



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS**

EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DEL ACUÍFERO DE SIERRA GORDA

INFORME TÉCNICO

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
DE RECURSOS HÍDRICOS

S.D.T. N° 331

Santiago, agosto 2012.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	ANTECEDENTES	2
3	ANÁLISIS	3
4	CONCLUSIONES	4

ANEXOS

ANEXO 1 FIGURAS

ANEXO 2 DEMANDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

1 INTRODUCCIÓN.

El Sector Acuífero de Sierra Gorda fue declarado Área de Restricción mediante Resolución DGA N° 759 de 21 de diciembre de 2001, debido al grave riesgo de disminución de los niveles del acuífero establecido en base a distintos Informes Técnicos del Servicio, que a su vez, consideraron estudios hidrogeológicos entregados por los mismos solicitantes de derechos de aprovechamiento presentes en el sector.

Considerando que recientemente se han modificado los criterios para la asignación de derechos provisionales; que todavía existen pendientes solicitudes asociadas a este sector; y que se conocen nuevos antecedentes hidrogeológicos en el área, es necesario analizar, reevaluar y consolidar toda la información respecto a la disponibilidad los recursos hídricos subterráneos del sector, asunto objetivo de este informe.

2 ANTECEDENTES.

Para la realización de este informe se consideraron tanto los antecedentes que se utilizaron para la declaración de Área de Restricción (Informes y Minutas Técnicas) como otros provenientes de estudios de la Dirección General de Aguas, y los aportados en las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas subterráneas.

A continuación se realiza una breve descripción de los antecedentes del Servicio involucrados en la declaración de Área de Restricción del Sector Acuífero de Sierra Gorda:

- Informe Técnico N° 124 de 28 de mayo de 1998: Señala características del sector, tales como, recarga, fuentes, volumen embalsado y derechos constituidos. Se nombran también, evidencias de sobreexplotación del acuífero.
- Minuta Técnica N° 120 de 30 de agosto de 1999: Se muestra la delimitación del Sector Acuífero y antecedentes entregados por solicitantes de derechos de aprovechamiento de aguas respecto a estimaciones de recarga, concluyendo que este acuífero no posibilita la constitución de nuevos derechos de carácter permanente y definitivo debido a la magnitud de la demanda.
- Minuta Técnica N° 11 de 26 de enero de 2001: Respuesta a oposiciones de la solicitud de Declaración de Área de Restricción presentada por S.Q.M.
- Minuta Técnica N° 134 de 29 de noviembre de 2002: Corresponde a una actualización de las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas y los derechos comprometidos en el sector.

Se analizó además la información hidrogeológica adjuntada por los solicitantes en los expedientes ND-0203-1589 y ND-0203-1590 y la información de los estudios "Análisis y Planificación de los Recursos de Agua en la Segunda Región de Antofagasta" de junio de 1991, "Evaluación Hidrogeológica del Sector Norte del Salar de Aguas Blancas, Provincia de Antofagasta" de agosto de 1995, e "Hidrogeología de la Segunda Región" de febrero de 2005.

3 ANÁLISIS.

La Figura 1 (ver Anexos) muestra el Sector Acuífero de Sierra Gorda, delimitado mediante la Minuta Técnica N° 120 de 1999. Éste se ubica en la Depresión Intermedia, entre la Cordillera de la Costa y la cordillera de Domeyko. Geológicamente, se destacan las Formaciones de Sierra Moreno, Agua Dulce y La Negra; rocas intrusivas correspondientes a dioritas y granodioritas; pero principalmente sedimentos aluviales, coluviales y depósitos de corrientes de barro y depósitos salinos.

El clima se presenta como Desértico Normal, de muy escasa vegetación, donde no existen áreas protegidas. Las precipitaciones medias anuales son prácticamente nulas, sólo a partir de la cota 2000 m.s.n.m. empiezan a aumentar, pudiendo alcanzar en algunas cumbres hasta 150 mm por año, pero que se concentran en los meses estivales.

Todos los antecedentes coinciden en que la principal fuente de recarga al acuífero es la que ingresa por la Quebrada Los Arrieros en el extremo oriental de la cuenca.

