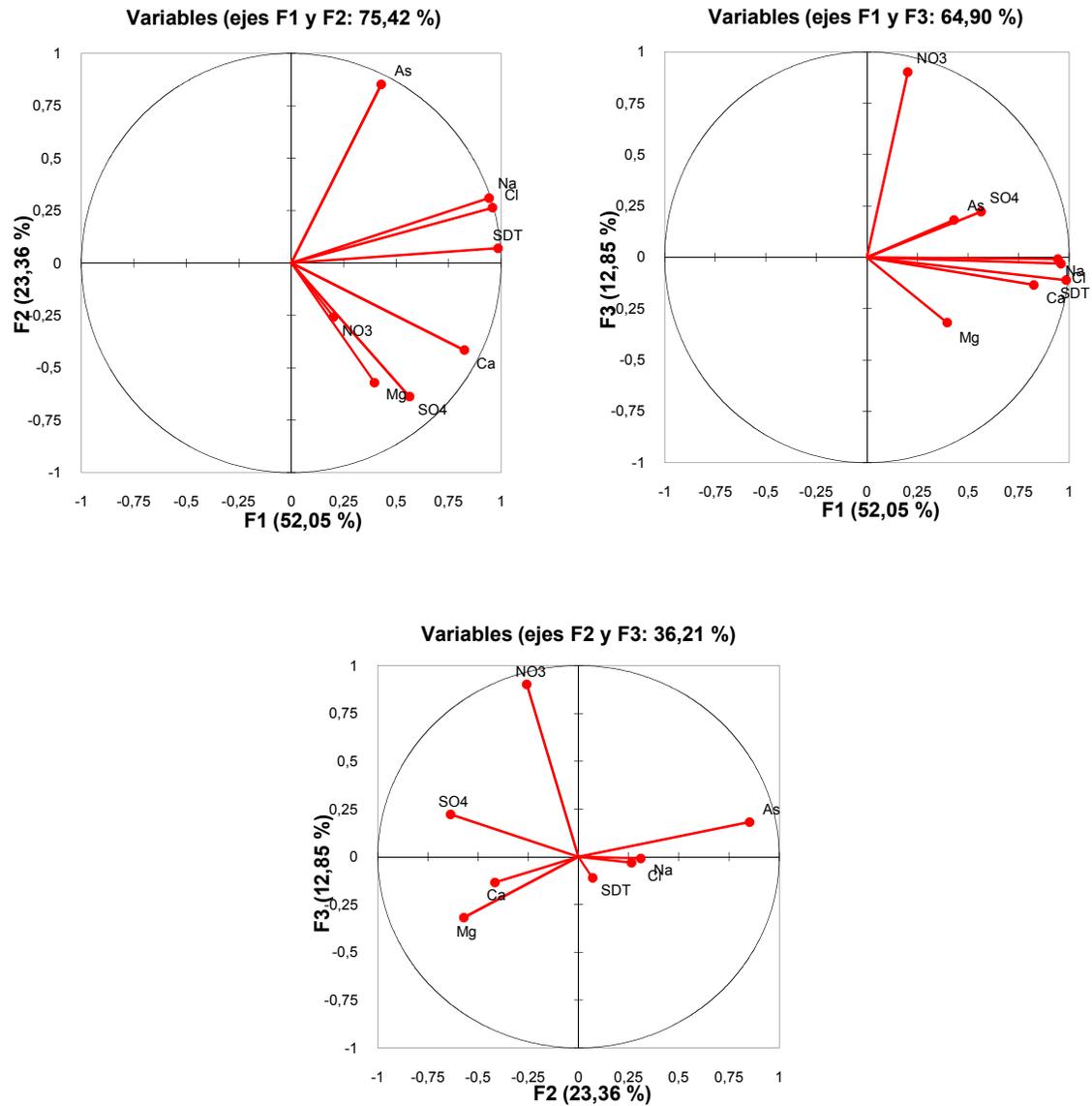


Figura 6.51: Gráfico Biplot-variables sin rotación, factores 1, 2 y 3, sector acuífero El Loa.

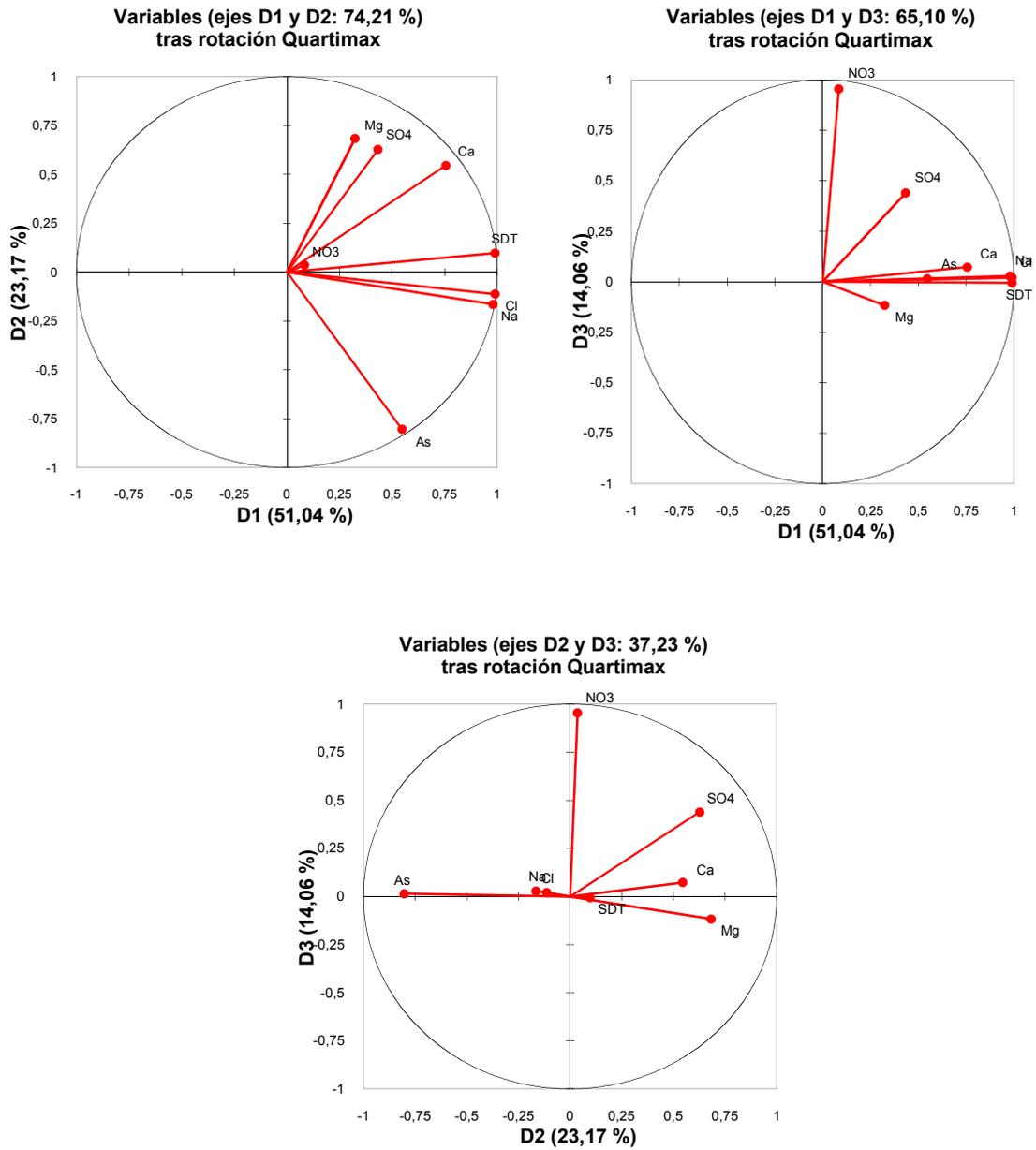


Figura 6.52: Gráfico Biplot-variables con rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero El Loa.

6.2.2 Sector acuífero Los Choros

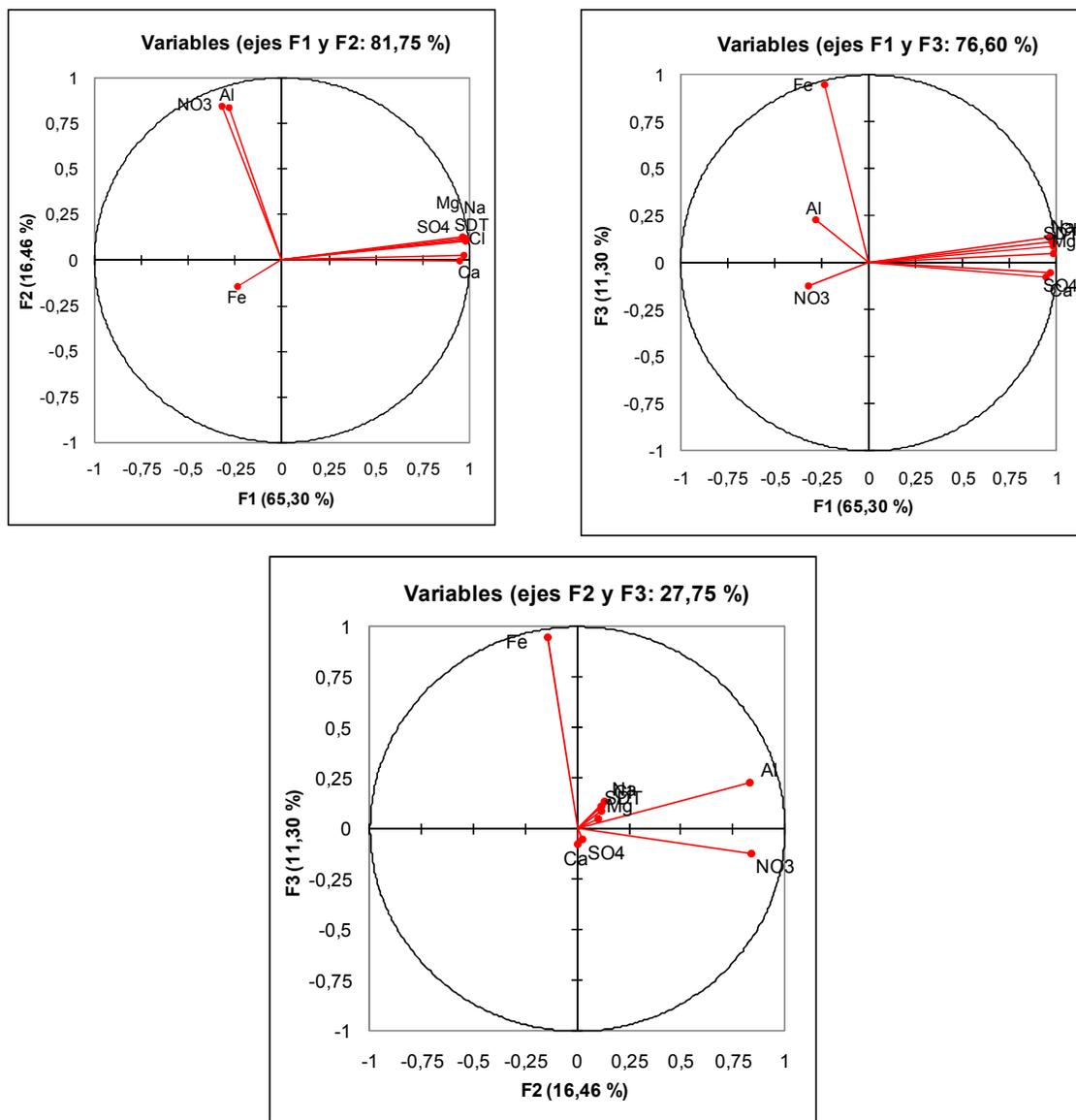


Figura 6.53: Gráfico Biplot-variables sin rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Los Choros.

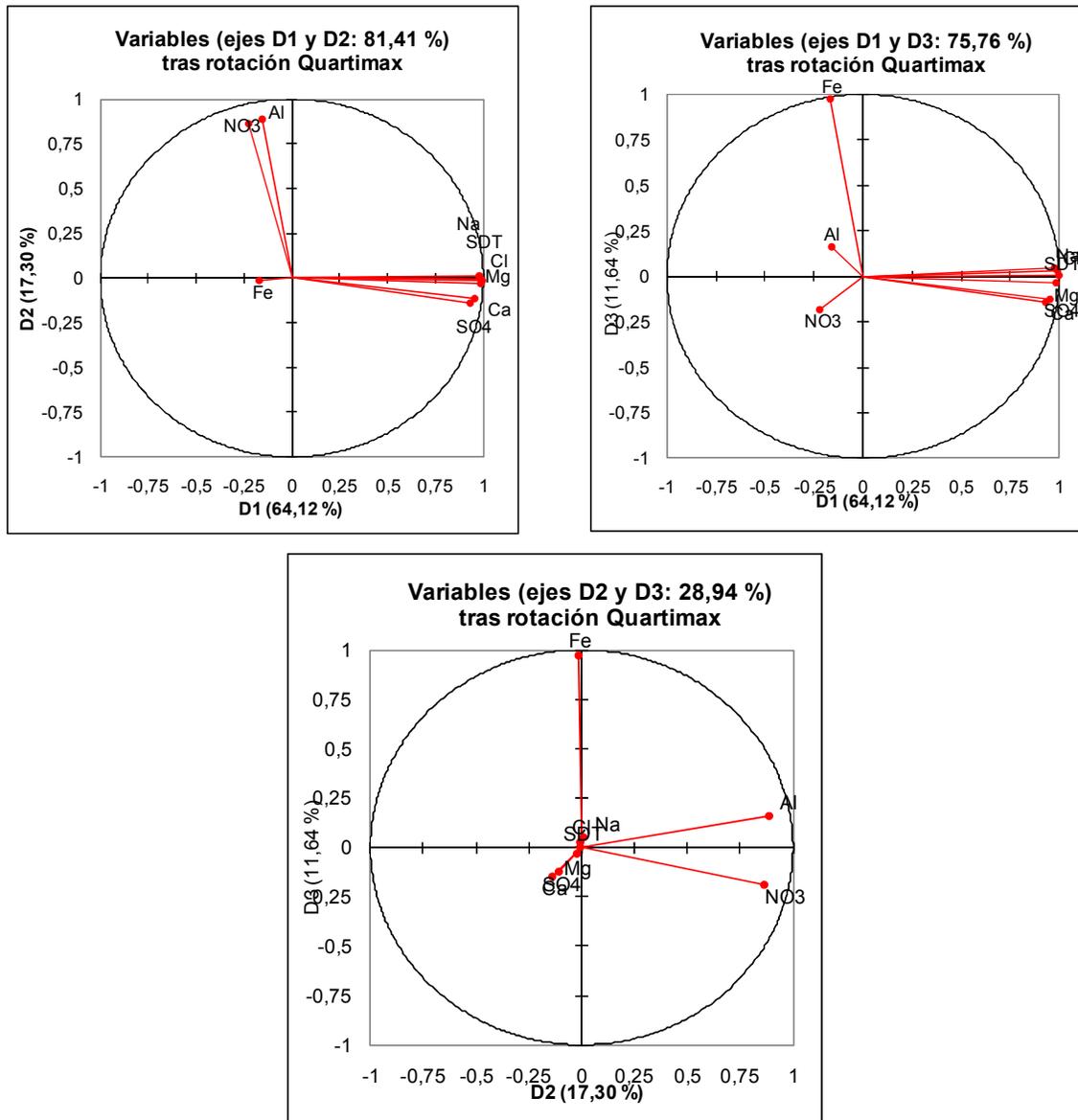


Figura 6.54: Gráfico Biplot-variables con rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Los Choros.

