



REPUBLICA DE CHILE
GOBIERNO REGIONAL
SEXTA REGIÓN
DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN
DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS - VI REGION



**DIAGNOSTICO POTENCIAL HIDRICO ACUIFEROS
COSTEROS PROVINCIA CARDENAL CARO
SEXTA REGION**

**VOLUMEN N°1
INFORME FINAL**

REALIZADO POR :

SITAC S.A.

S.I.T. N° 49

Rancagua, Octubre de 1998

GOBIERNO REGIONAL – SEXTA REGIÓN
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Intendente

Sr. Bernardo Zapata Abarca

Ministro de Obras Públicas

Sr. Ricardo Lagos Escobar

Director General de Aguas

Ing. Sr. Humberto Peña Torrealba

Jefe Departamento de Estudios y Planificación

Ing. Sr. Carlos Salazar Méndez

Director Regional de Aguas

Ing. Sr. Guillermo Julio Mardones

Inspector Fiscal

Sra. Ximena Corbalán Hirmas

Jefe de Proyecto

Geól. Sr. Layto Dalannais González

Profesionales Participantes

Ing. Sr. Mario Guzmán Pineda

Ing. Sr. Fernando Vidal Jara

Geól. Sr. Jorge Poblete Cortés

Geól. Srta. Raquel Acedo Lopesino

Const. Civil Sr. Jorge Chacón Barrios

Geóg. Sr. Cristián Morales Silva

Geóg. Sra. Patricia Navarrete Fierro

Cartg. Sra. Verónica Garay Baros

**DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL HÍDRICO EN ACUÍFEROS COSTEROS
PROVINCIA CARDENAL CARO
VI REGIÓN**

**INDICE TOMO I
INFORME**

	Pág.
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Generalidades	7
1.2 Area de Estudio	8
1.3 Metodología	25
2. CATASTRO DE POZOS Y DERECHOS DE AGUA	27
2.1 Derechos de Agua	29
2.2 Catastro de Pozos	41
3. GEOLOGÍA	51
3.1 Geología Regional	53
3.2 Geología Cuenca Río Rapel	59
3.2.1 Rocas consolidadas	59
3.2.2 Rocas no consolidadas	61
3.3 Geología Cuenca Estero Topocalma	62
3.3.1 Rocas consolidadas	63
3.3.2 Rocas no consolidadas	65
3.4 Geología Cuenca Estero Nilahue	66
3.4.1 Rocas consolidadas	67
3.4.2 Rocas no consolidadas	69
4. GEOFÍSICA	73
5. HIDROLOGÍA	79
5.1 Descripción Hidrográfica	81
5.2 Antecedentes	82
5.3 Metodología	86

	Pág.
5.4 Precipitación	88
5.5 Escorrentía	92
5.6 Caudales Medios	98
6. DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS	107
6.1 Demanda de Agua Potable	109
6.2 Uso del Suelo y Demanda de Agua de Riego	125
6.3 Evapotranspiración	131
7. HIDROGEOLOGÍA	141
7.1 Unidades Hidrogeológicas	143
7.2 Pruebas de Bombeo	151
7.3 Caracterización del Acuífero	158
7.3.1 Medición de Niveles	158
7.3.2 Parámetros Hidráulicos	159
7.3.3 Flujo Subterráneo y volumen Almacenado	161
7.4 Balance Hidrico	168
8. HIDROQUÍMICA	175
8.1 Clasificación de las aguas	177
8.1.1 Clasificación según Piper	179
8.1.2 Clasificación según Stiff	181
8.1.3 Clasificación según Salinidad	182
8.1.4 Clasificación según Parámetros considerados aisladamente	182
8.2 Calidad de Agua Potable	184
9. MODELO DE SIMULACIÓN	187
9.1 Descripción del Modelo	189
9.2 Definición y Formulación Areas de Modelación	196
9.3 Generalidades para la Implementación de los Modelos	198
9.4 Modelo Cuenca Río Rapel	209
9.5 Modelo Cuenca Estero Topocalma	219
9.6 Modelo Cuenca Nilahue Bajo	233
9.7 Modelo Cuenca Nilahue Alto	247
10. INTRUSIÓN SALINA	263

	Pág.
11. CONCLUSIONES	271
12. BIBLIOGRAFIA	283

ANEXOS

- I. Encuesta de Pozos
- II. Informe Geofísica
- III. Hidrología
- IV. Pruebas de Bombeo
- V. Diagramas de Stiff

CUADROS

		Pág.
2.1	Derechos de Agua Cuenca Río Rapel	31
2.2	Derechos de Agua Cuenca Estero Topocalma	33
2.3	Derechos de Agua Cuenca Estero Nilahue	35
2.4	Solicitudes Derecho de Aprovechamiento	38
2.5	Resumen Derechos de Aprovechamiento	40
2.6	Catastro de Pozos, Cuenca Ríos Rapel, Topocalma y Nilahue	42
5.1	Estaciones Fluviométricas	83
5.2	Aforos	84
5.3	Estación pluviométrica	85
5.4	Extracciones para Riego Aguas Arriba de Nilahue en Santa Teresa	87
5.5	Patrón de Precipitaciones Anuales y Acumuladas	89
5.6	Precipitaciones Anuales Extendidas y Rellenadas	90
5.7	Precipitaciones Anuales Duración General y coeficientes de Frecuencia	91
5.8	Rapel en Corneche Caudales Medios Mensuales	92
5.9	Rapel en Corneche Variación Estacional y Duración General	93
5.10	Nilahue en Santa Teresa Caudales Medios Mensuales	94
5.11	Nilahue en Santa Teresa	95
	A) Variación Estacional y Duración General	95
	B) Variación Estacional Adimensional	95
5.12	Consumos Medios del Riego – Nilahue en Santa Teresa	96
5.13	Nilahue en Santa Teresa	97
	A) Variación Estacional y Duración General	97
	B) Variación Estacional Adimensional	97
5.14	Precipitaciones Anuales Cuenca y Subcuencas en Estudio	98
5.15	Superficie Aportantes	99
5.16	Nilahue en Santa Teresa Rendimientos Específicos (con Riego o Situación Actual) (sin Riego o Régimen Natural)	99
5.17	Variación Estacional y Duración General de los Caudales Medios Anuales	100
6.1	Centros Poblados (área en estudio) Población Total	109
6.2	Categorías de la Entidades Pobladas	110

	Pág.	
6.3	Proyecciones de Población 1998 – 2018 por Centros Poblados	113
6.4	Consumo Agua Potable Rural	117
6.5	Consumo de Agua Potable en entidades Urbanas	119
6.6	Consumo de Agua Potable en entidades Rurales	120
6.7	Consumo Total y Dotación por Habitante	122
6.8	Proyección de Consumo de Agua Potable	123
6.9	Superficie de las explotaciones con tierra por uso del Suelo, según Calificación Geográfica.	126
6.10	Superficie Total Sembrada o Plantada por Grupo de Cultivos, según Clasificación Geográfica.	127
6.11	Superficie Sembrada con Cereales y Chacras, en Riego y Secano, Producción y Rendimiento, según Clasificación Geográfica y Especie.	128
6.12	Superficie cultivada con Hortalizas por sistema de cultivo año agrícola 1996-1997 según Clasificación Geográfica y Especie.	129
6.13	Superficie Plantada con Viñas y Parronales Viníferos en Riego y secano, según Clasificación Geográfica.	130
6.14	Superficie Regada en el año Agrícola 1996 – 1997 por sistemas de Riego, según Clasificación Geográfica.	130
6.15	Temperaturas Medias Mensuales, Estación Quelentaro (Cuenca Rapel, Estero Nilahue y Topocalma).	135
6.16	Evapotranspiración cultivos Cuenca del Rapel	136
6.17	Evapotranspiración Cultivos Cuenca del Estero Topocalma.	137
6.18	Evapotranspiración Cultivos Cuenca del Estero Nilahue.	138
6.19	Superficie Sembrada o Plantada por Grupo de Cultivos (Hectáreas) en Areas de Riego. Cuenca Estero Rapel, Topocalma y Nilahue.	139
6.20	E.T.R. Anual por Cuenca.	140
7.1	Pruebas de Bombeo	155
7.2	Cálculo Rendimiento Pozos Prueba de Bombeo	156
7.3	Transmisividad y Permeabilidad Pruebas de Bombeo	157
7.4	Profundidad Media Nivel Estático	158
7.5	Permeabilidad y Coeficiente de Almacenamiento	161
7.6	Recarga Subterránea	162
7.7	Volumen de Almacenamiento	163
7.8	Modelo Cuenca Rio Rapel Cálculo Volumen Almacenado	164
7.9	Modelo Cuenca Estero Topocalma	165

	Pág.	
7.10	Modelo Cuenca Estero Nilahue Bajo	166
7.11	Modelo Cuenca Estero Nilahue Alto	167
7.12	Infiltración Máxima desde Cauce Superficial	170
7.13	Recarga por Precipitación Directa	173
7.14	Cálculo de Eficiencia de Riego	173
7.15	Evaporación Anual Sector de Riego	174
7.16	Infiltración Areas de Riego	174
8.1	Análisis Físico - Químicos	178
8.2	Diagrama de Piper	180
8.3	Diagrama de Wilcox	183
9.1	Recarga Acuífero Modelo Rapel	210
9.2	Recarga Acuífero Modelo Topocalma	220
9.3	Recarga Acuífero Modelo Nilahue Bajo	234
9.4	Recarga Acuífero Modelo Nilahue Alto	248

FIGURAS

	Pág.
1.1 Ubicación Area de Estudio	11
6.1 Población Total Censos 1982 -1992	114
6.2 Proyección de Población Poblados que incrementan de Tamaño	115
6.3 Proyección de Población Poblados que disminuyen su tamaño	116
6.5 Consumo de Agua Potable Entidades Urbanas	119
6.6 Consumo de Agua Potable Entidades Rurales	120
6.7 Consumo Total y Dotación por Habitante	121
7.1 Esquema Balance Hidrico	169
8.1 Análisis Fisico-Químico	178
9.1 Elevación Basamento Cuenca Río Rapel	201
9.2 Elevación Basamento Cuenca Estero Topocalma	203
9.3 Elevación Basamento Cuenca Estero Nilahue Bajo	205
9.4 Elevación Basamento Cuenca Estero Nilahue Alto	207
9.5 Permeabilidad Modelo Rapel	211
9.6 Basamento Modelo Acuífero Río Rapel	212
9.7 Calibración Superficie Equipotencial Modelo Río Rapel	213
9.8 Simulación Cuenca Río Rapel - Equipotencial	217
9.9 Simulación Cuenca Río Rapel - Isodescenso	218
9.10 Permeabilidad Modelo Topocalma	221
9.11 Basamento Modelo Acuífero Estero Topocalma	222
9.12 Calibración Superficie Equipotencial Modelo Estero Topocalma	223
9.13 Simulación Cuenca Estero Topocalma - Equipotencial	227
9.14 Simulación Cuenca Estero Topocalma - Isodescenso	230
9.15 Permeabilidad Modelo Nilahue Bajo	235
9.16 Basamento Modelo Acuífero Nilahue Bajo	236
9.17 Calibración Superficie Equipotencial Modelo Estero Nilahue Bajo	237
9.18 Simulación Cuenca Estero Nilahue Bajo - Equipotencial	241
9.19 Simulación Cuenca Estero Nilahue Bajo - Isodescenso	244
9.20 Permeabilidad Modelo Nilahue Alto	251
9.21 Basamento Modelo Acuífero Nilahue Alto	252
9.22 Calibración Superficie Equipotencial Modelo Estero Nilahue Alto	253
9.23 Simulación Cuenca Estero Nilahue Alto - Equipotencial	257
9.24 Simulación Cuenca Estero Nilahue Alto - Isodescenso	260

LAMINAS

1. Captaciones Cuenca río Rapel
2. Captaciones Cuenca estero Topocalma
3. Captaciones Cuenca estero Nilahue
4. Geología Regional Area de Estudio
5. Geología Cuenca río Rapel
6. Geología Cuenca estero Topocalma
7. Geología Cuenca estero Nilahue
8. Perfiles Geológicos
9. Isoyetas Medias Anuales
10. Isolneas de Escorrentia
11. Zonas de Cultivo
12. Pozos Pruebas de Bombeo
13. Curvas Isofreáticas
14. Curvas Isoprofundidad de Niveles
15. Diagramas de Stiff
16. Modelo - Isofreáticas

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL HÍDRICO EN ACUÍFEROS COSTEROS PROVINCIA CARDENAL CARO VI REGIÓN

RESUMEN

El presente informe se refiere al estudio hidrogeológico solicitado por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas denominado "Diagnóstico del Potencial Hídrico en Acuíferos Costeros Provincia Cardenal Caro VI Región".

El área de análisis corresponde a tres zonas ubicadas en la señalada provincia, delimitadas por su cuenca hidrográfica y que son las siguientes:

- Hoya del río Rapel: aguas abajo del embalse de la Central Rapel, principalmente entre la desembocadura y la localidad de Rapel y, además, la zona del estero Licancheu entre el sector El Potrero y La Boca.
- Hoya del estero Topocalma: principalmente entre el estero El Ganso por el sur y el estero Valle Hidango por el norte.
- Hoya del estero Nilahue: entorno al valle del estero hasta el sector de Santa Teresa y Ranguil, incluyendo la zona de los valles de los esteros Pumanque, Lolol y Quiahue.

El objetivo del estudio es disponer de mayores conocimientos de los sistemas acuíferos para su manejo, gestión y explotación, particularmente su configuración morfológica, magnitud, características hidrogeológicas, capacidad de explotación, demandas y vulnerabilidad.

También se consideran dentro de lo anterior, las demandas actuales y futuras de recursos hídricos, las situaciones legales de derechos de aprovechamiento de agua y la calidad del recurso almacenado. El estudio desarrollado entrega, además, la implementación de un modelo de simulación hidrogeológica en cada sistema subterráneo.

Las principales resultados y conclusiones obtenidos del estudio realizado se resumen a continuación:

- Hidrogeología río Rapel

El río Rapel, aguas arriba del estero Rosario escurre encajonado sobre un lecho de rocas del basamento intrusivo, sin mayor interés hidrogeológico. Aguas abajo del estero Rosario, el río escurre cortando sedimentos marinos de la Formación Navidad, que permite el desarrollo de espesores de sedimentos fluviales interesantes alcanzando potencias de 60 a 150 m.

- Hidrogeología estero Topocalma

La cuenca del estero Topocalma se puede dividir, hidrogeológicamente, en dos sectores, uno de cabecera formada por los esteros que desembocan en la llanura y otro que corresponde a la propia zona de llanura. Este sector de cabecera, formado por los esteros Topocalma, El Maqui y El Manzano, están labrados sobre el basamento intrusivo y con espesores sedimentarios no mayores a 15 o 20 m y sólo antes de llegar a la llanura aumenta a unos 50 m. El atractivo hidrogeológico de este sector es escaso y sólo permite satisfacer demandas domésticas mediante norias.

En el llano de Topocalma, un perfil gravimétrico muestra una profundidad del sedimento de 160 m, estimándose de acuerdo a antecedentes tectónicos un espesor entre 130 a 250 m, con un acuífero freático de 15 a 20 m de espesor y posibilidades de uno o más acuíferos semiconfinados en profundidad. Hacia la costa los sedimentos fluviales engranan con arenas de playa o depósitos de drenes.

- Hidrogeología estero Nilahue

El sector de mayor interés hidrogeológico se desarrolla al sur de la localidad de Nilahue, presentándose dos unidades atractivas, los sedimentos fluviales activos y los depósitos de relleno de valles interserranos. Estos últimos se han acumulado rápida y esporádicamente durante crecidas y en general depósitos sueltos y permeables en superficie, generando un acuífero libre pero con el estero y afluentes albergan un acuífero libre de espesor variable de hasta 30 m con nivel freático superficial (entre 1 a 5 m). En perfiles geofísicos realizados en el sector de Nilahue Cornejo se determinó un espesor de sedimento de hasta 150 a 170 m.

En la zona costera de estero Nilahue, aumenta la pendiente descendiendo 44 m en 11 km. hasta la localidad de Rincón, tramo en que la depositación de una

cobertura sedimentaria es prácticamente nula. Desde el sector El Maqui hacia el mar decrece bruscamente la pendiente desarrollándose un sedimento fluvial que en el sector de Palmilla, donde se realizaron perfiles geofísicos, se determinaron espesores de hasta 130 m. Próximo al mar los terrenos son casi horizontales generándose salinas debido al ingreso del agua de mar en las altas mareas.

En general la explotación de aguas subterráneas en las áreas de estudio es escasa, siendo la de mayor importancia en la cuenca del estero Nilahue. En su mayoría se realiza mediante norias de escasa productividad. Se catastraron 228 captaciones de agua subterránea y en su mayoría son explotadas sin derecho de aprovechamiento y su uso es principalmente doméstico y bebida.

El sector de estudio está dominado por áreas de secano y los cultivos se concentran principalmente en los valles de los esteros.

En las 7 pruebas de bombeo realizadas en norias, se comprobó un bajo rendimiento, entre 0,2 y 0,45 l/s, en los tres sectores estudiados. De las mediciones de nivel estático realizadas en aproximadamente 200 pozos, se observa que el nivel se encuentra a poca profundidad, 4,9 m como valor medio.

La recarga subterránea de los acuíferos de los tres sectores es baja y una mayor explotación a la actual sería, en parte, a costa del volumen almacenado, que en el caso de los valles del río Rapel y estero Topocalma este almacenamiento no es de gran importancia para una explotación adicional prolongada en el tiempo, a diferencia del sector del estero Nilahue entre Pumanque y Ranguil donde el relleno sedimentario permite un volumen de almacenamiento mayor, factible de una explotación más sustentable en el tiempo.

La información disponible para la modelación de los sistemas subterráneos fue bastante escasa, faltando principalmente mayor cantidad de pozos profundos con una buena descripción estratigráfica y pruebas de bombeo, y mediciones periódicas de nivel estático. En general, de acuerdo con los resultados de la modelación en las tres cuencas los acuíferos no presentan actualmente problemas de sobreexplotación, pudiéndose aumentar su uso con nuevos pozos.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

La Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas ha solicitado, debido a la creciente demanda de agua en cuencas costeras de la VI Región, un estudio que ha planteado, como objetivo general, disponer del conocimiento necesario de algunos sistemas de acuíferos costeros y determinar en ellos el potencial hídrico susceptible de explotar en forma sostenible en el tiempo.

La actual situación de demanda de recursos hídricos ha provocado el virtual agotamiento de las aguas superficiales en muchas áreas del país, lo que ha generado una mayor explotación de los recursos de agua subterránea, lo cual obliga a disponer de mayores conocimientos de los sistemas acuíferos para su explotación, particularmente respecto de su configuración morfológica, magnitud, características hidrogeológicas, capacidad de explotación, demandas y vulnerabilidad. Una vez conocidos los recursos existentes, más un análisis de las demandas de agua provenientes de diversos usuarios (riego, agua potable, industrial), considerando necesidades actuales y futuras, podrá determinarse la necesidad de tomar medidas tendientes a procurar la utilización más efectiva de los recursos y prever situaciones de déficit que podrían presentarse a futuro.

Dentro del estudio solicitado deben considerarse, además de la evaluación de la disponibilidad física del recurso subterráneo, las demandas de agua actuales y futuras, el uso de agua superficial para satisfacer parte de esta demanda, la situación legal de los derechos de agua y la calidad del recurso almacenado.

El estudio desarrollado entrega la caracterización hidrogeológica de cada sistema subterráneo de las cuencas consideradas para el estudio y la implementación de un modelo de simulación de cada sistema subterráneo.

1.2 Area de Estudio

De acuerdo con lo requerido para la elaboración de este estudio, el área de análisis se ha definido para tres zonas delimitadas por las cuencas hidrográficas correspondientes. Estas tres zonas que abarca el estudio son las siguientes:

- Hoya hidrográfica del río Rapel aguas abajo del Embalse Rapel.
- Hoya hidrográfica del estero Topocalma.
- Hoya Hidrográfica del estero Nilahue.

Hoya hidrográfica del río Rapel

El área de interés corresponde a la situada aguas abajo del embalse de la Central Rapel, principalmente el área del río Rapel entre la desembocadura y la localidad de Rapel, además de la zona del estero Licancheu entre el sector de El Potrero y La Boca.

La cuenca del río Rapel, con una extensión total de 14.177 km², se forma de la confluencia de los ríos Cachapoal y Tinguiririca. El río Rapel atraviesa la cordillera de la costa en un cañón de laderas escarpadas labrado en granodiorita, en donde se emplaza el muro del embalse y parte de su hoya de acumulación.

El área de la cuenca aguas abajo del embalse, correspondiente al sector del estudio, es de aproximadamente 500 km². El estero Licancheu, sector de especial interés, es un tributario sur del río Rapel, su junta con el río es muy cerca de la desembocadura de éste al mar. El área tributaria de esta subcuenca es de unos 40 km² y tiene una dirección sur-norte.

Hoya del estero Topocalma

La hoya del estero Topocalma o Quebrada Honda es una cuenca costera ubicada inmediatamente al sur de la cuenca del río Rapel, de una extensión de aproximadamente 520 km². El área de mayor interés en esta cuenca comprende entre el estero El Ganso por el sur y el estero Valle Hidango por el norte. El estero El Ganso es un tributario de la ribera norte del estero Topocalma, a unos 25 km. aguas arriba de su desembocadura al mar. El estero Valle Hidango también es un tributario norte, a unos pocos kilómetros de su desembocadura al mar.

Hoya del estero Nilahue

La hoya del estero Nilahue drena gran parte de la zona costera entre la localidad de Cahuil por el norte y el estero Paredones por el sur, con una extensión de aproximadamente 1.770 km². Posee una red de drenaje muy ramificada de acuerdo con la tectónica local, que ha fraccionado el macizo costero en ese sector. El estero Nilahue que tiene su nacimiento a unos 60 km. al sur de Pichilemu, tiene una dirección sur a norte casi en la totalidad de su recorrido y desemboca en la localidad de Cahuil, ubicada a unos 10 km. al sur de Pichilemu. En el Nilahue existen dos obras de regulación de envergadura: el embalse Lolol, situado en el nacimiento del estero Fortaleza, y el embalse Nilahue en el estero de La Viña.

El área de interés corresponde al entorno del mismo estero hasta el sector de Santa Teresa y Ranguil, incluyendo la zona de valle de las subcuencas de los esteros Pumanque y Nerquihue-Lolol, este último hasta el sector de Nerquihue.

En la figura 1.1 se muestra la zona donde se ubica el área de estudio.

A continuación se incluyen fotografías representativas de las áreas de estudio, en especial de los cauces principales y algunos puntos donde se realizaron aforos.

UBICACION AREA DE ESTUDIO

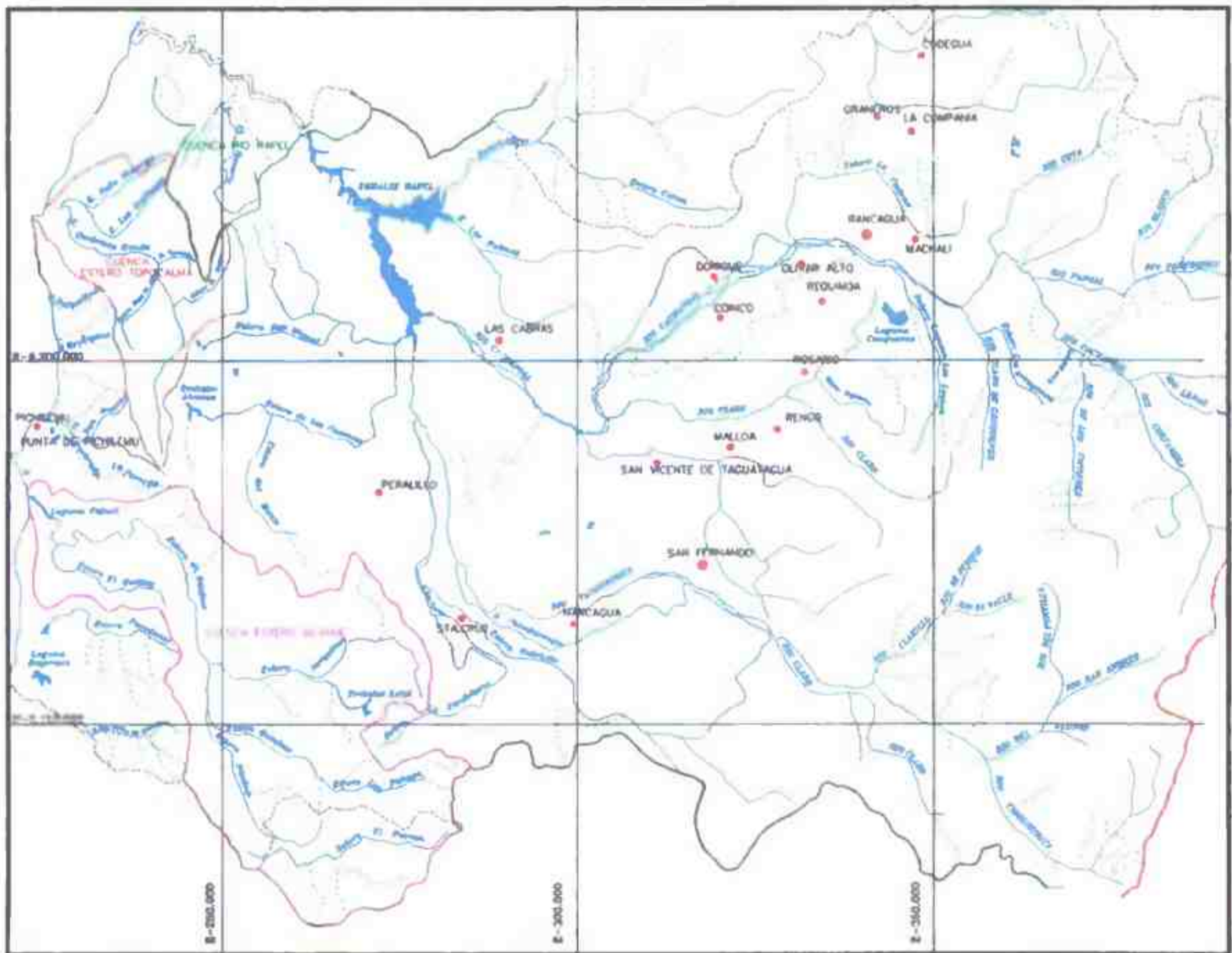
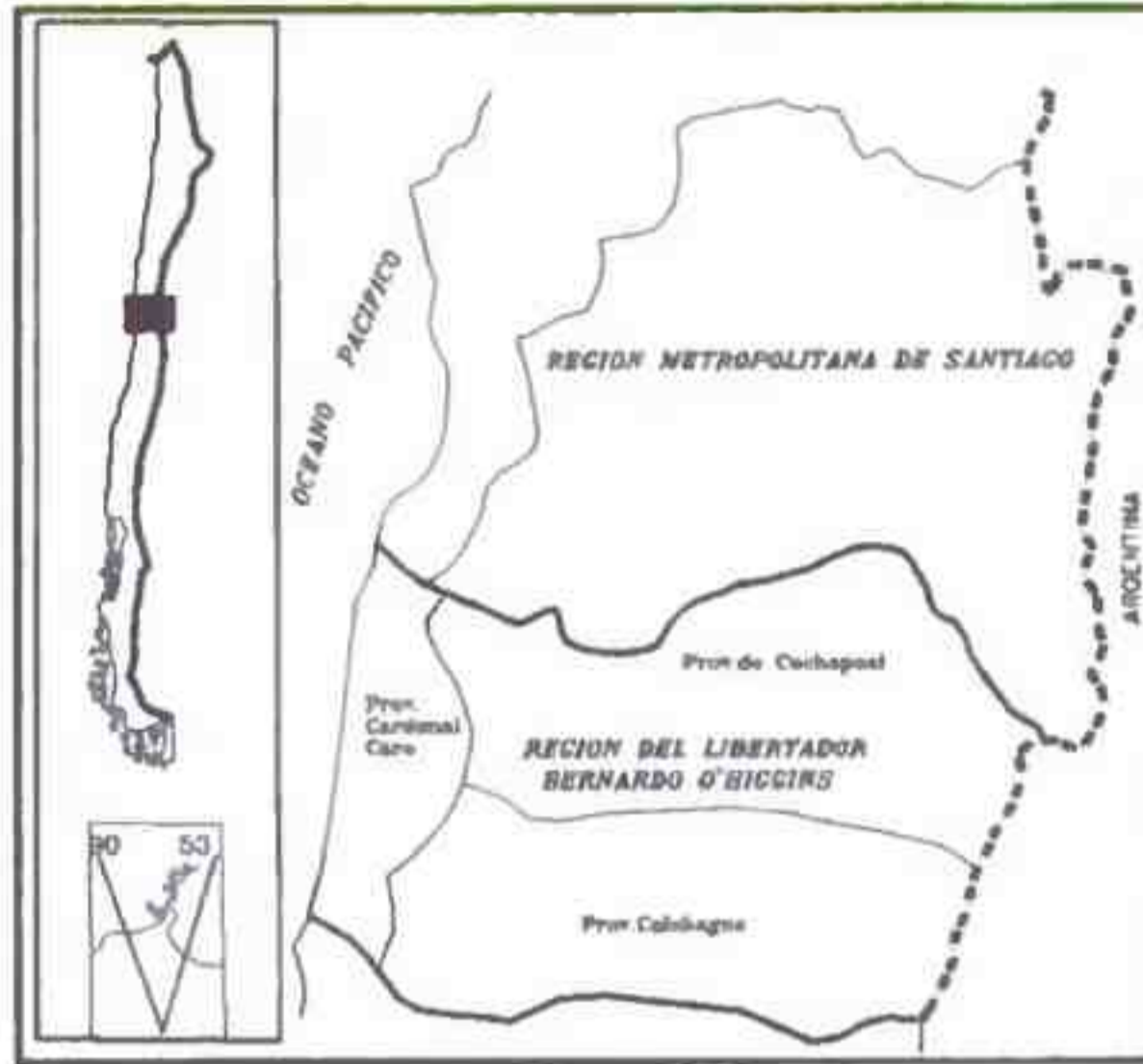


Fig.N-1.1



Río Rapel aguas arriba Puente ruta G-80



Río Rapel en desembocadura



Estero Licancheu



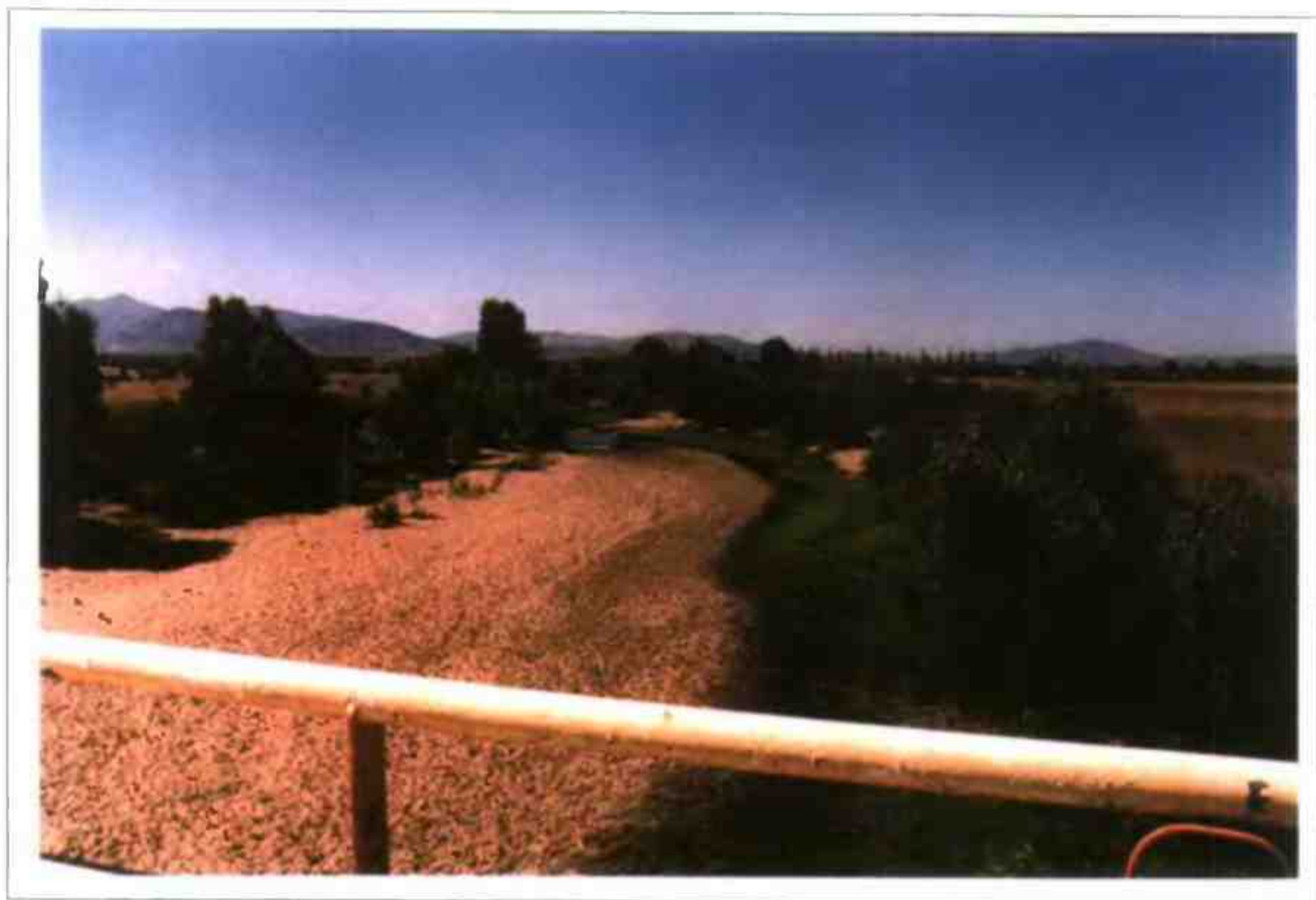
Estero Topocalma en cruce camino al Faro (aforo)



Estero La Leonera en Puente ruta G-872 (aforo)



Valle Topocalma



Est. Nilahue en puente ruta I-72. ante confl. Estero Lolol



Estero Pumanque en Ruta I-60



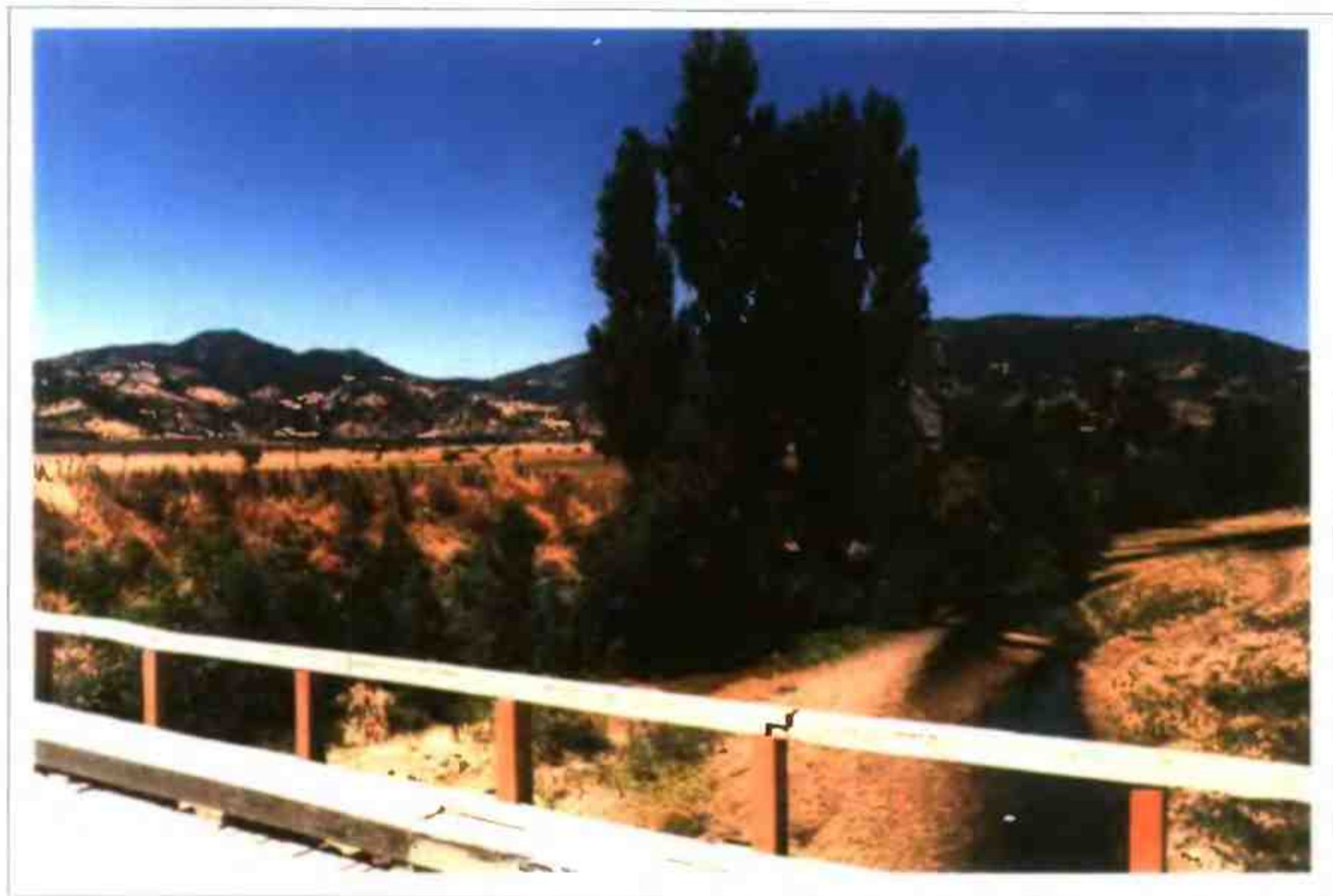
Estero Nilahue en Santa Teresa (Est DGA)



Estero Lolol en ruta I-60



Estero Quiahue en Pte Quiahue (aforo)



Estero Nilahue. sector Ranguli

1.3 Metodología

Para la elaboración del estudio, de acuerdo con el objetivo general de disponer del conocimiento de los sistemas acuíferos de las tres cuencas y determinar el potencial hídrico susceptible de explotar en el tiempo, se desarrolló la siguiente metodología:

- Recopilación y análisis de los antecedentes hidrogeológicos de la zona de estudio.
- Catastro de captaciones de agua subterránea existentes en los sectores de estudio.
- Nómina de todos los derechos de agua superficial y subterránea.
- A partir del estudio geológico, realizado sobre la base de interpretación de fotos aéreas, la geofísica realizada por SITAC, información estratigráfica de pozos y geología de terreno, se determina la geomorfología de la zona, la geometría de los acuíferos y las características hidrogeológicas de cada cuenca en estudio.
- Realizar un análisis hidrológico de cada cuenca a fin de determinar la escorrentía superficial, información necesaria para el balance hídrico subterráneo de cada sistema.
- A partir de información recopilada en terreno, en la Dirección General de Aguas y en la empresa de agua potable ESSEL, se obtuvieron las demandas de agua potable en centros poblados las cuales se proyectaron según el crecimiento poblacional previsto.
- Determinar, para cada comuna involucrada en el estudio, de acuerdo con la información disponible, los diferentes tipos de cultivos y las demandas de agua de riego asociadas.
- Se realizaron 7 pruebas de bombeo las que, junto a otras pruebas de las cuales se tiene información, permiten obtener parámetros que caracterizan hidráulicamente el acuífero.

- Con la información generada, hidrología, recarga subterránea y utilización de los recursos hídricos, se confeccionó un balance hídrico de los sistemas subterráneos.
- De acuerdo con la información disponible, se realizará un análisis de la hidroquímica del agua subterránea.
- Los antecedentes recopilados y generados en este estudio servirán como base para la formulación del modelo matemático de cada sistema subterráneo, y la confiabilidad de los resultados que entregue la modelación dependerá fundamentalmente de la calidad de la información disponible, que conforma los datos de entrada del modelo.
- Del análisis de la información generada, incluyendo los resultados del modelo de simulación, se presentará un diagnóstico de las características hidrogeológicas de los acuíferos, sus condiciones actuales de explotación y futuras de acuerdo con las proyecciones de demanda.

2. CATASTRO DE POZOS Y DERECHOS DE AGUA

2. CATASTRO DE POZOS Y DERECHOS DE AGUAS

2.1 Derechos de Agua

En relación con los derechos de agua en la zona del estudio, se efectuó una completa revisión y recopilación de información en la Dirección General de Aguas, tanto en el nivel central como regional.

Al respecto, se revisaron los libros de Registro de Derechos de Aprovechamiento de Aguas y se recopiló información en el Departamento de Administración de Recursos Hídricos. Se revisaron, además, las inscripciones en los Conservadores de Bienes Raíces correspondientes.

Con la información recopilada se confeccionó un catastro de mercedes y de derechos de aprovechamiento de agua superficial y subterránea.

Respecto a solicitudes de derecho de aprovechamiento, cabe destacar que durante los últimos 10 años se ha presentado una fuerte demanda por recursos de agua en la zona, en su gran mayoría para uso agrícola.

A continuación, en los cuadros N° 2.1, N° 2.2 y N° 2.3, se entrega la información de los derechos de aguas superficiales y aguas subterráneas de las cuencas del río Rapel, Topocalma y Nilahue respectivamente. En el Cuadro 2.4 aparecen las solicitudes de derecho de agua superficial y subterránea actualmente en trámite. Cabe hacer presente que esta información sobre solicitudes es meramente referencial y que en modo alguno significa una obligación de constituir los derechos solicitados, y que muchos podrían ser denegados o constituidos por un caudal menor al solicitado.

En el Cuadro N°2.5 se muestra un resumen de los derechos de aprovechamiento constituidos y en trámite por cuencas.

Actualmente en las zonas del estudio existen derechos, mercedes, usos por alrededor de 4,2 m³/s; de los cuales solo un 3% aproximadamente corresponde a aguas subterráneas, es decir, en su gran mayoría corresponde a aguas superficiales. En relación con las demandas, se puede indicar que actualmente existen solicitudes en trámite que suman alrededor de 2,2 m³/s en las tres zonas analizadas, y que sólo un 2,5 % corresponden a solicitudes de agua subterránea.

DERECHOS DE AGUA CUENCA RIO RAPEL

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE NAVIDAD AGUAS SUPERFICIALES											
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este							
ESSEL S.A.	ND 0603.579	Rio Rapel	6,241,490	242,870	900	1/4	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°679 de 1997	Mecánica	sin inscrip. al 30/11/97
ASOC. CANALISTAS C. LICANCHEU		Rio Rapel	6,244,240	240,942	200	1/4	Consumitivo	Permanente y Continuo	Dec N°359 de 1955 y N°1670 de 1962	Mecánica	sin inscrip. al 30/11/97
ASOC. CANALISTAS CANAL RAPEL	V - VI - 9 - 64	Rio Rapel	6,240,100	248,152	200	1/4	Consumitivo	Permanente y Continuo	Dec N°1832 de 1964 y N°94 de 1967	Mecánica	sin inscrip. al 30/11/97
FISCO DE CHILE, DIREC. DE RIEGO	ND 0603.443	Rio Rapel	6,241,530	242,830	400	1/4	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°561 de 1995	Mecánica	sin inscrip. al 30/11/97

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE NAVIDAD AGUAS SUBTERRANEAS											
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Prof. (m)	Inscripción
			Norte	Este							
SENDOS	M - VI - 9 - 64	Pozo O.S.R.	6,240,808	247,239	1.5	1/4	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°58 de 1984	32	fs 2 N°2 de 1984 y transf. a Esael fs. 2 N°3 de 1993 del C.B.R. de San Ant.
SENDOS	M - VI - 9 - 64	Pozo SEND N° 1.484	6,241,124	247,184	20.0	1/4	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°57 de 1984	35	fs 3 N°3 de 1984 y transf. a Esael fs. 2 N°4 de 1993 del C.B.R. de San Ant.

Cuadro N°2.1 (Cont)

DERECHOS DE AGUA CUENCA RIO RAPEL

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE LITUECHE AGUAS SUPERFICIALES												
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada			Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este	Este							
INVERSIONES MONTEALEGRE	M - VI - 9 - 1.047	Q. s/nombre afl. estero	6.224.550	246.460	270.000	m ³ /año	Consumitivo	Permanente y Continuo	Dec. Sup. N°1.355 de 1961	Gravit.	s/insc. al 30/11/97	
EDUARDO DOBERTI GUIC	ND.0603.082	E. El Chorrillo	6.219.400	247.040	350.000	m ³ /año	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°265 de 1989	Mecánica	fs. 174 N°2239 de 1989 del C.B.R. de San Antonio	
ANTONIO MOLFINO CHIORRINI	ND.0603.149	E. Los Lingues	6.216.000	246.650	10,0	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°361 de 1991	Gravit.	fs. 4va. N°4 de 1991 del C.B.R. de Pichilemu	
JOAQUIN MOLFINO CHIORRINI	ND.0603.155	E. San Francisco	6.227.220	246.840	40,0	l/s	Consumitivo	Eventual y Continuo	Res. DGA N°542 de 1992	Gravit.	s/insc. al 30/11/97	
EDUARDO CUBILLOS DUARTE	ND.0603.170	Vic. s/n afl. estero	6.227.320	247.043	20,0	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°431 de 1991	Gravit.	s/insc. al 30/11/97	
ANDRES E. FUENTES ALLENDE	ND.0603.323	San Vicente	6.227.320	247.155	8,3	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°326 de 1992	Gravit.	fs. 12 N°15 de 1992 del C.B.R. de Pichilemu	
		Qda. s/n afl. estero	6.227.320	247.155	6,8	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°326 de 1992	Gravit.		
		San Vicente			6,8	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo				

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE LITUECHE AGUAS SUBTERRANEAS												
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada			Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Prof. (m)	Inscripción
			Norte	Este	Este							
SENDOS	M - VI - 9 - 59	Pozo CELZAC N°712	6.221.625	248.630	1,80	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°562 de 1983	40,00	fs. 67 N°43 de 1990 del C.B.R. de Santa Cruz	
JOAQUIN MOLFINO CHIORRINI	ND.0603.156	Pozo N°1	6.215.350	248.300	0,20	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°447 de 1990	9,40	idem	
		Pozo N°2	6.217.900	247.260	0,10	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°447 de 1990	3,00	idem	
		Pozo N°3	6.217.025	246.650	0,80	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°447 de 1990	4,45	idem	
		Pozo N°4	6.215.150	247.820	0,20	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°447 de 1990	4,30	idem	
		Pozo N°5	6.214.950	246.600	0,60	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°447 de 1990	6,85	idem	
		Pozo N°6	6.214.470	247.640	0,20	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°447 de 1990	4,20	idem	
URZULA BURKERT FALK	ND.0603.315	Pozo A	6.216.704	246.610	3,40	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°448 de 1992	30,00		
		Pozo B	6.216.602	246.540	1,70	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°448 de 1992	23,00		
URZULA BURKERT FALK	ND.0603.349	Pozo	6.216.228	246.425	2,33	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°320 de 1993	35,00	fs. 15va. N°17 de 1993 del C.B.R. de Pichilemu	

Cuadro 2.2

DERECHOS DE AGUA CUENCA ESTERO TOPOCALMA

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE LITUECHE AGUAS SUPERFICIALES												
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenadas			Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este	m3/año							
MARIA F. REYES CABEZAS	M - VI - 9 - 79	Estero s/n afluyente estero Cartagena	6.213,698	245,575	1,500,000	m3/año	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°27 de 1988	Gravit.	fs. 9 N°13 de 1992 y transf. a José Cuevas fs. 10 N°14 de 1992 del C.B.R. de Pichilemu	
ANTONIO MOLFINO CHORRINI	ND.06.03.149	Est. Sta. Mónica, afl. est. El Culenar	6.218,920	244,065	30	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°361 de 1991	Gravit.	fs. 4va. N°4 de 1991 del C.B.R. de Pichilemu	
MANUEL CERON VILLABLANCA	M - VI - 8 - 115	Qda. Hicango o est. La Engorda	6.220,420	241,700	10	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°361 de 1991	Gravit.	fs. 4va. N°4 de 1991 del C.B.R. de Pichilemu	
INMOBILIARIA GENERAL S.A.	ND.06.03.382	E. La Leonera o Valle Hídango	6.222,000	233,650	3,000,000	m3/año	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°120 de 1983	Gravit.	fs. 7va. N°10 de 1985 del C.B.R. de Santa Cruz	
INMOBILIARIA GENERAL S.A.	NR.0603.383	Est. s/n afl. estero El Manzano	6.222,750	230,850	14.2	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°626 de 1995	Gravit.	fs. 4 N°4 de 1996 del C.B.R. de Pichilemu	
		Est. La Leonera	6.221,270	232,640	40.6	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°626 de 1995	Gravit.	idem.	
		Est. Los Quillayes	6.219,320	231,610	66.6	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°626 de 1995	Gravit.	idem.	
		Est. s/n afl. Estero El Manzano	6.223,500	229,100	3	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°626 de 1995	Gravit.	idem.	
		Quebrada El Manzano	6.223,820	230,790	5	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	Enviado a Juez	Gravit.	fs. 5 N°8 de 1995 del C.B.R. de Pichilemu	
		Estero El Manzano	6.223,900	231,350	5	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo	ORD. DGA VI N°324 de 30/09/93	Gravit.	idem.	
		Est. s/n afl. estero El Manzano	6.223,900	231,730	200	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo		Gravit.	idem.	
		Estero Topocalma	6.220,04	228.41	100	l/s	Consumitivo	Permanente y Continuo		Gravit.	idem.	
					100	l/s	Consumitivo	Permanente y Eventual		Gravit.	idem.	

Cuadro 2.2 (Cont.)

DERECHOS DE AGUA CUENCA ESTERO TOPOCALMA

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE MARCHIHE AGUAS SUPERFICIALES											
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este							
JOSE TORREALBA JIMENEZ	M - VI - 9 - 1.056	E. Las Damas	6.209.345	248.178	5,0	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Dec. MOP. N° 1.288 de 1964	mecánica	fs 56 N° 36 de 1964 del C.B.R. de Santa Cruz
			6.209.148	248.200	5,0	l/s	Consuntivo				

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE LA ESTRELLA AGUAS SUPERFICIALES											
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este							
ALBERTO ACUÑA GONZALEZ	ND.0603.45	Est. Mendocita	6.210.560	251.250	66,0	l/s	Consuntivo	Permanente y continuo	DGA N° 203 de 1971	Gravit.	sin insc. al 30/11/97

DERECHOS DE AGUA CUENCA ESTERO NILAHUE

COLCHAGUA - VI REGION COMUNA DE LOLOL AGUAS SUPERFICIALES											
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este							
COMUNIDAD CASTRO PRENDE	M-VI-9-1.032	E. Nilahue	6,172,005	243,780	75	l/s	Consuntivo	Eventual y Discontinuo	Dec. Sup. N°1.416 de 1958	Mecánica	fs. 15 N°16 de 1958 del C.B.R. de Sta. Cruz
SOC. AGR. STA. GABRIELA LTDA	NR. 0602.142	Qda. La Mina y El Bolsón	6,170,000	244,298	25	l/s	Consuntivo	Eventual y Discontinuo	Dec. Sup. N°1.416 de 1958	Mecánica	sin antecedentes al 30/11/97
OCTAVIO MUJICA V.	M-VI-9-1.008	E. La Fortaleza	6,318,050	252,550	430,000	m ³ /año	Consuntivo	Permanente y Continuo	Enviado a Juez por ORD. N°110 de 30/3/89	Gravit.	
ALBERTO CORNEJO	M-VI-9-1.012	E. Lolol	6,151,953	269,051	Todo est		Consuntivo	Permanente y Continuo	Dec. Supr. N°1.653 de 1927	Gravit.	fs. 1 N°1 de 1928 y transf. fs. 135 N°134 de 1992 del C.B.R. de Sta. Cruz
COMUNID. NUÑOZ CONTRERA	M-VI-9-1.017	E. Lolol	6,157,775	248,100	300	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Dec. Sup. N°1903 de 1942	Mecánica	sin insc. al 30/11/97
HERNAN MONTE S. COTAPOS	M-VI-9-1.059	E. Quiahue	6,156,050	253,450	200	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Dec. Sup. N°187 de 1943	Mecánica	fs. 456 N°351 de 1943 del C.B.R. de Sta. Cruz
FACUNDO LOZANO M.	ND. 0602.124	E. Lolol	6,148,175	253,285	80	l/s	Consuntivo	Eventual y Continuo	Res. DGA N°76 de 1976	Mecánica	fs. 1 N°1 de 1997 del C.B.R. de Sta. Cruz
SOC. LOZANO Y URETA LTDA	ND. 0602.125	E. Lolol	6,155,510	254,298	40	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°309 de 1991	Mecánica	fs. 77 N°74 de 1991 del C.B.R. de Sta. Cruz
FACUNDO LOZANO M.	ND. 0602.125	E. Lolol	6,155,510	254,118	indistint.	indistint.	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°308 de 1991	Mecánica	fs. 79 N°76 de 1991 del C.B.R. de Sta. Cruz
SOC. LOZANO Y URETA LTDA	ND. 0602.125	E. Lolol	6,156,900	260,250	45	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°308 de 1991	Mecánica	fs. 79 N°76 de 1991 del C.B.R. de Sta. Cruz
FACUNDO LOZANO M.	ND. 0602.135	E. Lolol	6,156,900	260,175	15	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°371 de 1991	Mecánica	fs. 89 N°83 de 1991 del C.B.R. de Sta. Cruz
SOC. LOZANO Y URETA LTDA	ND. 0602.137	E. Lolol	6,155,552	254,065	20	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°316 de 1991	Mecánica	fs. 78 N°75 de 1991 del C.B.R. de S. Cruz
AGR. STA. TERESA CULENCO	ND. 0602.221	Qda. s/n afl. estero Quiahue	6,155,552	254,075	200,000	m ³ /año	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°474 de 1991	Gravit.	fs. 42 N°43 de 1992 del C.B.R. de S. Cruz
M. VERONICA BARROS DUART	ND. 0602.212	Est. Nilahue	6,146,050	254,650	200,000	m ³ /año	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°577 de 1995	Gravit.	fs. 77 N°78 de 1995 del C.B.R. de Sta. Cruz
FISCO DE CHIL E. DIREC. DE RIE	ND. 0602.307	Est. Las Palmas	6,150,340	247,100	200	l/s	Consuntivo	Perm. Julio - Agosto	Res. DGA N°577 de 1995	Gravit.	fs. 77 N°78 de 1995 del C.B.R. de Sta. Cruz
FRANCISCO MUJICA ORTUZAR	ND. 0602.219	Est. Nerquihue	6,140,750	272,950	100	l/s	Consuntivo	Perm. Sept. - Octubre	Res. DGA N°62 de 1996	Gravit.	s/insc. al 30/11/97
			6,156,000	261,850	4.8	10 ⁶ m ³ /a	Consuntivo	Permanente y Continuo			
			6,156,060	262,850	65	10 ⁶ m ³ /a	Consuntivo	Eventual y Continuo			
			6,155,950	263,280	5	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Sentencia Judicial		
			6,156,150	263,660	27	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo			
					15	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo			
					6	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo			

COLCHAGUA - VI REGION
COMUNA DE LOLOL
AGUAS SUBTERRANEAS

Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Prof. (m)	Inscripción
			Norte	Este							
HERNAN MONTE S. COTAPOS	M-VI-9-1.057	Pozo	6,147,350	253,700	20	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°31 de 1971	30.9	sin insc. al 30/11/97
SENDOS LOLOL	M-VI-9-42	Pozo Sendos N°507			13	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°253 de 1983	60	fs. 5 N°7 de 1983 y transf. a ESSEI. fs. 36
		Pozo Sendos N°508			los dos	pozos	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°253 de 1983	60	N°36 de 1993 del C.B.R. de Sta. Cruz
SOC. AG. Y FORESTAL NILAJUI	ND. 0602.463	Pozo	6,137,200	253,790	15	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°991 de 1996	60	s/insc. al 30/11/97

Cuadro 2.3 (Cont.)

DERECHOS DE AGUA CUENCA ESTERO NILAHUE

COLCHAGUA - VI REGION COMUNA DE PUMANQUE AGUAS SUPERFICIALES											
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este							
COMUN. BARAONA PUELMA	M-VI-9-1.029	E. Nilahue	6.169.420	244.340	150	l/s	Consuntivo	Permanente y Cont.	Dec. N°918 del 18/5/53	Mecánica	fs.36 N°12 de 1954 y transf. a fs.39 N°14 de 1954 y fs.24 N°27 de 1982 del C.B.R. de Sta. Cruz
ARMANDO MORAGA D.	M-VI-9-1.015	E. Pumanque	6.166.000	262.000	15	l/s	Consuntivo	Permanente y Cont.	Dec. N°601 del 22/3/38	Gravít.	s/ins. al 30/11/97
EXEQUIEL FERNANDEZ DE A.	ND.0602.306	E. El Cardonal	6.165.550	247.900	98.000	m3/año	Consuntivo	Permanente y Continuo	Res. DGA N°396 de 1993	Gravít.	fs.116 N°117 de 1994 del C.B.R. de Sta. Cruz

COLCHAGUA - VI REGION COMUNA DE PUMANQUE AGUAS SUBTERRANEAS											
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada		Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Prof. (m)	Inscripción
			Norte	Este							
RAUL HERRERA AGUAYO	0602.297	Pozo	6.165.400	248.800	21.000	m3/año	Consuntivo	Permanente y Continuo	Dec. N°354 del 18/12/73	s/ant.	fs.1 N°1 de 1974 del C.B.R. de Sta. Cruz
COOP.SERV.AGUA POTABLE DE PUMANQUE LTDA.	0602.1077	Pozo	6.170.500	247.000	3,4	l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo	Dec. N°49 del 21/3/72	31,2	fs.1237 N°608 de 1972 del C.B.R. de Sta. Cruz

Cuadro N° 2.3 (Cont.)

DERECHOS DE AGUA CUENCA ESTERO NILAHUE

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE PICHILEMU AGUAS SUPERFICIALES												
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada			Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Captación	Inscripción
			Norte	Este	Este							
EUGENIO IZAMA IZAMA	M - VI - 9 - 1.011	E. Nilahue	6.174.840	231.575	25,0	l/s	Consuntivo	Perman. y Continuo	Dec. MOP N° 2.554 del 1933	Gravit.	sin insc. al 30/11/97	
CONST. GONZALEZ Y ARANEDA S.A	ND. 0603.635	E. Nilahue	6.175.550	225.650	983,0	l/s	Consuntivo	Junio a Agosto	Res. DGA. N° 259 de 1998	Gravit.	sin insc. al 30/03/98	
					83,0	l/s	Consuntivo	Octubre				
					10,0	l/s	Consuntivo	Noviembre				

CARDENAL CARO - VI REGION COMUNA DE PICHILEMU AGUAS SUBTERRANEAS												
Nombre Usuario	Expediente	Fuente	Coordenada			Caudal	Unidad	Tipo	Ejercicio	Resolución	Prof. (m)	Inscripción
			Norte	Este	Este							
COOP. SERVICIO AGUA POTABLE CAHUILIUA	M - VI - 9 - 1.079	Punteras	6.181.730	224.420	50,0	m ³ /día	Consuntivo	Perman. y Continuo	Res. DGA N° 30 de 1972	6,0	Sin insc. al 30/11/97	

Cuadro N°2.4

SOLICITUDES DERECHO DE APROVECHAMIENTO

AGUAS SUPERFICIALES

NOMBRE	FUENTE	NORTE	ESTE	CAUDAL	CARACTERIS	Captación	RESOLUCION	
Hoya del estero Nilahue								
Soc. Agrícola Santa Gabriela Limitada	Qda. La Mina Y El Bolson	71°41' 33"	35°54' 34"	430.000 m ³ /año	perm. y cont.	gravit.	enviado a Jucz ORD. N°110 de 30/3/89	
Gonzalo Aspilaga Herrera	Quebrada El Salto o La Higuera	INFORMADO NEGATIVAMENTE A JUEZ POR MEDIO DEL ORD N°423 DE 1989						
Mario Aspilaga H.	estero Nerquihue	6.160.653	273.890	25 lts/seg.	perm. y cont.	mecánica	enviado a Jucz ORD N°85 de 2/4/91	
Eduardo Soto Diaz	estero Nilahue	6.175.000	225.650	1.000 lts/seg. 200 lts/seg.	perm. y discontinuo Mayo a Octubre perm. y cont.	gravit.	en trámite	
Dirección de Riego Agrícola Mesa de Aragón Limitada	estero Nilahue	6.178.900	247.460	2 mill. m ³ año	perm. y cont.	gravit.	en trámite	
Samuel Gamboa Marchant y otros	Qda. sin nombre afluen te estero Nerquihue	6.156.536	265.679	61 lts/seg Mayo a Agosto	event. y disc.	gravit.	en trámite	
	estero Nilahue	6.135.500 6.135.900 6.136.150 6.136.250 6.136.500 6.136.750 6.136.950 6.137.400 6.137.720 6.137.950 6.138.400 6.138.800 6.139.470	254.900 254.320 254.200 254.130 254.050 254.000 253.980 253.650 253.600 253.350 253.320 253.300 252.900	30 l/s (13 puntos alternativos)	permanente y continuo	gravit.	en trámite	
Eliana Grohnert Mackenna	quebrada Boquigua	6.171.000	249.020	700.000 m ³ /año	perm. y cont.	gravit.	en trámite	

Cuadro N°2.4 (Cont.)

SOLICITUDES DERECHO DE APROVECHAMIENTO

AGUAS SUPERFICIALES

NOMBRE	FUENTE	NORTE	ESTE	CAUDAL	CARACTERIS	Captación	RESOLUCION
Hoya del Estero Topocalma							
Inmobiliaria General S.A.	quebrada El Manzano	6.223.000	230.900	5 lts/sec.			enviado a Juez ORD. N°324 de 30/09/1993
	estero El Manzano	6.222.950	231.000	5 lts/sec.			
	est. s/nombre afluente	6.223.000	231.780	200 lts/sec.			
	estero El Manzano			100 l/s perman.			
	estero Topocalma	6.219.175	228.800	100 l/s event.			
Hoya del río Rapel							
Agrícola Super Ltda.	río Rapel	6.238.480	250.100	200 lts/sec	perm. y cont.	mecánica	en trámite
		6.239.760	249.810	100 lts/sec			
		6.240.550	249.250	100 lts/sec			

AGUAS SUBTERRANEAS

NOMBRE	CAUDAL	UTM. N	UTM. E	CARACT.	CAPTACIÓN	COMUNA	RESOLUCION
Hoya estero Nilahue							
Soc. Agrícola Santa Teresa de Culencó Ltda.	20 lts/sec	6.147.200	253.700	consuntivo	pozo 30,9 m prof	Lolol	enviado a Juez ORD. N°130 de 16/5/95
				perm. y cont.	nivel est. 1,3m 10" diámetro		
Hernán Maturana Martínez - Conde	36 lts/sec	6.147.375	254.875	consuntivo	pozo 78 m prof. 10" diámetro	exp. Sigo.	en trámite

Cuadro N°2.5

RESUMEN DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

DERECHOS CONSTITUIDOS			
	CAUDAL (l/s)		
	Superficial	Subterránea	Total
CUENCA RÍO RAPEL AGUAS ABAJO EMBALSE	1791,9	32,8	1.824,7
CUENCA ESTERO TOPOCALMA	710,0	0	710,0
CUENCA ESTERO NILAHUE	1422,8	101,4	1.524,2
TOTAL	3.924,7	134,2	4.058,9

DERECHOS SOLICITADOS			
	CAUDAL (l/s)		
	Superficial	Subterránea	Total
CUENCA RÍO RAPEL AGUAS ABAJO EMBALSE	400	0	400
CUENCA ESTERO TOPOCALMA	410	0	410
CUENCA ESTERO NILAHUE	1.354	56,0	1.410
TOTAL	2.164	56,0	2.220

2.2 Catastro de Pozos

Durante el mes de Noviembre de 1997 se realizó un completo recorrido del área de estudio para identificar todos los pozos existentes, apoyados con los antecedentes disponibles sobre pozos del sector. Se realizó una encuesta tipo sobre cada pozo catastrado cuyos resultados se incluyen en el Anexo I. Se identificaron 219 captaciones, entre sondajes, norias y punteras, siendo la cuenca del estero Nilahue donde se encuentra la mayor cantidad de pozos. La información obtenida en terreno fue completada con la obtenida a partir de la documentación existente de la tramitación de derechos de agua en la DGA y la proporcionada por la empresa de agua potable ESSEL.

Las coordenadas UTM de los pozos encuestados fueron determinadas mediante GPS.

En el Cuadro N°2.6 (Catastro de Pozos) se incluyen todos los pozos del área de estudio, ordenados por comuna. Algunos datos de menor importancia se han omitido en este Cuadro y aparecen en las hojas de encuesta incluidas en el Anexo. De esta información se desprende que la gran mayoría de las captaciones son del tipo norias y en menos cantidad sondajes y punteras, información que se resume a continuación:

N° CAPTACIONES				
Cuenca	Noria	Sondaje	Puntera	Total
Rapel	43	4	0	47
Topocalma	22	4	0	26
Nilahue	139	6	1	146
TOTAL	204	14	1	219

**CATASTRO DE POZOS
CUENCA RIOS RAPEL, TOPOCALMA Y NILAHUE**

Propietario	N° Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Diám. m	N.E. m
Comuna de Litueche:									
Pozo INIA	90	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundo La Platina	91	La Platina Hidango	6.220.177	236.250	Domést.	400	4,8	1	1,8
Suc. Juan Rozas Jiménez	92	Paso Soldado	-	-	Domést.-Riego	-	-	-	-
Suc. Moisés Gómez	93	El Tonel	6.220.157	233.604	Domést.-Riego	50	4,1	1	1,4
Narciso Carreño C.	94	Paso del Soldado	6.220.070	233.697	Domést.-Riego	50	6,2	1,2	3,1
Esc. Bás. Paso del Soldado	95	Paso del Soldado	6.220.340	232.998	Domést.-Riego	-	12	1,2	1,4
Manuel Osorio González	96	Paso del Soldado	6.220.054	232.952	Domést.-Riego	150	-	-	-
Froilán Donoso Torres	97	Paso del Soldado	6.220.323	232.943	Domést.-Riego	150	2,2	2	1,2
Emilio Rafael Durán Donoso	98	Paso del Soldado	6.220.389	232.948	Domést.	-	4,2	1,2	1,4
Héctor Jiménez Vidal	99	Paso del Soldado	6.220.534	232.790	Domést.	-	-	-	-
Narciso Jiménez Vidal	100	Paso del Soldado	6.220.477	232.803	Domést.	-	-	-	-
Antonio Molfino	101	Santa Mónica	6.218.510	245.114	Domést.-Riego	50	9,5	2	4,1
Suc. Laura Morales	102	Santa Mónica	6.217.912	245.187	Domést.-Riego	350	14,6	0,6	11,4
Ernesto Silva Faundez	103	Cartagena	6.217.711	245.307	Domést.-Riego	50	13,6	-	13
Ernesto Silva Faundez	104	Cartagena	6.217.251	245.311	Domést.-Riego	50	14,8	1,2	14,4
Escuela Sta. Julia de Litueche	105	Cartagena	6.218.000	245.000	-	-	13,7	1	12,3
Ursula Burkert Kalk	145	Cartagena	6.216.228	246.425	Domést	-	35	-	1,1
SENDOS	400	Litueche	6.221.560	248.650	Potable	-	40	-	-
Joaquín Morfino Chiellini	401	Cartagena	6.215.350	248.300	-	-	9,4	-	-
Joaquín Morfino Chiellini	402	Cartagena	6.217.900	247.260	-	-	30	-	-
Joaquín Morfino Chiellini	403	Cartagena	6.217.025	246.650	-	-	405	-	-
Joaquín Morfino Chiellini	404	Cartagena	6.215.150	247.820	-	-	4,3	-	-
Joaquín Morfino Chiellini	405	Cartagena	6.214.950	246.600	-	-	-	-	-
Joaquín Morfino Chiellini	406	Cartagena	6.214.470	247.640	-	-	-	-	-
Ursula Burkert Kalk	407	Cartagena	6.216.704	246.610	-	-	30	-	-
Ursula Burkert Kalk	408	Cartagena	6.216.602	246.540	-	-	23	-	-

Propietario	N° Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Diám. m	N.E. m
Comuna de Loloi:									
Alicia Rodríguez Morales	1	Membrillo	6.145.492	259.714	Domést.-Riego	300	7	1,7	1,2
Escuela Básica El Membrillo	2	Membrillo	6.145.095	259.590	Domést.-Riego	250	5,45	1,5	2
Sandra Fernández Urzúa	3	Membrillo	6.145.692	259.722	Domést.-Riego	1000	4,3	1,3	0,65
Inés Urzúa	4	Membrillo	6.145.737	259.750	Domést.-Riego	50	1,3	1	0,4
Posta Salud El Membrillo	5	Membrillo	6.145.725	259.906	Domést.-Riego	150	6,1	1,7	2,65
Roxana Iturriaga	6	Los Tricahues	6.141.744	262.995	Domést.-Riego	600	10,25	1,2	3,6
Tomás Fernández	7	Los Tricahues	6.142.041	262.800	Domést.-Riego	200	10,7	2,1	3,6
Escuela Pública de Tricahue	8	Los Tricahues	6.142.208	262.810	Domést.-Riego	50	11,3	1,2	6,1
José Madrid	9	Los Tricahues	6.144.192	261.663	Domést.-Riego	2000	9	1,6	4,1
Suc Héctor Comejo Naranjo	10	Los Tricahues	6.144.225	261.477	Domést.-Riego	200	11,1	1,2	2,3
Suc Héctor Comejo Naranjo	11	Los Tricahues	6.144.354	261.546	Domést.-Riego	150	6,6	1,4	3,5
Renato Reyes	12	Los Tricahues	6.144.633	261.416	Domést.-Riego	20	7,7	1,5	4,6
Suc. Nicanor Díaz Torres	13	El Membrillo Dos	6.145.155	261.523	Domést.-Riego	100	8	1,5	3,7
Segundo Díaz	14	El Membrillo Dos	6.145.187	261.481	Domést.-Riego	200	5,8	1,5	3
Manuel Díaz Reyes	15	El Membrillo Dos	6.145.121	261.607	Domést.-Riego	200	7,6	1,5	2,7
Ismenda Díaz Pizarro	16	El Membrillo Dos	6.145.264	261.543	Domést.-Riego	400	7,6	1,5	4
Clodomiro Díaz Fuenzalida	17	El Membrillo Dos	6.145.536	261.385	Domést.-Riego	200	10,5	1	2,3
Pedro González	18	El Membrillo Dos	6.145.407	261.465	Domést.-Riego	400	9	1,2	7
Suc Fresia Olmedo	19	El Membrillo Dos	6.145.452	261.497	Domést.-Riego	150	10,8	1,2	6
Suc. Alkamiro Díaz	20	El Membrillo Dos	6.145.520	261.458	Domést.-Riego	100	9,1	1,2	7,3
Jaime Barros	106	Ranguilí	6.144.619	247.096	Domést.-Riego	100	9	1,8	7,6
Juan Peñaloza Vergara	107	La Palma	6.153.950	255.414	Domést.-Riego	500	4,5	1,7	3,1
Jorge Cabrera López	108	La Palma	6.153.969	255.283	Domést.-Riego	400	4,7	2	3,2
Francisco Acevedo Soto	109	La Palma	6.153.792	254.873	Domést.-Riego	-	7	1,7	6,2
Facundo Lozano	110	La Palma	6.153.605	254.606	Domést.-Riego	800	8,2	2	6,8
Facundo Lozano	111	Rincón de las ovejas	6.153.145	257.844	Domést.-Riego	300	6,7	2	3,8
Suc. René Martínez	112	Rincón de las ovejas	6.152.486	258.035	Domést.-Riego	50	5,8	1	4,1
Suc. Fco. Manuel López	113	Rincón de las ovejas	6.152.573	258.008	Domést.-Riego	50	8,5	2,4	7,3
José Quiral Arce	114	Rincón de las ovejas	6.152.561	258.022	Domést.-Riego	200	11,5	2	7,8
José Quiral Arce	115	Rincón de las ovejas	6.152.573	257.933	Domést.	40	8,3	1,5	4,2
Suc. Fortunato Ayala Martínez	116	Rincón de las ovejas	6.152.658	257.979	Domést.	150	9,9	1,6	4,6

Propietario	N° Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Diam. m	N.E. m
Luis Correa Comejo	117	Rincón de las ovejas	6.152.661	257.884	Domést.	50	8,7	2	3
Jesús Vidal Espina	118	Rincón de las ovejas	6.152.796	257.819	Domést.-Riego	400	9,6	1,5	5
Enriqueta Valenzuela Morales	119	Rincón de las ovejas	6.152.850	257.817	Domést.	-	7,9	1,2	2,8
Luis Morales Labraña	120	Rincón de las ovejas	6.152.738	257.850	Domést.-Riego	200	10,6	1,3	2,7
Luis Nuñez	121	Rincón de las ovejas	6.153.021	257.796	Domést.-Riego	300	8,8	1,8	4,5
Quirino Morales Garber	122	Rincón de las ovejas	6.153.068	257.795	Domést.-Riego	200	8,8	1,9	4,2
Sin propietario fijo	123	Rincón de las ovejas	6.153.059	257.819	Domést.-Bebida	-	8,1	-	5,2
Carlos Espina González	124	Rincón de las ovejas	6.152.873	257.918	Domést.-Riego	50	-	1,8	3,8
Rosa Galaz Cubillos	125	Rincón de las ovejas	6.152.968	257.782	Domést.-Riego	50	8,6	1,8	1,5
Facundo Lozano	139	La Palma	6.153.557	253.829	Domést	-	11,5	3	8,5
Facundo Lozano	140	La Palma	6.153.426	253.776	Domést	-	13,7	2,2	7,3
Roberto Perez Lozano	141	La Palma	6.154.268	253.689	Domést	-	6,5	1,3	4,7
Rafael Guzmán Dumas	142	Ranguili	6.138.670	248.853	Domést	-	14,9	0,8	14
Rafael Guzmán Dumas	143	Ranguili	6.138.657	248.796	Domést	-	12,7	2,5	2,5
Manuel Guerra Pizarro	144	Ranguili	6.138.433	249.492	No uso	-	7,9	1,1	7
Hernán Montes Cotapos	146	Quiahue	6.147.350	253.700	Domést	-	30,9	10"	1,2
ESSEL	149	Lolol Pueblo	6.155.823	257.753	Potable	-	60	-	-
ESSEL	150	Lolol Pueblo	6.155.834	257.769	Potable	-	60	-	-
Mario Nuñez Casanovas	151	Los Maitenes	6.157.572	276.752	Potable	-	7	2	-
Mario Nuñez Casanovas	152	Los Maitenes	6.157.650	276.650	Potable	-	5	2	-
Soc.Ag. Sta Teresa de Culencó	153	Quiahue	6.147.200	253.700	Potable	-	30,9	10"	1,3
Modesto González González	154	Ranguili	6.138.490	250.183	Domést	400	6,2	1,2	2,5
Flor Mirella Muñoz Pizarro	155	Ranguili	6.138.325	248.587	Domést	400	4,3	1	0,5
Escuela Bás. Orlando Fuentes	156	Ranguili	6.142.391	248.278	Domést-Riego	50	7,6	1,2	2,1
Jaime Ancino	157	Ranguili	6.143.177	247.821	Domést-Riego	100	9,6	2	9,1
Sucesión	158	Ranguili	6.144.668	246.991	Domést-Bebida	-	9,4	1,4	8,6
José Manuel González V.	159	Ranguili	6.146.051	247.159	Domést-Bebida	200	10	1,2	8,8
Oswaldo Canales Barros	161	Sta. Teresa de Quiahue	6.147.987	249.008	Domést-Riego	150	5,6	0,9	3,9
Hugo del C. Gaete Cubillos	162	Sta. Teresa de Quiahue	6.148.003	248.965	Domést-Riego	200	5,6	2	3,9
Demófilo Galaz Becerra	163	Sta. Teresa de Quiahue	6.148.104	249.163	Domést-Riego	300	7,4	2,5	5,6
Luz Comejo Galaz	164	Sta. Teresa de Quiahue	6.148.176	249.340	Domést-Riego	200	6	1,9	3,8
Escuela Marta Correa	165	Sta. Teresa de Quiahue	6.148.236	249.345	Domést-Bebida	-	8,1	1,2	4,6

Propietario	N° Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Diám. m	N.E. m
Tomás Correa	166	Sta. Teresa de Quiah	6.148.288	249.539	Domés-Bebida	800	8,1	4,5	6,7
Jorge Diaz	167	Montecillos	6.145.724	253.222	Domés-Bebida	800	8,3	0,6	2,6
Dionisio Bravo Contreras	168	Montecillos	6.145.832	253.168	Domés-Bebida	100	9,8	1,7	8,1
Milagro Valenzuela Correa	169	Montecillos	6.145.941	253.170	Domés-Bebida	200	12,1	2,2	6,8
Soc. Ag. Sta. Teresa de Culencó	170	Montecillos	6.146.898	253.168	Domés-Bebida	800	6,3	2,3	2,4
Sucesión Dionisio Bravo	171	Montecillos	6.145.963	252.961	Domés-Bebida	80	11,8	1,7	7,8
Sucesión Dionisio Bravo	172	Montecillos	6.145.967	252.957	Domés-Bebida	50	7,7	1,2	6,8
Hernán Duarte	173	Montecillos	6.146.298	251.837	Domés-Bebida	80	6,9	1,5	6,2
Tomás Correa	174	Sta. Teresa de Quiah	6.148.043	249.801	Domés-Bebida	50	5,6	1	3,7
Soledad Diaz Meléndez	175	Nilahue	6.151.987	249.900	Domést	-	10,3	1,4	9,9
Ramón Diaz	176	Nilahue	6.151.879	249.882	Domést	-	11,1	-	10,8
Américo Matte	177	Portezuelo	6.153.185	252.267	Domést- Bebida	150	9,8	1,8	7,8
Jorge Quitrán Arce	178	La Palma	6.153.490	254.226	Domést- Bebida	-	10,8	2,5	10
Jorge Quitrán Arce	179	La Palma	6.153.554	254.219	-	-	10,2	1	8,9
Luis Mascaró Ulloa	195	Nerquihue	6.160.471	270.435	Domést	-	8,9	-	3,8
Alejandro Cofré	196	Nerquihue	6.160.341	269.436	Domést	-	5,6	1,3	2,5
José Luis Becerra	197	El Huaico	6.158.331	266.126	Domést-Riego	50	10,6	0,8	6,2
Suc. Berta Mujica	198	Hacienda Lolol	6.156.171	262.684	-	-	7,4	1,5	4,8
Juan Ramón Riquelme	199	Hacienda Lolol	6.156.101	262.785	Domést-Riego	400	6,7	0,8	4,9
Ramón Roberto Palomino B.	200	Hacienda Lolol	6.136.062	262.830	-	-	5,95	1,8	5,5
Escuela Octavio Mujica V.	201	Hacienda Lolol	6.156.320	261.836	Domést.	-	7,7	0,8	4,3
Fernando Mujica Ortúzar	202	Hacienda Lolol	6.156.079	262.163	Domést.	-	6,5	1	3,95
Fernando Mujica Ortúzar	203	Hacienda Lolol	6.156.033	262.113	-	-	8,7	1,2	4,2
Octavio Mujica	204	Hacienda Lolol	6.156.237	262.203	Domést-Bebida	100	5,6	1,2	1,7
Jaime Mujica Délano	205	Hacienda Lolol	6.156.168	262.651	Domést-Bebida	-	5,6	1	4,35
Hernán Valdivia Becerra	206	Nerquihue	6.159.661	267.575	Domést-Bebida	-	4,4	2	1,6
Alonso Quiral Arce	207	La Palma	6.153.709	254.085	-	-	9,9	1,6	7,7
Soc. Ag. y Forestal Nilahue	417	Ranguilli	6.137.200	253.790	Riego	-	60	-	-
Hernán Maturana M.	552	Quiahue	6.147.375	254.875	-	-	78	10"	-

Propietario	N° Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Diám. m	N.E. m
Comuna de Navidad:									
Suc. Luis Rubio Zúñiga	21	Piuchen	6.240.567	246.095	Domést.-Riego	600	12,6	1	8
Baudilia Soto Zúñiga	22	Piuchen	6.240.604	246.146	Riego	400	9,5	0,7	5
Suc. Román Navias Rojas	23	Piuchen	6.240.483	246.187	Domést.-Riego	1000	9,7	1	8,5
Remberto Orellana Reyes	24	Licancheu Vista Herr	6.241.346	242.386	Domést.-Riego	50	5,3	1	1,3
Lucila Romano Ugarte	25	Licancheu	6.240.897	242.054	Domést.-Riego	50	8,8	0,9	7,2
Juan Campos Faúndez	26	Licancheu Alto	6.239.935	242.460	Domést.-Riego	50	6,4	1	2,8
Benjamin Geria Elquin	27	Licancheu Alto	6.239.806	242.426	Domést.-Riego	1000	8	1	2,8
Maximiliano Román Ugarte	28	Licancheu Alto	6.239.738	242.414	Domést.-Riego	1000	8,5	0,9	3,9
Rómulo Abarca	29	La Pataguilla	6.236.986	241.414	Domést.-Riego	1000	14,4	1	12
Escuela Pública Pataguilla	30	La Pataguilla	6.237.147	241.443	Domést.-Riego	-	14,7	1,2	12
Enrique Madrid Valdés	31	La Pataguilla	6.237.847	241.564	Domést.-Riego	50	11,8	1	9,9
Suc. Zoila Soto Soto	32	San Rafael	6.237.612	242.159	Domést.-Riego	100	12,3	1,5	9,1
Julio Osorio Rivera	33	San Rafael	6.237.564	242.363	Domést.-Riego	50	11,8	-	-
Suc. Marcos Olguin Soto	34	San Rafael	6.237.061	242.987	-	-	7,7	1,2	3
Suc. Ruperto Soto	35	San Rafael	6.237.260	242.934	-	-	14,4	0,7	9,1
Suc. Julio Machuca Nuñez	36	La Boca	6.242.675	237.338	Domést.-Bebida	-	8,6	0,7	8
ESSEL S.A.	37	La Boca(Rapel)	6.242.535	237.861	Domést.-Bebida	-	24	8"	3
ESSEL S.A.	44	La Boca	6.181.250	227.194	Potable	-	20	-	8
ESSEL S.A.	45	Rapel	6.241.124	247.184	Potable	-	20	-	8
ESSEL S.A.	46	Rapel	6.240.808	247.239	Potable	-	20	-	8
Miguel Soto Soto	63	La Vega Culenar	6.242.176	238.690	Riego	500	16,8	2	8,4
Miguel Soto Soto	64	Vega de La Boca	6.243.020	238.899	Domést.	-	7	1,2	2
María O. Meléndez	65	Vega de La Boca	6.243.063	238.941	Riego	800	3,4	1,1	2
Suc. Manuel Campos M.	66	Licancheu	6.243.550	240.440	Domést.-Riego	200	8	0,5	5,3
Suc. María Campos	67	Licancheu Bajo	6.243.925	240.977	Domést.	-	11,3	2,5	7
Enrique Madrid Montes	68	Licancheu	6.243.759	241.008	Emergencia	50	8,7	2	4,9
Arturo Madrid Reyes	69	Licancheu	6.243.734	240.958	Domést.	500	9,9	1,2 lado	4,9
Salvador Madrid Abarca	70	Licancheu	6.243.626	240.936	Domést.	-	-	2	5,5
Ramón Madrid Reyes	71	Licancheu	6.243.659	241.021	Domést.	-	9,6	1,7	6,6
Héctor Cerda Sepúlveda	72	Licancheu	6.242.358	241.955	Domést.	200	8,4	2	4,3
Suc. Victor Reyes	73	Licancheu	6.242.216	242.030	Domést.	-	6	1	2,3

Propietario	N° Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Díam. m	N.E. m
Suc. Victor Reyes	74	Licancheu	-	-	Bebida	-	10	1	7,7
Lily Cabello Reyes	75	Licancheu	6.241.550	242.020	Domést.-Riego	100	12,3	0,8	6,4
Suc. Aurelio Cautivo Cautivo	76	Qda. El Peral	6.239.534	246.924	Domést.-Riego	200	8	1,2	4
Raul Jeria Vargas	77	Qda. El Peral	6.239.573	246.792	Domést.-Riego	200	7	-	2
Suc. Rubén Roque H.	78	Qda. El Peral	6.239.154	246.746	Domést.-Riego	3000	13,1	1	11,6
Suc. José Parraguez Abarca	79	La Vinilla	6.238.789	247.930	Domést.	-	-	-	-
Suc. José Parraguez Abarca	80	La Vinilla	6.238.893	247.908	Riego	1000	7,2	1	1,6
Suc. Aida Hernández Medina	81	La Vinilla	6.238.102	247.482	Domést.	-	9,7	1	7
Suc. Héctor González	82	La Vinilla	6.238.002	247.282	Riego	600	12,9	-	10,8
A.P. Rural La Vinilla	83	La Vinilla	-	-	-	-	-	-	-
José Cornejo Vidal	84	La Vinilla	6.237.548	247.166	Domést.	300	25	0,7	20
Eduardo Nuñez Moraga	85	La Vinilla	6.237.590	247.149	Riego	100	14,6	1,2	14,3
Suc. Héctor González	86	Risco Colorado	6.237.369	247.612	Domést.	200	17,7	1	17,1
Carlos Ramírez Rubio	87	Risco Colorado	6.237.046	247.479	Riego	800	3,8	1,2	0,4
José B. Nuñez Osorio	88	Risco Colorado	6.237.136	247.543	Domést.	-	9,7	1	8,1
José B. Nuñez Osorio	89	Risco Colorado	6.237.344	247.571	Riego	250	2	1,2	0,4
Comuna de Paredones:									
Escuela Villa San Pedro	126	El Potrero	6.173.272	233.519	Doméstico	-	8,3	1,2	6
Olga Pino González	127	El Potrero	6.173.154	234.362	Domést.-Riego	500	4,6	2,8	2,9
Suc. Gilberto Jesús Abarca	128	El Potrero	6.173.202	234.421	Domést.	-	1,6	1	0,9
Francisco Pino Pino	129	El Potrero	6.173.181	233.920	Domést.-Riego	50	6,5	0,9	5,7
Ignacio Pino	130	El Potrero	6.173.194	233.976	Domést.-Riego	50	9,2	1	8
Rosalinda del Carmen Muñoz	131	El Potrero	6.173.221	233.791	Domést.-Riego	50	8	-	3,3
Francisco Antonio Abarca	132	El Potrero	6.173.234	233.752	Domést.-Riego	50	1,5	1,7	1,1
María Mercedes Morales	133	El Potrero	6.173.134	233.725	Domést.	-	11	1,2	10,5
Zunilda Moraga	134	El Potrero	6.173.067	233.713	Domést.	200	9,7	-	7,2
Suc. José Victoriano González	135	El Potrero	6.172.664	233.764	Domést.-Riego	50	10	1	8
Francisco Abarca Gaete	136	El Potrero	6.172.695	233.599	Domést.	-	5,8	1	3,9
Ester Vidal Pino	137	El Potrero	6.173.242	233.451	Domést.	50	5,8	-	3,2
Soc. Forestal Los Robles Ltda.	138	La Cabaña	6.161.016	240.327	Domést.	-	7,3	2,2	5,4

Propietario	N° Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Diám. m	N.E. m
Comuna de Pichilemu:									
Juan Aguirre	38	Cahuil	6.179.613	224.666	Domést.-Bebida	-	3	1,2	0,5
Escuela Púb. de Barranca	39	Barranca	6.178.396	226.610	Domést.-Bebida	-	2,6	1,4	1
Nemesio Meneses Olmedo	40	Barrancas	6.178.272	227.063		-	8	1	0,3
Nemesio Meneses Olmedo	41	Barrancas				-	3	-	2,6
Junta de Vecinos	42	La Villa	6.176.893	226.982	Bebida-Domést.	-	6,6	-	0,8
Escuela Pública La Villa	43	La Villa	6.176.750	227.194	Bebida-Domést.	-	4,9	1	1
Coop. Agua Potable de Cahuil	147	Cahuil	6.181.730	224.420	Agua Potable	-	6	-	1,54
Comuna de Pumanque:									
Mauricio Moraga	47	El Sauce	6.240.808	247.239	Domést. Bebida	-	7,4	3,5	3,4
Yolanda Moraga	48	Los Perales			Domést.-Riego	500	7,3	0,9	4,1
Eugenio Peñaloza	49	Birintún	6.165.597	259.279	Domést.-Riego	500	7,7	3	0,9
A.P. Perales	50	Los Perales	6.166.166	260.888		-	-	-	-
Nibaldo Jorquera	51	Birintún	6.165.622	259.278	Domést.-Riego	300	9	3	0,9
Nibaldo Jorquera	52	O. Los Silva	6.165.622	259.278	Domést.-Riego	500	5,3	2,5	2,3
Orlando Hinojoza Lorca	53	Los Perales	6.165.889	258.450	Domést.-Riego	200	5	1,5	2,2
María Zúñiga Peñaloza	54	Orilla Los Silva			Domést.-Riego	200	5,5	2,4	2,9
María Barraza Vergara	55	Orilla Los Silva			Domést.-Riego	100	6,6	1	2,3
Lucía Comejo Inojoza	56	Orilla Los Silva			Domést.-Riego	200	5,1	2,3	2,6
Kirico César Inojoza Lorca	57	Orilla Los Silva			Domést.-Riego	800	9	2,3	2,38
Carlos Segundo Abarca G.	58	Orilla Los Silva	6.165.981	258.215	Domést.-Riego	300	5,1	4	1,3
Julio Reyes Galarce	59	Orilla Los Silva			Domést.-Riego	200	7	1,3	3
Suc. Navarro Orellana	60	Orilla Los Silva	6.166.547	257.262	Domést.-Riego	300	7,2	1	3
Arturo Adasme	61	Orilla Los Silva			Domést.-Riego	150	7	1	3,9
A.P. Cooperativa Pumanque	62	Pumanque	6.167.851	256.672	-	-	32	1	-
Raul Herrera Aguayo	148	Cahuil	6.166.052	261.938	-	-	-	-	-
Raul Herrera Aguayo	414	E. Pumanque	6.165.400	248.800	-	-	-	-	-
Coop. Agua Potable Pumanque	415	Ñilahué	6.170.500	247.000	Potable	-	31,2	6"	-

Propietario	Nº Encuesta	Sector	UTM-N m	UTM-E m	Uso	Riego m ²	Prof. m	Diám. m	N.E. m
Comuna de Santa Cruz:									
Juan Ramón González G.	180	Los Maitenes	6.159.983	274.748	Domést	-	6,55	0,6	3,15
Humberto Zúñiga Bravo	181	Los Maitenes	6.160.077	274.580	Domést-Riego	200	6,1	1,1	3,2
Uberlinda Torres	182	Los Maitenes	6.160.292	274.572		-	5,6	0,6	2,8
Victor Paredes Basaure	183	Los Maitenes	6.160.231	274.621	Domést-Riego	1200	5,8	0,6	3
Toledo Sánchez	184	Los Maitenes	6.160.158	274.559	Domést-Riego	1000	6,3	-	4,2
Lucila Pizarro	185	Los Maitenes	6.160.235	274.525	Domést-Riego	100	5,1	0,6	4,1
Mercedes Vilches Araya	186	Los Maitenes	6.160.222	274.551	Domést-Riego	100	6,2	1,5	2,8
Rene Duarte Duarte	187	Los Maitenes	6.160.326	274.516	Domést-Riego	200	5,6	-	2,5
Rene Duarte Duarte	188	Los Maitenes	6.160.263	274.485	-	-	6	1	2,8
Escuela Los Maitenes	189	Los Maitenes	6.160.179	274.250	Domést	-	6,1	1	3,5
Escuela Los Maitenes	190	Los Maitenes	6.160.208	274.225	Baños	-	5,3	0,6	3,5
Rodrigo Pérez	191	Callihue	6.160.659	272.335	Domést-Riego	50	9	0,6	2
Cristian Aspillaga	192	Callihue	6.160.718	272.097	Domést-Riego	20	9,4	1,8	5
Gonzalo Aspillaga	193	Callihue	6.160.707	272.012	Domést-Riego	20	6,1	-	4,8
Gonzalo Aspillaga	194	Callihue	6.160.734	271.970	Domést-Riego	10	7,3	1,2	4,2

Nota: Todas las mediciones de Nivel Estático fueron realizadas durante el mes de Noviembre, junto con el trabajo de Encuestas

3. GEOLOGÍA

3. GEOLOGÍA

3.1 Geología Regional

Geomorfología

Geomorfológicamente el sector de estudio se dispone en el lado occidental de la Cordillera de la Costa, con una cota máxima de 500 m s.n.m., elevación alcanzada en el límite este del área, tanto en el borde occidental del embalse Rapel, como en la cabecera de los afluentes del estero Nilahue. Geomorfológicamente lo conforman dos unidades: Llanos de Sedimentación Fluvial y Planicies Costeras Marinas (Ver Lámina N° 4)..