Revisando los antecedentes acompañados en los expedientes ND-0203-1589 y ND-0203-1590, que corresponden a informes hidrogeológicos realizados por INVEREX Limitada y el estudio "Análisis y Planificación de los Recursos de Agua en la Segunda Región de Antofagasta", así como las cartas geológicas de la zona (Carta Geológica de Chile 1 : 250.000, hojas Antofagasta y Tocopilla) se puede deducir que el Sector Acuífero de Sierra Gorda abarca un área superior a la definida hasta ahora, y cuya delimitación sería la que se muestra en la Figura 2 (ver Anexos). Es así, que dada la continuidad geológica y geomorfológica que se aprecia y la dirección del flujo de aguas subterráneas observada en los pozos existentes en la zona, las aguas que ingresan por la Quebrada Los Arrieros escurren subterráneamente en dirección suroeste hasta llegar a la zona de descarga que corresponde al Salar del Carmen. Por lo tanto, si bien pueden existir acuíferos de distintas características, en conjunto constituyen un Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común.

Esta nueva área no implicaría mayor superficie de recarga, ya que como se observa en la Figura 3 (ver Anexos), que corresponde a un mapa de isoyetas construido en base a datos actualizados del año 2008, sigue siendo la Quebrada Los Arrieros la que capta las aguas generadas en la zona alta donde las precipitaciones son más significativas (superiores a 10 mm), situación que es corroborada en los Informes de INVEREX Limitada. Sin embargo, como se señaló anteriormente, respecto al monto de esta recarga existen discrepancias entre los estudios revisados (DICTUC: 55 Y 108 l/s; CPH: 130 y 150 l/s; INVEREX: 182 l/s; INYGE: 124 l/s) y ya que es necesario definir un valor único, se llevó a cabo un cálculo de recarga de aguas subterráneas a largo plazo realizado mediante isoyetas medias anuales (Figura 3) y coeficientes de infiltración en concordancia con las características de cada zona, arrojando un valor aproximado de 125 litros por segundo o 3.942.000 m³/año.

Tabla 1. Calculo de recarga de aguas subterráneas.

SECTOR ACUÍFERO	ISOYETAS (mm/año)	ÁREA (m²)	COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN %	RECARGA (l/s)
Sierra Gorda	15	2.079.924.665	1	9,89
	35	890.102.568	10	98,78
	50	51.074.478	20	16,19
Total				125

Si se compara este valor de recarga con el volumen de derechos comprometidos que ascienden a 7.508.154 m³/año (ver listado en los Anexos), es claro que el sector Acuífero de Sierra Gorda sigue estando bajo grave riesgo de disminución de sus niveles y corresponde el mantenimiento del Área de Restricción. Sin embargo deberá revisarse el otorgamiento de derechos provisionales.

4 CONCLUSIONES.

- Analizando nuevos antecedentes referentes a la geología, hidrogeología y geomorfología, el Sector Acuífero de Sierra Gorda queda delimitado según se muestra en el Mapa 1.
- Pese al incremento del área, el Sector Acuífero de Sierra Gorda mantiene a la Quebrada Los Arrieros como principal aportante a la recarga del mismo.
- Al existir discrepancias en cuanto al valor de la recarga del acuífero, se realizó un nuevo cálculo mediante el método de coeficientes de infiltración, arrojando un volumen de 3.942.000 m³/año, el cual es del orden de magnitud de los presentados en otros estudios.
- Las condiciones de oferta y demanda de recursos hídricos subterráneos presentes en el Sector Acuífero ameritan el mantenimiento del Área de Restricción, sin embargo debe revisarse el otorgamiento de derechos Provisionales.