6.2.3 Sector acuífero Aconcagua

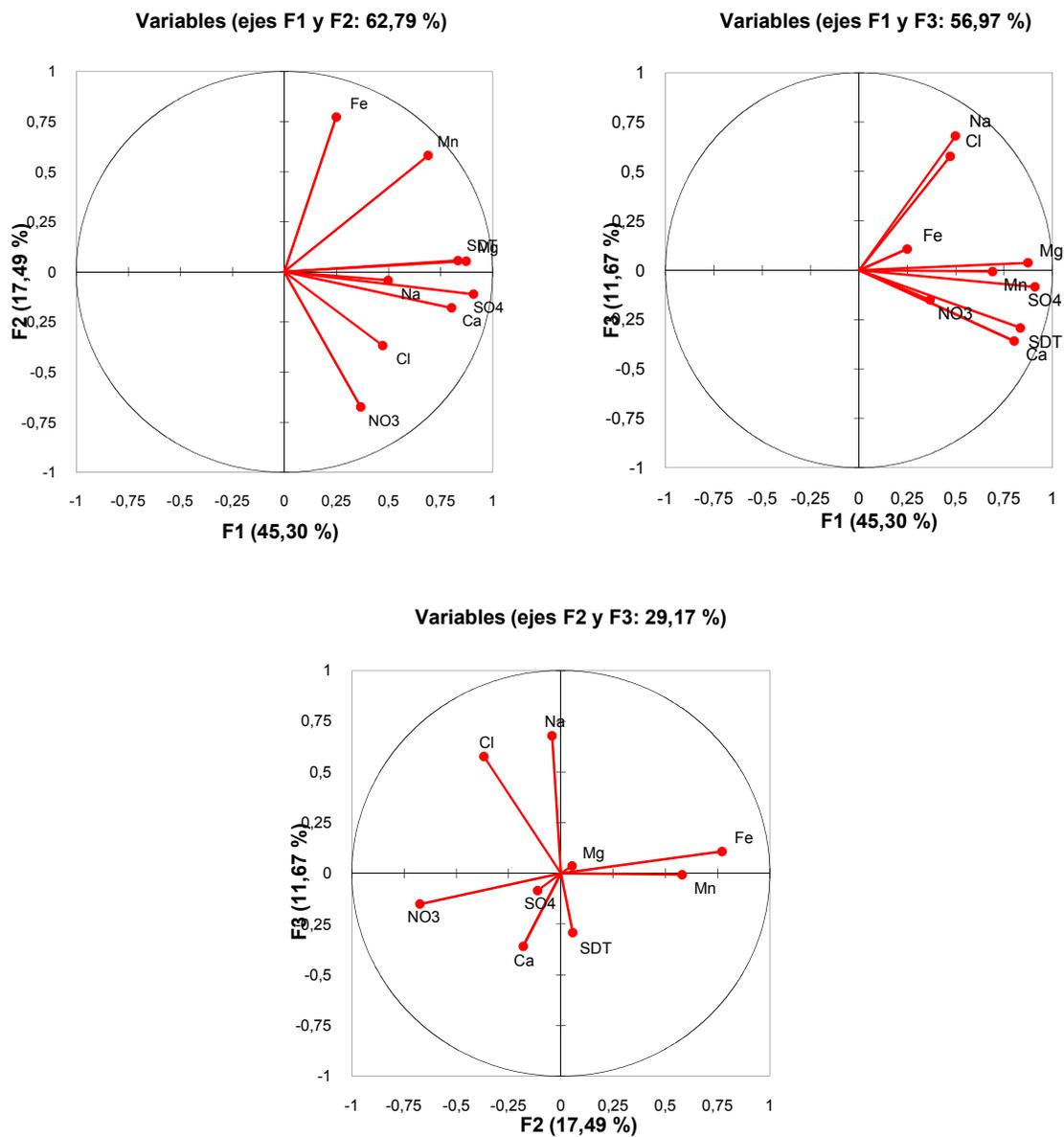


Figura 6.55: Gráfico Biplot-variables sin rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Aconcagua.

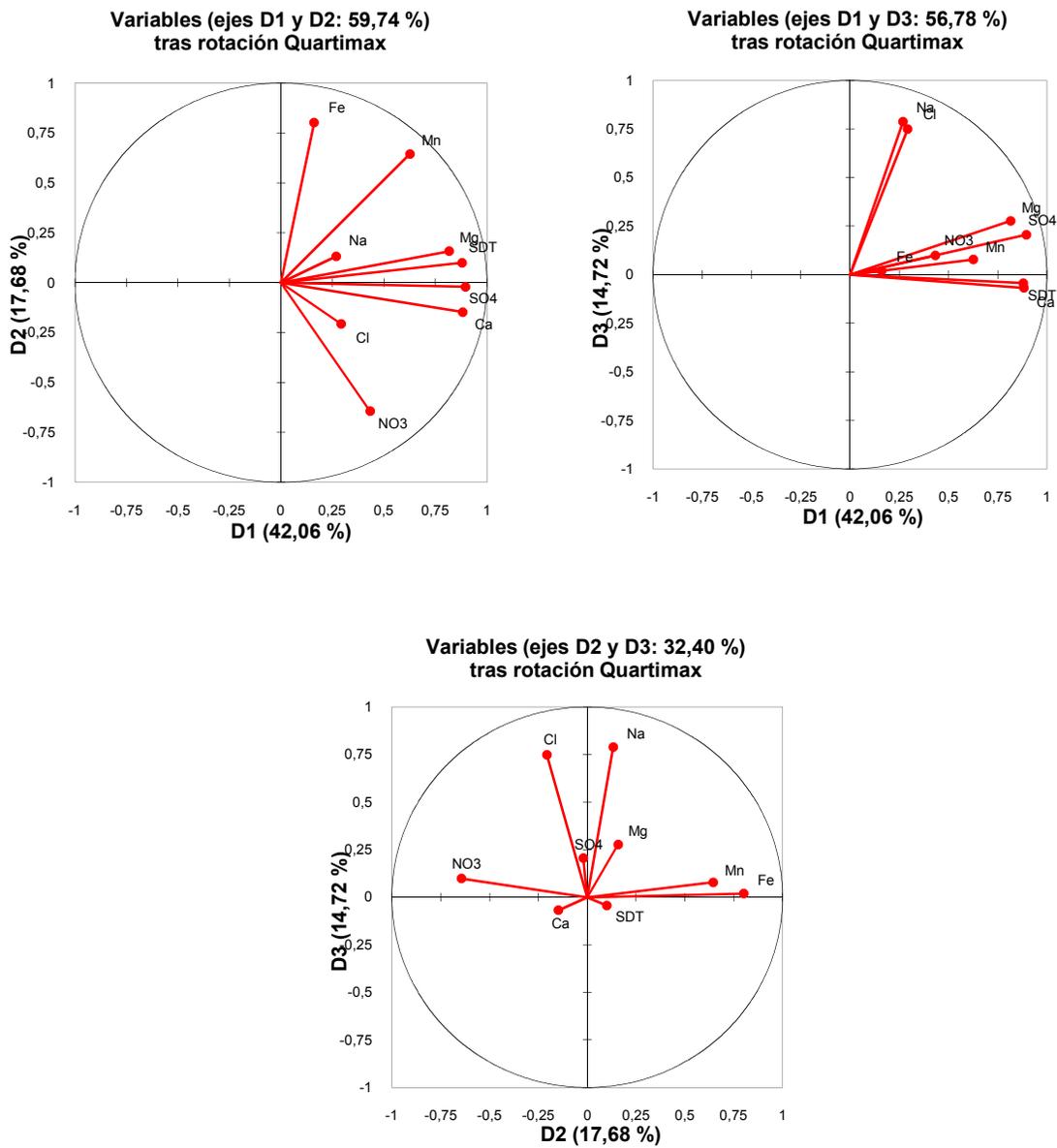


Figura 6.56: Gráfico Biplot-variables con rotación ortogonal, factores 1, 2 y 3, sector acuífero Aconcagua.

6.3 Output de programa XLSTAT para Análisis de componentes principales

6.3.1 Sector acuífero El Loa

XLSTAT 2009.2.03 - Análisis de Componentes Principales (ACP) - el 15-04-2009 a 16:41:24

Tabla observaciones/variables: Libro = Base Datos El Loa.xls / Hoja = Superior / Rango = Superior!\$E\$7:\$L\$45 / 38 filas y 8 columnas

Tipo de ACP: Pearson (n)

Rotación: Quartimax / Número de factores = 3

Tipo de biplot: Biplot de correlación / Coeficiente = Automático

Estadísticas descriptivas

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
SDT	38	0	38	328,000	13900,000	4945,789	2844,268
Cl	38	0	38	9,986	7749,016	2113,728	1471,003
SO4	38	0	38	10,006	483,302	259,260	141,046
Ca	38	0	38	34,783	1009,496	330,906	197,326
Na	38	0	38	4,998	3998,191	1095,194	748,988
Mg	38	0	38	10,210	153,063	68,878	42,802
NO3	38	0	38	0,001	19,200	3,728	5,161
As	38	0	38	0,000	29,010	2,003	5,125

Matriz de correlación (Pearson (n)):

Variables	SDT	Cl	SO4	Ca	Na	Mg	NO3	As
SDT	1	0,968	0,461	0,812	0,953	0,379	0,091	0,448
Cl	0,968	1	0,342	0,677	0,991	0,264	0,112	0,625
SO4	0,461	0,342	1	0,723	0,321	0,328	0,349	-0,232
Ca	0,812	0,677	0,723	1	0,634	0,420	0,111	-0,075
Na	0,953	0,991	0,321	0,634	1	0,217	0,111	0,659
Mg	0,379	0,264	0,328	0,420	0,217	1	0,089	-0,296
NO3	0,091	0,112	0,349	0,111	0,111	0,089	1	0,030
As	0,448	0,625	-0,232	-0,075	0,659	-0,296	0,030	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,05$

Prueba de esfericidad de Bartlett:

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	445,056
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	41,337
GDL	28
p-valor	< 0,0001
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: No hay ninguna correlación significativamente diferente de 0 entre las variables.

H1: Al menos una de las correlaciones entre las variables es significativamente diferente de 0.

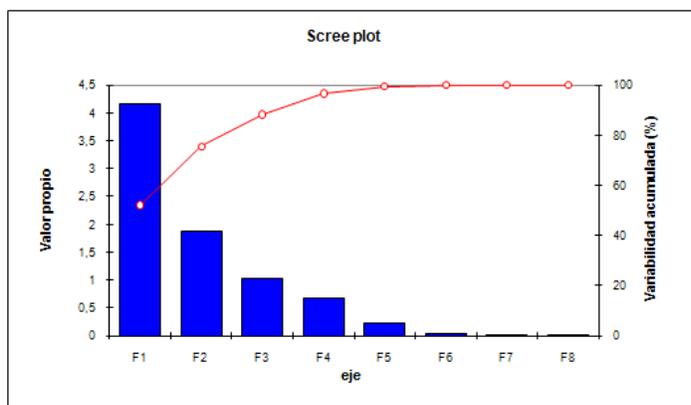
Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,01%.

Análisis de Componentes Principales:

Valores propios:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Valor propio	4,164	1,869	1,028	0,672	0,217	0,037	0,008	0,005
Variabilidad (%)	52,055	23,364	12,848	8,398	2,714	0,461	0,098	0,063
% acumulado	52,055	75,419	88,267	96,664	99,378	99,839	99,937	100,000



Vectores propios:

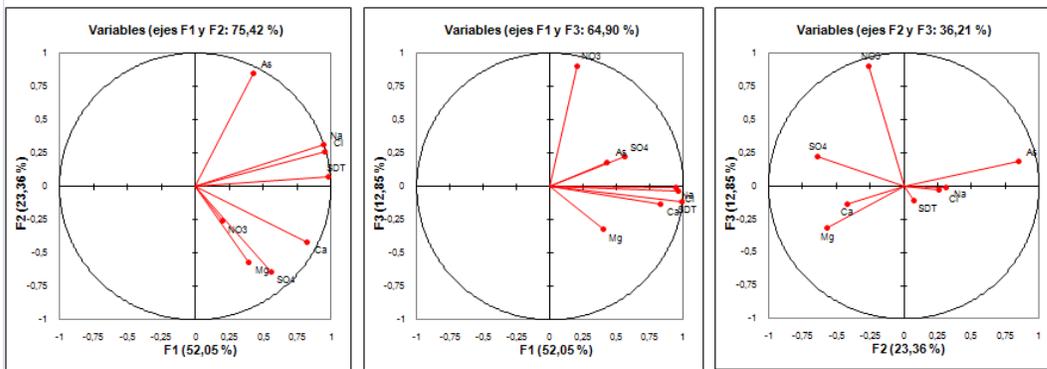
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
SDT	0.483	0.051	-0.110	0.005	-0.162	-0.066	0.808	-0.262
Cl	0.470	0.193	-0.031	0.054	-0.059	-0.194	-0.534	-0.642
SO4	0.276	-0.466	0.219	-0.432	0.683	-0.057	0.015	-0.042
Ca	0.404	-0.304	-0.133	-0.320	-0.465	0.556	-0.210	0.234
Na	0.462	0.227	-0.008	0.039	-0.005	-0.523	-0.119	0.668
Mg	0.194	-0.417	-0.314	0.773	0.244	0.155	-0.052	0.072
NO3	0.099	-0.188	0.889	0.314	-0.254	0.013	0.022	0.001
As	0.210	0.624	0.179	0.102	0.404	0.591	0.022	0.108

Carga factorial:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
SDT	0.986	0.070	-0.111	0.004	-0.075	-0.013	0.072	-0.019
Cl	0.960	0.264	-0.031	0.044	-0.027	-0.037	-0.047	-0.045
SO4	0.564	-0.637	0.222	-0.354	0.318	-0.011	0.001	-0.003
Ca	0.825	-0.416	-0.135	-0.262	-0.217	0.107	-0.019	0.017
Na	0.944	0.310	-0.008	0.032	-0.002	-0.100	-0.011	0.047
Mg	0.397	-0.571	-0.319	0.634	0.114	0.030	-0.005	0.005
NO3	0.202	-0.258	0.902	0.257	-0.119	0.003	0.002	0.000
As	0.429	0.853	0.181	0.084	0.188	0.113	0.002	0.008

Correlaciones entre las variables y los factores:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
SDT	0.986	0.070	-0.111	0.004	-0.075	-0.013	0.072	-0.019
Cl	0.960	0.264	-0.031	0.044	-0.027	-0.037	-0.047	-0.045
SO4	0.564	-0.637	0.222	-0.354	0.318	-0.011	0.001	-0.003
Ca	0.825	-0.416	-0.135	-0.262	-0.217	0.107	-0.019	0.017
Na	0.944	0.310	-0.008	0.032	-0.002	-0.100	-0.011	0.047
Mg	0.397	-0.571	-0.319	0.634	0.114	0.030	-0.005	0.005
NO3	0.202	-0.258	0.902	0.257	-0.119	0.003	0.002	0.000
As	0.429	0.853	0.181	0.084	0.188	0.113	0.002	0.008



Contribuciones de las variables (%):

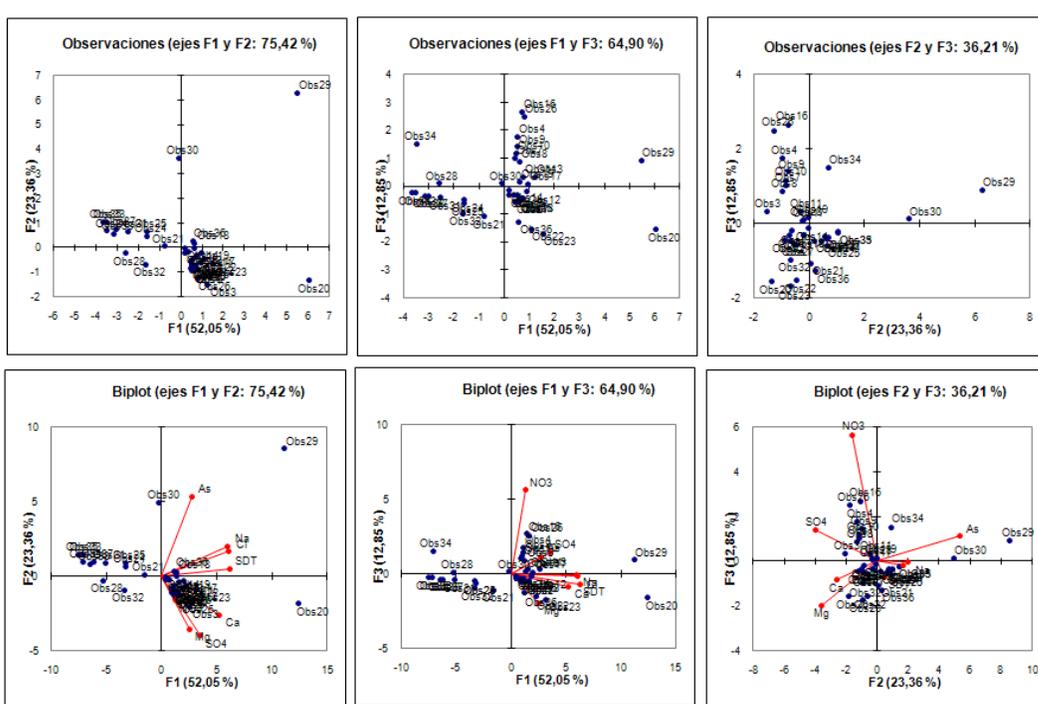
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
SDT	23,327	0,263	1,200	0,002	2,610	0,436	65,297	6,865
Cl	22,119	3,720	0,094	0,292	0,342	3,752	28,463	41,218
SO4	7,631	21,740	4,795	18,623	46,686	0,327	0,023	0,176
Ca	16,358	9,253	1,762	10,235	21,633	30,868	4,424	5,467
Na	21,383	5,138	0,007	0,151	0,003	27,304	1,423	44,591
Mg	3,778	17,421	9,875	59,788	5,962	2,391	0,273	0,513
NO3	0,976	3,550	79,073	9,859	6,476	0,018	0,049	0,000
As	4,429	38,916	3,194	1,048	16,289	34,905	0,050	1,169