Los Llanos de Sedimentación Fluvial son objeto de activa ocupación humana para fines agrícolas y ganaderos, esto se debe a que en la zona centro del país la eficacia de la humedad y el trabajo rítmico de los ríos favorecen el desarrollo de suelos aluviales.

La Planicie Costera se extiende al sur de la desembocadura del Río Aconcagua presentando variados aspectos, algunas veces se inscribe en el granito costero como terrazas de abrasión, constituyendo sistemas escalonados de hasta 4 niveles, esta es la situación de la desembocadura del estero Topocalma. En los casos del río Rapel y estero Nilahue, el sistema escalonado es reemplazado por una abrasión generalizada, con bolsones de sedimentación en la desembocadura del río.

El sustrato rocoso del sector costero está conformado por cuerpos intrusivos de composición ácida a intermedia, que afloran en todo el área y por estratos de la Formación Lo Valle, con desarrollo en la parte alta del sistema del Estero Nilahue. Sobre este sustrato se disponen las demás unidades, las que son relativamente nuevas, y a excepción de la Formación Navidad y La Cueva, de edad Terciario Superior, y la Formación Los Peumos del Pleistoceno, el resto de las unidades fueron y/o están siendo depositadas en el Cuaternario, y como tal, no están consolidadas.

A continuación sigue una breve descripción de cada formación o unidad.

Batolito de la Costa - Paleozoico Superior

Los afloramientos del Batolito de la Costa son extensos en el sector, sobretudo en la ladera occidental de la Cordillera de la Costa. Desarrolla un modelado severamente disectado, propio de una madurez avanzada. Gran parte del sistema hídrico de la región ha sido horadado en rocas de esta unidad.

Formación Lo Valle - Cretácico Superior

La Formación Lo Valle de origen volcánica - sedimentaria continental aflora en la cabecera del sistema fluvial del Estero Nilahue.

En el sector la Formación Lo Valle se apoya directamente por discordancia de erosión sobre rocas del batolito paleozoico, y aparece cortada por cuerpos intrusivos tamaño stock del Cretácico-Terciario.

En la zona, las variedades clásticas alcanzan mayor expresión que los componentes lávicos. A nivel regional y de base a techo, la Formación Lo Valle desarrolla un conglomerado rojizo en la base, tobas soldadas y lavas rosadas fluidales, tobas rojizas y blancas, lavas de bloques, brechas, lavas andesíticas, lavas brechosas, y basaltos negros. Siguen areniscas continentales fosilíferas y esporádicamente, tobas rojizas, areniscas, lavas rosadas y tobas soldadas.

Intrusivos ácidos a intermedios - Cretácico a Terciario Inferior

Los intrusivos ácidos e intermedios afloran en el área del Río Rapel y en la parte alta del Estero Nilahue. Petrográficamente, los tipos dominantes son granodioritas de grano medio, dioritas y pórfidos tonalíticos. se observan superficialmente frescas, inalteradas, conformando relieves escarpados, propios de un modelado juvenil.

Formación Navidad Mioceno - Plioceno

La Formación Navidad aflora en la zona costera y se apoya por discordancia erosional sobre las rocas graníticas del basamento paleozoico. De disposición general subhorizontal, posee una potencia máxima de 170 m.

Se trata de una secuencia sedimentaria marina fosilífera, medianamente consolidada, constituida por limolitas, areniscas arcillosas, areniscas de grano muy fino a muy grueso, bancos de conglomerados, areniscas muy finas grises, bancos de coquinas y calizas, con una coloración general pardo verdosa clara cuando domina el tamaño arena.

Esta unidad debe su desarrollo a diversos movimientos tectónicos post-pliocénicos que han dejado expuesta esta secuencia marina. La gran friabilidad de las fracciones arenosas determina el desarrollo de importantes cárcavas erosivas.

Formación La Cueva - Plioceno

La Formación La Cueva aflora en la parte alta de las cuencas del río Rapel y del estero Topocalma. Se trata de una secuencia subhorizontal marino continental de 50 m de espesor formada por areniscas, conglomerados y aglomerados.

Formación Los Peumos - Pleistoceno

Según algunos autores la Formación Los Peumos se trataría de la continuación en el tiempo de la Formación La Cueva. Secuencia de 50-60 m formada por una alternancia de sedimentos marino-continental. Predominan areniscas en la base y aglomerados en la parte superior.

Depósitos de terrazas o Terrazas de abrasión.

Plioceno(?) - Pleistoceno

Los Depósitos de terraza o terrazas de abrasión corresponden a unidades morfológicas de erosión marina, labradas sobre intrusivos paleozoicos y formaciones sedimentarias terciarias. Representan el ir y venir de las olas que

con su accionar habrían dejado zonas llanas, con o sin sedimentos sobre antiguas líneas de costas. Se presentan a cotas variables entre los 40 y 550 m s.n.m.

Dentro de este grupo se cuentan terrazas de abrasión sin cubierta sedimentaria, terrazas con una cubierta de arenas cuarzosas, posiblemente marinas, y terrazas con cubierta aluvial.

Estos depósitos aterrizados representan terrenos costeros "fossilizados" por los diferentes pulsos del levantamiento tectónico de la cordillera de La Costa durante el Pleistoceno, proceso tectónico que podría ser extendido hasta el Plioceno tardío.

Relleno fluvial de Valles interserranos

Holoceno

Los sedimentos de relleno fluvial de valles interserranos tienen un importante desarrollo en la parte media del sistema del Estero Nilahue, sobretodo en el flanco este, donde su presencia se ha visto favorecida por la mayor altitud alcanzada por los cuerpos intrusivos de base.

Estos depósitos se habrían desarrollado sólo a partir de momentos en que los macizos graníticos alcanzaron un acentuado grado de meteorización, y el relleno se realizaría mediante mecanismos de lavado de laderas durante las crecidas de invierno asociados a la temporada pluvial.

Su composición comprende arenas y gravas "maicillosas" con cuarzo, feldespatos, micas y menos epidota. La oxidación de los minerales de hierro otorga a los sedimentos el típico color rojizo. Por la naturaleza del depósito carecen de estratificación y presentan buena permeabilidad, la que en profundidad tiende a decrecer junto con el aumento de las fracciones finas.

Terrazas fluviales - Holoceno

Las terrazas fluviales corresponden a sedimentos no consolidados de cursos fluviales abandonados y que forman terrazas, compuestos por gravas, arenas y limos. En algunos casos desarrollan cubierta vegetal.

Salinas fluvio litorales - Holoceno

Las salinas fluvio litorales desarrollan afloramientos locales cerca de la desembocadura del Estero Nilahue. La proximidad del litoral y el desarrollo de barras determinan precarias condiciones de escurrimiento, las que se traducen en la depositación de sedimentos finos: arenas limosas, limos y arcillas con un alto contenido de cloruros.

Depósitos gravitacionales – Actual

Morfológicamente esta unidad de depósitos gravitacionales se asocia al relleno de quebradas provistas de fuerte empinamiento en sus ejes hidráulicos. Acorde con esto, el mayor desarrollo de estos depósitos ocurre en la zona de cabecera del Estero Nilahue y afluentes, donde afloran intrusivos de edad Cretácico-Terciario y estratos de la Formación Lo Valle, los que por ser sensiblemente más jóvenes que los afloramientos del Batolito de la Costa, se encuentran menos erosionados.

Litológicamente, estos depósitos se componen de una mezcla caótica de fragmentos de variada composición y tamaño, englobados en una matriz fina, limo-arcillosa. La fracción fina predomina en las partes distales, mientras que en las apicales se desarrollan bloques en abundancia.

Estos depósitos pueden ser separados en estabilizados y activos, dependiendo sobretudo de la pendiente hidráulica de las quebradas. Los activos están expuestos a periódicas remociones en forma de flujos de detritus durante las precipitaciones de gran intensidad.

Sedimentos fluvio-aluvionales - Actual

Los sedimentos fluvio-aluvionales corresponden a depósitos no consolidados de cursos fluviales activos. Predominan facies de relleno de canal con base erosiva, constituidas por gravas clasto soportadas, lentes de arena con estratificación plana horizontal y cruzada, y escasos limos finamente laminados.

Depósitos litorales y eólicos actuales

Los depósitos litorales y eólicos actuales son sedimentos no consolidados, formados por arenas y gravas de bolones bien redondeados, con estratificación plana- horizontal predominante y estratificación cruzada de bajo ángulo. La morfología de dunas transversales indica dirección del viento predominante hacia el nor-noreste.

Estructuras

Los rasgos estructurales más relevantes para el área del río Rapel y estero Topocalma corresponden a fallas y lineamientos de dirección N 20°- 30° W y N 35°-45° E.

Prácticamente todo el recorrido del estero Topocalma se desarrolla de acuerdo con estas dos direcciones, con quiebres de rumbo constantes en un sentido u otro.

Para el caso del Estero Nilahue, el sistema estructural del sector formaría un enrejado, con una dirección principal norte sur de fallas normales y un segundo sistema subordinado de compensación y perpendicular, que sería aprovechado por los esteros afluentes.

El sistema fluvial del Estero Nilahue está marcadamente desarrollado a partir de estructuras, con el estero escurriendo por más de 30 km. paralelamente a la Cordillera de la Costa, y sus afluentes orientados de este a oeste.

La intersección de dos direcciones estructurales genera zonas interesantes desde el punto de vista hidrogeológico, la fracturación que se produce en el medio rocoso se traduce en una mayor erosión y desarrollo de cauce, además, el caudal de captaciones subterráneas se puede ver favorecido por el aporte a la recarga vía estructuras.

3.2 Geología Cuenca Río Rapel

El Plano N° 5 muestra la geología del área del río Rapel.

3.2.1 Rocas consolidadas

El sustrato rocoso está conformado exclusivamente por cuerpos intrusivos, tanto del Batolito de la Costa de edad Paleozoico, como por cuerpos intrusivos del Cretácico Superior - Terciario Inferior. Sobre este sustrato se disponen las demás unidades, relativamente nuevas, con estratos marino continental y semiconsolidados del Terciario Superior y unidades de roca que fueron o están siendo depositadas en el cuaternario, y como tal, no están consolidadas.

Batolito de la Costa - Paleozoico Superior

El batolito de La Costa aflora extensamente a lo largo de la costa de la zona central y en el área representa el basamento de la parte alta del sistema. Los afloramientos del Batolito desarrollan un modelo severamente disectado, propio de una madurez avanzada.

Está integrado en gran medida por rocas de naturaleza intermedia como granodioritas, monzonitas, dioritas y monzodioritas. Presentan notoria alteración superficial y desarrollan un suelo residual friable, con textura arenosa o maicillo.

Sus afloramientos se presentan en el sector oriental del Plano N° 5

Intrusivos ácidos a intermedios Cretácico - Terciario Inferior

Los intrusivos ácidos a intermedios afloran en la parte central del Plano N° 5 cortando los afloramientos paleozoicos del Batolito de la Costa. Estos cuerpos intrusivos ácidos a intermedios forman parte integrante de un complejo plutónico de dimensiones batolíticas. En el área, composicionalmente muestra una amplia variación desde granodioritas a gabros.

Las rocas intrusivas carecen de importancia hidrogeológica, debido a la ausencia en ellas de porosidad primaria y baja permeabilidad. Cuando ocurre porosidad, ésta es de carácter secundario, resultante de la interacción de diaclasas, fallas, erosión y meteorización.

El fracturamiento sólo crea condiciones favorables a la infiltración y acumulación de caudales reducidos, que se concentran en torno a quebradas con escurrimiento efímero. Su alimentación se materializa en periodos pluviales invernales, a través de discontinuidades verticales, en las cuales la infiltración pierde intensidad en profundidad.

Formación Navidad Mioceno - Plioceno

La Formación Navidad aflora en la porción costera del Plano N° 5 y alberga localmente algunos acuíferos en los niveles arenosos con porosidad primaria. Norias con profundidad de 10 a 15 m suministran rendimientos aceptables y constantes en el tiempo para satisfacer demandas rurales, sin experimentar variaciones significativas en sus niveles estáticos.

Este rendimiento derivaría de una eficiente recarga pluvial en terrenos de morfología llana, en que la infiltración es más efectiva. Estas características favorecerían una explotación más intensiva, siempre y cuando se detecte un nivel permeable y de extensión areal importante. Su potencial está determinado por la rápida recuperación de los niveles de las norias y escasos pozos en explotación.

Formación La Cueva y Formación Los Peumos Plioceno - Pleistoceno

Estas dos formaciones, La Cueva y Los Peumos, de origen transicional marino continental tendrían relación en el tiempo, representando la primera la porción basal y la Formación Los Peumos la parte alta de una sola unidad sedimentaria.

Sus afloramientos ocurren hacia la parte alta del sistema, en el sector sur este del Plano N° 5

3.2.2 Rocas no consolidadas

Depósitos de terrazas de abrasión.

Con desarrollo hacia el sector costero del plano N° 5, la secuencia arenosa integrante de esta unidad de depósitos de terrazas de absorción se presenta escasamente cementada, suelta, friable, bastante porosa. Por tanto, posee cierta capacidad para retener agua pluvial o de escurrimiento superficial encausado. Actualmente se extraen pequeños caudales a partir de norias. Su nulo a escaso espesor y su disposición geológica "colgada" no permiten pensar en pozos profundos ni caudales de consideración.

Terrazas fluviales – Holoceno

Aproximadamente desde el pueblo de Rapel hasta la zona de desembocadura del estero Licancheu el río escurre formando meandros. En esta zona y producto del cambio de recorrido del río se han generado una serie de terrazas fluviales, los que debido a su relación directa con los procesos fluviales del río Rapel están conformados por material idéntico a los sedimentos fluviales, excepto que por su posición aérea se encuentran levemente consolidados y han desarrollado una cubierta vegetal.

Se trata de sedimentos no consolidados a levemente consolidados dejados por cursos abandonados por el río y están conformados por gravas, bolones y niveles arenaceos, muy localmente se desarrollan niveles de limo o arenas limosas.

Su comportamiento hidrogeológico es similar a los sedimentos fluviales modernos, solo que poseen un nivel de agua más profundo, debido a que estas terrazas, como su nombre lo indica, se encuentran sobre los terrenos fluviales.

Depósitos fluvio aluviales - Cuaternario

Los depósitos fluviales incluyen material clástico que conforma el

cauce del Río Rapel y sus activas llanuras de inundación. Se trata de sedimentos no consolidados, donde predominan facies de relleno de canal con base erosiva, constituidas por arenas gravosas y arenas con estratificación plana horizontal y cruzada, y escasos limos finamente laminados .

Su coloración, acorde con su origen a partir de rocas plutónicas intermedias a básicas, varía de gris claro a arenas blancas muy maduras.

Los clastos son de buena redondez, granulométricamente presentan gran uniformidad, con solo pequeñas variaciones locales, atribuibles a acciones aisladas de crecidas. Se observan superficialmente sueltas, no consolidadas, con escasa matriz y alta permeabilidad, la que decrecería en profundidad. En general , las arenas y gravas bien redondeadas son propias de un transporte fluvial prolongado, y dominan en torno a los actuales cauces.

Los materiales sedimentarios más superficiales , englobados en esta unidad, deben ser considerados como actuales, mientras que los niveles más profundos, como Holocenos.

En casi todos los estudios hidrogeológicos, los sedimentos fluviales modernos representan el primer blanco a explorar, debido a que estos depósitos son fáciles de perforar y se encuentran en el fondo de los valles, donde los niveles de agua están más próximos a la superficie y, consecuentemente la elevación del bombeo es pequeña. También, debido a su juventud, los sedimentos no están consolidados y, por tanto, suelen tener una mayor porosidad eficaz que otros materiales.

3.3 Geología Cuenca Estero Topocalma

El Plano N° 6 muestra la geología del área del Estero Topocalma.

3.3.1 Rocas Consolidadas

Batolito de la Costa - Paleozoico Superior

Como en casi todo el sector, las rocas del batolito de La Costa representan el basamento rocoso sobre el cual ha sido horadada la red de drenaje. Aquí el basamento plutónico está conformado por cuerpos de composición intermedia a ácida, con granodioritas, monzonitas, monzogranitos, menor dioritas y escasos granitos. Su disposición areal abarca el sector sur y poniente del plano N° 6.

Sin interés hidrogeológico. Las rocas intrusivas son muy poco permeables y tienen una capacidad muy reducida como embalse subterráneo. En los pozos construidos en este tipo de rocas el agua procede principalmente de las zonas meteorizadas, con diaclasas y/o con fallas. Tanto la meteorización como la fracturación suelen ser más intensas cerca de la superficie, y decrecen progresivamente al aumentar la profundidad. Por debajo de unos 30 metros puede esperarse que las perforaciones no entreguen agua.

La meteorización química depende no sólo de las características litológicas, sino también de las condiciones climáticas actuales, pasadas y de la topografía. En los climas templados la meteorización química no suele penetrar más de 10 ó 15 m de profundidad.

Formación La Cueva - Terciario Superior

La Formación La Cueva posee afloramientos restringidos a la parte central del sistema, con presencia en la ribera este del Estero Quebrada Honda. Se dispone sobre rocas graníticas muy meteorizadas.

Se trata de una secuencia subhorizontal marino-continental, integrada por 50 m de areniscas, conglomerados y aglomerados. Los conglomerados basales corresponden a acumulaciones de probable origen fluvial, mientras que los aglomerados, formados por una mezcla caótica de fragmentos angulosos en una matriz arenosa, podrían tener origen glacial.

Formación Navidad Mioceno - Plioceno

La Formación Navidad aflora en la zona costera y hacia el lado norte del Estero Topocalma. Se dispone en contacto depositacional sobre granitoides paleozoicos con estratificación subhorizontal. Se encuentra disectada por las nacientes de los esteros Los Quillayes y Valle Hidalgo, los que escurren con dirección aproximada N 45° W, dirección que asume aguas arriba el propio estero Topocalma, donde además, el cauce representa el contacto entre estratos de la Formación La Cueva y granitoides paleozoicos.

La Formación Navidad está conformada por sedimentos marinos fosilíferos, medianamente consolidados, constituidos por limolitas, areniscas arcillosas, areniscas de grano muy fina a muy grueso, bancos de conglomerados, bancos de coquina y calizas.

Se han detectado localmente capas acuíferas en niveles arenosos con porosidad primaria. Norias con profundidad de 10 a 15 m suministran rendimientos aceptables y constantes en el tiempo para satisfacer demandas rurales.

En el año 1971, la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) perforó un pozo profundo de 220 m en terrenos de esta formación, pozo San Andrés N° 1, a 23 Km. al norte de Litueche, atravesándose en el tramo más inferior una secuencia acuífera de conglomerados y areniscas, con rendimiento de 1 a 2 l/s y con leve surgencia.

Formación Los Peumos - Pleistoceno

La Formación Los Peumos es una secuencia de 55 – 60 m de potencia y está conformada por una alternancia de sedimentos marinos y continentales. Su base tiene mucha similitud con la Formación La Cueva, por lo que incluso podría tratarse de su continuación en el tiempo.

3.3.2 Rocas no Consolidadas

Terrazas de abrasión - Pleistoceno

Las terrazas de absorción están restringidas al límite sur poniente de la cuenca. Se trata de una unidad morfológica de origen marino, labrada sobre cuerpos intrusivos del paleozoico. Corresponden a terrazas sin cubierta sedimentaria.

Depósitos Fluviales - Actual

Los depósitos fluviales no poseen continuidad areal en la cuenca, en algunos sectores del cauce no se registran depósitos de material sedimentario, situación que acontece hacia la parte media del sistema, y sería causada por la presencia de zonas de gran pendiente, hecho que sumado a la dureza del sustrato plutónico, no permite la depositación. Esta situación particular permite dividir en tres sectores el ámbito de los depósitos fluviales. Un sector de cabecera, donde se incluyen algunos tributarios; y que está caracterizado por un relleno de valles angostos y poco profundos; un sector central, libre de cobertura sedimentaria, y por último, un trecho final, donde sólo se ve interrumpido el relleno fluvial por el avance de dunas desde la costa.

El material que conforma estos depósitos fluviales es de coloración clara y predominan tamaños arena, gruesas a finas, con escaso desarrollo de material grueso. Su composición viene determinada por el sustrato y por tanto está conformada por maicillo.

Depósitos de playa y dunas - Actual

Los depósitos de playa y dunas poseen un importante despliegue en la zona de desembocadura, llegando a desarrollar barras en la dirección de las corrientes eólicas, vale decir, nor-noreste. El lado sur de la zona de desembocadura está protegido del viento por el promontorio de Punta Topocalma. Este preserva sus faldas del desarrollo de dunas y así permite la presencia de una laguna, la cual se nutre tanto del estero como de agua de mar, la que ingresa cuando logra sobrepasar la barra de arena en pleamar.

Las dunas existentes a lo largo de muchas costas de escasa pendiente son un medio muy permeable, en general bien recargado por la lluvia. Así se crea un cuerpo de agua dulce cuya explotación se ha manifestado muy interesante en muchos lugares.

El agua de las dunas puede pasar lentamente al mar, pero también se puede infiltrar en gran parte a través del nivel semipermeable, creando un lentejón de agua dulce por debajo del mismo, de mayor extensión y espesor que el existente en las dunas.

El agua de las dunas se capta mediante drenes o punteras y excepcionalmente recurriendo a pozos. Para su explotación se debe mantener un equilibrio entre el bombeo y la recarga natural, para prevenir intrusiones de agua salada.

3.4 Geología Cuenca Estero Nilahue

El Plano N° 7 muestra la geología del área del Estero Nilahue.

El Estero Nilahue y sus afluentes realizan casi todo su recorrido cortando rocas plutónicas, excepto en la zona de cabecera, donde este escurre sobre estratos volcánicos-sedimentarios de la Formación Lo valle. Entre las rocas intrusivas predominan ampliamente las de edad paleozoica, a ambos costados del lecho del estero. Cuerpos intrusivos más jóvenes, del Cretácico-Terciario, sólo desarrollan afloramientos en el sector más oriental del sistema, donde comienzan a escurrir con dirección este-oeste los principales afluentes del Estero Nilahue.

En la zona de costa y sobre intrusivos paleozoicos, se disponen estratos aterrazados de poco espesor.

3.4.1 Rocas consolidadas

Batolito de la Costa - Paleozoico Superior

Intrusivos ácidos a intermedios - Cretácico a Terciario Inferior

El batolito paleozoico se presenta ampliamente en la costa y predominan tipos litológicos intermedios, como granodioritas, monzonitas, dioritas y monzodioritas, hasta granitos de microclina. Se trata de rocas de grano grueso a medio y coloración gris verdoso. Los afloramientos de intrusivos ácidos del Cretácico - Terciario se encuentran en los sectores de mayor altitud de la Cordillera de la Costa y no posee afloramientos en el Estero Nilahue, restringiéndose éstos a la parte alta de los principales afluentes, los que escurren de este a oeste.

Las unidades intrusivas presentes en la zona carecen de importancia hidrogeológica, debido a la ausencia en ellas de porosidad primaria y baja permeabilidad. La permeabilidad primaria de las rocas ígneas suele ser extraordinariamente reducida y rara vez alcanza los 10^{-3} ó 10^{-4} m/día. La permeabilidad secundaria originada por meteorización y/o fracturación puede en algunos casos multiplicar la permeabilidad de los conjuntos rocosos hasta 10^3 , pero esto solo ocurre en casos excepcionales.

En zonas de climas templados, es raro que el efecto de la meteorización supere los 15 m, y el efecto del fracturamiento disminuye sensiblemente con la profundidad, debido sobretudo a la carga litostática que cierra los espacios abiertos. Como contraparte se puede nombrar discontinuidades muy penetrativas como son las fallas, las que pueden servir de conductos encausadores. En algunos casos, y ya sea por movimiento diferencial de bloques o por la mayor dureza de cuerpos de diques asociados a estructuras, se generan embalses interesantes, no ya en el cuerpo intrusivo mismo, pero sí en sedimentos fluviales, que desarrollan mayor espesor de sedimentos o simplemente se forma un embalse natural.

En general, en casi todos los pozos excavados en rocas plutónicas los caudales de explotación son más bien bajos. El caudal medio de explotación en pozos abiertos en este tipo de rocas está comprendido entre 0,5 y 1,5 l/s. Los caudales más frecuentes son , sin embargo, considerablemente menores. En rocas alteradas hasta una profundidad considerable, cuando las condiciones de recarga son favorables, se pueden encontrar caudales medios hasta del orden de 3 l/s.

Formación Lo Valle

La Formación Lo valle desarrolla un conglomerado rojizo en la base, tobas soldadas y lavas rosadas fluidales, tobas rojizas y blancas, lavas de bloques, brechas, lavas andesíticas, lavas brechosas, y basaltos negros. Siguen areniscas continentales fosilíferas y esporádicamente, tobas rojizas, areniscas, lavas rosadas y tobas soldadas.

Dentro del grupo de las rocas volcánicas, existen materiales de propiedades hidrogeológicas muy diferentes. Las tobas volcánicas generalmente tienen porosidades muy elevadas, pero tienen permeabilidades muy bajas. Aunque la porosidad de las rocas volcánicas puede ser a veces muy elevada, su permeabilidad varía muchísimo, en función siempre del conjunto de estructuras primarias y secundarias de cada roca más que de su naturaleza litológica.

La permeabilidad horizontal de las rocas volcánicas se debe en su mayor parte a la presencia de los espacios huecos que suelen existir entre dos coladas de lava superpuestas, mientras que la permeabilidad vertical se debe principalmente al resquebrajamiento de las lavas durante los últimos momentos de su fluidez y a las fracturas de contracción como consecuencia de su posterior enfriamiento.

Tanto la permeabilidad como la porosidad de las rocas volcánicas tiende a decrecer lentamente con el tiempo geológico. Parte de esta disminución se debe a la compactación de las rocas, pero el relleno de los espacios huecos mediante minerales secundarios suele ser la causa más importante.

Las capas sedimentarias intercaladas entre las lavas contribuyen a aumentar sensiblemente la porosidad media del paquete. Bajo circunstancias favorables, los sedimentos proporcionan grandes espacios para el almacenamiento de agua subterránea.

La permeabilidad de las areniscas depende no solo del tamaño de los poros o intersticios, sino también de que estos poros no hayan quedado incomunicados entre sí debido al proceso de cementación. En general, la permeabilidad en las formaciones de areniscas es bastante anisotrópica, y en forma general, esta es mayor paralelamente a la estratificación. La permeabilidad de una arenisca suele ser de uno o tres órdenes de magnitud más baja que la de su correspondiente sedimento no consolidado.

Rara vez una arenisca tendrá permeabilidades superiores a 1 m/día e inferiores a 10^{-3} m/día

3.4.2 Rocas no consolidadas

Terrazas de abrasión - Pleistoceno

Las terrazas de abrasión afloran en forma muy restringida en el borde sur poniente de la cuenca, con niveles de poco espesor conformados principalmente por arenas claras.

Los estratos arenosa de las terrazas se presentan escasamente sementadas, sueltas, friables y bastante porosas. Poseen, por tanto, cierta capacidad para retener agua pluvial o de escurrimiento superficial encauzado. La unidad favorece la extracción de pequeños caudales a partir de norias excavadas en el fondo de quebradas o en torno a pequeños esteros.

En la interfaz roca basal - areniscas se desarrollan pequeños manantiales.

Depósitos de relleno de valles interserranos y costeros - Holoceno

Los depósitos de relleno de valles interserranos y costeros están formado por material arenoso de origen fluvio-aluvial, que rellena zonas llanas aledañas al estero y sus afluentes.

En estos depósitos dominan los acuíferos libres, y el nivel estático está influenciado por el caudal superficial de los esteros. En el valle del estero Nilahue, el actual lecho escurre con pobre encauzamiento por un amplio llano formado por arenas y gravas "maicillosas". La alta permeabilidad del terreno asegura una buena recarga de los acuíferos someros. La granulometría del relleno, la elevada posición del nivel freático y las favorables condiciones locales de recarga, permiten extracciones permanentes mediante punteras.

Depósitos fluviales - Actual

Debido a la dependencia genética de estos depósitos fluviales con los cauces, los acuíferos que ellos albergan son elongados, y en este caso, el carácter intrusivo del lecho rocoso condiciona la naturaleza del material fluvial. Es así como gran parte de los depósitos están conformados por arenas claras, finas a gruesas tipo maicillo. Materiales tamaño grava son escasos en la zona media y final del estero, incrementándose su desarrollo a la parte alta del sistema fluvial.

La capacidad de la unidad para almacenar y transmitir el agua subterránea se concentra principalmente en las capas arenosas, de buena selección y alta permeabilidad. En profundidad, los sedimentos están más consolidados, con el consiguiente descenso de la permeabilidad. Así, estos desarrollan comúnmente acuíferos libres y en profundidad conforman acuíferos semiconfinados.

La granulometría de estos depósitos decrece de este a oeste. Hacia occidente disminuye sensiblemente el contenido de bolones y guijarros, y paralelamente están mejor seleccionados dejando ésto, paso a arenas y gravas arenosa.

Depósitos gravitacionales

Con gran desarrollo en la parte alta del sistema del Estero Nilahue, en las inmediaciones de afluentes como los esteros Las Palmas, Lolol y Pumanque, los depósitos gravitacionales presentan grandes variaciones granulométricas, lo que determina variaciones en su permeabilidad. Hacia las porciones apicales, predominan permeabilidades altas a muy altas, mientras que estas son medias a bajas en las partes distales. El incremento gradual de finos aguas abajo, reduce su porosidad, capacidad de infiltración y retención de aguas pluviales. Esta particularidad permite establecer el atractivo hidrogeológico local de estos depósitos.

Los depósitos activos se presentan sueltos, muy porosos y permeables, con baja capacidad para retener aguas lluvias y, por tanto, medio a bajo potencial hidrogeológico.

Los depósitos estabilizados poseen mayor capacidad de retener aguas de lluvias, presentan porosidad y permeabilidad medias a bajas y notables variaciones en sus niveles freáticos.

Depósitos salinos Holoceno – Actual

Casi en la zona de desembocadura del estero Nilahue se desarrollan salinas.

La proximidad del litoral y el desarrollo de barras sedimentarias determinan precarias condiciones de escurrimiento, las que se traducen en la depositación de sedimentos finos.

El escaso escurrimiento superficial favorece las intrusiones marinas, elevando el contenido de cloruros a valores comparables con los verdaderas salmueras.

Depósitos de arena y dunas

Los depósitos de arena y dunas representan el sedimento que deja el mar entre bajamar y pleamar. La migración hacia el interior del

continente de estos depósitos, por acción eólica, producen los campos de dunas. Concordantemente con esto, debiera esperarse un envejecimiento de edad con el alejamiento de la zona de playa.

Los depósitos de arena de playa no son utilizados para la extracción de agua potable, debido a su carácter químico. Estos acuíferos están sometidos a intrusiones marinas, relacionadas con mareas altas.

Los depósitos de dunas y paleodunas poseen buena granulometría, alta permeabilidad y eficiente recarga pluvial. El nivel freático superficial favorece la extracción mediante baterías de punteras y drenes. Estas aguas presentan ciertas restricciones químicas, como cloruros, sulfatos y sodio, asociadas al ambiente litoral.

4. GEOFÍSICA

4. GEOFÍSICA

Se contempló la realización de perfiles geofísicos mediante el método de gravimetría, para determinar el espesor del relleno sedimentario, relieve y profundidad del sedimento.

Gravimetría.

Las mediciones gravimétricas se realizaron en líneas perpendiculares a los valles, entre el 6 y 18 de diciembre de 1997. Se efectuaron 14 kilómetros en un total de 10 perfiles; 3 en el Río Rapel, 2 en el Estero Topocalma y 5 en el Estero Nilahue. En este último se efectuaron perfiles en dos sectores, dos perfiles a la altura de la confluencia de los esteros Lolol y Nilahue y tres en el sector de la Palmilla.

El instrumental utilizado en terreno consistió en un gravímetro automático Scintrex CG-3, exceptuando las medidas del sector Lolol-Nilahue, donde se utilizó un gravímetro manual Wonden Master. Las lecturas se tomaron a intervalos nominales de 50m.

Para la obtención de las coordenadas y cotas de las estaciones gravimétricas, se utilizó un G.P.S. geodésico Ashtech SCA-12S, con estación base y móvil.

La tabla adjunta entrega los datos concernientes a cada perfil y sector.

Sector	Perfil N°	Total de estacas	Longitud interpretada (m)
Topocalma	1	24	1.225
Topocalma	2	11	490
Cahuil-Nilahue	1	16	732
Cahuil-Nilahue	2	26	1.255
Cahuil-Nilahue	3	14	695
Rapel	1	25	1.754
Rapel	2	16	782
Rapel	3	16	838
Lolol-Nilahue	0	58	2.935
Lolol-Nilahue	1	65	3.317
TOTAL	10 perfiles	271 estacas	14.023 m

La propiedad física que considera la gravimetría es la densidad de la roca. En el sector de estudio se pueden diferenciar básicamente tres unidades de densidad: la primera formada por materiales sedimentarios no consolidados de edad cuaternaria, la segunda unidad de sedimentos semiconsolidados de la Formación Navidad, de edad Terciario Superior. El contraste o diferencia de densidad entre ellos sería de 0.3 gr/cc. El basamento intrusivo paleozoico correspondería a la tercera y última unidad detectada. El contraste entre las rocas intrusivas y el sedimento no consolidado se ha estimado en 0.7 gr/cc.

Los valores de densidad y contraste se obtienen asumiendo por ejemplo una densidad de 2.0 gr/cc para el material no consolidado, 2.3 gr/cc para sedimentos semiconsolidados y 2.7 gr/cc para rocas del basamento.

El Anexo II muestra los resultados del trabajo de gravimetría. A continuación se incluyen fotografías de dos sectores donde se realizaron perfiles geofísicos.



Estero Rapel sector Licanheu Perfil 3



Estero Nilahue Vado La Palmilla Perfil 3

5. HIDROLOGÍA

5. HIDROLOGIA

5.1 Descripción Hidrográfica

Hoya del Río Rapel:

La cuenca del río Rapel, con una extensión total de 14.177 km², se forma de la confluencia de los ríos Cachapoal, que drena la porción norte de la hoya del Rapel, y Tinguiririca, que drena la zona sur, siendo aproximadamente un 50% mayor la hoya del río Cachapoal. El río Rapel atraviesa la cordillera de la Costa en un cañón de laderas escarpadas labrado en granodiorita, en donde se emplaza el muro del embalse Rapel y parte de su hoya de acumulación. El régimen hidrológico del río Rapel es mixto, con crecidas en los meses de invierno derivadas de las lluvias y crecidas de primavera y verano debidas al deshielo. Los estiajes más acentuados corresponden a los meses de Febrero a Abril y a Octubre. El caudal medio anual del río, en la central Rapel, es del orden de 170 m³/s. La precipitación media en el sector de estudio es del orden de 600 mm. anuales.

El área de la cuenca aguas abajo del embalse, correspondiente al sector del estudio e incluyendo ambas riberas, es de aproximadamente 500 km². El estero Licancheu, sector de especial interés, es un tributario sur del río Rapel, la junta con el río es muy cerca de su desembocadura al mar. El área tributaria de esta subcuenca es de unos 40 km² y tiene una dirección sur-norte.

Hoya del estero Topocalma

La hoya del estero Topocalma o Quebrada Honda es una cuenca costera ubicada inmediatamente al sur de la cuenca del río Rapel, de una extensión de aproximadamente 520 km². El estero El Ganso tributa por la ribera norte del estero Topocalma, a unos 25 km. de su desembocadura al mar. El estero Valle Hidango, también es un tributario norte, a unos pocos kilómetros de su desembocadura al mar. El régimen hidrológico es netamente pluvial y la precipitación media de la zona es del orden de 650 mm.

Hoya del Estero Nilahue

La hoya del estero Nilahue drena gran parte de la zona costera entre Pichilemu por el norte y el río Mataquito por el sur, con una extensión de aproximadamente 1.770 km². Posee una red de drenaje muy ramificada de acuerdo con la tectónica local, que ha fraccionado el macizo costero en ese

sector. El estero Nilahue tiene una dirección norte casi en la totalidad de su recorrido y desemboca en la localidad de Cahuil, ubicada a unos 10 km. al sur de Pichilemu. El Nilahue nace con el nombre de estero Los Coipos a unos 60 km. al sur de su desembocadura. En ella se encuentra la laguna Cahuil que tiene unos 9 km. de longitud y las salinas del mismo nombre. La longitud total de su recorrido desde su cabecera más alejada es de 104 km. Sobre el Nilahue existen dos obras de regulación de envergadura: el embalse Lolol, situado en el nacimiento del estero Fortaleza y con una capacidad de 6,4 millones de m^3 , y el embalse Nilahue sobre el estero de La Viña, con una capacidad de 2,54 millones de m^3 . El régimen hidrológico es netamente pluvial y la precipitación media de la zona es del orden de entre 600 y 700 mm., dependiendo de la latitud. El caudal medio del estero Nilahue en Santa Teresa es de $9,4 m^3/s$, con fuerte variación estacional, sobre $20 m^3/s$ entre Junio y Agosto, y menos de $0,5 m^3/s$ entre Noviembre y Abril.

5.2 Antecedentes

El estudio hidrológico tiene por objetivo establecer la caracterización de los caudales medios en las cuencas y subcuencas identificadas como de interés para el estudio.

Es de interés establecer la caracterización de los caudales en cada uno de los sistemas hidrográficos del estudio, esto es, subcuenca del río Rapel, entre el embalse Rapel y la desembocadura al mar, cuenca hidrográfica del estero Topocalma y cuenca hidrográfica del estero Nilahue.

En el caso de la subcuenca del río Rapel, entre la salida del embalse Rapel y la Desembocadura, la caracterización se efectuará estableciendo los caudales de entrada y los caudales que se generan en la subcuenca propiamente tal. Para la cuenca del estero Topocalma la caracterización de los caudales se establecerá para la totalidad de la cuenca. Y en la cuenca del estero Nilahue la caracterización se efectuará en la siguientes subcuencas:

- Nilahue antes estero Quiahue
- Quiahue antes estero Nilahue
- Lolol antes estero Nilahue
- Pumanque antes estero Nilahue
- Nilahue en Santa Teresa
- Nilahue en Desembocadura

La caracterización de los caudales se efectuará estableciendo en cada cuenca o subcuenca la variación estacional de los caudales medios mensuales y la duración de los caudales medios anuales.

En el mapa de la lámina fuera de texto se muestran las diferentes cuencas y subcuencas de interés.

En relación con estadísticas fluviométricas, en la zona del estudio se tienen dos controles fluviométricos con estadísticas de caudales medios mensuales. Considerando que esta información es aún escasa para los propósitos del estudio, se ha recopilado también la información estadística de la estación fluviométrica existente en el estero Alhué, ya que corresponde a una cuenca netamente pluvial como las cuencas de interés en el presente estudio y podría usarse para transposición de caudales.

En el Cuadro N° 5.1 se indican las estaciones fluviométricas y en el Anexo III se entregan las estadísticas recopiladas.

CUADRO N° 5.1
ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

Estación	Lat Sur	Long Oeste	Elevación m. s. n. m.	Superficie Km ²
Rapel en Corneche (1953 - 1982)	33° 59'	71° 41'	17	13186
Nilahue en Sta. Teresa (1985 - 1996)	34° 34'	71° 47'	50	1502
Alhué en Quilamuta (1951 - 1996)	34° 04'	71° 17'	130	779

Además de estas estadísticas fluviométricas, en el marco del presente estudio se realizó una campaña de aforos con el objeto de generar información adicional de apoyo.

En total para el estudio se efectuaron 11 aforos. En la cuenca del río Rapel se realizaron 2 aforos en el estero Lincancheu, 1 aguas arriba de la zona de extracciones de agua para riego y 1 cerca de la desembocadura en el río Rapel.

En la cuenca del estero Topocalma se efectuaron 5 aforos, 2 en estero El Manzano cerca de la junta con el estero La Leonera (uno en un afluente menor y el otro en el cauce principal); 2 en el estero La Leonera (antes y después de la junta con el estero Los Quillayes) y 1 aforo en el estero Topocalma a unos 3 km. aguas arriba de su desembocadura en el mar.

En la cuenca del estero Nilahue se aforaron 4 secciones: en el estero Nilahue antes estero Pumanque, en el estero Nilahue en el Puente Quiahue, en el estero Quiahue antes del estero Nilahue y en el estero Lolol antes del estero Nilahue. En este caso los caudales de entrada suman 2026 l/s y el caudal de salida en Nilahue antes estero Pumanque fue 2409 l/s. Este mayor caudal de salida puede deberse a recuperaciones y a que en general el escurrimiento en el estero no presenta una continuidad en cada sector.

El estero Licancheu presentaba un caudal de 16 l/s a la entrada de la zona de riego y 7 l/s en su desembocadura. El estero Tococalma presentaba un caudal de 659 l/s en prácticamente su desembocadura al mar, contribuían a este caudal 56 l/s de los esteros La Leonera y Los Quillayes y 38 l/s del estero El Manzano, el resto del caudal corresponde a los aportes propios de la cuenca superior e intermedia del estero Quebrada Honda afluente principal del estero Topocalma.

En el Cuadro N°5.2 se entregan los resultados de los aforos realizados.

CUADRO N° 5.2
AFOROS

	FECHA	CAUDAL m ³ /s
Esteros Licancheu en Pte. Navidad - Rapel	20/11/97	0.016
Esteros Licancheu 4 km. Aguas arriba Pte. Navidad - Rapel	20/11/97	0.007
Esteros El Manzano 3,5 km. aguas arriba La Junta (Afluente Derecho)	20/11/97	0.014
Esteros El Manzano 3,5 km. aguas arriba La Junta (cauce principal)	20/11/97	0.035
Esteros La Leonera en Pte Camino G-872	20/11/97	0.003
Esteros La Leonera en entrada Hda. Topocalma o después Jta. Con estero Los Quillayes	20/11/97	0.053
Esteros Topocalma en cruce Camino al Faro	20/11/97	0.659
Esteros Nilahue antes estero Pumanque		
Brazo 1		1.268
Brazo 2	19/11/97	0.104
Brazo 3		1.037
Esteros Nilahue en Pte. Quiahue	19/11/97	0.358
Esteros Quiahue en Pte. Quiahue	19/11/97	0.668
Esteros Lolol en Pte camino Lolol-Pumanque	19/11/97	1.000

En relación a estadísticas de precipitación se ha recopilado información de las siguientes estaciones ubicadas en la zona del estudio.

CUADRO N° 5.3
ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

Estación	Lat Sur	Long Oeste	Elevación m.s.n.m.	Periodo
Rapel	33° 57'	71° 44'	50	1940-1996
Nilahue-Baraona	34° 34'	71° 45'	120	1981-1996
Ranguili	34° 51'	71° 43'	130	1980-1996
Litueche	34° 07'	71° 43'	210	1979-1996
Pichilemu	34° 23'	72° 00'	5	1980-1996
Lolol	34° 44'	71° 38'	200	1976-1995

Las estadísticas recopiladas se incluyen en el Anexo III.

Además de la información estadística indicada, se han consultado también las siguientes referencias bibliográficas:

- Balance Hidrológico Nacional Regiones V, VI, VII y Metropolitana, (Ipla para la DGA, 1984).
- Análisis Regional de Caudales VI y VII Región (Prisma para la DGA, 1994).
- Estudio de Factibilidad Hoya Río Rapel (Agro - Ipla para la CNR, 1978).

Finalmente, cabe agregar como antecedente que la zona del estudio es netamente agrícola aunque de desarrollo limitado por la escasez permanente de agua. Es por esto que se efectuaron en el pasado (1940) algunas obras hidráulicas de cierta envergadura. Cabe destacar el embalse Lolol en el nacimiento del estero Fortaleza, con un muro de 30 m de altura y una capacidad de 6,4 millones de m³, y el embalse Nilahue sobre el estero la Viña, con un muro de 12,68 m y una capacidad de 2,54 millones de m³.

Con motivo del proyecto del embalse Convento Viejo se pretendió incorporar esta zona al sistema bajo riego artificial. Sin embargo, estas iniciativas no se han concretado y su desarrollo continua diferido. Sólo en casos puntuales algunos particulares han desarrollado proyectos orientados a una agricultura más tecnificada y con especies de mayor rentabilidad como viñas.

5.3 Metodología

Considerando que las diferentes cuencas y subcuencas de interés no disponen de estadísticas como para establecer una caracterización de sus caudales en forma directa, se ha optado por aplicar el siguiente procedimiento de cálculo:

- Se establecerá para la zona del estudio un mapa de isoyetas medias anuales y coeficientes de frecuencia que permitan calcular la precipitación media anual para diferentes probabilidades de excedencia;
- Se establecerá una estadística para un período largo en el estero Nilahue en Santa Teresa aprovechando la actualmente existente en dicho lugar. Sobre la base de esta estadística se establecerá su variación estacional y duración general, la cual será expresada también en forma adimensional;

Para la cuenca de Nilahue en Santa Teresa se establecerá su rendimiento específico expresado en $l/s/km^2/mm$ para las diferentes probabilidades de excedencia; estos rendimientos serán transpuestos a las cuencas y subcuencas de interés y luego distribuidos de acuerdo a la variación estacional adimensional.

Considerando que la estadística de Nilahue en Santa Teresa es representativa del régimen hidrológico de la zona del estudio, su utilización como base para la transposición a las subcuencas sin control fluviométrico se considera aceptable.

Situación del Riego

No existe en la zona información consistente respecto al uso efectivo del agua superficial en riego, sin embargo, es de interés conocer el nivel de extracciones que se produce especialmente aguas arriba de Nilahue en Santa Teresa con el objeto de verificar si la estadística que allí se genera está afectada o no por un nivel significativo de extracciones.

En el caso del presente estudio se efectuó una recopilación de información de tipo cualitativo preguntando directamente a algunos agricultores según los datos que ellos manejan respecto a las extracciones de agua en diferentes esteros. Para el caso del estero Nilahue, los datos recopilados son los siguientes:

CUADRO N° 5.4

Extracciones Para Riego Aguas Arriba de Nilahue en Santa Teresa

	l/s
Estero Nerquihue	283
Estero Lolol	255
Estero Caillihue	20
Estero Los Laureles	25
Estero Nilahue	720
TOTAL	1.303

De acuerdo con la información recopilada, en total se extraen 1.303 l/s, no obstante, se estima que este caudal no representa todas las extracciones para riego. Además en la zona existen numerosos otros usos de pequeños volumen en huertos y chacras y que no están controlados.

Por otro lado la mayor proporción de superficie bajo riego no está tecnificada, por lo que los retornos de agua deben ser también bastante altos.

Otros antecedentes que se analizaron fueron los mapas de escorrentia con y sin influencia del riego del estudio "Análisis Regional de Caudales - VI y VII Región" (PRISMA, 1994).

De acuerdo con estos mapas, la escorrentia media anual de la cuenca afluyente al estero Nilahue en Sta. Teresa, sin el efecto del riego, es de 260 mm lo que representa un caudal medio anual de 12.4 m³/s, y con el efecto del riego la escorrentia es de 117mm lo que representa un caudal de 5.57m³/s. En consecuencia y de acuerdo con esta información el consumo de agua producto del riego alcanzaría a 6.83m³/s caudal extraordinariamente alto para la zona.

En mapa de Lámina N° 10 se muestra las isolíneas de escorrentia en la zona del estudio.

En el Balance Hidrológico Nacional (1984) se entrega una escorrentia natural de 240 mm/año para la zona costera Rapel - Mataquito, lo que equivale a 11,4 m³/s para la cuenca de Nilahue en Santa Teresa.

5.4 Precipitación

A Continuación se realiza un análisis de las precipitaciones anuales en la zona, con el objeto de determinar las precipitaciones medias en las diferentes subcuencas en estudio y aplicar la transposición de caudales propuesta en punto 5.3.

En primer término se conformó un patrón pluviométrico para la zona compuesto por las estadísticas anuales de las estaciones de Rapel y Lolol, para la cual fue necesario extender la estadística del Lolol. El período escogido fue el comprendido entre 1950/51 y 1996/97.

Luego, a través de correlaciones con el patrón se extendieron y rellenaron las estadísticas de las demás estaciones. A estas series se efectuó un análisis de frecuencia en base a la distribución de Weibull y se determinaron los coeficientes de frecuencia referidos al promedio anual.

En el Cuadro N° 5.5 se entrega la serie pluviométrica del Patrón, en el Cuadro N° 5.6 se entrega las series rellenadas y extendidas de las demás estaciones y en el Cuadro N° 5.7 se entrega el resultado del análisis de frecuencia y los coeficientes de frecuencia. En el Anexo III se incluyen las correlaciones y curvas de doble masa y en mapa de Lámina N° 9 se entrega el mapa de isoyetas anuales, como apoyo para el trazado de las isolíneas se utilizó también el mapa de isoyetas del Balance Hidrológico Nacional (1984).

CUADRO Nº 5.5
PATRON DE PRECIPITACIONES ANUALES Y ACUMULADAS

Año Hidrológico	RAPEL		LOLOL		PATRON	
	mm		mm		mm	
1950 / 51	607.5	607.5	757.5	757.5	682.5	682.5
1951 / 52	852.0	1459.5	963.0	1720.5	907.5	1590.0
1952 / 53	444.0	1903.5	534.7	2255.2	489.4	2079.3
1953 / 54	860.0	2763.5	1217.6	3472.8	1038.8	3118.1
1954 / 55	498.0	3261.5	774.8	4247.6	636.4	3754.5
1955 / 56	360.0	3621.5	659.0	4906.6	509.5	4264.0
1956 / 57	479.0	4100.5	722.5	5629.1	600.8	4864.8
1957 / 58	440.0	4540.5	541.4	6170.5	490.7	5355.5
1958 / 59	419.0	4959.5	858.3	7028.8	638.7	5994.1
1959 / 60	550.4	5509.9	686.3	7715.1	618.4	6612.5
1960 / 61	507.0	6016.9	555.7	8270.8	531.4	7143.8
1961 / 62	554.5	6571.4	781.2	9052.0	667.9	7811.7
1962 / 63	390.3	6961.7	495.1	9547.1	442.7	8254.4
1963 / 64	825.8	7787.5	937.4	10484.5	881.6	9136.0
1964 / 65	387.5	8175.0	470.0	10954.5	428.8	9564.7
1965 / 66	954.5	9129.5	1184.0	12138.5	1069.3	10634.0
1966 / 67	760.3	9889.8	1053.0	13191.5	906.7	11540.6
1967 / 68	100.0	9989.8	479.0	13670.5	289.5	11830.1
1968 / 69	153.1	10142.9	259.0	13929.5	206.1	12036.2
1969 / 70	429.1	10572.0	560.0	14489.5	494.6	12530.7
1970 / 71	367.4	10939.4	549.8	15039.3	458.6	12989.3
1971 / 72	432.2	11371.6	668.2	15707.5	550.2	13539.5
1972 / 73	965.7	12337.3	1285.0	16992.5	1125.4	14664.9
1973 / 74	472.0	12809.3	588.0	17580.5	530.0	15194.9
1974 / 75	610.0	13419.3	801.4	18381.9	705.7	15900.6
1975 / 76	459.9	13879.2	733.7	19115.6	596.8	16497.4
1976 / 77	528.3	14407.5	612.5	19728.1	570.4	17067.8
1977 / 78	720.0	15127.5	1066.7	20794.8	893.4	17961.1
1978 / 79	577.0	15704.5	829.7	21624.5	703.4	18664.5
1979 / 80	509.5	16214.0	631.6	22256.1	570.6	19235.0
1980 / 81	775.0	16989.0	667.4	22923.5	721.2	19956.2
1981 / 82	441.0	17430.0	544.5	23468.0	492.8	20449.0
1982 / 83	1076.0	18506.0	1210.0	24678.0	1143.0	21592.0
1983 / 84	408.1	18914.1	446.0	25124.0	427.1	22019.0
1984 / 85	841.1	19755.2	1066.2	26190.2	953.7	22972.7
1985 / 86	296.0	20051.2	441.0	26631.2	368.5	23341.2
1986 / 87	866.0	20917.2	761.7	27392.9	813.9	24155.0
1987 / 88	652.7	21569.9	786.2	28179.1	719.5	24874.5
1988 / 89	378.3	21948.2	456.9	28636.0	417.6	25292.1
1989 / 90	273.8	22222.0	480.4	29116.4	377.1	25669.2

Año Hidrológico	RAPEL		LOLOL		PATRON	
	mm		mm		mm	
1990 / 91	268.5	22490.5	333.1	29449.5	300.8	25970.0
1991 / 92	564.2	23054.7	612.8	30062.3	588.5	26558.5
1992 / 93	828.7	23883.4	909.1	30971.4	868.9	27427.4
1993 / 94	466.3	24349.7	489.1	31460.5	477.7	27905.1
1994 / 95	341.0	24690.7	385.1	31845.6	363.1	28268.1
1995 / 96	399.5	25090.2	415.2	32260.8	407.4	28675.5
1996 / 97	471.2	25561.4	587.5	32848.3	529.4	29204.9
PROMEDIO	543.9		698.9		621.4	

CUADRO N° 5.6
PRECIPITACIONES ANUALES EXTENDIDAS Y RELLENADAS

Año Hidrológico	PATRON	NILAHUE	RANGUILI	LITUECHE	PICHILEMU
	mm	mm	mm	mm	mm
1950 / 51	682.5	599.7	794.3	804.3	595.4
1951 / 52	907.5	797.4	1056.1	1069.4	791.7
1952 / 53	489.4	430.0	569.5	576.7	426.9
1953 / 54	1038.8	912.8	1209.0	1224.1	906.2
1954 / 55	636.4	559.2	740.6	749.9	555.2
1955 / 56	509.5	447.7	593.0	600.4	444.5
1956 / 57	600.8	527.9	699.2	707.9	524.1
1957 / 58	490.7	431.2	571.1	578.2	428.1
1958 / 59	638.7	561.2	743.3	752.6	557.2
1959 / 60	618.4	543.3	719.6	728.7	539.5
1960 / 61	531.4	466.9	618.4	626.1	463.5
1961 / 62	667.9	586.8	777.2	787.0	582.6
1962 / 63	442.7	389.0	515.2	521.7	386.2
1963 / 64	881.6	774.7	1026.0	1038.9	769.1
1964 / 65	428.8	376.7	499.0	505.2	374.0
1965 / 66	1069.3	939.5	1244.4	1260.0	932.8
1966 / 67	906.7	796.7	1055.2	1068.4	791.0
1967 / 68	289.5	254.4	336.9	341.1	252.6
1968 / 69	206.1	181.1	239.8	242.8	179.8
1969 / 70	494.6	434.6	575.6	582.8	431.4
1970 / 71	458.6	403.0	533.7	540.4	400.1
1971 / 72	550.2	483.5	640.3	648.4	480.0
1972 / 73	1125.4	988.8	1309.7	1326.1	981.8
1973 / 74	530.0	465.7	616.8	624.6	462.4
1974 / 75	705.7	620.1	821.3	831.6	615.7
1975 / 76	596.8	524.4	694.6	703.3	520.6
1976 / 77	570.4	501.2	663.8	672.2	497.6
1977 / 78	893.4	785.0	1039.7	1052.7	779.4
1978 / 79	703.4	618.0	818.6	828.8	613.6
1979 / 80	570.6	501.3	664.0	576.4	497.7
1980 / 81	721.2	633.7	839.3	933.4	629.2
1981 / 82	492.8	491.5	480.0	634.0	457.0
1982 / 83	1143.0	1000.0	1168.0	1179.0	908.1

Año Hidrológico	PATRON	NILAHUE	RANGUILI	LITUECHE	PICHILEMU
	mm	mm	mm	mm	mm
1983 / 84	427.1	303.0	586.0	618.5	464.0
1984 / 85	953.7	811.9	1072.0	1036.5	823.7
1985 / 86	368.5	382.5	502.2	412.5	363.2
1986 / 87	813.9	556.1	1053.7	1015.0	656.5
1987 / 88	719.5	593.7	809.0	1086.0	756.0
1988 / 89	417.6	386.5	507.1	375.6	398.5
1989 / 90	377.1	404.5	571.9	412.0	395.0
1990 / 91	300.8	263.6	306.9	297.5	243.7
1991 / 92	588.5	639.0	812.6	803.5	500.4
1992 / 93	868.9	778.0	1059.6	1043.5	682.3
1993 / 94	477.7	491.6	574.6	554.5	416.8
1994 / 95	363.1	362.0	504.9	454.5	285.5
1995 / 96	407.4	408.5	648.8	547.5	440.0
1996 / 97	529.4	421.5	357.0	526.5	480.9
PROMEDIO	621.4	549.6	728.5	734.1	546.4

CUADRO N° 5.7
PRECIPITACIONES ANUALES
DURACION GENERAL Y COEFICIENTES DE FRECUENCIA

PROMEDIO	RAPEL	NILAHUE	RANGUILI	LITUECHE	PICHILEMU	LOLOL
%	mm	mm	mm	mm	mm	mm
5	965.7	988.8	1244.4	1260.0	932.8	1217.6
10	860.0	811.9	1072.0	1086.0	823.7	1066.7
50	479.0	501.3	664.0	672.2	497.7	659.0
85	360.0	382.5	502.2	454.5	386.2	456.9
90	296.0	362.0	480.0	412.0	363.2	441.0
95	153.1	254.4	306.9	297.5	243.7	333.1
	PROB. EXC.		PROMEDIO		COEF. FREC.	
	%		mm			
	5		1101.6		1.74	
	10		953.4		1.50	
	50		578.9		0.91	
	85		423.7		0.67	
	90		392.4		0.62	
	95		264.8		0.42	

5.5 Escorrentía

Este capítulo está dedicado a establecer la caracterización de los caudales medios en las cuencas controladas.

Rapel en Corneche

Aunque esta estadística existe desde 1953, su utilización para representar de algún modo la situación posterior a la entrada en funcionamiento del embalse Rapel será para el registro disponible entre 1967 y 1982.

Tampoco resulta adecuado extender dicho registro en base a otra estación, ya que su régimen depende de la operación del embalse. Bajo estas circunstancias se utilizó el período indicado para establecer la variación estacional y duración general de los caudales medios.

En el Cuadro N° 5.8 se entrega la estadística disponible después de la entrada en operación del embalse y en el Cuadro N° 5.9 se entrega su variación estacional y duración general según el ajuste empírico de Weibull.

CUADRO N° 5.8
RAPEL EN CORNECHE
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

AÑO HID.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1967 / 68	86.3	106.0	116.0	213.0	122.0	119.0	81.5	77.9	112.0	69.0	32.1	54.9	99.1
1968 / 69	13.8	61.9	41.8	47.3	39.2	25.6	18.1	3.1	0.3	0.2	0.5	8.2	21.7
1969 / 70	13.3	27.7	201.0	173.0	267.0	111.0	31.2	16.5	82.9	59.9	14.2	50.2	87.3
1970 / 71	91.9	74.1	124.0	217.0	219.0	96.9	54.1	60.6	49.5	28.9	10.6	24.3	87.6
1971 / 72	30.2	53.8	180.0	299.0	197.0	99.8	80.7	118.0	137.0	94.1	19.8	41.4	112.6
1972 / 73	79.5	418.0	871.0	441.0	722.0	469.0	223.0	248.0	340.0	343.0	212.0	123.0	374.1
1973 / 74	107.0	186.0	238.0	381.0	198.0	99.8	93.1	75.0	111.0	95.6	69.4	80.2	144.5
1974 / 75	72.3	261.0	691.0	576.0	207.0	152.0	127.0	108.0	153.0	154.0	79.5	40.0	218.4
1975 / 76	155.0	158.0	156.0	674.0	276.0	105.0	24.0	124.0	223.0	66.2	35.3	37.6	169.5
1976 / 77	98.1	111.0	264.0	123.0	114.0	43.2	140.0	165.0	145.0	81.0	12.4	22.9	110.0
1977 / 78	65.8	160.0	212.0	1000.	617.0	288.0	319.0	316.0	314.0	128.0	83.1	73.9	298.1
1978 / 79	111.0	135.0	214.0	1309.	434.0	227.0	241.0	401.0	452.0	318.0	184.0	62.4	340.7
1979 / 80	103.0	245.0	122.0	174.0	458.0	355.0	202.0	166.0	376.0	232.0	120.0	97.7	220.9
1980 / 81	384.0	681.0	649.0	819.0	572.0	169.0	167.0	99.9	319.0	133.0	138.0	119.0	354.2
1981 / 82	160.0	419.0	495.0	272.0	252.0	112.0	95.9	60.9	46.7	69.4	53.9	69.2	175.5
PROMEDIO	104.7	206.5	305.0	447.9	312.9	164.8	126.5	136.0	190.8	124.8	71.0	60.3	187.6

CUADRO N° 5.9
RAPEL EN CORNECHE
VARIACION ESTACIONAL Y DURACION GENERAL (m³/s)

%	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
6	384.0	681.0	871.0	1309.	722.0	469.0	319.0	401.0	452.0	343.0	212.0	123.0	374.1
13	160.0	419.0	691.0	1000.	617.0	355.0	241.0	316.0	376.0	318.0	184.0	119.0	354.2
19	155.0	418.0	649.0	819.0	572.0	288.0	223.0	248.0	340.0	232.0	138.0	97.7	340.7
25	111.0	261.0	495.0	674.0	458.0	227.0	202.0	166.0	319.0	154.0	120.0	80.2	298.1
31	107.0	245.0	264.0	576.0	434.0	169.0	167.0	165.0	314.0	133.0	83.1	73.9	220.9
38	103.0	186.0	238.0	441.0	276.0	152.0	140.0	124.0	223.0	128.0	79.5	69.2	218.4
44	98.1	160.0	214.0	381.0	267.0	119.0	127.0	118.0	153.0	95.6	69.4	62.4	175.5
50	91.9	158.0	212.0	299.0	252.0	112.0	95.9	108.0	145.0	94.1	53.9	54.9	169.5
56	86.3	135.0	201.0	272.0	219.0	111.0	93.1	99.9	137.0	81.0	35.3	50.2	144.5
63	79.5	111.0	180.0	217.0	207.0	105.0	81.5	77.9	112.0	69.4	32.1	41.4	112.6
69	72.3	106.0	156.0	213.0	198.0	99.8	80.7	75.0	111.0	69.0	19.8	40.0	110.0
75	65.8	74.1	124.0	174.0	197.0	99.8	54.1	60.9	82.9	66.2	14.2	37.6	99.1
81	30.2	61.9	122.0	173.0	122.0	96.9	31.2	60.6	49.5	59.9	12.4	24.3	87.6
88	13.8	53.8	116.0	123.0	114.0	43.2	24.0	16.5	46.7	28.9	10.6	22.9	87.3
94	13.3	27.7	41.8	47.3	39.2	25.6	18.1	3.1	0.3	0.2	0.5	8.2	21.7

Nilahue en Santa Teresa

Régimen Observado

Para extender la estadística de caudales medios mensuales al período 1950/51–1996/97 se establecieron correlaciones mensuales con la estadística de Alhué en Quilamuta.

A la estadística rellena se efectuó un análisis de frecuencia empírico según Weibull estableciendo la correspondiente variación estacional y duración general.

En el Cuadro N° 5.10 se entrega la estadística de caudales medios mensuales para el período seleccionado, en el Cuadro N° 5.11 se entrega la variación estacional y duración general y, en el Anexo III se entregan las correlaciones.

CUADRO N° 5.11
NILAHUE EN SANTA TERESA

A.- Variación Estacional y Duración General (m³/s)

%	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.444	21.540	138.00	135.65	40.099	15.400	3.720	0.946	0.156	0.115	0.056	0.133	21.147
10	0.250	7.610	60.266	106.39	38.200	13.400	3.050	0.517	0.100	0.029	0.022	0.067	16.710
50	0.055	0.834	8.483	26.994	11.498	4.155	1.050	30.221	0.027	0.002	0.002	0.007	5.253
80	0.027	0.290	2.192	11.682	5.512	2.477	0.771	1.122	0.009	0.001	0.001	0.004	3.128
85	0.017	0.246	0.928	9.096	4.854	2.005	1.546	0.099	0.008	0.001	0.001	0.002	2.173
90	0.014	0.213	0.628	8.144	3.247	1.722	0.457	0.069	0.007	0.000	0.000	0.002	1.849
95	0.004	0.099	0.192	1.815	0.913	0.843	0.238	0.042	0.001	0.000	0.000	0.001	0.516

B.- Variación Estacional Adimensional

%	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.021	1.019	6.526	6.415	1.896	0.728	0.176	0.045	0.007	0.005	0.003	0.006	1.000
10	0.015	0.455	3.607	6.367	2.286	0.802	0.183	0.031	0.006	0.002	0.001	0.004	1.000
50	0.010	0.159	1.615	5.139	2.189	0.791	0.200	0.042	0.005	0.000	0.000	0.001	1.000
80	0.008	0.093	0.701	3.735	1.762	0.792	0.247	0.039	0.003	0.000	0.000	0.001	1.000
85	0.008	0.113	0.427	4.185	2.233	0.922	0.251	0.045	0.004	0.000	0.000	0.001	1.000
90	0.008	0.115	0.339	4.404	1.756	0.931	0.247	0.038	0.004	0.000	0.000	0.001	1.000
95	0.010	0.193	0.372	3.520	1.771	1.634	0.462	0.081	0.002	0.000	0.000	0.002	1.000

Régimen Natural

Con los antecedentes entregados es difícil adoptar un criterio objetivo para establecer el régimen natural de los caudales en Nilahue en Santa Teresa; sin embargo, después de analizar los diferentes antecedentes y considerando que no se conoce con exactitud la superficie bajo riego, los antecedentes más consistentes para estimar en forma aproximada el consumo del riego en la cuenca, son los que entrega el Balance Hidrológico Nacional (1984).

Este estudio entrega una evapotranspiración real para la zona, considerándola como terreno natural, igual 460 mm/año y una evapotranspiración real con agricultura de riego, igual a 531 mm/año.

Efectuando el balance para un periodo largo se tiene:

$$P - ETR = R$$

en este caso:

	P		ETR		R
	mm	-	mm	mm	m ³ /s
Sin Riego	695	-	460	235	11.2
Con Riego	695	-	531	164	7.8

La escorrentía resultante del régimen actual es muy cercana al valor entregado por la estadística (7.8 y 7.2 m³/s respectivamente), en cambio aún parece alto el consumo del riego (3.4 m³/s).

Con los pocos antecedentes disponibles sólo se logra acotar el consumo de riego entre 1.3 m³/s y 3.4 m³/s. Subjetivamente se adoptará un valor de 2.5 m³/s.

Para distribuir este caudal en el periodo Septiembre – Marzo se aplicó la tasa de evapotranspiración real y total entregada en el BHN(DGA,1984) y en base a esa distribución mensual se calcularon los consumos mensuales del riego en la cuenca de Nilahue en Santa Teresa. Como caudal medio riego se adoptó el valor de 2.5 m³/s indicado anteriormente.

CUADRO N° 5.12
Consumos Medios del Riego - Nilahue en Santa Teresa

	ETR		Q riego	
	mm	%	m ³ /s	10 ⁶ m ³
Sep.	49	12.31	2.15	5.58
Oct.	77	19.35	3.39	8.78
Nov.	68	17.09	2.99	7.75
Dic.	66	16.58	2.90	7.52
Ene	64	16.08	2.81	7.29
Feb.	48	12.06	2.11	5.47
Mar.	26	6.5	1.14	2.96
Total	398		2.50	45.36

Para distribuir este consumo por riego en los diferentes tipos de año (lluvioso, promedio y seco) se adoptaron los siguientes porcentajes:

Para año 50 % y con probabilidad menor	100 % del consumo determinado
Para año 80 %	50 % del consumo determinado
Para año 85 %	25 % del consumo determinado
Para año 90 % y con probabilidad mayor	0 % del consumo determinado

Como situación desfavorable se consideró que el consumo del riego de 2,5 m³/s corresponde al de un año promedio, en consecuencia para años con menor disponibilidad de agua (80% o más de probabilidad de excedencia) los consumos son menores debido a que la disponibilidad de agua disminuye y, por lo tanto, se produce una merma en la superficie bajo riego.

Aplicando estos porcentaje del consumo de riego se determinó la variación estacional de Nilahue en Santa Teresa sin la influencia del riego. La variación estacional y duración general de los caudales medios se entrega en el Cuadro N° 5.13.

CUADRO N° 5.13
NILAHUE EN SANTA TERESA

A.- Variación Estacional y Duración General (m³/s)

%	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.444	21.540	138.00	135.65	40.099	17.554	7.106	3.936	3.058	2.929	2.167	1.276	23.647
10	0.250	7.610	60.266	106.39	38.200	15.555	6.436	3.507	3.002	2.843	2.133	1.210	19.210
50	0.055	0.834	8.483	26.994	11.498	6.310	4.436	3.211	2.929	2.816	2.113	1.150	7.753
80	0.027	0.290	2.192	11.682	5.512	3.554	2.464	1.617	1.460	1.408	1.056	0.575	4.378
85	0.017	0.246	0.928	9.096	4.854	2.005	1.393	0.846	0.734	0.704	0.528	0.288	2.798
90	0.014	0.213	0.628	8.144	3.247	1.722	0.457	0.069	0.007	0.000	0.000	0.002	1.849
95	0.004	0.099	0.192	1.815	0.913	0.843	0.238	0.042	0.001	0.000	0.000	0.001	0.516

B.- Variación Estacional Adimensional

%	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.019	0.911	5.836	5.737	1.696	0.742	0.300	0.166	0.129	0.124	0.092	0.054	1.000
10	0.013	0.396	3.137	5.538	1.989	0.810	0.335	0.183	0.156	0.148	0.111	0.063	1.000
50	0.007	0.108	1.094	3.482	1.483	0.814	0.572	0.414	0.378	0.363	0.272	0.148	1.000
80	0.006	0.066	0.501	2.668	1.259	0.812	0.563	0.369	0.333	0.322	0.241	0.131	1.000
85	0.006	0.088	0.332	3.251	1.734	0.716	0.498	0.302	0.262	0.252	0.189	0.103	1.000
90	0.008	0.115	0.339	4.404	1.756	0.931	0.247	0.038	0.004	0.000	0.000	0.001	1.000
95	0.008	0.193	0.372	3.520	1.771	1.634	0.462	0.081	0.002	0.000	0.000	0.002	1.000

5.6 Caudales Medios

Con los antecedentes entregados se procederá a establecer la caracterización de los caudales medios en cada cuenca y subcuenca de interés.