**ANEXO 1
FIGURAS**

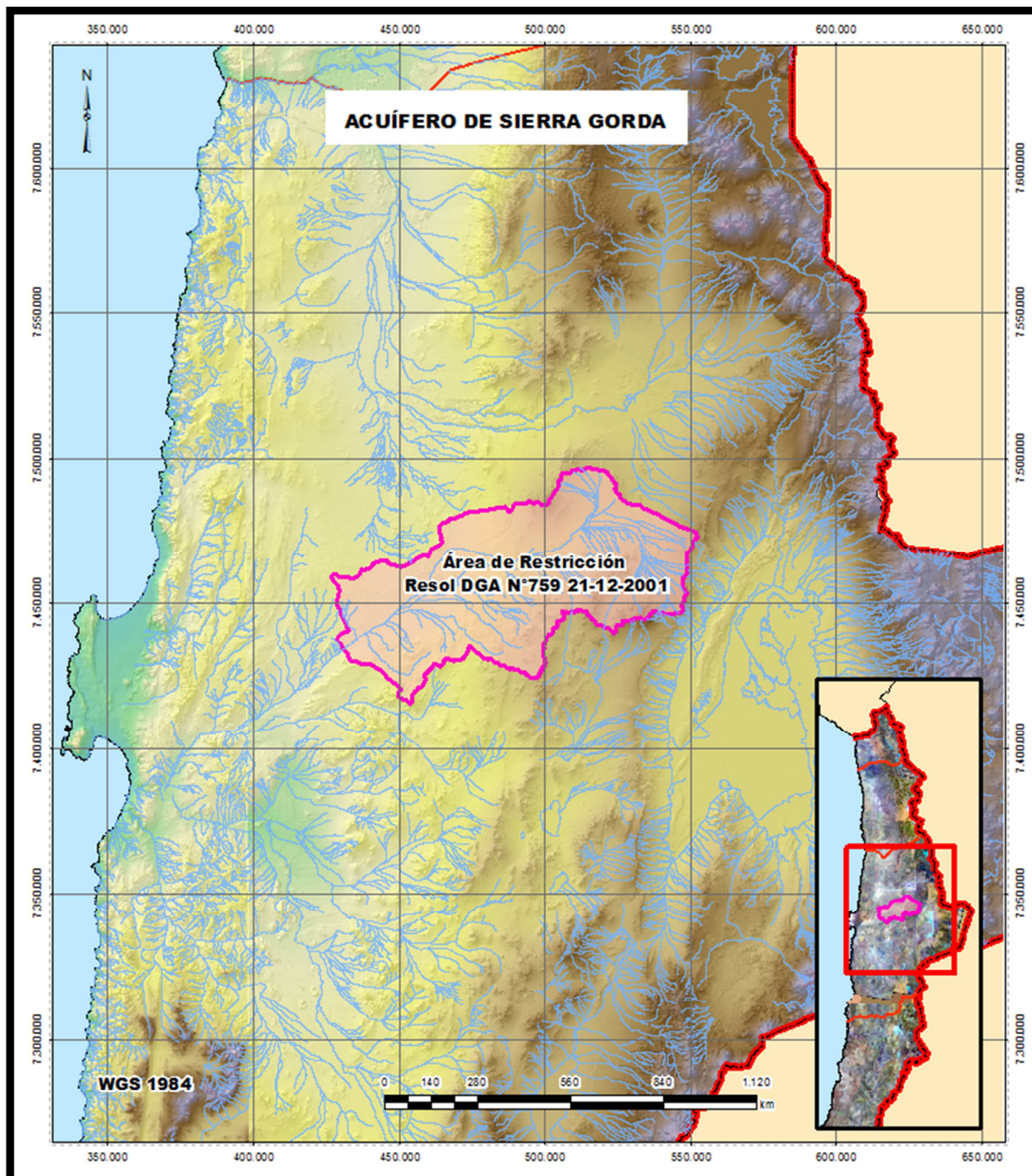


Figura 1.