Cosenos cuadrados de las variables:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
SDT	0,971	0,005	0,012	0,000	0,006	0,000	0,005	0,000
Cl	0,921	0,070	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002
SO4	0,318	0,406	0,049	0,125	0,101	0,000	0,000	0,000
Ca	0,681	0,173	0,018	0,069	0,047	0,011	0,000	0,000
Na	0,890	0,096	0,000	0,001	0,000	0,010	0,000	0,002
Mg	0,157	0,326	0,101	0,402	0,013	0,001	0,000	0,000
NO3	0,041	0,066	0,813	0,066	0,014	0,000	0,000	0,000
As	0,184	0,727	0,033	0,007	0,035	0,013	0,000	0,000

Coordenadas de las observaciones:

Observación	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Obs1	0,567	-0,454	-0,576	-0,648	0,496	-0,056	0,104	0,134
Obs2	0,584	-0,688	-0,477	0,925	0,431	-0,091	0,037	-0,024
Obs3	1,242	-1,524	0,308	0,561	0,630	-0,041	0,086	-0,055
Obs4	0,542	-0,961	1,745	0,144	0,250	-0,248	0,060	0,096
Obs5	0,782	-0,887	-0,463	-0,711	0,851	-0,087	-0,174	0,064
Obs6	0,541	-0,718	-0,336	-0,211	0,427	-0,064	-0,023	-0,013
Obs7	0,450	-0,828	1,014	0,601	-0,121	0,052	-0,019	-0,008
Obs8	0,601	-0,951	0,858	0,362	0,171	-0,019	0,058	-0,025
Obs9	0,508	-0,745	1,406	0,377	-0,210	0,053	0,065	-0,010
Obs10	0,500	-0,842	1,157	0,612	-0,095	0,067	-0,089	0,114
Obs11	0,752	-0,322	0,306	-1,064	-0,332	0,059	-0,022	-0,002
Obs12	0,909	-0,613	-0,201	-0,935	0,334	0,106	-0,020	-0,077
Obs13	0,371	-0,188	-0,325	-1,208	-0,173	0,085	-0,015	0,007
Obs14	0,212	-0,037	-0,139	-1,361	-0,004	0,076	-0,043	0,004
Obs15	0,205	-0,206	-0,325	-0,068	0,050	0,118	-0,083	0,027
Obs16	0,710	-0,760	2,653	-0,726	-0,585	0,173	0,013	0,022
Obs17	0,961	-0,224	0,075	-1,386	-0,060	0,023	0,019	0,028
Obs18	0,651	0,190	-0,467	-1,127	-0,131	0,071	0,082	-0,100
Obs19	0,641	-0,032	0,146	-1,216	-0,464	0,108	-0,067	0,024
Obs20	6,044	-1,343	-1,569	-0,531	-0,860	-0,239	0,002	-0,055
Obs21	-0,769	0,056	-1,098	1,140	-0,058	0,142	-0,093	0,046
Obs22	1,088	-0,447	-1,535	1,093	-0,579	0,249	0,111	-0,040
Obs23	1,547	-0,654	-1,699	1,251	-0,626	0,474	0,049	0,007
Obs24	-1,606	0,453	-0,484	-0,003	0,182	-0,485	-0,070	-0,094
Obs25	-1,598	0,640	-0,603	0,151	-0,242	-0,444	0,317	-0,008
Obs26	0,818	-1,278	2,494	1,692	0,121	-0,064	-0,040	-0,045
Obs27	0,443	-0,559	-0,582	0,688	0,814	-0,090	0,012	-0,096
Obs28	-2,599	-0,216	0,103	-1,254	0,841	0,108	0,042	-0,031
Obs29	5,461	6,261	0,903	0,562	0,259	-0,045	-0,091	-0,096
Obs30	-0,102	3,615	0,112	-0,012	0,559	0,282	0,185	0,186
Obs31	-2,513	0,635	-0,421	0,095	-0,082	-0,109	-0,065	-0,031
Obs32	-1,649	-0,678	-0,977	1,119	0,710	0,276	-0,076	-0,010
Obs33	-3,506	1,038	-0,235	-0,204	-0,488	-0,059	-0,067	0,006
Obs34	-3,489	0,688	1,497	0,412	-0,964	-0,013	0,007	-0,042
Obs35	-3,683	1,051	-0,250	-0,199	-0,465	-0,030	-0,043	-0,042
Obs36	0,580	0,243	-1,277	0,841	-0,542	-0,462	-0,109	0,209
Obs37	-3,028	0,721	-0,372	0,158	-0,091	0,068	-0,064	-0,015
Obs38	-3,168	0,563	-0,367	0,083	0,045	0,054	0,027	-0,057



Contribuciones de las observaciones (%):

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Obs1	0,203	0,290	0,849	1,646	2,982	0,221	3,627	9,451
Obs2	0,215	0,667	0,583	3,354	2,253	0,591	0,460	0,294
Obs3	0,975	3,269	0,244	1,235	4,804	0,119	2,452	1,584
Obs4	0,186	1,299	7,794	0,081	0,758	4,382	1,220	4,784
Obs5	0,386	1,107	0,549	1,980	8,770	0,544	10,112	2,122
Obs6	0,185	0,725	0,288	0,174	2,214	0,289	0,183	0,084
Obs7	0,128	0,965	2,633	1,413	0,178	0,195	0,125	0,031
Obs8	0,228	1,274	1,885	0,512	0,355	0,025	1,109	0,337
Obs9	0,163	0,782	5,061	0,556	0,533	0,201	1,415	0,056
Obs10	0,158	0,997	3,425	1,465	0,109	0,317	2,651	6,845
Obs11	0,357	0,146	0,240	4,435	1,334	0,245	0,169	0,002
Obs12	0,522	0,528	0,104	3,422	1,348	0,798	0,132	3,089
Obs13	0,087	0,050	0,270	5,720	0,364	0,513	0,073	0,026
Obs14	0,028	0,002	0,049	7,260	0,000	0,418	0,615	0,008
Obs15	0,026	0,060	0,271	0,018	0,030	0,996	2,294	0,391
Obs16	0,319	0,814	18,025	2,067	4,151	2,147	0,057	0,260
Obs17	0,584	0,070	0,014	7,530	0,044	0,038	0,121	0,422
Obs18	0,268	0,051	0,558	4,972	0,207	0,358	2,256	5,245
Obs19	0,259	0,001	0,055	5,788	2,610	0,833	1,484	0,296
Obs20	23,085	2,539	6,304	1,104	8,963	4,087	0,001	1,558
Obs21	0,373	0,004	3,088	5,088	0,040	1,435	2,897	1,093
Obs22	0,748	0,282	6,034	4,680	4,065	4,438	4,095	0,836
Obs23	1,513	0,603	7,388	6,129	4,744	16,027	0,805	0,027
Obs24	1,630	0,289	0,600	0,000	0,402	16,795	1,643	4,601
Obs25	1,614	0,576	0,932	0,090	0,710	14,061	33,490	0,034
Obs26	0,423	2,299	15,929	11,212	0,178	0,290	0,538	1,054
Obs27	0,124	0,440	0,869	1,853	8,023	0,580	0,046	4,871
Obs28	4,267	0,065	0,027	6,161	8,573	0,839	0,586	0,501
Obs29	18,848	55,192	2,090	1,239	0,814	0,142	2,769	4,809
Obs30	0,007	18,399	0,032	0,001	3,787	5,688	11,471	18,166
Obs31	3,992	0,568	0,454	0,035	0,081	0,856	1,409	0,511
Obs32	1,719	0,647	2,446	4,901	6,115	5,423	1,935	0,052
Obs33	7,767	1,518	0,142	0,163	2,891	0,247	1,506	0,019
Obs34	7,693	0,667	5,739	0,664	11,270	0,012	0,015	0,927
Obs35	8,570	1,556	0,160	0,156	2,619	0,063	0,630	0,917
Obs36	0,212	0,083	4,172	2,772	3,556	15,249	3,995	22,888
Obs37	5,795	0,731	0,353	0,098	0,100	0,329	1,377	0,124
Obs38	6,341	0,446	0,345	0,027	0,025	0,211	0,236	1,684

Cosenos cuadrados de las observaciones:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Obs1	0,206	0,132	0,213	0,270	0,158	0,002	0,007	0,012
Obs2	0,163	0,226	0,109	0,409	0,089	0,004	0,001	0,000
Obs3	0,329	0,496	0,020	0,067	0,085	0,000	0,002	0,001
Obs4	0,066	0,209	0,689	0,005	0,014	0,014	0,001	0,002
Obs5	0,212	0,273	0,074	0,175	0,251	0,003	0,010	0,001
Obs6	0,254	0,447	0,098	0,039	0,159	0,004	0,000	0,000
Obs7	0,088	0,299	0,448	0,157	0,006	0,001	0,000	0,000
Obs8	0,167	0,417	0,340	0,060	0,014	0,000	0,002	0,000
Obs9	0,086	0,186	0,663	0,048	0,015	0,001	0,001	0,000
Obs10	0,092	0,262	0,495	0,138	0,003	0,002	0,003	0,005
Obs11	0,281	0,052	0,047	0,564	0,055	0,002	0,000	0,000
Obs12	0,368	0,167	0,018	0,389	0,050	0,005	0,000	0,003
Obs13	0,078	0,020	0,059	0,822	0,017	0,004	0,000	0,000
Obs14	0,023	0,001	0,010	0,962	0,000	0,003	0,001	0,000
Obs15	0,191	0,195	0,483	0,021	0,011	0,064	0,031	0,003
Obs16	0,056	0,064	0,780	0,058	0,038	0,003	0,000	0,000
Obs17	0,318	0,017	0,002	0,661	0,001	0,000	0,000	0,000
Obs18	0,213	0,018	0,110	0,639	0,009	0,003	0,003	0,005
Obs19	0,192	0,000	0,010	0,690	0,100	0,005	0,002	0,000
Obs20	0,872	0,043	0,059	0,007	0,018	0,001	0,000	0,000
Obs21	0,189	0,001	0,385	0,415	0,001	0,006	0,003	0,001
Obs22	0,221	0,037	0,441	0,223	0,063	0,012	0,002	0,000
Obs23	0,303	0,054	0,366	0,198	0,050	0,028	0,000	0,000
Obs24	0,781	0,062	0,071	0,000	0,010	0,071	0,001	0,003
Obs25	0,689	0,110	0,098	0,006	0,016	0,053	0,027	0,000
Obs26	0,059	0,143	0,545	0,251	0,001	0,000	0,000	0,000
Obs27	0,098	0,156	0,170	0,236	0,331	0,004	0,000	0,005
Obs28	0,742	0,005	0,001	0,173	0,078	0,001	0,000	0,000
Obs29	0,425	0,558	0,012	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000
Obs30	0,001	0,964	0,001	0,000	0,023	0,006	0,003	0,003
Obs31	0,911	0,058	0,026	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000
Obs32	0,455	0,077	0,160	0,210	0,084	0,013	0,001	0,000
Obs33	0,896	0,079	0,004	0,003	0,017	0,000	0,000	0,000
Obs34	0,761	0,030	0,140	0,011	0,058	0,000	0,000	0,000
Obs35	0,905	0,074	0,004	0,003	0,014	0,000	0,000	0,000
Obs36	0,102	0,018	0,495	0,215	0,089	0,065	0,004	0,013
Obs37	0,929	0,053	0,014	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
Obs38	0,956	0,030	0,013	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000

Resultados tras la rotación Quartimax:

Matriz de rotación:

	D1	D2	D3
D1	0,983	0,137	0,120
D2	0,163	-0,955	-0,248
D3	-0,081	-0,263	0,961

Porcentaje de la varianza tras rotación Quartimax:

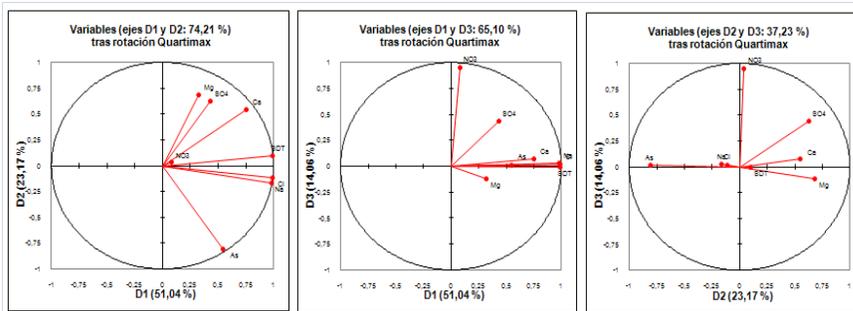
	D1	D2	D3	F4	F5	F6	F7	F8
Variabilidad (%)	51,039	23,170	14,058	8,398	2,714	0,461	0,098	0,063
% acumulado	51,039	74,209	88,267	96,664	99,378	99,839	99,937	100,000

Carga factorial tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0,990	0,097	-0,006
Cl	0,989	-0,113	0,020
SO4	0,433	0,627	0,439
Ca	0,755	0,545	0,073
Na	0,979	-0,165	0,028
Mg	0,323	0,683	-0,117
NO3	0,084	0,036	0,955
As	0,547	-0,804	0,014

Correlaciones entre las variables y los factores tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0,990	0,097	-0,006
Cl	0,989	-0,113	0,020
SO4	0,433	0,627	0,439
Ca	0,755	0,545	0,073
Na	0,979	-0,165	0,028
Mg	0,323	0,683	-0,117
NO3	0,084	0,036	0,955
As	0,547	-0,804	0,014



Contribuciones de las variables (%) tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	23,983	0,507	0,003
Cl	23,965	0,684	0,035
SO4	4,584	21,227	17,141
Ca	13,951	16,041	0,470
Na	23,477	1,467	0,071
Mg	2,563	25,167	1,222
NO3	0,171	0,070	81,040
As	7,317	34,836	0,018

Cosenos cuadrados de las variables tras rotación Quartimax:

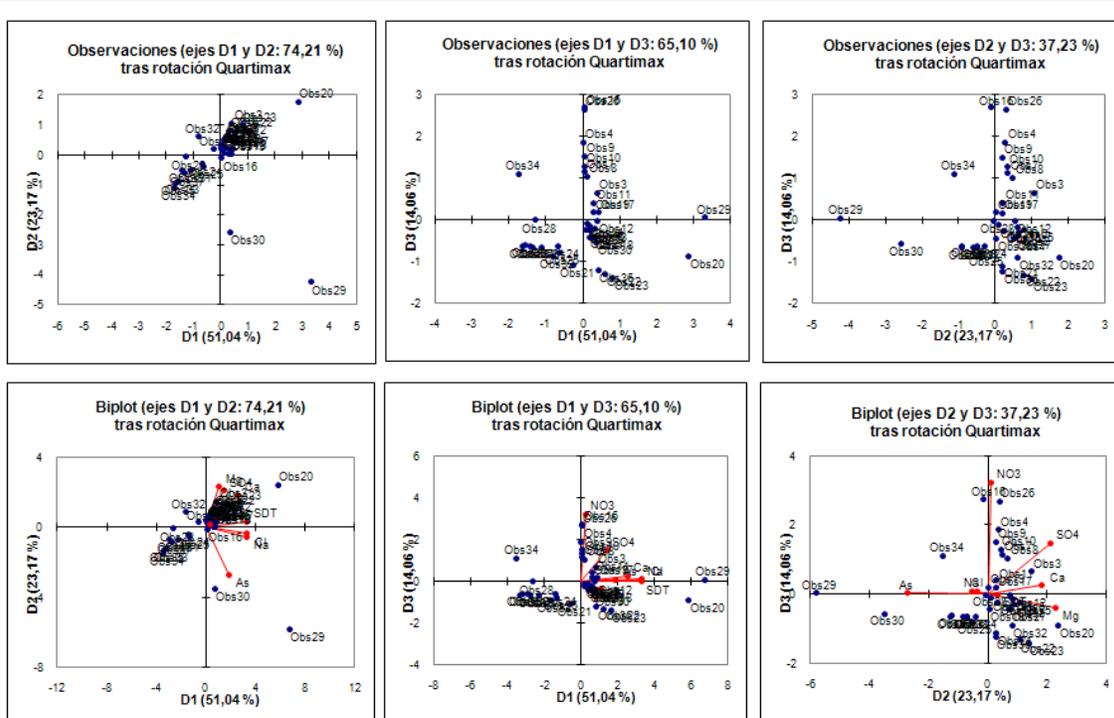
	D1	D2	D3
SDT	0,979	0,009	0,000
Cl	0,979	0,013	0,000
SO4	0,187	0,393	0,193
Ca	0,570	0,297	0,005
Na	0,959	0,027	0,001
Mg	0,104	0,466	0,014
NO3	0,007	0,001	0,911
As	0,299	0,646	0,000