Rendimientos Específicos

Tal como se indicó en la Metodología se establecieron los rendimientos específicos en Nilahue en Sta. Teresa y a su vez éstos se transpusieron las cuencas y subcuencas de interés, distribuyéndolos posteriormente según las distribuciones adimensionales de la variación estacional correspondiente.

Para aplicar este procedimiento se calcularon las precipitaciones medias anuales para cada cuenca y subcuenca y se midieron las respectivas superficies.

En el Cuadro N° 5.14 se entregaron las precipitaciones medias anuales para las diferentes probabilidades de excedencia. En el Cuadro N° 5.15 se entregan las superficies y en el Cuadro N° 5.16 se entregan los rendimientos específicos con y sin riego de la cuenca de Nilahue en Sta. Teresa.

CUADRO N° 5.14
PRECIPITACIONES ANUALES (mm/año)
CUENCAS Y SUBCUENCAS EN ESTUDIO

PROB. EXC.	COEF. FREC.	NILAHUE (1)	QUIAHUE	LOLOL	PUMANQUE	NILAHUE (2)	NILAHUE (3)	TOPO-CALMA	RAPEL
%									
5	1.74	1327.6	1296.3	1160.6	1044.0	1209.3	1171.0	1171.0	1082.3
10	1.50	1144.5	1117.5	1000.5	900.0	1042.5	1009.5	1009.5	933.0
50	0.91	694.3	678.0	607.0	546.0	632.5	612.4	612.4	566.0
80	0.73	553.2	540.1	483.6	435.0	503.9	487.9	487.9	451.0
85	0.67	511.2	499.2	446.9	402.0	465.7	450.9	450.9	416.7
90	0.62	473.1	461.9	413.5	372.0	430.9	417.3	417.3	385.6
95	0.42	320.5	312.9	280.1	252.0	291.9	282.7	282.7	261.2

(1) Nilahue antes Quiahue

(2) Nilahue en Sta Teresa

(3) Nilahue en Desembocadura

CUADRO N° 5. 15
SUPERFICIE APORTANTES

	Km ²
Nilahue antes Quiahue	427
Estero Quiahue	277
Estero Lolol	372
Estero Pumanque	119
Nilahue en Sta. Teresa	1502
Nilahue en Desembocadura	1770
Estero Topocalma	520
Subcuenca Río Rapel	500

CUADRO N° 5.16
NILAHUE EN SANTA TERESA
RENDIMIENTOS ESPECIFICOS

(Con Riego o Situación actual)

PROB. EXC.	Q	P	q
%	m ³ /s	mm/año	l/s*km ² *mm
5	21.147	1209.3	0.0116
10	16.710	1042.5	0.0107
50	5.253	632.5	0.0055
80	3.128	503.9	0.0041
85	2.173	465.7	0.0031
90	1.849	430.9	0.0029
95	0.516	291.9	0.0012

(Sin Riego o Régimen Natural)

PROB. EXC.	Q	P	q
%	m ³ /s	mm/año	l/s*km ² *mm
5	23.647	1209.3	0.0130
10	19.210	1042.5	0.0123
50	7.753	632.5	0.0082
80	4.378	503.9	0.0058
85	2.798	465.7	0.0040
90	1.849	430.9	0.0029
95	0.516	291.9	0.0012

Aplicando los rendimientos específicos de Nilahue en Sta. Teresa, se determinó la variación estacional de los caudales medios mensuales y la

duración general de los caudales medios anuales para las diferentes cuencas y subcuencas. Estos resultados se entregan a continuación (Cuadro 5.17)

CUADRO N° 5.17
NILAHUE ANTES ESTERO QUIAHUE
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.139	6.723	43.07	42.33	12.51	4.806	1.161	0.295	0.049	0.036	0.017	0.042	6.600
10	0.078	2.375	18.80	33.20	11.92	4.182	0.952	0.161	0.031	0.009	0.007	0.021	5.215
50	0.017	0.260	2.647	8.425	3.589	1.297	0.328	0.069	0.008	0.001	0.001	0.002	1.639
80	0.008	0.090	0.684	3.646	1.720	0.773	0.241	0.038	0.003	0.000	0.000	0.001	0.976
85	0.005	0.077	0.290	2.839	1.515	0.626	0.171	0.031	0.003	0.000	0.000	0.001	0.678
90	0.004	0.066	0.196	2.542	1.013	0.537	0.143	0.022	0.002	0.000	0.000	0.001	0.577
95	0.001	0.031	0.060	0.566	0.285	0.263	0.074	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.161

ESTERO QUIAHUE
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.088	4.258	27.28	26.81	7.927	3.044	0.735	0.187	0.031	0.023	0.011	0.026	4.180
10	0.049	1.504	11.91	21.03	7.552	2.649	0.603	0.102	0.020	0.006	0.004	0.013	3.303
50	0.011	0.165	1.677	5.336	2.273	0.821	0.208	0.044	0.005	0.000	0.000	0.001	1.038
80	0.005	0.057	0.433	2.309	1.090	0.490	0.152	0.024	0.002	0.000	0.000	0.001	0.618
85	0.003	0.049	0.183	1.798	0.959	0.396	0.108	0.019	0.002	0.000	0.000	0.000	0.430
90	0.003	0.042	0.124	1.610	0.642	0.340	0.090	0.014	0.001	0.000	0.000	0.000	0.366
95	0.001	0.020	0.038	0.359	0.180	0.167	0.047	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102

ESTERO LOLOL
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.106	5.120	32.80	32.24	9.531	3.660	0.884	0.225	0.037	0.027	0.013	0.032	5.026
10	0.060	1.809	14.32	25.28	9.080	3.185	0.725	0.123	0.024	0.007	0.005	0.016	3.972
50	0.013	0.198	2.016	6.416	2.733	0.988	0.250	0.053	0.006	0.001	0.000	0.002	1.249
80	0.006	0.069	0.521	2.777	1.310	0.589	0.183	0.029	0.002	0.000	0.000	0.001	0.743
85	0.004	0.059	0.221	2.162	1.154	0.477	0.130	0.023	0.002	0.000	0.000	0.001	0.517
90	0.003	0.051	0.149	1.936	0.772	0.409	0.109	0.016	0.002	0.000	0.000	0.000	0.439
95	0.001	0.024	0.046	0.431	0.217	0.200	0.057	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.123

ESTERO PUMANQUE
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.030	1.473	9.439	9.278	2.743	1.053	0.254	0.065	0.011	0.008	0.004	0.009	1.446
10	0.017	0.521	4.122	7.277	2.613	0.917	0.209	0.035	0.007	0.002	0.002	0.005	1.143
50	0.004	0.057	0.580	1.846	0.786	0.284	0.072	0.015	0.002	0.000	0.000	0.000	0.359
80	0.002	0.020	0.150	0.799	0.377	0.169	0.053	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.214
85	0.001	0.017	0.063	0.622	0.332	0.137	0.037	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.149
90	0.001	0.015	0.043	0.557	0.222	0.118	0.031	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126
95	0.000	0.007	0.013	0.124	0.062	0.058	0.016	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035

NILAHUE EN SANTA TERESA
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.444	21.54	138.0	135.6	40.10	15.40	3.720	0.946	0.156	0.115	0.056	0.133	21.147
10	0.250	7.610	60.27	106.3	38.20	13.40	3.050	0.517	0.100	0.029	0.022	0.067	16.710
50	0.055	0.834	8.483	26.99	11.49	4.155	1.050	0.221	0.027	0.002	0.002	0.007	5.253
80	0.027	0.290	2.192	11.68	5.512	2.477	0.771	0.122	0.009	0.001	0.001	0.004	3.128
85	0.017	0.246	0.928	9.096	4.854	2.005	0.546	0.099	0.008	0.001	0.001	0.002	2.173
90	0.014	0.213	0.628	8.144	3.247	1.722	0.457	0.069	0.007	0.000	0.000	0.002	1.849
95	0.004	0.099	0.192	1.815	0.913	0.843	0.238	0.042	0.001	0.000	0.000	0.001	0.516

NILAHUE EN DESEMBOCADURA
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.507	24.58	157.4	154.7	45.76	17.57	4.245	1.080	0.178	0.131	0.064	0.152	24.131
10	0.286	8.684	68.77	121.4	43.59	15.29	3.480	0.590	0.114	0.033	0.025	0.076	19.068
50	0.062	0.952	9.680	30.80	13.12	4.741	1.198	0.252	0.031	0.003	0.002	0.007	5.994
80	0.030	0.331	2.502	13.33	6.290	2.827	0.880	0.139	0.010	0.001	0.001	0.004	3.569
85	0.019	0.281	1.059	10.38	5.538	2.288	0.623	0.112	0.009	0.001	0.001	0.002	2.480
90	0.016	0.243	0.716	9.293	3.706	1.965	0.522	0.079	0.008	0.000	0.000	0.002	2.110
95	0.005	0.113	0.219	2.071	1.042	0.962	0.272	0.048	0.001	0.000	0.000	0.002	0.588

ESTERO TOPOCALMA
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.149	7.221	46.26	45.47	13.44	5.163	1.247	0.317	0.052	0.039	0.019	0.045	7.089
10	0.084	2.551	20.20	35.66	12.80	4.492	1.023	0.173	0.033	0.010	0.007	0.022	5.602
50	0.018	0.280	2.844	9.050	3.855	1.393	0.352	0.074	0.009	0.001	0.001	0.002	1.761
80	0.009	0.097	0.735	3.916	1.848	0.830	0.259	0.041	0.003	0.000	0.000	0.001	1.049
85	0.006	0.083	0.311	3.049	1.627	0.672	0.183	0.033	0.003	0.000	0.000	0.001	0.729
90	0.005	0.071	0.210	2.730	1.089	0.577	0.153	0.023	0.002	0.000	0.000	0.001	0.620
95	0.001	0.033	0.064	0.608	0.306	0.282	0.080	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.173

SUBCUENCA RIORAPEL
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Con Riego o Situación Actual)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.132	6.417	41.11	40.41	11.94	4.588	1.108	0.282	0.046	0.034	0.017	0.040	6.300
10	0.075	2.267	17.95	31.69	11.38	3.992	0.909	0.154	0.030	0.009	0.007	0.020	4.978
50	0.016	0.249	2.527	8.042	3.426	1.238	0.313	0.066	0.008	0.001	0.001	0.002	1.565
80	0.008	0.086	0.653	3.480	1.642	0.738	0.230	0.036	0.003	0.000	0.000	0.001	0.932
85	0.005	0.073	0.276	2.710	1.446	0.597	0.163	0.029	0.002	0.000	0.000	0.001	0.647
90	0.004	0.063	0.187	2.426	0.967	0.513	0.136	0.021	0.002	0.000	0.000	0.001	0.551
95	0.001	0.030	0.057	0.541	0.272	0.251	0.071	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.154

NILAHUE ANTES ESTERO QUIAHUE
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.139	6.723	43.07	42.33	12.51	5.479	2.218	1.229	0.954	0.914	0.676	0.398	7.380
10	0.078	2.375	18.80	33.20	11.92	4.855	2.009	1.095	0.937	0.887	0.666	0.378	5.995
50	0.017	0.260	2.647	8.425	3.589	1.969	1.384	1.002	0.914	0.879	0.659	0.359	2.420
80	0.008	0.090	0.684	3.646	1.720	1.109	0.769	0.505	0.456	0.439	0.330	0.179	1.366
85	0.005	0.077	0.290	2.839	1.515	0.626	0.435	0.264	0.229	0.220	0.165	0.090	0.873
90	0.004	0.066	0.196	2.542	1.013	0.537	0.143	0.022	0.002	0.000	0.000	0.001	0.577
95	0.001	0.031	0.060	0.566	0.285	0.263	0.074	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.161

ESTERO QUIAHUE
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.088	4.258	27.28	26.81	7.927	3.470	1.405	0.778	0.605	0.579	0.428	0.252	4.675
10	0.049	1.504	11.91	21.03	7.552	3.075	1.272	0.693	0.593	0.562	0.422	0.239	3.798
50	0.011	0.165	1.677	5.336	2.273	1.247	0.877	0.635	0.579	0.557	0.418	0.227	1.533
80	0.005	0.057	0.433	2.309	1.090	0.703	0.487	0.320	0.289	0.278	0.209	0.114	0.865
85	0.003	0.049	0.183	1.798	0.959	0.396	0.275	0.167	0.145	0.139	0.104	0.057	0.553
90	0.003	0.042	0.124	1.610	0.642	0.340	0.090	0.014	0.001	0.000	0.000	0.000	0.366
95	0.001	0.020	0.038	0.359	0.180	0.167	0.047	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102

ESTERO LOLOL
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.106	5.120	32.80	32.24	9.531	4.172	1.689	0.936	0.727	0.696	0.515	0.303	5.621
10	0.060	1.809	14.32	25.28	9.080	3.697	1.530	0.834	0.713	0.676	0.507	0.288	4.566
50	0.013	0.198	2.016	6.416	2.733	1.500	1.054	0.763	0.696	0.669	0.502	0.273	1.843
80	0.006	0.069	0.521	2.777	1.310	0.845	0.586	0.384	0.347	0.335	0.251	0.137	1.041
85	0.004	0.059	0.221	2.162	1.154	0.477	0.331	0.201	0.174	0.167	0.126	0.068	0.665
90	0.003	0.051	0.149	1.936	0.772	0.409	0.109	0.016	0.002	0.000	0.000	0.000	0.439
95	0.001	0.024	0.046	0.431	0.217	0.200	0.057	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.123

ESTERO PUMANQUE
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.030	1.473	9.439	9.278	2.743	1.201	0.486	0.269	0.209	0.200	0.148	0.087	1.617
10	0.017	0.521	4.122	7.277	2.613	1.064	0.440	0.240	0.205	0.194	0.146	0.083	1.314
50	0.004	0.057	0.580	1.846	0.786	0.432	0.303	0.220	0.200	0.193	0.145	0.079	0.530
80	0.002	0.020	0.150	0.799	0.377	0.243	0.169	0.111	0.100	0.096	0.072	0.039	0.299
85	0.001	0.017	0.063	0.622	0.332	0.137	0.095	0.058	0.050	0.048	0.036	0.020	0.191
90	0.001	0.015	0.043	0.557	0.222	0.118	0.031	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126
95	0.000	0.007	0.013	0.124	0.062	0.058	0.016	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035

NILAHUE EN SANTA TERESA
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.444	21.54	138.0	135.6	40.10	17.55	7.106	3.936	3.058	2.929	2.167	1.276	23.647
10	0.250	7.610	60.27	106.3	38.20	15.55	6.436	3.507	3.002	2.843	2.133	1.210	19.210
50	0.055	0.834	8.483	26.99	11.49	6.310	4.436	3.211	2.929	2.816	2.113	1.150	7.753
80	0.027	0.290	2.192	11.68	5.512	3.554	2.464	1.617	1.460	1.408	1.056	0.575	4.378
85	0.017	0.246	0.928	9.096	4.854	2.005	1.393	0.846	0.734	0.704	0.528	0.288	2.798
90	0.014	0.213	0.628	8.144	3.247	1.722	0.457	0.069	0.007	0.000	0.000	0.002	1.849
95	0.004	0.099	0.192	1.815	0.913	0.843	0.238	0.042	0.001	0.000	0.000	0.001	0.516

NILAHUE EN DESEMBOCADURA
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.507	24.58	157.4	154.7	45.76	20.03	8.108	4.492	3.490	3.342	2.472	1.456	26.984
10	0.286	8.684	68.77	121.4	43.59	17.75	7.344	4.002	3.425	3.244	2.434	1.381	21.921
50	0.062	0.952	9.680	30.80	13.12	7.200	5.062	3.664	3.343	3.214	2.411	1.312	8.847
80	0.030	0.331	2.502	13.33	6.290	4.056	2.812	1.845	1.666	1.607	1.205	0.656	4.996
85	0.019	0.281	1.059	10.38	5.538	2.288	1.589	0.965	0.837	0.803	0.603	0.329	3.193
90	0.016	0.243	0.716	9.293	3.706	1.965	0.522	0.079	0.008	0.000	0.000	0.002	2.110
95	0.005	0.113	0.219	2.071	1.042	0.962	0.272	0.048	0.001	0.000	0.000	0.002	0.588

ESTERO TOPOCALMA
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m³/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.149	7.221	46.26	45.47	13.44	5.885	2.382	1.320	1.025	0.982	0.726	0.428	7.927
10	0.084	2.551	20.20	35.66	12.80	5.215	2.158	1.176	1.006	0.953	0.715	0.406	6.440
50	0.018	0.280	2.844	9.050	3.855	2.115	1.487	1.077	0.982	0.944	0.708	0.385	2.599
80	0.009	0.097	0.735	3.916	1.848	1.192	0.826	0.542	0.489	0.472	0.354	0.193	1.468
85	0.006	0.083	0.311	3.049	1.627	0.672	0.467	0.284	0.246	0.236	0.177	0.097	0.938
90	0.005	0.071	0.210	2.730	1.089	0.577	0.153	0.023	0.002	0.000	0.000	0.001	0.620
95	0.001	0.033	0.064	0.608	0.306	0.282	0.080	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.173

SUBCUENCA RIO RAPEL
VARIACION ESTACION Y DURACION GENERAL (m3/s)

(Sin Riego o Régimen Natural)

EXC. %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
5	0.132	6.417	41.11	40.41	11.94	5.230	2.117	1.173	0.911	0.873	0.645	0.380	7.045
10	0.075	2.267	17.95	31.69	11.38	4.634	1.917	1.045	0.894	0.847	0.635	0.361	5.723
50	0.016	0.249	2.527	8.042	3.426	1.880	1.322	0.957	0.873	0.839	0.629	0.343	2.310
80	0.008	0.086	0.653	3.480	1.642	1.059	0.734	0.482	0.435	0.419	0.315	0.171	1.304
85	0.005	0.073	0.276	2.710	1.446	0.597	0.415	0.252	0.219	0.210	0.157	0.086	0.834
90	0.004	0.063	0.187	2.426	0.967	0.513	0.136	0.021	0.002	0.000	0.000	0.001	0.551
95	0.001	0.030	0.057	0.541	0.272	0.251	0.071	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.154

6. DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

6. DEMANDA DE RECURSOS HIDRICOS

Se consideró para efectos del estudio las demandas de agua potable y de riego, no considerándose la demanda industrial ya que en las áreas del estudio no existe este tipo de demanda en forma relevante desde el punto de vista de la explotación de recursos hídricos subterráneos.

6.1 Demanda de agua potable

a) Población

La necesidad de entregar agua potable a la población constituye sin duda uno de los aspectos más importantes para elevar la calidad de vida de las personas. De acuerdo con esto se hace indispensable realizar un análisis que permita visualizar la situación actual y futura con respecto a la demanda del recurso hídrico para uso doméstico.

En primera instancia se procedió a recopilar la información de la población total existente en los centros poblados que cubren el área de estudio en los dos últimos censos, 1982 y 1992. De aquí se obtienen 13 centros poblados de distinta categoría que cuentan con la información señalada. El detalle se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 6.1

**CENTROS POBLADOS (ÁREA DE ESTUDIO)
POBLACION TOTAL**

CUENCA	POBLADO	CENSO 1982	CENSO 1992
RAPEL	Lo Cartagena		606
	Litueche	1.200	1.836
	Rapel	658	455
	Quelentaro	846	179
	La Vinilla		83
	La Capilla	198	171
	La Boca	449	371
	Limahue		341
TOPOCALMA	El Cajon	79	73
NILAHUE	Cahuil	389	404
	Pumanque	515	777
	Nilahue Comejo	614	506
	Lolol	1.651	1.675
	TOTAL	6.599	7.477

Fuente: INE: Censos de Población 1982-1992

En la Figura N° 6.1 se graficaron los datos obtenidos y allí se observa que la mayoría de los centros poblados catalogados según el INE como entidades urbanas (Cuadro N° 6.2) aumentan su población, siendo Litueche el con mayor incremento, más del 50%. Los poblados más pequeños, considerados como entidades rurales, experimentan un incremento más reducido e incluso en algunos casos logran un crecimiento negativo en el periodo intercensal.

Cuadro N°6.2

CATEGORIAS DE LAS ENTIDADES POBLADAS

ENTIDADES URBANAS			
PUEBLOS	POBL 1992	ALDEAS	POBL 1992
Litueche	1836	Lo Cartagena	606
Lold	1675	Cahuil	404
		Rapel	455
		Pumanque	777
		Limahue	341
		Nilahue Comejo	506
		La Boca	371
ENTIDADES RURALES			
VILLORRIO	POBL 1992	CASERIO	POBL 1992
Quelentaro	179	La Vinilla	83
La Capilla	171	El Cajon	73

fuentes: INE: Censo de Población 1982-1992

Para realizar la proyección de demanda futura por agua potable es necesario, en primer lugar, estimar la proyección del crecimiento de la población, que para este caso se consideró a 20 años tomando como base el año 1998. Para esto se utilizó la información obtenida de los censos, la que por medio de una interpolación lineal simple se proyectó en el período indicado.

Cabe señalar que al no contar con información oficial de proyección de población para el nivel de entidades pobladas, se optó por utilizar el método descrito, por lo cual se estipula como supuesto, que las tasas de crecimiento tendrán un comportamiento constante en el tiempo.

El Cuadro N° 6.3 muestra los resultados de la proyección de población por centro poblado desde 1998 a 2018 de donde se obtiene que el 50% de ellos tenderán a aumentar su población como es el caso de Litueche, Pumanque o Cahuil y el 50% restante la mantendrán o disminuirán entre los que se cuentan Rapel, La Boca y Nilahue Cornejo. (Fig. N° 6.2 y N° 6.3). Esto queda muy bien explicado al considerar que la mayoría de los poblados que aumentan su tamaño son los considerados como entidades urbanas, siendo éstas las que atraen la población de los centros más pequeños, atendiendo así al fenómeno migratorio característico de las zonas rurales.

b) Consumo de agua potable

El Cuadro N° 6.4 contiene las estadísticas de consumo en m³ de agua potable por centro poblado desde el año 1992 a 1995 proporcionado por la empresa de agua potable ESSEL. De esta información se determinó la producción total anual (Cuadro N° 6.5 y 6.6), la cual se obtuvo completando las series de datos mediante la extrapolación de la información existente. Para esto se procedió a calcular la tasa de crecimiento del consumo entre los años más cercanos a la serie faltante y se le aplicó al año anterior o posterior, según el caso, permitiendo así tener una visión más completa del consumo y logrando hacerla comparable entre los distintos poblados. En algunos casos se observa que se han producido aumentos del consumo anual a pesar del descenso de la población registrada entre los Censos de los años 1982 y 1992, lo que podría deberse a que se haya revertido el descenso de la población en

esos poblados o a demandas atípicas de esos años influenciados por otros factores.

Al equiparar la demanda entre localidades urbanas (Cuadro N° 6.5 y Fig. N° 6.5) se observa que hay un aumento progresivo, siendo la localidad de Litueche la que presenta los valores más altos, lo que está en estrecha relación con la cantidad de población que esta tiene.

El comportamiento del consumo en las localidades rurales es similar al caso anterior en cuanto a su evolución, con la diferencia que en este caso el volumen consumido es menor (Cuadro N° 6.6 y Fig. N° 6.6). Cabe señalar que en este caso las planillas de facturación o consumo agrupan el poblado de Limahue y La Capilla como una sola entidad por lo que esta última no se consideró para el consumo de localidades rurales. Se determinó además la variación estacional del consumo considerándose la serie de datos más completa, es decir la del año 1995. Al graficar esta información, como se presentan en la Figura N° 6.7 se observa que en la estación seca los consumos son mayores siendo enero el de mayor demanda, disminuyendo paulatinamente hasta los meses de junio y julio cuando el consumo baja aproximadamente al 60 % del mes con mayor demanda.

La proyección del consumo de agua potable se determinó a través del cálculo de la dotación que se obtuvo de la siguiente fórmula:

ec. 6.1

$$\text{Dotacion} = \frac{m^3}{\text{hab / año}}$$

La información se obtuvo calculando la dotación real obtenida para cada centro poblado, para lo cual se consideró el consumo del último año registrado y se aplicó a la población de ese mismo año. De este modo se obtuvo la dotación en $m^3/\text{hab/año}$ y $l/\text{hab/día}$ (Cuadro N° 6.7), la cual se multiplicó por la proyección del crecimiento poblacional por año y localidad obteniéndose así la proyección de consumo de agua potable para 20 años. (Cuadro N° 6.8).

De aquí se obtiene que es Litueche el poblado con el mayor crecimiento de consumo, lo que está en estrecha relación con el aumento de su población y La Boca presentaría el mayor descenso de consumo debido a la disminución de su población.

Cuadro 6.3

PROYECCIONES DE POBLACION 1998 - 2018
POR CENTROS POBLADOS

AÑO	CAHUIL	LITUECHE	RAPEL	PUMANQUE	NIL CORNEJO	QUELENTARO	LOLOL	LA VINILLA	EL CAJON	LIMAHUE	LA CAPILLA	LA BOCA	CARTAGENA
1998	413	1942	431	934	502	167	1687	82	69	353	153	324	666
1999	415	2006	427	960	496	165	1689	83	68	355	150	316	676
2000	417	2070	423	988	494	163	1691	84	67	357	147	308	686
2001	419	2134	419	1012	490	161	1693	85	66	359	144	300	696
2002	421	2198	415	1038	486	159	1695	86	65	361	141	292	706
2003	423	2262	411	1064	482	157	1697	87	64	363	138	284	716
2004	425	2326	407	1090	478	155	1699	88	63	365	135	276	726
2005	427	2390	403	1116	474	153	1701	89	62	367	132	268	736
2006	429	2454	399	1142	470	151	1703	90	61	369	129	260	746
2007	431	2518	395	1168	466	149	1705	91	60	371	126	252	756
2008	433	2582	391	1194	462	147	1707	92	59	373	123	244	766
2009	435	2646	387	1220	458	145	1709	93	58	375	120	236	776
2010	437	2710	383	1246	454	143	1711	94	57	377	117	228	786
2011	439	2774	379	1272	450	141	1713	95	56	379	114	220	796
2012	441	2838	375	1298	446	139	1715	96	55	381	111	212	806
2013	443	2902	371	1324	442	137	1717	97	54	383	108	204	816
2014	445	2966	367	1350	438	135	1719	98	53	385	105	196	826
2015	447	3030	363	1376	434	133	1721	99	52	387	102	188	836
2016	449	3094	359	1402	430	131	1723	100	51	389	99	180	846
2017	451	3158	355	1428	426	129	1725	101	50	391	96	172	856
2018	453	3222	351	1454	422	127	1727	102	49	393	93	164	866

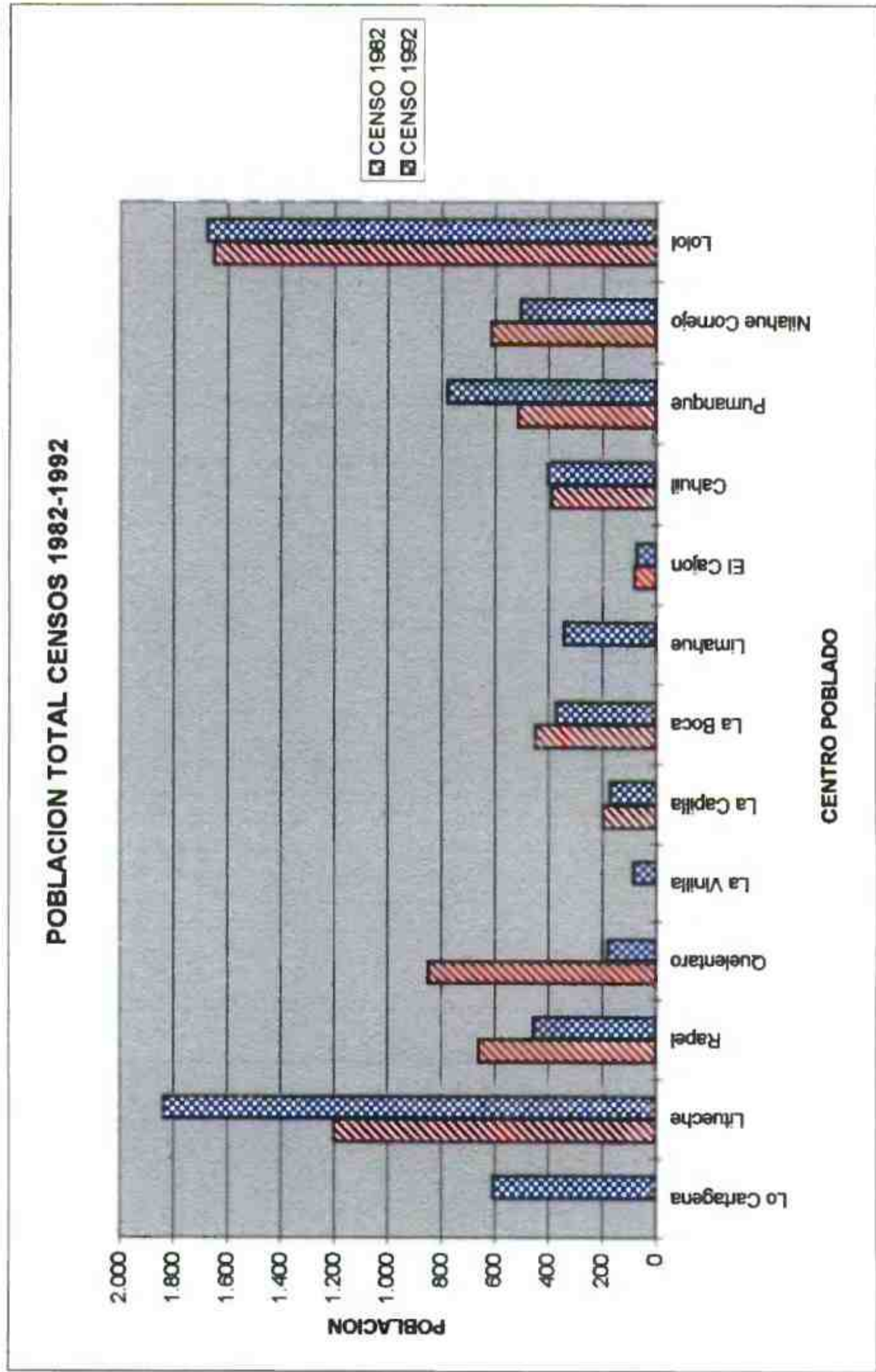


Figura 6.1

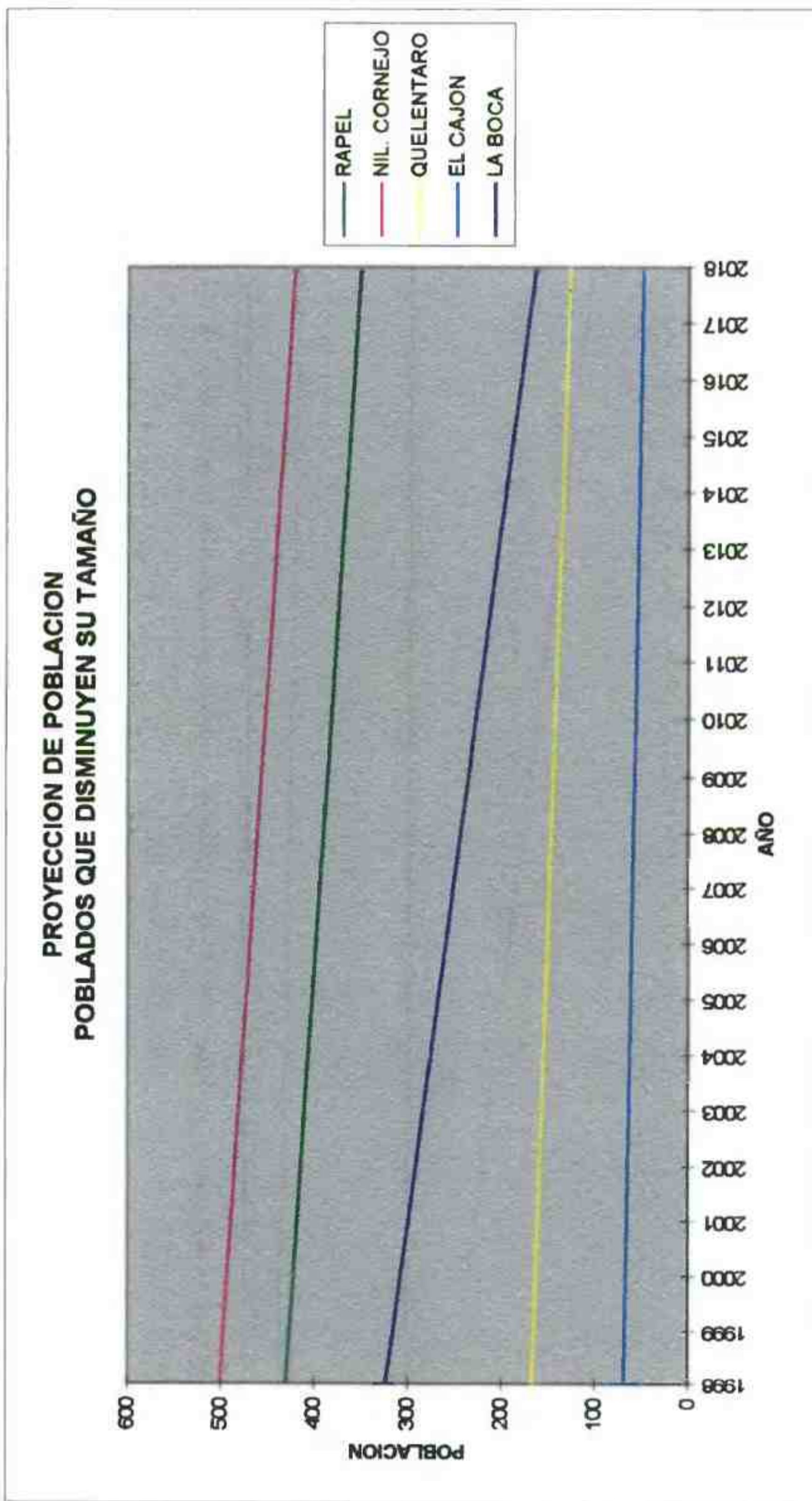


Figura 6.3

Cuadro 6.4

CONSUMO AGUA POTABLE RURAL (m³)

CENTRO POBLADO	AÑO 1992												TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
LITUECHE	10.572	10.457	10.125	9.794	8.923	7.381	7.633	7.682	9.565	10.343	10.271	10.861	113.607
LO CARTAGENA	2.398	2.051	1.921	1.627	1.540	1.291	1.270	1.355	1.469	1.480	1.490	1.562	19.454
QUELENTARO	4.075	4.290	3.726	2.040	2.635	2.425	893	986	1.324	1.176	1.172	893	6.444
EL CAJON EL GUINDAL	3.572	3.953	2.960	4.690	1.904	1.754	1.266	1.909	2.448	3.217	3.742	3808	37.649
LIMAHUE LA CAPILLA									2.078	2.596	2.654	3.492	32.828

CENTRO POBLADO	AÑO 1993												TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
LITUECHE	10.375	10.598	10.808	9.981	8.966	9.097	8.715	9.357	8.823	9.907	9.908	10.927	117.462
RAPEL	4.873	4.780	2.600	1.676	1.699	1.510	1.427	1.326	1.559	1.827	3.252	3.685	20.561
PUMANQUE	1.893	1.692	4.413	3.381	2.289	2.003	1.984	2.139	3.191	4.833	4.200	5.858	43.944
NILAHUE CORNEJO	2.486	2.364	1.459	1.091	844	762	816	844	1.068	1.340	1.160	1.760	14.729
LO CARTAGENA	983	1.789	2.267	1.748	1.598	1.485	1.603	1.849	1.842	1.970	2.034	2.599	23.845
QUELENTARO	4.354	4.771	1.537	982	730	786	966	935	1.080	1.224	727	1.598	13.337
EL CAJON EL GUINDAL	3.912	3.293	4.428	3.414	2.075	2.086	1.526	2.655	2.530	3.297	3.483	4.790	39.409
LIMAHUE LA CAPILLA			3.427	2.478	2.156	1.961	2.085	2.166	2.549	2.839	3.402	4.180	34.448
LA TUNA						1.599	1.833	1.885	2.280	2.255	3.160	3.537	16.549

CENTRO POBLADO	AÑO 1994												TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
CAHUIL	4.480	4.567	4.057	3.022	2.122	1.444	1.235	1.111	1.839	1.997	3.222	3.996	33.092
LITUECHE	11.093	9.860	11.281	8.934	10.069	9.698	8.580	8.266	8.126	8.742	9.849	10.105	114.603
RAPEL	4.120	2.617	2.898	2.196	2.070	1.990	2.667	2.699	2.766	2.445	2.884	2.843	32.195
PUMANQUE	5.613	4.787	4.721	3.731	3.502	2.916	2.924	3.444	3.777	4.421	5.625	3.549	49.010
NILAHUE CORNEJO	1.893	1.522	1.333	1.033	846	703	805	869	982	1.326	1.553	1.747	14.612
LO CARTAGENA	2.785	2.413	2.341	1.932	1.693	1.043	1.446	1.667	1.772	2.090	2.166	2.448	23.796
QUELENTARO	1.472	1.364	1.360	1.176	1.134	967	1.084	1.126	1.615	1.801	1.719	1.255	16.073
LA VINILLA	4.999	4.491	4.494	4.608	3.191	2.993	3.100	2.896	2.777	2.945	3.876	1.194	2.449
EL CAJON EL GUINDAL	4.661	3.871	3.965	3.542	3.001	2.844	2.732	2.887	3.222	3.596	4.068	5.224	45.594
LIMAHUE LA CAPILLA	3.758	2.461	2.994	3.972	2.300	2.122	2.016	1.929	2.841	3.243	3.602	4.783	43.172
LA TUNA									2.841	3.243	3.602	4.208	35.446

Cuadro 6.4 (CONT.)

CONSUMO AGUA POTABLE RURAL (m³)

CENTRO POBLADO	AÑO 1995												TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
CAHUIL	4.011	3.696	1.967	1.856	1.296	1.011	1.031	1.131	1.933	1.814	2.232	3.061	25.039
LITUECHE	11.093	11.967	10.991	10.761	12.863	10.514	10.444	11.957	12.671	14.711	15.451	10.239	143.662
RAPEL	5.233	5.063	4.321	3.041	2.994	2.222	2.634	2.964	3.265	3.563	3.867	3.947	43.114
PUMANQUE	4.909	5.073	4.931	5.219	3.489	3.115	3.014	3.039	3.833	4.530	5.326	6.052	52.530
NILAHUE CORNEJO	1.832	1.632	1.319	980	906	715	718	838	968	1.232	1.570	1.733	14.443
LO CARTAGENA	2.767	2.540	2.511	2.120	2.375	2.148	1.996	2.205	2.269	2.260	2.381	2.623	28.195
QUELENTARO	1.616	1.446	1.399	1.317	1.109	975	986	1.327	1.246	1.444	1.641	1.743	16.249
CAJON EL GUINDAL	5.924	4.163	3.964	3.022	3.659	2.913	2.969	3.209	3.422	4.100	4.352	5.867	47.564
LIMAHUE LA CAPILLA	5.317	4.380	4.429	3.579	3.259	2.780	2.871	3.224	3.390	4.162	4.220	5.271	46.892
LA TUNA CANCHILLAS	4.305	3.984	3.666	3.365	2.508	2.430	2.221	2.501	2.684	2.984	3.496	4.024	38.168

CENTRO POBLADO	AÑO 1996												TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
LITUECHE	4.781	15.972	9.646	8.265		15.205	17.229	8.625	15.005	16.568	16.257	16.132	143.685
RAPEL	4.327	4.554	2.935										11.816
PUMANQUE	5.992	5.074	4.617	3.352	2.065	2.647	2.885	2.618	3.369	4.340	4.727	4.456	46.142
NILAHUE CORNEJO	1.849	1.900	1.528	1.004		800	848	841	1.101	1.313	1.587	1.819	14.590

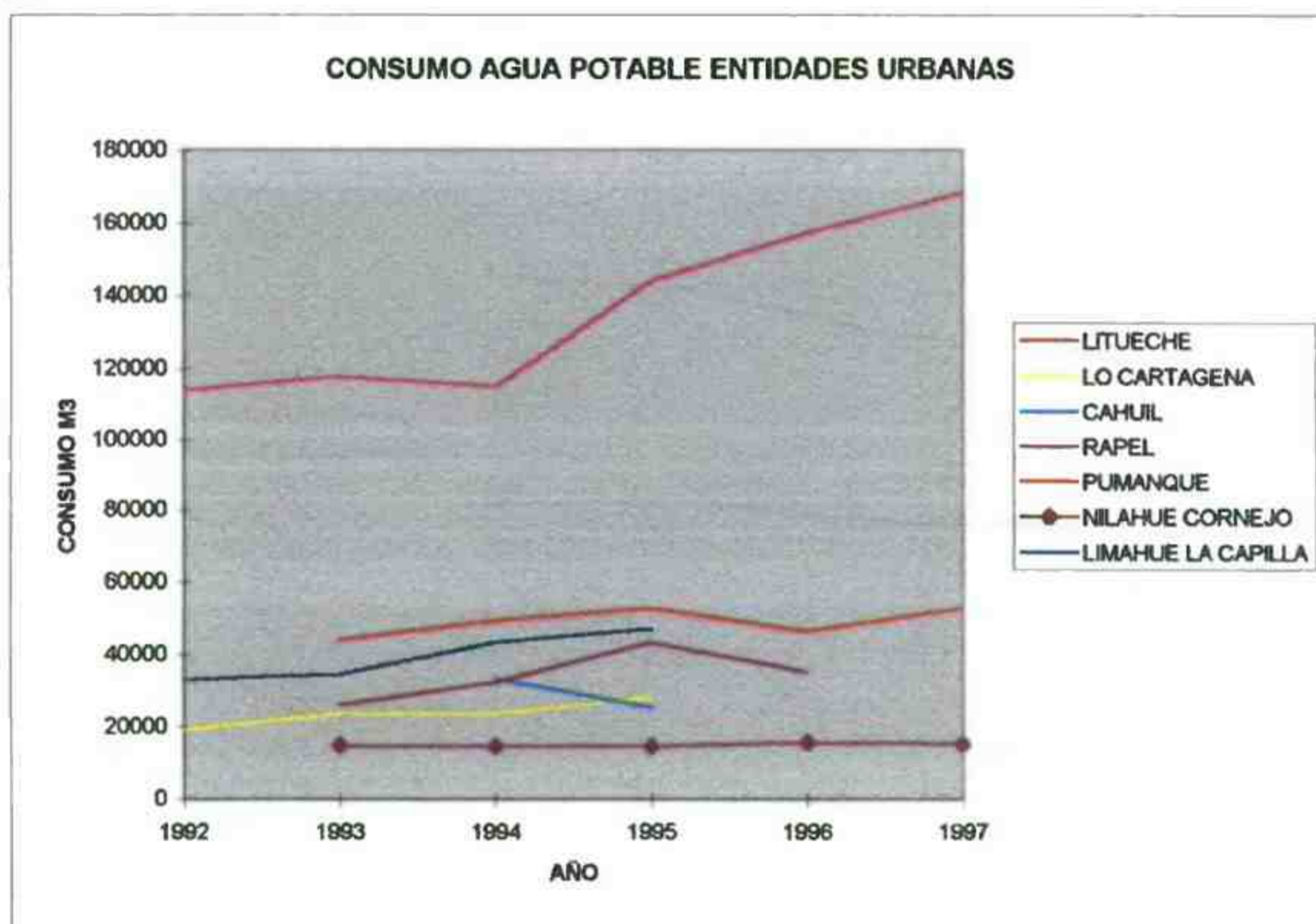
CENTRO POBLADO	AÑO 1997												TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
LITUECHE	15.751	14.129	17.854	14.579	13.343	12.154	12.495	11.834	12.438	12.852	13.269	17.525	168.223
PUMANQUE	5.200	5.051	5.025	4.302	3.753	3.201	4.451	3.510	3.749	3.737	4.801	5.768	52.548
NILAHUE CORNEJO	1.927	1.594	1.338	1.111	925	817	882	943	1.120	1.044	1.413	2.119	15.233

Cuadro 6.5

CONSUMO DE AGUA POTABLE EN ENTIDADES URBANAS (m³/año)

POBLADO	1992	1993	1994	1995	1996	1997
LITUECHE	113607	117462	114603	143662	157011	168223
LO CARTAGENA	19454	23845	23796	28195		
CAHUIL			33092	25039		
RAPEL		26018	32195	43114	34895	
PUMANQUE		43944	49010	52530	46142	52548
NILAHUE CORNEJO		14729	14612	14443	15568	15233
LIMAHUE LA CAPILLA	32828	34448	43172	46892		

Figura 6.5



Cuadro 6.6

CONSUMO DE AGUA POTABLE ENTIDADES RURALES

POBLADO	1992	1993	1994	1995
QUELENTARO	13165	13337	16073	16249
EL CAJON EL GUINDAL	37649	39409	45594	47564

FIGURA 6.6

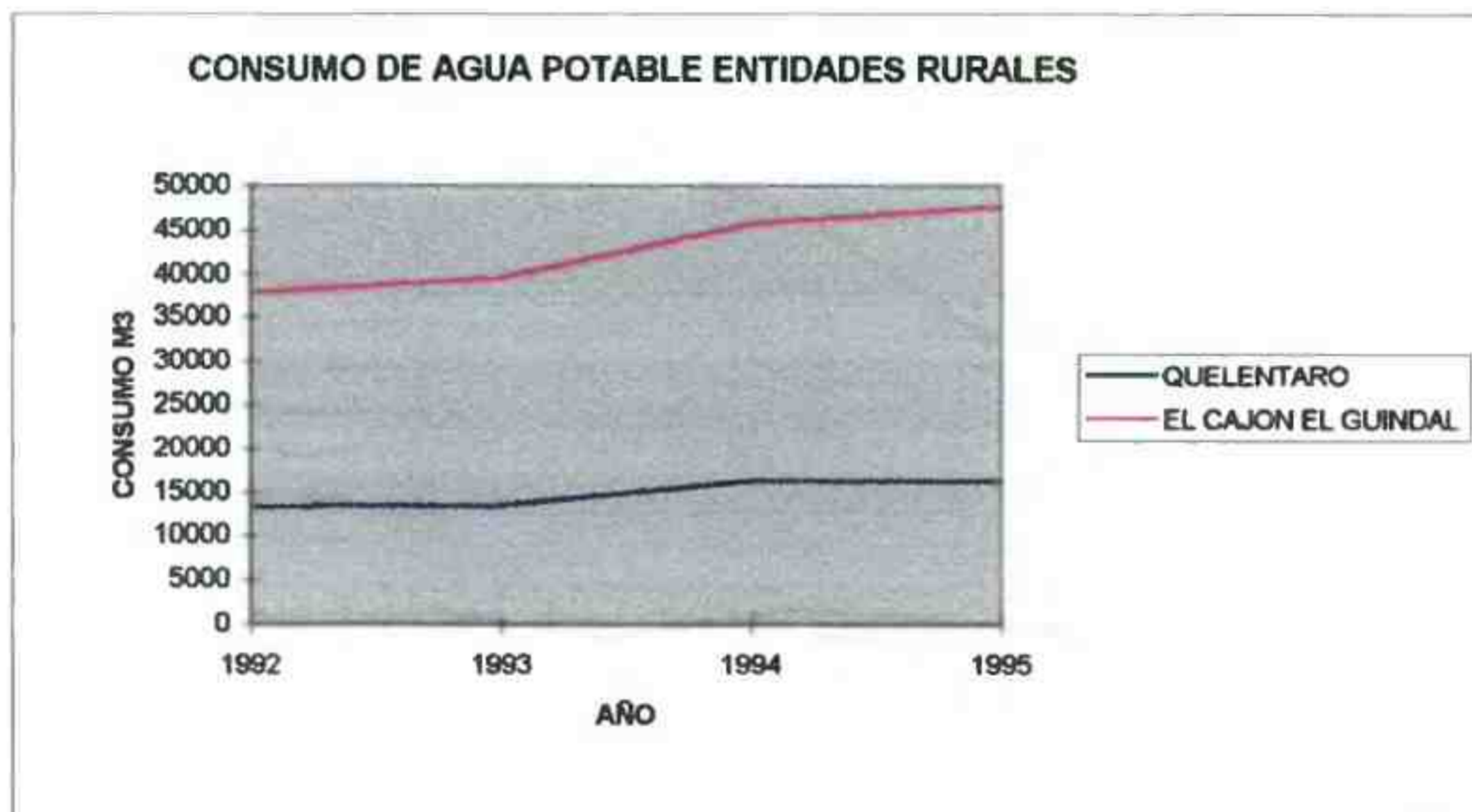
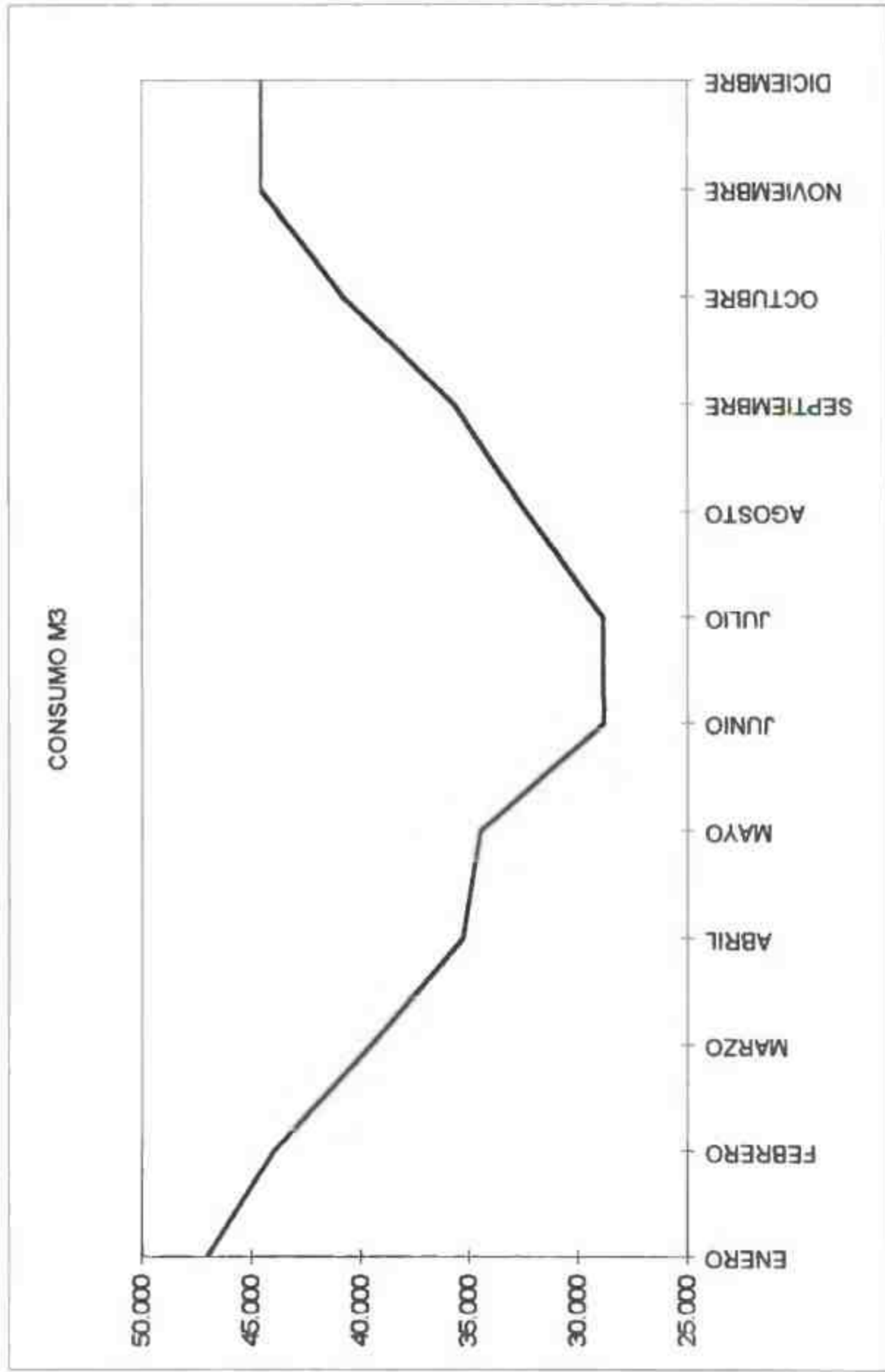


Figura 6.7 VARIACION ESTACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE AÑO 1995 (M³)



Cuadro Nº 6.7

CONSUMO TOTAL (m3/año) Y DOTACIÓN POR HABITANTE

LOCALIDAD	1992	1993	1994	1995	1996	1997	consumo	poblacion	DOTACION	
									m3/hab/año	l/hab/dia
LITUECHE	113.607	117.462	114.603	143.662	157.011	168.223	168.223	1.878	90	245
LO CARTAGENA	19.454	23.845	23.796	28.195	-	-	28.195	636	44	121
CAHUIL			33.092	25.039			25.039	407	62	169
RAPEL		26.018	32.195	43.114	34.895	-	34.895	423	82	226
PUMANQUE		43.944	49.010	52.530	46.142	52.548	46.142	908	51	139
NILAHUE CORNEJO		14.729	14.612	14.443	15.568	15.233	15.568	506	31	84
LIMAHUE	32.828	34.448	43.172	46.892	-	-	46.892	347	135	370
QUELENTARO	13.165	13.337	16.073	16.249	-	-	16.249	161	101	277
LA VINILLA	-	-	2.449	-	-	-	2.449	78	31	86
LA BOCA									73	200
LOLOL									58	160

Cuadro 6.8

PROYECCION DE CONSUMO DE AGUA POTABLE m³/año

LOCALIDAD	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002
CAHUIL	25.408	25.531	25.654	25.777	25.900
LITUECHE	173.956	179.689	185.422	191.154	196.887
RAPEL	35.555	35.225	34.895	34.565	34.235
PUMANQUE	47.463	48.784	50.106	51.427	52.748
NIL. CORNEJO	15.445	15.322	15.199	15.076	14.953
QUELENTARO	16.855	16.653	16.451	16.249	16.047
LOLOL	97.846	97.962	98.078	98.194	98.310
LA VINILLA	2.575	2.606	2.637	2.669	2.700
LIMAHUE	47.703	47.973	48.243	48.514	48.784
LA BOCA	23.652	23.068	22.484	21.900	21.316
CARTAGENA	29.525	29.968	30.412	30.855	31.298

LOCALIDAD	2.003	2.004	2.005	2.006	2.007
CAHUIL	26.023	26.146	26.269	26.392	26.516
LITUECHE	202.620	208.353	214.086	219.819	225.551
RAPEL	33.905	33.575	33.245	32.915	32.585
PUMANQUE	54.069	55.391	56.712	58.033	59.354
NIL. CORNEJO	14.830	14.707	14.583	14.460	14.337
QUELENTARO	15.845	15.643	15.442	15.240	15.038
LOLOL	98.426	98.542	98.658	98.774	98.890
LA VINILLA	2.732	2.763	2.794	2.826	2.857
LIMAHUE	49.054	49.324	49.595	49.865	50.135
LA BOCA	20.732	20.148	19.564	18.980	18.396
CARTAGENA	31.742	32.185	32.628	33.071	33.515

Cuadro 6.8

PROYECCION DE CONSUMO DE AGUA POTABLE m³/año

LOCALIDAD	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012
CAHUIL	26.639	26.762	26.885	27.008	27.131
LITUECHE	231.284	237.017	242.750	248.483	254.216
RAPEL	32.255	31.925	31.595	31.265	30.935
PUMANQUE	60.676	61.997	63.318	64.639	65.961
NIL. CORNEJO	14.214	14.091	13.968	13.845	13.722
QUELENTARO	14.836	14.634	14.432	14.230	14.029
LOLOL	99.006	99.122	99.238	99.354	99.470
LA VINILLA	2.889	2.920	2.951	2.983	3.014
LIMAHUE	50.406	50.676	50.946	51.216	51.487
LA BOCA	17.812	17.228	16.644	16.060	15.476
CARTAGENA	33.958	34.401	34.845	35.288	35.731

LOCALIDAD	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017
CAHUIL	27.254	27.377	27.500	27.623	27.746
LITUECHE	259.948	265.681	271.414	277.147	282.880
RAPEL	30.605	30.275	29.945	29.615	29.285
PUMANQUE	67.282	68.603	69.924	71.246	72.567
NIL. CORNEJO	13.599	13.476	13.353	13.230	13.107
QUELENTARO	13.827	13.625	13.423	13.221	13.019
LOLOL	99.586	99.702	99.818	99.934	100.050
LA VINILLA	3.046	3.077	3.108	3.140	3.171
LIMAHUE	51.757	52.027	52.297	52.568	52.838
LA BOCA	14.892	14.308	13.724	13.140	12.556
CARTAGENA	36.175	36.618	37.061	37.505	37.948

LOCALIDAD	2.018
CAHUIL	27.869
LITUECHE	288.613
RAPEL	28.955
PUMANQUE	73.888
NIL. CORNEJO	12.984
QUELENTARO	12.818
LOLOL	100.166
LA VINILLA	3.203
LIMAHUE	53.108
LA BOCA	11.972
CARTAGENA	38.391

6.2 Uso del suelo y Demanda de Agua para Riego

En general en el sector en estudio dominan las áreas de secano, por lo que los cultivos en aquellas zonas de riego se concentran en los valles de esteros como el Nilahue, El Rosario o El Ganso, tal como se presenta en la Lámina N° 11. Se observa también que es la cuenca del Nilahue la que tiene mayor superficie de cultivo de riego, le sigue la cuenca del Topocalma y finalmente el Rapel. Los productos que en el área se cultivan corresponden preferentemente a cereales como garbanzo, habas y lentejas¹.

El Cuadro N° 6.9 muestra la distribución del uso del suelo, según el Censo Agropecuario (INE 1997), en las comunas que están dentro del área de estudio; de lo que se desprende que el 62% corresponde a praderas naturales, le siguen las plantaciones forestales con el 14% y en tercer lugar los cultivos anuales y permanentes con el 6,1%.

En cuanto a los grupos de cultivos que se encuentran en el área, el censo corrobora lo descrito anteriormente en el sentido de que son los cereales los que ocupan la mayor superficie sembrada (Cuadro N° 6.10) alcanzando el 87,5 % de la superficie total por tipo de cultivos. Otro tipo de cultivos que tiene importancia en el sector son las viñas y parronales las que pueden ser plantadas tanto en áreas de riego como de secano; en el Cuadro 6.11 se presenta la superficie plantada por comuna.

Los Cuadros N° 6.12 y N° 6.13 presentan el detalle de la superficie sembrada por especie en las provincias que incluyen el área de estudio, tanto en sectores de riego como de secano.

El Censo Agropecuario también entrega información sobre la superficie regada por comuna (Cuadro N° 6.14), antecedentes fundamentales para estimar la demanda para riego. Así se observa que la comuna con mayor superficie regada corresponde a Marchihue con el 45% del total. En cuanto al sistema de riego, queda en evidencia que es el de tipo gravitacional el más practicado, le sigue el microriego localizado y finalmente el mecánico mayor.

¹ *“Requerimientos de Clima y Suelo: Chacras y Hortalizas”* Publicación CIREN N° 107

Cuadro 6.9

SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES CON TIERRA POR USO DEL SUELO, SEGUN CALIFICACION GEOGRAFICA

Comuna	USO DEL SUELO (Hectáreas)											Total
	Suelos de Cultivo			Praderas			Otros Suelos					
	Cultivos anuales y permanentes	Praderas sembradas permanentes y de rotación	En barbecho y descanso	Praderas Mejoradas	Praderas Naturales	Plantaciones Forestales	Bosques Naturales y montes	uso indirecto (construcción, caminos, pedregales, arenales)	Estériles (ánidos, pedregales, arenales)			
Lolol	3.969,5	71,5	2.131,4	23,8	45.031,0	3.718,3	651,3	175,9	573,4	56.346,1		
Pumanque	2.219,1	47,0	814,0	10,2	34.118,9	4.636,8	822,4	169,5	371,1	43.209,0		
Pichilemu	2.511,3	64,8	3.150,2	2.536,6	12.937,7	15.759,6	6.210,6	934,1	1.259,0	45.363,9		
Navidad	2.253,6	90,3	980,3	45,9	15.899,9	1.385,7	2.942,4	101,2	2.693,1	26.392,4		
Litueche	2.435,0	1.512,5	2.095,8	1.920,3	29.448,8	6.735,9	5.808,5	301,6	3.934,8	54.193,2		
La Estrella	2.657,9	104,9	2.058,2	1.876,1	30.565,0	1.151,1	645,0	169,0	2.157,9	41.385,1		
Marchihue	4.660,9	752,0	2.480,9	1.253,8	39.941,3	6.299,1	1.070,2	848,2	593,4	57.899,8		
Paredones	1.791,1	11,7	2.975,4	124,5	22.942,8	15.401,5	637,1	226,9	632,3	44.743,3		
Total	22.498,4	2.654,7	16.686,2	7.791,2	230.885,4	55.088,0	18.787,5	2.926,4	12.215,0	369.532,8		

Fuente: VI Censo Agropecuario INE, 1997

Cuadro 6.10

SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA O PLANTADA POR GRUPO DE CULTIVOS, SEGUN CLASIFICACION GEOGRAFICA													
SUPERFICIE SEMBRADA O PLANTADA POR GRUPO DE CULTIVOS (Hectáreas)													
Comuna	Cereales		Chacras		Cultivos Industriales		Otros cultivos anuales escenciales		Hortalizas		Flores		Total
	Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%	
Lolol	2720,0	35,1	464,2	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	0,2	0,0	0,0	3199,9
Pumanque	1781,5	25,8	265,6	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	0,2	0,0	0,0	2061,7
Pichilemu	2022,0	11,0	38,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	128,7	0,7	0,0	0,0	2189,2
Navidad	1137,9	30,4	479,3	12,8	0,0	0,0	1,5	0,0	487,0	13,0	0,0	0,0	2105,7
Lítueche	1908,5	17,8	127,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	54,6	0,5	0,0	0,0	2090,5
La Estrella	2381,6	60,8	21,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,4	0,0	0,0	2419,8
Total	11951,5		1396,2		0,0		1,5		717,6		0,0		14066,8

Fuente: VI Censo Agropecuario INE, 1997

Cuadro 6.11

SUPERFICIE SEMBRADA CON CEREALES Y CHACRAS, EN RIEGO Y SECANO, PRODUCCION Y RENDIMIENTO, SEGUN CLASIFICACION GEOGRAFICA Y ESPECIE				
SUPERFICIE CON CEREALES Y CHACRAS (Hectáreas)				
Especie	Riego	Secano	Producción (qqm)	Rendimiento (qqm/ha)
	Superficie (ha)	Superficie (ha)		
Colchagua	36.290,3	8.491,2		
Arroz (con cáscara)	1.832,4	0,0	65.872	35,9
Arveja (grano seco)	274,5	4,4	4.166	14,9
Avena (grano seco)	98,3	245,0	9.820	28,6
Cebada cervecera	110,2	61,5	6.090	35,5
Cebada forrajera	21,8	31,1	1.198	22,6
Centeno (grano seco)	5,5	0,3	205	35,3
Chícharro	0,0	3,6	3	0,8
Garbanzo	35,1	898,9	5.604	6,0
Lenteja	21,2	35,6	609	10,7
Maíz (grano seco)	20.148,6	118,1	2.024.208	99,9
Papa	391,6	3,6	47.731	120,8
Poroto consumo interno	1.778,4	22,0	30.398	16,9
Poroto de exportación	109,6	0,4	2.398	21,8
Quínoa	0,5	0,0	5	10,0
Trigo blanco	4.507,6	5.833,9	462.093	44,7
Trigo candeal	6.949,3	1.232,8	519.671	63,5
Triticale (grano seco)	5,7	0,0	61	10,7
Cardenal Caro	395,0	12.693,6		
Arroz (con cáscara)	24,0	0,0	1.440	60,0
Arveja (grano seco)	0,0	97,4	583	6,0
Avena (grano seco)	0,4	603,7	13.070	21,6
Cebada cervecera	0,0	54,0	1.763	32,6
Cebada forrajera	0,0	195,8	2.856	14,6
Centeno (grano seco)	0,0	1,0	15	15,0
Chícharo	0,0	96,9	494	5,1
Garbanzo	1,0	491,1	2.599	5,3
Lenteja	0,1	78,6	411	5,2
Maíz (grano seco)	182,1	32,9	12.991	60,4
Papa	30,0	40,9	5.440	76,7
Poroto consumo interno	39,0	9,7	790	16,2
Poroto de exportación	0,6	0,0	10	16,7
Quínoa	0,0	10,6	111	10,5
Trigo blanco	117,8	10.971,3	266.299	24,0
Trigo candeal	0,0	9,4	325	34,6
Triticale (grano seco)	0,0	0,3	3	10,0

Cuadro 6.12

SUPERFICIE CULTIVADA CON HORTALIZAS POR SISTEMA DE CULTIVO AÑO AGRICOLA 1996-1997 SEGUN CLASIFICACION GEOGRAFICA Y ESPECIE			
HORTALIZAS POR SISTEMA DE CULTIVOS (Hectáreas)			
Provincia y Especie	Superficie	Provincia y Especie	Superficie
Colchagua	5.552,7	Cardenal caro	743,4
Acelga	0,1	Ajo	0,2
Ají	20,7	Alcachofa	46,5
Ajo	52,3	Alcayota	0,5
Alcachofa	43,4	Arveja verde	274,3
Apio	1,2	Cebolla de guarda	1,4
Arveja verde	294,7	Cebolla temprana	2,4
Beterraga	2,1	Choclo	39,4
Brócoli	12,1	Coliflor	1,5
Cebolla de guarda	391,4	Espárrago	32,5
Cebolla temprana	54,9	Haba	33,9
Choclo	952,8	Huerta casera	158,5
Cilantro	2,0	Lechuga	2,9
Coliflor	5,1	Melón	0,8
Espárrago	170,3	Pepino de ensalada	0,1
Espinaca	1,1	Poroto granado	129,7
Haba	142,6	Poroto verde	5,6
Huerta casera	289,3	Repollo	0,3
Lechuga	22,0	Sandía	2,5
Melón	314,7	Tomate consumo fresco	2,7
Orégano	9,5	Tomate industrial	0,1
Pepino dulce	40,4	Zapallito italiano	0,2
Pimiento	77,4	Zapallo temprano y guarda	5,8
Poroto granado	37,0	Otras	1,6
Poroto verde	201,4		
Puerro	66,6		
Repollo	22,7		
Sandía	564,9		
Tomate consumo fresco	140,8		
Tomate industrial	1.247,3		
Zanahoria	13,8		
Zapallito italiano	15,8		
Zapallo temprano y guarda	252,2		
Otros	90,1		

Fuente: VI Censo Agropecuario INE, 1997

Cuadro 6.13

SUPERFICIE PLANTADA CON VIÑAS Y PARRONALES VINIFEROS EN RIEGO Y SECANO, SEGUN CLASIFICACION GEOGRAFICA			
SUPERFICIE CON VIÑAS Y PARRONALES (Hectáreas)			
Comuna	Superficie		
	Riego	Secano	Total
Lolol	73,2	214,7	287,9
Pumanque	0,0	56,6	56,6
Pichilemu	0,0	0,6	0,6
Navidad	1,0	71,0	72,0
Litueche	1,0	11,7	12,7
La Estrella	4,0	77,2	81,2
Marchihue	331,8	20,8	352,6
Paredones	0,5	99,1	99,6
Total	411,5	551,7	963,2

Fuente: VI Censo Agropecuario INE, 1997

Cuadro 6.14

SUPERFICIE REGADA EN EL AÑO AGRICOLA 1996/1997 POR SISTEMAS DE RIEGO, SEGUN CLASIFICACION GEOGRAFICA				
Comuna	Riego Gravitacional	Mecánico mayor	Microriego localizado	Total
Lolol	384,8	2	146,2	533,0
Pumanque	29,8	0,1	2,7	32,6
Pichilemu	155,6	61,4	80	297,0
Navidad	280,7	0,5	0,9	282,1
Litueche	374,2	5,6	15,2	395,0
La Estrella	111	120,3	2,8	234,1
Marchihue	545,1	379	531,9	1456,0
Paredones	2,3	0	0	2,3
Total	1883,5	568,9	779,7	3232,1

Fuente: VI Censo Agropecuario INE, 1997

6.3 Evapotranspiración

La importancia de la evapotranspiración radica en su considerable influencia en el crecimiento y distribución vegetal. Constituye la base del cálculo de las necesidades hídricas, de gran utilidad en el control del suministro diario de agua en una zona cultivada.

Se entiende por evapotranspiración el proceso por el cual el agua es devuelta a la atmósfera en forma de vapor de agua, ya sea directamente o por medio de la transpiración de las plantas.

Dado el numeroso conjunto de factores que influyen en la evapotranspiración, su medida en condiciones suficientemente representativas resulta difícil. Para facilitar su cálculo se ha involucrado el concepto de evapotranspiración potencial la cual se define como: " el agua devuelta a la atmósfera en estado de vapor por un suelo que tenga la superficie completamente cubierta de vegetación y en el supuesto de no existir limitación en el suministro de agua (por lluvia o por riego) para obtener un crecimiento vegetal óptimo." (MOPT España, 1992).

En este estudio se calculó la evapotranspiración potencial por medio del método empírico de Blaney-Criddle, el cual considera el tipo de cultivo, aplicando coeficientes correctores basados en las necesidades de las plantas a lo largo de su ciclo vegetativo.

La fórmula de Blaney-Criddle es la siguiente (Heras, 1976):

Ec. 6.2

$$ET = \left(\frac{I}{\sum I} \right) * [T^{\circ} 45.72 + 812.8]$$

Donde:

E.T.: Evapotranspiración teórica

I : Índice de Iluminación Mensual (unidades 12 hrs.). Este índice depende de la latitud en que se encuentre el área de estudio.

T° : Temperatura mensual (°C).

Luego,

$$E.T.P. = K * E.T. \quad \text{ec. 6.3}$$

Donde:

E.T.P.: Evapotranspiración Potencial.

E.T. : Evapotranspiración Teórica

K : Coeficiente estacional que depende del tipo de cultivo y el período vegetativo de la planta.

En la evapotranspiración potencial se agrega además el tipo de vegetación existente y otro conjunto de factores, que influyen en la evapotranspiración y que queda determinado por el coeficiente estacional (K). Multiplicando la evapotranspiración potencial (ETP) por la superficie cultivada dentro de cada área de estudio se obtiene la evapotranspiración Real (ETR).

La evapotranspiración teórica considera la relación entre factores climáticos solamente; el índice de iluminación y la temperatura media mensual, a esto se denomina "fuerza evaporante". Esto queda expresado en la fórmula de Blaney-Cridalle

Multiplicando la E.T. por este coeficiente estacional (K) resultan los consumos teóricos por cultivo y por mes, los cuales al sumarse dan el valor anual de la evapotranspiración potencial para cada tipo de cultivo.

De acuerdo con la información recopilada del Censo Agropecuario y de los coeficientes estacionales para cada cultivo, se agrupó la producción agrícola del área de estudio para efectos de cálculo de evapotranspiración en: cereales, hortalizas, viñas, frutales y cebollas.

En el Cuadro N° 6.15 se presentan los valores de temperaturas medias mensuales para cada cuenca, las cuales como se ha mencionado, constituyen uno de los factores para el cálculo de la evapotranspiración teórica.

Los cuadros siguientes (N° 6.16, N° 6.17 y N° 6.18) presentan los valores de K, iluminación para la latitud 35° sur, la temperatura media mensual, la evapotranspiración teórica y el consumo mensual para cada tipo de cultivo y, finalmente, la evapotranspiración potencial anual, todo para cada cuenca en estudio.

Obtenidos estos cálculos se procedió a deducir la evapotranspiración real del área de estudio. Para esto se calculó la superficie cultivada en áreas de riego. Se consideraron todos aquellos cultivos que se encuentran en estas áreas según el Censo Agropecuario; en el caso de los cereales cultivado en áreas de riego se contaba con la información en el ámbito provincial (Cuadro N° 6.11) por lo que se calculó la proporción que correspondía a cada cuenca. Para las hortalizas, cebollas y frutales se asumió que toda la superficie cultivada es de riego y en el caso de las viñas se contaba con la información de superficie cultivada de riego y seco a escala comunal (Cuadro N° 6.13).

El Cuadro N° 6.19 muestra los cálculos obtenidos de superficie plantada en áreas de riego por cultivo para cada cuenca. En el caso del Estero Nilahue la información se obtuvo de la actualización del Proyecto Convento Viejo (1991).

Con la información del cuadro N° 6.19 y la Evapotranspiración Potencial se procedió a realizar el cálculo de la evapotranspiración real anual de cada cuenca, lo cual se presenta en el Cuadro N° 6.20. Para este cálculo se procedió a aplicar la siguiente metodología:

$$\text{ETR cultivo} = S_c \cdot \text{ETP} \quad \text{ec. 6.4}$$

donde:

ETR cultivo = evapotranspiración total anual tipo de cultivo en m^3

S_c = superficie sembrada por tipo de cultivo en Há.

ETP = evapotranspiración potencial anual en m^3/Ha (Cuadros N° 6.17, 6.18 y 6.19)

Para obtener ETR anual del área se suma la ETR cultivo de todos los tipos de cultivos presentes en el área y se divide por la superficie total cultivada del área.

$$\text{ETR anual} = 1/S \sum \text{ETR cultivo} \quad \text{ec. 6.5}$$

donde:

S = superficie total área cultivada en Há.

A partir de los resultados de la evapotranspiración real para cada zona determinados en el Cuadro N° 6.20 y considerando la eficiencia de riego para cada tipo de cultivo señalada en el Capítulo 7.4 se tiene la siguiente demanda de agua promedio anual de la zona de riego para cada sector expresada en l/s.

Demanda de Riego	
Cuenca	Caudal (l/s)
Nilahue	713
Topocalma	149
Rapel	113

Cabe hacer presente que los valores de ETR calculados, solo se refieren a las áreas cultivadas que requieren demanda de agua para riego, no así las áreas de secano.

Además, consideran sólo la evapotranspiración de la planta producto del agua de riego cuando éste se produce y no considera la evapotranspiración producto de la precipitación. Esto explica, por ejemplo, que la ETR determinada en este capítulo para el sector de Nilahue de 247 mn al año es inferior a la considerada para esta zona en el análisis hidrológico (capítulo 5.5) que fue de 460 mn, ya que esta última considera la evapotranspiración producto de la precipitación de todo el año.

Cuadro 6.15

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES
ESTACION QUELENTARO (C. RAPEL)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	T°MEDIA ANUAL
TEMP °C	19,7	18,8	17,2	14,8	12,4	9,6	9	9,8	11,3	13,3	16,2	18,1	14,2

Fuente: Balance Hidrico D.G.A

CUENCA ESTERO NILAHUE

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	T°MEDIA ANUAL
TEMP °C	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9

Fuente: Atlas Agroclimatico de Chile 1993 CIREN-CORFO

CUENCA ESTERO TOPOCALMA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	T°MEDIA ANUAL
TEMP °C	17,7	17,2	15,7	13,6	11,6	10,1	9,6	9,9	11,1	16,1	15,3	17,1	13,5

Fuente: Atlas Agroclimatico de Chile 1993 CIREN-CORFO

Cuadro N° 6.16

**EVAPOTRANSPIRACION CULTIVOS
CUENCA DEL RAPEL**

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Indice de Iluminación 35° L.S. (I)	36,9	31,2	31,8	28,2	26,7	24,6	26,1	28,2	30,0	33,9	35,1	27,5
I / ΣI	0,102	0,087	0,088	0,078	0,074	0,068	0,072	0,078	0,083	0,094	0,097	0,076
T° Media Mensual	19,7	18,8	17,2	14,8	12,4	9,6	9	9,8	11,3	13,3	16,2	18,1
E.T. Teórico	175,5	144,9	141,2	116,6	102,3	85,5	88,7	98,7	110,7	133,7	151,4	125,2
K Hortalizas	0,60	0,70	0,60	0,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50
K Viñas	0,71	0,55	0,43	0,36	-	-	-	-	0,14	0,45	0,49	0,74
K Frutales	0,71	0,55	0,43	0,36	-	-	-	-	0,14	0,45	0,49	0,74
K Cereales	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,60	0,50	-
Cultivo:	E.T.P. Potencial Mensual Cuenca del Rapel											
	(mm)											
Hortalizas	105,32	101,40	84,71	58,30	20,45	17,10	17,74	19,74	33,22	53,49	60,55	62,62
Viñas	124,63	79,67	60,71	41,98	-	-	-	-	15,50	60,18	74,18	92,67
Frutales	124,63	79,67	60,71	41,98	-	-	-	-	15,50	60,18	74,18	92,67
Cereales	-	-	-	-	-	-	-	-	44,29	80,23	75,69	-
	E.T.P. Anual (mm)										E.T.P. Anual (m³/Ha)	
	634,65										6346,5	
	549,51										5495,1	
	549,51										5495,1	
	200,21										2002,1	

Cuadro N° 6.17

**EVAPOTRANSPIRACION CULTIVOS
CUENCA DEL ESTERO TOPOCALMA**

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Indice de Iluminación 35° L.S. (I)	36,9	31,2	31,8	28,2	26,7	24,6	26,1	28,2	30,0	33,9	35,1	27,5
I / ΣI	0,102	0,087	0,088	0,078	0,074	0,068	0,072	0,078	0,083	0,094	0,097	0,076
T° Media Mensual	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1
E.T. Teórico	171,3	142,5	138,0	114,1	99,9	86,7	90,0	98,7	110,3	135,0	150,9	125,2
K Viñas	0,71	0,55	0,43	0,36	-	-	-	-	0,14	0,45	0,49	0,74
K Frutales	0,71	0,55	0,43	0,36	-	-	-	-	0,14	0,45	0,49	0,74
K Hortalizas	0,60	0,70	0,60	0,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50
K Cebollas	0,28	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,45	0,30	0,31
K Cereales	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,60	0,50	-
Cultivo:	E.T.P. Potencial Mensual Cuenca del Topocalma											
	(mm)											
Viñas	121,64	78,36	59,32	41,08	-	-	-	-	15,45	60,76	73,96	92,67
Frutales	121,64	78,36	59,32	41,08	-	-	-	-	15,45	60,76	73,96	92,67
Hortalizas	102,79	99,74	82,77	57,05	19,98	17,35	18,01	19,74	33,10	54,01	60,37	62,62
Cebollas	47,97	-	-	-	-	-	-	-	30,90	60,76	45,28	38,82
Cereales	-	-	-	-	-	-	-	-	44,14	80,23	75,69	-
	E.T.P. Anual											E.T.P. Anual
	(mm)											(m ³ /Ha)
	543,23											5432,3
	543,23											5432,3
	627,53											6275,3
	223,73											2237,3
	200,06											2000,6

Cuadro N° 6.18

EVAPOTRANSPIRACION CULTIVOS
CUENCA DEL ESTERO NILAHUE

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Indice de Iluminación 30° L.S. (I)	36,9	31,2	31,8	28,2	26,7	24,6	26,1	28,2	30,0	33,9	35,1	27,5
I / ΣI	0,102	0,087	0,088	0,078	0,074	0,068	0,072	0,078	0,083	0,094	0,097	0,076
T° Media Mensual	17,7	17,2	15,7	13,6	11,6	10,1	9,6	9,9	11,1	16,1	15,3	17,1
E.T. Teórico	166,2	138,5	135,1	112,3	99,6	87,0	90,7	99,1	110,0	145,8	147,4	121,7
K Viñas	0,71	0,55	0,43	0,36	-	-	-	-	0,14	0,45	0,49	0,74
K Frutales	0,71	0,55	0,43	0,36	-	-	-	-	0,14	0,45	0,49	0,74
K Hortalizas	0,60	0,70	0,60	0,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50
K Cereales	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,60	0,50	-
Cultivo:	E.T.P. Potencial Mensual Cuenca del Nilahue											
	(mm)											
Viñas	117,98	76,19	58,11	40,43				15,39	65,60	72,21	90,09	
Frutales	117,98	76,19	58,11	40,43				15,39	65,60	72,21	90,09	
Hortalizas	99,70	96,96	81,08	56,16	19,91	17,41	18,14	19,81	32,99	58,31	58,95	60,87
Cereales								43,99	87,46	73,68		
	E.T.P. Anual											E.T.P. Anual
	(mm)											(m³/Ha)
	536,00											5360,0
	536,00											5360,0
	620,29											6202,9
	205,13											2051,3

Cuadro N°6.19

SUPERFICIE SEMBRADA O PLANTADA POR GRUPO DE CULTIVOS (Hectáreas)
EN AREAS DE RIEGO

CUENCA ESTERO RAPEL

Cultivos	hás	%
cereales	237,0	62,0
hortalizas	88,0	23,0
viñas	14,0	5,0
cebollas		
frutales	38,4	10,0
total	377,4	100,0

Fuente: Censo Agropecuario 1997

CUENCA ESTERO TOPOCALMA

Cultivos	hás	%
cereales	515	84,0
hortalizas	43	7,0
viñas	13	2,2
cebollas	1	0,1
frutales	41	6,7
total	613	100,0

Fuente: Censo Agropecuario 1997

CUENCA ESTERO NILAHUE

Cultivos	hás	%
cereales	2640,0	84,0
hortalizas	75,0	5,0
viñas	73,2	4,0
cebollas		
frutales	215,0	7,0
total	3003,2	100,0

Fuente: Proyecto Convento Viejo
(Actualización 1991 RyQ)

Cuadro 6.20

E.T.R. ANUAL POR CUENCA (m3/hás)

CUENCA	E.T.R. ANUAL SEGUN TIPO CULTIVO (m3)						E.T.R. POR AREA DE RIEGO	
	Hortalizas	Cereales	Viñas	frutales	Cebollas	ETR Anual (m3)	ETR Anual (m3/has)	
Nilahue	465.218	5.415.432	392.352	1.152.400		7.425.402	2.472	
Topocalma	269.837	1.030.319	70.620	222.726	2.237	1.595.738	2.603	
Rapel	558.488	474.508	76.932	211.013		1.320.941	3.500	

7. HIDROGEOLOGÍA

7. HIDROGEOLOGÍA

7.1 Unidades Hidrogeológicas

Río Rapel

La cuenca del Río Rapel tiene dos unidades de interés hidrogeológico: la primera conformada por sedimentos no consolidados del Holoceno y Actual, donde se incluyen sedimentos fluviales actuales y las terrazas fluvio aluviales, dejadas por el cauce al cambiar de dirección de recorrido o durante crecidas. La segunda está formada por sedimentos semiconsolidados y de origen marino de la Formación Navidad, de edad Mioceno-Plioceno.