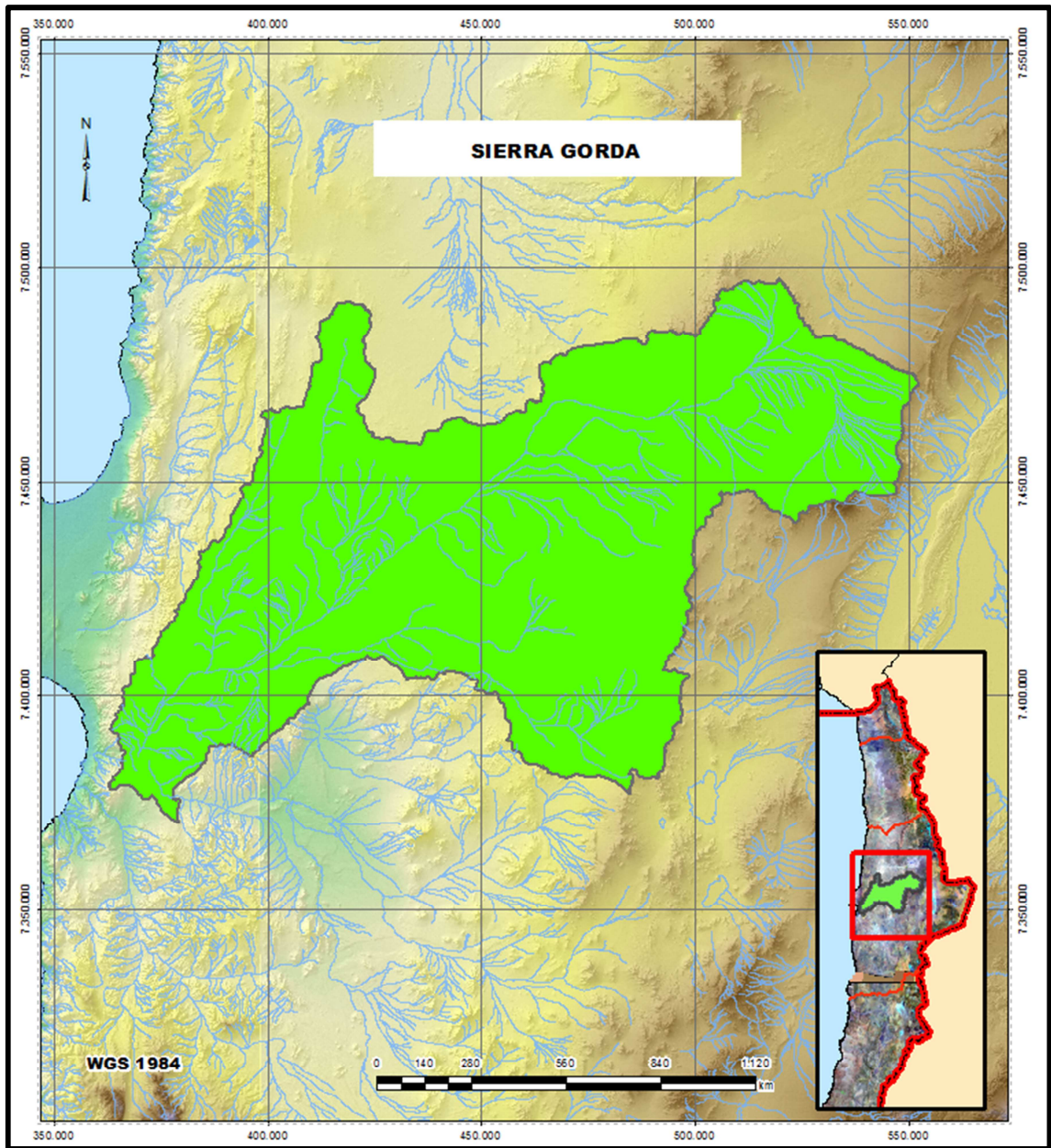


Figura 2.