Coefficientes de transformación tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0,248	0,025	-0,085
Cl	0,252	-0,095	-0,036
SO4	0,060	0,287	0,308
Ca	0,169	0,274	-0,047
Na	0,250	-0,125	-0,022
Mg	0,069	0,386	-0,211
NO3	-0,046	-0,093	0,883
As	0,161	-0,468	0,069

Coordenadas de las observaciones tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
Obs1	0,265	0,504	-0,430
Obs2	0,237	0,644	-0,293
Obs3	0,393	1,067	0,642
Obs4	0,008	0,254	1,860
Obs5	0,308	0,792	-0,232
Obs6	0,202	0,625	-0,156
Obs7	0,038	0,345	1,138
Obs8	0,108	0,482	1,021
Obs9	0,044	0,189	1,498
Obs10	0,049	0,321	1,279
Obs11	0,300	0,196	0,393
Obs12	0,381	0,541	-0,026
Obs13	0,182	0,241	-0,252
Obs14	0,109	0,076	-0,112
Obs15	0,100	0,242	-0,259
Obs16	0,041	-0,111	2,696
Obs17	0,430	0,201	0,168
Obs18	0,373	0,032	-0,439
Obs19	0,293	0,028	0,182
Obs20	2,877	1,750	-0,889
Obs21	-0,276	0,195	-1,097
Obs22	0,593	0,784	-1,311
Obs23	0,803	1,002	-1,401
Obs24	-0,681	-0,298	-0,635
Obs25	-0,646	-0,397	-0,782
Obs26	0,043	0,299	2,645
Obs27	0,193	0,572	-0,425
Obs28	-1,286	-0,050	-0,016
Obs29	3,306	-4,243	0,042
Obs30	0,372	-2,561	-0,555
Obs31	-1,102	-0,502	-0,662
Obs32	-0,798	0,617	-0,901
Obs33	-1,547	-0,899	-0,617
Obs34	-1,718	-1,103	1,090
Obs35	-1,629	-0,916	-0,644
Obs36	0,410	0,201	-1,220
Obs37	-1,344	-0,609	-0,661
Obs38	-1,430	-0,510	-0,636



Cosenos cuadrados de las observaciones tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
Obs1	0,058	0,211	0,153
Obs2	0,035	0,258	0,053
Obs3	0,063	0,469	0,170
Obs4	0,000	0,018	0,940
Obs5	0,046	0,306	0,026
Obs6	0,059	0,568	0,036
Obs7	0,001	0,066	0,722
Obs8	0,008	0,160	0,719
Obs9	0,001	0,014	0,907
Obs10	0,001	0,048	0,761
Obs11	0,059	0,025	0,101
Obs12	0,101	0,203	0,000
Obs13	0,020	0,035	0,038
Obs14	0,006	0,003	0,007
Obs15	0,061	0,357	0,408
Obs16	0,000	0,001	0,888
Obs17	0,085	0,019	0,013
Obs18	0,085	0,001	0,117
Obs19	0,047	0,000	0,018
Obs20	0,627	0,232	0,060
Obs21	0,029	0,014	0,454
Obs22	0,082	0,143	0,400
Obs23	0,111	0,173	0,339
Obs24	0,375	0,072	0,326
Obs25	0,267	0,101	0,391
Obs26	0,000	0,009	0,702
Obs27	0,022	0,193	0,106
Obs28	0,419	0,001	0,000
Obs29	0,373	0,614	0,000
Obs30	0,019	0,878	0,041
Obs31	0,627	0,130	0,226
Obs32	0,174	0,104	0,221
Obs33	0,618	0,209	0,098
Obs34	0,457	0,188	0,184
Obs35	0,637	0,201	0,100
Obs36	0,057	0,014	0,502
Obs37	0,680	0,140	0,164
Obs38	0,750	0,095	0,148

6.3.2 Sector acuífero Los Choros

XLSTAT 2009.2.03 - Análisis de Componentes Principales (ACP) - el 14-04-2009 a 13:13:28

Tabla observaciones/variables: Libro = ACP Los Choros_Conc.xls / Hoja = Los Choros_Conc / Rango = "Los Choros_Conc"!\$D\$6:\$L\$24 / 18 filas y 9 columnas

Tipo de ACP: Pearson (n)

Rotación: Quartimax / Número de factores = 3

Tipo de biplot: Biplot de correlación / Coeficiente = Automático

Estadísticas descriptivas

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
SDT	18	0	18	900.000	18235.000	3460.278	4578.720
Cl	18	0	18	212.790	7726.600	1335.647	1953.110
SO4	18	0	18	187.190	1341.300	465.967	314.314
Ca	18	0	18	73.640	723.900	272.943	182.850
Na	18	0	18	106.470	3080.310	493.491	744.046
Mg	18	0	18	38.970	659.030	132.540	151.956
NO3	18	0	18	0.250	5.350	0.897	1.591
Fe	18	0	18	0.005	0.240	0.059	0.082
Al	18	0	18	0.005	0.380	0.036	0.087

Matriz de correlación (Pearson (n)):

Variables	SDT	Cl	SO4	Ca	Na	Mg	NO3	Fe	Al
SDT	1	0,998	0,932	0,906	0,986	0,978	-0,221	-0,165	-0,180
Cl	0,998	1	0,913	0,887	0,992	0,975	-0,217	-0,143	-0,175
SO4	0,932	0,913	1	0,971	0,881	0,935	-0,297	-0,269	-0,241
Ca	0,906	0,887	0,971	1	0,836	0,899	-0,297	-0,274	-0,268
Na	0,986	0,992	0,881	0,836	1	0,971	-0,203	-0,127	-0,162
Mg	0,978	0,975	0,935	0,899	0,971	1	-0,239	-0,202	-0,185
NO3	-0,221	-0,217	-0,297	-0,297	-0,203	-0,239	1	-0,100	0,599
Fe	-0,165	-0,143	-0,269	-0,274	-0,127	-0,202	-0,100	1	0,115
Al	-0,180	-0,175	-0,241	-0,268	-0,162	-0,185	0,599	0,115	1

Los valores en **negrita** son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,05$

Prueba de esfericidad de Bartlett:

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	284,433
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	50,998
GDL	36
p-valor	< 0,0001
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: No hay ninguna correlación significativamente diferente de 0 entre las variables.

Ha: Al menos una de las correlaciones entre las variables es significativamente diferente de 0.

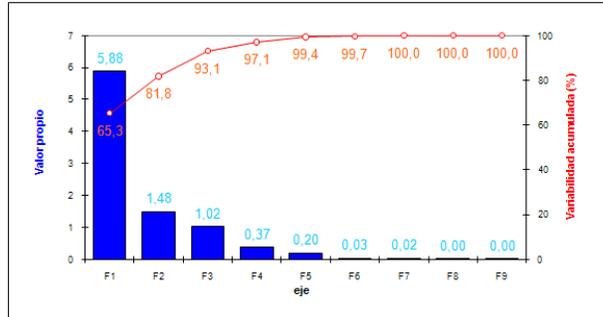
Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,01%.

Análisis de Componentes Principales:

Valores propios:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Valor propio	5,877	1,481	1,017	0,368	0,200	0,033	0,021	0,003	0,000
Variabilidad (%)	65,299	16,455	11,300	4,085	2,223	0,371	0,229	0,035	0,003
% acumulado	65,299	81,754	93,054	97,138	99,362	99,733	99,962	99,997	100,000



Vectores propios:

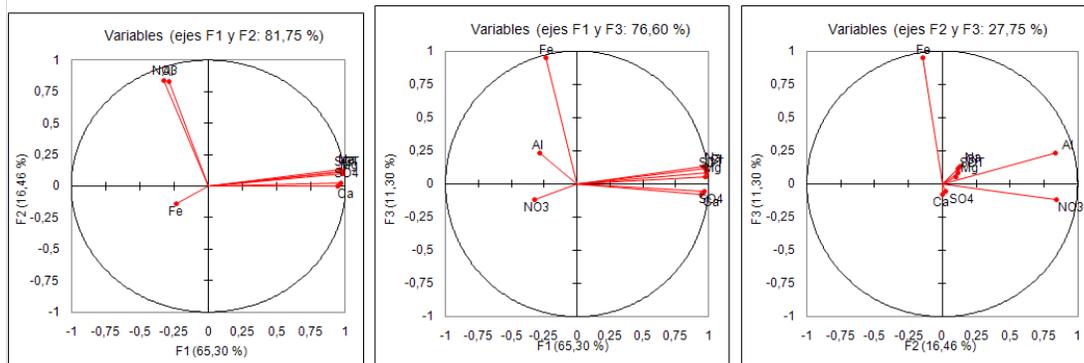
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,406	0,095	0,087	-0,069	-0,142	-0,284	0,143	-0,641	-0,532
Cl	0,403	0,097	0,112	-0,093	-0,228	-0,363	0,073	-0,122	0,776
SO4	0,399	0,020	-0,053	0,127	0,444	0,470	0,627	-0,015	0,102
Ca	0,391	-0,001	-0,076	0,106	0,649	-0,410	-0,407	0,256	-0,101
Na	0,396	0,107	0,132	-0,126	-0,433	-0,032	0,178	0,698	-0,302
Mg	0,404	0,084	0,049	-0,012	-0,163	0,627	-0,619	-0,146	0,051
NO3	-0,133	0,692	-0,119	-0,666	0,208	0,048	0,004	0,003	0,004
Fe	-0,097	-0,117	0,941	-0,197	0,224	0,049	-0,010	0,001	-0,005
Al	-0,118	0,686	0,228	0,679	-0,044	-0,036	-0,006	0,012	-0,003

Carga factorial:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,984	0,115	0,088	-0,042	-0,063	-0,052	0,021	-0,036	-0,009
Cl	0,977	0,118	0,113	-0,057	-0,102	-0,066	0,010	-0,007	0,013
SO4	0,967	0,025	-0,053	0,077	0,199	0,086	0,090	-0,001	0,002
Ca	0,947	-0,001	-0,077	0,064	0,290	-0,075	-0,058	0,014	-0,002
Na	0,959	0,130	0,133	-0,076	-0,194	-0,006	0,026	0,039	-0,005
Mg	0,980	0,102	0,050	-0,007	-0,073	0,115	-0,089	-0,008	0,001
NO3	-0,323	0,842	-0,120	-0,404	0,093	0,009	0,001	0,000	0,000
Fe	-0,234	-0,142	0,949	-0,120	0,100	0,009	-0,001	0,000	0,000
Al	-0,285	0,834	0,229	0,412	-0,020	-0,007	-0,001	0,001	0,000

Correlaciones entre las variables y los factores:

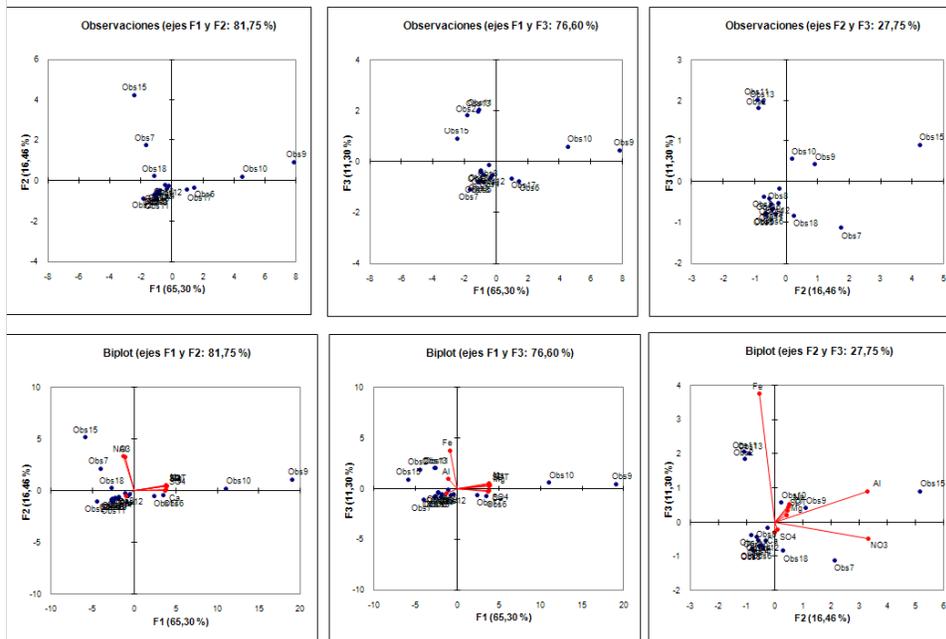
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,984	0,115	0,088	-0,042	-0,063	-0,052	0,021	-0,036	-0,009
Cl	0,977	0,118	0,113	-0,057	-0,102	-0,066	0,010	-0,007	0,013
SO4	0,967	0,025	-0,053	0,077	0,199	0,086	0,090	-0,001	0,002
Ca	0,947	-0,001	-0,077	0,064	0,290	-0,075	-0,058	0,014	-0,002
Na	0,959	0,130	0,133	-0,076	-0,194	-0,006	0,026	0,039	-0,005
Mg	0,980	0,102	0,050	-0,007	-0,073	0,115	-0,089	-0,008	0,001
NO3	-0,323	0,842	-0,120	-0,404	0,093	0,009	0,001	0,000	0,000
Fe	-0,234	-0,142	0,949	-0,120	0,100	0,009	-0,001	0,000	0,000
Al	-0,285	0,834	0,229	0,412	-0,020	-0,007	-0,001	0,001	0,000



Contribuciones de las variables (%)									
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	16,485	0,895	0,758	0,470	2,005	8,039	2,058	41,033	28,256
Cl	16,249	0,944	1,251	0,869	5,220	13,165	0,534	1,484	60,285
SO4	15,921	0,041	0,276	1,612	19,758	22,056	39,272	0,023	1,041
Ca	15,254	0,000	0,580	1,118	42,119	16,772	16,581	6,558	1,018
Na	15,652	1,147	1,736	1,579	18,727	0,100	3,170	48,757	9,133
Mg	16,345	0,708	0,243	0,013	2,663	39,265	38,370	2,130	0,263
NO3	1,776	47,904	1,418	44,357	4,309	0,233	0,001	0,001	0,001
Fe	0,932	1,366	88,559	3,888	5,004	0,239	0,011	0,000	0,002
Al	1,386	46,995	5,179	46,094	0,195	0,131	0,004	0,014	0,001