El espesor y ancho del lecho sedimentario del río sufre un importante quiebre a la altura de la desembocadura del estero El Rosario. Aguas arriba, el río Rapel escurre encajonado a través de un lecho intrusivo, con paredes muy abruptas, que muchas veces no permiten llegar al río. Aquí el cauce fluye usualmente en forma de rápido, dejando solo sedimentos gruesos, mal clasificados y redondeados y de poco espesor. Este tramo no tiene interés hidrogeológico.

Aguas abajo de la desembocadura del estero El Rosario, el río escurre disectando sedimentos semiconsolidados de la Formación Navidad, suavizándose el perfil del río y desarrollando mayores espesores sedimentarios.

Mediante la gravimetría se determinó una potencia de los sedimentos actuales de entre 50 y 100 m., y bajo esta unidad se reconoció una unidad, Formación Navidad, también de origen sedimentaria, pero con un contraste de densidad de 0.3 gr/cc. Con los sedimentos cuaternarios. Esta última unidad semiconsolidada, aunque no es el basamento cristalino, corresponde a la unidad base del acuífero cuaternario.

Las secciones geológicas de la Lámina N° 8, fuera de texto, (perfiles 2 y 3 Río Rapel), entregan un dato del espesor del sedimento en la desembocadura del Estero Licancheu, con espesores máximos de 120 m.

En el perfil gravimétrico N° 1 Río Rapel (ver Anexo II Geofísica) se logró establecer el espesor sedimentario de la desembocadura del río Rapel, de 100

m, y el alto del relieve entre el estero y el río. A la altura de las estacas 13-17, las medidas pierden confianza, por falencias de continuidad en las medidas y falta de punto de apoyo gravimétrico.

Considerando las profundidades del sedimento en los esteros afluentes, el material no consolidado del Río Rapel debiera llegar en esta sección a un mínimo de 150 m y así se interpreta en el perfil geológico correspondiente de la Lámina N° 8.

En el pueblo de Rapel se construyó en 1979 un pozo de 35 m de profundidad para uso de la comunidad, éste fue perforado en sedimentos fluviales aterrizados y atravesó material grueso, con arenas, gravilla y grava, limo en forma subordinada y escasa arcilla. El nivel estático del pozo tiene relación con la altura de la terraza y se encontró a 8.35 m. El pozo fue probado con un gasto constante de 20 l/s y se deprimió 6,24 m, con un gasto específico de 3,2 l/s/m.

Algunas norias construidas aguas debajo de la desembocadura del Estero Licancheu y en el sector de La Boca presentan problemas de salinidad. Este aspecto, sumado al carácter de estuario de la desembocadura del río Rapel, sujeto al régimen de mareas desaconsejan el aprovechamiento hidrogeológico de este tramo final del río, ya que una explotación de agua subterránea reduciría el flujo de agua dulce hacia el mar aumentando el riesgo de penetración de la cuña salina hacia el continente.

En el sector costero se cuenta con la información extraída a partir de la prueba de bombeo de dos norias. Estas corresponden a las catastradas como 30 y 208 y están construidas en afluentes al estero Licancheu. A partir de éstas se determinaron valores de transmisividad bajos y bastante disímiles entre ellas, 61,1 y 7,1 m²/día respectivamente. De acuerdo con estos valores se tiene para los sedimentos de estos afluentes una permeabilidad de 8,4 y 2,5 m/día, caracterizada como media.

La Formación Navidad posee potencias muy variables, reconociéndose una máxima de 500 m al sur del río Rapel. En los alrededores de Litueche se han reconocido espesores de 220-230 m.

Los sedimentos de la Formación Navidad están constituidos mayoritariamente por terrígenos de grano fino y en forma subordinada por material de grano

grueso y estratos calcáreos, como coquinas y calizas. La naturaleza de sus componentes, así como el hecho de presentar fuertes variaciones verticales y laterales de facies hacen de ella un difícil objetivo hidrogeológico. En general los pozos que han sido construidos en esta unidad, sin atravesarla, y que profundizan no más de 30 a 60 m, han obtenido pocos resultados, con caudales específicos muy bajos de 0,1 l/s/m.

Al Norte de Litueche, ENAP construyó un pozo de 220 m que atravesó toda la secuencia sedimentaria de la Formación Navidad, detectándose un acuífero semiconfinado que entregó un caudal de 2 l/s de agua dulce con leve surgencia. Aquí se atravesó en la base de la formación un tramo de 10 m de conglomerados y areniscas.

La Formación Navidad es una secuencia transgresiva y, por lo tanto, en la base debiera estar conformada por depósitos gruesos de conglomerados y arenas.

En la zona de interface de alta y baja marea o de rompiente de las olas se depositan sedimentos gruesos, con arenas y bolones de diferente tamaño y buen redondeamiento. Mar adentro sólo penetran sedimentos finos y en suspensión, consistentes en arenas muy finas, limos y arcillas, los cuales al alejarse de la zona de rompiente hasta zonas de menor energía son depositados según tamaño. Esta dinámica sedimentaria genera para un mismo instante geológico una secuencia sedimentaria terrígena decreciente en tamaño desde la costa y hacia mar adentro.

En geología se define una transgresión como una irrupción de la línea de costa hacia el continente.

Ante un proceso de transgresión, la secuencia descrita anteriormente sufriría un corrimiento junto con la línea de costa, depositando los sedimentos gruesos más hacia el continente y depositando la secuencia más fina sobre la antigua línea de costa, o sobre los sedimentos gruesos.

Los procesos de transgresión no son tajantes ni episódicos, más bien se trata de un proceso continuo, por lo tanto, a medida que se desarrolla debería dejar en la base estratos de granulometría gruesa, consistentes en arenas y bolones, y hacia arriba, sedimentos cada vez más finos.

Por lo explicado anteriormente se desprende que el referido pozo perforado por ENAP atravesó en la base de la Formación Navidad sedimentos gruesos no por azar, y por tanto, esta experiencia debería utilizarse como guía de exploración para sectores donde no se pueda perforar en lecho del río o en su cercanía. La mayor limitante para un buen logro está en el espesor medido para la Formación Navidad, por tanto, deberían buscarse zonas erosionadas y de poco espesor, para interceptar rápidamente la base de los sedimentos marinos.

Estero Topocalma

Para reseñar las unidades hidrogeológicas del Estero Topocalma, dividiremos el recorrido de éste en dos secciones o tramos: uno de cabecera que desemboca en la zona de llanura o de La Junta (Hacienda Topocalma), y la zona de llanura propiamente tal.

El Llano de Topocalma es más heterogéneo en cuanto a granulometría y desarrollo areal de las distintas facies sedimentarias.

No se han realizado perforaciones que atestigüen la profundidad de la cubeta sedimentaria en el sector del llano, y sólo se cuenta para estimar su espesor con una línea gravimétrica realizada durante este estudio (perfil-1 Estero Topocalma), la cual fue diseñada en el borde del llano. Aquí el basamento se alcanza a los 160 m, por lo que se puede estimar para la cubeta sedimentaria un espesor mínimo de 130 m y un máximo de hasta 250 m.

En el llano se perforó un pozo de 60 m, pero sólo fue habilitado hasta los 27 m, profundidad a la que se encontró definitivamente un grueso paquete de arcillas pardo oscuras y fétidas. De 0 y hasta 8 m se encontró buen material, consistentes en arenas finas con escaso limo y arcilla. De los 8 metros hacia abajo comienza un deterioro hidrogeológico del sedimento, con incremento en el porcentaje de matriz o con intercalación de niveles finos y fétidos.

Los terrenos arcillosos y fétidos se explicarían por un fenómeno de colmatación de la cuenca, donde casi no existiría pendiente para el libre escurrimiento, así el sector habría desarrollado características de vega depositando sedimentos finos y con materia orgánica en descomposición.

El material superficial arenoso y prácticamente limpio de finos encontrado en los primeros metros, se debería a un rejuvenecimiento del sistema, con

alzamiento relativo del bloque oriental. Esto explicaría la granulometría actual de los sedimentos del llano y la ausencia de relleno sedimentario en tramos de Quebrada Honda, donde el estero escurriría con mayor pendiente y con base erosiva.

El perfil 1 de gravimetría muestra para el costado oriental una altura sedimentaria máxima de 80 m, desde la zona media del perfil y hacia el oeste la profundidad se incrementa en forma abrupta hasta 160 m. Esta situación puede ser correlacionada con la geología de superficie, y explicada por una falla normal con descenso del bloque oeste. Ver geología de superficie, Lámina N° 6, y el perfil geológico 1 -1' Topocalma de la Lámina N° 8.

Hacia el sector de desembocadura el sedimento continental engrana horizontal y verticalmente con el material eólico y marino de las dunas y arenas actuales.

El pozo profundo en el llano fue perforado a la altura de las coordenadas U.T.M. N-6.220.600 y E-228.880 y entregó agua incolora, algo fétida y sin contenido de sales. La salinidad debería aumentar hacia el oeste, con franco deterioro hacia la coordenada E-227.000, en el contacto con las arenas eólicas.

En el llano el nivel freático es bastante superficial, en el pozo referido se midió un nivel estático de 5 m, esta medida representa la media del sector central del llano. Hacia el norte el nivel asciende hasta aflorar entre los esteros La Sirena y El Manzano. En el límite este el nivel llega a 4 ó 5 m y como es natural aflora en la cercanía de la línea de costa. En general la dirección del movimiento del agua subterránea es al oeste y como dirección secundaria al noroeste, con un gradiente de 0,5 %.

El sector de cabecera estaría conformado por los esteros Topocalma, El Maqui y El Manzano, todos labrados sobre el basamento intrusivo. Aquí el espesor sedimentario es sensiblemente menor al del llano.

El perfil gravimétrico N° 2 del estero Topocalma fue diseñado 900 m aguas arriba del primero, en un sector donde el estero aun no se encajona como en Quebrada Honda y el espesor sedimentario ya tiene un máximo de 50 m.

Siguiendo quebrada arriba y hasta la localidad de Loma Larga, en la coordenada U.T.M. E-237.000, el estero aparece libre de sedimentos. De la zona de cabecera y hasta esta coordenada el sedimento está integrado básicamente de maicillo y con espesores máximo de 15 - 20 m.

Para la caracterización hidráulica del acuífero del estero se tienen escasos datos, obtenidos a partir de norias. No se cuenta con el registro de la perforación de estas norias y por tanto se desconoce si se atravesó totalmente el acuífero.

En el sector del Estero Topocalma se efectuaron dos pruebas de bombeo, en las norias catastradas como números 95 y 105. A partir de éstas se determinaron valores de transmisividad bajos; de 46,2 y 17,1 m²/día. El último valor fue obtenido muy cerca de la cabecera del sistema, por lo que se asume para este tramo valores de transmisividad de 40 a 60 m²/día. De acuerdo con estos valores se tiene para los sedimentos del estero una permeabilidad entre 12 y 29 m/día.

En la sección de cabecera el ancho del lecho sedimentario del Estero Topocalma no supera los 30-50 m, y esta situación sólo cambia en la zona de los esteros afluentes, donde el ancho del lecho se agranda producto de la confluencia.

Estero Nilahue

La cuenca del Estero Nilahue al sur de la coordenada U.T.M N-6.175.000 cuenta con dos unidades hidrogeológicamente bastante atractivas; estas son los sedimentos fluviales activos y los depósitos de relleno de valles intercerranos.

Los depósitos de relleno de valles interserranos se han acumulado rápida y esporádicamente durante las crecidas de invierno. El carácter espasmódico de estas crecidas no permite el lavado de arcillas y limos, los que contribuyen a la compactación y, por tanto, a una disminución de permeabilidad hacia niveles más profundos. El lavado por lluvias del material fino durante inviernos normales sólo se produce superficialmente y acorde con esto el material de relleno del valle posee escasa compacidad y buena permeabilidad en superficie, generando un acuífero libre o superficial, pero con rápido deterioro hacia abajo.

En las inmediaciones del pueblo de Ranguil se construyó un pozo de 78 m de profundidad sin llegar a roca. Hasta los 44 metros muestra una alternancia de maicillo arenoso y maicillo arenoso con grava muy limpias, desde esa profundidad y hasta 76 metros continúa maicillo con gravas, pero con cantidades variables y crecientes de arcilla hasta los 76 metros donde se instalan arcillas gredosas pardo oscuras. No se conocen pozos de mayor profundidad en el Estero Nilahue, pero tanto la información de norias como de pozos, de hasta 40 metros, construidos en la unidad de Relleno fluvial de valles intercerranos indican un deterioro importante de la permeabilidad a medida que se profundiza.

Los depósitos sedimentarios fluviales activos actuales del Estero Nilahue y sus afluentes albergan, como es normal, un acuífero de escurrimiento libre, aquí la cota del agua subterránea tiende a disponerse concordantemente con la cota del agua superficial, generando líneas de nivel freático bastante superficiales. En profundidad, estos depósitos gradan a materiales más compactos y de menor permeabilidad, generando acuíferos semiconfinados.

A la altura de la localidad de Nilahue Cornejo, tanto en el estero Nilahue como en el estero Lolol se realizaron dos perfiles geofísicos de gravimetría. En ambos el espesor del paquete sedimentario crece desde 30 a 50 metros en el borde de la cubeta hasta 150 - 170 m en el sector más profundo, sin presentar quiebres de importancia en el incremento de la profundidad. Aquí se diferenciaron dos unidades, el basamento intrusivo impermeable y el material sedimentario, sin discriminar calidad y naturaleza de este último. En todo caso el material fluvial debería circunscribirse a la zona de esteros o en su cercanía, dependiendo si este varió o no su recorrido durante el cuaternario.

En norias del Estero Lolol se han realizado algunas pruebas de bombeo, en las norias catastradas como números 156, 201, 209 y 210. En general, las pruebas de bombeo determinan para el sector valores de transmisividad bajos, de 12,5 a 46,8 m² / día. En la confluencia del Estero Quiahue con el Estero Lolol la prueba de bombeo arrojó valores de 170 m² / día, equivalente a una transmisividad media a alta. Este resultado tiene relación con lo diferente del material atravesado. En el último caso se construyó la noria sobre material sedimentario del estero, las restantes norias habrían sido perforadas sobre relleno fluvial interserrano, material sedimentario similar al fluvial, pero con granulometría y permeabilidad muy cambiante.

Al norte de la coordenada U.T.M. N-6.175.000 el estero cambia de rumbo hacia el oeste y aumenta bruscamente su pendiente, bajando 44 m de cota en 11 kilómetros de recorrido. Esta situación se verifica hasta la localidad de El Rincón (coordenada U.T.M. E-234.000).

En este tramo el estero baja más rápido, situación que sumada a la abrupta pendiente no permite la conformación de una gran cobertura sedimentaria fluvial.

A partir de la localidad de El Maqui, E-231.000, decrece bruscamente la pendiente del valle y éste se abre y profundiza, generando espesores interesantes de sedimento fluvial.

Aguas abajo, en el vado de la Palmilla, se realizaron 3 perfiles geofísicos de gravimetría, los que muestran espesores sedimentarios de hasta 130 m. La lámina N° 8, fuera de texto, muestra estos perfiles con la información de profundidad y entorno geológico. Aquí en superficie se desarrollan arenas claras y limpias. No se cuenta con información estratigráfica para describir la columna sedimentaria.

La naturaleza bastante llana del valle y la presencia del estero condiciona un nivel de agua bastante superficial para el acuífero freático. En el borde del valle el nivel del agua no suele superar los 3 ó 4 m.

Hacia el oeste de La Palmilla decrece bastante la pendiente, conformándose un terreno prácticamente horizontal. Aquí el ingreso de agua de mar durante las altas mareas genera salinas. En esta zona y superficialmente, el sedimento se denota más fino, con limos arenosos con contenidos salinos.

En este sector tampoco se cuenta con información estratigráfica, pero la naturaleza del material sedimentario estaría condicionado durante el Cuaternario por la altura del mar. Las ingresiones y regresiones del mar generaría una zona sedimentaria de transición, con interdigitación de estratos fluviales durante épocas de regresión, y marino transicional durante las épocas de ingresiones del mar.

7.2. Pruebas de Bombeo

Como parte del estudio y como antecedente para la caracterización de los acuíferos, se realizaron 7 pruebas de bombeo, dos en la cuenca del río Rapel, dos en la del estero Topocalma y tres en la del estero Nilahue. Las pruebas se realizaron en norias, con caudal constante y debido al bajo rendimiento de éstas no fue posible estabilizar el nivel con un caudal bajo y menos realizar una prueba de gasto variable. Por esta razón, el bombeo se realizó hasta casi agotar las norias midiendo descensos y posteriormente, detenido el bombeo, se medían los niveles durante la recuperación.

En el Cuadro N°7.1 se muestra un resumen de los resultados de las pruebas realizadas.

Debido a que en los pozos no se logró la estabilización durante el bombeo, lo que significa que el rendimiento del pozo es inferior al caudal bombeado, se estimó el rendimiento de los pozos a partir de las mediciones durante la recuperación. El método del cálculo consiste en determinar el caudal que entrega el pozo en el comienzo de la recuperación donde el rendimiento es mayor debido a mayor depresión (10% de recuperación del descenso alcanzado durante el bombeo). Este caudal se determina a partir del volumen extraído en el bombeo de acuerdo con las siguientes relaciones:

$$\text{Durante el bombeo se tiene: } V_{\text{ext}} = V_{\text{alm}} + V_{\text{rec.b}} \quad \text{ec. 7.1}$$

donde:

- V_{ext} = volumen extraído durante el bombeo
- V_{alm} = volumen geométrico de almacenamiento
- $V_{\text{rec.b}}$ = volumen de recuperación durante el bombeo

$$\text{Durante la recuperación se tiene: } V_{\text{rec}} = V_{\text{alm}} \quad \text{ec.7.2}$$

Donde V_{rec} = volumen de recuperación durante la recuperación

Los caudales de recuperación (recarga) durante el bombeo y la recuperación son iguales, entonces:

$$\frac{V_{\text{rec.b}}}{T_b} = \frac{V_{\text{rec}}}{T_r} \quad \text{ec. 7.3}$$

Donde

T_b = tiempo de bombeo para V_{ext}.

T_r = tiempo de recuperación para V_{ext}.

A partir de las ecuaciones 7.1, 7.2 y 7.3 se obtiene

$$Q_b = V_{ext} / (T_r + T_b)$$

en que Q_b equivale al caudal de recuperación que representa al rendimiento del pozo para condiciones de equilibrio.

Los resultados de este cálculo se muestran en el Cuadro N°7.2, donde se observa que los rendimientos de los pozos son similares en 6 de ellos, con valores de 0,20 a 0,45 l/s, a excepción de un pozo con un rendimiento bastante inferior (2,4 l/min).

Para el cálculo de la transmisividad se han utilizado sólo los valores de la recuperación, calculados según el método señalado anteriormente, ya que los descensos durante el bombeo están influenciados por el volumen almacenado en los pozos, por tratarse de norias de gran diámetro. La transmisividad calculada da valores entre 7 y 60 m²/d en los 7 pozos. En el Cuadro N°7.3 se muestran los valores de transmisividad y permeabilidad calculadas para cada pozo de las pruebas de bombeo y en donde se han agregado los valores de otros dos pozos calculados a partir de pruebas de bombeo cuyos antecedentes fueron presentados a la DGA para la obtención de derechos de aprovechamiento, y que corresponden a pozos para uso agrícola en la comuna de Lolol (ver catastro).

En el Anexo IV se incluyen todos los datos de las pruebas de bombeo, los gráficos de descenso y recuperación, y los gráficos semilog con ajuste de descenso para el cálculo de la transmisividad.



Pozo N° 95 Escuela Municipal G-393. Paso del Soldado



Pozo N° 105 Escuela Santa Julia de Litueche

Cuadro N°7.1

PRUEBAS DE BOMBEO

POZO	PROPIETARIO	SECTOR	FECHA	PROF. m	DIAM. m	Qb l/s	N.E. m	N.D. m	Desc. m
201	Escuela O. Mujica	Hacienda Lolol	22-Ene-98	7,83	0,8	2,55	4,31	7,33	3,02
156	Escuela Básica O. Fuentes	Ranguilí	22-Ene-98	8,22	1,0	2,89	4,43	7,23	2,80
95	Esc. Munic. Paso del Soldado	Paso del Soldado	23-Ene-98	12,13	1,0	0,98	10,56	11,17	0,61
105	Escuela Sta. Julia de Litueche	Cartagena	23-Ene-98	13,66	1,0	0,88	12,27	13,04	0,77
126	Escuela Villa san Pedro	El Potrero	24-Ene-98	9,07	1,2	0,97	6,62	8,37	1,75
30	Escuela La Pataguilla	La Pataguilla	26-Ene-98	18,7	1,0	1,70	11,43	16,17	4,74
208	Escuelaa María Williams	San Vicente	26-Ene-98	8,78	1,0	0,94	5,80	8,20	2,40

Qb: caudal prueba de bombeo

N.E.: nivel estático

N.D.: nivel dinámico alcanzado en prueba

Desc.: descenso nivel durante el bombeo

Cuadro 7.2

CALCULO RENDIMIENTO POZOS PRUEBA DE BOMBEO

POZO	Qb l/s	N.E. m	N.D. m	Desc. m	10% Desc m	N 10% m	Nrec m	Trec min	Tb min	Vext fts	Qrec l/s
201	2,55	4,31	7,33	3,02	0,30	7,03	7,02	10,0	1,2	183,6	0,27
156	2,89	4,43	7,23	2,80	0,28	6,95	6,95	20,0	1,60	277,4	0,21
95	0,98	10,56	11,17	0,61	0,06	11,11	11,11	5,5	1,40	82,3	0,20
105	0,88	12,27	13,04	0,77	0,08	12,96	12,96	2,0	1,00	52,8	0,29
126	0,97	6,62	8,37	1,75	0,18	8,20	8,20	10,0	8,30	483,1	0,44
30	1,70	11,43	16,17	4,74	0,47	15,70	15,85	60,0	1,55	158,1	0,04
208	0,94	5,80	8,20	2,40	0,24	7,96	7,96	8,0	7,40	417,36	0,45

Qb: caudal prueba de bombeo

N.E.: nivel estático

N.D.: nivel dinámico alcanzado en prueba

Desc.: descenso nivel durante el bombeo

N 10%: nivel correspondiente al 10% de recuperación del descenso

Nrec: nivel de recuperación adoptado para cálculo

Trec: tiempo en alcanzar 10% de recuperación

Tb: tiempo de bombeo en descender al 10% de recuperación

Vext: volumen extraído durante el bombeo desde Nrec

Qrec: caudal de recuperación calculado

Cuadro 7.3

TRANSMISIVIDAD Y PERMEABILIDAD PRUEBAS DE BOMBEO

Pozo	Comuna	Cuenca	Sector	Transmis. m ² /d	Permeabilidad m/d
30	Navidad	Rapel	La Pataguilla	61,1	8,4
208	Navidad	Rapel	San Vicente	7,3	2,5
95	Litueche	Topocalma	Paso del Soldado	46,2	29,4
105	Litueche	Topocalma	Cartagena	17,1	12,3
201	Lolol	Nilahue	Est. Lolol	13,6	3,9
156	Lolol	Nilahue	Ranguili	12,5	3,3
126	Paredones	Nilahue	El Potrero	30,7	17,5
417	Lolol	Nilahue	Ranguil	46,8	0,8
552	Lolol	Nilahue	Est. Quiahue	170	2,4

7.3 Caracterización del Acuífero

7.3.1 Medición de Niveles

Durante el trabajo de la elaboración de las Encuestas para el catastro de pozos, se midió el nivel estático de cada pozo encuestado, lográndose cubrir gran parte del área de estudio para determinar la posición de la superficie freática.

Las mediciones fueron realizadas en el mes de Noviembre de 1997 y se incluyen en el Cuadro N°2.6 (Catastro de Pozos).

De los resultados de las mediciones, se observa que en general el nivel de agua subterránea se encuentra a escasa profundidad en la mayoría de los pozos. El valor medio de los aproximadamente 200 pozos con medición del nivel estático es de 4,9 m. y sólo en 14 pozos el nivel se encuentra a más de 10 m. de profundidad. En el Cuadro N°7.4 se indica la profundidad media del nivel estático por comuna para las mediciones realizadas, observándose que en la comuna de Navidad el nivel de agua subterránea se encuentra a mayor profundidad y en la comuna de Pichilemu el nivel se encuentra más superficial.

Cuadro N°7.4

Profundidad Media Nivel Estático		
CUENCA	COMUNA	PROM. N.E. (m)
Rapel	Navidad	6.7
Topocalma	Litueche	4.9
Nilahue	Lolol	4.8
	Paredones	5.1
	Pichilemu	1.1
	Pumanque	2.5
	Santa Cruz	3.4

A partir de la información disponible, se han trazado las curvas isofreáticas en las tres cuencas del estudio, las que se muestran en la Láminas N°13 (a,b y c). Cabe tener presente que las curvas isofreáticas han sido determinadas de acuerdo con la información recopilada, en que en algunos sectores se cuenta con poca información o muy concentrada en un sector. Además, conociendo el nivel estático, para determinar la cota freática es necesario conocer la cota del pozo, información no disponible y que fue estimada de acuerdo con la carta 1:50.000 o 1:25.000 del IGM. Por lo señalado anteriormente, fue necesario extrapolar la información considerando el conocimiento hidrogeológico de la zona para trazar las curvas isofreáticas.

Se observa, en general, que la superficie freática es similar, tanto en gradiente como dirección, a la superficie de terreno. Esto se debe a que los acuíferos de las tres cuencas estudiadas se desarrollan principalmente en los sedimentos fluviales y valles relativamente estrechos.

En la Lámina N°14 (a, b y c) se han dibujado, para cada cuenca, zonas homogéneas de la profundidad de la superficie freática según las mediciones de nivel estático realizadas en el mes de Noviembre de 1997.

7.3.2 Parámetros Hidráulicos

Los parámetros hidráulicos que definen un acuífero son la permeabilidad y el coeficiente de almacenamiento. Estos parámetros serán incorporados a los modelos de simulación de cada cuenca.

- Permeabilidad

Una manera de determinar la permeabilidad es a partir de la transmisividad calculada de pruebas de bombeo, dividiendo la transmisividad por espesor del acuífero considerando que los pozos penetran totalmente el acuífero. Al no contarse con pozos de esta característica, una aproximación a este cálculo es dividir la transmisividad calculada por la columna de agua del pozo. En el subcapítulo Pruebas de Bombeo se realizó el cálculo de la

transmisividad en las norias en que se realizaron pruebas de bombeo, incluyéndose otras dos pruebas anteriores de pozos cuyos antecedentes se recopilaron en la Dirección General de Aguas, para los cuales se calculó la permeabilidad, (Cuadro 7.3)

Debido a la escasez de antecedentes, en especial de pruebas de bombeo, se complementó la información obtenida con un análisis de la granulometría de los acuíferos en base a la geología estudiada y la estratigrafía de algunos pozos y así tener un mapa de permeabilidades mas extenso con el fin de cubrir las áreas que abarcarán los modelos de simulación.

Para estimar el K de los diferentes constituyentes sedimentarios se utilizó la información de geología de superficie y la información de pozos construidos en el área. A partir de esta información estratigráfica se estima en forma teórica un K por rango de granulometría. En los casos más adversos, cuando no se contó con información estratigráfica de pozos profundos, la determinación del K se realizó en base a la geología de superficie y profundidad de la cubeta sedimentaria, esta última obtenida por gravimetría. La información de profundidad fue utilizada para disminuir progresivamente el K por compactación.

- Coeficiente de Almacenamiento

Para acuíferos libres, como es el caso de los considerados en este estudio, el coeficiente de almacenamiento equivale a la porosidad efectiva del terreno y varía entre 5 y 25%. Una manera de determinar el coeficiente de almacenamiento es a través de pruebas de bombeo con mediciones de descenso en pozos de observación. Como esta información no se tiene, ya que no existen pruebas de bombeo de este tipo, se realizó, a partir de información de la granulometría de algunos pozos más la información generada de la geología, una estimación del coeficiente de almacenamiento por sectores.

En el Cuadro N°7.5 se indica la permeabilidad y coeficiente de almacenamiento estimada para sectores de las cuencas en estudio, en especial para los que serán objeto de modelación:

Cuadro N°7.5

Permeabilidad y Coeficiente de Almacenamiento			
Cuenca	Sector	K m/d	S %
Rapel	Pueblo Litueche (Form. Navidad)	3	3
	Pueblo Rapel (Form. Navidad)	13	5
	Río Rapel (puente)	60	12
	Est. Rapel (puente)	50	10
	Est. Licancheu (salida)	55	10
	Río Rapel sector Licancheu	65	15
Topocalma	Sector Norte Hda. Topocalma	30	15
	Sector Centro Hda. Topocalma	25	15
	Sector Sur Hda. Topocalma	30	15
	Hda. Topocalma en La Junta	20	12
	Desembocadura	30	15
Nilahue	Junta Quillayes-Nilahue	40	10
	La Palmilla	60	15
	Pumanque (Qfi)	3	3
	La Palma (E. Lolol)	60	10
	La Palma (Qfi)	5	5
	Portezuelo (Lolol)	65	12
	Portezuelo (Qfi)	8	5
	E. Quiahue (Rinconada)	55	10
	E. Quiahue (Qfi)	3	3
	Est. Ranguilli	35	8

Qfi : Relleno fluvial de valles intercerrano

7.3.3 Flujo Subterráneo y Volumen Almacenado

- Flujo Subterráneo

En los acuíferos estudiados de las tres cuencas, se tiene que por las características hidrogeológicas de éstos, el flujo subterráneo tiene una dirección similar al cauce principal de la cuenca. Para tener una idea de este caudal subterráneo, se ha hecho una estimación, en base a la ley de Darcy, en cada punto de recarga subterránea afluente a las áreas modeladas de cada cuenca. Esta estimación se realizó considerando el área de la sección del flujo, determinada en base a

geometría del acuífero, la gradiente hidráulica, determinada según mediciones de nivel estático y topografía, y la permeabilidad estimada para cada sector. En el Cuadro N°7.6 se detalla los valores calculados para cada sector de recarga, en donde se ha incluido, además de los valores de recarga calculado a partir de los parámetros señalados, un rango de desviación en que podría estar la recarga considerando una aproximación de la pendiente de $\pm 20\%$ y de la permeabilidad en hasta $\pm 50\%$ dependiendo de la confiabilidad del cálculo para cada sector.

Cuadro N°7.6

Recarga Subterránea							
Cuenca	Cauce	Area m ²	Pend.	K m/d	Q subt.		Rango l/s
					m ³ /d	l/s	
Rapel	Est. El Rosario	9.800	0.01	20	1.960	23	10 - 40
	Est. Los Parrones	6.000	0.01	3	180	2	1 - 4
	Est. Corneche	6.000	0.02	5	600	7	3 - 13
	Est. Rapel	10.350	0.005	20	1040	12	5 - 20
	Est. Licancheu	21.000	0.005	20	2.100	24	10 - 40
	Est. s/n (noreste de L.)	10.000	0.003	20	600	7	3 - 13
	Qda. Grande	22.000	0.002	25	1.100	13	4 - 20
	Río Rapel	17.500	0.001	60	1.050	12	5 - 22
Topocalma	Est. Topocalma	4.500	0.0025	30	338	4	2 - 8
	Est. El Manzano	11.250	0.015	10	1.690	19	7 - 20
	Est. La Leonera	14.000	0.01	25	3.500	40	15 - 70
	Est. El Maqui	5.000	0.04	10	2.000	23	9 - 30
	Est. Los Quillayes	7.000	0.018	20	2.500	30	12 - 50
Nilahue	Est Nilahue en El Maqui	15.000	0.0025	30	1.125	13	5 - 20
	Est. El Quillay	8.000	0.0015	20	240	3	1 - 6
	Est. Las Cardas	16.000	0.005	10	800	9	3 - 15
	Est. Pumanque	10.000	0.03	10	3.000	35	14 - 60
	Qda. Rincón Los Perales	5.000	0.07	4	1.400	16	6 - 25
	Est. Nerquihue	7.000	0.003	30	630	7	4 - 13
	Est. Collinque	7.000	0.005	20	700	8	4 - 15
	Est. La Fortaleza	8.000	0.018	20	2.880	33	20 - 60
	Est. Los Chacalles	7.000	0.028	20	3.920	45	20 - 70
	Est. Quiahue	14.000	0.005	20	1.400	16	7 - 30
	Est. Ranguillí	30.000	0.003	40	3.600	42	17 - 70
	Est. Nilahue	17.500	0.002	30	1.050	23	10 - 40

La sección de cálculo de flujo es a la entrada de la zona de modelación.

- Volumen Almacenado

El volumen almacenado representa la cantidad de agua subterránea embalsada en el acuífero, y se calcula estimando el volumen comprendido entre la superficie freática y el basamento considerado (potencia del acuífero) multiplicado por la porosidad eficaz del material acuífero, que es equivalente al coeficiente de almacenamiento en el caso de acuíferos libres.

$$V_{alm} = V_{sat} \cdot S$$

V_{sat} : volumen saturado del acuífero

S : porosidad eficaz o coef. de almacenamiento

Para el cálculo del volumen saturado en cada sistema se interceptó (computacionalmente) la superficie del basamento con la superficie freática determinada anteriormente, calculando el volumen entre ambas superficies, la que multiplicada por el coeficiente de almacenamiento nos da el volumen almacenado. En todos los casos sólo se realizó el cálculo en las áreas consideradas para la modelación, que es donde realmente existe un volumen almacenado explotable y no solo existe un caudal pasante. En el Cuadro N°7.7 se muestra un resumen de los valores calculados y en los Cuadros N°7.8 a N°7.11 el cálculo del volumen saturado para cada área.

Cuadro N°7.7

Volumen de Almacenamiento			
CUENCA	Vol. Sat. 10^6 m^3	Coef. Almac.	Vol. Almac. 10^6 m^3
Rapel	3.930	12%	470
Topocalma	2.640	15%	400
Nilahue Bajo	4.960	12%	590
Nilahue Alto	33.900	10%	3.390

Cuadro N°7.8

**MODELO CUENCA RIO RAPEL
CALCULO DE VOLUMEN ALMACENADO**

VOLUME COMPUTATIONS**UPPER SURFACE**

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/BOTRAPEL.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 71 cols by 23 rows
 Delta X: 200
 Delta Y: 200
 X-Range: 238100 to 252100
 Y-Range: 6.2435E+006 to 6.2479E+006
 Z-Range: -145.016 to 12.8803

LOWER SURFACE

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/RAPEL98.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 71 cols by 23 rows
 Delta X: 200
 Delta Y: 200
 X-Range: 238100 to 252100
 Y-Range: 6.2435E+006 to 6.2479E+006
 Z-Range: 1.30183 to 25.1501

VOLUMES

Approximated Volume by
 Trapezoidal Rule: -3.93408E+009
 Simpson's Rule: -3.92718E+009
 Simpson's 3/8 Rule: -3.93423E+009

CUT & FILL VOLUMES

Positive Volume [Cuts]: 0
 Negative Volume [Fills]: 3.9338E+009
 Cuts minus Fills: -3.9338E+009

AREAS

Positive Planar Area
 (Upper above Lower): 0
 Negative Planar Area
 (Lower above Upper): 6.16E+007
 Blanked Planar Area: 0
 Total Planar Area: 6.16E+007

Positive Surface Area
 (Upper above Lower): 0
 Negative Surface Area
 (Lower above Upper): 6.17956E+007

Cuadro N°7.9

MODELO CUENCA ESTERO TOPOCALMA
CALCULO VOLUMEN ALMACENADO

VOLUME COMPUTATIONS

UPPER SURFACE

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/BOTTOPOC.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 40 cols by 27 rows
 Delta X: 200
 Delta Y: 200
 X-Range: 224300 to 232100
 Y-Range: 6.2185E+006 to 6.2237E+006
 Z-Range: -190.033 to 30.002

LOWER SURFACE

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/TOPO98.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 40 cols by 27 rows
 Delta X: 200
 Delta Y: 200
 X-Range: 224300 to 232100
 Y-Range: 6.2185E+006 to 6.2237E+006
 Z-Range: 1.43639 to 61.5319

VOLUMES

Approximated Volume by
 Trapezoidal Rule: -2.63448E+009
 Simpson's Rule: -2.63378E+009
 Simpson's 3/8 Rule: -2.63266E+009

CUT & FILL VOLUMES

Positive Volume [Cuts]: 1.66403E+006
 Negative Volume [Fills]: 2.63647E+009
 Cuts minus Fills: -2.63481E+009

AREAS

Positive Planar Area
 (Upper above Lower): 786330
 Negative Planar Area
 (Lower above Upper): 3.97737E+007
 Blanked Planar Area: 0
 Total Planar Area: 4.056E+007

Positive Surface Area
 (Upper above Lower): 786560
 Negative Surface Area
 (Lower above Upper): 3.99097E+007

Cuadro N°7.10

**MODELO CUENCA ESTERO NILAHUE BAJO
CALCULO VOLUMEN ALMACENADO**

VOLUME COMPUTATIONS**UPPER SURFACE**

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/BOTNILAB.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 32 cols by 49 rows
 Delta X: 200
 Delta Y: 200
 X-Range: 225900 to 232100
 Y-Range: 6.1721E+006 to 6.1817E+006
 Z-Range: -125.47 to 1.02532

LOWER SURFACE

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/NIBAJ098.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 32 cols by 49 rows
 Delta X: 200
 Delta Y: 200
 X-Range: 225900 to 232100
 Y-Range: 6.1721E+006 to 6.1817E+006
 Z-Range: -1.00017 to 5.49985

VOLUMES

Approximated Volume by
 Trapezoidal Rule: -4.96113E+009
 Simpson's Rule: -4.95642E+009
 Simpson's 3/8 Rule: -4.95953E+009

CUT & FILL VOLUMES

Positive Volume [Cuts]: 0
 Negative Volume [Fills]: 4.96132E+009
 Cuts minus Fills: -4.96132E+009

AREAS

Positive Planar Area
 (Upper above Lower): 0
 Negative Planar Area
 (Lower above Upper): 5.952E+007
 Blanked Planar Area: 0
 Total Planar Area: 5.952E+007

Positive Surface Area
 (Upper above Lower): 0
 Negative Surface Area
 (Lower above Upper): 5.96147E+007

Cuadro 7.11

MODELO CUENCA ESTERO NILAHUE ALTO
CALCULO VOLUMEN ALMACENADO

VOLUME COMPUTATIONS

UPPER SURFACE

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/BOTNILAA.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 115 cols by 138 rows
 Delta X: 251.096
 Delta Y: 250
 X-Range: 243625 to 272250
 Y-Range: 6.13725E+006 to 6.1715E+006
 Z-Range: -100.787 to 126.524

LOWER SURFACE

Grid File: C:/DGA6REG/MODELOS/NIALTO98.GRD
 Rows: 0 to 32766
 Cols: 0 to 32766
 Grid size as read: 115 cols by 138 rows
 Delta X: 251.096
 Delta Y: 250
 X-Range: 243625 to 272250
 Y-Range: 6.13725E+006 to 6.1715E+006
 Z-Range: 49.7327 to 120.849

VOLUMES

Approximated Volume by
 Trapezoidal Rule: -3.32492E+010
 Simpson's Rule: -3.32739E+010
 Simpson's 3/8 Rule: -3.32448E+010

CUT & FILL VOLUMES

Positive Volume [Cuts]: 7.01644E+008
 Negative Volume [Fills]: 3.3951E+010
 Cuts minus Fills: -3.32494E+010

AREAS

Positive Planar Area
 (Upper above Lower): 8.86431E+007
 Negative Planar Area
 (Lower above Upper): 8.91763E+008
 Blanked Planar Area: 0
 Total Planar Area: 9.80406E+008

Positive Surface Area
 (Upper above Lower): 8.86619E+007
 Negative Surface Area
 (Lower above Upper): 8.92186E+008

7.4 Balance Hídrico

Para evaluar las condiciones de recarga y descarga del sistema de aguas subterráneas de cada cuenca, se han considerado todas las variables que tienen alguna significancia en el balance hídrico subterráneo, el cual puede expresarse mediante la siguiente ecuación de balance:

$$Q_E + I_E + I_R + I_P + \Delta S = Q_S + E_{VAP} - EVT - B$$

donde:

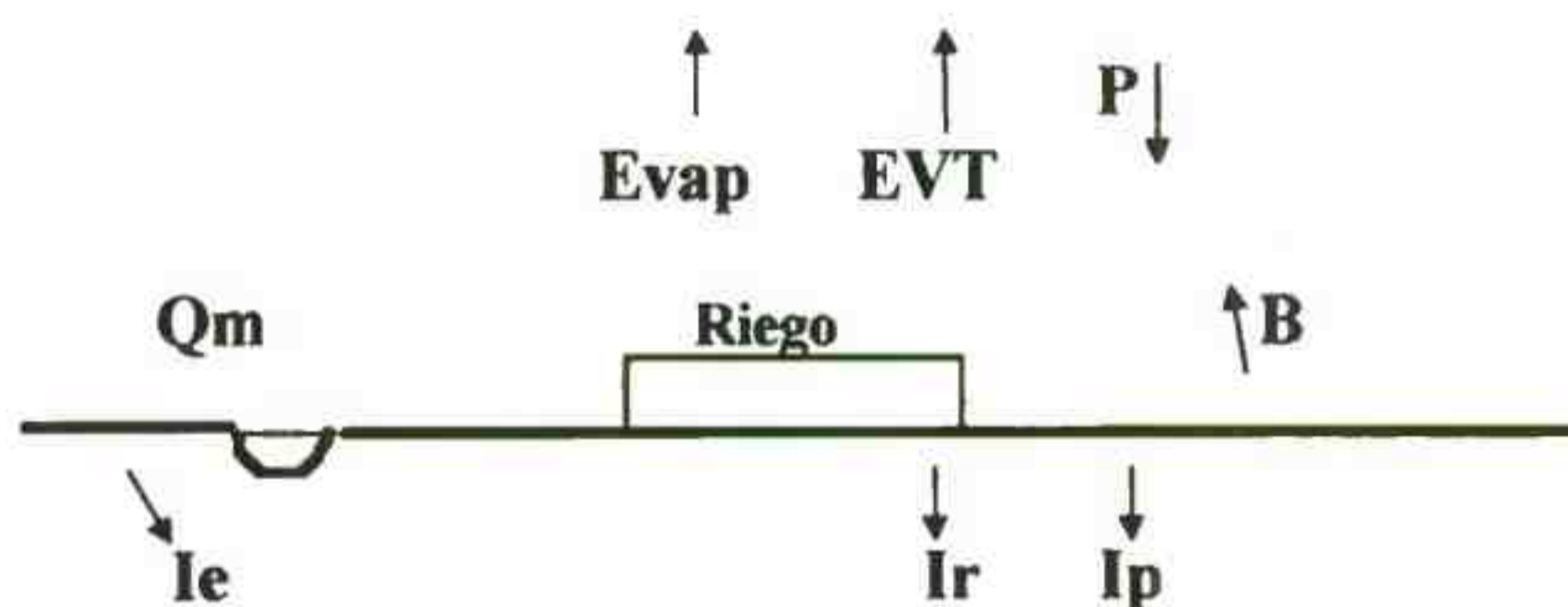
Q_E = Caudal Subterráneo de entrada

Q_S = Caudal Subterráneo de salida

ΔS = Variación almacenamiento del acuífero

Las demás variables están definidas en el Esquema del Balance Hídrico (Fig. N°7.1).

Figura N°7.1

ESQUEMA BALANCE HIDRICO

Donde:

- Q_m : Caudal Medio Esteros
- I_e : Infiltración Esteros
- P : Precipitación
- I_p : Infiltración Precipitación Directa
- $Evap$: Evaporación Zona de Riego
- EVT : Evapotranspiración Zona de Riego
- I_r : Infiltración Riego
- B : Bombeo Pozos

A continuación se evalúan las variables del balance para el área de modelación que finalmente serán los datos de entrada de recarga y descarga del modelo de simulación del acuífero.

- Infiltración Esteros

Para estimar la infiltración desde el cauce del río o esteros, se utilizó la información del estudio hidrológico desarrollada en el Capítulo 5. Considerando otros estudios de infiltración de ríos (IPLA – DGA, 1975 y SITAC POLCURA, 1993) se consideró como buena aproximación una infiltración de 0.1% por kilómetro del caudal medio del cauce. Estos estudios realizan las mediciones de infiltración en base a aforos para determinar pérdidas o recuperaciones y también considerando variaciones de la napa subterránea. Teniendo en cuenta que debido a lo superficial de la napa subterránea, en las áreas de estudio, la infiltración hacia el acuífero debe ser más baja al valor estimado en otros estudios, se estimó como valor máximo de infiltración un 0.1% por kilómetro del caudal medio del cauce.

De acuerdo con lo anterior, los valores máximos a considerar como infiltración, en los sectores de modelación y que posteriormente serán adecuados en el proceso de calibración, son los siguientes:

Cuadro N°7.12

Infiltración Máxima Desde Cauce Superficial			
Cuenca	Cauce	Q med. m ³ /s	Inf.máx l/s/km
Rapel	Rapel en Corneche	188	188
	Licancheu en Pte. Navidad	0.016	0
	El Rosario	0.67	1,0
Topocalma	Topocalma	1.76	1.8
	La Leonera	0.10	0.1
	Los Quillayes	0.13	0.1
	Nilahue en El Maqui	6.0	6,0
Nilahue	El Quillay	0.30	0.3
	Nilahue antes de E. Quiahue	1.64	1.6
	Quiahue	1.04	1,0
	Lolol	1.25	1.2
	Pumanque	0.36	0.4
	Nilahue después e. Pumanque	5.25	5.2
	Nilahue entre Quiahue y Pumanque	sin inf.	3,0 *

* Al no haberse calculado el caudal medio en este tramo, se consideró un valor medio entre el obtenido para el estero Nilahue antes estero Quiahue y después de estero Pumanque.

- Infiltración Precipitación Directa

La infiltración es el proceso por el cual penetra en el suelo a través de la superficie de la tierra y queda retenida en él o alcanza un nivel de acuífero. La relación entre la intensidad de la lluvia y la capacidad de infiltración de un suelo sea la que determine la cantidad de agua que penetrará en el suelo. Esta capacidad de infiltración va decreciendo con el tiempo a partir de un máximo al comienzo de una lluvia. Los dos grupos de factores que influyen en este proceso son los que definen las características del terreno o medio permeable y los que definen las características del fluido que se infiltra. Dentro del primer grupo tenemos la compactación natural del suelo. La pendiente del terreno, las especies cultivadas, las áreas urbanizadas, características físicas del terreno y condiciones ambientales.

Dentro de los métodos para estimar la capacidad de infiltración tenemos los infiltrómetros, análisis de hidrogramas de escorrentía en cuencas pequeñas y lisímetros.

En esta ocasión, en el presente estudio, más que la intensidad de infiltración interesa un valor global del volumen de agua infiltrada en periodos de tiempo largos, que es en definitiva el que permitirá estimar cual debe ser la explotación de recursos de agua subterránea.

Para determinar la infiltración hacia los acuíferos debido a la precipitación directa dentro de las áreas de modelación, se utilizó la fórmula de Peñuelas para calcular la escorrentía ($E = 0.5 P^2$, $P \leq 1000$ mm) y considerando la falta de antecedentes, se estimó en base a la experiencia del consultor, que un 10% se infiltra al acuífero. Este porcentaje de infiltración se estimó a partir de estudios específicos que arrojan valores entre el 7 y 70% para un estudio de regiones en Hungría (Kessler, 1965), entre 12 y 23% para la cuenca de La Vanne en Paria (Castay, 1963) y entre 6 y 18% para cuenca del río Llobregat de Barcelona (Vilaro, 1968). Se consideró un valor bajo (10%) en relación a los rangos anteriores tomando en cuenta que la poca profundidad de la napa en las áreas del estudio aumenta la posibilidad de saturación del suelo y como valor más conservador para así no sobrestimar una fuente de recarga. Esta estimación deberá ser ajustada en la modelación de cada sistema subterráneo. En el Cuadro N°7.13 se muestra el cálculo de esta recarga para cada área considerada en la modelación.

- **Bombeo de Pozos**

Corresponde al caudal bombeado por todos los pozos del área, ya sea de riego como agua potable.

- **Infiltración Zona de Riego**

La infiltración del sector de riego se calculó para cada área de modelación calculando una infiltración por área de acuerdo con los cultivos existentes en cada una detallados en el Capítulo 6.

La metodología del cálculo consiste primero en determinar los requerimientos de agua para cada área en base a la evapotranspiración calculada. Para esto se determinó la eficiencia de riego para obtener la cantidad de agua necesaria para satisfacer los requerimientos para cada área. La eficiencia de cada tipo de cultivo se obtuvo del Estudio Agronómico Proyecto Maipo, y la eficiencia de cada área según la distribución de los tipos de cultivos (Cuadro N°7.14).

Por otro lado se determinó la evaporación producida por las áreas inundadas de riego según el tipo de cultivos y considerando la evaporación de tanque según los datos estadísticos del Balance Hídrico Nacional (Cuadro 7.15).

Los sobrantes de riego, disponibles para infiltración, están dados por la relación:

$$S = QR - EVT - EVAP$$

en que:

- S = sobrantes de riego
 QR = caudal requerido por riego (EVT/Eficacia)
 EVAP = evaporación área cultivada
 EVT = evapotranspiración área de riego

Finalmente para las tres áreas de estudio se estimó, en base a la experiencia del consultor, que un 40% de los sobrantes de riego se infiltran al acuífero, y lo restante es drenado superficialmente.

En el Cuadro N°7.16 aparecen los resultados de las variables consideradas en el cálculo y los caudales de infiltración para el total de cada área modelada.

Cuadro N°7.13

RECARGA POR PRECIPITACION DIRECTA

Escorrentía: $E = 0,5 P^2$ (m)
Recarga (% E) = 10%

Cuenca	Prec. Media mm	Escorrentía mm	Recarga mm	Total Há	Inf Anual m3	Infiltración Diaria m3/d	l/s
Rapel	550	151	15	2.324	351.505	963	11
Topocalma	750	281	28	1.840	517.500	1.418	16
Nilahue Alto	650	211	21	22.165	4.682.356	12.828	148
Nilahue Bajo	550	151	15	1.260	190.575	522	6

Cuadro N°7.14

CALCULO DE EFICIENCIA DE RIEGO

Area de Riego	Hortalizas Há	Cereales Há	Frutales Há	Viñas Há	Cebollas Há	Total Há	Eficiencia Area
Rapel	88	237	38	14		377	37%
Topocalma	43	515	41	13	1	613	34%
Nilahue	75	2640	215	73		3003	33%
Eficiencia	40%	30%	60%	70%	40%		

Cuadro 7.15

EVAPORACION ANUAL SECTOR DE RIEGO

Cultivo	Area Inundada
Hortalizas	40%
Cereales	35%
Frutales	10%
Viñas	5%
Cebollas	40%

Area de Riego	Evap Tanque mm/año	Hortalizas Hás	Cereales Hás	Frutales Hás	Viñas Hás	Cebollas Hás	Area Inun. Há	EVAP l/s
Rapel	1600	88	237	38	14		123	62
Topocalma	1300	43	515	41	13	1	203	84
Nilahue Alto	1400	75	2640	215	73		979	435

Cuadro N°7.16

INFILTRACION AREAS DE RIEGO

Area de Riego	Total Há	EVTp Anual m3/Há/año	EVTp l/s/Há	EVT l/s	Eficiencia Area	Q riego l/s	EVAP l/s	Sobrante l/s	Infiltrac. l/s
Rapel	377	3.500	0,111	42	37%	113	66	5,2	2,1
Topocalma	613	2.603	0,083	51	34%	149	93	5,2	2,1
Nilahue Alto	3.003	2.472	0,078	235	33%	713	435	43	17,2

8. HIDROQUÍMICA

8. HIDROQUÍMICA

Para la confección de este capítulo se recurrió a información de análisis físico químico obtenidos por el SERNAGEOMIN y el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental del DICTUC, durante los años 1990 y 1997.

Los diferentes diagramas de análisis y caracterización química del agua fueron realizados a partir de 9 muestras, tomadas en norias y pozos de las cuencas costeras; 2 de la cuenca del Río Rapel, 3 de la cuenca del Estero Topocalma y 4 de la cuenca del Estero Nilahue.

En la Figura N° 8.1 se especifican los sectores donde se ubican las muestras analizadas y muestra el resultado de los análisis químico. En la Lámina N° 15 se observa espacialmente la ubicación de éstos puntos de muestreo.

Para calificar la potabilidad del agua subterránea se trabajó, además, con otros cinco análisis físico químico presentados al final del cuadro.

El agua subterránea de las cuencas costeras de la provincia Cardenal Caro no denota variaciones relevantes en sus parámetros químicos. Esta situación tendría relación con acuíferos contenidos en ambientes geológicos relativamente uniformes, con tiempo de tránsito relativamente cortos.

8.1 Clasificación de las aguas

Existen varios sistemas de clasificación y representación de los análisis hidroquímicos de carácter fisicoquímico.

El Diagrama de Piper representa un análisis por medio de tres puntos. Dos triángulos de aniones y cationes ocupan los ángulos inferiores izquierdo y derecho con sus bases alineadas. La parte central del diagrama tiene forma de rombo, sobre el cual se proyectan después los puntos de cada uno de los triángulos por medio de una recta paralela al borde superior de la figura. La intersección de estas dos rectas representa la composición del agua con respecto a una determinada agrupación de aniones y cationes.

Figura N° 8.1 : Análisis físico-químicos.

N° Muestra	norma N.CH/1 of 84 (límite máx.)	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
		Rapel-1 boca río rapel	Rapel-2 escuela quillay	Topoc.-1 hidango	Topoc.-2 santa mónica	Topoc.-3 las damas	Nilahue-1 escuela	Nilahue-2 santa teresa(1)	Nilahue-3 cornojo	Nilahue-4 santa teresa(2)	Cahuil M-3240	N-Cornojo M-3241	Pumanque M-3242	Paredones M-2078	Lilueche M-2522				
FÍSICOS																			
Turbiedad (UNT)	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Color verd. (Pt-Co)	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
olor	inodora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sabor	insípida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QUÍMICOS																			
amoníaco (mgN/l)	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
arsénico (mg/l)	0,05	0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,007	0	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
cadmio (mg/l)	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cianuro (mg/l)	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cloruro (mg/l)	250	39,1	312	29	103	14	17	39	8,5	38,6	12,7	20,3	21,4	21,4	20,3	0,02	0,01	0,01	0,01
cobre (mg/l)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
comp.Fenólicos (mg/l)	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
chromo hexav. (mg/l)	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
detergentes (mg SAAM/l)	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
fluor (mg/l)	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,31	0,88	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
hierro total (mg/l)	0,3	0,31	0,1	<0,01	0,02	<0,01	0,25	0,02	0,85	0,06	0,08	0,09	0,08	0,08	0,27	0,27	0,08	0,08	0,08
magnesio (mg/l)	125	12,25	50	10	17	9	6,3	12,9	4,7	13,76	10,18	6,04	5,68	11,19	5,68	5,68	11,19	11,19	11,19
manganeso (mg/l)	0,1	0,06	0,08	0	0,02	0	-	0	-	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
mercurio (mg/l)	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
nitratos (mg/l)	10	0,6	17,87	2,94	25,41	1,89	-	5,3	0,083	0,6	4,5	2,3	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
nitritos (mg/l)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
plomo (mg/l)	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
dureza (mg/l)	1000	288	530	104	300	105	-	113	-	256	228	184	157	245	157	157	245	245	245
selenio (mg/l)	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
sulfatos (mg/l)	250	162,9	20	10	81	4	5,3	5	0,5	6,5	4,7	11,7	10,6	18	10,6	10,6	18	18	18
zinc (mg/l)	5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02
calcio (*)		95,3	130	25	92	27	22	24	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sodio (*)		33,5	49	19	60	19	19,8	0	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potasio (*)		0,2	10	1,2	3	1,2	2,7	0	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
carbonatos (*)		108	142	95	134	138	115	97	73,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
conductiv. (**)		642	-	350	-	-	226	-	156	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ph	6,0 - 8,5	7,5	6,9	7,4	7,9	7	8,55	6,4	7,65	7,9	7	7,3	6,8	7,6	7,3	6,8	7,6	7,6	7,6

(*) en ppm

(**) en uohms/cm

El tercer punto situado en el rombo central indica el carácter del agua como representado por relaciones Na^+ (+) K^+ a Ca^{++} (+) Mg^{++} y CO_3^{--} (+) HCO_3^- a Cl^- (+) SO_4^{--} .

Stiff en 1951 empleó un sistema que emplea cuatro ejes horizontales paralelos y un eje vertical. En cada uno de los ejes se colocan cuatro cationes hacia la izquierda del cero y 4 aniones hacia la derecha. Las concentraciones se expresan en equivalentes por millón. Al representar cada análisis se obtiene una serie de puntos, uniendo entre si los que representan los aniones y los que representan los cationes se obtiene un figura cerrada cuya forma en más o menos característica de cada clase de agua a estudiar.

El Diagrama de clasificación de las aguas para el riego o Diagrama de Wilcox emplea como variable la conductividad y la relación de absorción de sodio (RAS). De acuerdo con sus valores se clasifican las aguas en 16 grupos, según los peligros que puedan presentar para la salinidad o de los terrenos que riegan.

8.1.1. Clasificación según Piper

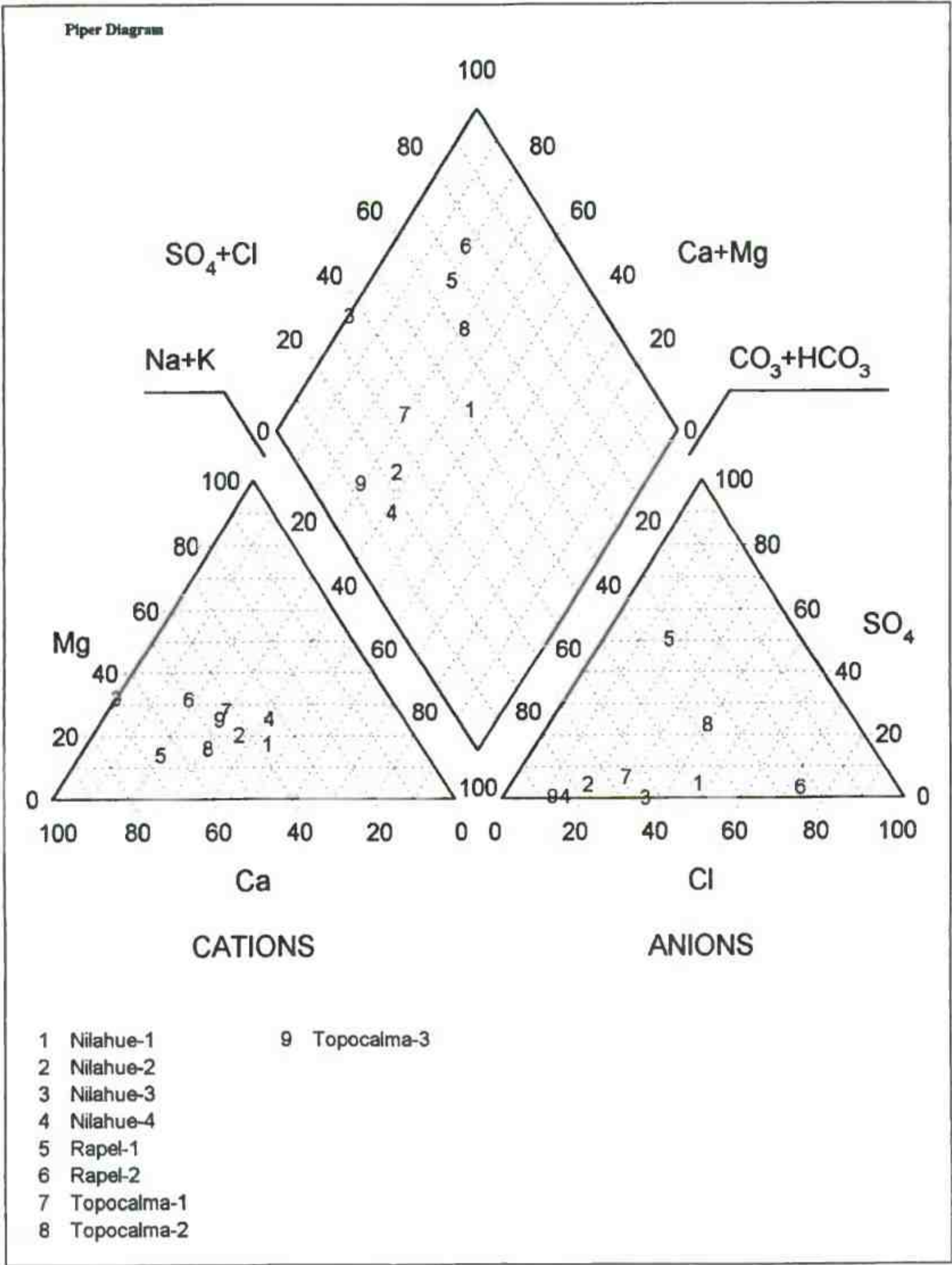
En el diagrama de Piper de la Figura N° 8.2, las muestras se dividen en dos grupos. El primero, formado por las muestras 1,5 ,6 y 8 caen en el cuadrante superior del rombo. El segundo grupo, ubicado en el cuadrante izquierdo está formado por las muestras restantes, vale decir, 2, 3, 4, 7 y 9.

El set superior o primero se clasifica según Piper como aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

El segundo grupo se clasifica como aguas Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.

Como se aprecia en los dos párrafos anteriores, no existe una segregación en grupos o según la cuenca de procedencia de la muestra, sino que indistintamente se unen en un dominio muestras de las tres áreas de estudio, ya sea del río Rapel, estero Topocalma o estero Nilahue.

Piper Diagram



La diferencia de concentración en análisis del río Rapel con respecto a los esteros Topocalma y Nilahue tendría relación directa con el entorno geológico. El alto contenido de cloruros y sulfatos en muestras del río Rapel deben su origen a la naturaleza marina de los sedimentos semiconsolidados de la Formación Navidad.

El pozo profundo de la boca del río Rapel (Rapel-1) está construido cerca de la zona costera, pero en terrenos fluviales, por lo que no presenta concentraciones tan altas de Cl, Ca, Mg, Na, y HCO_3 . Sin embargo, en comparación con los demás análisis esto sí acontece, y podría tener relación con contaminación de agua de mar.

8.1.2 Clasificación según Stiff

En la Lámina N° 15, fuera de texto, se observa espacialmente los esquemas gráficos de la concentración de los elementos en mequivalentes/litro, según la clasificación de Stiff y en el Anexo V se entregan los diagramas individuales para cada muestra.

En el Anexo V se entrega los diagramas de Stiff para las primeras nueve muestras del cuadro de la Figura N° 8-1.

A continuación se caracteriza según Stiff cada muestra:

Figura N° 8.3 Tipos de agua según Stiff

N°	Muestra	Tipos de Agua (Stiff 1951)
1	Rapel - 1	Sulfatada cálcica
2	Rapel - 2	Clorada cálcica
3	Topocalma - 1	Bicarbonatada cálcica
4	Topocalma - 2	Clorada cálcica
5	Topocalma - 3	Bicarbonatada cálcica
6	Nilahue - 1	Bicarbonatada sódica
7	Nilahue - 2	Bicarbonatada cálcica
8	Nilahue - 3	Bicarbonatada cálcica
9	Nilahue - 4	Bicarbonatada sódica

8.1.3 Clasificación según salinidad

La figura N° 8.4 "Diagrama de Wilcox ", se muestra la clasificación de agua para uso agrícola, sugerido por U.S. Salinity Laboratory Staff, en 1954; el cual considera la concentración relativa del sodio con respecto al calcio y magnesio (Índice SAR) y la concentración total de sales solubles, expresadas mediante la conductividad.

De las nueve muestras de la Figura N° 8.1, en sólo cuatro fue medida la conductividad: Rapel -1, Topocalma - 1, Nilahue - 2 y Nilahue - 4. De éstas, las muestras Nilahue 2 y 4 muestran baja conductividad, con 156 y 226 micro mhos/ cm a 25° C y también bajo contenido de sodio, clasificándose como C1-S1.

Las muestras Rapel-1 y Topocalma-1 presentan bajo contenido de sodio y conductividad media de 642 y 350 micro mhos/ cm. respectivamente, pudiéndose clasificar de acuerdo con el Diagrama de Wilcox como C2-S1.

Según esta clasificación se puede decir que estas aguas son utilizables en una amplia gama de suelos, casi sin restricciones.

8.1.4 Clasificación según parámetros considerados aisladamente

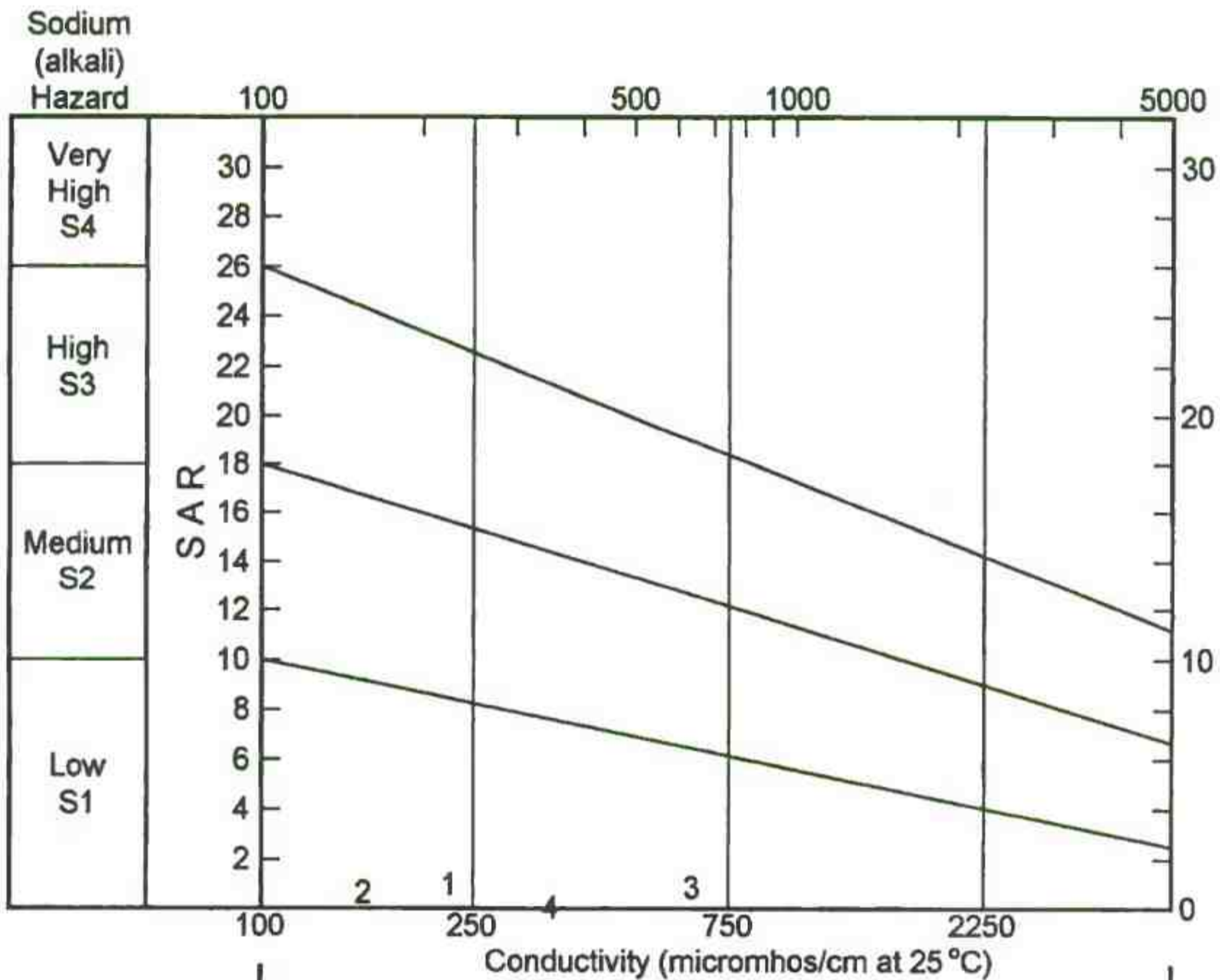
- Dureza

La dureza del agua se demuestra más corrientemente mediante la cantidad de jabón necesario para producir espuma. La dureza se define como la propiedad del agua para desperdiciar jabón, pues mientras los minerales que causan la dureza no se han eliminado al combinarse con el jabón, no se produce espuma en el agua dura. La dureza del agua la producen los iones de calcio y magnesio.

Considerando este parámetro en forma aislada muestra una clara diferenciación entre el agua subterránea de la cuenca del Río Rapel con respecto a los esteros Topocalma y Nilahue.

Wilcox Diagram

Wilcox Diagram



C1	C2	C3	C4
Low	Medium	High	Very High

Salinity Hazard

- 1 Nilahue-2
- 2 Nilahue-4
- 3 Rapel-1
- 4 Topocalma-1

Para el caso de los esteros Topocalma y Nilahue la clasificación del agua según su dureza es más errática, pero con valores muy inferior a los del Río Rapel.

Las tres muestras analizadas de la cuenca del Río Rapel se clasifican como agua muy dura, con valores de dureza total superior a 260 mg/l.

El entorno geológico de las norias y pozos excavadas en la cuenca del río Rapel explicaría la dureza del agua subterránea. El alto contenido de carbonatos, calcio y magnesio tienen relación con el origen marino transicional de la Formación Navidad.

- pH

La mayor parte de las aguas subterráneas que se encuentran en la naturaleza tienen un pH que va desde alrededor de 5,5 hasta algo más que 8. Aquellas con valores de pH inferior a 4,5 probablemente contienen ácidos minerales libres, provenientes de agua de minas, gases volcánicos o que se hallan contaminados por desechos industriales.

Para determinar si las aguas son corrosivas se toman en cuenta su HP, considerándose fuertemente corrosivas con $\text{pH} < 6$, ligeramente corrosivas con pH entre 6,5 y 7,5 y no corrosivas con $\text{pH} > 8$.

De acuerdo al pH, las aguas subterráneas de las tres cuencas estarían comprendidas en el rango de ligeramente corrosivas, exceptuando una muestra de la cuenca del Estero Nilahue, con un valor de pH 8,55 o no corrosiva.

8.2 Calidad para agua potable

En el presente análisis se consideran los requerimientos de calidad fisico-químico para agua potable, establecidos en la norma chilena INN NCh 409 OF. 84. Cabe señalar que no todos los análisis del cuadro N° 8.1 cuentan con todos los parámetros exigidos en la norma. Sólo las cinco muestras presentadas al final fueron realizadas para caracterizar la potabilidad del

agua, por tanto, cumplen con todos los parámetros físico-químico exigidos por ésta.

En general las muestras cumplen con los requisitos exigidos por la norma chilena de agua potable, con excepciones en la concentración de un elemento en algunas muestras de la figura N° 8.1.

En la tabla de la Figura N° 8.1, las muestras Rapel - 1 (boca del río) y Nilahue - 4 (Santa Teresa - 2) se muestran excedidas en el contenido de hierro, con 0,31 y 0,85 ppm, y las muestras Rapel - 2 (Escuela Quillay) y Topocalma - 2 (Santa Mónica) se encuentran excedidas en el contenido de nitratos, el cual según la norma chilena de agua no debería superar los 10 mg/l.

Rapel-2 se encuentra excedida en el contenido de cloruros, con 312 ppm. Si bien ningún otro elemento de esta muestra sobrepasa el contenido exigido por la norma, las concentraciones altas de Ca, Mg, Na y HCO₃, reflejan el origen marino transicional del terreno en que fue construida la noria (terrenos de la Formación Navidad).

Con respecto al pH, el rango permitido es de 6.5 a 8.5, con lo cual las aguas de las tres cuencas cumplen con este requerimiento, excepto la muestra 7 o Nilahue - 2 que muestra un ph de 8.55.

9. MODELO DE SIMULACIÓN

9. MODELO DE SIMULACION

9.1 Descripción del Modelo

Un acuífero se puede definir matemáticamente como un sistema formado por una serie de parámetros y variables. Los parámetros pueden definir los componentes geométricos, como forma, límites, etc., o sus componentes físicos, como transmisividad, coeficiente de almacenamiento, etc. Las variables en cambio describen la situación del sistema en cada momento y pueden ser alturas piezométricas, componentes del vector velocidad, etc.

Las acciones exteriores al sistema son las que actúan sobre él y lo modifican (entradas y salidas del sistema) y pueden ser controlables o incontrolables. Las acciones controlables son las que se utilizan para medir un comportamiento de acuerdo con los objetivos y pueden ser bombeos, drenajes, etc. y las incontrolables pueden ser determinísticas y estocásticas. Las primeras dependen del estado del sistema, como puede ser un drenaje, y las estocásticas dependen de factores hidrológicos y climatológicos, como la recarga natural del acuífero, infiltración desde un río, etc.

El sistema que se considere está, también, sujeto a una serie de restricciones, que pueden ser físicas, como la altura piezométrica, o arbitrarias, como descensos máximos por bombeo.

Normalmente, en el caso de simulación de acuíferos no es posible resolver el problema de conseguir un óptimo y, lo que suele hacerse es simular el sistema ante varias condiciones hidrológicas posibles y, para diferentes alternativas de explotación elegir la más conveniente.

Para simular el sistema se tiene que partir por definir sus componentes físicos y geométricos, y un estado inicial. Al sistema se le aplica una serie de acciones de las que se quiere conocer su reacción y, si se parte de una situación histórica conocida, a la que le aplicamos acciones conocidas del periodo simulado, se tiene como resultado situaciones del sistema que se pueden comparar con mediciones directas efectuadas en el pasado. Así se puede conocer la calidad del método empleado, el cual se mejora modificando en cierta medida las hipótesis sobre el sistema o los parámetros físicos o

geométricos definidos inicialmente. Este proceso se denomina calibración del modelo de simulación.

El modelo aplicado para la simulación del acuífero del área de estudio corresponde al denominado **MODFLOW**, desarrollado por el U.S. Geological Survey, el cual ha sido ampliamente aplicado y probado a nivel mundial. Es el modelo de aguas subterráneas que más se utiliza en la actualidad a nivel internacional. El procesador del modelo, adquirido especialmente para este estudio, es el **Visual Modflow** (versión 2.61 de año 1997).

Las variables dependientes, que son manejadas por el modelo, corresponden a niveles piezométricos y caudales subterráneos.

Los parámetros que requiere el modelo, los cuales son ajustados mediante la calibración son la permeabilidad y los caudales subterráneos que ingresan al sistema. El otro parámetro requerido es el coeficiente de almacenamiento, el cual es cuantificado en base a las mediciones existentes y a la experiencia previa según características hidrogeológicas.

Las condiciones de borde que requiere el modelo para su operación, corresponden a niveles piezométricos conocidos en una o varias celdas ubicadas en la frontera de la zona simulada y flujos entrantes y salientes al sistema. Las variables externas que constituyen los estímulos del sistema, son las extracciones por bombeos.

Desarrollo Teórico del Modelo de Simulación

En forma bidimensional, el movimiento del agua subterránea, con densidad constante a través de un medio poroso saturado, puede ser descrito por la ecuación diferencial siguiente:

ec. 9.1

$$\frac{d}{dx} \left(T_{xx} \cdot \frac{dh}{dx} \right) + \frac{d}{dy} \left(T_{yy} \frac{dh}{dy} \right) - W = S \cdot \frac{dh}{dt}$$

Donde:

- x e y : son los ejes cartesianos vistos en planta
 T_{xx} y T_{yy} : son los coeficientes de transmisividad en la dirección de los ejes x e y respectivamente,
 W : es un flujo volumétrico que representa a fuentes y/o extracciones del sistema.
 S : coeficiente de almacenamiento
 h : altura potenciométrica o piezométrica.

Para que la ecuación 9.1 represente adecuadamente el flujo subterráneo en un acuífero no confinado, debe cumplirse que las depresiones que experimente la superficie piezométrica sean pequeñas en comparación a la magnitud de los rellenos saturados y a la extensión de éstos.

Esta ecuación, junto con especificaciones de condiciones de flujos y/o alturas en las fronteras del sistema acuífero y condiciones iniciales de altura, constituye el modelo matemático de aguas subterráneas.

Excepto para sistemas muy simples, no es posible resolver la ecuación anterior en forma analítica, siendo necesario recurrir a métodos numéricos para obtener soluciones aproximadas. El modelo MODFLOW resuelve el sistema por el método de diferencias finitas, discretizando el sistema continuo en un conjunto de puntos discretos en el espacio y en el tiempo.

Las ecuaciones diferenciales son entonces reemplazadas por diferencias entre valores funcionales evaluados en esos puntos.

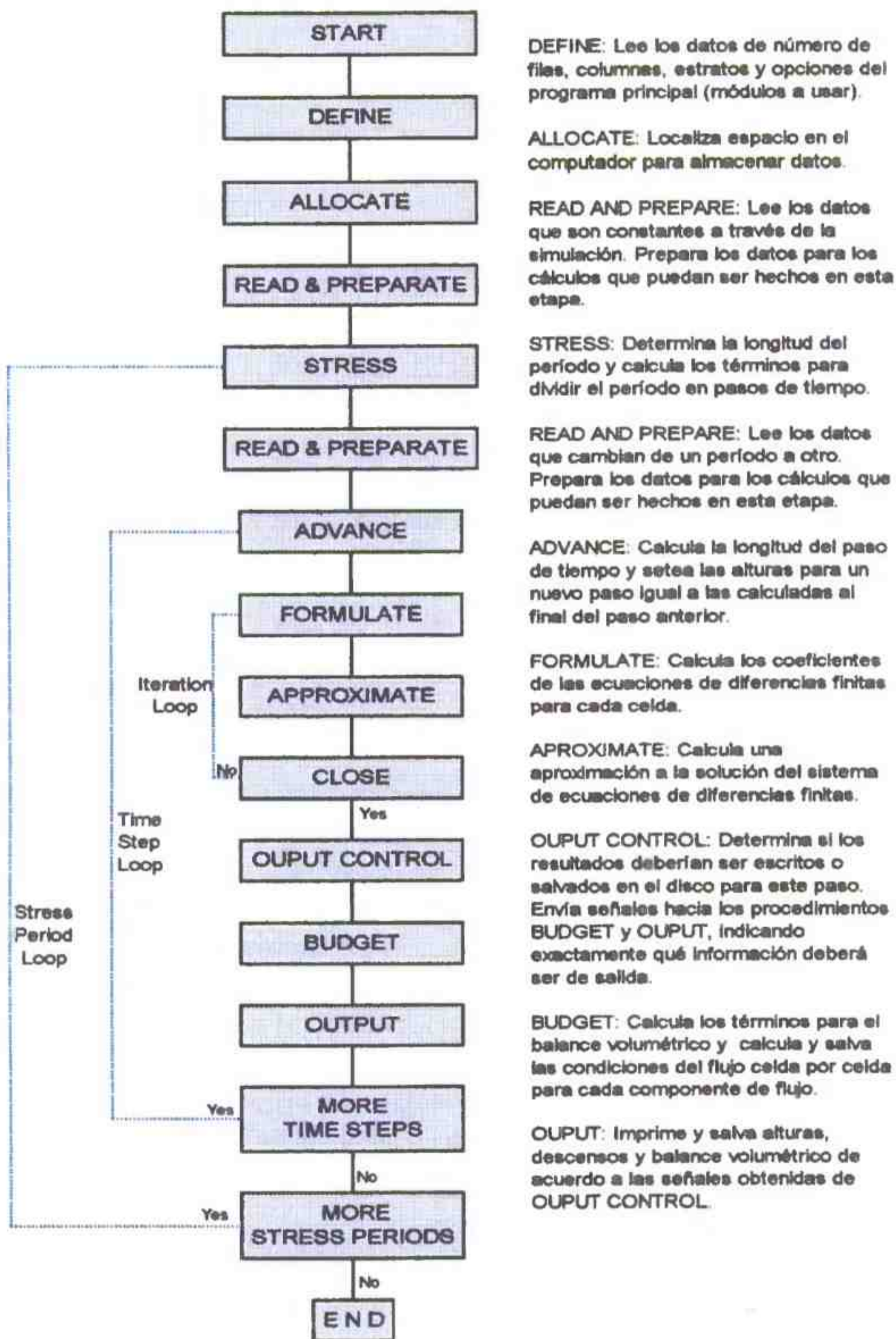
El proceso de resolución de la ecuación diferencial que describe el flujo subterráneo se transforma en la resolución de un sistema de ecuaciones lineales simultáneas de diferencias algebraicas. Los valores así calculados se constituyen entonces en una aproximación de la variación en el tiempo de la distribución de alturas piezométricas en el sistema, que pueden ser calculadas por una solución analítica de la ecuación diferencial parcial del flujo. El modelo tiene implementado diferentes métodos matemáticos para resolver el sistema de ecuaciones lineales simultáneas resultantes de la aplicación del método de diferencias finitas, los cuales pueden ser utilizados en forma alternativa.