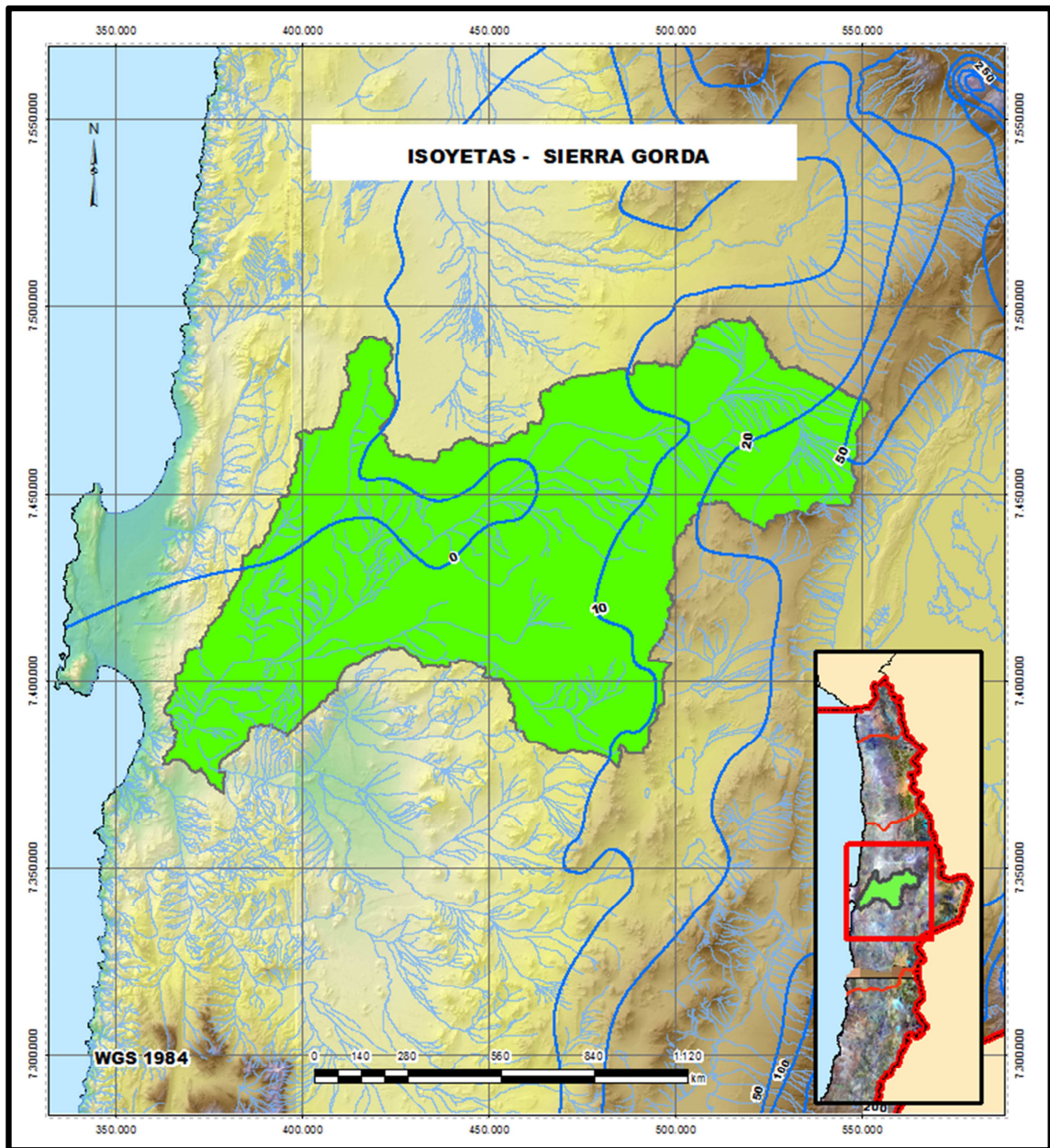