Cosenos cuadrados de las variables:									
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,969	0,013	0,008	0,002	0,004	0,003	0,000	0,001	0,000
Cl	0,955	0,014	0,013	0,003	0,010	0,004	0,000	0,000	0,000
SO4	0,936	0,001	0,003	0,006	0,040	0,007	0,008	0,000	0,000
Ca	0,896	0,000	0,006	0,004	0,084	0,006	0,003	0,000	0,000
Na	0,920	0,017	0,018	0,006	0,037	0,000	0,001	0,002	0,000
Mg	0,961	0,010	0,002	0,000	0,005	0,013	0,008	0,000	0,000
NO3	0,104	0,709	0,014	0,163	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe	0,055	0,020	0,901	0,014	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Al	0,081	0,696	0,053	0,169	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Coordenadas de las observaciones:									
Observación	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Obs1	-1,096	-0,666	-0,779	0,168	-0,403	-0,034	0,041	-0,012	0,010
Obs2	-1,843	-0,896	1,821	-0,317	-0,215	0,137	0,012	-0,121	-0,013
Obs3	-0,963	-0,704	-0,379	0,108	-0,134	-0,098	-0,083	-0,013	-0,018
Obs4	-0,320	-0,414	-0,659	0,258	-0,315	-0,314	-0,255	-0,003	-0,010
Obs5	-0,808	-0,652	-0,811	0,228	-0,054	-0,173	0,023	0,034	-0,008
Obs6	1,432	-0,343	-0,780	0,478	1,092	0,174	0,095	-0,078	-0,021
Obs7	-1,662	1,732	-1,122	-1,933	0,181	0,027	-0,012	-0,024	-0,004
Obs8	-0,433	-0,219	-0,163	0,429	-0,329	0,186	0,134	-0,044	0,048
Obs9	7,849	0,899	0,417	-0,266	-0,642	0,231	-0,080	0,040	-0,010
Obs10	4,557	0,179	0,559	-0,127	0,334	-0,485	0,161	-0,067	0,016
Obs11	-1,071	-0,920	2,031	-0,378	0,310	0,024	-0,032	0,056	-0,006
Obs12	-0,200	-0,260	-0,524	0,466	-0,112	0,157	-0,354	-0,061	0,010
Obs13	-1,117	-0,739	1,983	-0,215	0,181	-0,024	-0,044	0,069	0,011
Obs14	-0,781	-0,478	-0,544	0,216	-0,583	0,154	0,305	0,018	-0,023
Obs15	-2,437	4,249	0,893	0,990	0,033	-0,039	0,012	0,009	-0,005
Obs16	-0,950	-0,550	-0,425	0,221	-0,303	-0,115	0,118	0,065	-0,006
Obs17	0,976	-0,457	-0,688	0,378	0,917	0,153	-0,047	0,091	0,009
Obs18	-1,132	0,239	-0,830	-0,704	0,041	0,039	0,006	0,039	0,020



Contribuciones de las observaciones (%)									
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Obs1	1,136	1,663	3,315	0,424	4,498	0,198	0,456	0,254	2,008
Obs2	3,212	3,009	18,116	1,514	1,284	3,125	0,039	25,767	2,982
Obs3	0,876	1,859	0,784	0,176	0,502	1,600	1,863	0,279	6,387
Obs4	0,097	0,643	2,372	1,004	2,747	16,354	17,527	0,021	2,036
Obs5	0,618	1,595	3,592	0,789	0,082	4,972	0,149	2,086	1,216
Obs6	1,939	0,442	3,325	3,450	33,104	5,058	2,447	10,668	8,649
Obs7	2,612	11,249	6,880	56,493	0,912	0,125	0,042	0,987	0,232
Obs8	0,178	0,179	0,145	2,780	3,003	5,766	4,848	3,390	44,057
Obs9	58,244	3,032	0,950	1,068	11,445	8,849	1,728	2,844	2,027
Obs10	19,630	0,120	1,704	0,245	3,104	39,161	6,948	7,874	4,933
Obs11	1,085	3,177	22,530	2,161	2,665	0,095	0,274	5,452	0,721
Obs12	0,038	0,254	1,503	3,283	0,346	4,090	33,765	6,518	2,080
Obs13	1,179	2,047	21,477	0,699	0,914	0,098	0,519	8,419	2,480
Obs14	0,577	0,858	1,619	0,707	9,440	3,948	25,006	0,602	10,086
Obs15	5,616	67,739	4,360	14,819	0,030	0,247	0,038	0,154	0,460
Obs16	0,854	1,136	0,986	0,739	2,542	2,194	3,755	7,499	0,785
Obs17	0,901	0,783	2,583	2,164	23,331	3,869	0,586	14,537	1,450
Obs18	1,212	0,214	3,759	7,485	0,047	0,251	0,010	2,648	7,411

Cosenos cuadrados de las observaciones:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Obs1	0.491	0.181	0.248	0.011	0.066	0.000	0.001	0.000	0.000
Obs2	0.441	0.104	0.431	0.013	0.006	0.002	0.000	0.002	0.000
Obs3	0.575	0.307	0.089	0.007	0.011	0.006	0.004	0.000	0.000
Obs4	0.099	0.165	0.419	0.064	0.095	0.095	0.063	0.000	0.000
Obs5	0.358	0.233	0.361	0.029	0.002	0.016	0.000	0.001	0.000
Obs6	0.483	0.028	0.143	0.054	0.281	0.007	0.002	0.001	0.000
Obs7	0.256	0.278	0.117	0.346	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
Obs8	0.307	0.078	0.043	0.301	0.177	0.057	0.029	0.003	0.004
Obs9	0.976	0.013	0.003	0.001	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000
Obs10	0.966	0.001	0.015	0.001	0.005	0.011	0.001	0.000	0.000
Obs11	0.180	0.133	0.648	0.022	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
Obs12	0.052	0.089	0.359	0.284	0.016	0.032	0.163	0.005	0.000
Obs13	0.215	0.094	0.677	0.008	0.006	0.000	0.000	0.001	0.000
Obs14	0.372	0.139	0.181	0.029	0.207	0.014	0.057	0.000	0.000
Obs15	0.230	0.700	0.031	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Obs16	0.580	0.194	0.116	0.031	0.059	0.008	0.009	0.003	0.000
Obs17	0.359	0.079	0.178	0.054	0.317	0.009	0.001	0.003	0.000
Obs18	0.507	0.023	0.272	0.196	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000

Resultados tras la rotación Quartimax:

Matriz de rotación:

	D1	D2	D3
D1	0.988	-0.135	-0.072
D2	0.127	0.986	-0.108
D3	0.086	0.098	0.992

Porcentaje de la varianza tras rotación Quartimax:

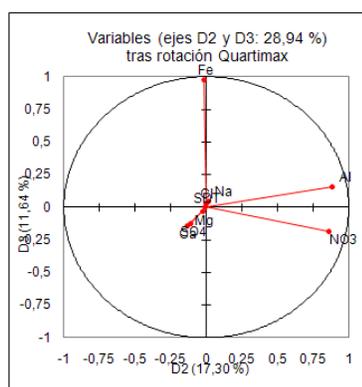
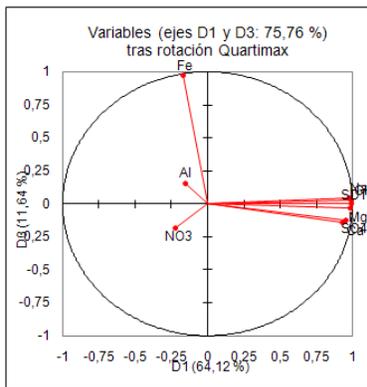
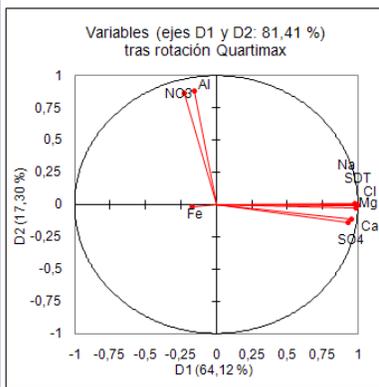
	D1	D2	D3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Variabilidad (%)	64,118	17,296	11,640	4,085	2,223	0,371	0,229	0,035	0,003
% acumulado	64,118	81,414	93,054	97,138	99,362	99,733	99,962	99,997	100,000

Carga factorial tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0.995	-0.011	0.004
Cl	0.990	-0.004	0.029
SO4	0.955	-0.111	-0.125
Ca	0.929	-0.136	-0.144
Na	0.976	0.012	0.049
Mg	0.986	-0.026	-0.032
NO3	-0.223	0.862	-0.187
Fe	-0.168	-0.016	0.973
Al	-0.157	0.884	0.158

Correlaciones entre las variables y los factores tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0.995	-0.011	0.004
Cl	0.990	-0.004	0.029
SO4	0.955	-0.111	-0.125
Ca	0.929	-0.136	-0.144
Na	0.976	0.012	0.049
Mg	0.986	-0.026	-0.032
NO3	-0.223	0.862	-0.187
Fe	-0.168	-0.016	0.973
Al	-0.157	0.884	0.158

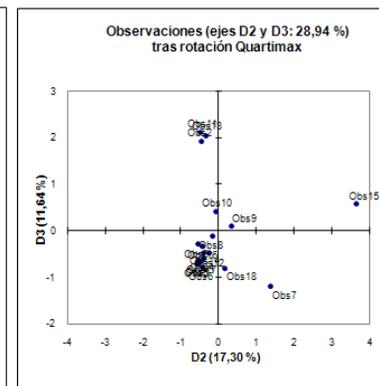
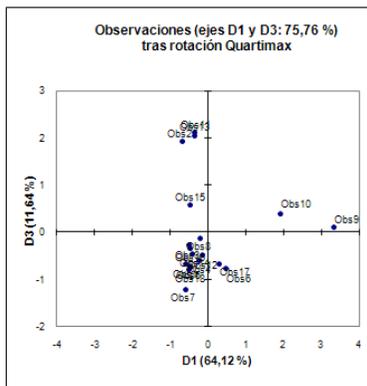
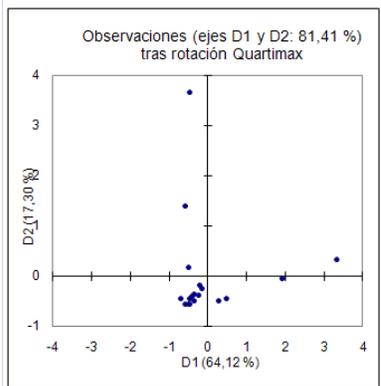


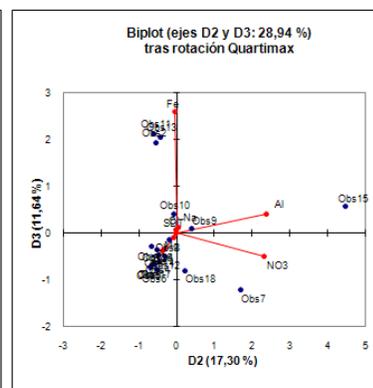
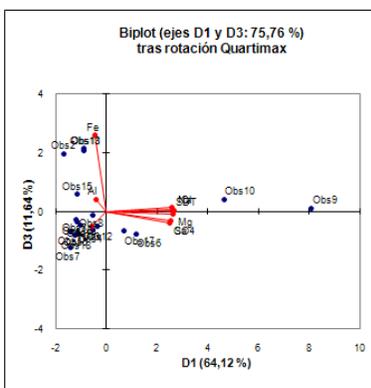
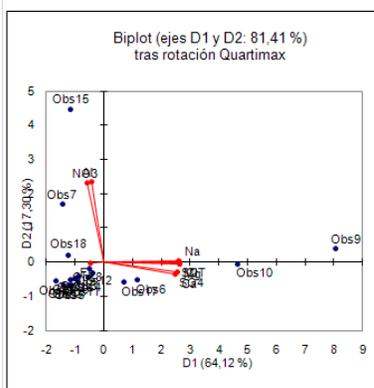
Contribuciones de las variables (%) tras rotación Quartimax:			
	D1	D2	D3
SDT	17,150	0,007	0,001
Cl	16,996	0,001	0,079
SO4	15,788	0,797	1,488
Ca	14,954	1,196	1,985
Na	16,497	0,009	0,225
Mg	16,840	0,045	0,100
NO3	0,860	47,777	3,333
Fe	0,490	0,016	90,408
Al	0,425	50,150	2,380

Cosenos cuadrados de las variables tras rotación Quartimax:			
	D1	D2	D3
SDT	0,990	0,000	0,000
Cl	0,981	0,000	0,001
SO4	0,911	0,012	0,016
Ca	0,863	0,019	0,021
Na	0,952	0,000	0,002
Mg	0,972	0,001	0,001
NO3	0,050	0,744	0,035
Fe	0,028	0,000	0,947
Al	0,025	0,781	0,025

Coeficientes de transformación tras rotación Quartimax:			
	D1	D2	D3
SDT	0,183	0,062	0,065
Cl	0,184	0,067	0,089
SO4	0,160	-0,011	-0,065
Ca	0,153	-0,030	-0,086
Na	0,184	0,078	0,108
Mg	0,178	0,050	0,029
NO3	0,008	0,557	-0,175
Fe	0,028	0,002	0,939
Al	0,043	0,584	0,166

Coordenadas de las observaciones tras rotación Quartimax:			
	D1	D2	D3
Obs1	-0,582	-0,554	-0,674
Obs2	-0,690	-0,447	1,925
Obs3	-0,498	-0,553	-0,281
Obs4	-0,229	-0,382	-0,602
Obs5	-0,466	-0,562	-0,715
Obs6	0,482	-0,433	-0,779
Obs7	-0,593	1,387	-1,208
Obs8	-0,213	-0,169	-0,128
Obs9	3,329	0,332	0,097
Obs10	1,924	-0,055	0,398
Obs11	-0,360	-0,489	2,110
Obs12	-0,153	-0,251	-0,487
Obs13	-0,364	-0,344	2,048
Obs14	-0,414	-0,397	-0,470
Obs15	-0,475	3,665	0,573
Obs16	-0,481	-0,434	-0,341
Obs17	0,292	-0,491	-0,664
Obs18	-0,507	0,176	-0,803





Cosenos cuadrados de las observaciones tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
Obs1	0,262	0,237	0,351
Obs2	0,104	0,044	0,812
Obs3	0,364	0,450	0,116
Obs4	0,059	0,164	0,407
Obs5	0,192	0,279	0,452
Obs6	0,093	0,075	0,243
Obs7	0,047	0,256	0,194
Obs8	0,104	0,065	0,037
Obs9	0,943	0,009	0,001
Obs10	0,870	0,001	0,037
Obs11	0,026	0,047	0,879
Obs12	0,033	0,089	0,335
Obs13	0,029	0,026	0,926
Obs14	0,163	0,149	0,209
Obs15	0,015	0,897	0,022
Obs16	0,327	0,266	0,164
Obs17	0,048	0,135	0,247
Obs18	0,179	0,022	0,450

6.3.3 Sector acuífero Aconcagua

XLSTAT 2009 2.03 - Análisis de Componentes Principales (ACP) - el 14-04-2009 a 15:38:42

Tabla observaciones/variables: Libro = ACP Aconcagua_Conc.xls / Hoja = Aconcagua_Conc / Rango = Aconcagua_Conc!\$E\$6:\$M\$59 / 53 filas y 9 columnas

Tipo de ACP: Pearson (n)

Rotación: Quartimax / Número de factores = 3

Tipo de biplot: Biplot de correlación / Coeficiente = Automático

Estadísticas descriptivas

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
SDT	53	0	53	68,000	1140,000	513,198	178,028
Cl	53	0	53	4,830	140,850	25,608	19,956
SO4	53	0	53	19,170	367,340	148,405	67,392
Ca	53	0	53	31,400	206,000	104,726	38,160
Na	53	0	53	3,860	98,100	24,140	16,388
Mg	53	0	53	7,030	63,200	22,918	11,361
NO3	53	0	53	0,500	57,080	24,291	14,142
Fe	53	0	53	0,003	2,860	0,176	0,510
Mn	53	0	53	0,003	2,770	0,139	0,454

Matriz de correlación (Pearson (n)):

Variables	SDT	Cl	SO4	Ca	Na	Mg	NO3	Fe	Mn
SDT	1	0,044	0,722	0,692	0,396	0,746	0,280	0,174	0,491
Cl	0,044	1	0,503	0,369	0,366	0,321	0,219	-0,079	0,199
SO4	0,722	0,503	1	0,803	0,324	0,705	0,309	0,098	0,574
Ca	0,692	0,369	0,803	1	0,109	0,532	0,361	0,034	0,474
Na	0,396	0,366	0,324	0,109	1	0,469	0,161	0,133	0,214
Mg	0,746	0,321	0,705	0,532	0,469	1	0,345	0,220	0,626
NO3	0,280	0,219	0,309	0,361	0,161	0,345	1	-0,179	-0,167
Fe	0,174	-0,079	0,098	0,034	0,133	0,220	-0,179	1	0,507
Mn	0,491	0,199	0,574	0,474	0,214	0,626	-0,167	0,507	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

Prueba de esfericidad de Bartlett:

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	287,010
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	50,998
GDL	36
p-valor	< 0,0001
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: No hay ninguna correlación significativamente diferente de 0 entre las variables.

Ha: Al menos una de las correlaciones entre las variables es significativamente diferente de 0.