Descripción del Programa Modflow

El programa Modflow, desarrollado por el U. S. Geological Survey, está escrito en Fortran y su estructura consiste en un programa principal y una serie de subrutinas llamadas "módulos". El programa permite simular el efecto de agentes externos tales como pozos, áreas de recarga, evapotranspiración, drenes, ríos y condiciones de borde. Cada módulo se refiere a estos agentes externos o condiciones hidráulicas que se utilizarán en la simulación y los métodos que contempla la solución del sistema de ecuaciones. Esta división del programa en módulos permite al usuario seleccionar fácilmente lo que utilizará del programa para simular las condiciones del sistema y permite agregar nuevos módulos sin modificar o rehacer un modelo existente.

En el diagrama mostrado a continuación, se muestra esquemáticamente la estructura de funcionamiento del programa principal del modelo, donde aparece una descripción de las funciones del programa principal.

ESQUEMA ESTRUCTURA DEL PROGRAMA



Los módulos que utiliza el programa son los siguientes:

- Basic Package (Bas)
- Block Cenetered Flow Package
- River Package ((RIV)
- Recharge Package (RCH)
- Well Package (WEL)
- Drain Package (DRN)
- Evapotranspiration Package (EVT)
- General Head Boundary Package (GHB)
- Solver Packages (SIP, SSOR, WHS, PCG2)
- Utilitary Packages
- Output Control Packages (OC)

A continuación se hace una breve descripción de los módulos básicos que se utilizan en todos los modelos más los módulos opcionales que se utilizan de acuerdo a las necesidades de cada sistema en particular y que se utilizaron en los modelos de este estudio.

- **Basic Package**

Este módulo toma las tareas administrativas del programa y es responsable de la disgregación del espacio de las celdas y tiempo de los pozos, del cálculo del balance volumétrico y del control de salida de los resultados. En este módulo también se especifican las condiciones de borde en el arreglo llamado IBOUND, que es especificado por el usuario y se indica para cada celda si la altura piezométrica varía, permanece constante (celdas activas) o si no hay flujo por la celda (inactiva). Se especifica para el comienzo del programa las alturas iniciales del acuífero para cada estrato (STARTING HEADS). El tiempo de simulación es dividido en intervalos de periodos de tiempo, durante los cuales todas las condiciones extremas son constantes, el cual a su vez es dividido en pasos de tiempo (STEPS). El usuario especifica la duración del periodo, el número de pozos y un multiplicador que determina la longitud de cada pozo.

- **Block Cenetered Flow Package**

Este módulo computa los componentes de conductancia de la ecuación de diferencias finitas que determinan el flujo entre celdas adyacentes.

La conductancia es una combinación de diversos parámetros usados en la ley de Darcy's, la cual define el flujo unidimensional en un prisma de material permeable como:

$$Q = K \cdot A \cdot (h_2 - h_1) / L$$

Donde:

Q es flujo (m^3/d)

K es conductividad hidráulica en dirección del flujo (m/d).

A es el área perpendicular al flujo (m^2).

$(h_2 - h_1)$ es la diferencia de altura a través del prisma paralelo al flujo (m).

L es la longitud en dirección del flujo (m).

La conductancia C es definida como $C = KA/L$ (m^2/d), entonces la ecuación 9. queda como:

$$Q = C (h_2 - h_1) \quad \text{ec.9.2}$$

La formulación de los datos requeridos en este módulo depende del problema simulado, el cual queda determinado según los tipos de estratos del acuífero, el cual se especifica en el arreglo LAYCON. Los datos requeridos se refieren a transmisividad, coeficiente de almacenamiento, permeabilidad horizontal y vertical, elevación (cota) y gasto específico.

- Recharge Package

En este módulo se pueden especificar las recargas que se mantienen fijas durante el periodo y que pueden ser infiltración por precipitación o ríos, como también recarga subterránea en los bordes del área modelada. Se expresa en caudal por unidad de área (ej. m/d) y el volumen de flujo sería la infiltración multiplicada por el área horizontal de la celda.

- Well Package

En este módulo se especifican para las celdas correspondientes los pozos incorporados al sistema, el cual puede ser una fuente de descarga o recarga, dependiendo del signo que se especifique el caudal del pozo.

Descripción del Procesador Visual Modflow

Este programa es una completísima herramienta para obtener un fácil manejo del Modflow y dispone de una buena interface gráfica para la entrada de datos y salida de resultados. Está estructurado por un sistema de menús que permite un fácil dimensionamiento del modelo y proceso de calibración. La grilla del modelo, con sus parámetros de entrada y salida pueden visualizarse en planta y cortes transversales en ambas direcciones. El programa permite importar datos de otros modelos y programas como el SURFER. También puede importar y exportar archivos tipo DXF para incorporar al modelo imágenes de dibujo. Para el análisis de los resultados, el procesador permite visualizar gráficamente curvas equipotenciales e isodescenso, líneas de flujo y balance volumétrico por zonas especificadas por el usuario, todo lo anterior para cualquier periodo de tiempo de la modelación.

9.2 Definición y Formulación Areas de Modelación

Se desarrolló un modelo de simulación para cada cuenca en el caso del río Rapel y estero Topocalma. En la cuenca del estero Nilahue se implementaron dos modelos definidos como Nilahue Bajo (sector costero) y Nilahue Alto (sector Pumanque-Ranguilli), por lo tanto, se desarrollaron cuatro modelos. En cada modelo se definió el área de acuerdo con el sector de mayor interés y a la información hidrológica disponible.

La geometría de los acuíferos se definió en base a la información geológica obtenida en cada cuenca, considerando para definir los límites del área de modelo la línea de contacto roca-sedimento y los sectores de interés hidrológico de la cuenca. Los cuatro sistemas se modelaron considerando que el relleno sedimentario conforma un solo estrato permeable. En algunos sectores esto es una simplificación del modelo ya que existen algunas zonas semiconfinadas subyacentes a un estrato superior, pero debido a la falta de información estratigráfica no es posible parametrizar esto en un modelo.

En cuanto a la áreas de modelación se han definido para cada cuenca las siguientes:

Cuenca Río Rapel

En la cuenca del Río Rapel, aguas abajo del embalse, el área de interés hidrogeológico y a modelar va desde la costa hasta la confluencia del Estero El Rosario, ya que hacia arriba el río escurre encajonado sin relleno sedimentario de importancia, al igual que el estero El Rosario. También se incluirá en el modelo de esta zona el estero Licancheu, hasta su cruce con el camino Rapel-Navidad. La extensión del área a modelar en esta cuenca será de unos 20 Km².

Cuenca Estero Topocalma

El estero Topocalma se desarrolla en un relleno sedimentario sólo hasta 1 Km aguas arriba del cruce con el camino a la Laguna Topocalma y escurre sobre fondo rocoso de escaso relleno fluvial que no constituye acuíferos de importancia. Así, el área de modelo abarca hasta este lugar por el estero Topocalma y adentrándose por el estero El Manzano hasta el Cerro El Manzano y por los esteros La Leonera y El Maqui hasta aproximadamente la línea que forman los cerros Colligualles y El Mogote. Con esto el área de modelo tendrá una extensión de unos 30 Km².

Cuenca Estero Nilahue

En esta cuenca se tienen dos sistemas acuíferos prácticamente desconectados subterráneamente unidos por escurrimiento superficial y subsuperficial del estero Nilahue entre los sectores de Romerillo y El Maqui, donde el estero escurre sobre fondo rocoso con escaso relleno fluvial. Por esta razón se ha decidido desarrollar en esta cuenca dos modelos en que la descarga del modelo del área superior será la recarga del modelo del área inferior o costera. En el área superior, la más importante hidrogeológicamente de todo el estudio, el área a modelar abarcaría desde el sur en el sector de Ranguili (cerro Las Rudas), hasta Romerillo por el norte, limitándose por el este prácticamente por el límite de la cuenca hidrográfica y por el norte adentrándose por los valles más importantes hasta que conforman acuíferos, que son el valle del estero Quiahue el sector de Los Tricalmes, el estero Lolol hasta el sector de Callihue y el estero Pumanque hasta el sector Rincón de la Higuera. La extensión de esta área de modelo será de aproximadamente 350 Km². El área costera a modelar de la cuenca del Nilahue será desde la costa hasta el sector de El Maqui por el estero Nilahue y por el estero Quillay sólo hasta 1 Km aguas arriba de su confluencia con el Nilahue ya que no presenta mayor interés hidrogeológico.

9.3 Generalidades para la Implementación de los Modelos

La base de información para el modelo de cada área está constituida por todos los antecedentes hidrogeológicos del sector, extraídos de informes anteriores y los generados por SITAC para este estudio. Básicamente, se refieren a la geología del área en estudio, características hidrogeológicas del acuífero, flujo subterráneo, hidrología, niveles de agua subterránea, etc.

El análisis de estos antecedentes definirá las características del sistema hidrogeológico a modelar, los parámetros hidráulicos del acuífero y las condiciones de borde del sistema. Dependiendo de la certeza de la información obtenida y de su importancia en el resultado de la modelación, algunos de estos antecedentes que definirán los datos de entrada del modelo serán asumidos como parámetros fijos del modelo y otros servirán como base para el proceso de calibración.

Una vez definido el sistema a modelar, conceptual y espacialmente, deben definir las condiciones de borde de cada sistema y los parámetros hidráulicos del acuífero, los cuales son sometidos al proceso de calibración del modelo.

La calibración del modelo consiste, básicamente, en un ajuste de parámetros físicos que en conjunto representen las características hidráulicas del acuífero, de acuerdo con mediciones y observaciones de terreno. El ajuste de parámetros se realiza para lograr que el modelo represente una situación elegida, que en este caso es una superficie piezométrica. Esta se realiza en régimen permanente y los parámetros que se ajustan son la permeabilidad (K) y los caudales de entrada y salida del sistema. Los valores que se adopten para estos parámetros deben estar dentro del rango del valor determinado anteriormente en el capítulo 7.3 de Caracterización del Acuífero.

El proceso de calibración consiste en asignar parámetros de permeabilidad y caudal de entrada y salida. Se asigna una superficie piezométrica inicial cualquiera y el modelo simula una superficie, la cual se comparan con la superficie elegida para la calibración. Debido a que no existen mediciones anteriores de la posición de la superficie freática en ninguna de las áreas a modelar, se tomo para la calibración la superficie determinada a partir de las mediciones realizadas por SITAC en Noviembre de 1997, y se supuso que, considerando la escasa explotación de los acuíferos, éstos se encuentran en

una condición de equilibrio. En algunos sectores se estimó el bombeo de agua subterránea actual a partir de la información de consumo de agua potable y la explotación para riego.

Posteriormente, los parámetros se modifican hasta lograr minimizar las diferencias de alturas piezométricas simuladas y medidas. Este proceso es largo y difícil, requiere muchas horas de trabajo computacional.

Para la modelación de cada acuífero se debe primero analizar la información disponible y los objetivos que se persiguen con la modelación y, sobre esta base, definir el sistema a modelar. Este sistema debe representar lo mejor posible el sistema real, pero hay que tener presente que un sistema muy complejo hace prácticamente imposible lograr una buena calibración, lo que hace necesario simplificarlo para hacerlo más manejable desde el punto de vista conceptual y computacional.

La recarga del acuífero se produce a través del flujo subterráneo entrante y la infiltración por precipitación directa y riego. La descarga se produce a través del flujo subterráneo saliente y el bombeo de los pozos de la zona.

El espesor o potencia del estrato, definido en el modelo por la cota de la base del acuífero, se determinó a partir de la información obtenida de la geología, en especial de los trabajos de geofísica. En las Figuras N°9.1, 9.2, 9.3 y 9.4 se muestra esquemáticamente la elevación del basamento en las áreas de modelación.

Cabe hacer presente que en general en los cuatro sectores que abarcan los modelos desarrollados, la información hidrogeológica es escasa y las características de los acuíferos determinadas anteriormente tienen un grado de aproximación que significa que los parámetros calculados (permeabilidad e infiltración) permiten un ajuste durante la calibración del modelo, pero siempre manteniendo los valores dentro de un rango aproximado a los valores calculados en el capítulo 7.3.

Una vez calibrado el modelo, éste se utiliza para simular ciertas condiciones de explotación en el tiempo. El modelo se opera en régimen transiente para lo cual debe asignarse un coeficiente de almacenamiento, los cuales fueron estimados anteriormente para cada sector (Capítulo 7.3).

Para los cuatro modelos desarrollados la simulación se realizó para un periodo de 20 años e incluyendo bombeo de pozos existentes y otros que simulan las proyecciones que tendría un aumento de la explotación actual. Como condiciones de borde en este proceso de simulación está la recarga (subterránea e infiltración) ajustada en la calibración y la descarga subterránea hacia aguas abajo del área modelada. Para esto último existen dos alternativas que aproximan a la situación real. Una es mantener una altura constante quedando variable el flujo de salida, según el balance de recarga y descarga del modelo. La otra alternativa, que es la adoptada en este estudio, es fijar los caudales de salida de acuerdo a los obtenidos en la calibración (régimen de equilibrio) y dejar libre la cota piezométrica a la salida. Esta solución hace más manejable el modelo y el hacer constante el flujo saliente no hace incurrir en resultados muy aproximados siempre y cuando el modelo se opere en condiciones de sobreexplotación moderada y en acuíferos con escaso volumen de almacenamiento, como son los modelados en este estudio.

Figura N°9.1

ELEVACION BASAMENTO CUENCA RIO RAPEL



Figura N°9.2

ELEVACION BASAMENTO CUENCA ESTERO TOPOCALMA

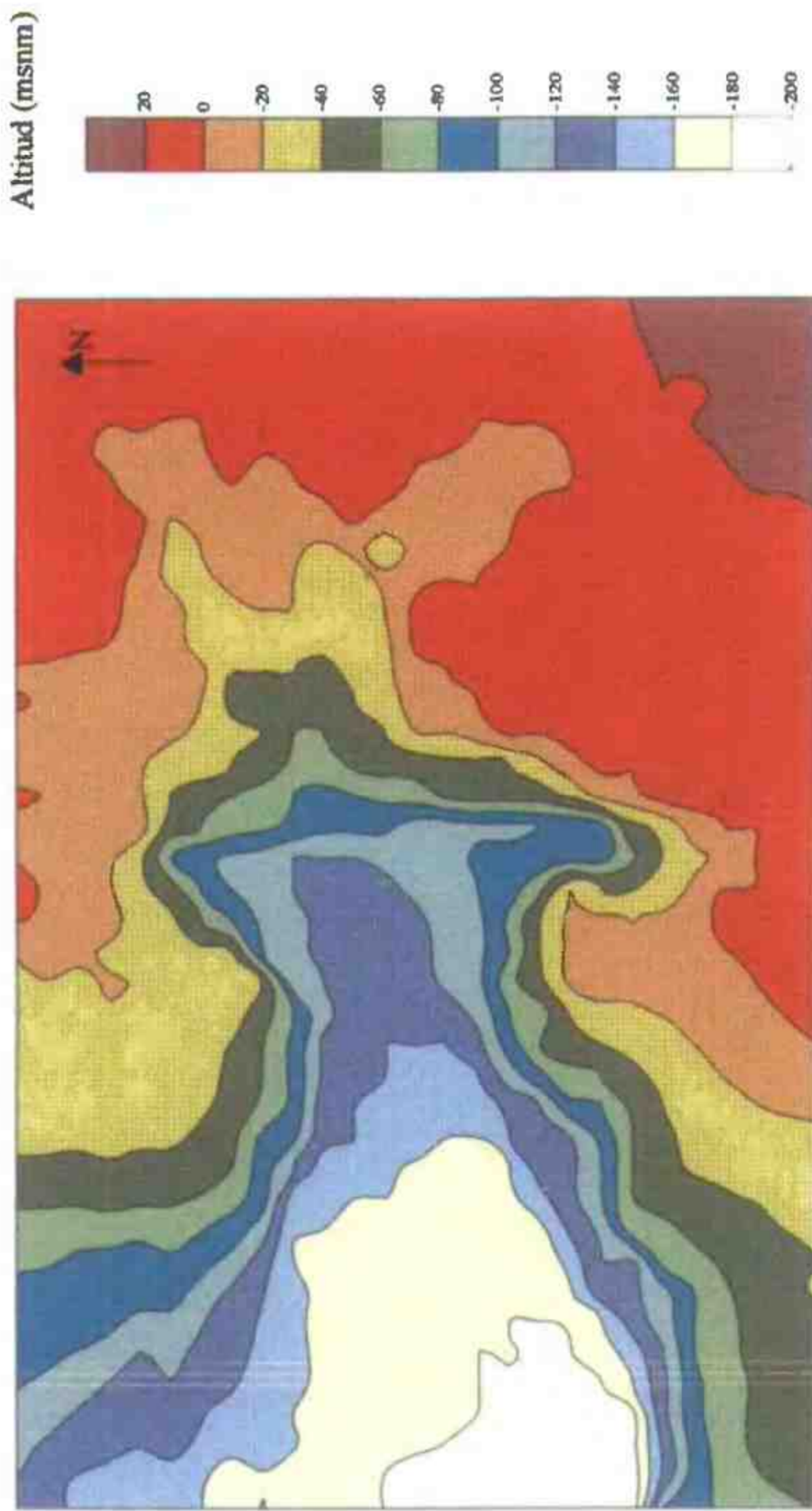


Figura N°9.3

ELEVACION BASAMENTO CUENCA ESTERO NILAHUE BAJO

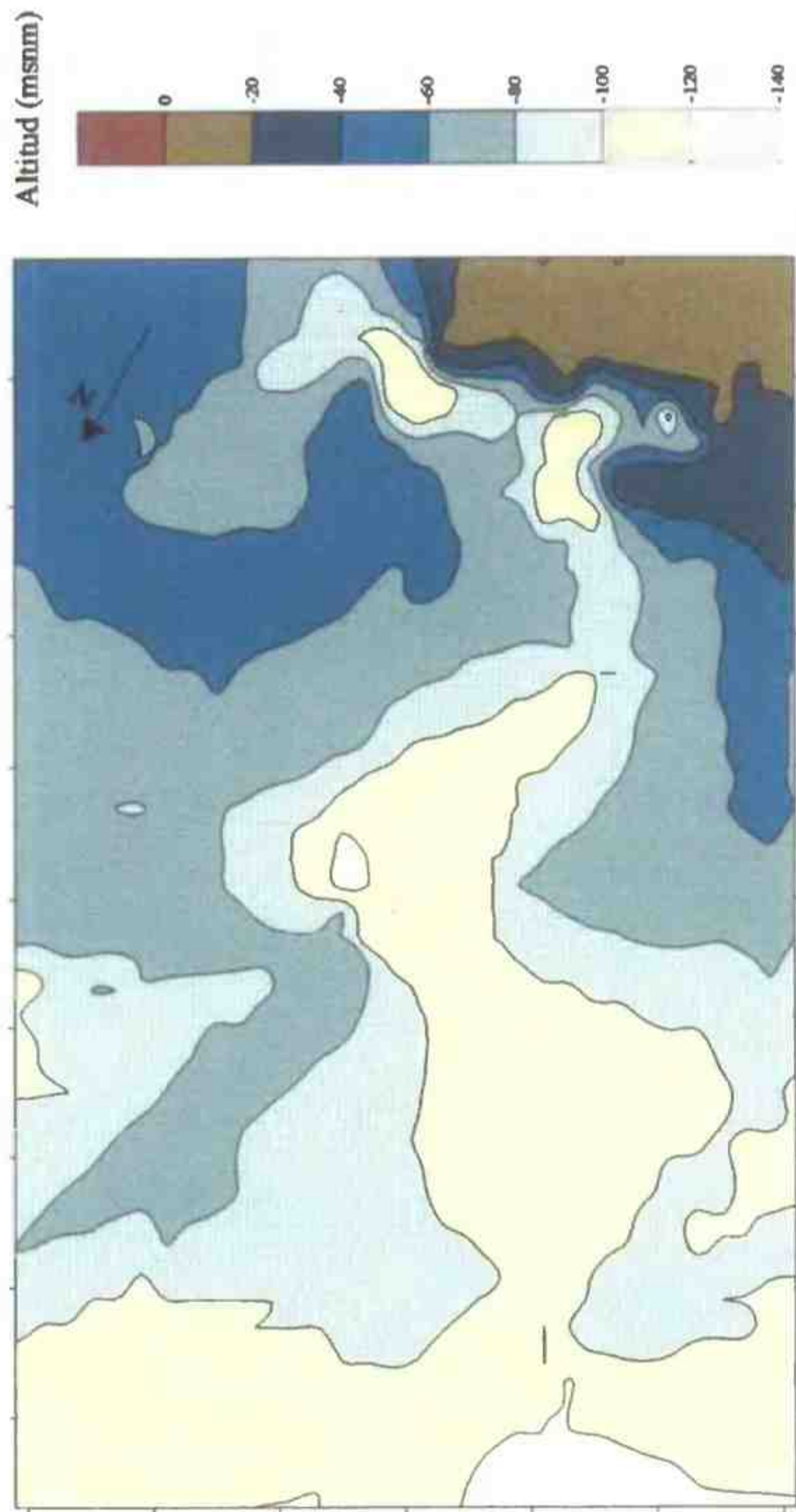


Figura N°9.4

ELEVACION BASAMENTO CUENCA ESTERO NILAHUE ALTO



9.4 Modelo Cuenca Río Rapel

La malla del modelo consta de 1.633 celdas de 200·200m cada una, 23 filas y 71 columnas. En la Lámina N°16-a aparece la malla adoptada.

Para facilitar el proceso de calibración (sin incurrir en una aproximación a la solución), se adoptó a la salida del área modelada la condición de altura constante, que se mantiene fija durante la simulación en régimen permanente (calibración). El valor adoptado para cada celda se obtuvo a partir de la superficie freática del año 1998 y se fijó en 2 m.s.n.m.

Calibración:

En la Figura N°9.5 aparecen las permeabilidades (K) ajustadas para el modelo en cada sector. Los valores ajustados para cada zona se determinaron teniendo presente los valores de permeabilidad estimadas anteriormente en el Capítulo 7.3.

La recarga del acuífero considera la infiltración por precipitación directa y riego determinadas anteriormente (Cuadro N° 7.13 y N° 7.16). Para la infiltración desde los cauces superficiales se considera como valor máximo para comenzar la calibración lo señalado en el Cuadro N° 7.12 ajustándose en este proceso el valor adoptado, que resultó del orden de 1 l/s/km., muy inferior al máximo propuesto.

Para la recarga subterránea se considera la calculada en el Cuadro 7.6 al iniciar el proceso de calibración y los valores ajustados durante este proceso se muestran en el siguiente cuadro, en el que se incluye, además del valor de recarga adoptado en la modelación, el rango determinado anteriormente (Cuadro N° 7.6) entre los cuales debería ajustarse la recarga dentro de la calibración del modelo..

Cuadro N°9.1

Recarga Acuífero Modelo Rapel			Recarga Estimada (*)
Tipo de Recarga	Caudal Modelo		l/s
	m ³ /d	l/s	
Infiltración Precipitación	963	11	
Infiltración Riego	136	2	
Infiltración Ríos:			
Rapel	984	11	
El Rosario	50	0.5	
Recarga Subterránea:			
Est. El Rosario	800	9	10 – 40
Est. Los Parrones	80	1	1 – 4
Est. Corneche	240	3	3 – 13
Est. Rapel	400	5	5 – 20
Est. Licancheu	960	11	10 – 40
Est. s/n (noreste de Licancheu)	360	4	3 – 13
Qda. Grande	360	4	4 – 20
Río Rapel	3.200	37	5 – 22
TOTAL	8.533	99	

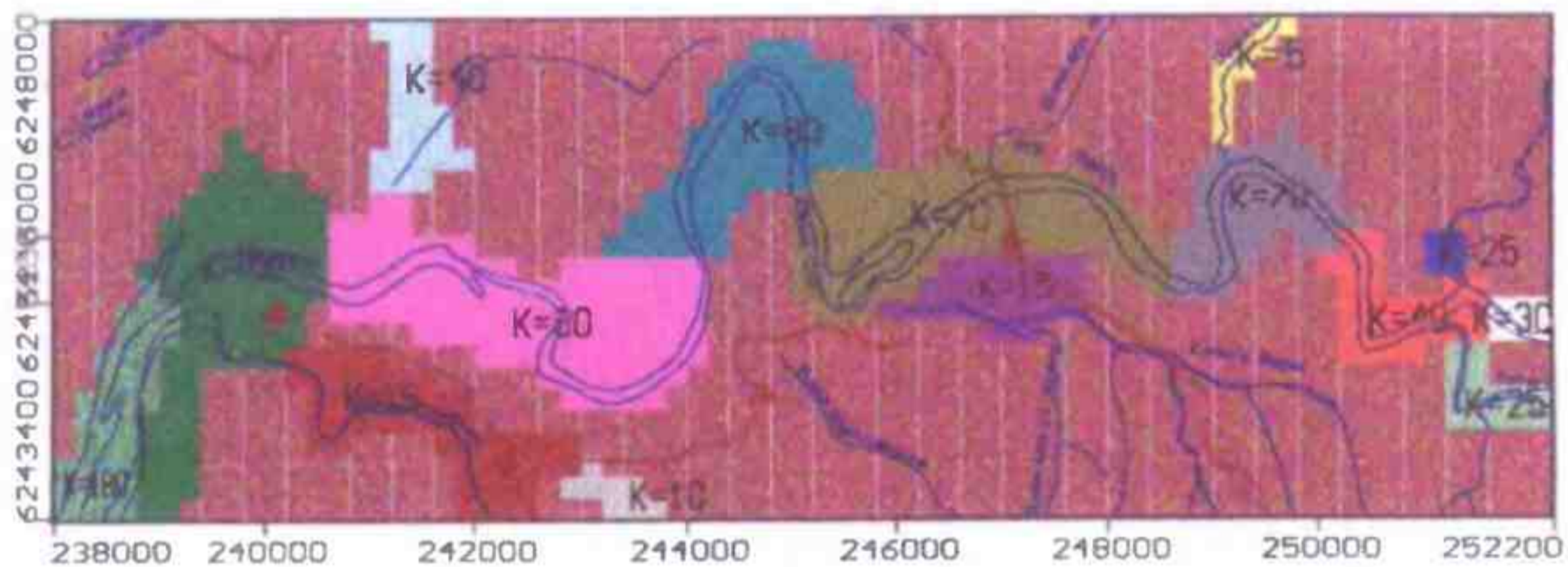
(*) Según caracterización del acuífero (Cap. 7.3)

De la tabla anterior, se observa que los valores ajustados para la recarga están por el límite inferior del rango calculado, a excepción del río Rapel.

Para la calibración se consideró una descarga artificial por bombeo continuo por un total de 2.3 l/s, que corresponden a 97 m³/d del consumo actual de la localidad de Rapel y a norias ubicadas en el valle de Licancheu y su desembocadura al río Rapel.

En la Figura N°9.6 se muestra en perfiles la elevación del basamento considerado en el modelo, donde se incluye el nivel freático de esta simulación. En la Figura N°9.7 se observa la superficie freática obtenida del proceso de calibración.

Figura N° 9.5



Sitac S.A. Chile
 Project: Hidrogeologia Rapel
 Description: Permeabilidad (m/d)
 11 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 71 NR: 23 NL: 1
 Current Layer: 1

Figura N° 9.6

BASAMENTO ACUIFERO RIO RAPEL

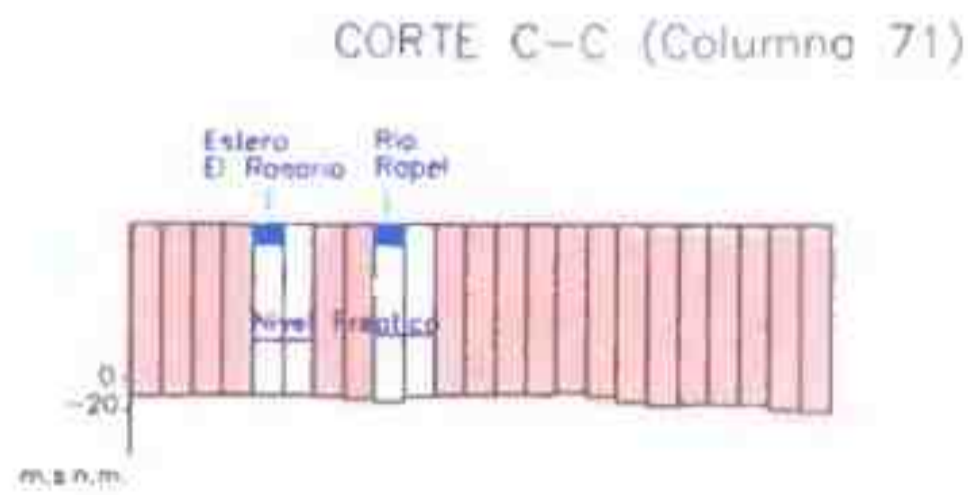
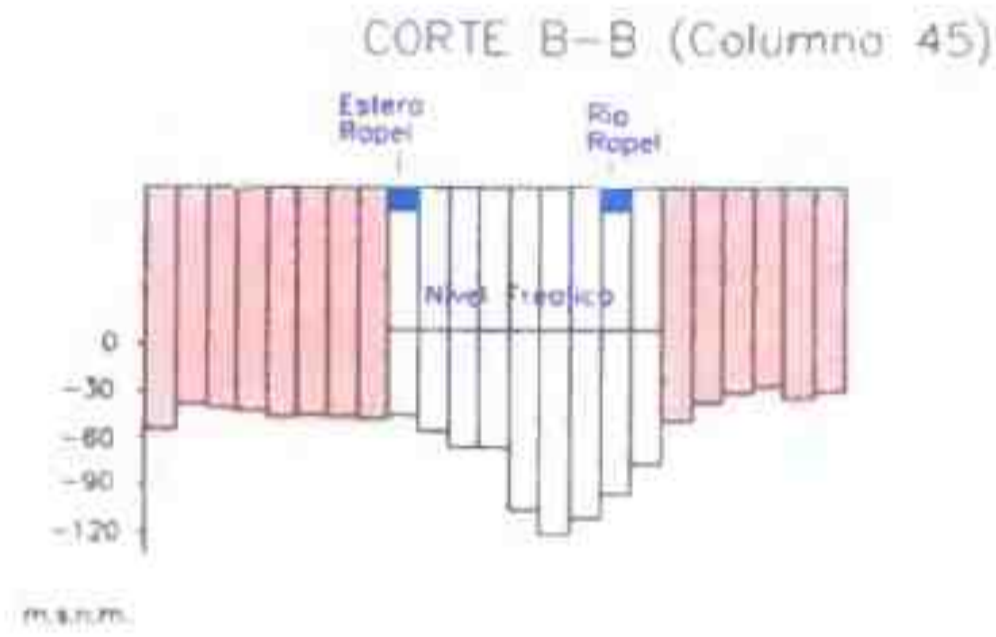
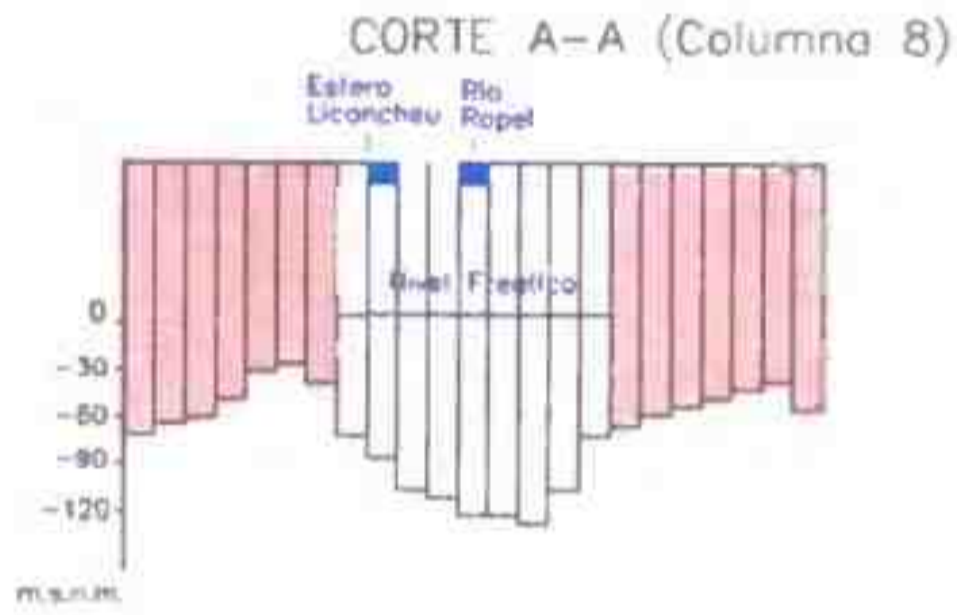
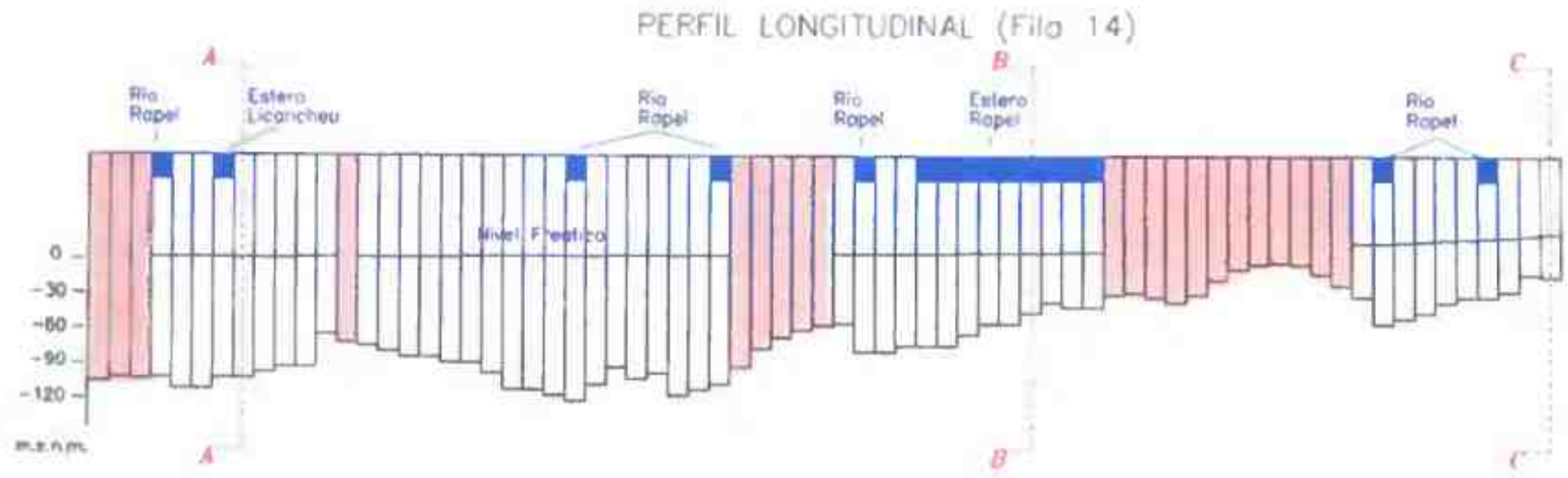
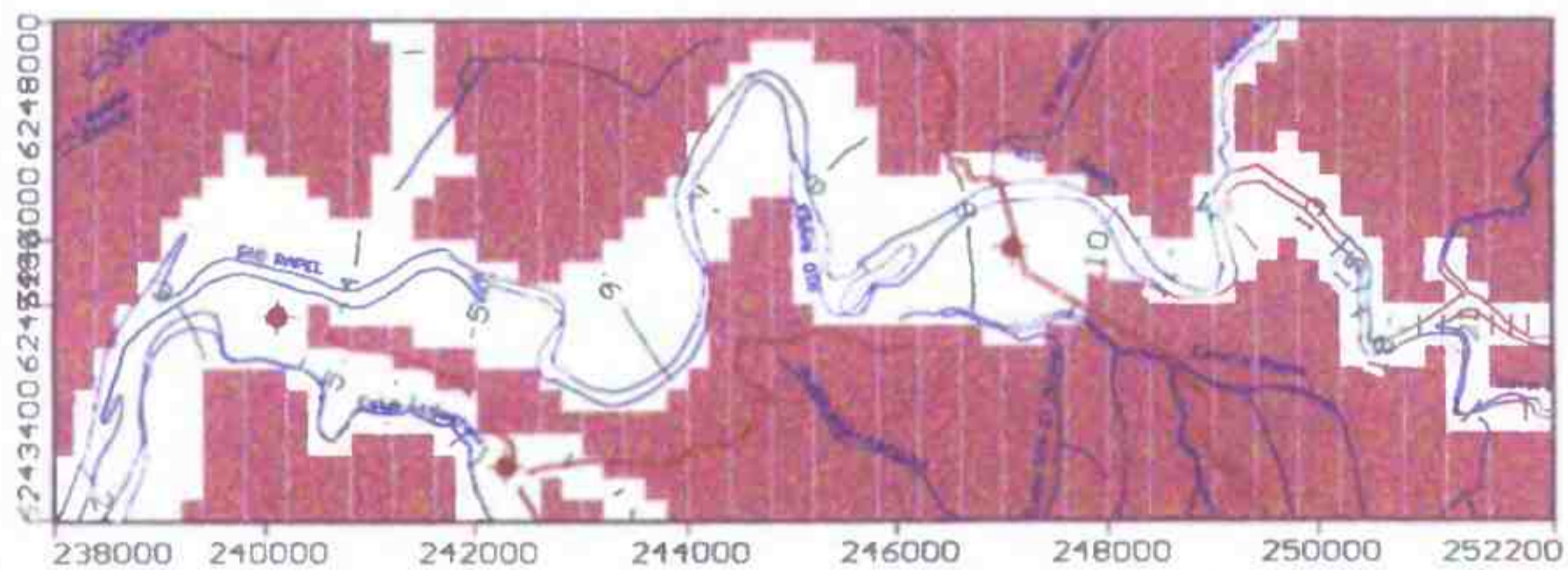


Figura N° 9.7



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeologia Rapel
 Description: Calibracion-Equip. (msnm)
 11 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 71 NR: 23 NL: 1
 Current Layer: 1

Simulación 20 años

La utilización del modelo consiste en su operación con el objetivo de cuantificar el efecto que tendrían extracciones por bombeo en el sector, considerando la proyección de la demanda de agua potable determinada y bombeos simulados que representan captaciones nuevas que podrían explotarse.

El período de simulación se proyectó hasta 20 años, es decir hasta el año 2018. La simulación se realiza en régimen transiente, utilizando los parámetros determinados en el proceso de calibración.

En total se incluyeron, además de los pozos incluidos en la calibración, 8 captaciones simuladas (pozos no existentes) suponiendo un caudal de 20 l/s cada uno y considerando un bombeo de 12 horas diarias (80 l/s como valor medio total).

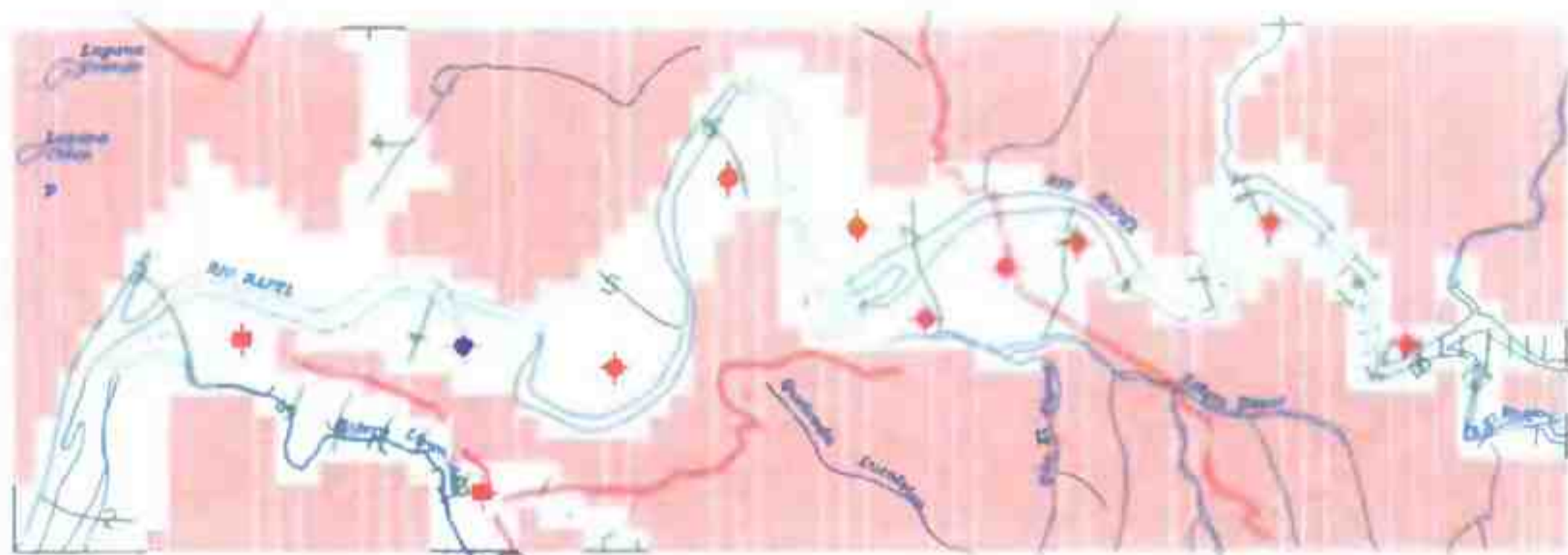
En la Figura 9.8 se observa la superficie freática simulada para una explotación a 2, 10 y 20 años, y en la Figura N°9.9 las curvas de isodescenso para los mismos años con respecto a 1998.

Observando los resultados se concluye que para la explotación simulada hay un efecto poco significativo para el acuífero, siendo el mayor descenso aguas arriba del Puente Rapel, con un descenso de niveles de 6m. al cabo de 20 años de explotación. También se observa que los descensos se manifiestan al poco tiempo de esta explotación y son mayores hacia aguas arriba de la zona modelada, y bastante menor hacia la zona costera, minimizando el riesgo de intrusión salina.

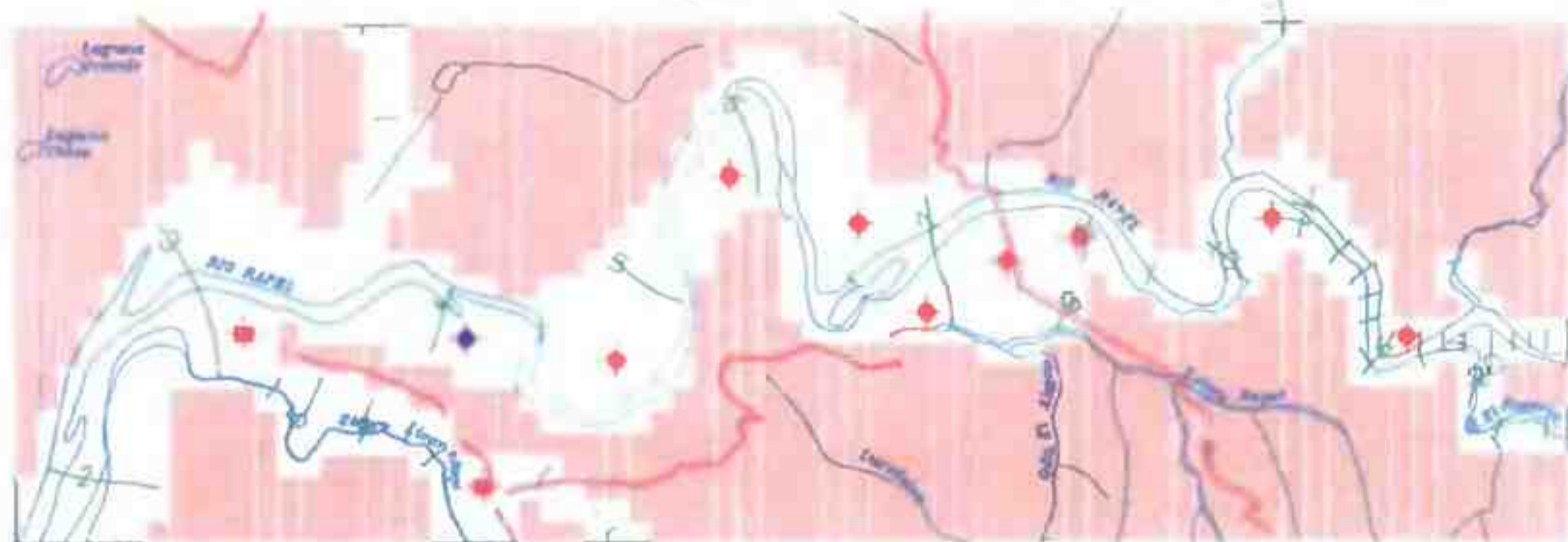
Figura N:9.8

SIMULACION CUENCA RIO RAPEL
CURVAS EQUIPOTENCIALES (m.s.n.m.)

2 AÑOS



10 AÑOS



20 AÑOS



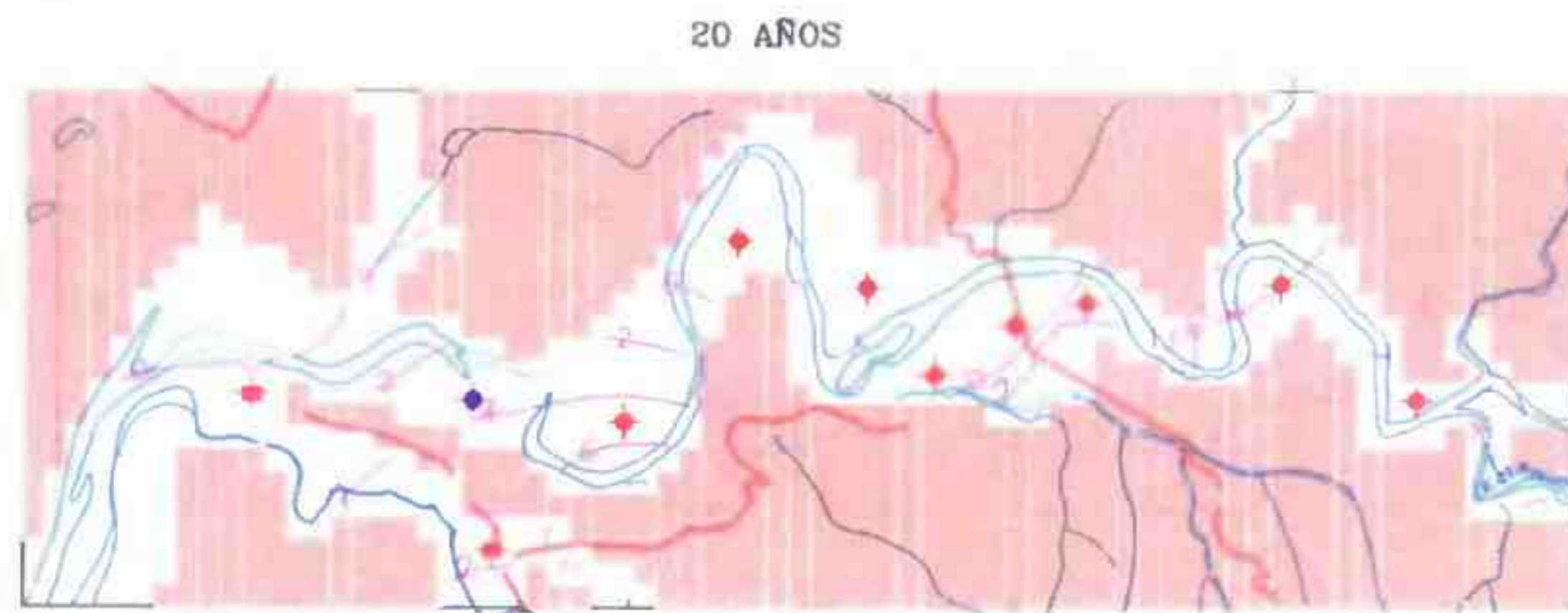
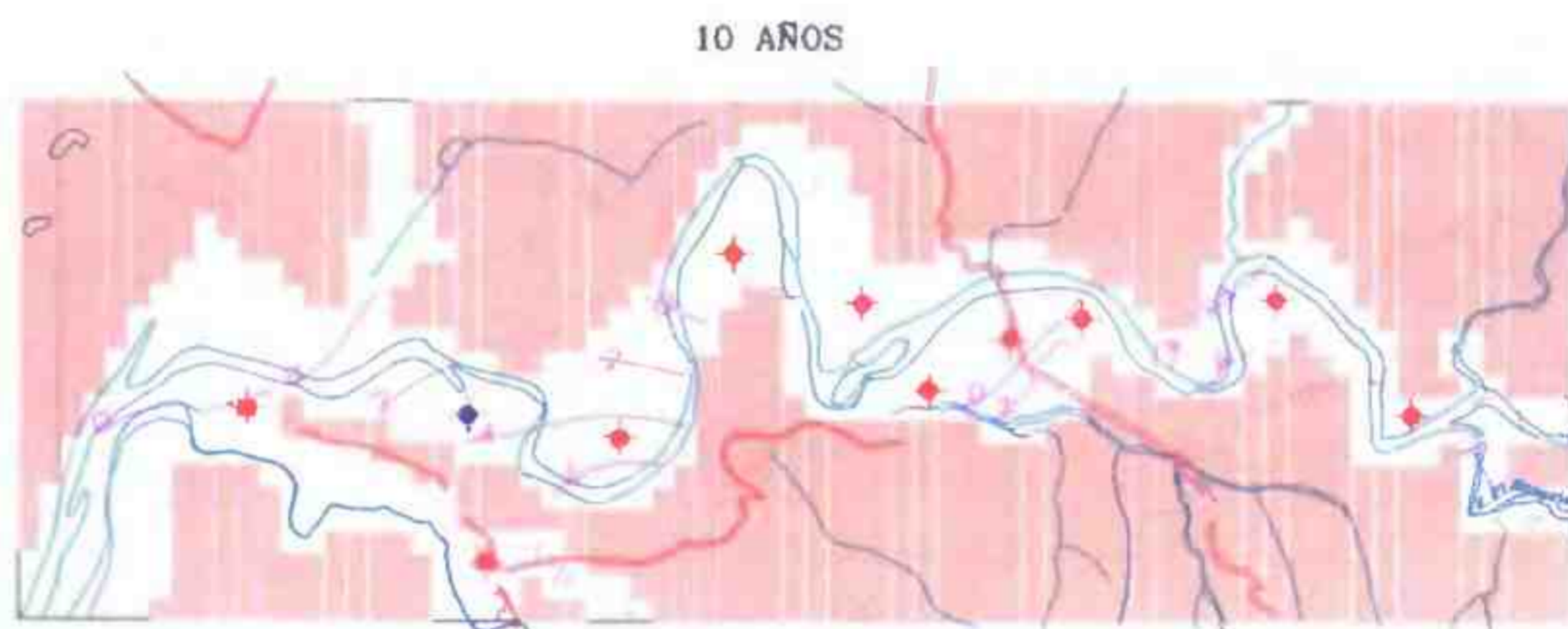
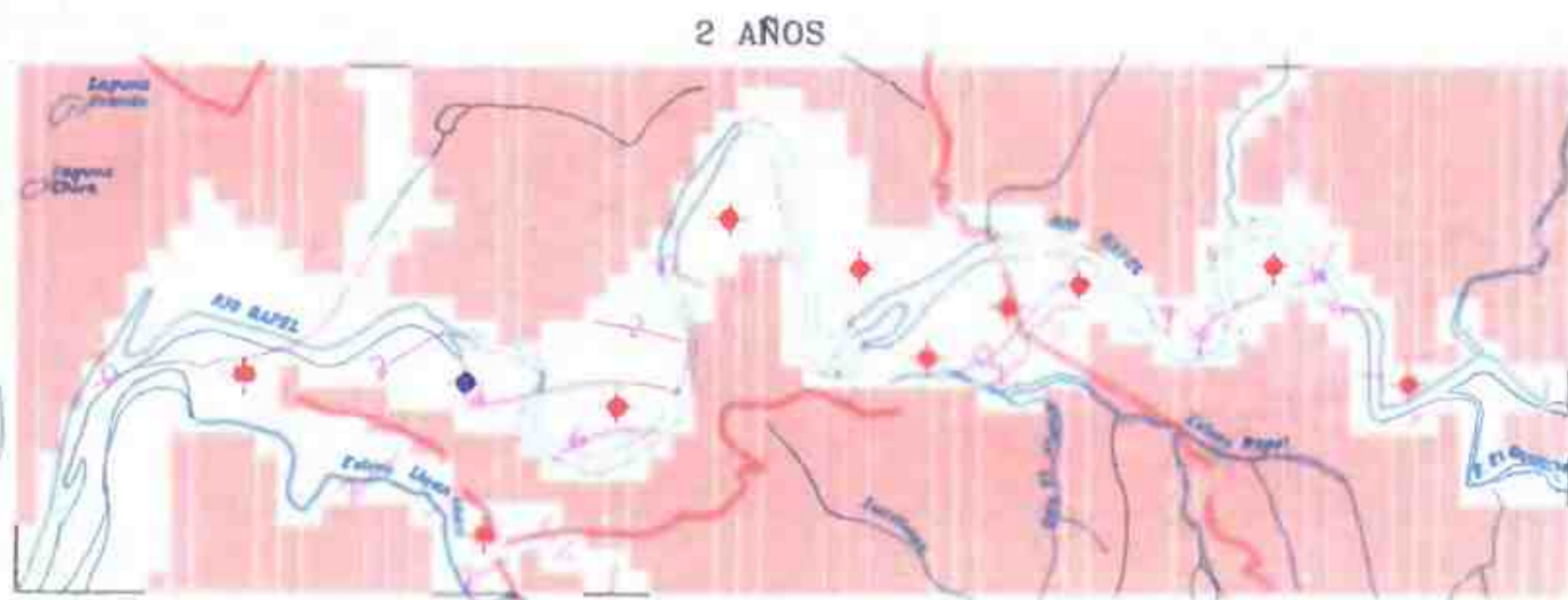
■ Norias Existentes

◆ Pozos Essel

◆ Bombeo Simulado

Figura N:9.9

SIMULACION CUENCA RIO RAPEL
CURVAS ISODESCENSO (m.s.n.m.)



● Norias Existentes

◆ Pozos Essel

◆ Bombeo Simulado

9.5 Modelo Cuenca Estero Topocalma

La malla del modelo consta de 1.080 celdas de 200·200m cada una, 27 filas y 40 columnas. En la Lámina N°16-b aparece la malla adoptada.

Para facilitar el proceso de calibración (sin incurrir en una aproximación a la solución), se adoptó a la salida del área modelada la condición de altura constante, que se mantiene fija durante la simulación en régimen permanente (calibración). El valor adoptado para cada celda se obtuvo a partir de la superficie freática del año 1998 y se fijó en 3 m.s.n.m.

Calibración:

En la Figura N°9.10 aparecen la permeabilidad (K) ajustadas para el modelo en cada sector. Los valores ajustados para cada zona se determinaron teniendo presente los valores de permeabilidad estimadas anteriormente.

La recarga del acuífero considera la infiltración por precipitación directa y riego determinadas anteriormente (Cuadro N° 7.13 y N° 7.16). Para la infiltración desde los cauces superficiales se considera como valor máximo para comenzar la calibración lo señalado en el Cuadro N°7.12 ajustándose en este proceso el valor adoptado, que resultó del orden de 2 l/s/km. en el estero Topocalma y de 0.1 l/s/km. en el estero La Serena.

Para la recarga subterránea se considera la calculada en el Cuadro 7.6, ambos al iniciar el proceso de calibración y los valores ajustados durante este proceso se muestran en el siguiente Cuadro, en el que se incluye, además el valor de recarga adoptado en la modelación, el rango determinado anteriormente (Cuadro N° 7.6) entre los cuales debería ajustarse la recarga dentro de la calibración del modelo.

Cuadro N°9.2

Recarga Acuífero Modelo Topocalma			Recarga Estimada (*)
Tipo de Recarga	Caudal		l/s
	m ³ /d	l/s	
Infiltración Precipitación	1.418	16	
Infiltración Riego	180	2	
Infiltración Ríos:			
Estero Topocalma	1.664	19	
Estero La Sirena	67	1	
Recarga Subterránea:			
Est. Topocalma	480	6	2 – 8
Est. El Manzano	640	7	7 – 20
Est. La Leonera	2.000	23	15 – 70
Est. El Maqui	280	3	9 – 30
Est. Los Quillayes	1.600	19	12 – 50
TOTAL	8.329	96	

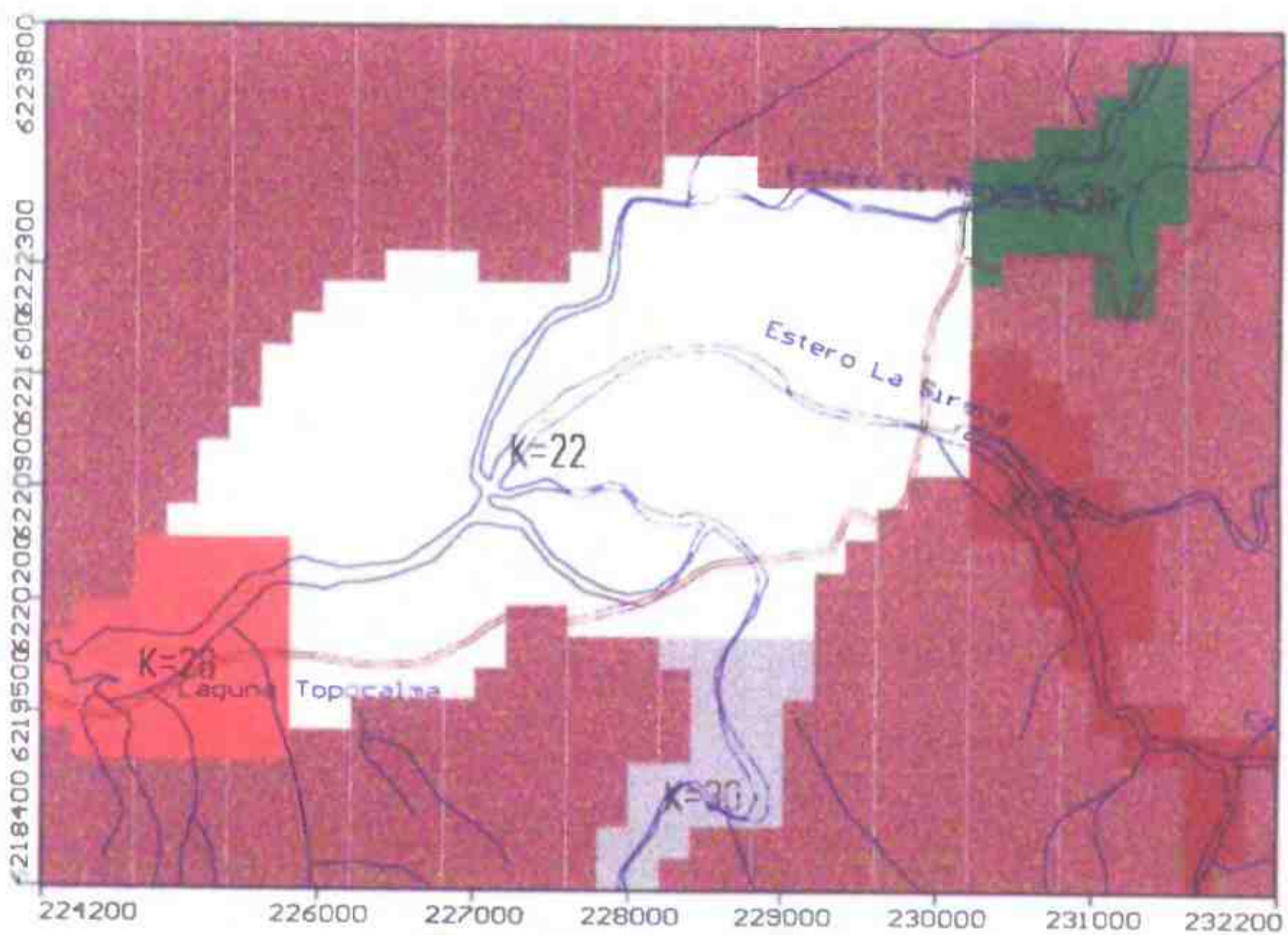
(*) Según la caracterización del acuífero

De la tabla anterior, se observa que los valores ajustados para la recarga están en general dentro del rango esperado, salvo el estero El Maqui, donde la calibración ajustó una recarga de sólo 3 l/s, inferior al valor mínimo esperado.

No se consideró para la calibración descarga artificial por bombeo ya que en el área modelada solo existe un pozo de escasa explotación, lo cual no tiene incidencia en la calibración.

En la Figura N°9.11 se muestra en perfiles la elevación del basamento considerado en el modelo siendo 0 el nivel del mar, donde se incluye el nivel freático simulado. En la Figura N°9.12 se observa la superficie freática obtenida del proceso de calibración.

Figura N° 9.10



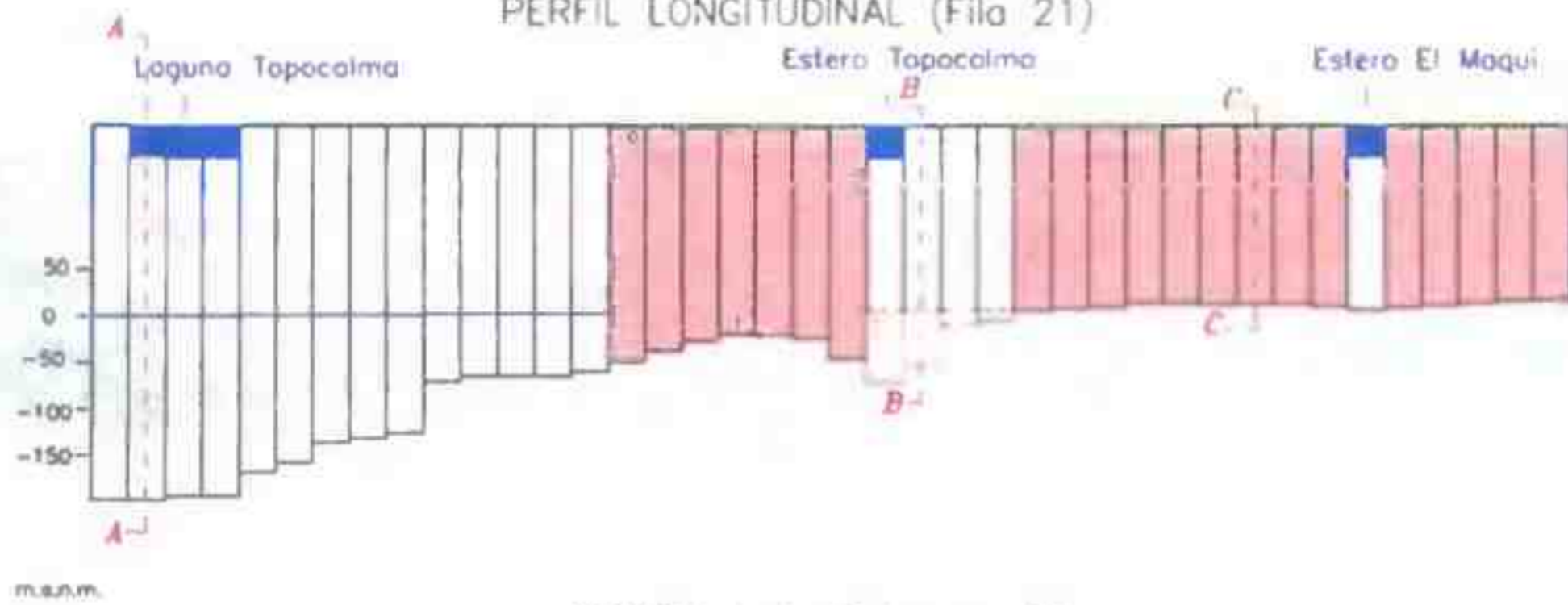
Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeología Topocalma
 Description: Permeabilidad (m/d)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

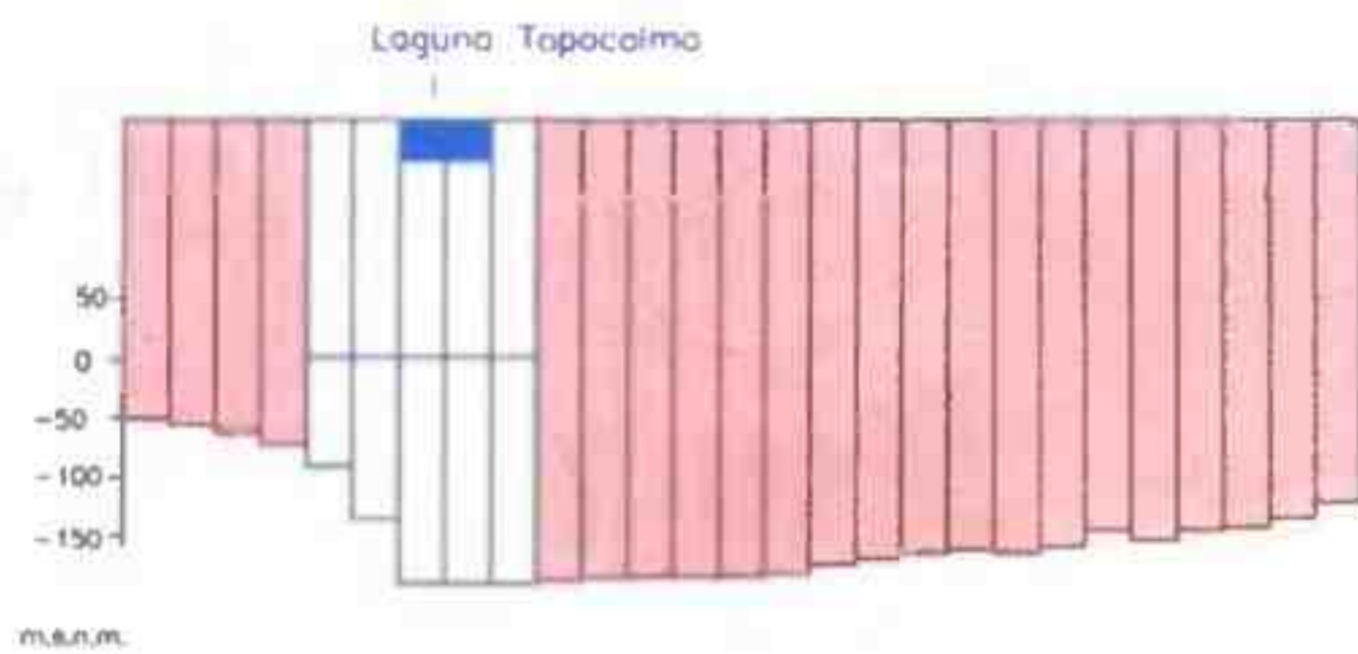
Figura N:9.11

BASAMENTO ACUIFERO ESTERO TOPOCALMA

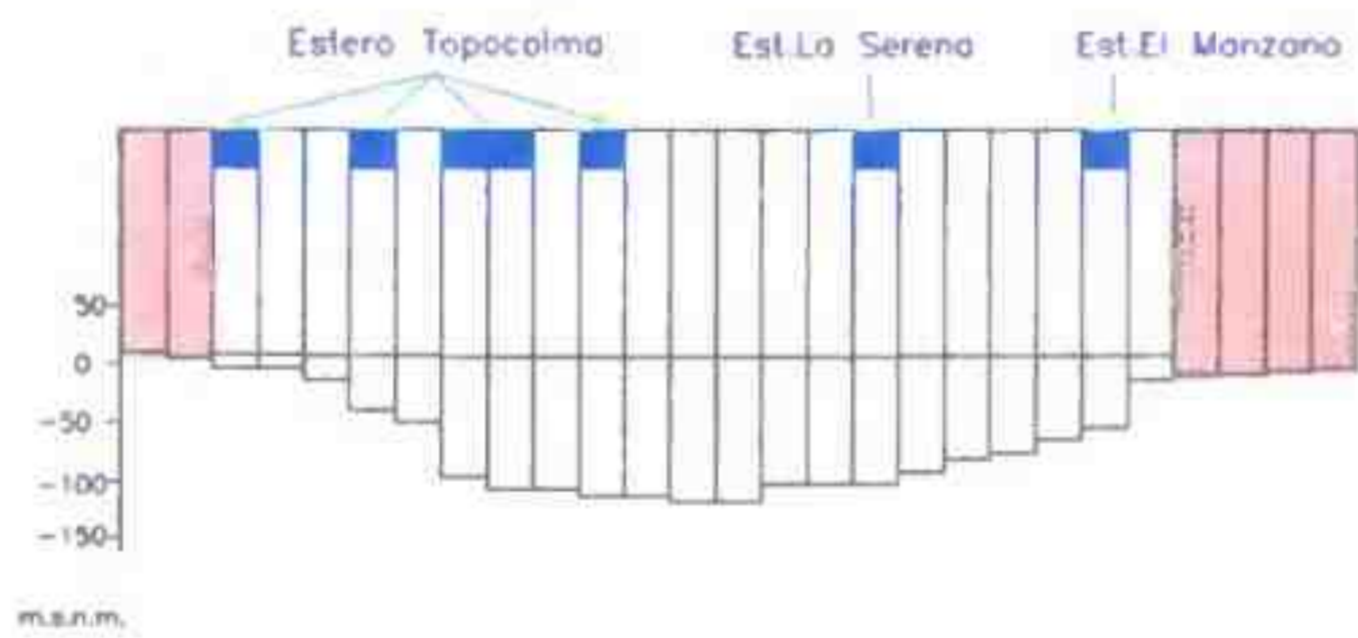
PERFIL LONGITUDINAL (Fila 21)



CORTE A-A (Columna 2)



CORTE B-B (Columna 23)



CORTE C-C (Columna 32)

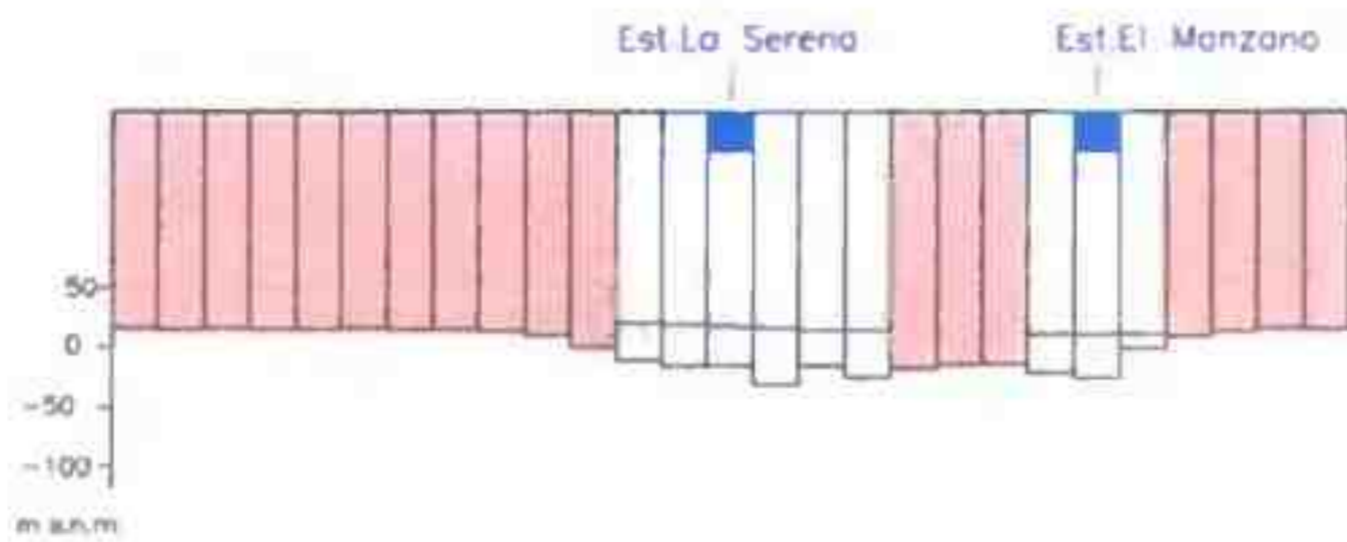
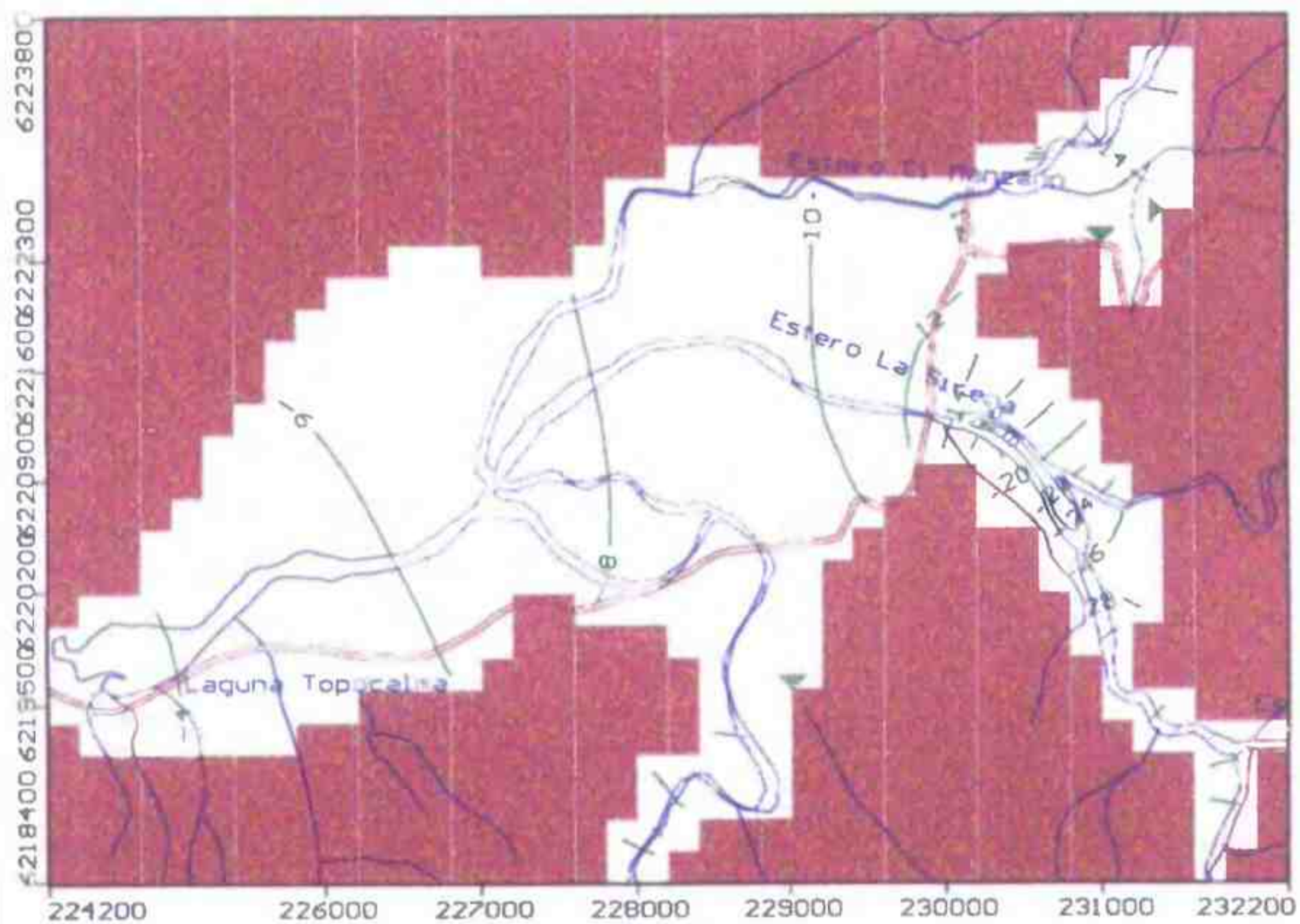


Figura N° 9.12



Sitac S.A. Chile
 Project: Hidrogeologia Topocalma
 Description: Calib. Equipoten. (msnm)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

Simulación 20 años

Al no haber en este sector, explotación para agua potable sólo se consideraron bombeos simulados que representan captaciones nuevas que podrían explotarse en el área.

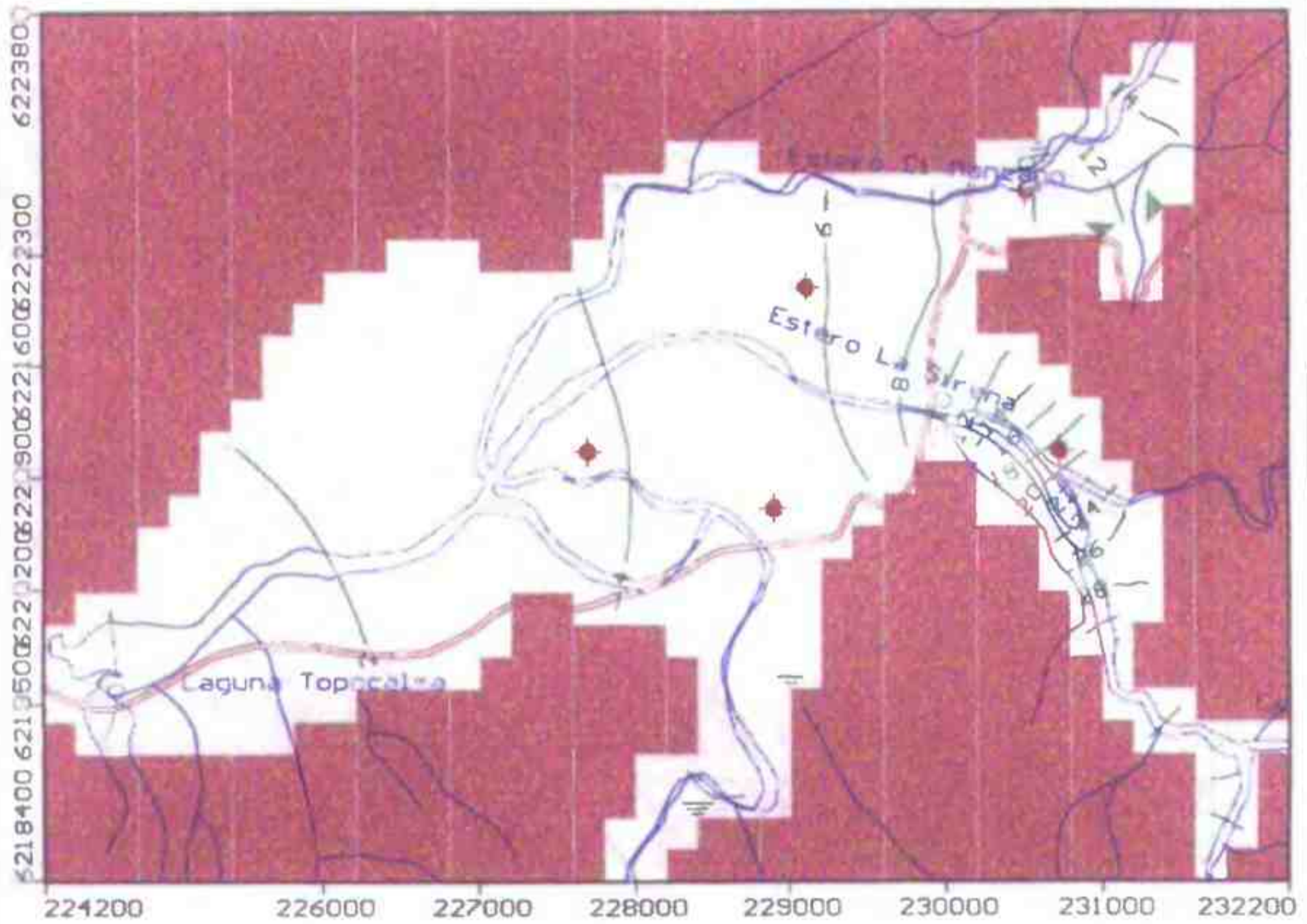
El período de simulación se proyectó hasta 20 años, es decir hasta el año 2018. La simulación se realiza en régimen transiente, utilizando los parámetros determinados en el proceso de calibración.

En total se incluyeron 5 captaciones simuladas (pozos no existentes) suponiendo un caudal de 15 l/s en tres de ellos y 10 l/s en los otros dos, y en cada pozo considerando un bombeo de 12 horas diarias (32,5 l/s como caudal medio total).

En la Figura 9.13 (a, b y c) se observa la superficie freática simulada para una explotación a 2, 10 y 20 años, y en la Figura N°9.14 (a, b y c) las curvas de isodescenso para los mismos años con respecto a 1998.