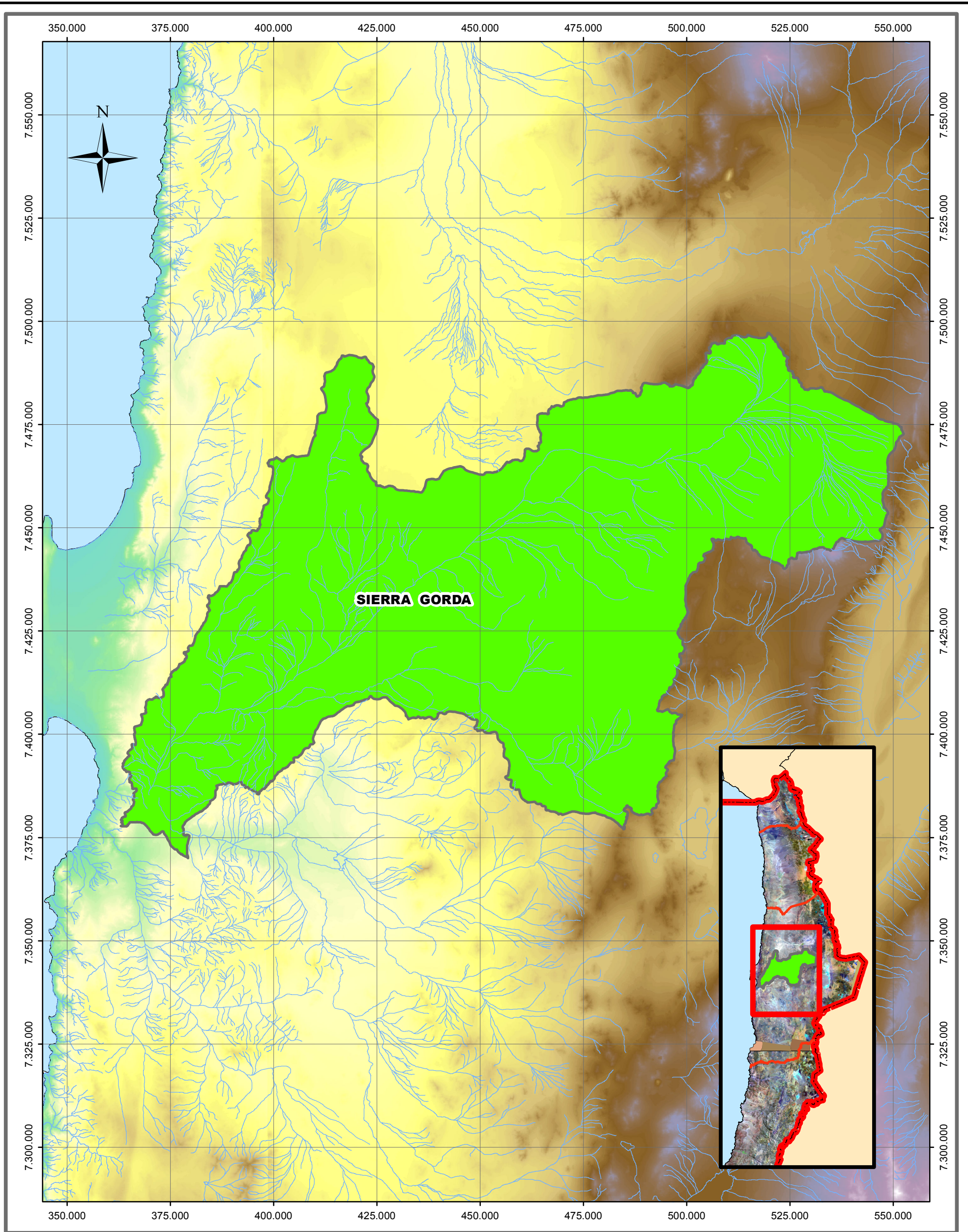