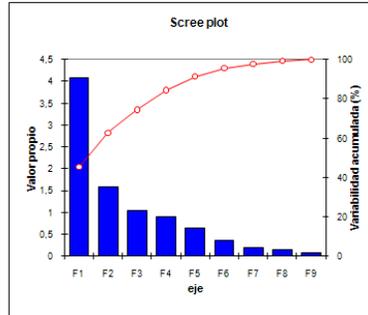
Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación alfa=0,05, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,01%.

Análisis de Componentes Principales:

Valores propios:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Valor propio	4,077	1,574	1,050	0,898	0,634	0,368	0,193	0,136	0,070
Variabilidad (%)	45,296	17,494	11,672	9,978	7,039	4,091	2,144	1,513	0,773
% acumulado	45,296	62,790	74,462	84,439	91,478	95,570	97,714	99,227	100,000



Vectores propios:

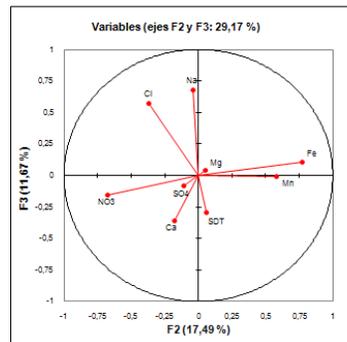
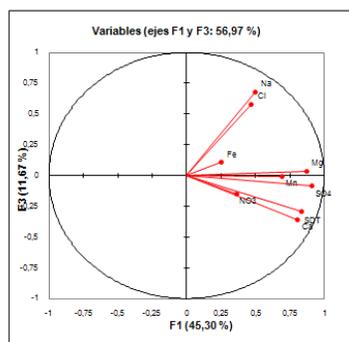
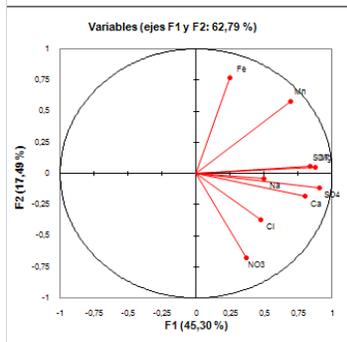
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,413	0,045	-0,285	-0,319	-0,301	-0,226	-0,282	-0,182	0,624
Cl	0,234	-0,293	0,562	0,538	0,202	-0,002	-0,224	-0,244	0,323
SO4	0,450	-0,089	-0,083	0,228	-0,072	-0,130	-0,244	0,786	-0,175
Ca	0,398	-0,144	-0,351	0,285	0,014	-0,425	0,311	-0,425	-0,399
Na	0,247	-0,034	0,662	-0,462	-0,267	-0,282	0,324	0,051	-0,164
Mg	0,433	0,043	0,036	-0,215	-0,031	0,623	-0,354	-0,279	-0,414
NO3	0,182	-0,537	-0,148	-0,374	0,610	0,151	0,275	0,132	0,172
Fe	0,123	0,615	0,105	-0,138	0,647	-0,325	-0,217	-0,026	-0,061
Mn	0,342	0,463	-0,007	0,240	-0,021	0,394	0,600	0,101	0,293

Carga factorial:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,835	0,057	-0,293	-0,302	-0,239	-0,137	-0,124	-0,067	0,165
Cl	0,472	-0,368	0,576	0,510	0,161	-0,001	-0,099	-0,090	0,085
SO4	0,909	-0,111	-0,085	0,216	-0,057	-0,079	-0,107	0,290	-0,046
Ca	0,803	-0,180	-0,359	0,270	0,011	-0,258	0,137	-0,157	-0,105
Na	0,499	-0,042	0,679	-0,437	-0,213	-0,171	0,142	0,019	-0,043
Mg	0,874	0,054	0,037	-0,203	-0,025	0,378	-0,156	-0,103	-0,109
NO3	0,367	-0,674	-0,151	-0,354	0,485	0,092	0,121	0,049	0,045
Fe	0,249	0,772	0,107	-0,131	0,515	-0,197	-0,095	-0,010	-0,016
Mn	0,691	0,581	-0,007	0,227	-0,017	0,239	0,264	0,037	0,077

Correlaciones entre las variables y los factores:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,835	0,057	-0,293	-0,302	-0,239	-0,137	-0,124	-0,067	0,165
Cl	0,472	-0,368	0,576	0,510	0,161	-0,001	-0,099	-0,090	0,085
SO4	0,909	-0,111	-0,085	0,216	-0,057	-0,079	-0,107	0,290	-0,046
Ca	0,803	-0,180	-0,359	0,270	0,011	-0,258	0,137	-0,157	-0,105
Na	0,499	-0,042	0,679	-0,437	-0,213	-0,171	0,142	0,019	-0,043
Mg	0,874	0,054	0,037	-0,203	-0,025	0,378	-0,156	-0,103	-0,109
NO3	0,367	-0,674	-0,151	-0,354	0,485	0,092	0,121	0,049	0,045
Fe	0,249	0,772	0,107	-0,131	0,515	-0,197	-0,095	-0,010	-0,016
Mn	0,691	0,581	-0,007	0,227	-0,017	0,239	0,264	0,037	0,077



Contribuciones de las variables (%):

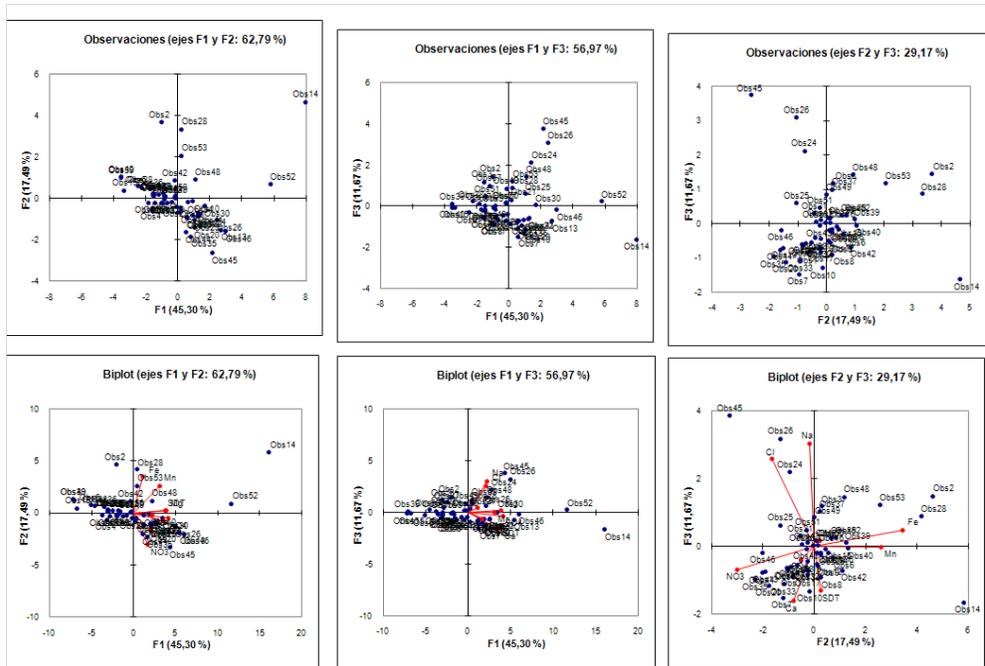
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	17,086	0,205	8,149	10,189	9,043	5,129	7,953	3,325	38,922
Cl	5,459	8,580	31,598	28,909	4,071	0,000	5,033	5,936	10,413
SO4	20,271	0,786	0,682	5,212	0,513	1,693	5,958	61,818	3,067
Ca	15,805	2,062	12,297	8,137	0,020	18,076	9,676	18,045	15,883
Na	6,106	0,113	43,860	21,309	7,152	7,978	10,520	0,263	2,698
Mg	18,746	0,183	0,133	4,611	0,097	38,770	12,552	7,778	17,129
NO3	3,302	28,855	2,178	13,962	37,159	2,275	7,572	1,755	2,943
Fe	1,522	37,812	1,099	1,909	41,900	10,592	4,724	0,069	0,374
Mn	11,703	21,403	0,004	5,761	0,045	15,487	36,012	1,012	8,572

Cosenos cuadrados de las variables:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SDT	0,697	0,003	0,086	0,091	0,057	0,019	0,015	0,005	0,027
Cl	0,223	0,135	0,332	0,260	0,026	0,000	0,010	0,008	0,007
SO4	0,826	0,012	0,007	0,047	0,003	0,006	0,011	0,084	0,002
Ca	0,644	0,032	0,129	0,073	0,000	0,067	0,019	0,025	0,011
Na	0,249	0,002	0,461	0,191	0,045	0,029	0,020	0,000	0,002
Mg	0,764	0,003	0,001	0,041	0,001	0,143	0,024	0,011	0,012
NO3	0,135	0,454	0,023	0,125	0,235	0,008	0,015	0,002	0,002
Fe	0,062	0,595	0,012	0,017	0,265	0,039	0,009	0,000	0,000
Mn	0,477	0,337	0,000	0,052	0,000	0,057	0,069	0,001	0,006

Coordenadas de las observaciones:

Observación	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Obs1	0,116	-0,658	-0,861	-0,426	0,167	-0,009	0,102	0,105	-0,025
Obs2	-1,005	3,682	1,448	-1,990	3,346	-1,313	-0,549	0,009	-0,604
Obs3	-1,530	0,230	1,171	-1,050	-0,604	0,207	0,449	-0,567	0,224
Obs4	-1,574	-0,528	-0,547	-0,680	0,692	0,443	0,592	0,235	0,339
Obs5	0,955	-0,828	-0,661	-0,459	0,093	-0,130	-0,056	-0,208	-0,119
Obs6	-2,500	0,579	-0,308	1,026	-0,295	0,058	-0,066	0,457	-0,003
Obs7	0,580	-0,955	-1,473	-0,442	0,763	-0,495	0,492	-0,350	0,010
Obs8	-0,905	0,209	-0,894	0,610	-0,367	-0,197	-0,091	-0,138	-0,362
Obs9	-1,534	0,134	-0,559	0,590	0,165	-0,078	0,046	0,356	-0,055
Obs10	0,939	-0,135	-1,286	0,762	-0,816	-0,808	-0,603	0,740	-0,437
Obs11	-0,806	0,087	-0,181	0,438	-0,501	-0,305	-0,040	0,237	-0,225
Obs12	-0,766	0,080	-0,501	-0,228	-0,554	-0,416	0,209	-0,101	0,028
Obs13	2,692	-1,518	-0,720	-1,177	0,487	1,163	-0,946	-0,264	-0,336
Obs14	7,940	4,643	-1,624	0,678	0,420	0,963	0,443	0,233	0,524
Obs15	-3,351	0,358	-0,070	-0,215	0,465	1,179	0,347	0,155	0,168
Obs16	-1,496	0,123	0,022	-0,207	-0,106	0,658	-0,058	0,258	-0,179
Obs17	-0,998	-0,214	-0,818	0,442	0,114	0,053	-0,022	0,043	0,050
Obs18	-1,486	0,194	-0,178	0,364	-0,293	0,080	-0,043	0,349	-0,074
Obs19	-0,383	-0,191	-0,434	1,146	-0,322	-0,560	-0,205	-0,102	-0,055
Obs20	1,038	-1,406	-1,125	0,258	0,687	-0,392	0,086	-0,154	0,185
Obs21	0,136	-0,431	0,313	-0,438	-0,355	-0,060	-0,188	0,439	0,136
Obs22	1,242	-0,842	-0,606	0,328	0,334	0,847	-1,275	0,483	0,024
Obs23	-0,063	-0,403	-0,415	0,359	-0,127	-0,116	-0,217	0,110	-0,079
Obs24	1,388	-0,767	2,124	-1,095	-0,119	0,432	-0,691	-0,231	0,402
Obs25	1,022	-1,038	0,602	-1,142	0,494	0,722	-0,452	0,243	0,264
Obs26	2,462	-1,035	3,093	-2,654	-1,314	-0,707	0,196	1,072	0,184
Obs27	-0,206	0,069	0,157	0,314	-0,405	-0,450	-0,342	0,130	0,278
Obs28	0,231	3,327	0,871	0,800	0,682	-0,192	0,209	0,200	0,413
Obs29	-1,489	0,193	-0,235	0,148	-0,134	0,619	-0,221	0,212	-0,193
Obs30	1,713	-0,367	0,044	1,106	-0,561	-0,317	-0,395	-0,505	0,336
Obs31	-0,856	-0,035	0,037	-0,364	-0,553	-0,636	0,556	-0,070	0,014
Obs32	-0,649	-0,229	-0,674	0,579	-0,147	-0,453	0,100	0,109	0,002
Obs33	0,586	-0,920	-1,081	0,148	0,501	-0,792	0,255	0,095	0,127
Obs34	0,615	-0,184	-0,704	0,166	-0,347	-0,876	-0,383	0,430	0,170
Obs35	0,833	-1,848	-0,952	0,043	1,270	-0,344	0,575	-0,009	0,230
Obs36	-1,724	0,435	-0,172	-0,281	-0,540	0,048	0,333	-0,320	-0,163
Obs37	-1,208	0,183	0,995	0,972	-0,694	-0,437	-0,192	-0,432	0,386
Obs38	-2,266	0,516	0,241	1,084	-0,463	-0,138	-0,031	0,327	0,013
Obs39	-3,527	0,983	0,124	0,374	-0,410	0,463	0,244	0,267	-0,021
Obs40	-3,542	1,052	-0,058	0,167	-0,352	0,911	-0,018	-0,221	0,161
Obs41	1,254	-0,717	-0,590	-0,696	-0,282	-0,087	-0,163	-0,684	-0,149
Obs42	-0,190	0,866	-0,696	0,034	0,163	-0,853	-0,369	-0,936	0,006
Obs43	-0,975	-0,243	-0,065	-0,690	0,152	0,749	0,183	-0,550	-0,135
Obs44	0,538	-1,616	-0,765	-0,692	1,257	-0,008	0,642	0,327	0,107
Obs45	2,144	-2,630	3,761	4,019	2,090	0,347	0,392	-0,082	-0,213
Obs46	2,975	-1,589	-0,187	-0,800	-0,119	-0,897	0,158	-0,258	0,197
Obs47	-1,849	-0,211	0,112	-0,515	0,548	1,226	0,087	0,056	0,074
Obs48	1,110	0,928	1,418	0,198	-1,565	-0,185	0,075	-0,601	0,109
Obs49	-0,111	0,012	0,845	0,354	-0,648	-0,341	-0,097	-0,035	-0,370
Obs50	-0,113	0,136	0,157	-0,359	-0,131	0,862	-0,830	-0,513	-0,060
Obs51	-1,399	-0,222	0,471	-1,245	-0,024	0,092	1,074	-0,152	-0,299
Obs52	5,772	0,686	0,243	0,146	-1,394	0,928	0,928	0,044	-0,947
Obs53	0,220	2,056	1,191	0,194	-0,347	-0,458	-0,230	-0,238	-0,059



Contribuciones de las observaciones (%):