Observando los resultados se concluye que para la explotación simulada hay un descenso de niveles que podría tener un efecto significativo para el acuífero, siendo la zona de más aguas arriba la más afectada, con descensos de niveles de hasta 14 m. al cabo de 20 años de explotación. Más abajo, en el sector de la confluencia de los esteros Topocalma, El Manzano y La Sirena, los descensos son poco significativos.

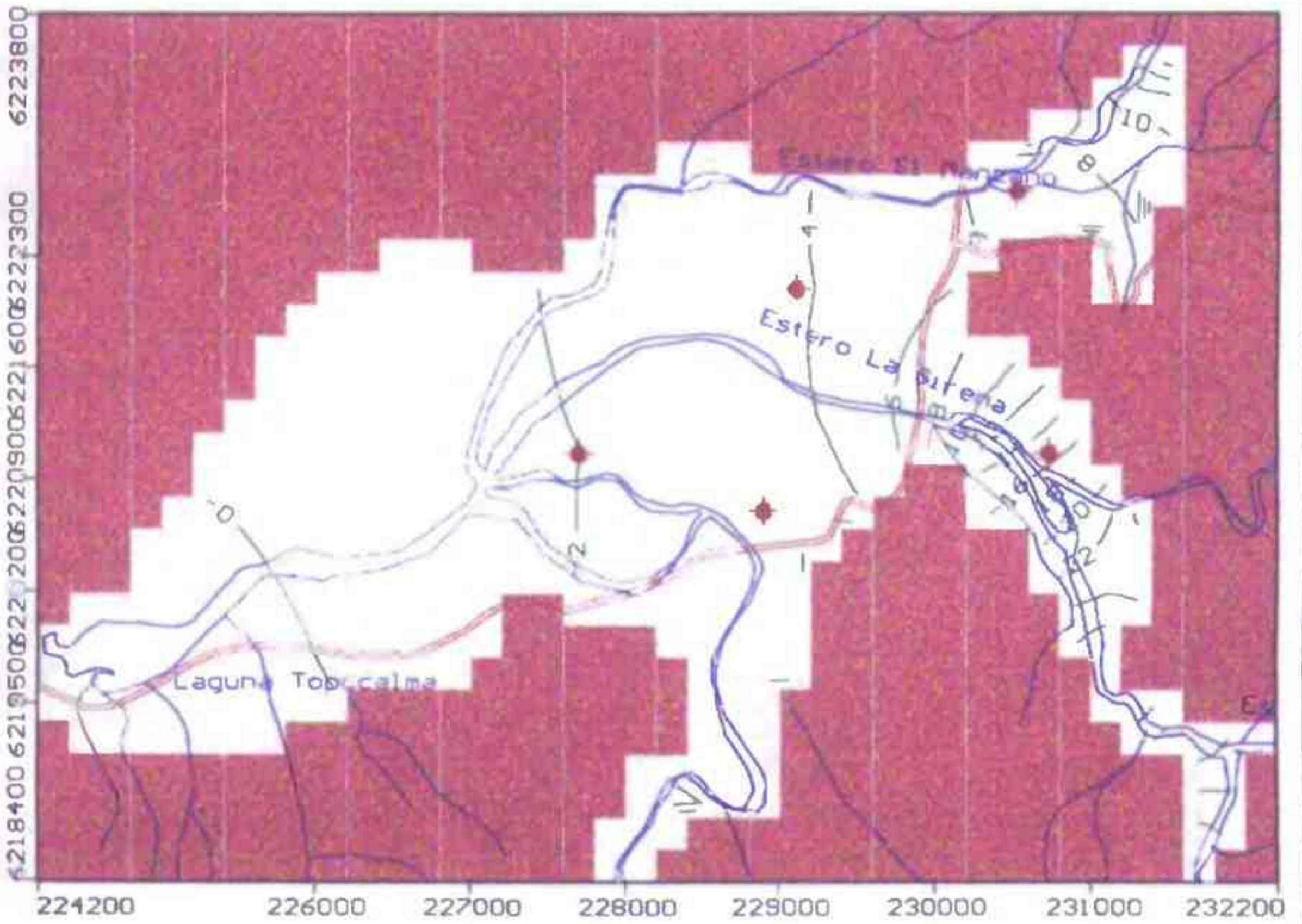
Figura Nº 9.13a



Sitac S.A. Chile
 Project: Hidrogeología Topocalma
 Description: Equipoten. 2 years (msnm)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

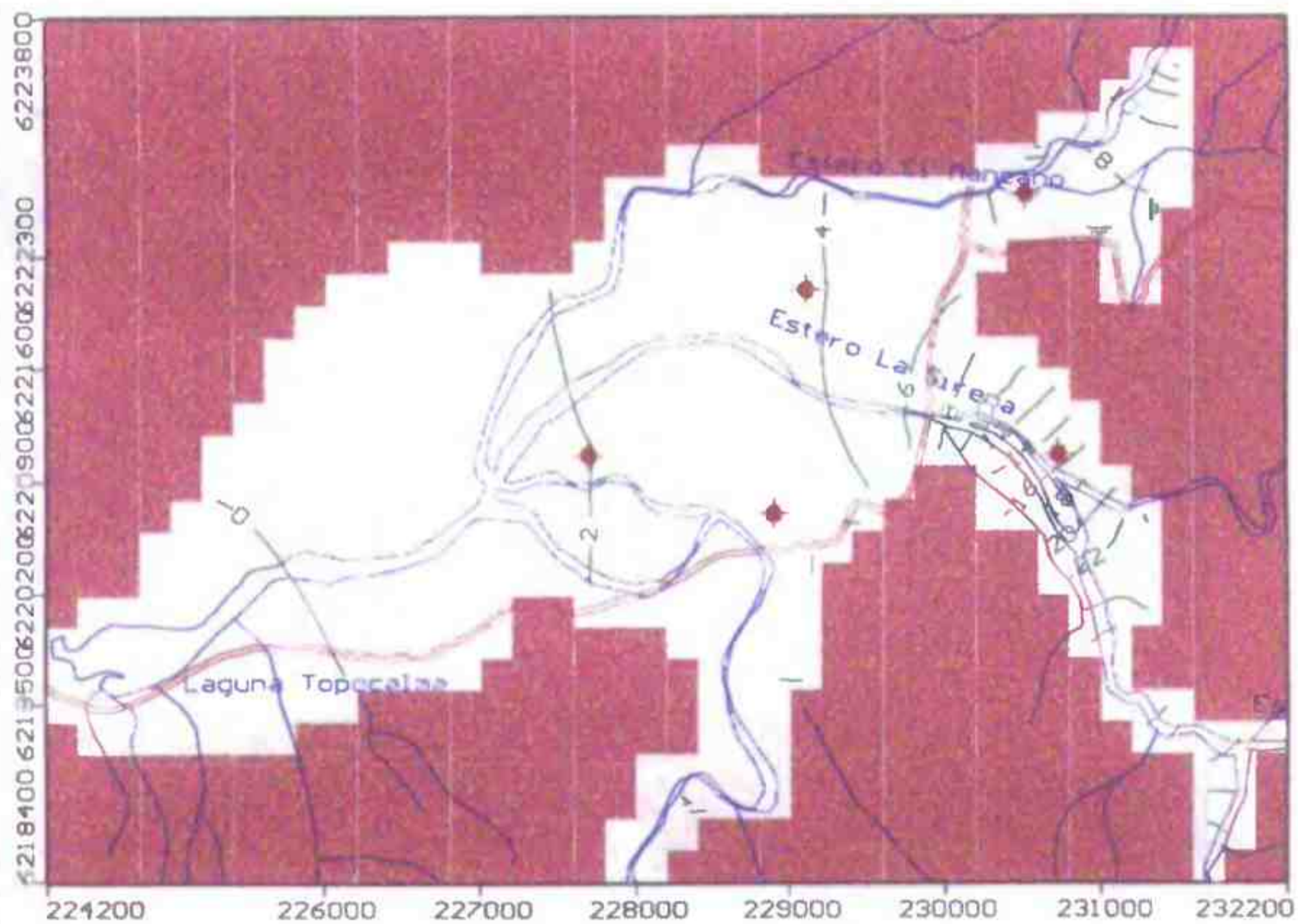
Figura N° 9.13b



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeología Topocalma
 Description: Equipot. 10 years (msnm)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

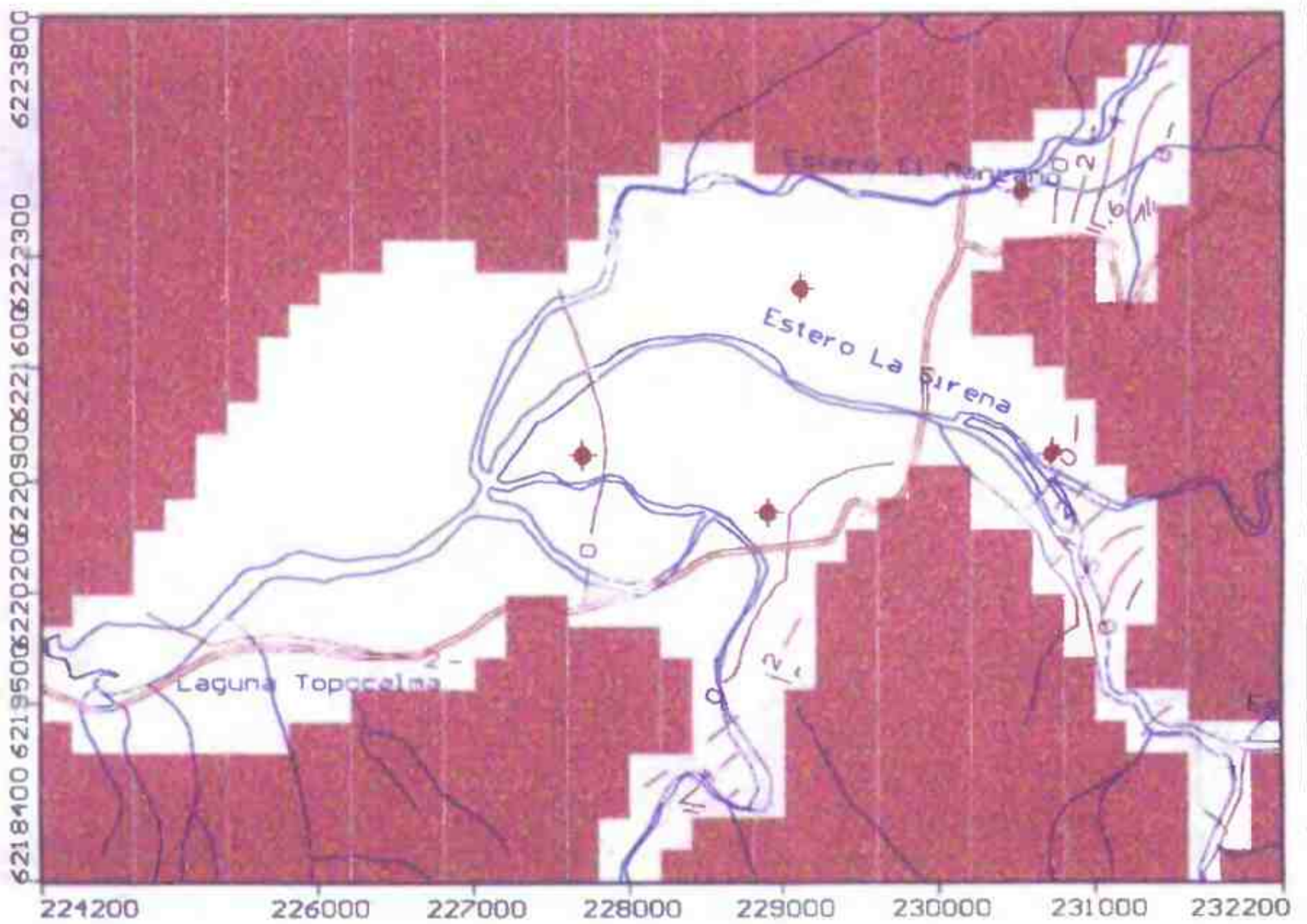
Figura N° 9.13c



Sítac S.A., Chile
 Project: Hidrogeología Topocalma
 Description: Equipot. 20 years (msnm)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

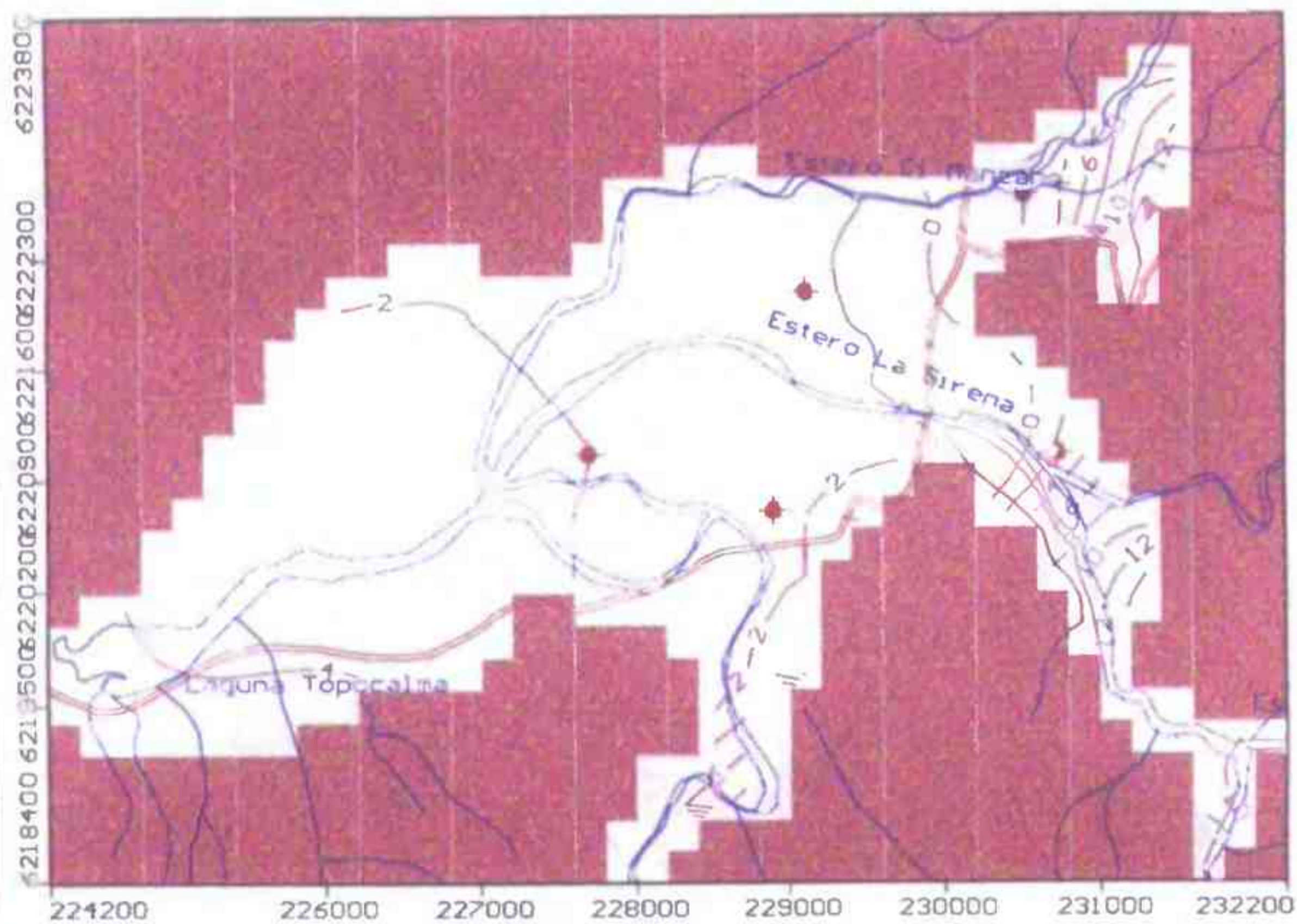
Figura N° 9.14a



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeología Topocalma
 Description: Isodescenso 2 years (m)
 14 May 88

Visual MODFLOW v.2.81, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

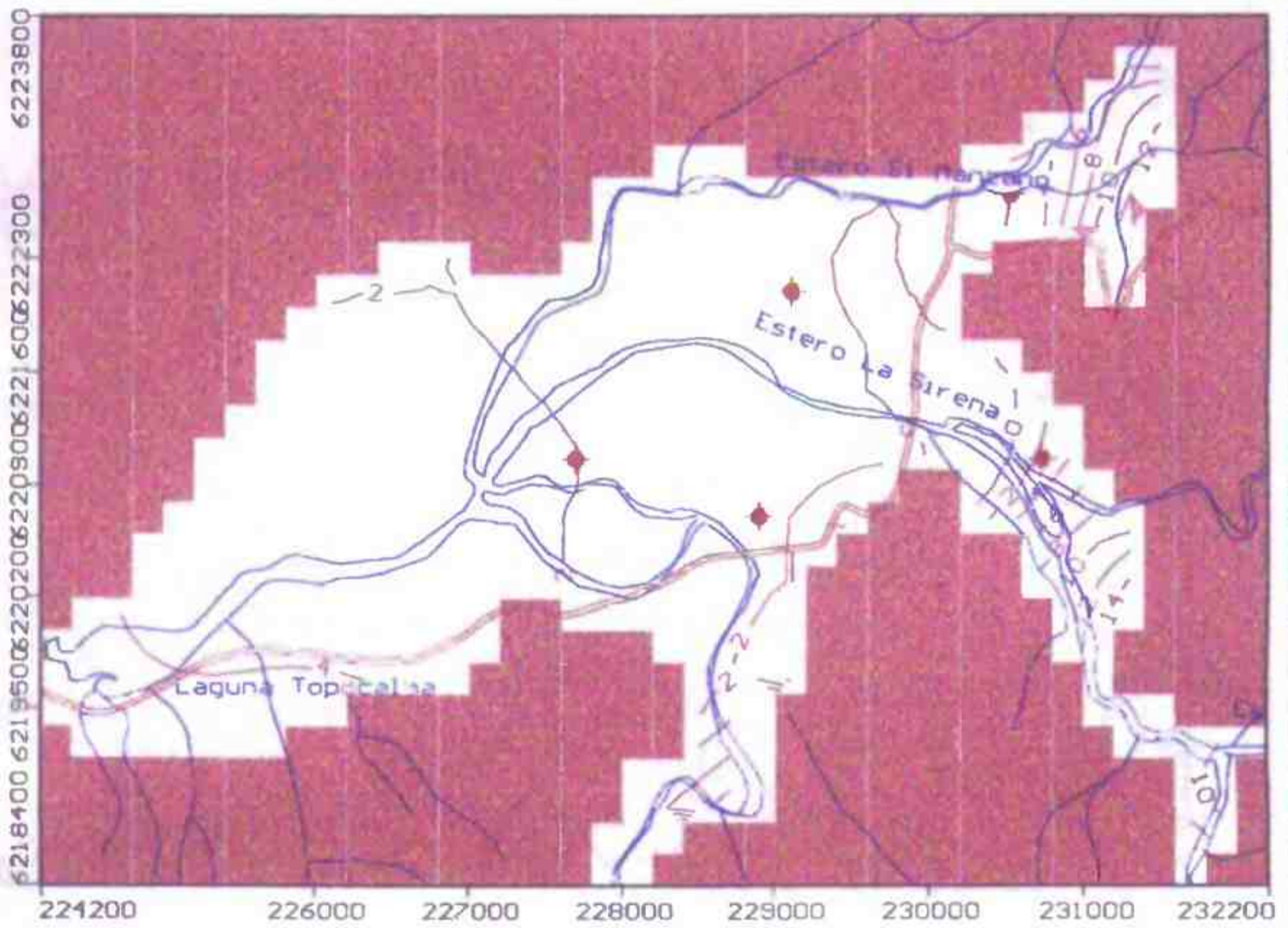
Figura N° 9.14b



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeología Topocalma
 Description: Isodescenso 10 years (m)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

Figura N° 9.14c



Sítac S.A., Chile
 Project: Hidrogeología Topocalma
 Description: Isodescenso 20 years (m)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 40 NR: 27 NL: 1
 Current Layer: 1

9.6 Modelo Cuenca Estero Nilahue Bajo

La malla del modelo consta de 1.568 celdas de 200·200m cada una, 49 filas y 32 columnas. En la Lámina N°16-c aparece la malla adoptada.

Para facilitar el proceso de calibración (sin incurrir en una aproximación a la solución), se adoptó a la salida del área modelada la condición de altura constante, que se mantiene fija durante la simulación en régimen permanente (calibración). El valor adoptado para cada celda se obtuvo a partir de la superficie freática del año 1998 y se fijó en -1 m. (bajo nivel del mar) El valor negativo se explica debido a que la salida o descarga subterránea en este modelo se produce directamente al mar, estimándose la profundidad de la napa a 1m bajo el nivel del mar.

Calibración:

En la Figura N°9.15 aparecen la permeabilidades (K) ajustadas para el modelo en cada sector. Los valores ajustados para cada zona se determinaron teniendo presente los valores de permeabilidad estimadas anteriormente.

La recarga del acuífero considera la infiltración por precipitación directa determinada anteriormente (Cuadro N° 7.13). No se considera infiltración por riego, ya que es prácticamente inexistente en esta área. Para la infiltración desde los cauces superficiales se considera como valor máximo para comenzar la calibración lo señalado en el Cuadro N° 7.12, ajustándose en este proceso el valor adoptado, que resultó del orden de 2 l/s/km. en el estero Nilahue en el sector de Laguna Cahuil, de 1 l/s/km. en el estero El Quillay hasta unos 2 km. aguas arriba y de 0,2 l/s/km. en el estero El Quillay. El ajuste determinó que la infiltración desde esteros no existe aguas bajo de la Laguna Cahuil, lo que puede explicarse debido a la poca profundidad de la napa subterránea que produce una saturación del suelo que impide la infiltración.

Para la recarga subterránea se considera la calculada en el Cuadro 7.6, ambos al iniciar el proceso de calibración y los valores ajustados durante este proceso se muestran en el siguiente Cuadro, en el que se incluye, además del valor de recarga adoptado en la modelación, el rango determinado anteriormente (Cuadro N° 7.6) entre los cuales debería ajustarse la recarga dentro de la calibración del modelo.

Cuadro N°9.3

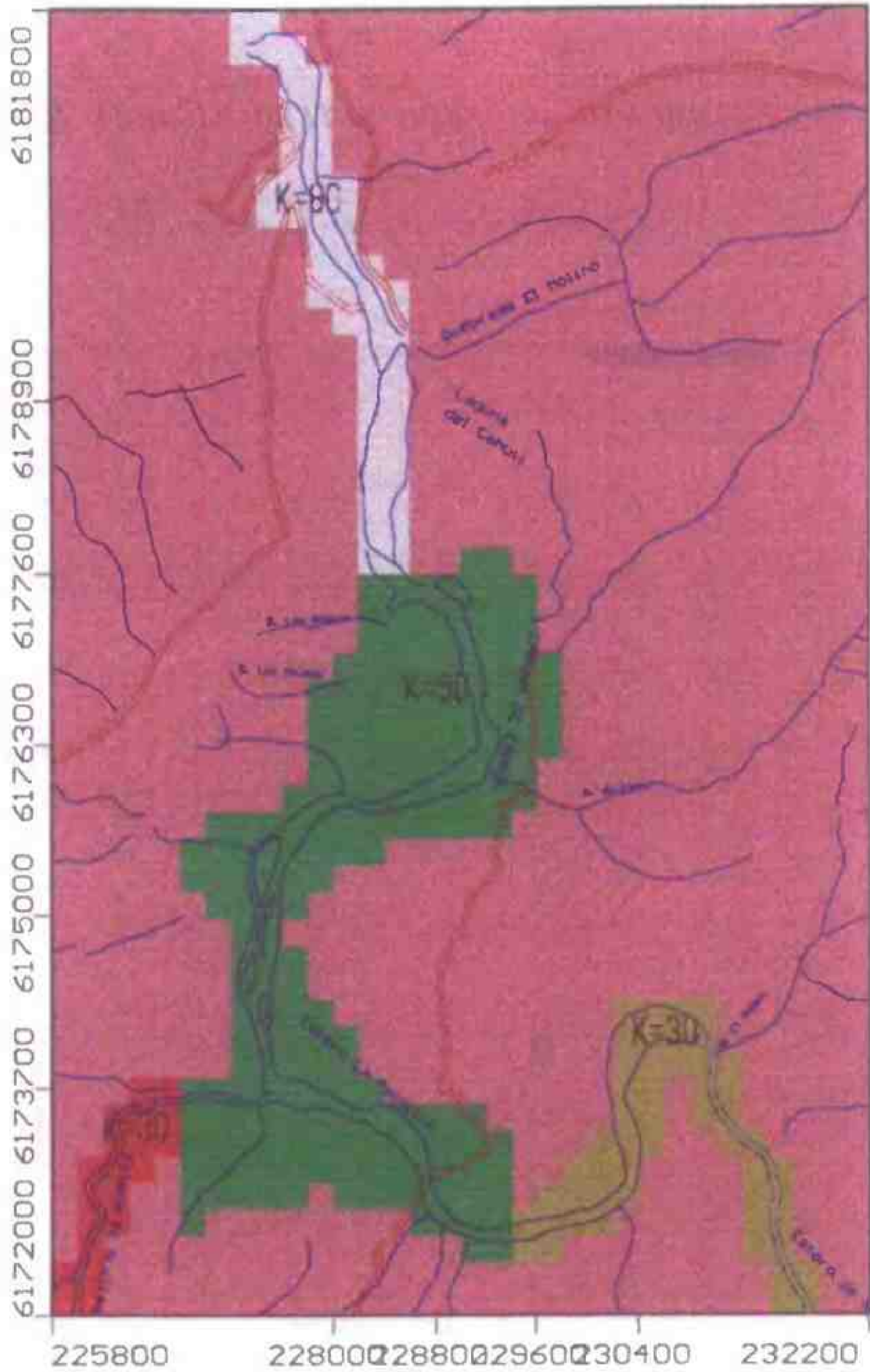
Recarga Acuífero Modelo Nilahue Bajo			
Tipo de Recarga	Caudal Modelo		Recarga Estimada (*) l/s
	m ³ /d	l/s	
Infiltración Precipitación	261	3	
Infiltración Riego	0	0	
Infiltración Ríos:			
Est. Nilahue (sector Lag. Cahuil)	800	9	
Est. Nilahue (sector La Palmilla)	260	3	
Est. El Quillay	56	1	
Recarga Subterránea:			
Estero Nilahue	640	7	5 - 20
Estero El Quillay	80	1	1 - 6
TOTAL	2.097	24	

(*) Según caracterización del acuífero (Cap. N° 7.3)

De la tabla anterior se observa que los valores ajustados para la recarga están cerca del límite inferior del rango calculado en la caracterización del acuífero.

No se consideró para la calibración descarga artificial por bombeo ya que en el área modelada no existen pozos de explotación significativa que tenga incidencia en la calibración.

En la Figura N°9.16 se muestra en perfiles la elevación del basamento considerado en el modelo, donde se incluye el nivel freático simulado. En la Figura N°9.17 se observa la superficie freática obtenida del proceso de calibración.



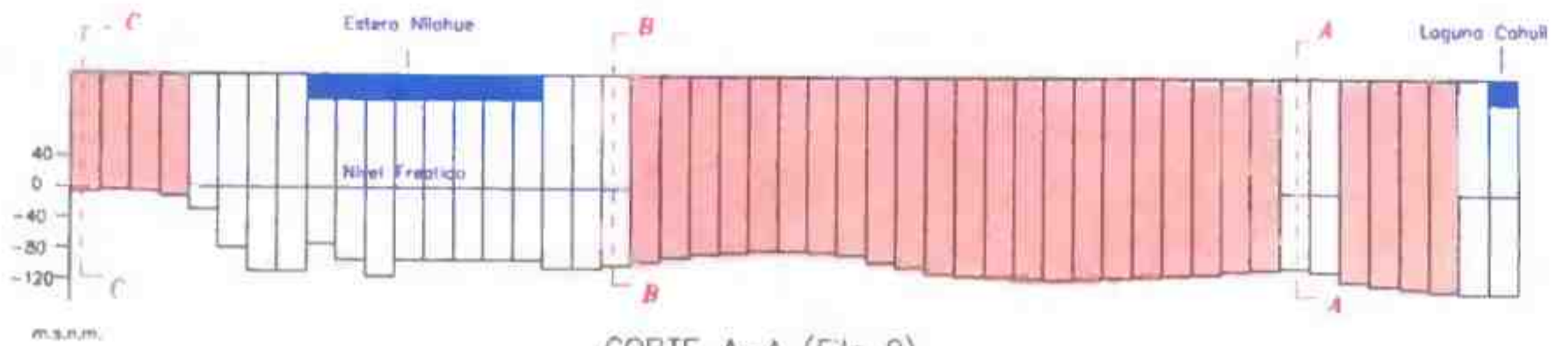
Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeo. Nilahue Bajo
 Description: Permeabilidad (m/d)
 14 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 32 NR: 49 NL: 1
 Current Layer: 1

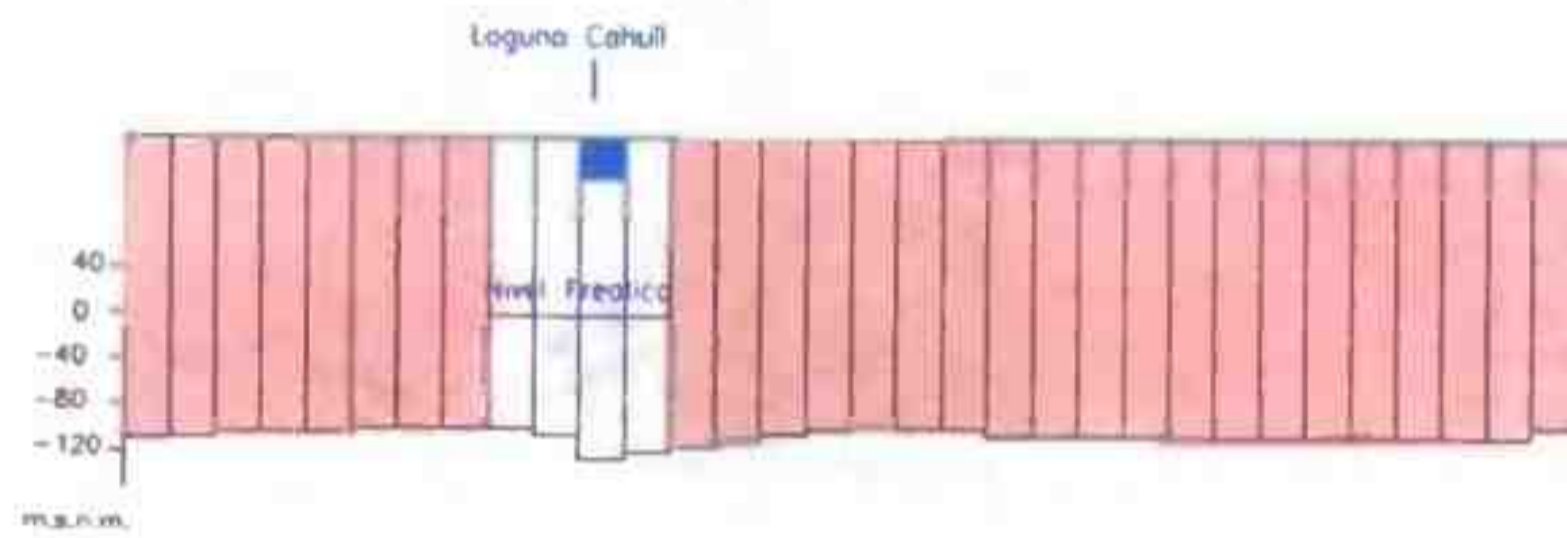
Figura N° 9.16

BASAMENTO ACUIFERO ESTERO NILAHUE BAJO

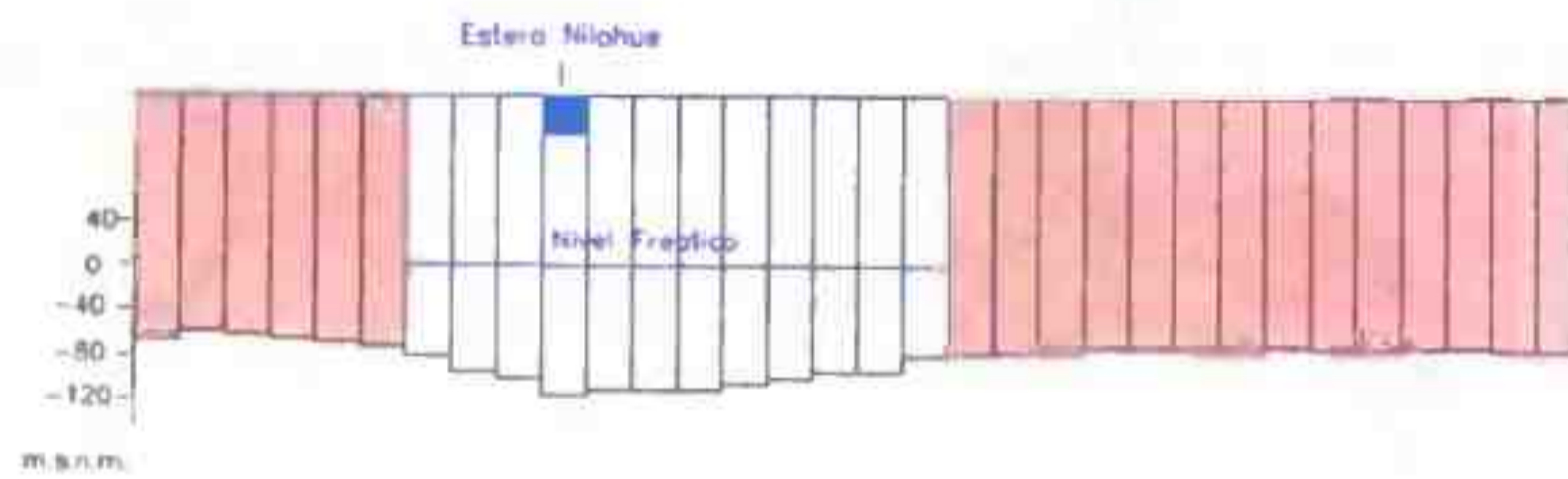
PERFIL LONGITUDINAL (Columna 9)



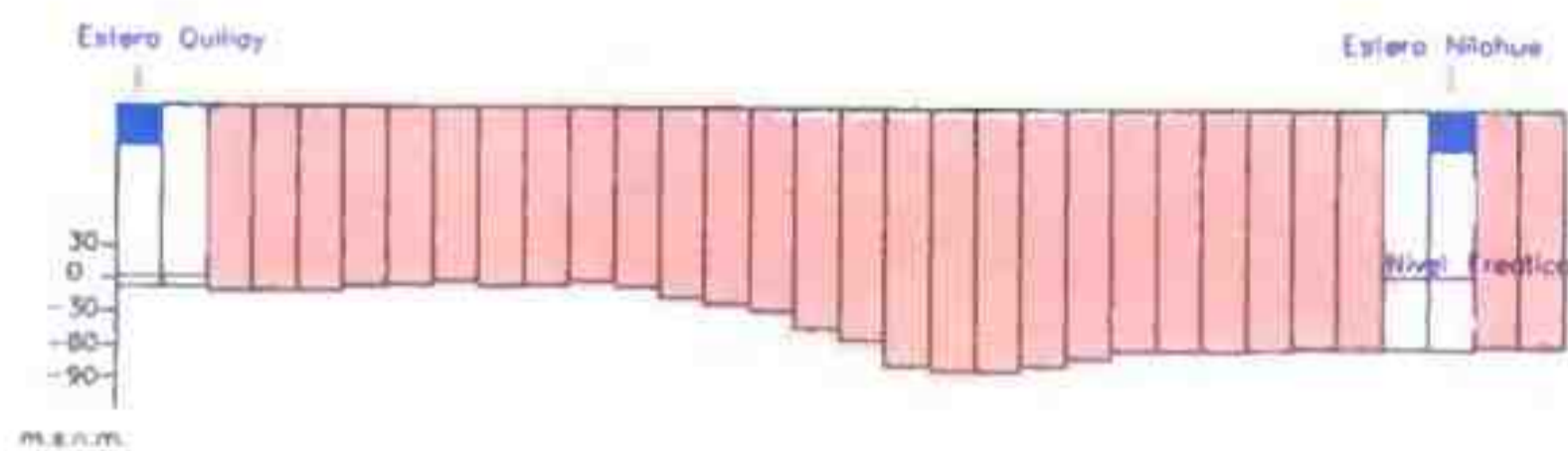
CORTE A-A (Fila 8)



CORTE B-B (Fila 31)



CORTE C-C (Fila 49)



Simulación 20 años

Al no haber en este sector explotación significativa actualmente, sólo se consideraron bombeos simulados que representan captaciones nuevas que podrían explotarse en el área.

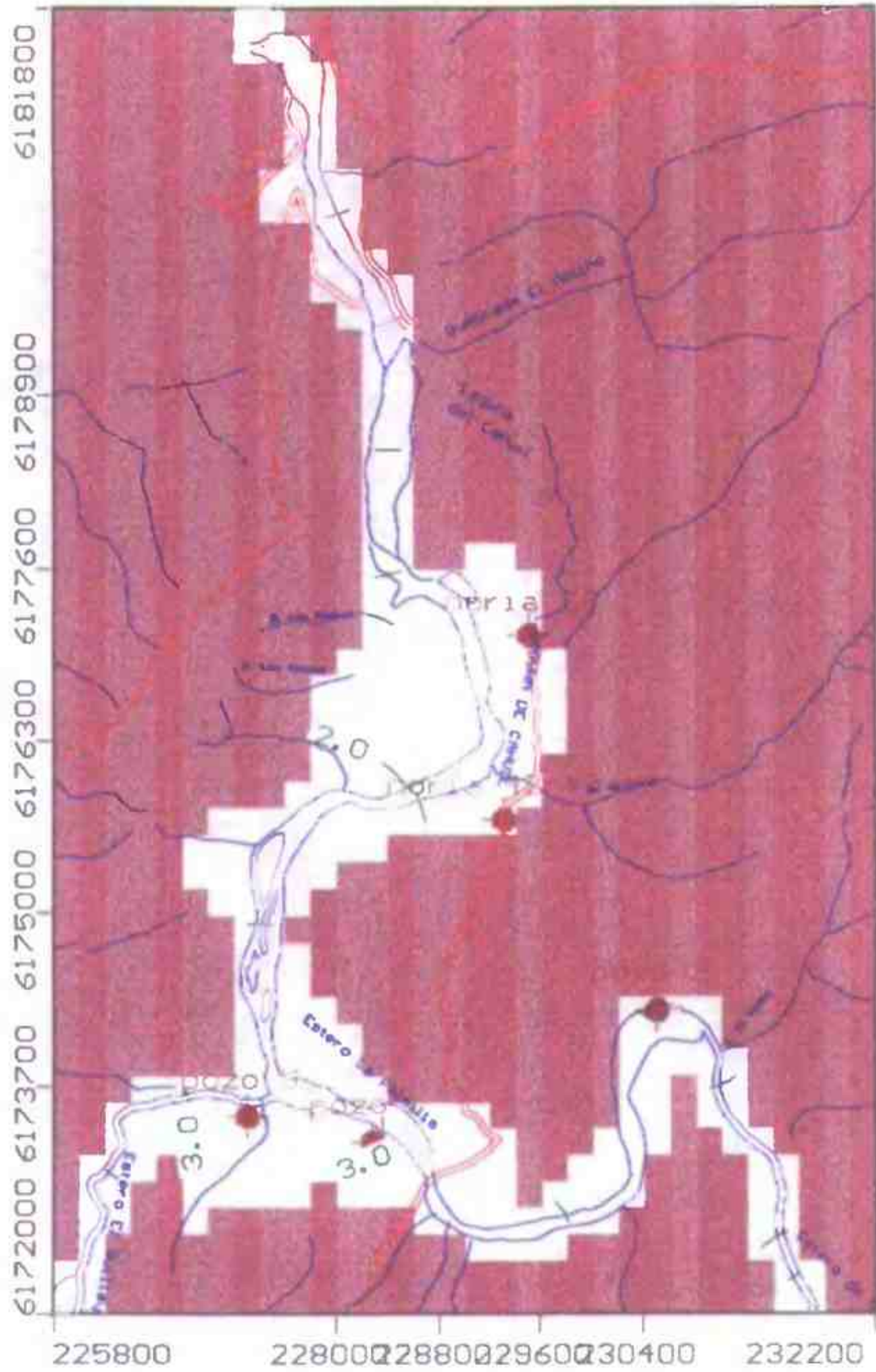
El período de simulación se proyectó hasta 20 años, es decir hasta el año 2018. La simulación se realiza en régimen transiente, utilizando los parámetros determinados en el proceso de calibración.

En total se incluyeron dos norias existentes (de 0,2 l/s de rendimiento) y 3 captaciones simuladas (pozos no existentes) suponiendo en estos últimos un caudal de 15 l/s en cada pozo considerando un bombeo de 12 horas diarias. 23 l/s como caudal medio total. No se consideran las punteras de ESSEL en esta zona, las que se ubican fuera del área de modelo

En la Figura 9.18 (a, b y c) se observa la superficie freática simulada para una explotación a 2, 10 y 20 años, y en la Figura N°9.19 (a, b y c) las curvas de isodescenso para los mismos años con respecto a 1998.

Observando los resultados se tiene que para la explotación simulada no hay un efecto significativo para el acuífero, obteniéndose en toda el área descensos inferiores a 1 m. al cabo de 20 años de explotación. No se simularon bombeos mayores ya que por la posición de la superficie freática con respecto al nivel del mar, mayores descensos continuos en el tiempo significaría un riesgo de contaminación del acuífero por intrusión salina.

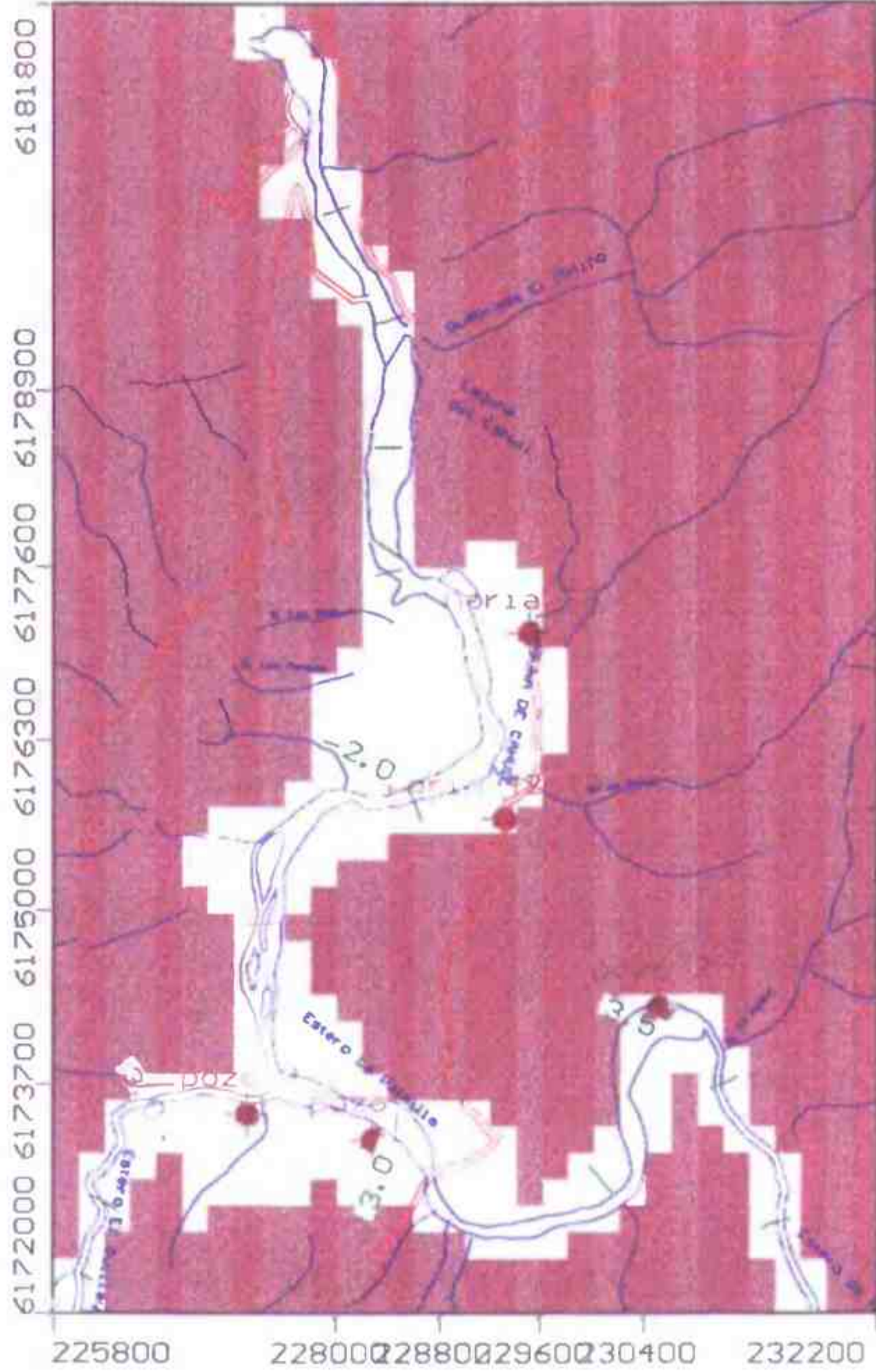
Figura N° 9.18a



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeo. Nilahue Bajo
 Description: Equipoten. 2 años (may 98)
 19 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 32 NR: 49 NL: 1
 Current Layer: 1

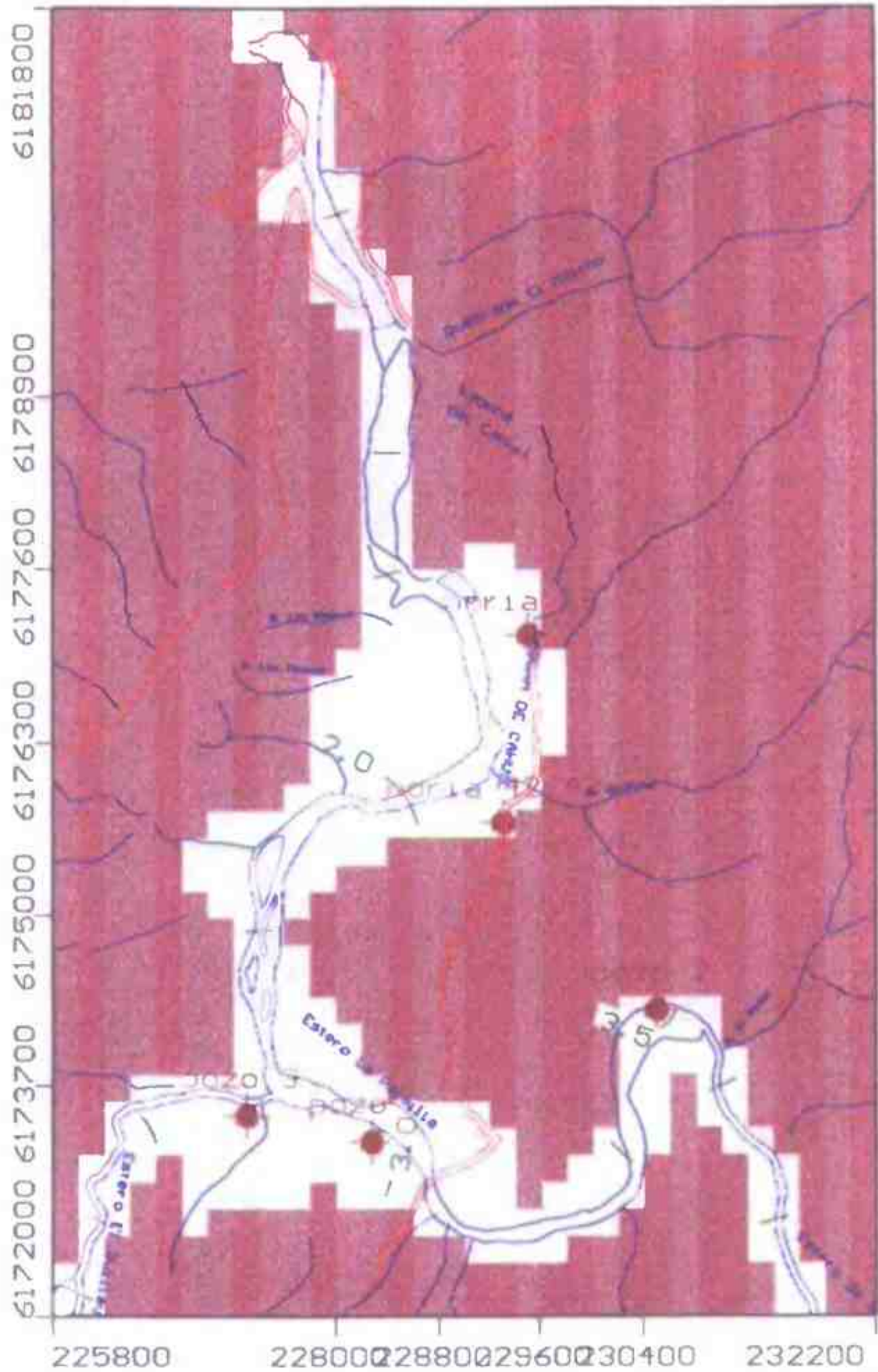
Figura N° 9.18b



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeo. Nilahue Bajo
 Description: Equipoten.10 years (msnm)
 19 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 32 NR: 49 NL: 1
 Current Layer: 1

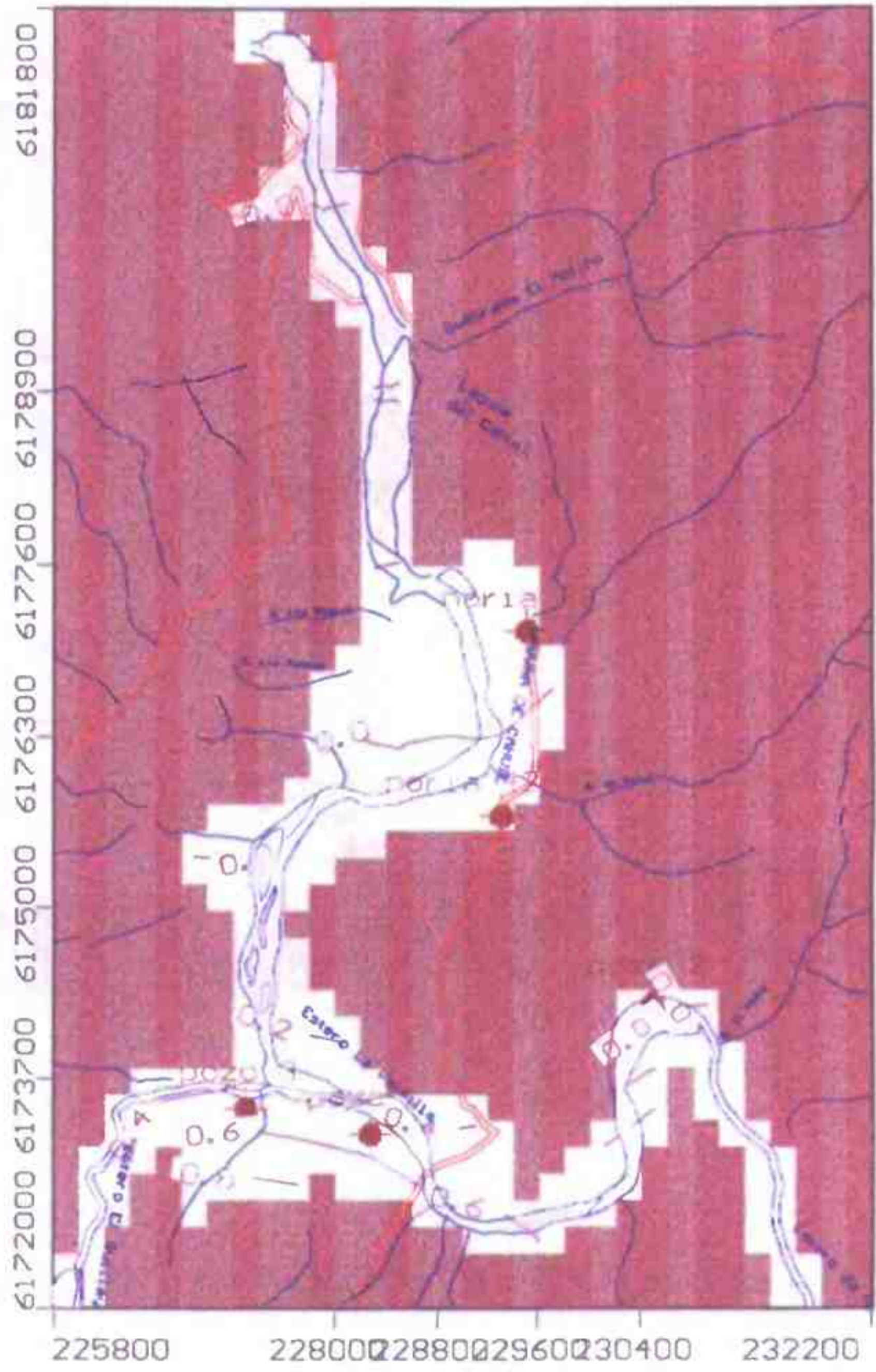
Figura N° 9.18c



Sitac S.A., Chile
Project: Hidrogeo. Nihue Bajo
Description: Equipoten. 20 years (msnn)
19 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
NC: 32 NR: 49 NL: 1
Current Layer: 1

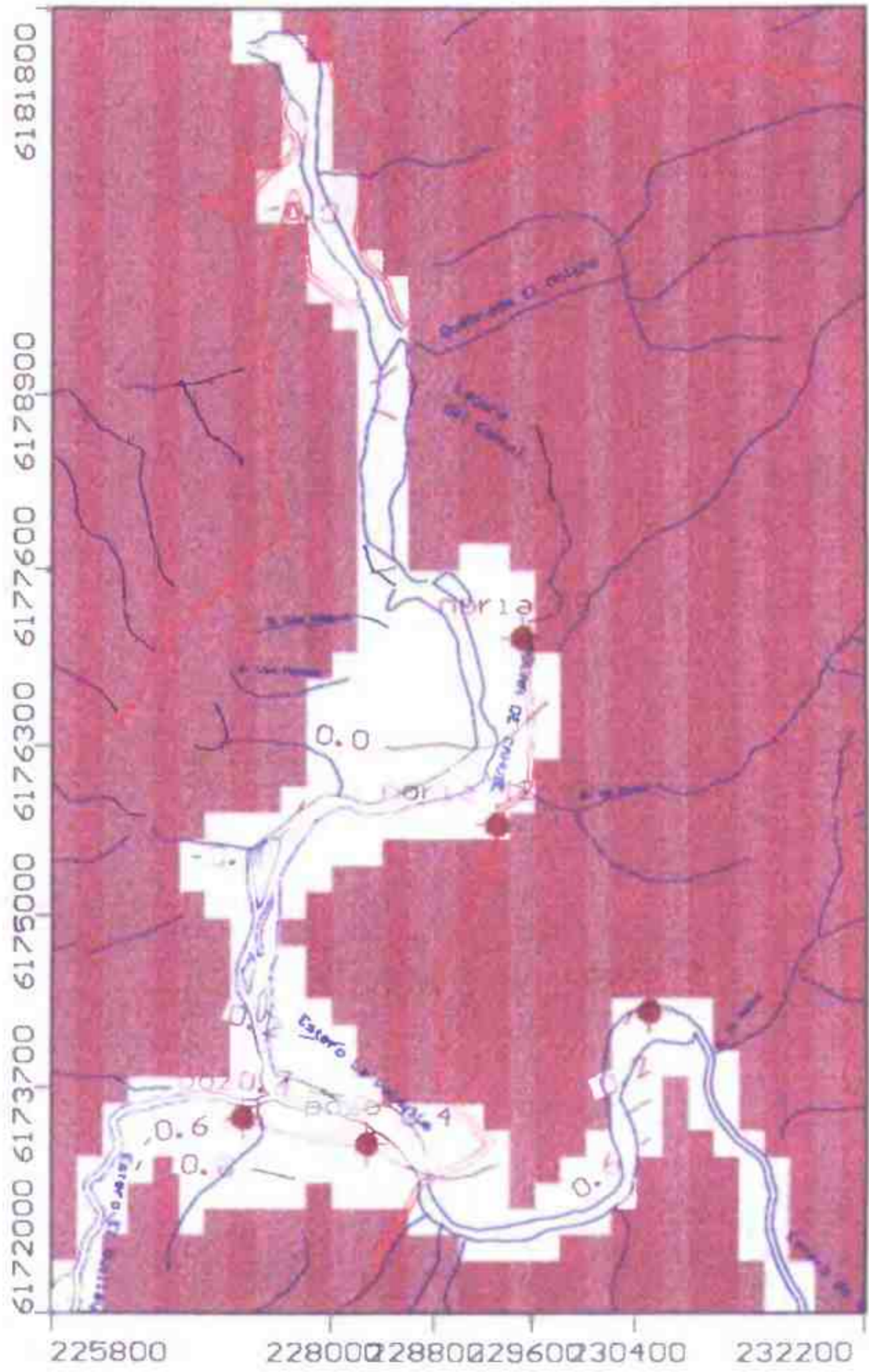
Figura N° 9.19a



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeo. Nillahue Bajo
 Description: Isodescenso 2 years (m)
 19 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 32 NR: 49 NL: 1
 Current Layer: 1

Figura N° 9.19c



Sitac S.A., Chile
 Project: Hidrogeo. Nillahue Bajo
 Description: Isodescenso 20 years (m)
 19 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
 Waterloo Hydrogeologic, Inc.
 NC: 32 NR: 49 NL: 1
 Current Layer: 1

9.7 Modelo Cuenca Nilahue Alto

La malla del modelo consta de 10.807 celdas, 107 filas y 107 columnas. En este caso se diferenci6 el tama1o de la celda seg6n el sector, habiendo de 250·250m, 250·500m y 500·500m. En la L6mina N°16-d aparece la malla adoptada.

Para facilitar el proceso de calibraci6n (sin incurrir en una aproximaci6n a la soluci6n), se adopt6 a la salida del 6rea modelada la condici6n de altura constante, que se mantiene fija durante la simulaci6n en r6gimen permanente (calibraci6n). El valor adoptado para cada celda se obtuvo a partir de la superficie fre6tica del a1o 1998 y se fij6 en 50 m.s.m.n.

Calibraci6n:

En la Figura N°9.20 aparecen la permeabilidades (K) ajustadas para el modelo en cada sector. Los valores ajustados para cada zona se determinaron teniendo presente los valores de permeabilidad estimadas anteriormente.

La recarga del ac6ifero considera la infiltraci6n por precipitaci6n directa y riego determinadas anteriormente (Cuadro N° 7.13 y N° 7.16). Para la infiltraci6n desde los cauces superficiales se considera como valor m6ximo para comenzar la calibraci6n lo se1alado en el Cuadro N°7.12, ajust6ndose en este proceso el valor adoptado, que result6 ser como sigue:

Estero	Q inf. (l/s/km.)
Nilahue antes Quiahue	0.4
Quiahue	0.3
Lolol	0.6
Nilahue entre Quiahue y Pumanque	0.6
Pumanque	0.2
Nilahue despu6s de Pumanque	3

Para la recarga subterr6nea se considera la calculada en el Cuadro 7.6, ambos al iniciar el proceso de calibraci6n y los valores ajustados durante este proceso se muestran en el siguiente Cuadro, en el que se incluye, adem6s del valor de recarga adoptado en la modelaci6n, el rango determinado anteriormente (Cuadro N° 7.6) entre los cuales deber6 ajustarse la recarga dentro de la calibraci6n del modelo.

Cuadro N°9.4

Recarga Acuífero Modelo Nilahue Alto			
Tipo de Recarga	Caudal		Recarga Estimada (*) l/s
	m ³ /d	l/s	
Infiltración Precipitación	4.276	50	
Infiltración Riego	593	7	
Infiltración Ríos:			
Est. Nilahue antes Est. Quiahue	459	5	
Est. Quiahue	238	3	
Est. Nilahue entre Quiahue y Pumanque	763	9	
Est. Lolol	800	9	
Est. Pumanque	141	2	
Recarga Subterránea:			
Est. Las Cardas	50	1	3 – 15
Est. Pumanque	1.625	19	14 – 60
Qda. Rincón Los Perales	500	6	6 – 25
Est. Nerquihue	450	5	4 – 13
Est. Collinque	625	7	4 – 15
Est. La Fortaleza	2.500	29	20 – 60
Est. Los Chacalles	2.500	29	20 – 70
Est. Quiahue	1.250	14	7 – 30
Est. Ranguillí	1.250	14	17 – 70
Est. Nilahue	2.250	26	10 – 40
TOTAL	20.270	235	

(*) Según caracterización del acuífero (Cap. 7.3)

De la tabla anterior que los valores ajustados para la recarga están en general dentro del valor medio del rango calculado en la caracterización del acuífero.

Para la calibración se consideró una descarga artificial por bombeo continuo por un total de 15,4 l/s, según el siguiente detalle:

Captación	Caudal	
	m ³ /d	l/s
A.P. Pumanque	130	1.5
Pozo 414	57	0.7
A.P. Nilahue Cornejo	42	0.5
Norias Hacienda Lolol (8)	100	1.2
A.P. Lolol (2 pozos)	268	3.1
Norias sector Lolol (15)	200	2.3
Norias sector La Palma	130	1.5
Norias sector Sta. Teresa (7)	90	1
Norias sector Montecillos (7)	90	1
Norias sector Membrillo (5)	65	0.8
Norias sector Membrillo 2 (12)	155	1.8
TOTAL	1.327	15.4

En la Figura N°9.21 se muestra en perfiles la elevación del basamento considerado en el modelo, donde se incluye el nivel freático simulado. En la Figura N°9.22 se observa la superficie freática obtenida del proceso de calibración.

Figura N° 9.20

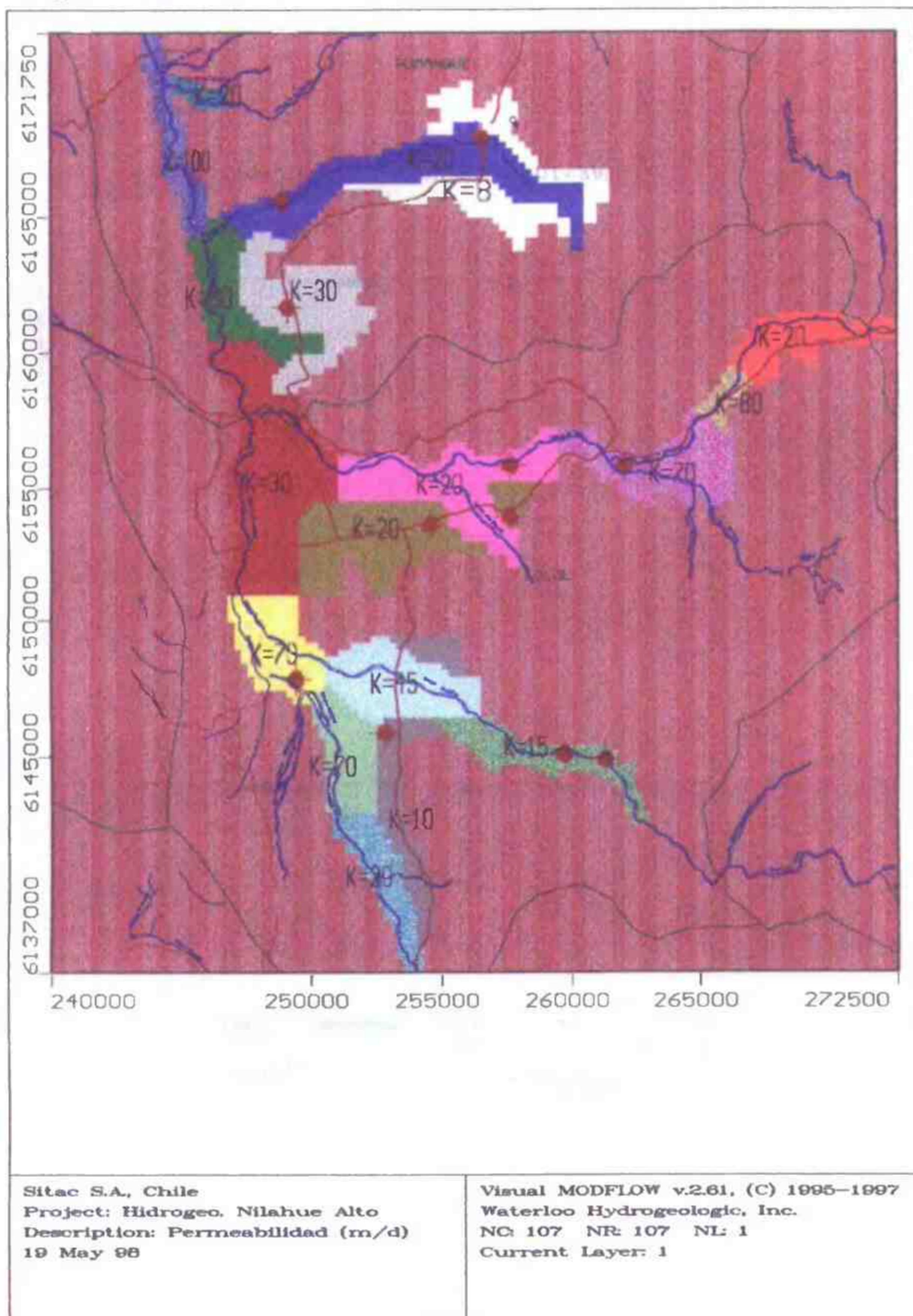
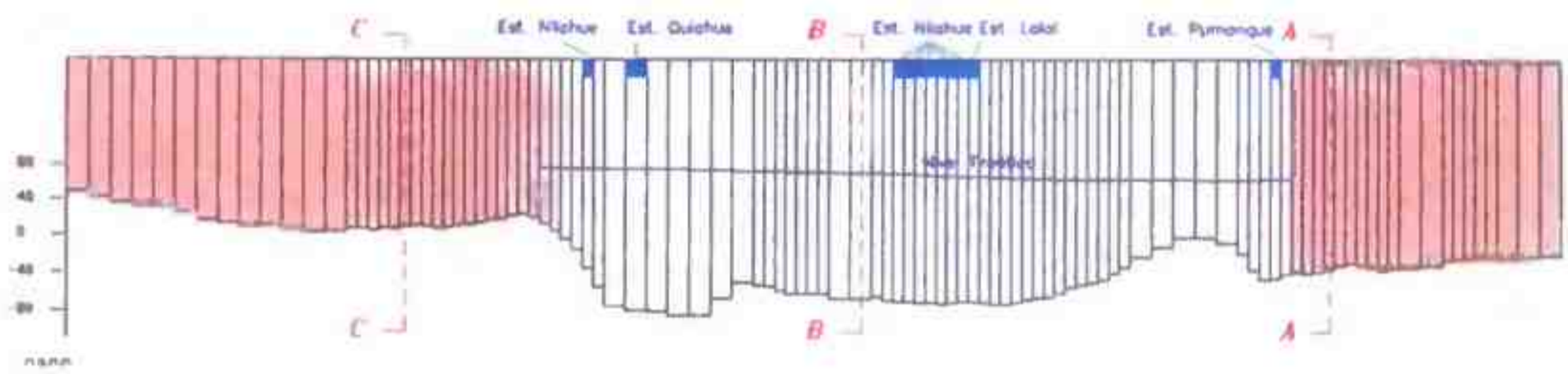


Figura N:9.21

BASAMENTO ACUIFERO ESTERO NILAHUE ALTO

PERFIL LONGITUDINAL (Columna 24)



CORTE A-A (Fila 17)



CORTE B-B (Fila 55)



CORTE C-C (Fila 89)

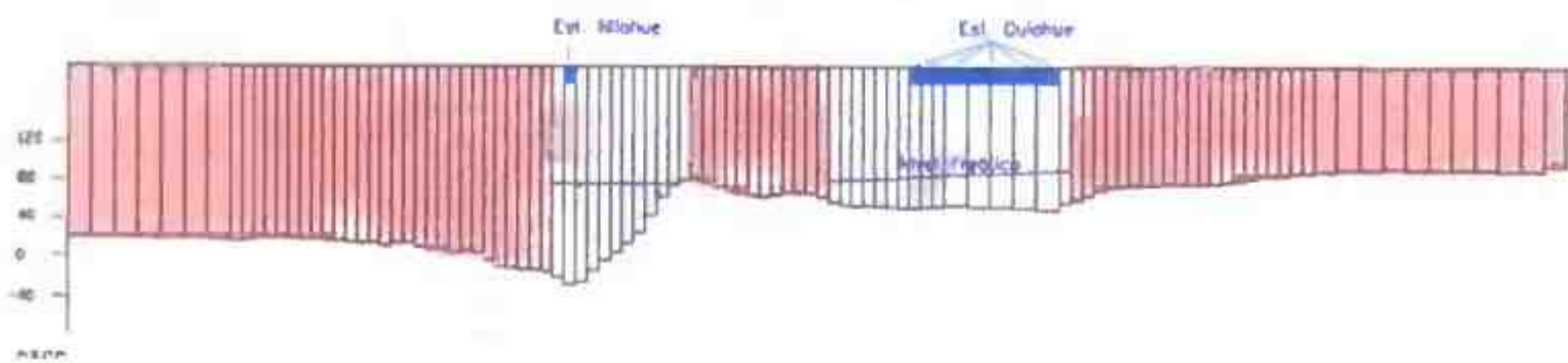
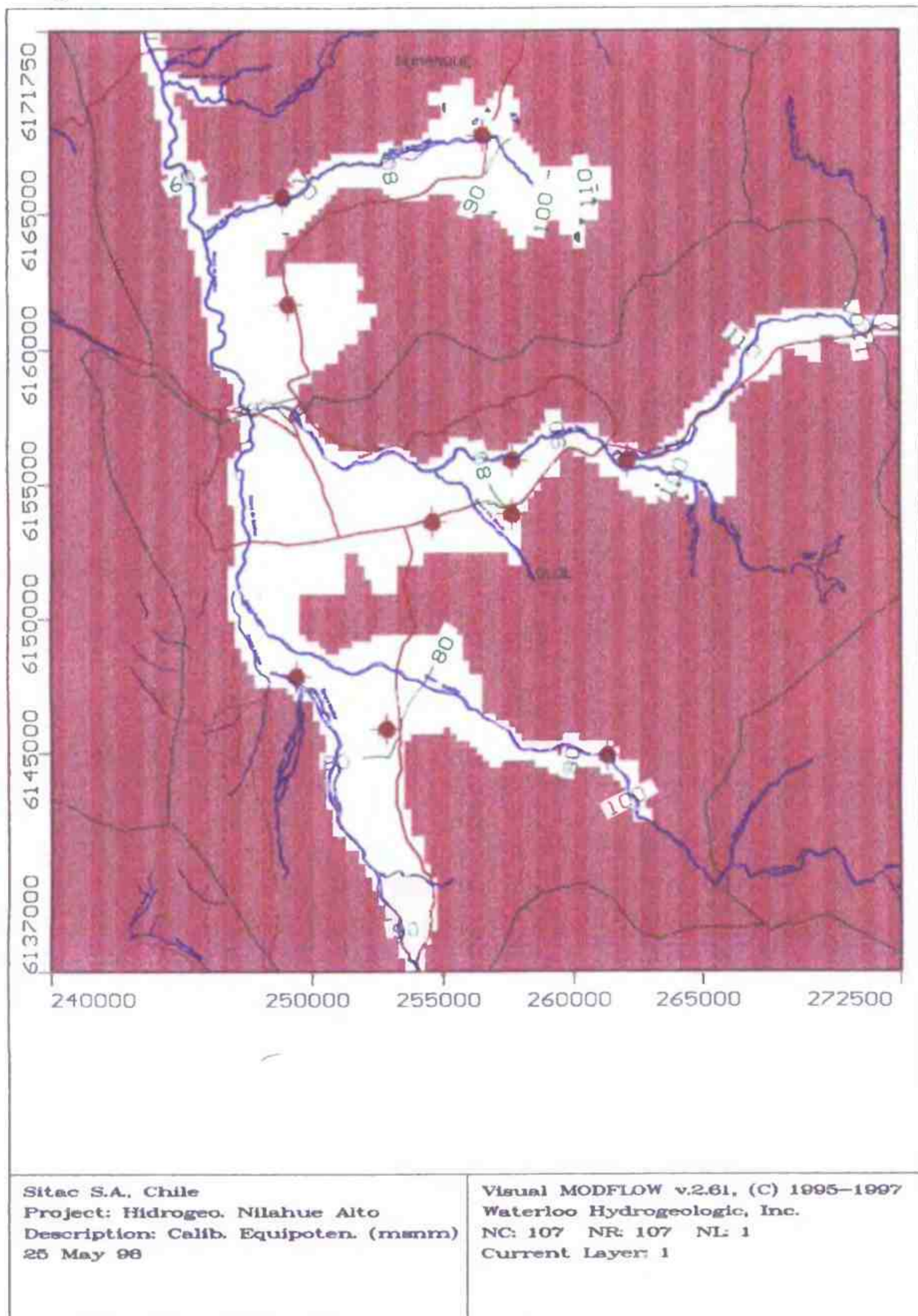


Figura N° 9.22



Simulación 20 años

La utilización del modelo consistió en su operación con el objetivo de cuantificar el efecto que tendrían nuevas extracciones por bombeo en el sector y considerando la proyección de la demanda de agua potable determinada.

El período de simulación se proyectó hasta 20 años, es decir hasta el año 2018. La simulación se realiza en régimen transiente, utilizando los parámetros determinados en el proceso de calibración.

Se considera el bombeo de la calibración señalados anteriormente (norias y pozos), pero para los pozos de agua potable se considera el consumo proyectado según lo determinado en el Capítulo 6.

En total se incluyeron, además, 29 captaciones simuladas (pozos no existentes) suponiendo un caudal de 20 l/s cada uno y considerando un bombeo de 12 horas diarias. Este bombeo, sumado al anterior (existente), resulta un bombeo continuo aproximado para cada año de 300 l/s.

En la Figura 9.23 (a, b y c) se observa la superficie freática simulada para una explotación a 2, 10 y 20 años, y en la Figura N°9.24 (a, b y c) las curvas de isodescenso para los mismos años con respecto a 1998. En ambas figuras se muestra la ubicación de los pozos considerados en la simulación.

Observando los resultados se concluye que para la explotación simulada no hay un efecto significativo para el acuífero en cuanto a su agotamiento, siendo el mayor el producido en el sector de Ranguil, con un descenso de niveles de 6 m. al cabo de 20 años de explotación. Este descenso si podría afectar a algunas norias de poca profundidad.