Figura 3.



Simbología

 Sierra Gorda



DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
 SECRETARÍA TÉCNICA

SECTOR HIDROGEOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO COMÚN
SIERRA GORDA

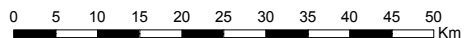
FUENTE: Base Cartográfica, MOP 2011
 Elaboración Propia
 PROYECCIÓN: Universal Transversal de Mercator (UTM)
 DATUM: Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84)
 HUSO: 19 Sur.

JEFE DEPTO. ADMINISTRACIÓN
 RECURSOS HÍDRICOS

MAPA N° 1

FECHA Agosto 2012 Nury Salazar M : Geógrafo

ESCALA:



1:900.000

ANEXO 2
DEMANDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

SIERRA GORDA

	Expediente	Fecha Ingreso	Peticionario	Caudal Solicitado (l/s)	Volumen Total Anual Solicitado (m³)	Caudal Otorgado (l/s)	Volumen Total Anual Otorgado (m³)	UTM Norte (m)	UTM Este (m)	Sit. Actual	Nº Res.	Fecha Resolución	Ley Nº 20.017	Volumen Total Anual Acumulado (m³)
1	UA-0203-4	08-11-86	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	30,00		2,70		7.447.503	453.071	A	869	29-10-99		85.147
2	ND-0203-5069	23-09-85	COMPAÑIA MINERA FLOMAX	10,00		0,30		7.466.230	465.465	A	543	22-08-90		94.608
3	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		1,49		7.441.548	440.976	A	442	24-11-88		141.597
4	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		0,82		7.439.350	437.283	A	442	24-11-88		167.456
5	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		5,28		7.439.086	437.006	A	442	24-11-88		333.966
6	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		0,52		7.435.898	432.620	A	442	24-11-88		350.207
7	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		1,78		7.439.825	438.060	A	442	24-11-88		406.341
8	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		0,05		7.439.600	437.774	A	442	24-11-88		407.950
9	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		0,91		7.438.324	435.797	A	442	24-11-88		436.647
10	ND-0203-2669	21-11-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	50,00		1,50		7.437.787	436.576	A	109	16-02-90		483.951
11	ND-0203-2681	21-11-86	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	50,00		9,50		7.445.912	448.268	A	351	29-08-89		783.543
12	ND-0203-2681	21-11-86	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	50,00		1,22		7.458.493	460.169	A	170	20-05-88		822.017
13	ND-0203-2681	21-11-86	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	50,00		4,50		7.457.544	458.692	A	170	20-05-88		963.929
14	ND-0203-2681	21-11-86	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	50,00		4,40		7.457.733	458.469	A	170	20-05-88		1.102.688
15	ND-0203-2681	21-11-86	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	50,00		2,09		7.448.400	450.196	A	170	20-05-88		1.168.598
16	ND-0203-2681	21-11-86	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	50,00		0,12		7.447.794	449.755	A	170	20-05-88		1.172.382
17	ND-0203-2681	21-11-86	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	50,00		0,95		7.446.356	447.866	A	170	20-05-88		1.202.342
18	ND-0203-2641	03-12-86	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		2,90		7.440.192	439.348	A	121	19-02-90		1.293.796
19	ND-0203-2641	03-12-86	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		2,50		7.440.874	439.752	A	121	19-02-90		1.372.636
20	ND-0203-5002	26-12-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	30,00		0,81		7.446.414	447.510	A	315	18-08-88		1.398.180
21	ND-0203-5002	26-12-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	30,00		0,38		7.446.274	447.939	A	315	18-08-88		1.410.164
22	ND-0203-5002	26-12-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	30,00		7,00		7.446.750	449.100	A	402	11-05-90		1.630.916
23	ND-0203-5002	26-12-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	30,00		7,45		7.446.525	448.880	A	315	18-08-88		1.865.859
24	ND-0203-5002	26-12-86	ALDO FRUGONE FERRANDO	30,00		0,08		7.447.390	454.230	A	315	18-08-88		1.868.445
25	ND-0203-5047	08-01-87	COMINOR S.A.	60,00		0,01		7.443.450	444.450	A	190	27-05-88		1.868.886
26	ND-0203-16	06-03-87	COMPAÑIA MINERA FLOMAX	10,00		0,26		7.467.200	505.000	A	96	22-02-91		1.877.086
27	ND-0203-16	06-03-87	COMPAÑIA MINERA FLOMAX	10,00		0,90		7.469.980	505.970	A	96	22-02-91		1.905.468
28	ND-0203-16	06-03-87	COMPAÑIA MINERA FLOMAX	10,00		0,09		7.470.160	503.800	A	96	22-02-91		1.908.306
29	ND-0203-22	18-03-87	MOHAMED SALIM DUK CASTRO	5,00		2,50		7.462.550	461.507	A	600	14-12-92		1.987.146
30	ND-0203-22	18-03-87	MOHAMED SALIM DUK CASTRO	5,00		5,00		7.461.570	461.332	A	600	14-12-92		2.144.826
31	ND-0203-22	18-03-87	MOHAMED SALIM DUK CASTRO	5,00		5,00		7.461.080	461.471	A	600	14-12-92		2.302.506
32	ND-0203-36	20-05-87	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		7,40		7.438.089	435.242	A	379	11-10-91		2.535.873
33	ND-0203-36	20-05-87	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		0,09		7.434.996	431.693	A	379	11-10-91		2.538.711
34	ND-0203-76	21-12-87	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		0,09		7.452.123	459.882	A	487	21-11-91		2.541.549
35	ND-0203-92	21-01-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	30,00		4,08		7.447.517	455.022	A	540	19-12-91		2.670.216
36	ND-0203-93	21-01-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	30,00		0,86		7.446.915	455.998	A	427	28-10-91		2.697.337
37	ND-0203-100	03-02-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	10,00		1,17		7.437.782	436.580	A	517	28-10-92		2.734.234