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Obs1	0.006	0.519	1.333	0.380	0.083	0.000	0.101	0.153	0.017
Obs2	0.467	16,244	3.768	8.317	33.337	8.834	2.948	0.001	9.902
Obs3	1.084	0.063	2.464	2.317	1.085	0.220	1.970	4.462	1.364
Obs4	1.147	0.334	0.538	0.972	1.427	1.006	3.428	0.762	3.117
Obs5	0.422	0.822	0.785	0.443	0.026	0.086	0.030	0.602	0.382
Obs6	2.892	0.401	0.170	2.210	0.260	0.017	0.042	2.898	0.000
Obs7	0.156	1.092	3.895	0.411	1.735	1.257	2.368	1.699	0.003
Obs8	0.379	0.052	1.434	0.783	0.402	0.199	0.080	0.264	3.557
Obs9	1.090	0.021	0.561	0.731	0.081	0.031	0.021	1.758	0.081
Obs10	0.408	0.022	2.971	1.220	1.983	3.346	3.551	7.590	5.184
Obs11	0.301	0.009	0.059	0.403	0.749	0.478	0.016	0.779	1.370
Obs12	0.272	0.008	0.451	0.109	0.913	0.886	0.429	0.141	0.022
Obs13	3.354	2.761	0.930	2.913	0.708	6.936	8.753	0.964	3.068
Obs14	29.179	25.833	4.738	0.966	0.525	4.754	1.920	0.751	7.441
Obs15	5.196	0.153	0.009	0.097	0.643	7.126	1.177	0.334	0.768
Obs16	1.035	0.018	0.001	0.090	0.033	2.217	0.032	0.920	0.865
Obs17	0.461	0.055	1.201	0.410	0.039	0.014	0.005	0.026	0.067
Obs18	1.022	0.045	0.057	0.279	0.256	0.033	0.018	1.687	0.149
Obs19	0.068	0.044	0.338	2.760	0.309	1.607	0.413	0.145	0.082
Obs20	0.498	2.370	2.272	0.139	1.405	0.788	0.073	0.328	0.931
Obs21	0.009	0.222	0.176	0.403	0.376	0.018	0.345	2.671	0.503
Obs22	0.714	0.851	0.659	0.226	0.333	3.676	15.902	3.231	0.015
Obs23	0.002	0.195	0.310	0.270	0.048	0.069	0.461	0.169	0.170
Obs24	0.891	0.705	8.102	2.521	0.042	0.956	4.664	0.737	4.380
Obs25	0.483	1.291	0.651	2.739	0.726	2.673	1.996	0.817	1.885
Obs26	2.805	1.284	17.183	14.802	5.140	2.562	0.374	15.925	0.916
Obs27	0.020	0.006	0.044	0.207	0.487	1.039	1.141	0.234	2.095
Obs28	0.025	13.267	1.361	1.344	1.384	0.190	0.426	0.553	4.634
Obs29	1.027	0.045	0.099	0.046	0.054	1.962	0.477	0.624	1.014
Obs30	1.358	0.161	0.004	2.568	0.938	0.516	1.522	3.541	3.069
Obs31	0.339	0.001	0.002	0.279	0.910	2.072	3.022	0.067	0.005
Obs32	0.195	0.063	0.817	0.704	0.064	1.050	0.098	0.165	0.000
Obs33	0.159	1.014	2.099	0.046	0.746	3.211	0.635	0.126	0.439
Obs34	0.175	0.041	0.891	0.058	0.359	3.933	1.436	2.564	0.788
Obs35	0.321	4.091	1.628	0.004	4.802	0.607	3.228	0.001	1.429
Obs36	1.376	0.227	0.053	0.166	0.870	0.012	1.085	1.420	0.722
Obs37	0.675	0.040	1.777	1.984	1.435	0.977	0.361	2.586	4.035
Obs38	2.376	0.319	0.104	2.471	0.638	0.098	0.010	1.478	0.004
Obs39	5.756	1.159	0.027	0.294	0.501	1.097	0.581	0.986	0.012
Obs40	5.806	1.325	0.006	0.059	0.370	4.248	0.003	0.679	0.705
Obs41	0.728	0.617	0.626	1.017	0.237	0.039	0.261	6.483	0.598
Obs42	0.017	0.899	0.870	0.002	0.079	3.726	1.334	12.148	0.001
Obs43	0.440	0.071	0.008	1.000	0.069	2.878	0.328	4.185	0.493
Obs44	0.134	3.128	1.050	1.007	4.706	0.000	4.032	1.483	0.311
Obs45	2.127	8.287	25.403	33.933	13.004	0.618	1.500	0.092	1.227
Obs46	4.096	3.027	0.063	1.344	0.042	4.124	0.245	0.923	1.051
Obs47	1.583	0.053	0.023	0.558	0.896	7.703	0.074	0.043	0.147
Obs48	0.570	1.032	3.610	0.082	7.293	0.175	0.055	5.009	0.322
Obs49	0.006	0.000	1.282	0.263	1.249	0.594	0.092	0.017	3.714
Obs50	0.006	0.022	0.044	0.271	0.051	3.810	6.733	3.646	0.098
Obs51	0.905	0.059	0.399	3.256	0.002	0.044	11.272	0.319	2.422
Obs52	15.418	0.563	0.106	0.045	5.790	4.411	8.415	0.027	24.332
Obs53	0.022	5.067	2.549	0.079	0.358	1.075	0.518	0.783	0.094

Cosenos cuadrados de las observaciones:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Obs1	0.009	0.305	0.523	0.128	0.020	0.000	0.007	0.008	0.000
Obs2	0.030	0.396	0.061	0.116	0.327	0.050	0.009	0.000	0.011
Obs3	0.400	0.009	0.234	0.189	0.062	0.007	0.034	0.055	0.009
Obs4	0.525	0.059	0.064	0.098	0.102	0.042	0.074	0.012	0.024
Obs5	0.391	0.294	0.187	0.090	0.004	0.007	0.001	0.019	0.006
Obs6	0.778	0.042	0.012	0.131	0.011	0.000	0.001	0.026	0.000
Obs7	0.070	0.190	0.451	0.041	0.121	0.051	0.050	0.026	0.000
Obs8	0.346	0.018	0.338	0.157	0.057	0.016	0.003	0.008	0.055
Obs9	0.736	0.006	0.098	0.109	0.009	0.002	0.001	0.040	0.001
Obs10	0.159	0.003	0.298	0.105	0.120	0.118	0.065	0.099	0.034
Obs11	0.487	0.006	0.024	0.144	0.188	0.070	0.001	0.042	0.038
Obs12	0.410	0.004	0.175	0.036	0.214	0.121	0.031	0.007	0.001
Obs13	0.513	0.163	0.037	0.098	0.017	0.096	0.063	0.005	0.008
Obs14	0.706	0.241	0.030	0.005	0.002	0.010	0.002	0.001	0.003
Obs15	0.851	0.010	0.000	0.004	0.016	0.105	0.009	0.002	0.002
Obs16	0.787	0.005	0.000	0.015	0.004	0.152	0.001	0.023	0.011
Obs17	0.517	0.024	0.347	0.101	0.007	0.001	0.000	0.001	0.001
Obs18	0.839	0.014	0.012	0.050	0.033	0.002	0.001	0.046	0.002
Obs19	0.068	0.017	0.087	0.609	0.048	0.145	0.020	0.005	0.001
Obs20	0.212	0.390	0.249	0.013	0.093	0.030	0.001	0.005	0.007
Obs21	0.021	0.213	0.113	0.220	0.145	0.004	0.041	0.222	0.021
Obs22	0.285	0.131	0.068	0.020	0.021	0.132	0.300	0.043	0.000
Obs23	0.007	0.289	0.306	0.229	0.029	0.024	0.084	0.022	0.011
Obs24	0.211	0.064	0.495	0.132	0.002	0.020	0.052	0.006	0.018
Obs25	0.214	0.221	0.074	0.267	0.050	0.107	0.042	0.012	0.014
Obs26	0.223	0.039	0.352	0.259	0.063	0.018	0.001	0.042	0.001
Obs27	0.057	0.006	0.033	0.132	0.219	0.271	0.156	0.023	0.103
Obs28	0.004	0.834	0.057	0.048	0.035	0.003	0.003	0.003	0.013
Obs29	0.774	0.013	0.019	0.008	0.006	0.134	0.017	0.016	0.013
Obs30	0.561	0.026	0.000	0.234	0.060	0.019	0.030	0.049	0.022
Obs31	0.387	0.001	0.001	0.070	0.162	0.214	0.163	0.003	0.000
Obs32	0.278	0.035	0.301	0.222	0.014	0.136	0.007	0.008	0.000
Obs33	0.103	0.253	0.349	0.007	0.075	0.187	0.019	0.003	0.005
Obs34	0.173	0.016	0.227	0.013	0.055	0.351	0.067	0.085	0.013
Obs35	0.097	0.479	0.127	0.000	0.226	0.017	0.046	0.000	0.007
Obs36	0.781	0.050	0.008	0.021	0.077	0.001	0.029	0.027	0.007
Obs37	0.326	0.008	0.221	0.211	0.108	0.043	0.008	0.042	0.033
Obs38	0.736	0.038	0.008	0.169	0.031	0.003	0.000	0.015	0.000
Obs39	0.884	0.069	0.001	0.010	0.012	0.015	0.004	0.005	0.000
Obs40	0.853	0.075	0.000	0.002	0.008	0.056	0.000	0.003	0.002
Obs41	0.446	0.146	0.099	0.137	0.023	0.002	0.008	0.133	0.006
Obs42	0.012	0.247	0.159	0.000	0.009	0.239	0.045	0.288	0.000
Obs43	0.392	0.024	0.002	0.196	0.010	0.231	0.014	0.124	0.007
Obs44	0.048	0.430	0.096	0.079	0.260	0.000	0.068	0.018	0.002
Obs45	0.099	0.149	0.304	0.347	0.094	0.003	0.003	0.000	0.001
Obs46	0.681	0.194	0.003	0.049	0.001	0.062	0.002	0.005	0.003
Obs47	0.615	0.008	0.002	0.048	0.054	0.270	0.001	0.001	0.001
Obs48	0.176	0.123	0.287	0.006	0.350	0.005	0.001	0.052	0.002
Obs49	0.008	0.000	0.465	0.081	0.273	0.076	0.006	0.001	0.089
Obs50	0.007	0.010	0.013	0.068	0.009	0.391	0.362	0.138	0.002
Obs51	0.387	0.010	0.044	0.307	0.000	0.002	0.228	0.005	0.018
Obs52	0.867	0.012	0.002	0.001	0.051	0.022	0.022	0.000	0.023
Obs53	0.008	0.685	0.230	0.006	0.019	0.034	0.009	0.009	0.001

Resultados tras la rotación Quartimax:

Matriz de rotación:

	D1	D2	D3
D1	0.950	0.113	0.290
D2	-0.056	0.978	-0.199
D3	-0.306	0.173	0.936

Porcentaje della varianza tras rotación Quartimax:

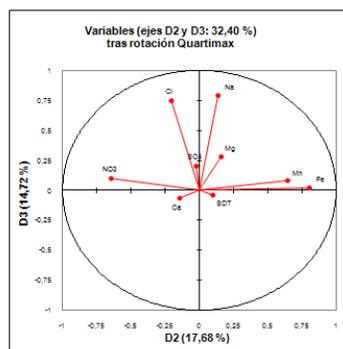
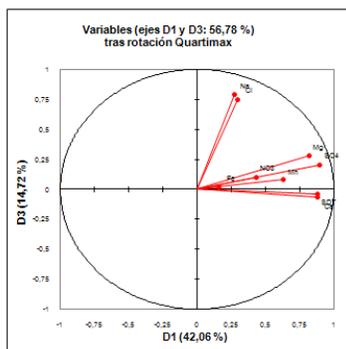
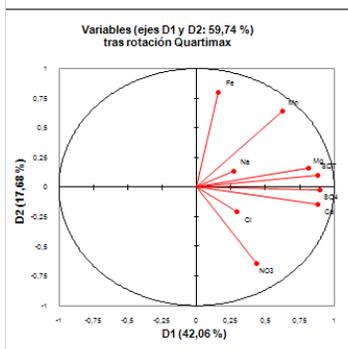
	D1	D2	D3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Variabilidad (%)	42.062	17.677	14.722	9.978	7.039	4.091	2.144	1.513	0.773
% acumulado	42.062	59.739	74.462	84.439	91.478	95.570	97.714	99.227	100.000

Carga factorial tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0.880	0.100	-0.044
Cl	0.293	-0.207	0.749
SO4	0.896	-0.021	0.206
Ca	0.883	-0.148	-0.068
Na	0.269	0.133	0.788
Mg	0.816	0.158	0.277
NO3	0.433	-0.644	0.099
Fe	0.161	0.802	0.019
Mn	0.626	0.645	0.078

Correlaciones entre las variables y los factores tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0,880	0,100	-0,044
Cl	0,293	-0,207	0,749
SO4	0,896	-0,021	0,206
Ca	0,883	-0,148	-0,068
Na	0,269	0,133	0,788
Mg	0,816	0,158	0,277
NO3	0,433	-0,644	0,099
Fe	0,161	0,802	0,019
Mn	0,626	0,645	0,078



Contribuciones de las variables (%) tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	20,434	0,622	0,143
Cl	2,263	2,681	42,358
SO4	21,212	0,026	3,208
Ca	20,592	1,368	0,351
Na	1,910	1,104	46,909
Mg	17,607	1,570	5,808
NO3	4,945	26,074	0,737
Fe	0,682	40,401	0,028
Mn	10,353	26,153	0,460

Cosenos cuadrados de las variables tras rotación Quartimax:

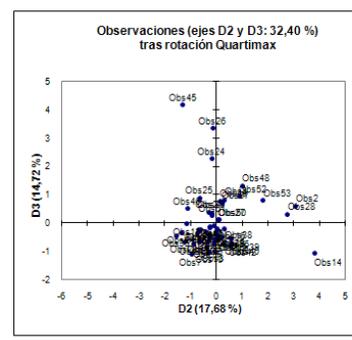
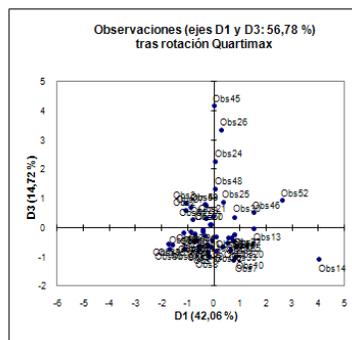
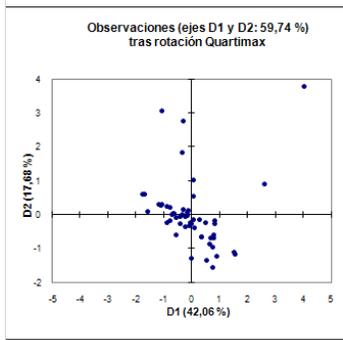
	D1	D2	D3
SDT	0,774	0,010	0,002
Cl	0,086	0,043	0,561
SO4	0,803	0,000	0,042
Ca	0,780	0,022	0,005
Na	0,072	0,018	0,622
Mg	0,667	0,025	0,077
NO3	0,187	0,415	0,010
Fe	0,026	0,643	0,000
Mn	0,392	0,416	0,006

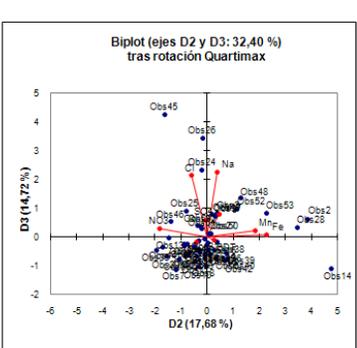
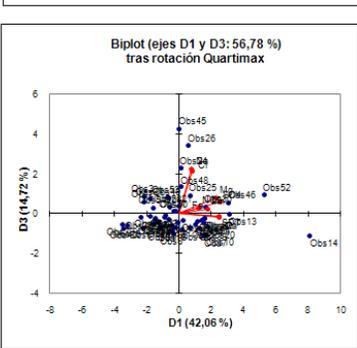
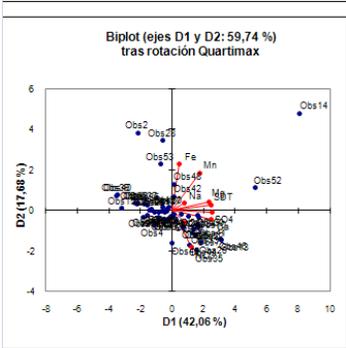
Coefficientes de transformación tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
SDT	0,278	0,010	-0,209
Cl	-0,045	-0,120	0,593
SO4	0,241	-0,058	0,003
Ca	0,298	-0,149	-0,241
Na	-0,080	0,099	0,646
Mg	0,191	0,064	0,089
NO3	0,154	-0,434	-0,024
Fe	-0,001	0,504	0,016
Mn	0,142	0,379	-0,030