Figura N° 9.23a

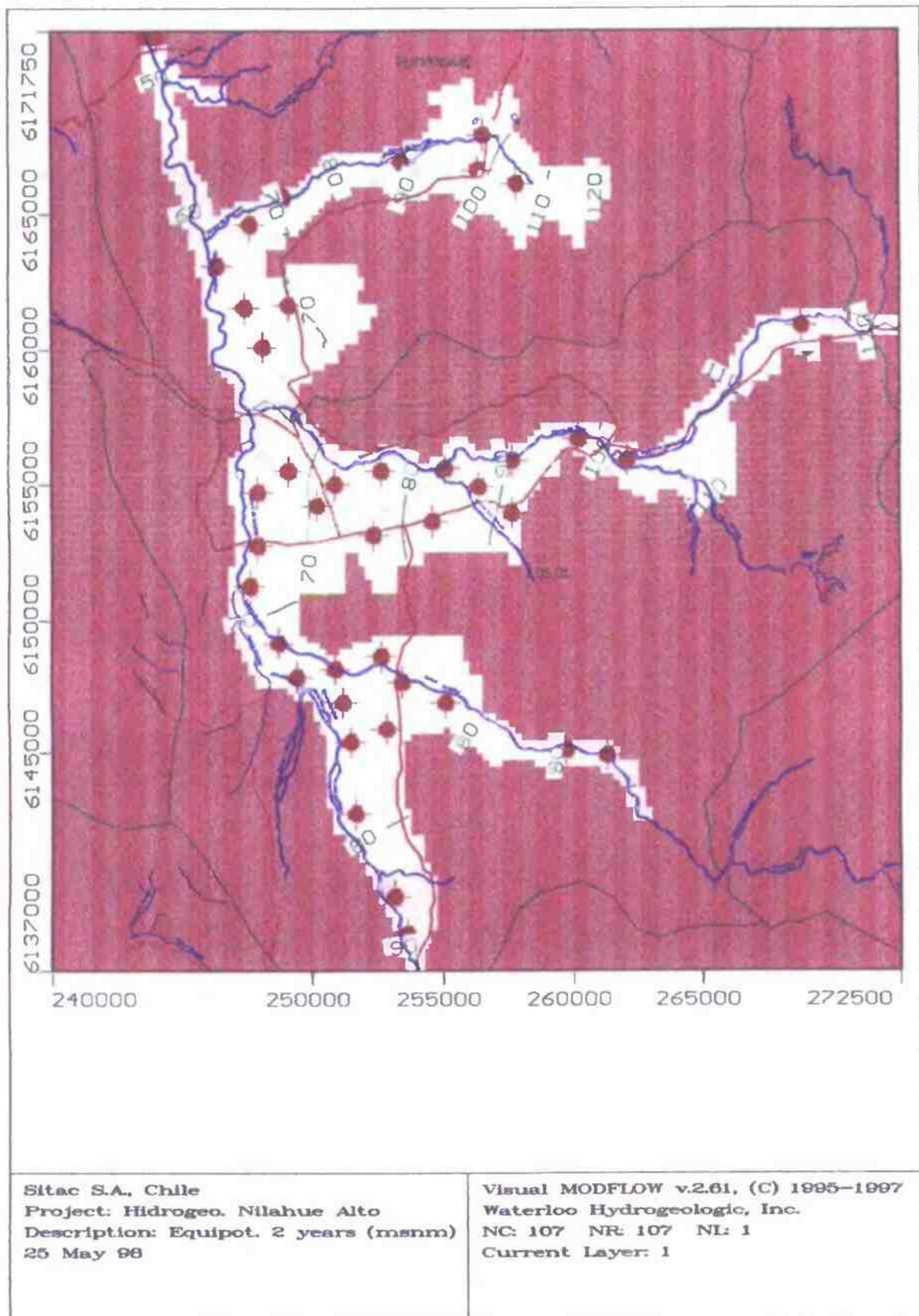


Figura N° 9.23b

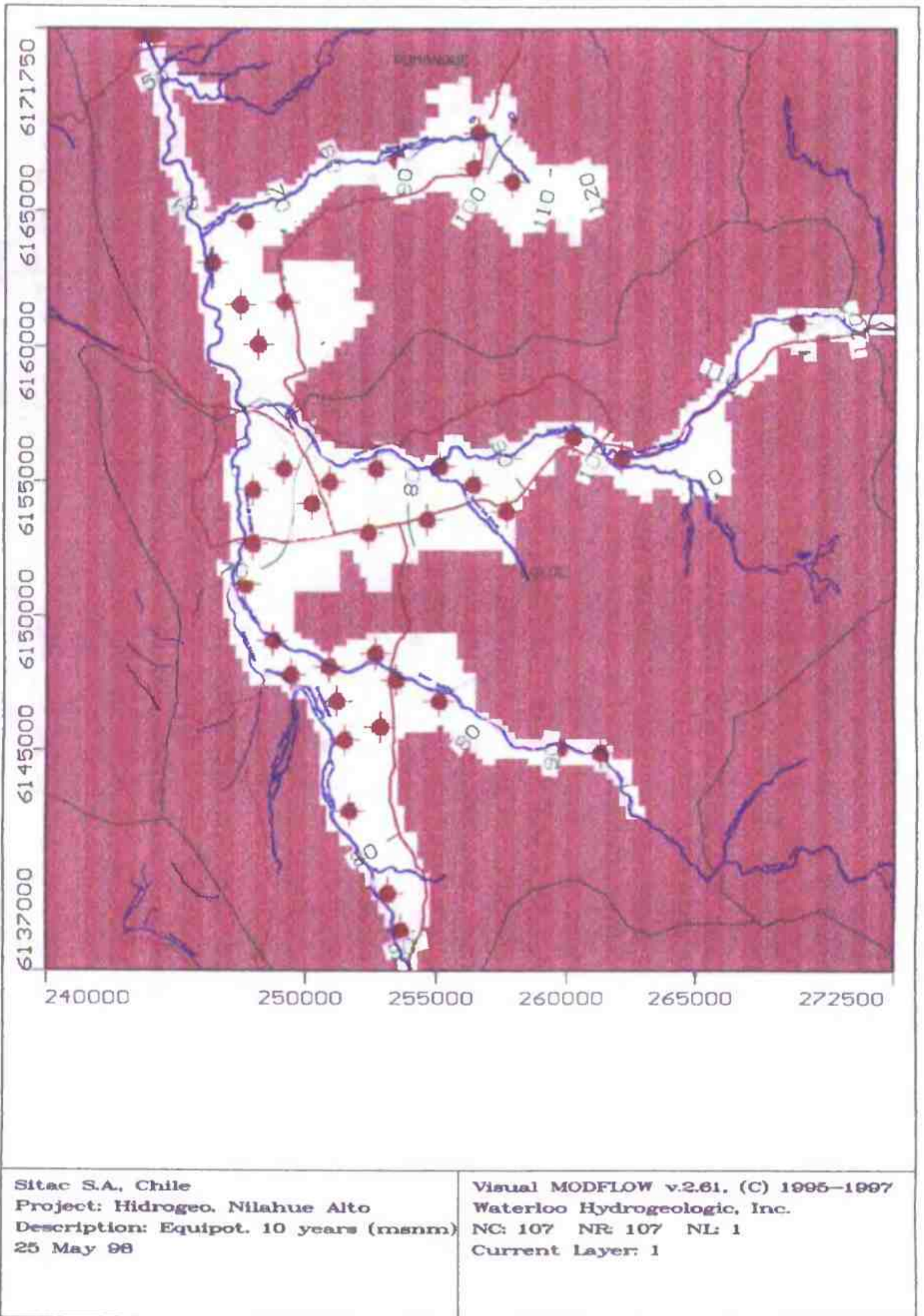


Figura N° 9.23c

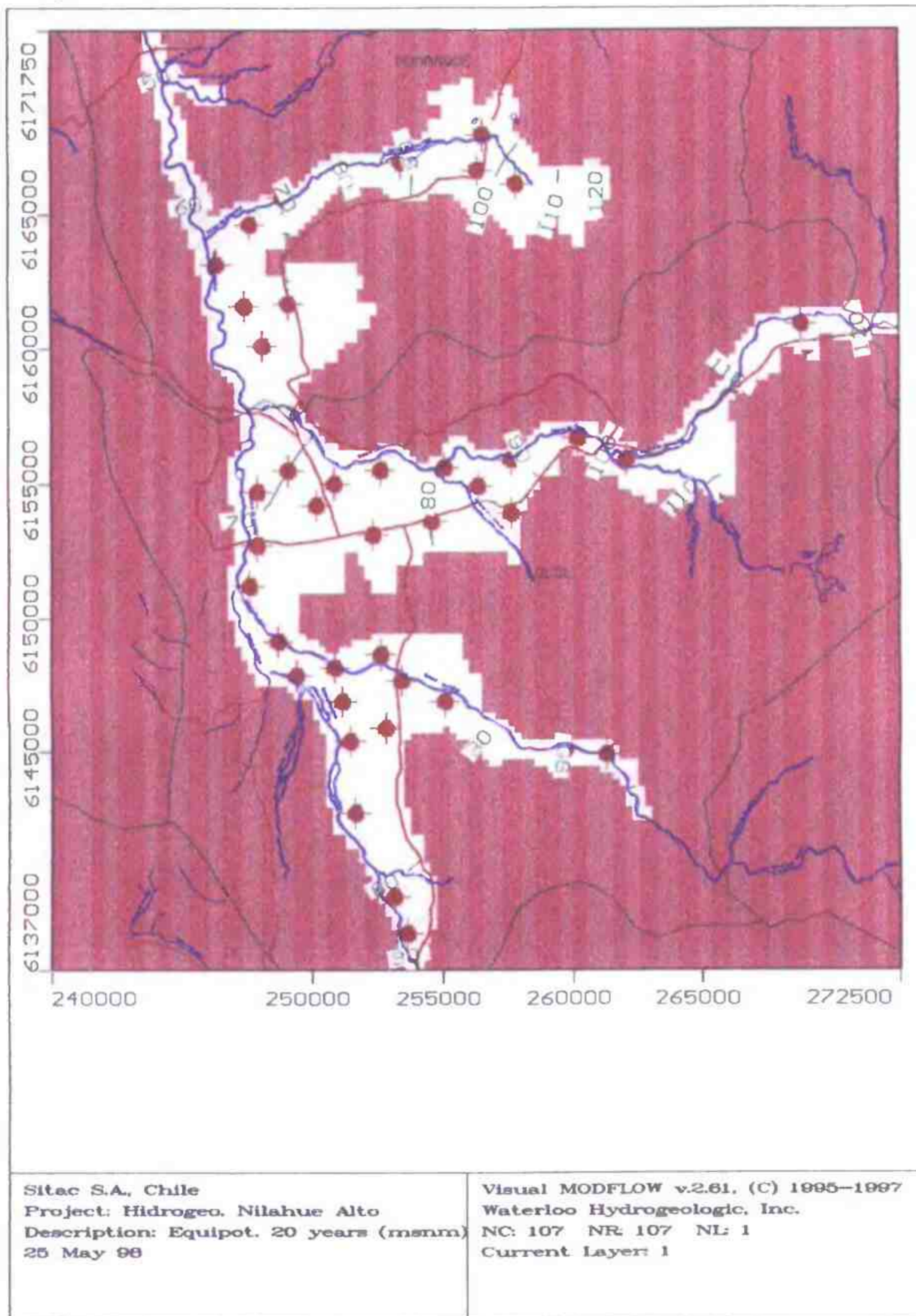
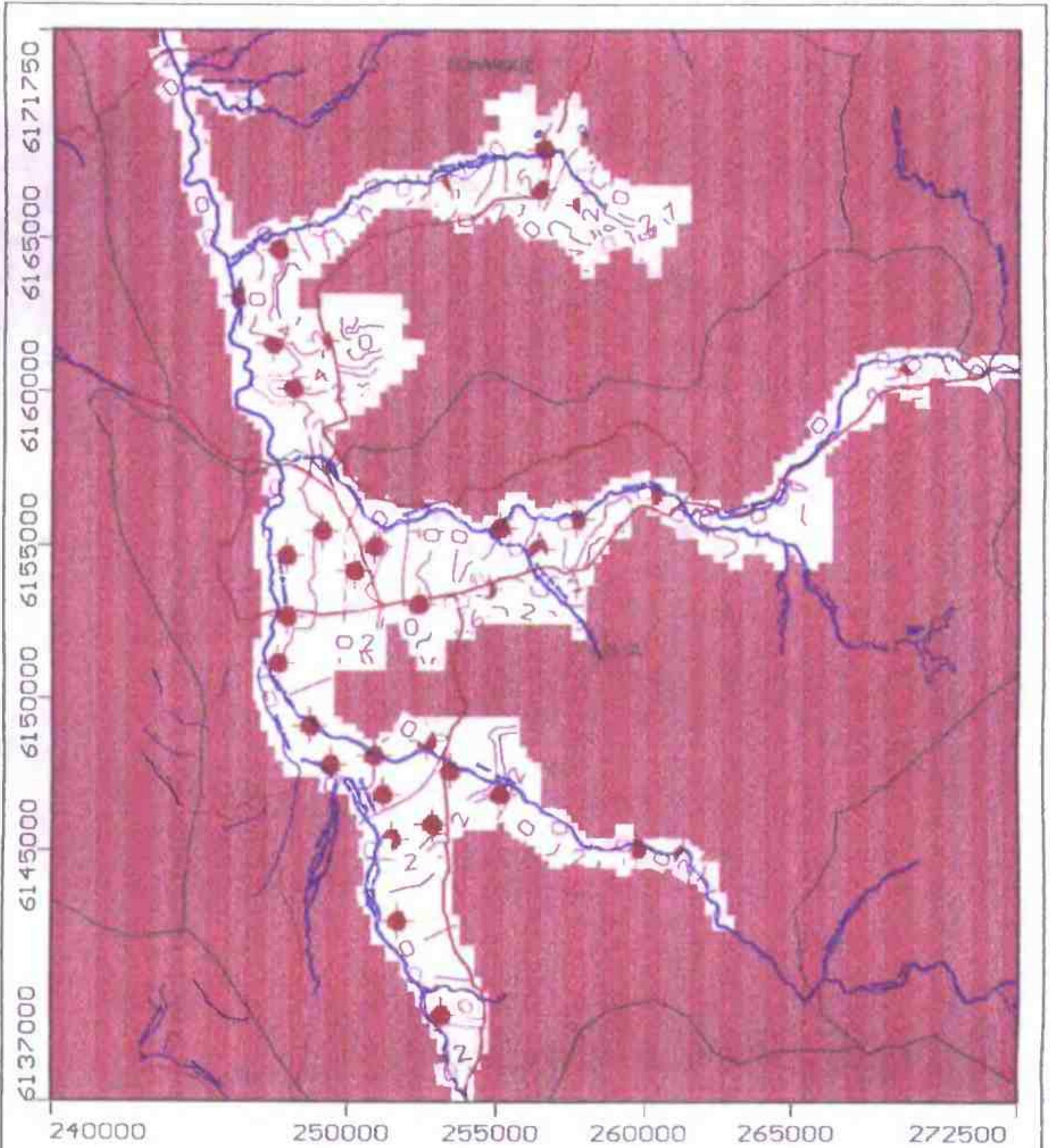


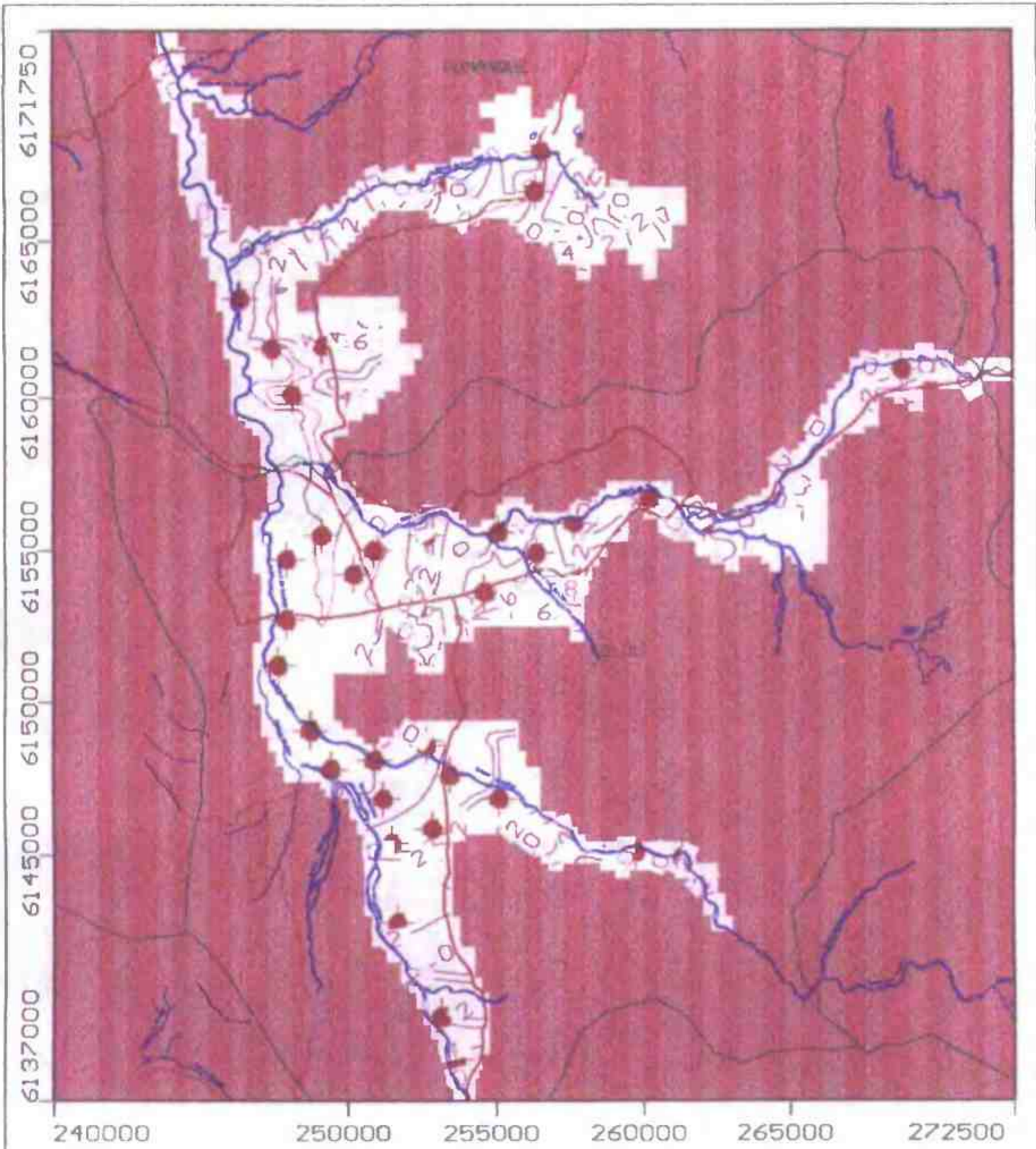
Figura N° 9.24a



Sitac S.A., Chile
Project: Hidrogeo. Nihue Alto
Description: Isodescenso 2 years (m)
25 May 88

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1985-1997
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
NC: 107 NR: 107 NL: 1
Current Layer: 1

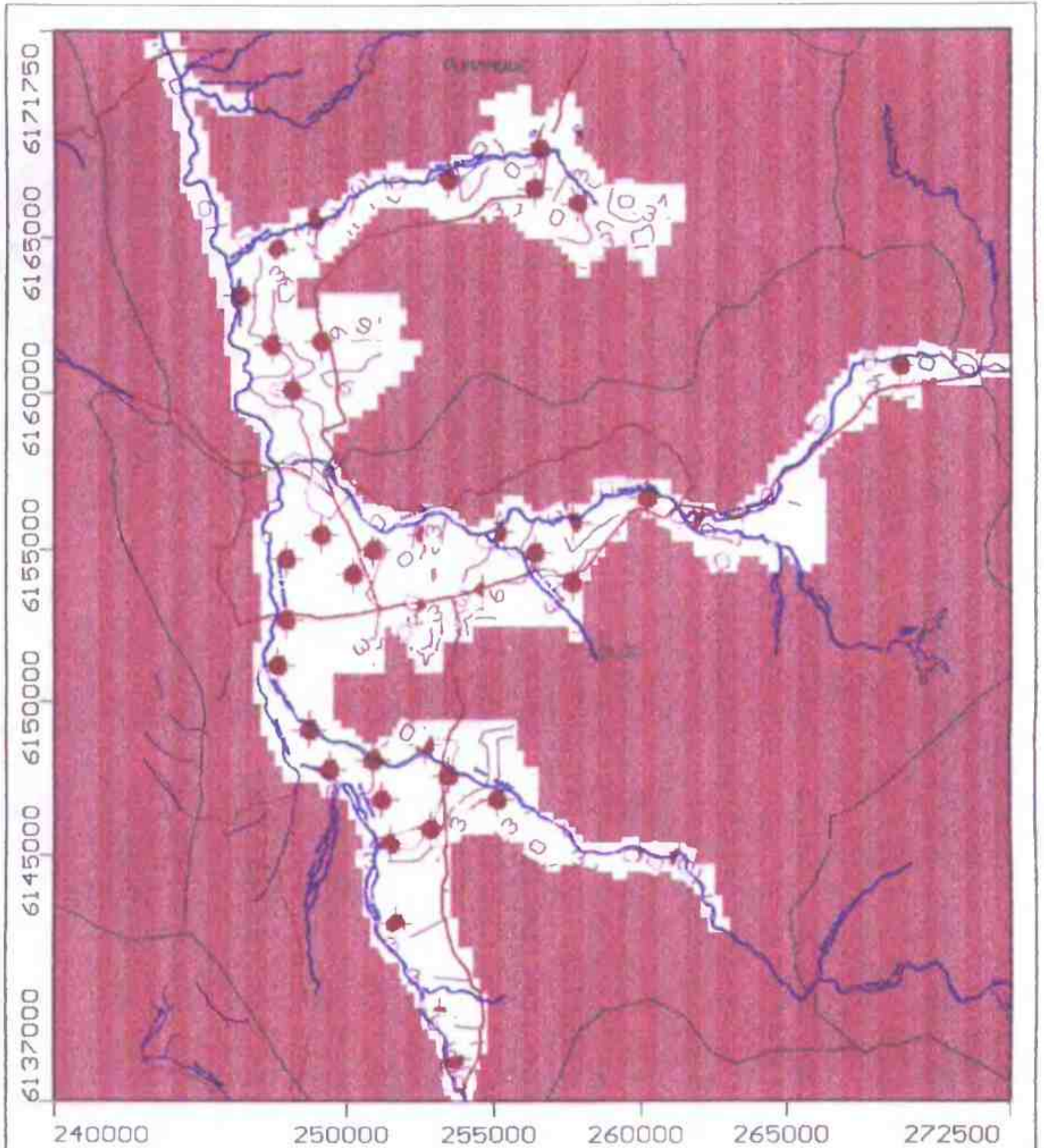
Figura N° 9.24b



Sitac S.A., Chile
Project: Hidrogeo. Nilahue Alto
Description: Isodescense 10 years (m)
25 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1985-1997
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
NC: 107 NR: 107 NL: 1
Current Layer: 1

Figura N° 9.24c



Sitac S.A., Chile
Project: Hidrogeo. Nilahue Alto
Description: Isodescenso 20 years (m)
25 May 98

Visual MODFLOW v.2.61, (C) 1995-1997
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
NC: 107 NR: 107 NL: 1
Current Layer: 1

10. INTRUSIÓN SALINA

10. INTRUSIÓN SALINA

El estudio de las relaciones agua dulce – agua salada es complejo pues a las dificultades habituales en el estudio del movimiento de agua subterránea se suma la existencia de un agua de densidad diferente y miscible presentándose además pequeñas diferencias de viscosidad y a veces de temperatura.

Se llama intrusión de agua salada o marina al movimiento permanente o temporal del agua salada tierra adentro, desplazando al agua dulce. El agua captada en un acuífero costero se contamina (saliniza) cuando la porción activa de la captación se ve afectada por la zona de mezcla, de agua dulce y agua salada o por la propia agua salada. Sin embargo no es éste el único modo de salinización ya que si la captación se establece en una masa de agua subterránea dulce sobre agua salada puede producirse una ascensión de sal formando un cono.

Generalmente, en una formación que contiene dos fluidos miscibles en contacto, la interfaz tiene una orientación y profundidad que guarda relación con la velocidad y dirección del movimiento con el potencial hidráulico y con la densidad de cada uno de los fluidos.

Si estos dos líquidos son miscibles tales como el agua dulce y el agua salada, no existe una interfaz brusca sino que pasa de un fluido a otro a través de una zona de mezcla. Esta zona de mezcla llamada también zona de difusión o transición, refleja con intensidad variable las propiedades químicas e hidráulicas de cada uno de los líquidos originales y su anchura depende de la difusividad y dispersividad del medio y de las características del movimiento.

La zona de mezcla dentro de la cual se sitúa la interfaz teórica, es una zona dinámica en la cual el agua se mueve no sólo como consecuencia de cambios de nivel piezométrico en ambos líquidos.

El peso específico del agua dulce se puede tomar como 1.000 kg/m^3 y el peso del agua marina como 1.020 y 1.030 kg/m^3 según la salinidad y temperatura.

La viscosidad del agua del mar es del orden de un 30% mayor que la del agua dulce a igual temperatura.

En la zona de contacto entre el agua dulce y el agua salada se tiene una difusión de la una en la otra a la que se le suma la dispersión hidrodinámica originada por el movimiento del agua normalmente y a lo largo de la interfaz. Esta zona de mezcla está en movimiento con velocidad paralela al plano central y ello supone un transporte del agua salobre y salada del acuífero hacia el mar.

Este movimiento limita el espesor de la zona de mezcla, que es tanto menos gruesa cuanto mayor es el flujo y menores son los movimientos de la interfaz. Si no existe tal flujo, el ancho de la zona de mezcla, aunque muy lentamente crecería indefinidamente con el tiempo. El movimiento del agua en la zona de mezcla y su posición es inducida por el movimiento del agua dulce a semejanza con lo que sucede en la interfaz entre dos fluidos no miscibles en movimiento. Este mismo movimiento provoca un flujo de agua salada hacia el interior del continente. Este movimiento del agua salada precisa de un gradiente y por eso el nivel piezométrico del agua salada en el terreno es ligeramente inferior al del agua libre del mar.

Este fenómeno sucede de forma similar en la desembocadura de los ríos, con la diferencia de que los caudales por unidad de longitud de costa son mucho mayores, las alturas sobre el nivel medio del mar del agua libre del río son mucho menores y que la influencia de cambios de posición del plano de agua dulce y agua salada son muy sensibles.

Metodología para el cálculo de la profundidad del agua salina.

El cálculo de la profundidad a la cual empieza el agua contaminada por el agua de mar es un problema de extrema importancia en la explotación y gestión de acuíferos. La forma directa de efectuarlo es midiendo la variación de salinidad en profundidad, pero como ello es engorroso, se intenta determinar aquella profundidad a partir de medidas piezométricas cuidadosas.

El modo más sencillo consiste en disponer de:

- Un piezómetro justamente penetrando el acuífero.
- Medir el nivel del agua en el piezómetro respecto a nivel medio del mar y tener una determinación de la densidad del agua dulce.
- Conocer la densidad del agua marina en el acuífero.

La profundidad de la interfaz se calcula mediante la fórmula de Ghiben-Herzberg, que implícitamente supone flujo perfectamente horizontal, agua salada estacionaria y total ausencia de zona de mezcla. El valor de la profundidad de la interfaz es, por lo general, menor que el real en ausencia de esta zona de mezcla, cuando ésta es espesa. Por otro lado existe la molestia de tener que determinar la posición media del nivel del mar y no siempre se tiene seguridad de que sea el nivel más idóneo de referencia en sistemas dinámicos.

Puede mejorarse el cálculo si se dispone de un segundo piezómetro abierto en el agua salada, en el que se mide el nivel y la densidad del agua salada. La profundidad de la interfaz se calcula mediante la fórmula de Hubbert y proporciona una posición intermedia de la zona de mezcla en ausencia de flujo vertical importante, que tampoco es útil en caso de que aquella sea espesa. En este caso no es preciso conocer el nivel medio del mar.

Las afecciones a los acuíferos costeros libres son sencillas si la recarga es suficiente aunque aumente el nivel del mar puede no producirse intrusión, pero si el mar llega a inundar la zona de recarga, tiende a penetrar en él y expulsar toda el agua dulce; sin embargo si la diferencia de cotas entre los afloramientos de entrada y salida es pequeña, puede mantenerse mucho tiempo el agua dulce aún estando todo el acuífero sumergido.

Explotación

El equilibrio agua dulce – agua salada en los acuíferos costeros es función del caudal de agua dulce vertido al mar. Si se establecen captaciones de agua, se reduce este flujo y por lo tanto debe buscarse una nueva posición de la interfaz, tal que supone una mayor penetración del agua del mar. Si las extracciones superan a la recarga, no es posible establecer equilibrio alguno, y el agua de mar penetra lenta pero continuamente hasta alcanzar las captaciones.

Si las captaciones se establecen sobre masas de agua salada, pueden producirse subidas de sal formándose conos salinos. Es de gran interés establecer las condiciones de explotación para que tal ascenso de sal no afecte las captaciones.

En un acuífero costero sin explotación el agua dulce se vierte al mar, ya sea a través de cursos de agua superficiales, o bien subterráneas. Esta fuga de agua subterránea mantiene una cierta posición de la interfaz agua dulce – agua salada,

pero se pierde sin mas utilidad al mar. Si se ubican bombes para recuperar esta agua, es en detrimento de este flujo y por lo tanto debe establecerse un nuevo equilibrio con el agua del mar; ello ocasiona una mayor penetración de la cuña marina. Si se quiere mantener limitada la intrusión marina debe dejarse un cierto flujo de agua al mar, que es tributo que hay que pagar para mantener un cierto equilibrio.

Si como consecuencia de la extracción de un caudal, con la consecuente reducción a la mínima cantidad del flujo al mar y la interfaz avanza tierra adentro, se produce una disminución en las reservas del acuífero cuyo volumen es igual al existente entre la posición inicial y final de equilibrio de la interfaz. Esta es llamada reserva de una vez, porque equivale a una reducción de las reservas iniciales de un acuífero.

La forma de recuperar parte de la reserva de una vez es mediante la construcción de captaciones temporales cerca de la costa. Estos bombes deben cesar cuando se haya extraído un exceso de agua equivalente a la parte recuperable de esa reserva de una vez.

Como estas captaciones deben establecerse sobre agua salada, han de proyectarse con mucho cuidado para evitar la subida de la sal por formación de conos. En general en las tres áreas de estudio se trata de norias de baja profundidad y es recomendable también el sistema de punteras que producen poco descenso y caudal unitario también reducido.

Estas captaciones, no sólo permiten aumentar el caudal de seguridad de un acuífero sin producir una apreciable intrusión marina, sino que también puede servir para forzar la utilización de la reserva de una vez extrayendo con ellos gran cantidad de agua en los primeros tiempos.

En las tres áreas del estudio no existe ningún piezómetro costero que haya interceptado el agua salina, sólo existen captaciones muy superficiales y su explotación es mínima. Además su explotación se concentra en el verano lo que hace, de acuerdo con lo explicado anteriormente, que dicho volumen corresponde a las reservas de una vez.

En la desembocadura del Nilahue la penetración del mar es bastante considerable, alcanzando del orden de 8 km tierra adentro, lo que los lugareños aprovechan construyendo piscinas de evaporación para producir cloruros de Sodio.

Es probable que toda la zona de inundación del mar haya dejado inutilizado el acuífero freático pero no se puede asegurar a priori ya que durante el período invernal el caudal de agua dulce podría desplazar el agua marina.

De acuerdo con los antecedentes existentes no es posible establecer con ninguno de los métodos antes indicado la ubicación de la interfaz agua dulce-agua salada.

Para tener una información que permita una mejor evaluación del riesgo de intrusión salina frente a la explotación de los acuíferos en la zona costera, se recomienda lo siguiente:

- Construir piezómetros mediante el método de percusión para ir conociendo la calidad de las aguas a distintas profundidades.
- Implementar una red de a lo menos 3 piezómetros ubicada en línea paralelo a la dirección del flujo y mantener un monitoreo permanente mensual en verano de la conductividad y semestral mediante análisis físico-químico, principalmente para determinar las concentraciones de cloruros y sulfatos.
- La explotación actual, como se indicó anteriormente, comprende a obras de poca profundidad, bajo caudal como son las punteras y norias, lo cual es conveniente para disminuir los riesgos de intrusión salina.

11. CONCLUSIONES

11. CONCLUSIONES

Geología

Prácticamente en todo el área de estudio el basamento impermeable está conformado por rocas de origen intrusivo. Solo en la cabecera del sistema fluvial del estero Nilahue afloran rocas volcánicas y sedimentarias, también impermeables.

Los sedimentos actuales representan los productos de meteorización y erosión de las rocas de basamento y, de acuerdo con su origen, en gran medida están conformados por sedimentos claros tipo "maicillo", con desarrollo de gravas, arenas y menor limo.

Los rasgos estructurales más relevantes para el área del río Rapel, estero Topocalma y zona costera del estero Nilahue, están dados por fallas y lineamientos N 20°-30° W, N° 40°-50° W y N 35°-45° E.

Prácticamente todo el recorrido del estero Topocalma se desarrolla de acuerdo con estas direcciones tectónicas, con bruscos quiebres del rumbo entre una y otra dirección.

El estero Nilahue escurre en su parte alta por más de 30 km paralelo a la Cordillera de la Costa y con dirección norte sur. Los afluentes mayores perpendicularmente al estero, de este a oeste, forman con éste un sistema estructural en "enrejado". Aguas abajo el recorrido del estero Nilahue se ve influenciado por las direcciones tectónicas dominantes en el área, llegando a la desembocadura con rumbo nor oeste.

Hidrogeología

- Río Rapel

La cuenca del río Rapel cuenta con dos unidades de interés hidrogeológico, los sedimentos fluviales actuales, entre los que se incluyen las terrazas fluviales y los sedimentos semiconsolidados y de origen marino de la Formación Navidad.

El río Rapel, aguas arriba de la desembocadura del estero Rosario escurre encajonado, sobre un lecho de rocas del basamento intrusivo y no tiene interés hidrogeológico.

Aguas abajo de la desembocadura del estero Rosario el río escurre cortando sedimentos marinos de la Formación Navidad, material más blando y erosionable, que permite el desarrollo de espesores de sedimento fluviales interesante. Aquí el espesor de los sedimentos fluviales, según información geofísica, alcanzan alturas de 60 a 150 metros.

No se cuenta con pozos que atraviesen totalmente la sección sedimentaria fluvial, un pozo de 30 m de profundidad construido cerca del pueblo de Rapel entregó un caudal de 20 l/s, con un gasto específico de 3,2 l/s/m.

La Formación Navidad posee en el sector potencias de 220-230 m y esta conformada por sedimentos finos y subordinadamente por material más grueso y sedimentos calcáreos.

Los pozos que han sido construidos en esta unidad y que profundizan no más de 30 a 60 m, han obtenido caudales específicos muy bajos, de 0,1 l/s/m.

El pozo de ENAP de 220 m que atravesó cerca de Litueche toda la secuencia sedimentario-marina de la Formación Navidad detectó en el tramo final un acuífero semiconfinado de 10 m de conglomerados y areniscas. Este pozo entregó un caudal de 2 l/s con leve surgencia.

La Formación Navidad es una secuencia transgresiva y por tanto en la base debiera estar conformada por depósitos gruesos de conglomerados y arenas, desarrollando sedimentos más finos hacia el tope. En zonas donde no se pueda perforar en lecho de río, sectores erosionados y de poco espesor de la Formación Navidad serían una buena alternativa para extraer caudales pequeños.

- Estero Topocalma

Hidrogeológicamente la cuenca del estero Topocalma se puede dividir en dos secciones, una de cabecera y formada por la suma de esteros que desembocan en la zona de llanura o de La Junta y la propia zona de llanura.

El sector de cabecera está formado por los esteros Topocalma, El Maqui y El Manzano, labrados sobre el basamento intrusivo y con espesores sedimentarios no mayores a 15 - 20 m. Sólo antes de llegar a la zona de llanura el espesor del sedimento fluvial aumenta, llegando según información geofísica de gravimetría a un máximo de 50 m de espesor.

Fallas normales N 20°-30° W basculan o rotan los bloques tectónicos, aumentando el gradiente de bajada de los cauces. Esto es lo que ha ocurrido con el Estero Topocalma en el sector de Quebrada Honda, aquí el estero baja con mayor velocidad, sobretodo en épocas de crecida, no permitiendo la formación de una cubierta sedimentaria.

Pruebas de bombeo realizadas en norias arrojan para los sedimentos del estero en la zona de cabecera una permeabilidad (K) media entre 12 y 29 m/día. Según esta permeabilidad y considerando el escaso espesor saturado se obtienen valores de transmisividad bajos, de 40 a 60 m²/día. El interés hidrogeológico de este tramo es escaso.

Un perfil gravimétrico diseñado en el borde del llano de Topocalma muestra profundidades sedimentarias de hasta 160 m. De acuerdo con esto y según antecedentes tectónicos se estima para la cubeta un espesor mínimo de 130 m y un máximo de hasta 250 m.

En el llano se perforó un pozo de 60 m, con 27 m superficiales de arenas limpias y desmejorando en profundidad, instalándose a partir de 35 m un grueso paquete de arcillas pardo oscuras y fétidas.

El brusco cambio de sedimentos detectado en el pozo, sumado a la no presencia de sedimentos en Quebrada Honda hablaría de un rejuvenecimiento del sistema sedimentario, con alzamiento relativo del bloque oriental, lo que permite el escurrimiento libre del agua.

Los depósitos finos de arcilla con material orgánico, presentes en el pozo a partir de 35 m., se generan en ambientes con una dinámica de escurrimiento mínimo,

- Si en el pasado geológico ocurrieron otras etapas de rejuvenecimiento del sistema sedimentario, situación factible, debido al set de fallas normales N 20°

W que conforman el acantilado en el sector, se podría esperar en profundidad el desarrollo de acuíferos confinados a semiconfinados.

El sector del llano de la Hacienda Topocalma presenta un interés hidrogeológico medio a alto, con un acuífero freático de 20 m de espesor y condiciones de historia geológica que permitirían el desarrollo de uno o más acuíferos semiconfinados.

En el llano el nivel freático es bastante superficial. En el pozo referido se midió un nivel estático de 5 metros.

Hacia la costa los sedimentos fluvio aluvionales engranan con arenas de playa o con depósitos de dunas.

- Estero Nilahue

Al sur de la coordenada U.T.M. N- 6.175.000 se cuenta con dos unidades hidrogeológicamente atractivas: los sedimentos fluviales activos y los depósitos de relleno de valles interserranos.

De acuerdo con la información estratigráfica de los escasos pozos profundos de la zona, los depósitos de relleno de valles se han acumulado rápida y esporádicamente durante crecidas. Lo espasmódico de estas crecidas no permite el lavado de finos, lo que contribuye a la compactación y pérdida de permeabilidad en profundidad. En suma, estos depósitos son sueltos y permeables en superficie, generando un acuífero libre, pero con rápido deterioro hacia abajo.

Los depósitos fluviales del estero y afluentes albergan un acuífero libre de espesor variable hasta 30 m. y con el nivel freático superficial, de 1 a 5 m. En profundidad la compactación y presencia de finos genera cambios de permeabilidad y desarrollo de acuíferos semiconfinados.

A la altura de Nilahue Cornejo se realizaron dos perfiles geofísicos de gravimetría, en el Estero Nilahue y Estero Lolol. En ambos el espesor del sedimento alcanza 150 - 170 m en el sector más profundo.

Pruebas de bombeo realizadas en pozos y norias de ambas unidades entregan valores de transmisividad bajos, de 10 a 47 m²/día para los depósitos de

relleno de valles, de $170 \text{ m}^2/\text{día}$ o transmisividad media a alta para sedimentos fluviales.

Al norte de la coordenada U.T.M. 6.175.000 el estero cambia de rumbo al oeste, aumenta la pendiente bajando 44 m de cota en 11 kms., hasta la localidad de Rincón. En este tramo la abrupta pendiente no permite la depositación de una cobertura sedimentaria.

A partir de El Maqui, E-231.000, decrece bruscamente la pendiente del valle, desarrollándose espesores interesantes de sedimento fluvial. A la altura de la Palmilla se realizaron 3 perfiles geofísicos de gravimetría, demostrando espesores sedimentarios de hasta 130 m. En este tramo el nivel del agua es bastante superficial, no superando los 3 ó 4 m en el borde del valle. Al oeste de la Palmilla decrece la pendiente, generando terrenos casi horizontales. Aquí el ingreso de agua de mar durante las altas mareas genera salinas.

En general la explotación de aguas subterráneas en las tres cuencas, es escasa, siendo la de mayor importancia en la cuenca del Estero Nilahue, y en su mayoría se realiza mediante norias de escasa productividad. Los pozos profundos son principalmente de agua potable rural y casi inexistentes para uso agrícola.

Se catastraron 219 captaciones de agua subterránea, siendo la cuenca del estero Nilahue donde se encuentran la mayor cantidad de ellas.

La mayoría de las captaciones de agua subterránea es explotada sin derecho de aprovechamiento, lo que se debe a que su uso es principalmente doméstico y para bebida, para lo cual no se requiere tener el derecho. Los derechos constituidos de agua subterránea suman $32,8 \text{ l/seg.}$ en la cuenca del río Rapel y $101,4 \text{ l/seg.}$ en el estero Nilahue. No hay derechos constituidos en el estero Topocalma.

En general el sector de estudio está dominado por áreas de secano, y los cultivos se concentran principalmente en los valles de los esteros. La cuenca del estero Nilahue es la que tiene mayor superficie de cultivo de riego, seguida por Topocalma. Los cereales abarcan el mayor porcentaje de la superficie sembrada (87,5%).

En las 7 pruebas de bombeo realizadas en norias se comprobó que el rendimiento de estas es bajo, entre $0,2$ y $0,45 \text{ l/seg.}$ como caudal estabilizado. La

transmisividad calculada en estas 7 captaciones resultó entre 7 y 60 m²/d. En otro pozo con una prueba realizada con anterioridad se obtuvo una transmisividad de 170 m²/d.

De la medición de niveles estáticos realizados se observa que en general este se encuentra a escasa profundidad, siendo el valor medio para aproximadamente 200 pozos de 4,9 m. Las menores profundidades de nivel de agua se encuentran en la comuna de Pichilemu con 1,1m como promedio y las más altas en Navidad, con 6,7 m.

En general la recarga subterránea de los acuíferos es baja (cuadro 7.6) y la mayor explotación que podría obtenerse de los acuíferos sería a costo del volumen de almacenamiento que como el caso del estero Nilahue, es bastante importante.

De acuerdo con la explotación actual, no existen riesgos de contaminación salina en las tres cuenca del estudio. Sin embargo, en caso de nuevas captaciones para las zonas costeras, éstas deberían ser del tipo punteras o norias para evitar la penetración en la cuña salina. Si aumentara la explotación en las zonas costeras, deberá estudiarse la posibilidad de construir piezómetros para monitorear el nivel y calidad química de las aguas subterráneas, de acuerdo con las recomendaciones planteadas en el Capítulo 10.

Como recomendación general para un mejor conocimiento hidrogeológico de las áreas de estudio, debiera proponerse la construcción de algunos sondajes de reconocimiento para conocer mejor la estratigráfica de los acuíferos, estimándose en 2 por cada cuenca costera (Rapel, Topocalma y Nilahue bajo) y 5 en el Nilahue alto. Estos piezómetros, más otros pozos existentes que podrían incorporarse, debieran formar parte de una red de monitoreo de nivel estático y calidad de aguas con mediciones cada 2 o 3 meses, lo cual serviría además, para el estudio y control de la intrusión salina.

Demanda de Agua

Las demandas de recursos de agua se refieren a agua potable y riego. El primero se manifiesta principalmente a través del Agua Potable Rural mediante sondajes de poca profundidad y norias y varía para todos los centros poblados que abastece

entre 28.000 y 47.000 m³ mensuales, con una importante variación estacional, de aproximadamente un 60% mayor en verano que en invierno.

Esta demanda de agua potable se prevee levemente creciente para algunos poblados y en algunos casos decreciente de acuerdo a la proyección de crecimiento poblacional. La dotación es muy variable entre poblados con valores entre 84 y 370 l/hab/día.

El consumo para riego, tanto de agua superficial como subterránea, se ha estimado, como promedio anual, del orden de 700 l/s para la cuenca del estero Nilahue, 150 l/s para Topocalma y 110 l/s para Rapel.

Hidroquímica

El agua subterránea de las cuencas costeras no denota variaciones relevantes en sus parámetros químicos. Según el diagrama triangular de Piper las muestras se dividen en dos campos; aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas y aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.

En general las muestras cumplen con los requisitos físico químicos de la norma chilena de agua potable, INN NCH 409 OF.84, con excepción en la concentración de un elemento en algunas muestras.

El contenido relativo de sodio con respecto al calcio y magnesio o índice SAR, permite clasificar el agua de las tres cuencas en el diagrama de Wilcox, como de uso en una amplia gama de suelos, casi sin restricciones.

Considerando la dureza del agua como único parámetro, se observa una clara diferencia entre el agua de la cuenca del río Rapel con respecto a los esteros Topocalma y Nilahue. Las muestras analizadas de la cuenca del río Rapel se clasifican como agua muy dura, con dureza total superior a 260 mg/l. Para los esteros Topocalma y Nilahue la dureza es más errática, pero con valores inferiores al río Rapel, de 104 a 300 mg/l, clasificándose éstos en el rango de agua moderadamente dura a muy dura.

La dureza o contenido de carbonatos, calcio y magnesio tiene relación con el origen marino transicional de los sedimentos de la Formación Navidad.

Modelo de Simulación

La confiabilidad de un modelo de agua subterránea depende principalmente de la cantidad y calidad de la información existente que se utiliza como antecedente para el diseño y la calibración del modelo. En este estudio la cantidad de información disponible ha sido bastante escasa y en algunos parámetros casi nula. La principal falta de información se refiere al conocimiento de las características hidrogeológicas de los acuíferos, la que para este estudio se contó con geofísica y unos pocos pozos de escasa profundidad. Para mejorar este conocimiento, lo primordial sería contar con más pozos profundos con una buena descripción estratigráfica y pruebas de bombeo de gasto variable y constante. También debería disponerse de mediciones periódicas de nivel estático y dinámico, de prioridad en pozos profundos y con información precisa de la cota del pozo.

La principal deficiencia en la calibración de los modelos fue el no contar con una superficie freática más precisa y con escasa información sobre la permeabilidad de los acuíferos por sectores. La calibración más ajustada se logró en los modelos pequeños (Rapel, Topocalma y Nilahue Bajo) y la más complicada fue en Nilahue Alto debido principalmente a su mayor extensión y a la confluencia de cauces importantes (Pumanque, Lolol y Quiahue) incorporados a la modelación.

En general, de acuerdo a la modelación, en las tres cuencas los acuíferos no presentan actualmente problemas de sobreexplotación, en especial el estero Nilahue sector alto. De acuerdo con los resultados de la modelación, sería posible una mayor explotación en las cuencas estudiadas construyendo nuevas captaciones. El caudal adicional posible de explotar, sin riesgo de un descenso significativo de niveles sería la siguiente :

* Cuenca Río Rapel	80	l/seg.
* Cuenca Estero Topocalma	32	l/seg.
* Cuenca Estero Nilahue Bajo	22,5	l/seg.
* Cuenca Estero Nilahue Alto	290	l/seg.

Cabe hacer presente que en algunos sectores, debido a esta mayor explotación simulada, se producirían descensos que podrían afectar a norias de escasa profundidad. En cuanto a la confiabilidad para las aplicaciones de los modelos, hay que considerar que en los cuatro sectores modelados la información hidrogeológica es escasa, lo que influye en una buena calibración, por lo tanto, sus aplicaciones deben realizarse considerando sus limitaciones y alcances. En el

caso de estos modelos, los resultados de las simulaciones que se hagan, arrojarán una visión general del comportamiento de los acuíferos frente a una explotación dada, la cual deberá ser manejada debidamente.

12. BIBLIOGRAFIA

12. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

- CATALAN LAFUENTE J, 1981, "Química del Agua", Madrid España
- CIREN, 1995, "Requerimientos de clima y suelo, chacras y hortalizas". Publicación Ciren N° 107. Santiago, Mayo 1995.
- CUSTODIO E., LLAMAS M., 1976, "Hidrología Subterránea, Tomo I y II.", Ediciones Omega S.A., Barcelona.
- DGA, 1987, "Balance Hídrico de Chile", Ministerio de Obras Públicas, Stgo.
- HERAS R., 1976, "Hidrología y Recursos Hidráulicos", Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid.
- ICA, ING. CONSULTORES, 1978, "Proyecto Convento Viejo Estudio de Factibilidad y Desarrollo", Comisión Nacional de Riego, Santiago.
- INE, 1994, "Censo de Población y Vivienda 1992", Santiago.
- INE, 1996, "Estimaciones de Población por Sexo, Regiones, Provincias y Comunas", 1990-2005, Santiago.
- INE, 1997, "VI Censo Nacional Agropecuario", Santiago.
- IPLA, 1978, "Estudio de Factibilidad Hoya río Rapel". Comisión Nacional de Riego, Santiago.
- IPLA, 1984, "Balance Hidrológico Nacional Regiones V, VI, VII y Metropolitana", DGA, Santiago.
- MC DONALD Y HARBAUGH, 1998, "A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground Water Flow Model, USGS.
- PRISMA, 1994, "Análisis Regional de Caudales VI y VII Región". DGA, Santiago.
- SANTIBAÑEZ FERNANDO Y URIBE JOSÉ M. 1993, "Atlas Agroclimático de Chile Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena", Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Lab. Agroclimatología. Depto. De Ingeniería y Suelos. Stgo, Chile, 1993
- SERNA GEOMIN, 1990 Carta Hidrogeológica de Chile 1:250.000, Hoja Rancagua.
- SERNA GEOMIN, 1996, Mapa Geológico del Área de San Antonio Melipilla, escala 1:100.000.
- IPLA, 1975, "Algunos aspectos sobre la Recarga de los Acuíferos del Río Maipo", DGA, Santiago.

ANEXOS

ANEXO I

- ENCUESTA DE POZOS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	1	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolo	Sector	E. Membrillo
Propietario	Alicia Rodriguez Morales		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Callejon Escuela		

Ubicacion:	UTM-N	6 145 492	Latitud	
	UTM-E	259 714	Longitud	Cota
Otra	A 120 m de pluviometro			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	300 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora				Fecha año 1979
Profundidad	7 m	Diámetro	17 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal			NE 1.2 ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones: Se seco año agrícola 96 - 97				
Entubada				

N° Encuesta	2	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolo	Sector	E. Membrillo
Propietario	Escuela Basica El Membrillo		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino El Membrillo		

Ubicacion:	UTM-N	6 145 095	Latitud	
	UTM-E	258 590	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	250 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora				Fecha año 1979
Profundidad	5.45 m	Diámetro	1.5 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal			NE 2 m ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Bencina	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	2"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones: Se seco año agrícola 96 - 97				
Entubada				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	3	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	El Membrillo
Propietario	Sandra Fernandez Urzua		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Camino El Membrillo		

Ubicación:	UTM-N	8 145 692	Latitud	
	UTM-E	259 722	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	1000 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1937	
Profundidad:	4.3 m	Diámetro	1.3 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal:	NE 0.65 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica A.S.A	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: Se seco año agrícola 96 - 97 Entubada				
---	--	--	--	--

N° Encuesta	4	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	El Membrillo
Propietario	Inés Urzua		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Camino El Membrillo		

Ubicación:	UTM-N	8 145 737	Latitud	
	UTM-E	259 750	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	50 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1995	
Profundidad:	1.3 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal:	NE 0.40 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: Se seco año agrícola 96 - 97 No está entubada				
---	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	5	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	El Membrillo
Propietario	Posta Salud El Membrillo		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino El Membrillo		

Ubicación:	UTM-N	8 145 725	Latitud	
	UTM-E	259 908	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	150 m ²
Explotación Actual:	Caudal	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1962	
Profundidad	6.1 m	Diámetro	1.7 m	Habitación
Fecha Brueca Bombeo	Caudal		NE 2.65 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica REGGIO	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1.5"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: Se seco año agrícola 96 - 97 No está entubada				
---	--	--	--	--

N° Encuesta	8	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Los Trachues
Propietario	Roxana Iturriaga		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Los Trachues		

Ubicación:	UTM-N	8 141 744	Latitud	
	UTM-E	282 995	Longitud	Cota
Otra	40 m al oriente quebrada sin nombre			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	800 m ²
Explotación Actual:	Caudal	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1977	
Profundidad	10.25 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Brueca Bombeo	Caudal		NE 3.6 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: No se seco año agrícola 96 - 97				
--	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	11	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Los Trcahues
Propietario	Suc. Héctor Cornejo Narahio		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino Los Trcahues		

Ubicación:	UTM-N	8 144 354	Latitud	
	UTM-E	281 546	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	150 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1991			
Profundidad	6.8 m	Diámetro	1.4 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		N.E. 3.5 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica Petróleo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, sin secarse				
--	--	--	--	--

N° Encuesta	12	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Los Trcahues
Propietario	Renato Reyes		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Los Trcahues		

Ubicación:	UTM-N	8 144 833	Latitud	
	UTM-E	281 418	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	20 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1994			
Profundidad	7.7 m	Diámetro	1.5 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		N.E. 4.6 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, sin secarse Revestida				
---	--	--	--	--

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	13	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Suc. Nicanor Diaz Torres		
Propiedad (calle-N° predio industria)	El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 155	Latitud	
	UTM-E	261 523	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, dias, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1967	
Profundidad	8 m	Diámetro	1.5 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal		NE 3.7 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajo, sin secarse Revestida				
---	--	--	--	--

N° Encuesta	14	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Segundo Diaz		
Propiedad (calle-N° predio industria)	El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 187	Latitud	
	UTM-E	261 481	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, dias, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1973	
Profundidad	5.8 m	Diámetro	1.5 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal		NE 3.0 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 se seco Revestida				
---	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	15	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif:		
Comuna	Lolol	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Manuel Diaz Reyes		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 121	Latitud	
	UTM-E	281.607	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año):	Uso del Agua	Domést-Riego	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1992
Profundidad	7,6 m	Diámetro	1,5 m	Habitación:
Fecha Brueca Bombeo			Caudal:	NE 2,7 m N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia			Caudal:	
Diámetro		Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, pero no se secó Revestido (FOSIS)				
---	--	--	--	--

N° Encuesta	16	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif:		
Comuna	Lolol	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Isabella Diaz Pizarro		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 264	Latitud	
	UTM-E	281 543	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año):	Uso del Agua	Domést-Riego	Área de Riego	400 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1993
Profundidad	7,6 m	Diámetro	1,5 m	Habitación:
Fecha Brueca Bombeo			Caudal:	NE 4,0 m N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia			Caudal:	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, pero no se secó Revestida (FOSIS)				
---	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	17	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Clodomiro Diaz Fuenzalida		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 538	Latitud	
	UTM-E	281 385	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(año)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo				
Empresa Constructora			Fecha año	1938
Profundidad	10.5 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo			Caudal	N.E. 2.3 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia			Caudal	
Diámetro			Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, pero no se secó				
Nona de piedra				

N° Encuesta	18	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Pedro González		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 407	Latitud	
	UTM-E	281 485	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(año)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	400 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo				
Empresa Constructora			Fecha año	1937
Profundidad	9 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo			Caudal	N.E. 7.0 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia			Caudal	
Diámetro			Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, pero no se secó				
Revestida				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	19	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Suc. Fresa Olmedo		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	6 145 452	Latitud	
	UTM-E	261 497	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést-Riego	Área de Riego	150 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1991
Profundidad	10.8 m	Dímetro	1.2 m	Habitación:
Fecha Brueba Bombeo:			Caudal:	NE 6.0 m ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor:		
Potencia			Caudal:	
Dímetro		Profundidad:	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, pero no se secó Revestida				
---	--	--	--	--

N° Encuesta	20	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	El Membrillo Dos
Propietario	Suc. Altamiro Díaz		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino El Membrillo Dos		

Ubicación:	UTM-N	6 145 520	Latitud	
	UTM-E	261 458	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést-Riego	Área de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1996
Profundidad	9.1 m	Dímetro	1.2 m	Habitación:
Fecha Brueba Bombeo:			Caudal:	NE 7.3 m ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica Pedrolto	Tipo Motor:		
Potencia			Caudal:	
Dímetro	1"	Profundidad:	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 bajó, pero no se secó Entubada				
--	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	21	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Navidad	Sector	Puchén
Propietario	Suc. Luis Rubio Zúñiga		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino público Navidad con camino El Perai		

Ubicación:	UTM-N	6 240 567	Latitud	
	UTM-E	248 095	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Área de Riego	600 m ²
Explotación Actual	Caudal		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo		Pedroño		
Empresa Constructora		Fecha año 1932		
Profundidad	12.8 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal	N.E. 8.5 m	IND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 se secó Estado natural (tierra)				
---	--	--	--	--

N° Encuesta	22	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Navidad	Sector	Puchén
Propietario	Baudilio Soto Zúñiga		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino público Navidad sector Puchén-Rapel		

Ubicación:	UTM-N	6 240 604	Latitud	
	UTM-E	248 148	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Área de Riego	400 m ²
Explotación Actual	Caudal		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo		Fecha año 1978		
Empresa Constructora		Fecha año 1978		
Profundidad	9.5 m	Diámetro	0.70 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal	N.E. 5.0 m	IND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 no se secó Estado natural (tierra)				
--	--	--	--	--

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	23	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	Puchén
Propietario	Suc. Roman Navias Rojas		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Puchén Ods. El Peral		

Ubicación:	UTM-N	8.240.483	Latitud	
	UTM-E	246.187	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést-Riego	Área de Riego	1000 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora				Fecha: año 1936
Profundidad	9.7 m	Dámetro	1 m	Habitación
Fecha Bruebs Bombeo				Caudal: N E 8.5 m N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor:		
Potencia	Caudal:			
Dámetro	3/4"	Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 no se secó Estado natural (terra)				
---	--	--	--	--

N° Encuesta	24	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu Vista Hermosa
Propietario	Remberto Orellana Reyes		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Rapel Navidad (Licancheu s/n)		

Ubicación:	UTM-N	6.241.346	Latitud	
	UTM-E	242.386	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést-Riego	Área de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora				Fecha: año 1955
Profundidad	5.3 m	Dámetro	1 m	Habitación
Fecha Bruebs Bombeo				Caudal: N E 1.3 m N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor:		
Potencia	Caudal:			
Dámetro	3/4"	Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 no se secó				
---	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	25	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Lucila Romano Ugarte		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Licancheu arriba (camino a Patagüita)		

Ubicación:	UTM-N	6 240 897	Latitud	
	UTM-E	242 054	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora				Fecha año 1987
Profundidad	8.8 m	Diámetro	0.90 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo				Caudal: N.E. 7.2 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 no se secó Entubada				

N° Encuesta	26	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu Alto
Propietario	Juan Campos Faundez		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Patagüita		

Ubicación:	UTM-N	6 239 935	Latitud	
	UTM-E	242 480	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora				Fecha año año 1985
Profundidad	8.4 m	Diámetro	1.0 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo				Caudal: N.E. 3.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 se secó En estado natural (tierra)				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	27	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu Alto
Propietario	Benjamin Gena Eiquin		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Patagónica		

Ubicación:	UTM-N:	8 239 806	Latitud	
	UTM-E:	242 426	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	1000 m2
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, dias, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:				Fecha: año 1991
Profundidad:	8 m	Diámetro	1.0 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo:			Caudal:	N.E. 2.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica A.S.A.	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1 1/2"	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 no se secó Nora entubada				
--	--	--	--	--

N° Encuesta	28	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu Alto
Propietario	Máximo Román Ugarte		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Patagónica		

Ubicación:	UTM-N:	8 239 738	Latitud	
	UTM-E:	242 414	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	1000 m2
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, dias, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:				Fecha: año 1984
Profundidad:	8.5 m	Diámetro	0.9 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo:			Caudal:	N.E. 3.9 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 no se secó Nora en estado natural (barra)				
---	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	29	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	La Pataguita
Propietario	Rómulo Abarca		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Pataguita		

Ubicación:	UTM-N	6 236 986	Latitud	
	UTM-E	241 414	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést-Riego	Área de Riego	1000 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1976	
Profundidad	14.4 m	Diámetro	1	Habilitación
Fecha Brusea Bombeo		Caudal	NE 12.0 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones: El año agrícola 96 - 97 no se secó, bajo bastante
Nora en estado natural (barra)

N° Encuesta	30	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	La Pataguita
Propietario	Escuela Pública Pataguita		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Pataguita		

Ubicación:	UTM-N	6 237 147	Latitud	
	UTM-E	241 443	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést-Riego	Área de Riego	
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1936	
Profundidad	14.7 m	Diámetro	1.2 m	Habilitación
Fecha Brusea Bombeo		Caudal	NE 12.0 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones: Nora entubada

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	31	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	La Patagónica
Propietario	Enrique Madrid Valdes		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Patagónica		

Ubicación:	UTM-N	6.237.847	Latitud	
	UTM-E	241.564	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(es/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1984
Profundidad	11.8 m	Diámetro	1.0 m	Habilitación
Fecha Buebo Bombeo		Caudal:	NE 8.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad:	Elevación:		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Norma en estado natural				
No se secó año agrícola 96 - 97				

N° Encuesta	32	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	San Rafael
Propietario	Suc. Zoila Soto Soto		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino San Rafael		

Ubicación:	UTM-N	6.237.612	Latitud	
	UTM-E	242.150	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(es/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1986
Profundidad	12.3 m	Diámetro	1.5 m	Habilitación
Fecha Buebo Bombeo		Caudal:	NE 8.1 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad:	Elevación:		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Mitad revestida y mitad de tierra				
Se secó año agrícola 96 - 97				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	33	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	San Rafael
Propietario	Julio Osorio Rivera		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino San Rafael		

Ubicación:	UTM-N	8 237 564	Latitud	
	UTM-E	242 363	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	50 m2
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		año 1976	
Profundidad	11.8 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal		NE	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Entubada Se secó año agrícola 96 - 97				

N° Encuesta	34	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	San Rafael
Propietario	Suc. Marcos Oiguin Soto		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino San Rafael		

Ubicación:	UTM-N	8 237 061	Latitud	
	UTM-E	242 987	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego		
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		1996	
Profundidad	7.7 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal		NE 3 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad		Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Ubicada cerca Oda San Rafael				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	35	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	San Rafael
Propietario	Suc. Ruperto Soto		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino San Rafael		

Ubicación:	UTM-N	8 237 280	Latitud	
	UTM-E	242 834	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha		
Profundidad	14.4 m	Dámetro	0.70 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N.E. 9.10 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Dámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Hace más o menos 4 años que no se usa				

N° Encuesta	36	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	La Boca
Propietario	Suc. Julio Machuca Núñez		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Los Pescadores		

Ubicación:	UTM-N	8 242 875	Latitud	
	UTM-E	237 338	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.-Bebida	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	año 1983	
Profundidad	8.8 m	Dámetro	0.70 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N.E. 8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Dámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Nunca se ha secado Nora estado natural				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	37	Fecha	26-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	La Boca/Rapel
Propietario	ESSEL S.A.		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	La Boca Rapel		

Ubicación:	UTM-N	6 242 535	Latitud	
	UTM-E	237 861	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Bebida	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	24 m	Diámetro	8"	Habilitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	10 l/s	N.E. 3 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia	30 KW	Caudal		
Diámetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Hace 3 años que está inhabilitada por intrusión salina				

N° Encuesta	38	Fecha	27-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pichilemu	Sector	Cahuel
Propietario	Juan Aguirre		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino La Villa		

Ubicación:	UTM-N	6 179 813	Latitud	
	UTM-E	224 866	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Bebida	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	3 m	Diámetro	1.2 m	Habilitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	10 l/s	N.E. 0.5 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Nota en estado natural (tierra)				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	39	Fecha	27-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pichilemu	Sector	Barranca
Propietario	Escuela Pública de Barranca		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Canul a La Vitis		

Ubicación:	UTM-N	6 198.398	Latitud	
	UTM-E	226.610	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest.-Bebida	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (hora, día, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1962	
Profundidad	2.6 m	Diámetro	1.4 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal:	10 l/s	N.E. 1 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro		Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Nona revestida en piedra				

N° Encuesta	40	Fecha	27-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pichilemu	Sector	Barrancas
Propietario	Nemesio Meneses Olmedo Escuela Pública de Barrancas		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Público a Cruceles		

Ubicación:	UTM-N	6 178.272	Latitud	
	UTM-E	227.063	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua		Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (hora, día, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1996	
Profundidad	6 m	Diámetro	1.0 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo:		Caudal:	10 l/s	N.E. 0.3 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica C56	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Embancada 3 metros (5 metros prof Total)				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	41	Fecha	27-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pichilemu	Sector	Barrancas
Propietario	Nemesio Meneses Omedo Escuela Publica de Barrancas		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Publico a Curiles		

Ubicación:	UTM-N	Latitud	
	UTM-E	Longitud	Cota
Otra:	12 metros al poniente de nona encuesta N°40		

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, dias, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año 1996	
Profundidad	3 m	Diámetro	1 m
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	10 l/s
			N E 2.6 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Embarcada 1,4 metros Se abastecen 40 casas

N° Encuesta	42	Fecha	27-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pichilemu	Sector	La Vitis
Propietario	Junta de Vecinos		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Cahui - La Vitis		

Ubicación:	UTM-N	6 176 893	Latitud	
	UTM-E	226 982	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Bebida-Domest.	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año 1993	
Profundidad	6.6 m	Diámetro	1 m
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	
			N E 0.5 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Electrica A.S.A	Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Se abastecen 16 casas

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	43	Fecha	27-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pichilemu	Sector	La Villa
Propietario	Escuela Publica La Villa		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino La Palmilla		

Ubicación:	UTM-N	8 178 750	Latitud	
	UTM-E	227 194	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Bebida-Domést.	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha:	año 1976	
Profundidad	4.9 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal:		N.E 1 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica Pedralto	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Entubada				

N° Encuesta	44	Fecha	25-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	La Boca
Propietario	ESSEL S.A.		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino La Villa		

Ubicación:	UTM-N	8 181 250	Latitud	
	UTM-E	227 194	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Potable	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	1973	
Profundidad	20 m	Diámetro		Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal:		N.E 8 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Pozo de agua salada Hoy se usa como acumulación de agua del rio Rapel				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	45	Fecha	11-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	Rapel
Propietario	ESSEL S.A		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Av. Ignacio Carrera Pinto s/n		

Ubicación:	UTM-N	6 241 124	Cota
	UTM-E	247 184	
Otra			

Operativo/s/no:	Uso del Agua	Potable	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	1973
Profundidad	20 m	Diámetro	Habilitación
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	NE 8 m N.D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Francin	Tipo Motor	
Potencia	15 HP	Caudal	6.5 l/s
Diámetro	5"	Profundidad	18 m Elevación 60 m

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
----------------	--	--	--

N° Encuesta:	48	Fecha	11-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	Rapel
Propietario	ESSEL S.A		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Av. Ignacio Carrera Pinto s/n		

Ubicación:	UTM-N	6 240 808	Cota
	UTM-E	247 238	
Otra			

Operativo/s/no:	Uso del Agua	Potable	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	20 m	Diámetro	Habilitación
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	NE 8 m N.D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Francin	Tipo Motor	
Potencia	15 HP	Caudal	6.5 l/s
Diámetro	5"	Profundidad	18 m Elevación 60 m

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Pozo inhabilitado En propiedad de Bienes Nacionales			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	47	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	El Sauce
Propietario	Maucio Moraga		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino El Sauce s/n		

Ubicación:	UTM-N	6.240.808	
	UTM-E	247.239	Cota
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést. Bebida	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1996
Profundidad	7.4 m	Dímetro	3.5 m
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	N.E. 3.4 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	PUMP HF M/5B	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	3.5 ltr/seg
Dímetro		Profundidad:	
		Elevación:	13.7 m

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
	KW	0.75	
	H	250	
		4.9 amperes	
		1000 W máx.	
		1 HP	

N° Encuesta	48	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	Los Perales
Propietario	Yolanda Moraga		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino El Sauce s/n		

Ubicación:	UTM-N		
	UTM-E		Cota
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	500 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	7.3 m	Dímetro	0.9 m
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	N.E. 4.1 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Padrollo	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Dímetro	1 pulg.	Profundidad:	
		Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
	PXM	80B	
	A	2.5	VC 450
	RPM	2900	H250
		0.5 HP	M 40-55

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	49	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	Brintun
Propietario	Eugenio Peñafoza		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Lo Silva		

Ubicación:	UTM-N	8 165 507	Cota
	UTM-E	258 279	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	500 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha		
Profundidad	7.7 m	Diámetro	3 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal:	N.E. 0.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Electrica Pedrollo	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad:	Elevación 42 m

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
	H2 50		
	PYM 60		
	Q 5-40 l/m		
	M 40 - 55		
	0.5 HP		

N° Encuesta	50	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	
Propietario	A.P. Perales		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	8 166 166	Cota
	UTM-E	260 848	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha		
Profundidad		Diámetro		Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal:	N.E.	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
	1 año de uso		

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	51	Fecha	15-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Bimtun
Propietario	Nivaldo Jorquera		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Orta Los Silva		

Ubicación:	UTM-N	6 185 822	Cota
	UTM-E	259 278	
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	300 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha			
Profundidad	9.0 m	Dímetro	3 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal		NE 0.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Dímetro	Profundidad	Elevación	20 m	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
VL 450 v				
PKM 80				
Q 5-40 l/m				
HZ 50				
1 HP				

N° Encuesta	52	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	O. Los Silva
Propietario	Nivaldo Jorquera		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Orta Los Silva		

Ubicación:	UTM-N	6 185 822	Cota
	UTM-E	259 278	
Otra: 50 m por camino			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	500 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha			
Profundidad	5.3 m	Dímetro	2.5 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal		NE 2.3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica REGGIO	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Dímetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó año hidrológico 96 - 97				
KW 0.37		A 2.3		
Vel min 8-40		VL 450 v		
rpm 2800		HZ 50		
0.5 HP				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	53	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	
Propietario	Orlando Hinojosa Lorca		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Ortita Los Silos		

Ubicación:	UTM-N	6 165 889	
	UTM-E	258 450	Cota
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua: Domest.-Riego	Area de Riego: 200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad: 5 m	Dámetro: 1.5 m	Habitación	
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal	N.E. 2.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Dámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Año hidrológico 96 - 97 se seco Noria de tierra, saca con balde

N° Encuesta	54	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	Ortita Los Silos
Propietario	María Zúñiga Peñaloza		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Ortita Los Silos		

Ubicación:	UTM-N		
	UTM-E		Cota
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua: Domest.-Riego	Area de Riego: 200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad: 5.5 m	Dámetro: 2.4 m	Habitación	
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal	N.E. 2.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba: Pedrillo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Dámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Año agrícola 96 - 97 seca. Noria en malas condiciones

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	55	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Orría Los Siva
Propietario	Mara Barraza Vergara		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Orría Los Siva		

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	8.6 m	Diámetro	1 m	Habitación:
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N.E. 2.3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia:		Caudal:		
Diámetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año agrícola 97 - 97 seca				

N° Encuesta	56	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Orría Los Siva
Propietario	Lucía Cornejo Inojosa		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Orría Los Siva		

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	5.1 m	Diámetro	2.3 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N.E. 2.6 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor		
Potencia:		Caudal:		
Diámetro		Profundidad:	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año agrícola 96 - 97 seca				
Nota de terra Sacan por medio de balde				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	53	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	
Propietario	Orlando Hinojosa Lorca		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Orilla Los Silve		

Ubicación:	UTM-N	8 185 880	
	UTM-E	258 450	Cota
Otra			

Operativo(año)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	5 m	Diámetro	1.5 m	Habitación
Fecha Bruebs Bombeo			Caudal	N.E. 2.2 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Año hidrológico 96 - 97 se seco			
Nora de terra, saca con balde			

N° Encuesta	54	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Orilla Los Silve
Propietario	María Zufiga Peñaoloza		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Orilla Los Silve		

Ubicación:	UTM-N		
	UTM-E		Cota
Otra			

Operativo(año)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	5.5 m	Diámetro	2.4 m	Habitación
Fecha Bruebs Bombeo			Caudal	N.E. 2.9 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrito	Tipo Motor	
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Año agrícola 96 - 97 seca Nora en malas condiciones			

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	55	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Ortita Los Silva
Propietario	Mara Barraza Vergara		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Ortita Los Silva		

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo/si/no:	Uso del Agua: Domest.-Riego	Area de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora			Fecha
Profundidad	6.6 m	Diámetro	1 m
Fecha Bruseo Bombeo		Caudal:	N.E. 2.3 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Año agrícola 97 - 97 seca

N° Encuesta	56	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Ortita Los Silva
Propietario	Lucia Cornejo Inojosa		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Ortita Los Silva		

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo/si/no:	Uso del Agua: Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora			Fecha
Profundidad	5.1 m	Diámetro	2.3 m
Fecha Bruseo Bombeo		Caudal:	N.E. 2.6 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Año agrícola 96 - 97 seca Nora de tierra Sacan por medio de balde

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	57	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Orilla Los Silva
Propietario	Kinco Cesar Inojosa Lorca		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Orilla Los Silva		

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	800 m ²
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha			
Profundidad	9 m	Dímetro	2.3 m	Habitación
Fecha Última Bombeo	Caudal	NE: 2.38 m	N.D.	

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Dímetro	2"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año agrícola 96 - 97 no se secó				
Nora de tierra.				

N° Encuesta	58	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Orilla Los Silva
Propietario	Carlos Segundo Abarca Galarce		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Orilla Los Silva		

Ubicación:	UTM-N	6 165.861	Cota
	UTM-E	256.215	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	300 m ²
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1962			
Profundidad	5.1 m	Dímetro	4 m	Habitación
Fecha Última Bombeo	Caudal	NE: 1.3 m	N.D.	

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Dímetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año agrícola 96 - 97 se secó				
Nora de tierra en malas condiciones desmoronándose				
Seca con talde				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	59	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	Orilla Los Silva
Propietario	Julio Reyes Galarce		
Propiedad (calle-N°, predio industrial)	Orilla Los Silva		

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	1927	
Profundidad:	7 m	Diámetro	1.3 m	Habitación:
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal:	N.E. 3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:	42 m

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año anterior salida barro		PKM	80	
Norma de piedra			40 L/MIN	
RPM	2000			
VL	450			
KZ	50			

N° Encuesta	60	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	Orilla Los Silva
Propietario	Suc. Navarro Orellana		
Propiedad (calle-N°, predio industrial)	Orilla Los Silva		

Ubicación:	UTM-N	6 186 547	Cota
	UTM-E	257 262	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	300 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1982	
Profundidad:	7.2 m	Diámetro	1 m	Habitación:
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal:	N.E. 3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Honda	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro		Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año hidrológico 96 - 97 no alcanzó a secarse				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	61	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Orilla Los Siva
Propietario	Arturo Adams		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Nisanue Comercio		

Ubicación:	UTM-N:		Cota
	UTM-E:		
Otra			

Operatividad:	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	150 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:			Fecha año	1976
Profundidad	7 m	Diámetro	1 m	Habitación:
Fecha Bruebs Bombeo:		Caudal:	NE 3.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	OSIP	Tipo Motor:		
Potencia:	Caudal:			
Diámetro		Profundidad:	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año hidrológico 96 - 97 no alcanzó a secarse				

N° Encuesta	62	Fecha	19-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	
Propietario:	A.P. Cooperativa Pumanque		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Nisanue Comercio		

Ubicación:	UTM-N:	6 167 851	Cota
	UTM-E:	256 872	
Otra			

Operatividad:	Uso del Agua		Area de Riego	
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:			Fecha año	1972
Profundidad	32 m	Diámetro	1 m	Habitación:
Fecha Bruebs Bombeo:		Caudal:	NE	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba			Tipo Motor:	
Potencia:	Caudal:			
Diámetro	3"	Profundidad:	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Funcionamiento 5 hrs. máximo 10 hrs. Depende de necesidades				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	83	Fecha	20-Nov-87
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	La Vega Cuiñar
Propietario	Miguel Soto Soto		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino El Cuiñar		

Ubicación:	UTM-N	8.242.178	Cota
	UTM-E	238.890	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Area de Riego	500 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:					
Empresa Constructora				Fecha año	1997
Profundidad	16.5 m	Diámetro	2 m	Habitación	
Fecha Buecos Bombeo				Caudal	NE 8.4 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	REGGAC	Tipo Motor		
Potencia			Caudal	40 ltr/min
Diámetro			Profundidad	Elevación: 42 m

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Agua con salinidad		PKM 80		
		RPM 2900		

N° Encuesta	84	Fecha	20-Nov-87
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Vega de La Boca
Propietario	Miguel Soto Soto		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Vega de la Boca		

Ubicación:	UTM-N	8.243.020	Cota
	UTM-E	238.899	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.	Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:					
Empresa Constructora				Fecha año	1993
Profundidad	7 m	Diámetro	1.2 m	Habitación	
Fecha Buecos Bombeo				Caudal	NE 2 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolite	Tipo Motor		
Potencia			Caudal	
Diámetro			Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Se abastecen 20 casas				
Nunca se ha secado				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	65	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identf		
Comuna	Navidad	Sector	Vega de La Boca
Propietario	María O. Melendez		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Vega de la Boca		

Ubicación:	UTM-N	8 223 083	Cota
	UTM-E	238 941	
Otra			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Area de Riego	800 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1995			
Profundidad	3.4 m	Diámetro	1.1 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal		NE 2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Nunca se ha secado				

N° Encuesta	66	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identf		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Suc. Manuel Campos Medina		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N	6 243 550	Cota
	UTM-E	240 440	
Otra			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1927			
Profundidad	6 m	Diámetro	0.5 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal		NE 5.3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	SEAR	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Se secó año hidrológico 96 -97				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	87	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu Baro
Propietario	Suc. Marta Campos		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N	6.243.825	Cota
	UTM-E	240.977	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1979
Profundidad	11.3 m	Diámetro	2.5 m
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	NE 7 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Se secó año hidrológico 95 - 96			

N° Encuesta	88	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Enrique Madrid Montes		
Propiedad (calle-N°, predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	6.243.759	Cota
	UTM-E	241.008	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Emergencia	Area de Riego	50 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1982
Profundidad	8.7 m	Diámetro	2 m
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	NE 4.9 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	JACUZZI	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Año hidrológico	96 - 97 casi seca	0.5 HP	
	No es buena (salobre)	RPM 2850	
	Emboquillado de cemento	H250	

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	69	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Arturo Madrid Reyes		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N	6.243.734	Cota
	UTM-E	240.958	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest	Area de Riego	500 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1917			
Profundidad	9.9 m	Diámetro	1.2 por 1000	Habilitación
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal:		NE 4.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad	Elevación:		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Cuadrada, nunca se ha secado				

N° Encuesta	70	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Salvador Madrid Aberca		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N	6.243.626	Cota
	UTM-E	240.936	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest	Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1893			
Profundidad		Diámetro	2 m	Habilitación
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal:		NE 5.5 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad	Elevación:		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Salobre				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	71	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Ramón Madrid Reyes		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N:	8 243 659	Cota
	UTM-E:	241 021	
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.	Área de Riego
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora:		Fecha año	1956
Profundidad	9.6 m	Diámetro	1.7 m
Fecha Buceo Bombeo:		Caudal:	NE 8.6 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:	
Casi se secó año hidrológico 96 - 97	

N° Encuesta	72	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Héctor Carda Sepúlveda		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N:	8 242 358	Cota
	UTM-E:	241 955	
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést.	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora:		Fecha año	1947
Profundidad	8.4 m	Diámetro	2 m
Fecha Buceo Bombeo:		Caudal:	NE 4.3 m N.O.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:	
Año hidrológico 96 - 97 se secó Se abastecen dos casas Agua salobre	

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	73	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Suc. Victor Reyes		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N	6 242 216	Cota
	UTM-E	242 030	
Otra:			

Operatividad/no:	Uso del Agua	Domést.	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora:	Fecha:		año 1947
Profundidad	6 m	Diámetro	1 m
Fecha Bucleo Bombeo:	Caudal:	NE 2.3 m	ND

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor:	
Potencia:	Caudal:		
Diámetro:	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

No se ha secado nunca

N° Encuesta	74	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	Suc. Victor Reyes		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra: Al frente de la anterior (encuesta 73), pasando el camino			

Operatividad/no:	Uso del Agua	Bebida	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora:	Fecha:		
Profundidad	10 m	Diámetro	1 m
Fecha Bucleo Bombeo:	Caudal:	NE 7.7 m	ND

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor:	
Potencia:	Caudal:		
Diámetro:	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

Agua de buena calidad

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	75	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Licancheu
Propietario	LIV Cabello Reyes		
Propiedad (calle-N°, predio industrial)	Licancheu		

Ubicación:	UTM-N:	8 241 550	Cota
	UTM-E:	242 020	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1936	
Profundidad	12.3 m	Diámetro	0.8 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal:		NE 6.4 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

N° Encuesta	76	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Ods. El Peral
Propietario	Suc. Aurelio Cautivo Cautivo		
Propiedad (calle-N°, predio industrial)	Ods. El Peral		

Ubicación:	UTM-N:	6 239 534	Cota
	UTM-E:	248 824	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1936	
Profundidad	8 m	Diámetro	1.2 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal:		NE 4 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	77	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Oca El Perai
Propietario	Raul Jera Vargas		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Oca El Perai		

Ubicación:	UTM-N	8 239 573	Cota
	UTM-E	248 792	
Otra			

Operativo/no:	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1978	
Profundidad	7 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Bruebo Bombeo	Caudal:		NE 2 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Bencina	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	2.5"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

Nunca se ha secado

N° Encuesta	78	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Oca El Perai
Propietario	Suc. Ruben Roque Hernández		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Oca El Perai		

Ubicación:	UTM-N	8 239 154	Cota
	UTM-E	248 748	
Otra			

Operativo(año)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	3000 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1946	
Profundidad	13.1 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Bruebo Bombeo	Caudal:		NE 11.6m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia	0.5 HP	Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

No se ha secado
Se abastecen dos casas
Riega invernadero

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	79	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	La Vinilla
Propietario	Suc. José Parraguez Abarca		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	La Vinilla		

Ubicación:	UTM-N	6 238 789	
	UTM-E	247 930	Cota
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año		1927
Profundidad	Diámetro	Habitación	
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:	N E	N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
En tiempo de sequía se seca

N° Encuesta	80	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	La Vinilla
Propietario	Suc. José Parraguez Abarca		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	La Vinilla		

Ubicación:	UTM-N	6 238 893	
	UTM-E	247 908	Cota
Otra: Misma propiedad que la encuesta 79			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año		1996
Profundidad	7.2 m	Diámetro	1 m
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:	N E	1.6 m
			N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	81	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	La Vinilla
Propietario	Suc. Aza Hernández Medina		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	La Vinilla		

Ubicación:	UTM-N	6 238 102	Cota
	UTM-E	247 482	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1994
Profundidad	9.7 m	Diámetro	1 m
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	NE 7 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	82	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Navidad	Sector	La Vinilla
Propietario	Suc. Hector González		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	La Vinilla		

Ubicación:	UTM-N	6 238 002	Cota
	UTM-E	247 282	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Área de Riego	600 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1966
Profundidad	12.9 m	Diámetro	1 m
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	NE 10.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	83	Fecha	20-Nov-87	Ver en Rancagua
Código Pozo		Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	La Vinilla	
Propietario	A.P. Rural La Vinilla			
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	La Vinilla			

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo(s)no:	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	Dámetro	Habitación	
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal	N E	N D:

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal	
Dámetro	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	84	Fecha	20-Nov-87
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Navidad	Sector	La Vinilla
Propietario	Jose Cornejo Vidal		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	La Vinilla		

Ubicación:	UTM-N	8 237 548	Cota
	UTM-E	247 188	
Otra:			

Operativo(s)no:	Uso del Agua Domést.	Area de Riego	300 m2
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año 1968	
Profundidad	25 m	Dámetro	0.70 m Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal	N E 20 m N D:

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor
Potencia		Caudal
Dámetro		Profundidad Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
No se seco año hidrológico 96 - 97

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	85	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	La Vinilla
Propietario	Eduardo Núñez Moraga		
Propiedad (calle-N° predio industria)	La Vinilla		

Ubicación:	UTM-N	6 237 590	Cota
	UTM-E	247 149	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Área de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:					
Empresa Constructora				Fecha año	1996
Profundidad	14.6 m	Diámetro	1.2 m	Habitación	
Fecha Bruto Bombeo				Caudal	NE 14.3 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

No se ha secado en este período de uso

N° Encuesta	86	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Navidad	Sector	Risco Colorado
Propietario	Suc. Héctor González		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Risco Colorado		

Ubicación:	UTM-N	6 237 389	Cota
	UTM-E	247 612	
Otra: Cnlla del cerro			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:					
Empresa Constructora				Fecha año	1985
Profundidad	17.7 m	Diámetro	1 m	Habitación	
Fecha Bruto Bombeo				Caudal	NE 17.1 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

Saca agua manualmente

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	87	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Risco Colorado
Propietario	Carlos Ramirez Rubio		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Risco Colorado		

Ubicación:	UTM-N:	6 237 048	Cota
	UTM-E	247 479	
Otra:	Orilla del cerro		

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Area de Riego	800 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		Febrero 1997	
Profundidad	3.3 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal		NE 0.40 m	N.D

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación:		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Aún no tiene sistema instalado. Proyecto INDAP				

N° Encuesta	88	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Risco Colorado
Propietario	Jose B. Nuñez Osorio		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Risco Colorado		

Ubicación:	UTM-N:	6 237 138	Cota
	UTM-E	247 543	
Otra:	Orilla del cerro		

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Doméstic	Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1965	
Profundidad	9.7 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal		NE 8.1 m	N.D

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	89	Fecha	20-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Navidad	Sector	Risco Colorado
Propietario	Jose B. Nuñez Osorio		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Risco Colorado		

Ubicación:	UTM-N	6 237 344	
	UTM-E	247 571	Cota
Otra	Orilla del cerro		

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Riego	Área de Riego	250 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha:	Febrero 1997
Profundidad	2 m	Diámetro	1.2 m
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	N E 0.40 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Aun no está habilitada

N° Encuesta	90	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	
Propietario	Pozo INIA		
Propiedad (calle-N° predio industrial)			

Ubicación:	UTM-N		
	UTM-E		Cota
Otra	Orilla del cerro		

Operativo(s/no)	Uso del Agua		Área de Riego	
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad		Diámetro	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	N E N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Sin información de terreno

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	91	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	La Platna Hidalgo
Propietario	Fundo La Platna		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	La Platna Hidalgo		

Ubicación:	UTM-N	8 220 177	Cota
	UTM-E	238 250	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést	Área de Riego	400 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1975	
Profundidad	4.8 m	Dámetro	1 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:		NE	1.8 m
				ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Dámetro	Profundidad	Elevación:		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Bomba a bencina 3" Nunca se ha secado				

N° Encuesta	92	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Paso Soldado
Propietario	Suc. Juan Rozas Jiménez		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Paso Soldado		

Ubicación:	UTM-N	Cota
	UTM-E	
Otra:		

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést -Riego	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1987	
Profundidad	Dámetro	Habitación		
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:		NE	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Dámetro	Profundidad	Elevación:		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó año hidrológico 96 - 97				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	83	Fecha	21-Nov-87
Código Pozo		Identif	
Comuna	Litueche	Sector	El Tonal
Propietario	Suc. Moises Gómez		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Paso Soldado		

Ubicación:	UTM-N	8.220.157	
	UTM-E	233.804	Cota
Otra:			

Operatividad	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1937	
Profundidad	4.1 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	NE 1.4 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro		Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

N° Encuesta	84	Fecha	21-Nov-87
Código Pozo		Identif	
Comuna	Litueche	Sector	Paso del Soldado
Propietario	Narciso Carreño C		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Paso el Soldado		

Ubicación:	UTM-N	8.220.070	
	UTM-E	233.897	Cota
Otra:			

Operatividad	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1995	
Profundidad	6.2 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	NE 3.1 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	95	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Paso del Soldado
Propietario	Escuela Basica Paso del Soldado		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Paso el Soldado		

Ubicación:	UTM-N	8 220 340	Cota
	UTM-E	232 968	
Otra:			

Operatividad:	Uso del Agua	Domést.-Riego	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año 1992		
Profundidad	12 m	Diametro	1.2 m
Fecha Bueba Bombeo	Caudal:	NE 1.4 m	N.D.