SIERRA GORDA

	Expediente	Fecha Ingreso	Peticionario	Caudal Solicitado (l/s)	Volumen Total Anual Solicitado (m³)	Caudal Otorgado (l/s)	Volumen Total Anual Otorgado (m³)	UTM Norte (m)	UTM Este (m)	Sit. Actual	Nº Res.	Fecha Resolución	Ley Nº 20.017	Volumen Total Anual Acumulado (m³)
38	ND-0203-98	03-02-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	10,00		0,09		7.435.753	432.445	A	246	09-07-92		2.737.073
39	ND-0203-139	04-04-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	10,00		2,10		7.440.076	438.707	A	603	09-07-02		2.803.298
40	ND-0203-153	31-05-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		1,50		7.476.199	468.282	A	410	14-08-03		2.850.602
41	ND-0203-155	31-05-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		4,87		7.474.488	467.194	A	517	04-12-91		3.004.182
42	ND-0203-156	31-05-88	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	20,00		4,55		7.476.169	468.589	A	554	19-11-92		3.147.671
43	ND-0203-218	05-09-88	COMPAÑIA MINERA FLOMAX	10,00		0,40		7.466.540	465.640	A	483	21-06-90		3.160.286
44	ND-0203-234	12-09-88	ALDO ANTONIO ATILIO FRUGONE FERRANDO	30,00		2,20		7.444.524	446.848	A	136	08-02-99		3.229.665
45	ND-0203-321	13-03-89	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	10,00		0,70		7.453.794	459.317	A	610	09-07-02		3.251.740
46	ND-0203-338	26-05-89	COMPAÑIA MINERA EL BRONCE	6,00		6,00		7.475.819	471.080	A	530	16-12-93		3.440.956
47	ND-0203-338	26-05-89	COMPAÑIA MINERA EL BRONCE	4,00		4,00		7.476.103	470.689	A	530	16-12-93		3.567.100
48	ND-0203-697	14-08-91	MOHAMED SALIM DUK CASTRO	3,00		3,00		7.461.570	461.332	A	324	10-08-93		3.661.708
49	ND-0203-697	14-08-91	MOHAMED SALIM DUK CASTRO	3,00		3,00		7.461.080	461.471	A	324	10-08-93		3.756.316
50	ND-0203-725	30-10-91	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	25,00		15,50		7.440.099	439.281	A	115	14-03-97		4.245.124
51	ND-0203-734	15-11-91	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	10,00		8,00		7.441.948	441.549	A	119	14-03-97		4.497.412
52	ND-0203-734	15-11-91	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	10,00		8,00		7.441.834	441.339	A	119	14-03-97		4.749.700
53	ND-0203-784	15-04-92	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	6,60		5,90		7.446.753	449.556	A	557	01-08-96		4.935.762
54	ND-0203-784	15-04-92	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	7,40		6,70		7.447.221	449.863	A	557	01-08-96		5.147.054
55	ND-0203-784	15-04-92	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	12,12		10,90		7.460.175	460.932	A	557	01-08-96		5.490.796
56	ND-0203-866	01-10-92	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	10,00		10,00		7.441.295	440.682	A	1129	24-11-98		5.806.156
57	ND-0203-866	01-10-92	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	7,69		7,69		7.441.073	440.324	A	1129	24-11-98		6.048.668
58	ND-0203-866	01-10-92	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	14,28		14,28		7.440.808	439.715	A	1129	24-11-98		6.499.002
59	ND-0203-866	01-10-92	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	11,50		11,50		7.437.871	435.893	A	1129	24-11-98		6.861.666
60	ND-0203-966	31-05-93	COMPAÑIA MINERA EL BRONCE	11,50		7,00		7.476.005	469.975	A	435	08-07-96		7.082.418
61	ND-0203-966	31-05-93	COMPAÑIA MINERA EL BRONCE	4,50		4,50		7.475.944	469.540	A	435	08-07-96		7.224.330
62	ND-0203-987	10-08-93	COMPAÑIA MINERA EL BRONCE	1,60		1,60		7.476.524	471.200	A	671	27-11-95		7.274.788
63	ND-0203-987	10-08-93	COMPAÑIA MINERA EL BRONCE	4,00		4,00		7.475.912	469.089	A	671	27-11-95		7.400.932
64	ND-0203-987	10-08-93	COMPAÑIA MINERA EL BRONCE	2,20		2,20		7.476.171	469.136	A	671	27-11-95		7.470.311
65	ND-0203-1510	23-03-97	DIAZ Y COMPAÑIA LTDA-	10,00		0,20		7.390.120	371.829	A	391	30-04-02		7.476.618
66	ND-0203-1510	23-03-97	DIAZ Y COMPAÑIA LTDA-	10,00		1,00		7.390.045	371.960	A	391	30-04-02		7.508.154
67	ND-0203-1362	15-12-95	SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.	40,00				7.442.194	441.884	D-RR				
68	ND-0203-1561	09-10-97	ANTOFAGASTA MINERALS S.A.	15,00				7.465.045	489.927	P-DARH				
69	ND-0203-1590	16-01-98	ANGLO AMERICAN NORTE S.A.	4,50				7.406.670	389.920	P-DARH				
70	ND-0203-1857	09-08-99	ANTOFAGASTA MINERALS S.A.	20,00				7.466.979	480.675	D-RR				
71	ND-0202-2146	18-06-01	SANTIAGO DE RIO GRANDE S.A.	53,00				7.481.550	518.905	P-DARH				
72	ND-0202-2146	18-06-01	SANTIAGO DE RIO GRANDE S.A.	48,00				7.482.844	521.387	P-DARH				
73	ND-0202-2146	18-06-01	SANTIAGO DE RIO GRANDE S.A.	51,00				7.484.018	519.870	P-DARH				