Coordenadas de las observaciones tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
Obs1	0,341	-0,652	-0,666
Obs2	-1,069	3,059	0,595
Obs3	-1,080	0,291	0,814
Obs4	-0,554	-0,593	-0,642
Obs5	0,684	-0,704	-0,335
Obs6	-1,111	0,259	-0,732
Obs7	0,755	-0,960	-1,111
Obs8	-0,168	-0,039	-0,979
Obs9	-0,561	-0,076	-0,752
Obs10	0,832	-0,270	-1,019
Obs11	-0,329	-0,008	-0,294
Obs12	-0,215	-0,065	-0,580
Obs13	1,550	-1,154	-0,030
Obs14	4,015	3,792	-1,081
Obs15	-1,572	0,079	-0,602
Obs16	-0,716	0,016	-0,214
Obs17	-0,216	-0,361	-0,856
Obs18	-0,655	0,038	-0,406
Obs19	-0,042	-0,243	-0,421
Obs20	0,887	-1,228	-0,655
Obs21	-0,010	-0,275	0,374
Obs22	0,803	-0,689	-0,242
Obs23	0,112	-0,388	-0,324
Obs24	0,054	-0,162	2,261
Obs25	0,348	-0,650	0,861
Obs26	0,282	-0,147	3,343
Obs27	-0,147	0,068	0,103
Obs28	-0,299	2,754	0,301
Obs29	-0,639	0,027	-0,459
Obs30	0,810	-0,182	0,344
Obs31	-0,412	-0,069	-0,083
Obs32	-0,094	-0,329	-0,673
Obs33	0,640	-0,867	-0,757
Obs34	0,508	-0,228	-0,526
Obs35	0,758	-1,555	-0,457
Obs36	-0,780	0,213	-0,474
Obs37	-0,873	0,243	0,706
Obs38	-1,162	0,316	-0,187
Obs39	-1,741	0,590	-0,549
Obs40	-1,697	0,612	-0,728
Obs41	0,799	-0,589	-0,246
Obs42	0,080	0,547	-0,800
Obs43	-0,429	-0,255	-0,161
Obs44	0,554	-1,359	-0,365
Obs45	0,004	-1,296	4,160
Obs46	1,527	-1,104	0,508
Obs47	-0,895	-0,250	-0,129
Obs48	0,058	1,025	1,307
Obs49	-0,305	0,146	0,754
Obs50	-0,106	0,126	0,106
Obs51	-0,789	-0,172	0,265
Obs52	2,614	0,900	0,941
Obs53	-0,344	1,817	0,793





Cosenos cuadrados de las observaciones tras rotación Quartimax:

	D1	D2	D3
Obs1	0,096	0,350	0,365
Obs2	0,040	0,329	0,012
Obs3	0,292	0,021	0,166
Obs4	0,112	0,129	0,151
Obs5	0,341	0,361	0,082
Obs6	0,386	0,021	0,168
Obs7	0,139	0,224	0,300
Obs8	0,017	0,001	0,566
Obs9	0,225	0,004	0,404
Obs10	0,144	0,015	0,216
Obs11	0,129	0,000	0,103
Obs12	0,047	0,004	0,346
Obs13	0,308	0,171	0,000
Obs14	0,478	0,426	0,035
Obs15	0,530	0,001	0,078
Obs16	0,447	0,000	0,040
Obs17	0,042	0,115	0,651
Obs18	0,452	0,002	0,174
Obs19	0,001	0,029	0,088
Obs20	0,226	0,433	0,123
Obs21	0,000	0,097	0,178
Obs22	0,162	0,120	0,015
Obs23	0,026	0,306	0,214
Obs24	0,000	0,004	0,707
Obs25	0,033	0,115	0,201
Obs26	0,004	0,001	0,513
Obs27	0,030	0,007	0,015
Obs28	0,010	0,828	0,010
Obs29	0,348	0,001	0,180
Obs30	0,221	0,011	0,040
Obs31	0,127	0,004	0,005
Obs32	0,008	0,094	0,392
Obs33	0,150	0,276	0,211
Obs34	0,138	0,028	0,148
Obs35	0,108	0,455	0,039
Obs36	0,408	0,031	0,150
Obs37	0,231	0,018	0,151
Obs38	0,450	0,033	0,012
Obs39	0,699	0,080	0,070
Obs40	0,595	0,077	0,109
Obs41	0,299	0,162	0,028
Obs42	0,002	0,110	0,236
Obs43	0,109	0,039	0,015
Obs44	0,063	0,379	0,027
Obs45	0,000	0,042	0,435
Obs46	0,432	0,226	0,048
Obs47	0,270	0,021	0,006
Obs48	0,001	0,186	0,302
Obs49	0,062	0,014	0,381
Obs50	0,006	0,008	0,006
Obs51	0,176	0,008	0,020
Obs52	0,521	0,062	0,068
Obs53	0,026	0,729	0,139

7 RED DE MONITOREO DE CALIDAD EN SECTORES ACUÍFEROS SELECCIONADOS

7.1 Actual Red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas de la DGA

Tabla 7.1: Ubicación de puntos de la red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas de la DGA.

Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este	Sector acuífero
POZO ALBARRACINES	01310075-6	7.953.175	371.502	Azapa
POZO GALLINAZOS	01110013-9	7.964.296	361.596	Lluta
POZO JICA B	01110012-0	7.964.929	364.115	Lluta
POZO JICA D	01700092-6	7.770.453	428.617	Pampa del Tamarugal
POZO JICA E	01700093-4	7.750.777	428.438	Pampa del Tamarugal
POZO JICA F	01700094-2	7.708.698	447.560	Pampa del Tamarugal
POZO JICA G	01700095-0	7.774.621	412.252	Pampa del Tamarugal
POZO LAONSANA (QDA. DE TARAPACÁ)	01700091-8	7.802.418	454.632	Pampa del Tamarugal
POZO QUEBRADA AROMA	01720005-4	7.807.960	429.192	Pampa del Tamarugal
POZO QUEBRADA CHACARILLA	01700096-9	7.717.351	464.839	Pampa del Tamarugal
POZO CHIU-CHIU	02104012-6	7.529.912	541.418	El Loa
POZO LOS CHOROS N°1 C-3	04120018-9	6.757.704	276.566	Los Choros
POZO LOS CHOROS N°4 B-2	04120019-7	6.750.351	300.131	Los Choros
POZO ASENTAMIENTO ALICAGUE	5200009-2	6.420.195	333.157	La Ligua
POZO CCU	05427017-8	6.347.952	287.074	Aconcagua
DREN LOS CALEOS	5454013-9	6.385.363	294.245	Aconcagua
POZO FUNDO ALGARROBAL	05736005-4	6.316.417	341.493	Maipo
POZO ASENTAMIENTO CENTRAL LO VARGAS	05736006-2	6.316.645	325.779	Maipo
POZO CLUB DE GOLF	05730040-K	6.302.373	352.344	Maipo
POZO AGRÍCOLA HERMANOS POBLETE	05737017-3	6.284.250	331.088	Maipo
POZO VERTEDERO CERROS DE RENCA	05730041-8	6.305.823	341.755	Maipo

Tabla 7.1: Ubicación de puntos de la red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas de la DGA.

Estación	Código BNA	UTM Norte	UTM Este	Sector acuífero
POZO ESTADIO CORFO (LAS CONDES)	05730042-6	6.305.784	358.493	Maipo
POZO CEMENTERIO METROPOLITANO	05730043-4	6.289.333	342.126	Maipo
POZO PARQUE O`HIGGINS	05730044-2	6.296.207	345.851	Maipo
POZO ASENTAMIENTO MALLOCO	05737018-1	6.281.969	329.188	Maipo
POZO INIA	05730045-0	6.284.500	349.251	Maipo
POZO CRUCERO PERALILLO	05736007-0	6.306.062	328.170	Maipo
POZO CHACRA EL OLIVO	05730046-9	6.295.432	335.939	Maipo
POZO A.P.R. - CASA DE COLO COLO	05730048-5	6.307.448	335.965	Maipo
POZO CLUB DE GOLF	05730040-K	6.302.373	352.344	Mapocho Alto
POZO ESTADIO CORFO (LAS CONDES)	05730042-6	6.305.784	358.493	Mapocho Alto

7.2 Red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta

7.2.1 Sector acuífero El Loa

Tabla 7.2: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero El Loa.

Nº	Coord. UTM Este (PSAD56)	Coord. UTM Norte (PSAD56)	Características
1	498.800	7.513.900	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
2	505.546	7.516.089	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
3	549.100	7.500.100	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
4	541.418	7.529.912	Pozo Red de Calidad DGA
5	600.400	7.529.400	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
6	566.900	7.569.900	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
7	454.504	7.517.941	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
8	510.819	7.524.432	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
9	534.720	7.517.920	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
10	545.060	7.518.090	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
11	535.220	7.523.281	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
12	570.900	7.555.100	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
13	575.500	7.551.100	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
14	574.200	7.541.900	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
15	579.800	7.536.700	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
16	552.580	7.535.715	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
17	562.750	7.534.525	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
18	548.855	7.528.015	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
19	546.734	7.561.671	Centro de área sin información de presencia de pozos
20	529.976	7.541.704	Centro de área sin información de presencia de pozos
21	547.090	7.487.508	Centro de área sin información de presencia de pozos
22	478.453	7.505.692	Centro de área sin información de presencia de pozos
23	473.640	7.516.032	Centro de área sin información de presencia de pozos
24	523.300	7.521.550	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
25	538.741	7.500.761	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
26	519.992	7.501.413	Centro de área sin información de presencia de pozos
27	498.064	7.501.413	Centro de área sin información de presencia de pozos
28	565.988	7.509.436	Centro de área sin información de presencia de pozos
29	585.150	7.521.300	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
30	551.191	7.547.231	Centro de área sin información de presencia de pozos
31	591.631	7.547.368	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
32	590.173	7.531.502	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
33	589.000	7.564.000	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
34	560.996	7.522.272	Centro de área sin información de presencia de pozos
35	573.297	7.526.194	Centro de área sin información de presencia de pozos
36	514.456	7.511.112	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
37	560.020	7.543.287	Centro de área sin información de presencia de pozos
38	569.188	7.547.871	Centro de área sin información de presencia de pozos
39	562.312	7.553.028	Centro de área sin información de presencia de pozos

Tabla 7.2: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero El Loa.

Nº	Coord. UTM Este (PSAD56)	Coord. UTM Norte (PSAD56)	Características
40	569.379	7.531.445	Centro de área sin información de presencia de pozos
41	556.391	7.514.828	Centro de área sin información de presencia de pozos
42	540.920	7.510.817	Centro de área sin información de presencia de pozos
43	527.550	7.508.907	Centro de área sin información de presencia de pozos
44	526.213	7.515.974	Centro de área sin información de presencia de pozos
45	542.639	7.538.894	Centro de área sin información de presencia de pozos
46	531.561	7.531.827	Centro de área sin información de presencia de pozos
47	521.438	7.527.434	Centro de área sin información de presencia de pozos
48	516.090	7.519.603	Centro de área sin información de presencia de pozos
49	502.146	7.508.334	Centro de área sin información de presencia de pozos
50	492.596	7.511.772	Centro de área sin información de presencia de pozos
51	533.280	7.492.672	Centro de área sin información de presencia de pozos
52	465.665	7.510.817	Centro de área sin información de presencia de pozos
53	488.012	7.500.312	Centro de área sin información de presencia de pozos

7.2.2 Sector acuífero Los Choros

Tabla 7.3: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero Los Choros.

Nº	Coord. UTM Este (PSAD56)	Coord. UTM Norte (PSAD56)	Características
1	260.749	6.765.025	Pozo real muestreado anteriormente
2	262.304	6.761.630	Pozo real muestreado anteriormente
3	264.992	6.761.300	Pozo real muestreado anteriormente
4	269.201	6.758.551	Pozo real muestreado anteriormente
5	271.465	6.757.296	Pozo real muestreado anteriormente
6	272.857	6.754.934	Pozo real muestreado anteriormente
7	268.881	6.760.365	Pozo real muestreado anteriormente
8	269.952	6.761.326	Pozo real muestreado anteriormente
9	272.783	6.758.812	Pozo real muestreado anteriormente
10	274.532	6.758.105	Pozo real muestreado anteriormente
11	276.566	6.757.704	Pozo Red de Calidad DGA
12	272.109	6.762.677	Pozo real muestreado anteriormente
13	273.792	6.760.135	Pozo real muestreado anteriormente
14	267.254	6.759.283	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
15	270.320	6.756.511	Centro de área sin información de presencia de pozos
16	272.263	6.754.151	Centro de área sin información de presencia de pozos

Tabla 7.3: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero Los Choros.

Nº	Coord. UTM Este (PSAD56)	Coord. UTM Norte (PSAD56)	Características
17	274.836	6.756.389	Centro de área sin información de presencia de pozos
18	275.036	6.754.451	Centro de área sin información de presencia de pozos
19	267.284	6.764.209	Centro de área sin información de presencia de pozos
20	268.788	6.766.681	Centro de área sin información de presencia de pozos
21	263.207	6.763.975	Centro de área sin información de presencia de pozos
22	270.993	6.765.245	Centro de área sin información de presencia de pozos
23	264.678	6.766.514	Centro de área sin información de presencia de pozos
24	276.239	6.759.965	Centro de área sin información de presencia de pozos
25	258.429	6.767.550	Centro de área sin información de presencia de pozos
26	262.706	6.768.452	Centro de área sin información de presencia de pozos
27	267.351	6.769.087	Centro de área sin información de presencia de pozos
28	278.077	6.762.772	Centro de área sin información de presencia de pozos
29	275.404	6.769.087	Centro de área sin información de presencia de pozos
30	271.528	6.770.791	Centro de área sin información de presencia de pozos
31	276.607	6.765.846	Centro de área sin información de presencia de pozos

7.2.3 Sector acuífero Aconcagua

Tabla 7.4: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero Aconcagua.

Nº	Coord. UTM Este (PSAD56)	Coord. UTM Norte (PSAD56)	Características
1	335.898	6.382.056	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
2	354.968	6.366.256	Pozo real muestreado anteriormente
3	351.355	6.360.394	Pozo real muestreado anteriormente
4	342.550	6.364.731	Pozo real muestreado anteriormente
5	349.208	6.367.033	Pozo real muestreado anteriormente
6	345.394	6.370.319	Pozo real muestreado anteriormente
7	340.617	6.370.163	Pozo real muestreado anteriormente
8	339.458	6.374.451	Pozo real muestreado anteriormente
9	354.842	6.375.991	Pozo real muestreado anteriormente
10	348.644	6.381.922	Pozo real muestreado anteriormente
11	347.132	6.377.237	Pozo real muestreado anteriormente
12	336.518	6.379.767	Pozo real muestreado anteriormente
13	349.898	6.372.117	Centro de área sin información de presencia de pozos
14	309.828	6.366.405	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
15	331.047	6.374.337	Pozo real muestreado anteriormente
16	326.607	6.371.510	Pozo real muestreado anteriormente
17	318.678	6.378.295	Pozo real muestreado anteriormente
18	317.648	6.374.127	Pozo real muestreado anteriormente
19	316.813	6.368.653	Pozo real muestreado anteriormente

Tabla 7.4: Ubicación de puntos de red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas propuesta para sector acuífero Aconcagua.

Nº	Coord. UTM Este (PSAD56)	Coord. UTM Norte (PSAD56)	Características
20	322.036	6.369.217	Pozo real muestreado anteriormente
21	313.420	6.366.148	Pozo real muestreado anteriormente
22	318.603	6.364.522	Pozo real muestreado anteriormente
23	322.238	6.362.861	Pozo real muestreado anteriormente
24	320.409	6.361.004	Pozo real muestreado anteriormente
25	317.832	6.359.890	Pozo real muestreado anteriormente
26	307.295	6.367.677	Pozo real muestreado anteriormente
27	306.919	6.364.387	Pozo real muestreado anteriormente
28	300.769	6.366.281	Pozo real muestreado anteriormente
29	294.468	6.371.810	Pozo real muestreado anteriormente
30	291.468	6.366.494	Pozo real muestreado anteriormente
31	288.342	6.357.534	Pozo real muestreado anteriormente
32	285.243	6.355.495	Pozo real muestreado anteriormente
33	303.987	6.357.471	Pozo real muestreado anteriormente
34	302.761	6.361.078	Pozo real muestreado anteriormente
35	294.245	6.385.363	Pozo Red de Calidad DGA
36	294.201	6.380.895	Pozo real muestreado anteriormente
37	292.102	6.377.545	Pozo real muestreado anteriormente
38	294.717	6.374.869	Pozo real muestreado anteriormente
39	297.029	6.346.423	Pozo real muestreado anteriormente
40	294.140	6.345.363	Pozo real muestreado anteriormente
41	287.074	6.347.952	Pozo Red de Calidad DGA
42	283.170	6.350.180	Pozo real muestreado anteriormente
43	276.372	6.354.935	Pozo real muestreado anteriormente
44	267.570	6.354.486	Pozo real muestreado anteriormente
45	273.836	6.354.539	Pozo real muestreado anteriormente
46	315.216	6.364.730	Pozo real muestreado anteriormente
47	290.824	6.343.792	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
48	298.219	6.369.666	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
49	292.286	6.361.521	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
50	277.709	6.351.044	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
51	338.212	6.389.505	Centro de área con pozos potenciales a muestrear
52	341.114	6.395.723	Centro de área sin información de presencia de pozos