Equipo de Bombeo			
Tipo Bomba	Electrica Pedrollo	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:		
Diametro	1"	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Nunca se ha secado, pero muy poco agua año hidrológico 96 - 97

N° Encuesta	97	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Paso del Soldado
Propietario	Froilan Donoso Torres		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Paso el Soldado		

Ubicación:	UTM-N	8 220 323	Cota
	UTM-E	232 943	
Otra:			

Operatividad:	Uso del Agua	Domést.-Riego	Area de Riego	150 m2
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		
Profundidad	2.2 m	Diametro	2 m
Fecha Bueba Bombeo	Caudal:	NE 1.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Diametro	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Sin bomba

ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	96	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Paso del Soldado
Propietario	Manuel Osoro González		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Paso el Soldado		

Ubicación:	UTM-N	6.220.054	
	UTM-E	232.952	Cota
Otra:			

Operativo(s)/no:	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	150 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	Diámetro	Habitación		
Fecha Brueba Bombeo	Caudal	N E	N D	

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
Verbante				

Observaciones:				
Sin bomba				

N° Encuesta	88	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Paso del Soldado
Propietario	Emilio Rafael Durán Donoso		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Paso el Soldado		

Ubicación:	UTM-N	6.220.389	
	UTM-E	232.948	Cota
Otra:			

Operativo(s)/no:	Uso del Agua	Domést.	Área de Riego	
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	4,2 m	Diámetro	1,2 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal	N E 1,4 m	N D	

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Manual	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Sin bomba No se ha secado nunca				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	99	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Litueche	Sector	Paso del Soldado
Propietario	Hector Jiménez Vidal		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Camino a Topocalma		

Ubicación:	UTM-N	6 220 534	Cota
	UTM-E	232 790	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	Diámetro	Habitación	
Fecha Brueba Bombeo	Caudal	NE	ND

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
El FOSIS ayudó a revestir la verberita la cual se secó por eso			

N° Encuesta	100	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Litueche	Sector	Paso del Soldado
Propietario	Narciso Jiménez Vidal		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Camino a Topocalma		

Ubicación:	UTM-N	6 220 477	Cota
	UTM-E	232 803	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	Diámetro	Habitación	
Fecha Brueba Bombeo	Caudal	NE	ND

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
se abastecen 2 casas			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	101	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Santa Mónica
Propietario	Antonio Mofino		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Fundo Santa Mónica (camino Santa Mónica)		

Ubicación:	UTM-N	8 218 510	Cota
	UTM-E	245 114	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1988	
Profundidad	9.5 m	Diámetro	2 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo	Caudal		NE 4.1 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

N° Encuesta	102	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Santa Mónica
Propietario	Suc. Laura Morales		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Santa Mónica		

Ubicación:	UTM-N	8 217 912	Cota
	UTM-E	245 187	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	350 m ²
Explotación Actual	Caudal		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año		1987	
Profundidad	14.6 m	Diámetro	0.6 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo	Caudal		NE 11.4 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Eléctrica	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	3/4"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Nunca se ha secado				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	104	Fecha	21-Nov-87
Código Pozo		Identif	
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Ernesto Silva Faundez		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Camino Cartagena		

Ubicación:	UTM-N	6 217 251	
	UTM-E	245 311	Cota
Otra:			

Operativo/si/no	Uso del Agua	Domést.-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha		
Profundidad	14.8 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N.E 14.4 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Subsidio INDAP				

N° Encuesta	103	Fecha	21-Nov-87
Código Pozo		Identif	
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Ernesto Silva Faundez		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Cartagena		

Ubicación:	UTM-N	6 217 711	
	UTM-E	245 307	Cota
Otra:			

Operativo/si/no	Uso del Agua	Domést.-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha		
Profundidad	13.8 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N.E 13 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Escasez año anterior				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	105	Fecha	21-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Escuela Santa Julia de Litueche		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N		Cota
	UTM-E		
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	Diámetro	Habilitación	
Fecha Buebo Bombeo	Caudal	N.E.	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal	
Diámetro	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	106	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Ranguilí
Propietario	Jaime Barros		
Propiedad (calle-N° predio industria) Camino Patacón eso Ranguilí			

Ubicación:	UTM-N	6 144 818	Cota
	UTM-E	247 096	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Área de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1984
Profundidad	9 m	Diámetro	1,8 m
Fecha Buebo Bombeo	Caudal	N.E.	7,6 m
			N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor
Potencia	Caudal	
Diámetro	1"	Profundidad
		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Año hidrológico 96 - 97 se secó De tierra Manual

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	107	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Juan Peñaloza Vergara		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Loloi a Bucalenu		

Ubicación:	UTM-N	6 153 950	
	UTM-E	255 414	Cota
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	500 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1984	
Profundidad	4.5 m	Diámetro	1.7 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	NE 3.1 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Electrica	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año hidrológico 96 - 97 se secó De piedra				

N° Encuesta	108	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Jorge Cabrera López		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Loloi a Bucalenu		

Ubicación:	UTM-N	6 153 969	
	UTM-E	256 283	Cota
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	400 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha año	1987	
Profundidad	4.7 m	Diámetro	2 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	NE 3.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año hidrológico 96 - 97 se secó De piedra el primer 1.5 m				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	109	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Francisco Acevedo Soto		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Loloi a Bucaremu		

Ubicación:	UTM-N	8 153 792	
	UTM-E	254 873	Cota
Otra:			

Operatividad:	Uso de Agua	Domést.-Riego	Área de Riego
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1991
Profundidad	7 m	Diámetro	1.7 m
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	NE 8.2 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Año pasado no se secó Revestida			

N° Encuesta	110	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Facundo Lozano (casa trabajador)		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Loloi a Bucaremu		

Ubicación:	UTM-N	8 153 805	
	UTM-E	254 808	Cota
Otra:			

Operatividad:	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	800 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha año	1950
Profundidad	8.2 m	Diámetro	2 m
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	NE 8.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Año pasado no se secó 2.5 m de piedra			

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	111	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Facundo Lozano (casa trabajador)		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	6 153 145	Cota
	UTM-E	257.844	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	300 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1963			
Profundidad	6.7 m	Diámetro	2 m	Habitación
Fecha Buebo Bombeo	Caudal:		NE 3.8 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor:		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año pasado no se secó Revestida				

N° Encuesta	112	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Suc. René Martínez		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	6 152 486	Cota
	UTM-E	258 035	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést.-Riego	Área de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1963			
Profundidad	5.8 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Buebo Bombeo	Caudal:		NE 4.1 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor:			
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad		Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Año pasado no se secó De piedra Manual				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	113	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las Ovejas
Propietario	Suc Fco Manuel López		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	8 152 573	Cota
	UTM-E	258 008	
Otra:			

Operativo/s/no	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1980
Profundidad	8.5 m	Diámetro	2.4 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo			Caudal	N.E 7.3 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
De terra			
Manual			
Se abastecen 3 casas			
No se secó pero necesita agua			

N° Encuesta	114	Fecha	18-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las Ovejas
Propietario	Jose Quiral Arce		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	8 152 561	Cota
	UTM-E	258 022	
Otra:			

Operativo/s/no	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha año	1989
Profundidad	11.5 m	Diámetro	2 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo			Caudal	N.E 7.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor	
Potencia	Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Poco agua			
Esta emboquillada			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	115	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Rincón de las Ovejas
Propietario	Jose Quirai Arce		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N:	8 152 573	
	UTM-E:	257 933	Cota
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua Domést.	Área de Riego 40 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año 1984		
Profundidad: 8.3 m	Diámetro 1.5 m	Habitación:	
Fecha Bruebs Bombeo:	Caudal:	NE 4.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia:	Caudal:		
Diámetro	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
De piedra No se secó año hidrológico 96 - 97

N° Encuesta	116	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Rincón de las Ovejas
Propietario	Suc. Fortunato Ayala Martínez		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N:	8 152 858	
	UTM-E:	257 979	Cota
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua Domést.	Área de Riego: 150 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año 1991		
Profundidad: 9.9 m	Diámetro 1.6 m	Habitación:	
Fecha Bruebs Bombeo:	Caudal:	NE 4.6 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia:	Caudal:		
Diámetro 1"	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Emboquillada No se secó año hidrológico 96 - 97 Se abastecen dos casas

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	117	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif:		
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las Ovejas
Propietario	Luis Correa Cornejo		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	6 152 861	Cota
	UTM-E	257 884	
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest.	Area de Riego	50 m2
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:					
Empresa Constructora				Fecha año	1963
Profundidad	8.7 m	Diámetro	2 m	Habilitación	
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:			NE	3 m ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
No se secó año hidrológico 96 - 97				

N° Encuesta	118	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif:		
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las Ovejas
Propietario	Jesus Vidal Espino		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	6 152 798	Cota
	UTM-E	257 819	
Otra:			

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	400 m2
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:					
Empresa Constructora				Fecha año	1974
Profundidad	9.6 m	Diámetro	1.5 m	Habilitación	
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:			NE	5 m ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Emboquilada				
Se secó año hidrológico 96 - 97				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	119	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Enrique Valenzuela Morales		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino rincón de las Ovejas		
Ubicación:	UTM-N	6 152 850	Cota
	UTM-E	257 817	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año 1964		
Profundidad	7.9 m	Dímetro	1.2 m
Fecha Buebo Bombeo	Caudal	NE 2.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Dímetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Pedra Se secó completamente el año hidrológico 96 - 97

N° Encuesta	120	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Luis Morales Labraña		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino rincón de las Ovejas		
Ubicación:	UTM-N	6 152 738	Cota
	UTM-E	257 850	
Otra:			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest.-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, dias, meses)		

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año 1964		
Profundidad	10.6 m	Dímetro	1.3 m
Fecha Buebo Bombeo	Caudal	NE 2.7 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor	
Potencia	Caudal		
Dímetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Emboquillada Prácticamente se secó el año hidrológico 96 - 97

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	121	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Luis Nuñez		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	8 153 021	Cota
	UTM-E	257 796	
Otra:			

Operatividad:	Uso del Agua: Domést.-Riego	Área de Riego	300 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año 1968		
Profundidad	8.8 m	Diámetro	1.8 m
Fecha Bueba Bombeo		Caudal:	NE 4.5 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedroño	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Emboquillada Manual y eléctrica			

N° Encuesta	122	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Quirino Morales Garber		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	8 153 068	Cota
	UTM-E	257 795	
Otra:			

Operatividad:	Uso del Agua: Domést.-Riego	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha año 1964		
Profundidad	8.8 m	Diámetro	1.9 m
Fecha Bueba Bombeo		Caudal:	NE 4.2 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedroño	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Emboquillada Manual y eléctrica			

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	123	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Sin propietario fijo		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino rincón de las Ovejas		
Ubicación:	UTM-N	6 153 059	Cota
	UTM-E	257 818	
Otra:			
Operativo(año):	Uso del Agua	Domest.-Bebida	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	
Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		año 1976
Profundidad	8.1 m	Diámetro	1 m
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:	N.E 5.2 m	N.D.
Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Diámetro	Profundidad	Elevación	
Derechos de Aprovechamiento:			
Observaciones:			
Entubada Manual No se secó el año hidrológico 96 - 97 Abastece dos casas			

N° Encuesta	124	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Rincón de las ovejas
Propietario	Carlos Espina González		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino rincón de las Ovejas		
Ubicación:	UTM-N	6 152 873	Cota
	UTM-E	257 818	
Otra:			
Operativo(año):	Uso del Agua	Domest.-Riego	Área de Riego 50 m2
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	
Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		año 1976
Profundidad	Diámetro	1.8 m	Habilitación
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:	N.E 3.8 m	N.D.
Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:		
Diámetro	3/4"	Profundidad	Elevación
Derechos de Aprovechamiento:			
Observaciones:			
Se secó el año hidrológico 96 - 97			

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	125	Fecha	16-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Rincón de las Ovejas
Propietario	Rosa Garza Cubillos		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino rincón de las Ovejas		

Ubicación:	UTM-N	6 152 968	Cota
	UTM-E	257 782	
Otra:			

Operativo/s/no:	Uso del Agua	Domest -Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha año 1991			
Profundidad	8.8 m	Diámetro	1.8 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo	Caudal:		NE 1.5 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No alcanzó a secarse año hidrológico 96 - 97				
Manual				
De piedra				

N° Encuesta	126	Fecha	17-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paradones	Sector	El Potrero
Propietario	Escuela Vitis San Pedro		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	6 173 272	Cota
	UTM-E	233 519	
Otra:			

Operativo/s/no:	Uso del Agua	Doméstico	Area de Riego	
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha			
Profundidad	8.3 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo	Caudal:		NE 6 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Entubada				
No se seco año hidrológico 96 - 97				

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	127	Fecha	17-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Olga Pino Gonzalez		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	El Potrero		
Ubicación:	UTM-N	6 173 154	Cota
	UTM-E	234 362	
Otra:			

Cooperativo(s/no):	Uso del Agua: Domést-Riego	Area de Riego	500 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha:		
Profundidad	4.6 m	Diámetro	2.8 m
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	NE 2.9 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Reggio	Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:	
------------------------------	--

Observaciones:	De cemento y piedra Agua impecable
----------------	---------------------------------------

N° Encuesta	128	Fecha	17-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Suc. Gilberto Jesus Aberca		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	6 173 202	Cota
	UTM-E	234 421	
Otra:			

Cooperativo(s/no):	Uso del Agua: Domést	Area de Riego	
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha:		
Profundidad	1.6	Diámetro	1 m
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	NE 0.90 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:	
------------------------------	--

Observaciones:	Escasa pero no se secó Emboquitada Manual
----------------	---

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	129	Fecha	17-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Francisco Pino Pino		
Propiedad (calle-N° predio industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	6 173 181	Cota
	UTM-E	233 920	
Otra:			

Operatividad/no	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha			
Profundidad	6.5 m	Diámetro	0.90 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		NE 5.7 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Escasa pero no se secó año hidrológico 96 - 97				
De tierra				
Manual				

N° Encuesta	130	Fecha	17-Nov-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Ignacio Pino		
Propiedad (calle-N° predio industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	6 173 194	Cota
	UTM-E	233 976	
Otra:			

Operatividad/no	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha			
Profundidad	8.2 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		NE 8 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Escasa pero no se secó año hidrológico 96 - 97				
De cemento la mitad				
Manual				
Se abastecen dos casas				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	131	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Rosalina del Carmen Muñoz		
Propiedad (calle-N° predio industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	6 173 221	Latitud	
	UTM-E	233 791	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(año)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	8 m	Diámetro		Habitación
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	NE 3.3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
De tierra				
3 casas				

N° Encuesta	132	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Francisco Antonio Aberca		
Propiedad (calle-N° predio industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	6 173 234	Latitud	
	UTM-E	233 792	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(año)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	30 años
Profundidad	1.5	Diámetro	1.7 m	Habitación
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	NE 1.1 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Se secó				
3 casas				
De tierra				
Bomba sumergida				
Cuadrada				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	133	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Manz Mercedes Morales		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	8 173 134	Latitud	
	UTM-E	233 725	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	20 años	
Profundidad	11 m	Diámetro	1.2 m	Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	N.E. 10.5 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Casi se seco
Manual
De tierra

N° Encuesta	134	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Zunilda Moraga		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	8 173 067	Latitud	
	UTM-E	233 713	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	13 años	
Profundidad	8.7 m	Diámetro		Habilitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal:	N.E. 7.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Bomba sumergida
Casi seca
De tierra

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	169	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Montecillos
Propietario	Milagro Valenzuela Correa		
Propiedad (calle-N° predio industrial)			

Ubicación:	UTM-N	8 145 941	Latitud	
	UTM-E	253 170	Longitud	Cota
Otra				

Operativo/s/no	Uso del Agua	Domés-Bebida	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		15 años	
Profundidad	12.1 m	Diámetro	2.2 m	Habilitación
Fecha Buebe Bombeo	Caudal		N.E. 6.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad		Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones:				
No se secó				
Manual y Bomba				
Emboquillada				

N° Encuesta	170	Fecha	18-Oct-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Montecillos
Propietario	Soc. Agr. Santa Teresa de Culenco		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Fundo Santa Teresa de Culenco		

Ubicación:	UTM-N	8 148 898	Latitud	
	UTM-E	253 168	Longitud	Cota
Otra				

Operativo/s/no	Uso del Agua	Domés-Bebida	Area de Riego	800 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha			
Profundidad	8.3 m	Diámetro	2.3 m	Habilitación
Fecha Buebe Bombeo	Caudal		N.E. 2.4 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1 1/2"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones:				
Bomba trifásica				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	167	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif:		
Comuna	Lolol	Sector	Montecillos
Propietario	Jorge Diaz		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Los Montecillos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 724	Latitud	
	UTM-E	253 222	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(sí/no)	Uso del Agua: Domés-Bebida	Area de Riego	800 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		50 años
Profundidad	8.3 m	Diámetro	0.60 m
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:	NE	2.8 m
			ND

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Manual			
Piedra			
Poco agua			

N° Encuesta	168	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif:		
Comuna	Lolol	Sector	Montecillos
Propietario	Dionisio Bravo Contreras		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Los Montecillos		

Ubicación:	UTM-N	8 145 832	Latitud	
	UTM-E	253 188	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(sí/no)	Uso del Agua: Domés-Bebida	Area de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		10 años
Profundidad	9.8 m	Diámetro	1.7 m
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:	NE	8.1 m
			ND

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Se secó			
Tierra			
Bomba eléctrica			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	185	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Sta. Teresa de Quishue
Propietario	Escuela Marta Corres		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Loloi San Pedro de Alcántara		

Ubicación:	UTM-N	6 148 238	Latitud	
	UTM-E	249 343	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domés-Bebida	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal		Período (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	24 años	
Profundidad	8.1 m	Dímetro	1.2 m	Habitación:
Fecha Bruebs Bombeo		Caudal	N.E. 4.6 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bombe	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Dímetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó				
Motor a bencina				
Entubada				

N° Encuesta	186	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Sta. Teresa de Quishue
Propietario	Tomás Corres		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Casa patronal Sta. Teresa de Quishue		

Ubicación:	UTM-N	6 148 288	Latitud	
	UTM-E	249 539	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domés-Bebida	Área de Riego	800 m ²
Explotación Actual	Caudal		Período (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	50 años	
Profundidad	8.1 m	Dímetro	4.5 m	Habitación:
Fecha Bruebs Bombeo		Caudal	N.E. 8.7 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bombe	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Dímetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó				
Tierra				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	163	Fecha	18-Dec-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Sta. Teresa de Quishue
Propietario	Demofilo Galaz Becerra		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Loloi San Pedro de Alcantara		

Ubicación:	UTM-N	8 148 104	Latitud	
	UTM-E	248 183	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domes-Bebida	Area de Riego	300 m2
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		8 años	
Profundidad	7.4 m	Diámetro	2.5 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo	Caudal		N E 5.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Reggio	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó totalmente, pero tenía dificultades				

N° Encuesta	164	Fecha	18-Dec-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Sta. Teresa de Quishue
Propietario	Luz Cornejo Galaz		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Loloi San Pedro de Alcantara		

Ubicación:	UTM-N	8 148 178	Latitud	
	UTM-E	248 340	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domes-Bebida	Area de Riego	200 m2
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		8 años	
Profundidad	6 m	Diámetro	1.9 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo	Caudal		N E 3.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Reggio	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó 3 casas Terra				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	161	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Sta. Teresa de Quisne
Propietario	Oswaldo Canales Barros		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Lolol San Pedro de Alcántara		

Ubicación:	UTM-N	6 147 967	Latitud	
	UTM-E	249 008	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año)	Uso del Agua	Domés-Bebida	Área de Riego	150 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		10 años	
Profundidad	5.8 m	Diámetro	0.90 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		N.E. 3.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Tierra				
No se secó				
Manual				

N° Encuesta	162	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Sta. Teresa de Quisne
Propietario	Hugo del C. Gaste Cubillos		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Lolol San Pedro de Alcántara		

Ubicación:	UTM-N	6 148 003	Latitud	
	UTM-E	248 965	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año)	Uso del Agua	Domés-Bebida	Área de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		4 años	
Profundidad	5.8 m	Diámetro	2 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		N.E. 3.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó totalmente				
Manual				
2 casas				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	158	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo		Ident°	
Comuna	Loroi	Sector	Ranguil
Propietario	José Manuel González Valenzuela		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Ranguil		

Ubicación:	UTM-N:	8 148 051	Latitud:	
	UTM-E:	247 159	Longitud:	Cota
Otra:				

Operativo/si/no:	Uso del Agua	Domést-Bebida	Área de Riego:	200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	16 años
Profundidad:	10 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Bueba Bombeo:			Caudal:	N E 8.8 m N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba			Tipo Motor	
Potencia			Caudal	
Diámetro			Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones:				
Tierra				
Manual				
No se secó pero poco agua				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	157	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Ranguil
Propietario	Jaime Ancino		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	6 143 177	Latitud	
	UTM-E	247 821	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	100 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	30 años
Profundidad	9.6 m	Diámetro	2 m	Habitación
Fecha Bruebs Bombeo			Caudal	N.E. 9.1 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba			Tipo Motor	
Potencia			Caudal	
Diámetro	Profundidad			Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones:				
Tierra				
Manual				
2 casas				
Se secó el año pasado				

N° Encuesta:	158	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Ranguil
Propietario	Sucesión		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Ranguil		

Ubicación:	UTM-N	6 144 888	Latitud	
	UTM-E	248 891	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Bebida	Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	1 año
Profundidad	9.4 m	Diámetro	1.4 m	Habitación
Fecha Bruebs Bombeo			Caudal	N.E. 8.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba			Tipo Motor	
Potencia			Caudal	
Diámetro	Profundidad			Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				

Observaciones:				
Tierra				
Manual				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	155	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Ranguil
Propietario	Flor Mirella Muñoz Pizarro		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Cruce Ranguil y Licarter		

Ubicación:	UTM-N	8 136 325	Latitud	
	UTM-E	248 587	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest	Area de Riego	400 m2
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	50 años	
Profundidad	4.3 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	NE 0.5 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Tierra				
Sin uso				
Manual				
Actualmente sacan de verbenas				

N° Encuesta	156	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Ranguil
Propietario	Escuela Basica Orlando Fuentes		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Ranguil Km 20		

Ubicación:	UTM-N	8 142 391	Latitud	
	UTM-E	248 278	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	50 m2
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	17 años	
Profundidad	7.6 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	NE 2.1 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Entubada				
No se secó nunca				
Motobomba y generador eléctrico				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	153	Fecha	
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	
Propietario	Soc. Agric. Sta. Teresa de Cuencó		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	6 147 200	Latitud	
	UTM-E	253 700	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Potable	Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal:	20 l/s	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha		
Profundidad	30.9 m	Diámetro	10"	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N.E. 1.3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal:			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

N° Encuesta	154	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Ranguil
Propietario	Modesto González González		
Propiedad (calle-N°, predio industria) Camino Ranguil Parcela 5			

Ubicación:	UTM-N	6 138 490	Latitud	
	UTM-E	250 183	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést	Area de Riego	400 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	10 meses	
Profundidad	6.2 m	Diámetro	1.2 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N.E. 2.5 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones: Entubada				
----------------------------	--	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	151	Fecha	
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	
Propietario	Mara Nuñez Casanovas		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	8 157 572	Latitud	
	UTM-E	276 752	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Potable	Área de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	1 l/s	Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	7 m	Dámetro	2 m
Fecha Bruebo Bombeo		Caudal:	N E N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Dámetro		Profundidad	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:	
RES DGA N° 100 de 16-3-83	
Insc fs 45 N° 45 de 1993 Cons Sta. Cruz	

Observaciones:	
Uso consuntivo, permanente y discontinuo Nov. a Mayo	

N° Encuesta	152	Fecha	
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	
Propietario	Mara Nuñez Casanovas		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	8 157 850	Latitud	
	UTM-E	278 850	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Potable	Área de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	3 l/s	Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	
Profundidad	5 m	Dámetro	2 m
Fecha Bruebo Bombeo		Caudal:	N E N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal:	
Dámetro		Profundidad	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:	
RES DGA N° 100 de 16-3-83	
Insc fs 45 N° 45 de 1993 Cons Sta. Cruz	

Observaciones:	
Uso consuntivo, permanente y discontinuo Nov. a Mayo	

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	149	Fecha	
Código Pozo	Identif	Pozo SENDOS N° 507	
Comuna	Lolol	Sector	Lolol Pueblo
Propietario	ESSEL		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)			

Ubicación:	UTM-N	8 155 823	Latitud	
	UTM-E	257 753	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua:	Potable	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	13 l/s	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	80 m	Diámetro	Habitación	
Fecha Bruebe Bombeo			Caudal	N.E. N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:	
RES DGA N° 253 de 28-7-83	
Insc. Fs 36 N° 36 de 1993 Cons. Bs. Rs. Santa Cruz	

Observaciones:

N° Encuesta	150	Fecha	
Código Pozo	Identif	Pozo SENDOS N° 508	
Comuna	Lolol	Sector	Lolol Pueblo
Propietario	ESSEL		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)			

Ubicación:	UTM-N	6 155 834	Latitud	
	UTM-E	257 769	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua:	Potable	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	13 l/s	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	80 m	Diámetro	Habitación	
Fecha Bruebe Bombeo			Caudal	N.E. N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:	
RES DGA N° 253 de 28-7-83	
Insc. Fs 36 N° 36 de 1993 Cons. Bs. Rs. Santa Cruz	

Observaciones:

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	147	Fecha	
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Pichilemu	Sector	Canul
Propietario	Coco Agua Potable de Canul		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	Latitud	72°00'5"	Cota
	UTM-E	Longitud	34°28'8"	
Otra				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Agua Potable	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:	Puntes	Fecha	
Empresa Constructora			
Profundidad	6 m	Diámetro	75 mm
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N E 1,54 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:	RES DGA N° 30 de 2-2-721		
	No se encuentra inscrita		

Observaciones:			
----------------	--	--	--

N° Encuesta	148	Fecha	
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Pumahué	Sector	Canul
Propietario	Raul Herrera Aguayo		
Propiedad (calle-N° predio industria)			

Ubicación:	UTM-N	8 166 052	Latitud	
	UTM-E	261 938	Longitud	
Otra				

Operativo(s/no):	Uso del Agua		Área de Riego
Explotación Actual	Caudal:	2 l/s	Período (horas, días, meses):

Características del Pozo:		Fecha	
Empresa Constructora			
Profundidad		Diámetro	
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N E N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:	Decreto N° 351 de 18-12-73		
	Insc. N° 1 de 1971 Cons. Ba. Ra. Santa Cruz		

Observaciones:			
----------------	--	--	--

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	145	Fecha
Código Pozo		Identif
Comuna	Litueche	Sector
Propietario	Ursula Burkert Kalk	
Propiedad (calle-N°, predio industrial)		

Ubicación:	UTM-N	8 218 228	Latitud
	UTM-E	246 425	Longitud
Cota			
Otra			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora			Fecha
Profundidad	35 m	Dímetro	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		N.E. 11 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Dímetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:	
RES DGA N° 320 de 5-8-93	
Insc. Fs 15 vía N° 17 de 1993 Cons Ba Ra de Pchenu	

Observaciones:

N° Encuesta	146	Fecha
Código Pozo		Identif
Comuna	Lolol	Sector
Propietario	Hernán Montes Cordero	
Propiedad (calle-N°, predio industrial)		

Ubicación:	UTM-N	8 147 350	Latitud
	UTM-E	253 700	Longitud
Cota			
Otra			

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést	Área de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora			Fecha
Profundidad	30.9 m	Dímetro	10"
Fecha Búsqueda Bombeo	Caudal		N.E. 12 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Dímetro	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:	
RES DGA N° 31 de 24-2-71	
No se encuentra inscrita	

Observaciones:

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	143	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Ranguil
Propietario	Rafael Guzman Dumas		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Fundo Ranguil		

Ubicación:	UTM-N	6 138 657	Latitud	
	UTM-E	248 796	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	19 años
Profundidad	12.7 m	Diámetro	2.5 m
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N.E. 2.5 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Piedra			

N° Encuesta	144	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Ranguil
Propietario	Manuel Guerra Pizarro		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)			

Ubicación:	UTM-N	6 138 433	Latitud	
	UTM-E	248 482	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	No uso	Area de Riego:
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	1 año
Profundidad	7.9 m	Diámetro	1.1 m
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N.E. 7 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolo	Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Manual Tubo			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	141	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Roberto Perez Lozano		
Propiedad (calle-N° predio, industria)			

Ubicación:	UTM-N	6 154 268	Latitud	
	UTM-E	253 689	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	Inmemoriales
Profundidad	6.5 m	Diámetro	1.3 m
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N E 4.7 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:	
------------------------------	--

Observaciones:	
	Poco agua año pasado De piedra Bomba sumergida

N° Encuesta	142	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Ranguil
Propietario	Rafael Guzman Dumas		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Fundo Ranguil		

Ubicación:	UTM-N	6 138 670	Latitud	
	UTM-E	248 653	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	50 años
Profundidad	14.9 m	Diámetro	0.80 m
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N E 14 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:	
------------------------------	--

Observaciones:	
	Manual Entubada No se secó el año pasado

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	139	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Facundo Lozano		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Fundo La Palma		

Ubicación:	UTM-N	8 153 557	Latitud	
	UTM-E	253 829	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua: Domést	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	50 años
Profundidad	11.5 m	Diametro	3 m
Fecha Buclea Bombeo		Caudal	NE 8.5 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diametro	3/4"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Se cementó			
Sumergida			
Se secó			

N° Encuesta	140	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Facundo Lozano		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Fundo La Palma		

Ubicación:	UTM-N	8 153 426	Latitud	
	UTM-E	253 776	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua: Domést	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	Inmemoriales
Profundidad	13.7 m	Diametro	2.2 m
Fecha Buclea Bombeo		Caudal	NE 7.3 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diametro	1"	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
No se secó			
Redonda			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	137	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Ester Vidal Pino		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	6 173 242	Latitud:	
	UTM-E	233 451	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año)	Uso del Agua: Domést	Área de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		50 años
Profundidad	5.8 m	Díámetro	Habilitación:
Fecha Bucleo Bombeo	Caudal:	N.E. 3.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Díámetro	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Tierra			
Manual			
Casi se secó			

N° Encuesta	138	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Paredones	Sector	La Cabeña
Propietario	Soc. Forestal Los Robles Ltda		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino a Paredones		

Ubicación:	UTM-N	6 181 018	Latitud:	
	UTM-E	240 327	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año)	Uso del Agua: Domést	Área de Riego	
Explotación Actual	Caudal:	Período (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		50 años
Profundidad	7.3 m	Díámetro	Habilitación:
Fecha Bucleo Bombeo	Caudal:	N.E. 5.4 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Díámetro	1"	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
No se secó llegó a 80 cms			
Bomba			
Piedra			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	135	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Suc. Jose Victoriano Gonzalez		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	8 172 864	Latitud	
	UTM-E	233 764	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Área de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		3 años	
Profundidad	10 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Buebo Bombeo	Caudal		NE 8 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
Cuadrada				
Se secó				

N° Encuesta	136	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Paredones	Sector	El Potrero
Propietario	Francisco Abarca Geete		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	El Potrero		

Ubicación:	UTM-N	8 172 895	Latitud	
	UTM-E	233 589	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést	Área de Riego	
Explotación Actual	Caudal	Período (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		40 años	
Profundidad	5.8 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Buebo Bombeo	Caudal		NE 3.9 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Redonda				
Tierra				
No se secó				
Manual				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	171	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Montecillos
Propietario	Sucesión Dionisio Bravo		
Propiedad (calle-N° predio, industria)			

Ubicación:	UTM-N	8 145 963	Latitud	
	UTM-E	252 961	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domes-Bebida	Area de Riego	80 m2
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	9 años
Profundidad	11.8 m	Diámetro	1.7 m
Fecha Bueca Bombeo		Caudal	NE 7.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro		Profundidad:	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:	
------------------------------	--

Observaciones:	No se secó Tierra Emboquilada
----------------	-------------------------------------

N° Encuesta	172	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Montecillos
Propietario	Sucesión Dionisio Bravo		
Propiedad (calle-N° predio, industria)			

Ubicación:	UTM-N	8 145 967	Latitud	
	UTM-E	252 957	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domes-Bebida	Area de Riego	50 m2
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	10 años
Profundidad	7.7 m	Diámetro	1.2 m
Fecha Bueca Bombeo		Caudal	NE 8.8 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro		Profundidad:	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:	
------------------------------	--

Observaciones:	Emboquilada Manual
----------------	-----------------------

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	173	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Montecillos
Propietario	Hernan Duarte		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Montecillos		

Ubicación:	UTM-N.	8 148 298	Latitud	
	UTM-E.	251.837	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año):	Uso del Agua: Domés-Bebida	Area de Riego	80 m2
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora:	Fecha		10 años
Profundidad	6.9 m	Diámetro	1.5 m
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal:	N.E. 6.2 m	N.D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Manual y Bomba			
Tierra			
Se secó un día			

N° Encuesta	174	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Sta. Teresas de Oquihue
Propietario	Tomás Correa		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)			

Ubicación:	UTM-N.	8 148 043	Latitud	
	UTM-E.	249 801	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año):	Uso del Agua: Domés-Bebida	Area de Riego	50 m2
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora:	Fecha		15 años
Profundidad	5.6 m	Diámetro	1 m
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal:	N.E. 3.7 m	N.D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Manual y Bomba			
Tierra			
Año pasado sólo consumo de casa			

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	175	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Nishue
Propietario	Sociedad Diaz Melendez		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Lolol San Pedro Alcántara		

Ubicación:	UTM-N	8 151 987	Latitud	
	UTM-E	249 900	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	2 años	
Profundidad	10.3 m	Diámetro	1.4 m	Habitación
Fecha Bruebs Bombeo		Caudal	NE 9.9 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
Cemento y tierra				
Se secó				

N° Encuesta	176	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Nishue
Propietario	Ramon Diaz		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Lolol San Pedro Alcántara		

Ubicación:	UTM-N	8 151 879	Latitud	
	UTM-E	249 882	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	15 años	
Profundidad	11.1 m	Diámetro		Habitación
Fecha Bruebs Bombeo		Caudal	NE 10.6 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
Tierra				
No se secó				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	177	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Lolol	Sector	Portezuelo
Propietario	Americo Matte		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Lolol Bucsiemu con camino Fundo El Portezuelo		

Ubicación:	UTM-N	6 153 185	Latitud	
	UTM-E	252 267	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést- Bebid	Área de Riego	150 m ²
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	20 años	
Profundidad	9.8 m	Diámetro	1.8 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal	N.E. 7.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro		Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Tierra No se secó				

N° Encuesta	178	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Lolol	Sector	La Palma
Propietario	Jorge Quiñán Arce		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Camino Lolol La Palma		

Ubicación:	UTM-N	6 153 490	Latitud	
	UTM-E	254 225	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést- Bebid	Área de Riego	
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	3 años	
Profundidad	10.8 m	Diámetro	2.5 m	Habitación
Fecha Búsqueda Bombeo		Caudal	N.E. 10 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Emboquillada o encerchada				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	179	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Jorge Cuzran Arce		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino Loloi La Palma		

Ubicación:	UTM-N	6 153 554	Latitud	
	UTM-E	254 219	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año):	Uso del Agua:	Area de Riego:
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:			Fecha:	
Profundidad	10.2 m	Diámetro	1 m	Habitación:
Fecha Bruebe Bombeo			Caudal:	NE 8.9 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:		
Diámetro	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Manual Tierra y Piedra No se usa en este momento

N° Encuesta	180	Fecha	18-Dic-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Sta Cruz	Sector	Los Matones
Propietario	Juan Ramón González Gavez		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 159 983	Latitud	
	UTM-E	274 748	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(año):	Uso del Agua: Domest	Area de Riego:
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:			Fecha:	4 años
Profundidad	6.55 m	Diámetro	0.60 m	Habitación:
Fecha Bruebe Bombeo			Caudal:	NE 3.15 m N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:		
Diámetro	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Entubada

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	181	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Sta. Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Humberto Zuñiga Bravo		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	8.160.077	Latitud	
	UTM-E	274.560	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domest-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		70 años
Profundidad	8.1 m	Diámetro	1.1 m
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal:	N.E. 3.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Empedrada			
No se secó			
3 casas			

N° Encuesta	182	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Sta. Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Uberinda Torres		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	8.160.292	Latitud	
	UTM-E	247.572	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua:	Area de Riego:
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha		8 años
Profundidad	5.6 m	Diámetro	0.80 m
Fecha Bruebe Bombeo	Caudal:	N.E. 2.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:		
Diámetro		Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Agua salobre. se le corta el jabón			
Usada sólo por necesidad			
Entubada			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	183	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Sta. Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Victor Parades Basaure		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	8 180 231	Latitud	
	UTM-E	874 821	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	1200 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		7 años	
Profundidad	5.8 m	Diámetro	0.80 m	Habitación
Fecha Brusea Bombeo	Caudal		NE 3 m	N D

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Ertubada				
No se secó				
Manual y bomba				

N° Encuesta	184	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Sta. Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Toledo Sanchez		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	8 180 158	Latitud	
	UTM-E	274 559	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	1000 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		3 años	
Profundidad	8.3 m	Diámetro	Habitación	
Fecha Brusea Bombeo	Caudal		NE 4.2 m	N D

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal			
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
2 casas				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	185	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Sta Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Lucia Pizarro		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	8 160 235	Latitud	
	UTM-E	274 525	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	20 años	
Profundidad	5.1 m	Diámetro	0.60 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N.E. 4.1 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pecrolito	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
Poco agua
Entubada

N° Encuesta	186	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Sta Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Mercedes Vilches Araya		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	8 160 222	Latitud	
	UTM-E	274 551	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	100 m ²
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, días, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	100 años	
Profundidad	6.2 m	Diámetro	1.5 m	Habitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	N.E. 2.6 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:
De piedra
2 casas

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	187	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Sta Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Rene Duarte Duarte		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	8 180 328	Latitud	
	UTM-E	274 518	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	200 m ²
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	8 años	
Profundidad	5,8 m	Diámetro	Habitación	
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	N.E 2,5 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
Entubada				

N° Encuesta	188	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Sta Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Rene Duarte Duarte		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	8 180 283	Latitud	
	UTM-E	274 485	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua		Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal		Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	100 años	
Profundidad	8 m	Diámetro	1 m	Habitación:
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	N.E 2,8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diámetro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
De piedra				
En verano sale barro				
Salsada y no utilizada				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	189	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Sta Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Escuela Los Matenes		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	8 160 179	Latitud	
	UTM-E	274 250	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domést	Area de Riego:
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha:	20 años	
Profundidad	6.1 m	Diámetro	1 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N E 3.5 m	N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1 1/2"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Bomba eléctrica				
Piedra y tierra				

N° Encuesta	190	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif.		
Comuna	Sta Cruz	Sector	Los Matenes
Propietario	Escuela Los Matenes		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	8 160 208	Latitud	
	UTM-E	274 225	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Baños	Area de Riego:
Explotación Actual:	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha:	2 años	
Profundidad	5.3 m	Diámetro	0.80 m	Habitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	N E 3.5 m	N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Casa habitación				
Entubada				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	191	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Sta Cruz	Sector	Callihue
Propietario	Rodrigo Perez		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	6 180 659	Latitud	
	UTM-E	272 335	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést-Riego	Area de Riego:	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	1 año
Profundidad	9 m	Diámetro	0.60 m
Fecha Buebo Bombeo		Caudal:	N E 2 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba		Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro		Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
No se secó			
Manual			
Sellada			
Entubada			

N° Encuesta	192	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Sta Cruz	Sector	Callihue
Propietario	Cristian Aspilaga		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Lolo		

Ubicación:	UTM-N	6 180 718	Latitud	
	UTM-E	272 097	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést-Riego	Area de Riego:	20 m ²
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora		Fecha	28 años
Profundidad	9.4 m	Diámetro	1.8 m
Fecha Buebo Bombeo		Caudal:	N E 5 m N D

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor	
Potencia		Caudal	
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Bomba y manual			
Tierra			
Poco agua pero no se secó			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	193	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Sta Cruz	Sector	Callinue
Propietario	Gonzalo Aspilaga		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino a Lolol		

Ubicación:	UTM-N	6 180 707	Latitud	
	UTM-E	272 012	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	20 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	16 años	
Profundidad	6.1 m	Diámetro	Habilitación	
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	NE: 4.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrollo	Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro	1"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Tierra Poco agua pero no se secó				

N° Encuesta	194	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Sta Cruz	Sector	Callinue
Propietario	Gonzalo Aspilaga		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino a Lolol		

Ubicación:	UTM-N	6 180 734	Latitud	
	UTM-E	271 970	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	10 m2
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	16 años	
Profundidad	7.3 m	Diámetro	1.2 m	Habilitación
Fecha Brueba Bombeo		Caudal	NE: 4.2 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual Tierra				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	195	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Merquihue
Propietario	Luis Mascaro Ulloa		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Lolol		

Ubicación:	UTM-N	8 180 471	Latitud	
	UTM-E	270 435	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua: Domést	Area de Riego:
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	25 años	
Profundidad	8.9 m	Diametro	Habitación	
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	N.E. 3.8 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diametro	Profundidad	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Manual				
Pedra				
Escaza el año pasado				

N° Encuesta	196	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Merquihue
Propietario	Alejandro Coffe		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Lolol		

Ubicación:	UTM-N:	8 180 341	Latitud	
	UTM-E:	289 436	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést	Area de Riego:
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	70 años	
Profundidad	5.6 m	Diametro	1.3 m	Habitación
Fecha Buebo Bombeo		Caudal	N.E. 2.5 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal			
Diametro	2"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Bomba y manual				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	197	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	El Huaco
Propietario	Jose Luis Becerra		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 158 331	Latitud	
	UTM-E	266 126	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Domest-Riego	Area de Riego	50 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses)	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	15 años	
Profundidad	10.6 m	Diámetro	0.80 m	Habilitación:
Fecha Brueba Bombeo		Caudal:	NE: 8.2 m	ND:

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor:		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad:		Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Entubada				

N° Encuesta	198	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Suc. Berta Mujica		
Propiedad (calle-N° predio, industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 158 171	Latitud	
	UTM-E	282 884	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua		Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, dias, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha:	40 años	
Profundidad	7.4 m	Diámetro	1.5 m	Habilitación:
Fecha Brueba Bombeo		Caudal:	NE: 4.8 m	ND:

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor:		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad:		Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Pedra				
No se secó				
2 casas				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	199	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Juan Ramon Riquelme		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 156 101	Latitud	
	UTM-E	262 785	Longitud	Cota
Otra:				

Operatividad	Uso del Agua	Domést-Riego	Area de Riego	400 m ²
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	50 años	
Profundidad	6.7 m	Diámetro	0.80 m	Habitación:
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	N.E. 4.9 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolito	Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro	1"	Profundidad:		Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
No se secó Piedra				

N° Encuesta	200	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif.	
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Ramon Roberto Palomino Bravo		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 136 062	Latitud	
	UTM-E	262 830	Longitud	Cota
Otra:				

Operatividad	Uso del Agua		Area de Riego	
Explotación Actual	Caudal:		Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	30 años	
Profundidad	5.95 m	Diámetro	1.8 m	Habitación:
Fecha Bueba Bombeo		Caudal	N.E. 5.5 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor		
Potencia		Caudal:		
Diámetro		Profundidad:		Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Se se có Manual Terra y piedra				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	201	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Escuela Octavio Mujica V.		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 156 320	Latitud	
	UTM-E	281.636	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést.	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		25 años	
Profundidad	7.7 m	Diámetro	0.80 m	Habitación
Fecha Buebe Bombeo	Caudal		N.E. 4.3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Jacuzzi	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Se secó el año pasado				

N° Encuesta	202	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Fernando Mujica Ortuzar		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	8 156 078	Latitud	
	UTM-E	262 163	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domést.	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		11 años	
Profundidad	8.5 m	Diámetro	1 m	Habitación:
Fecha Buebe Bombeo	Caudal		N.E. 3.95 m	N.D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Pedrolle	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diámetro	1"	Profundidad:	Elevación:	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Se secó el año pasado pero siempre recuperó algo				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	203	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Fernando Mujica Cruzar		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	8 156 033	Latitud	
	UTM-E	282 113	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		4 años	
Profundidad	8.7 m	Diametro	1.2 m	Habitación
Fecha Bucleo Bombeo	Caudal:		NE 4.2 m	N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Tipo Motor			
Potencia	Caudal:			
Diametro	Profundidad:	Elevación		

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Nunca se ha secado				
Manual				
Piedra				

N° Encuesta	204	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Octavio Mujica		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	8 156 237	Latitud	
	UTM-E	282 203	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Bebida	Area de Riego	100 m2
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses)		

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Fecha		50 años	
Profundidad	5.8 m	Diametro	1.2 m	Habitación
Fecha Bucleo Bombeo	Caudal:		NE 1.7 m	N D.

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	Reggo	Tipo Motor		
Potencia	Caudal:			
Diametro	1 1/2"	Profundidad:	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Disminuyó pero no se secó				
Piedra				

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	205	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Hacienda Loloi
Propietario	Jaimé Mujica Delano		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 156 168	Latitud	
	UTM-E	262.851	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Bebida	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha	30 años	
Profundidad	5.8 m	Diámetro	1 m
Fecha Brueba Bombeo	Caudal	N.E. 4.35 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro	3/4"	Profundidad:	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Bomba sumergida Piedra			

N° Encuesta	206	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Loloi	Sector	Nerquiñus
Propietario	Hernán Valdovinos Becerra		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino a Loloi		

Ubicación:	UTM-N	6 158 861	Latitud	
	UTM-E	287 575	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Domest-Bebida	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):	

Características del Pozo:			
Empresa Constructora	Fecha	5 años	
Profundidad	4.4 m	Diámetro	2 m
Fecha Brueba Bombeo	Caudal	N.E. 1.6 m	N.D.

Equipo de Bombeo:			
Tipo Bomba	Tipo Motor		
Potencia	Caudal		
Diámetro		Profundidad:	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:			
------------------------------	--	--	--

Observaciones:			
Piedra Manual No se secó pero bajó			

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS

N° Encuesta	207	Fecha	19-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	La Palma
Propietario	Alonso Quiral Arce		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Camino Loloi a Paredones		

Ubicación:	UTM-N	8 153 709	Latitud	
	UTM-E	254 065	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora		Fecha	2 años	
Profundidad	8.9 m	Diámetro	1.6 m	Habilitación
Fecha Bruebe Bombeo		Caudal	NE 7.7 m	ND

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba		Tipo Motor		
Potencia		Caudal		
Diámetro		Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
Bomba sumergida				

N° Encuesta	552	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Loloi	Sector	Quishue
Propietario	Herman Maturana M		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Hijeta Quinta del Fundo Culenco		

Ubicación:	UTM-N	8 147 375	Latitud	
	UTM-E	254.875	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:				
Empresa Constructora	Hidromatc	Fecha	18/08/95	
Profundidad	78 m	Diámetro	10"	Habilitación
Fecha Bruebe Bombeo	14-Dic-95	Caudal	36 lts/seg	3.23 m ND 19.93 m

Equipo de Bombeo:				
Tipo Bomba	de pozo prof	Tipo Motor		
Potencia	40 HP	Caudal		
Diámetro	8"	Profundidad	Elevación	

Derechos de Aprovechamiento:				
------------------------------	--	--	--	--

Observaciones:				
----------------	--	--	--	--

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N Encuesta	400	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Litueche
Propietario	SENDOS		
Propiedad (calle-N° predio industria)	Rosario de Lo Sois		

Ubicación:	UTM-N	8 221 560	Latitud	
	UTM-E	248 650	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(si/no):	Uso del Agua: potable	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:	CELZAC	Fecha	Feb-88	
Profundidad:	40 m	Díametro	8"	Habilitación:
Fecha Bueba Bombeo:	Feb-88	Caudal:	1.8 lts/seg	N.E. 1.6 m N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal	
Díametro	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamientos:

Observaciones:

N° Encuesta	401	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario:	Joaquín Morfino Chiorni		
Propiedad (calle-N° predio industria)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N	8 215 350	Latitud	
	UTM-E	248 300	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(si/no):	Uso del Agua:	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora:	Fecha			
Profundidad:	9.4 m	Díametro	1 m	Habilitación:
Fecha Bueba Bombeo:	27-Sep-89	Caudal:	0.2 lts/seg	N.E. N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal	
Díametro	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamientos:

Observaciones:

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	402	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Joaquin Morfino Chiornni		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N:	6 217 900	Latitud:	
	UTM-E:	247 290	Longitud:	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:					
Empresa Constructora:				Fecha:	
Profundidad	3 m	Diámetro	2 m	Habilitación:	
Fecha Brueba Bombeo	Seo-89	Caudal:	0.1 lts/seg	N.E.:	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:	
Diámetro	Profundidad:	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	403	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Joaquin Morfino Chiornni		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N:	6 217 025	Latitud:	
	UTM-E:	248 850	Longitud:	Cota
Otra:				

Operativo(s/no):	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual:	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:					
Empresa Constructora:				Fecha:	
Profundidad	4.45 m	Diámetro	1.5 m	Habilitación:	
Fecha Brueba Bombeo	27-Sep-89	Caudal:	0.8 lts/seg	N.E.:	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:	
Diámetro	Profundidad:	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	404	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Joaquin Morfno Chiomni		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N	6 215 150	Latitud:	
	UTM-E	247 820	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:					
Empresa Constructora			Fecha		
Profundidad:	4.3 m	Diámetro	2.8 m	Habilitación:	
Fecha Brueba Bombeo	Set-89	Caudal:	0.2 lts/seg	N.E.	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:	
Diámetro	Profundidad	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	405	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Joaquin Morfno Chiomni		
Propiedad (calle-N°, predio industrial)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N	6 214 950	Latitud:	
	UTM-E	248 600	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego:
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:					
Empresa Constructora			Fecha		
Profundidad:		Diámetro		Habilitación:	
Fecha Brueba Bombeo		Caudal:		N.E.	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:	
Diámetro	Profundidad	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	406	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Joaquin Morfino Chiomni		
Propiedad (calle-N° predio industria)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N	8 214 470	Latitud	
	UTM-E	247 640	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, dias, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	Diametro	Habilitación:		
Fecha Brueba Bombeo	Caudal:	N.E.	N.D.	

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Tipo Motor	
Potencia	Caudal:	
Diametro	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	407	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Ursula Burkart Kalk		
Propiedad (calle-N°, predio industria)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N	8 216 704	Latitud	
	UTM-E	246 610	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, dias, meses):

Características del Pozo:				
Empresa Constructora			Fecha	
Profundidad	30 m	Diametro	8"	Habilitación
Fecha Brueba Bombeo	26-Oct-81	Caudal	3,4 lts/seg	N.E: 1 m N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	centrifuga	Tipo Motor
Potencia	Caudal:	
Diametro	Profundidad	Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	408	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Litueche	Sector	Cartagena
Propietario	Ursula Burkert Kalk		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	San Francisco		

Ubicación:	UTM-N	6 216 802	Latitud	
	UTM-E	248 540	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua	Area de Riego
Explotación Actual	Caudal	Periodo (horas, días, meses)

Características del Pozo:					
Empresa Constructora			Fecha		
Profundidad	23 m	Diámetro	5"	Habilitación	
Fecha Brueba Bombeo	26-Oct-91	Caudal	1.7 lts/seg	N.E.	0.9 m
				N.D.	

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	centrifuga	Tipo Motor
Potencia		Caudal
Diámetro		Profundidad
		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	414	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo		Identif	
Comuna	Pumanque	Sector	E. Pumanque
Propietario	Raul Herrera Aguayo		
Propiedad (calle-N°, predio, industria)	San Pedro		

Ubicación:	UTM-N	6 165 400	Latitud	
	UTM-E	248 800	Longitud	Cota
Otra				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: regadio	Area de Riego	1.5 Ha
Explotación Actual	Caudal: 0.56 lts/seg	Periodo (horas, días, meses):	16 horas/día

Características del Pozo:					
Empresa Constructora			Fecha		
Profundidad		Diámetro		Habilitación	
Fecha Brueba Bombeo		Caudal		N.E.	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba		Tipo Motor
Potencia	2 HP	Caudal
Diámetro	38 mm	Profundidad
		Elevación

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DGA VI REGION
ENCUESTA POZOS**

N° Encuesta	415	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Pumanque	Sector	Nilahue
Propietario	Cooperativa de Agua Potable Pumanque		
Propiedad (calle-N° predio industrial)			

Ubicación:	UTM-N	6 170 500	Latitud	
	UTM-E	247 000	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua: Domestico	Area de Riego:
Explotación Actual	Caudal: 3,4 lts/seg	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:					
Empresa Constructora	CELZAC	Fecha	31/01/87		
Profundidad	31,17 m	Diámetro	6"	Habilitación:	Ene-87
Fecha Brueba Bombeo	1-Ene-87	Caudal	4,4 lts/seg	N.E. 3 m	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	Biene 221	Tipo Motor
Potencia	Caudal	
Diámetro	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

N° Encuesta	417	Fecha	17-Dic-97
Código Pozo	Identif		
Comuna	Lolol	Sector	Ranguili
Propietario	Soc. Agrícola y Forestal Nilahue		
Propiedad (calle-N° predio industrial)	Hijuela Novena o Ranguili Bajo		

Ubicación:	UTM-N	6 137 200	Latitud	
	UTM-E	253 790	Longitud	Cota
Otra:				

Operativo(s/no)	Uso del Agua:	Area de Riego:
Explotación Actual	Caudal:	Periodo (horas, días, meses):

Características del Pozo:					
Empresa Constructora	CELZAC	Fecha	8-Agosto-1988		
Profundidad	53,5 m	Diámetro	10"	Habilitación:	Ago-88
Fecha Brueba Bombeo	2-Ago-94	Caudal	15 lts/seg	2,7 m	N.D.

Equipo de Bombeo:		
Tipo Bomba	sumergible	Tipo Motor
Potencia	35 HP	Caudal
Diámetro	Profundidad:	Elevación:

Derechos de Aprovechamiento:

Observaciones:

ANEXO II

- **GEOFISICA**



SITAC S. A.
ESTUDIO DE GRAVIMETRÍA
PROYECTOS TOPOCALMA, CAHUIL -NILAHUE
RAPEL Y LOLOL-NILAHUE
SECTOR RAPEL - VI REGIÓN - CHILE

Enero, 1998

INDICE

I INTRODUCCIÓN.....	1
II TRABAJO DE TERRENO.....	1
III PROCESO DE DATOS.....	3
IV INTERPRETACIÓN Y RESULTADOS.....	4

INDICE DE FIGURAS

1	Mapa de ubicación	
2-1	Planta sector Topocalma (perfiles 1 y 2)	escala 1:25000
2-2	Planta sector Cahuil-Ñilahue (perfiles 1, 2 y 3)	"
2-3	Planta sector Rapel, perfil 1	"
2-4	Planta sector Rapel, perfiles 2 y 3	"
2-5	Planta sector Lolol-Ñilahue, perfil 0	"
2-6	Planta sector Lolol-Ñilahue, perfil 1	"
2-7	Planta sector Lolol-Ñilahue, (perfiles 0 y 1)	escala 1:50000
3-1	Sección gravimétrica perfil 1, sector Topocalma	esc. 1:10000
3-2	Sección gravimétrica perfil 2, sector Topocalma	"
3-3	Sección gravimétrica perfil 1, sector Cahuil-Ñilahue	"
3-4	Sección gravimétrica perfil 2, sector Cahuil-Ñilahue	"
3-5	Sección gravimétrica perfil 3, sector Cahuil-Ñilahue	"
3-6	Sección gravimétrica perfil 1, sector Rapel	"
3-7	Sección gravimétrica perfil 2, sector Rapel	"
3-8	Sección gravimétrica perfil 3, sector Rapel	"
3-9	Sección gravimétrica perfil 0, sector Lolol-Ñilahue	"
3-10	Sección gravimétrica perfil 1, sector Lolol-Ñilahue	"

I INTRODUCCION

A petición de **SITAC S.A.**, a mediados de Diciembre de 1997 se realizó un estudio de Gravimetría en varios sectores cercanos al Embalse Rapel, con el propósito de determinar la forma de la interface sedimentos-basamento y estimar su profundidad.

En general, en los sectores estudiados, los sedimentos cuaternarios, principalmente coluviales, sobreyacen al basamento cristalino paleozoico, excepto en el sector adyacente al río Rapel, donde los depósitos marinos y fluviales cubren a la Formación Navidad, que consiste en sedimentos terciarios semi-consolidados, encontrándose el basamento probablemente a varios cientos de metros de profundidad y no detectable por los perfiles gravimétricos debido a su corta longitud. En este caso, el "basamento gravimétrico" corresponde a la Formación Navidad.

La planificación de los perfiles y su diseño en terreno estuvo a cargo de Sitac. Cabe notar que en algunos sectores se tuvo dificultades de acceso tanto por el terreno (ríos, escarpes, etc.) como por los permisos a predios privados, lo cual motivó la modificación de los perfiles de común acuerdo con el cliente en terreno, tratando de mantener la condición básica de tener los extremos de los perfiles apoyados en roca basal.

II TRABAJO DE TERRENO

La adquisición de datos se llevó a cabo entre el 6 y el 18 de Diciembre de 1997. Las mediciones se realizaron en cuatro sectores diferentes, con 2 a 3 perfiles por sector, con un total de aproximadamente 14 Km. La siguiente tabla entrega los datos concernientes a cada perfil y sector.

Tabla 1. Resumen de perfiles gravimétricos

Sector	Perfil	Total de estacas	Longitud interpretada [m]
Topocalma	1	24	1225
"	2	11	490
Cahuil-Ñilalue	1	16	732
"	2	26	1255
"	3	14	695
Rapel	1	25	1754
"	2	16	782
"	3	16	838
Lolol-Ñilalue	0	58	2935
"	1	65	3317
	Total 10 perfiles	Total 271 estacas	Total 14023 m

Las figuras 2-1 a 2-6 presentan a escala 1:25000 la planta de los perfiles en los diferentes sectores, superpuesta a la cartografía de cada lugar. La figura 2-7 incluye los dos perfiles completos del sector Lolol-Ñilalue, con sus puntos de amarre a la roca basal, a escala 1:50000.

El instrumental utilizado en terreno fue el siguiente :

- gravímetro automático Scintrex CG-3
- gravímetro manual Worden Master
- GPS geodésico Ashtech SCA-12S, estación base y móvil.

El gravímetro Worden fue usado sólo en el sector Lolol-Ñilalue. Las lecturas de gravedad se tomaron a intervalos nominales de 50 m en los tramos de interés en cada perfil. En los casos de los dos perfiles del sector Lolol-Ñilalue y en el perfil 2 del sector Cahuil-Ñilalue, se tomaron lecturas aisladas para avanzar la

roca basal. Las coordenadas y cotas de las estaciones gravimétricas fueron medidas con equipo GPS diferencial con una envolvente de error inferior a 10 cm. El personal de terreno estuvo formado por 2 operadores geofísicos de experiencia, más la asistencia de un ingeniero supervisor.

III PROCESO DE DATOS

La reducción y el proceso de los datos gravimétricos considera los siguientes pasos. Para el caso de los datos provenientes del gravímetro Worden, se realizó una corrección de deriva y de marea mediante mediciones en loops. Esto no es necesario para el instrumento Scintrex, que corrige automáticamente el efecto de la marea, efectuándose sólo un control de deriva diario usando un punto de referencia.

Luego se realizan las correcciones normales de un proceso gravimétrico, que consisten en :

- *corrección de latitud*: los datos son corregidos por la elipticidad terrestre refiriéndolos al Elipsoide Internacional.
- *corrección de Aire Libre*: se descuenta el efecto de la elevación de cada estación respecto al elipsoide de referencia.
- *corrección de Bouguer*: se remueve el efecto de la masa de material entre el elipsoide y la estación.

Dada la corta extensión de los perfiles y al relieve relativamente plano en los sectores, se tiene un efecto topográfico efectivo sólo en los extremos de perfiles cercanos a los cerros, el cual ha sido estimado mediante resultados de modelos digitales de dimensiones similares.

Finalmente se obtiene la gravedad de Bouguer, graficada para cada perfil en la parte superior de las figuras 3-1 a 3-10 (pequeños cuadrados). Estos valores están referidos a bases arbitrarias, lo cual no tiene relevancia en el presente caso, puesto que se debe descontar un regional que se determina por la condición que en cada extremo de los perfiles se alcanza el basamento del lugar. La interpretación se realiza sobre los valores residuales que así resultan. En estas mismas figuras aparece el regional estimado en cada caso (línea recta). En el caso de los extremos de perfiles que no tocan basamento, se ha considerado la información del perfil adyacente para estimar el regional.

IV INTERPRETACION Y RESULTADOS

La determinación de la interface sedimentos-basamento fue realizada mediante el sistema Magixp de Interpex, considerando modelos 2D de dos capas para el subsuelo. Las figuras 3-1 a 3-10 muestran en su parte inferior el relieve del basamento (Formación Navidad en el caso del sector Rapel). El ajuste que se ha logrado entre la respuesta teórica del modelo (línea curva continua) y los datos reales (pequeños cuadrados) se puede apreciar en la parte superior de estas figuras. El regional se ajusta de modo que el basamento aflore en los extremos donde fue tocado en terreno. En algunos casos (por ejemplo, sector Lolol-Ñilahué) no se incluyen en los gráficos los puntos lejanos donde se alcanzó el basamento, pero están considerados en la interpretación.

El contraste o diferencia de densidad entre los sedimentos cuaternarios y los sedimentos terciarios semi-consolidados se ha estimado en 0.3 gr/cc, mientras que el contraste entre los sedimentos cuaternarios y el basamento cristalino paleozoico se ha estimado en 0.7 gr/cc. Estos valores se obtienen asumiendo por ejemplo una densidad de 2.0 gr/cc para los sedimentos de depósito, 2.3 para los sedimentos de la Formación Navidad y 2.7 para el basamento.

Los resultados permiten apreciar la morfología de la interface entre los sedimentos recientes y el material subyacente, así como tener una estimación de su profundidad. Es importante considerar que estos resultados son válidos en la medida que se cumplan los supuestos sobre los que se realizó la interpretación, especialmente el que los extremos de los perfiles estén apoyados realmente en roca basal. Un ejemplo donde manifiestamente no se cumple esto es el caso del perfil 3 del sector Rapel, que posee su extremo Este abierto hacia el río, sin alcanzar los sedimentos terciarios. En este caso el regional gravimétrico se ha asumido de una tendencia similar al perfil 2 adyacente.

También se tiene que tomar en cuenta que el modelo de dos capas usado supone que cada estrato es uniforme en su densidad, pudiendo en realidad existir variaciones en cada una de ellas. El contraste de densidad incide asimismo en la profundidad interpretada, de manera que si el contraste es menor, aumenta la profundidad, y viceversa.

Sector Topocalma. Aquí los extremos de ambos perfiles llegan hasta rocas que se asume corresponden al basamento. El perfil 1 sigue el trazado de un camino (fig. 2-1). La profundidad máxima (del orden de 150 m) se alcanza bajo la estaca 11 (fig. 3-1), luego de un descenso progresivo desde el extremo Oeste. Alrededor de las estacas 11-13 se produce un desnivel, para alcanzar la interface una profundidad menor (~ 75 m), que luego disminuye gradualmente desde la estaca 18 hasta el extremo Este, donde se anula. El perfil 2 (fig. 3-2) muestra una profundidad máxima del basamento alrededor de la estaca 7 (~ 50 m), con un gradiente mayor hacia el Oeste que hacia el Este.

Sector Cahuil-Ñilahue. Los tres perfiles de este sector alcanzan aparentemente el basamento en sus extremos. El extremo NE del perfil 2 llega a roca basal mediante un punto aislado (estaca 55, fig. 2-2). Los resultados de

la interpretación muestran para el perfil 1 (fig. 3-3) una profundidad del basamento más o menos pareja entre las estacas 5 y 11 (~ 110 m), decreciendo luego hasta anularse en los extremos, con un gradiente un poco mayor hacia el Oeste, en relación al gradiente hacia el Este. El perfil 2 (fig. 3-4) muestra en su parte SO que la roca basal es casi superficial (0-20 m) hasta aproximadamente las estacas 26-27, donde baja a alrededor de los 60 m en la estaca 29, manteniéndose constante hasta la estaca 34, y luego disminuyendo hacia el extremo NE (~ 100 m, estaca 56). La roca basal afloraría en el extremo aislado del perfil (estaca 55, fig. 2-2), lo que ha sido tomado en cuenta en la interpretación. El perfil 3 (fig. 3-5) presenta la máxima profundidad del basamento (~ 150 m) entre las estacas 48-49, descendiendo gradualmente hacia los extremos, donde se anula, con un gradiente un poco mayor hacia el NE respecto al gradiente hacia el SO.

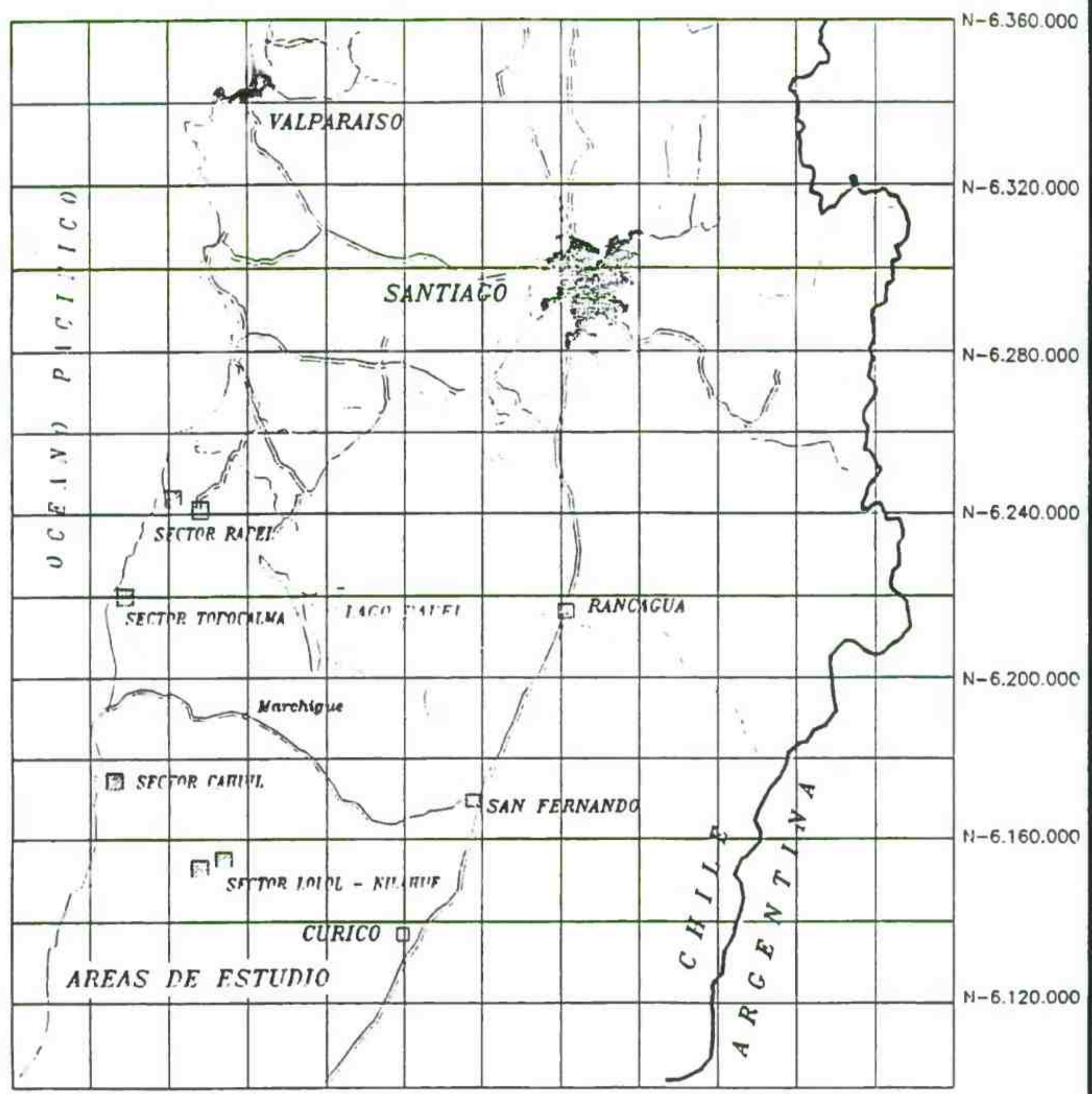
Sector Rapel. Los tres perfiles de este sector se localizan inmediatamente al sur del río Rapel, donde se tienen depósitos fluviales (perfil 1) y marinos (perfiles 2 y 3) sobre sedimentos terciarios (Formación Navidad). El basamento cristalino paleozoico estaría aquí a profundidades de varios cientos de metros y no es detectable por los perfiles gravimétricos. El perfil 1 posee un trazado quebrado debido a las dificultades del terreno, provocando una cierta irregularidad en los datos. La estaca 25 fue medida en la ribera norte del río (fig. 2-3). La profundidad mayor se aprecia entre las estacas 7 y 10 (~ 90 m). Hacia el extremo sur la profundidad disminuye fuertemente hasta las estacas 5-6, y luego se tiene un relieve suave hasta la estaca 1. En el centro del perfil, estacas 12 a 22, se observa poca profundidad para la Formación Navidad (10-30 m), la que aumenta hacia el norte, hasta aflorar nuevamente en la estaca 25 al norte del río.

Los perfiles 2 y 3 (fig. 2-4) se sitúan río abajo del perfil 1. El perfil 2 alcanza la Formación Navidad en sus extremos, estando cubierta a lo largo del perfil por

depósitos marinos. La sección gravimétrica del perfil 2 (fig. 3-7) muestra la interface con un descenso de bajo gradiente desde su extremo Oeste hasta alrededor de las estacas 30-31, donde alcanza su mayor profundidad (~ 70 m), para luego ascender fuertemente hasta aflorar en el extremo Este (estaca 26). El perfil 3 parte en su extremo SO apoyándose en los sedimentos terciarios, pero en el extremo NE ha quedado discontinuado por la presencia del río y el tipo de terreno. En este caso se ha asumido que el regional gravimétrico tiene un comportamiento de gradiente similar al del perfil 2 adyacente. El resultado de la interpretación (fig. 3-8) muestra un relieve relativamente irregular de la interface entre las estacas 55 y 43, con profundidades variables entre aproximadamente 60 y 120 m, con la máxima profundidad bajo la estaca 51.

Sector Lolol-Ñilahué. Las figuras 2-5 y 2-6 (escala 1 :25000) muestran las plantas de los perfiles 0 y 1, respectivamente, en los tramos continuos medidos y que se muestran en las secciones de interpretación. La figura 2-7 presenta (a escala 1 :50000) ambos perfiles completos, con los puntos aislados que sirvieron para llegar a la roca basal. El perfil 0 (fig. 3-9) muestra un comportamiento suave del basamento, cuya profundidad es de alrededor de 50 m entre las estacas -23 y -11, de ~ 100 m entre las estacas -6 y -1, y de ~ 150 m entre las estacas 6 y 25, tendiendo a disminuir levemente hacia el extremo Este. El perfil 1 (fig. 3-10) presenta también un relieve suave del basamento, con profundidades estimadas de aproximadamente 130 m en el extremo sur y de 60 m en el extremo norte. Las mayores profundidades se observan entre las estacas -29 y -23, del orden de 170 m.

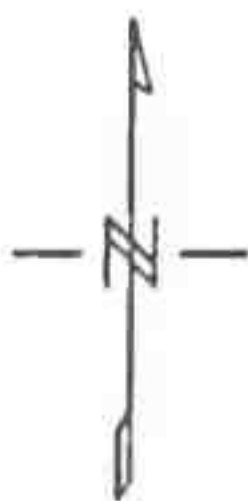
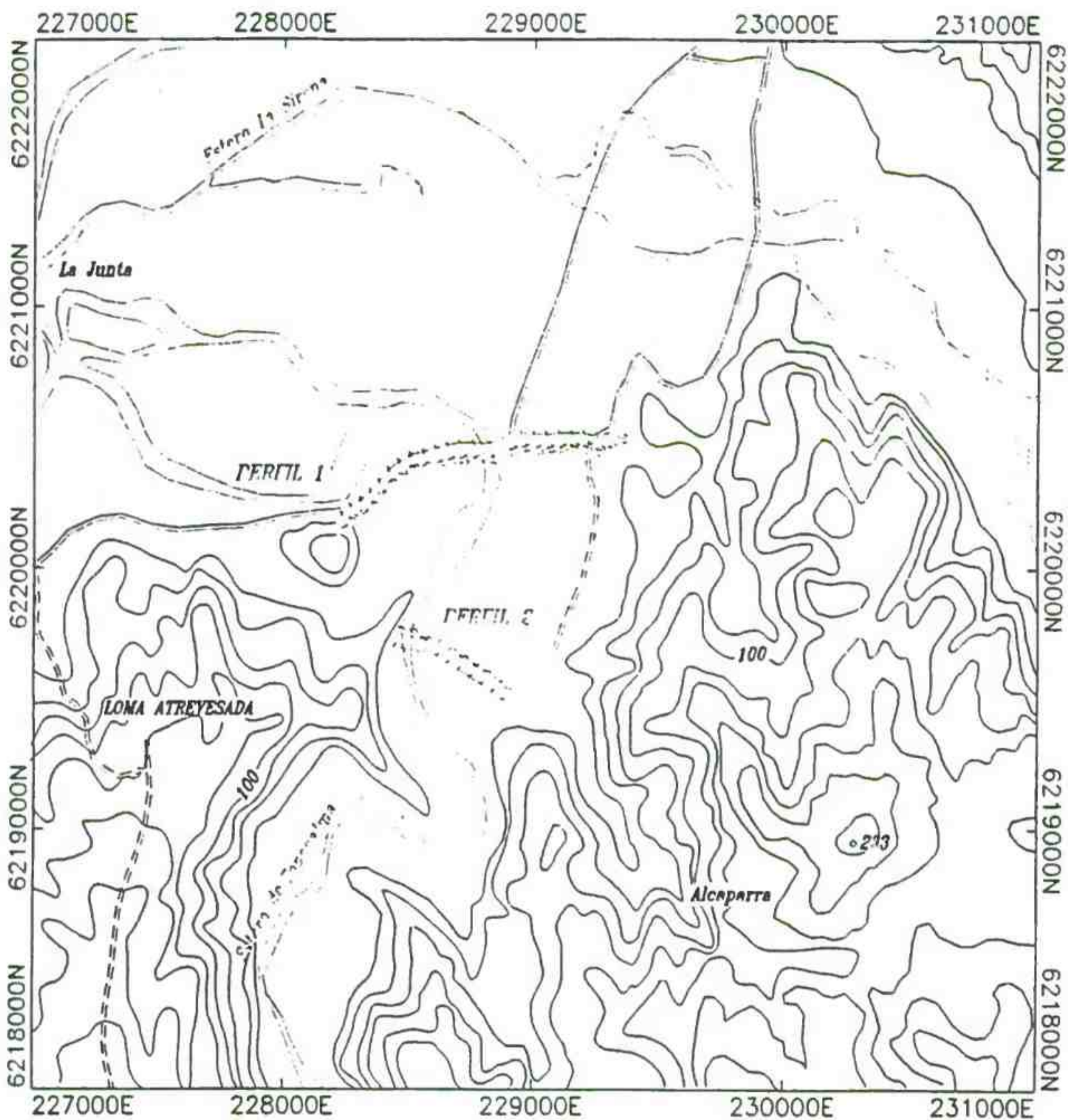
E-200.000 E-240.000 E-280.000 E-320.000 E-360.000 E-400.000 E-440.000



ESCALA 1:1500000

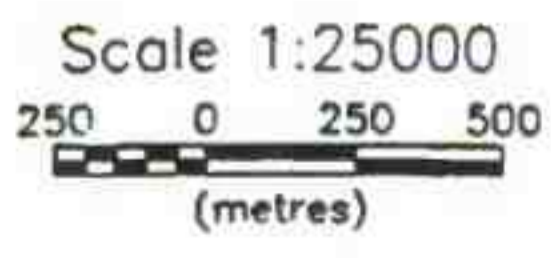
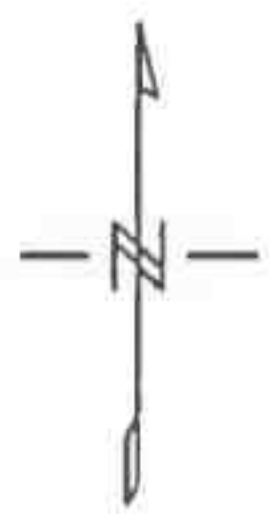
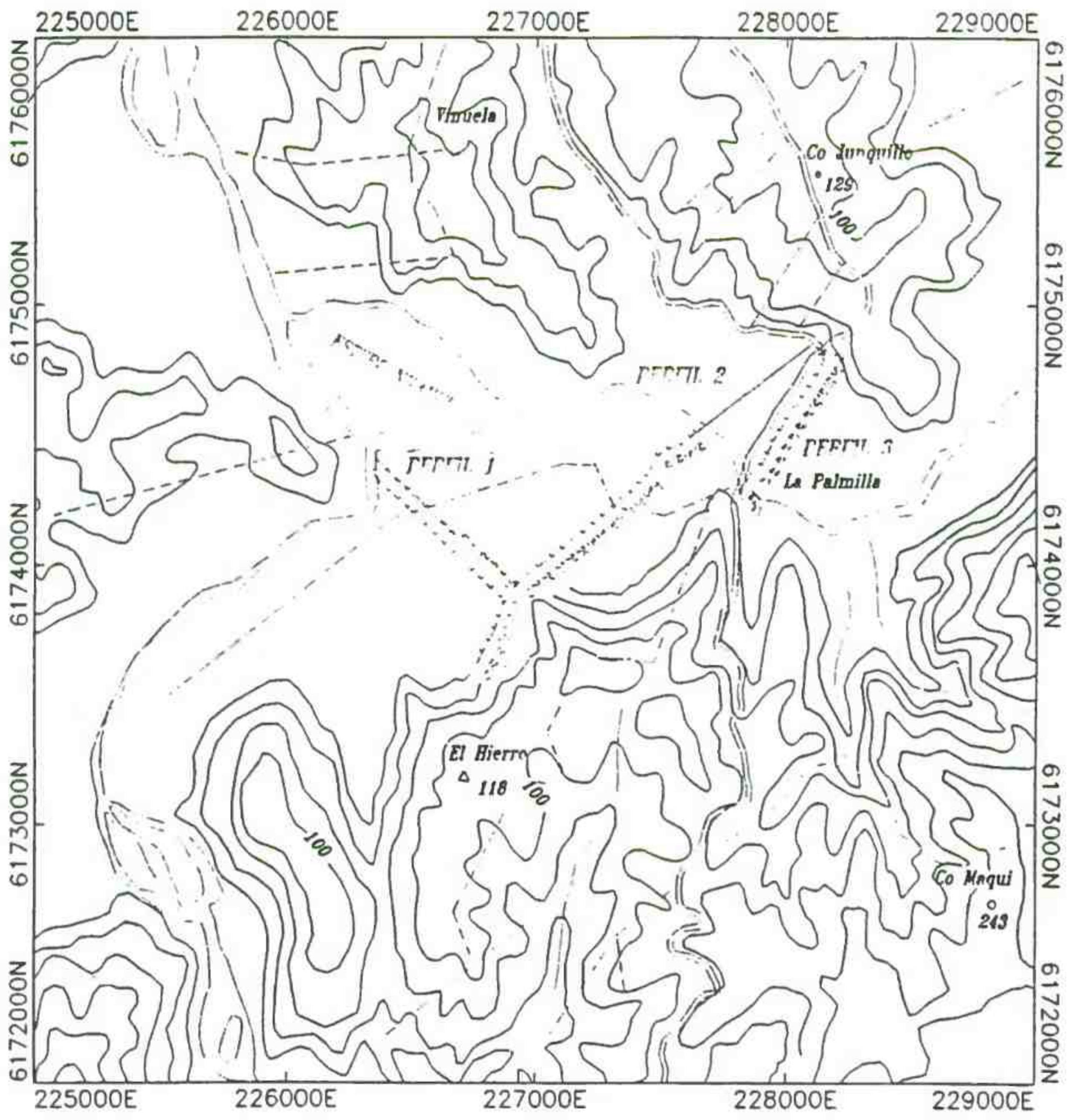
SITAC S.A.
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA
UBICACION AREAS DE ESTUDIO

FIG. N° 1

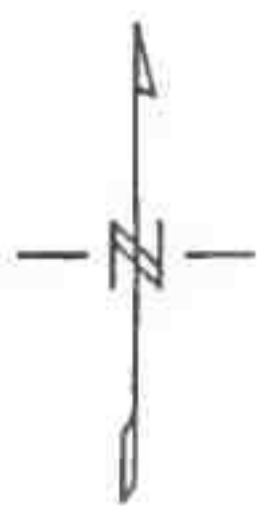
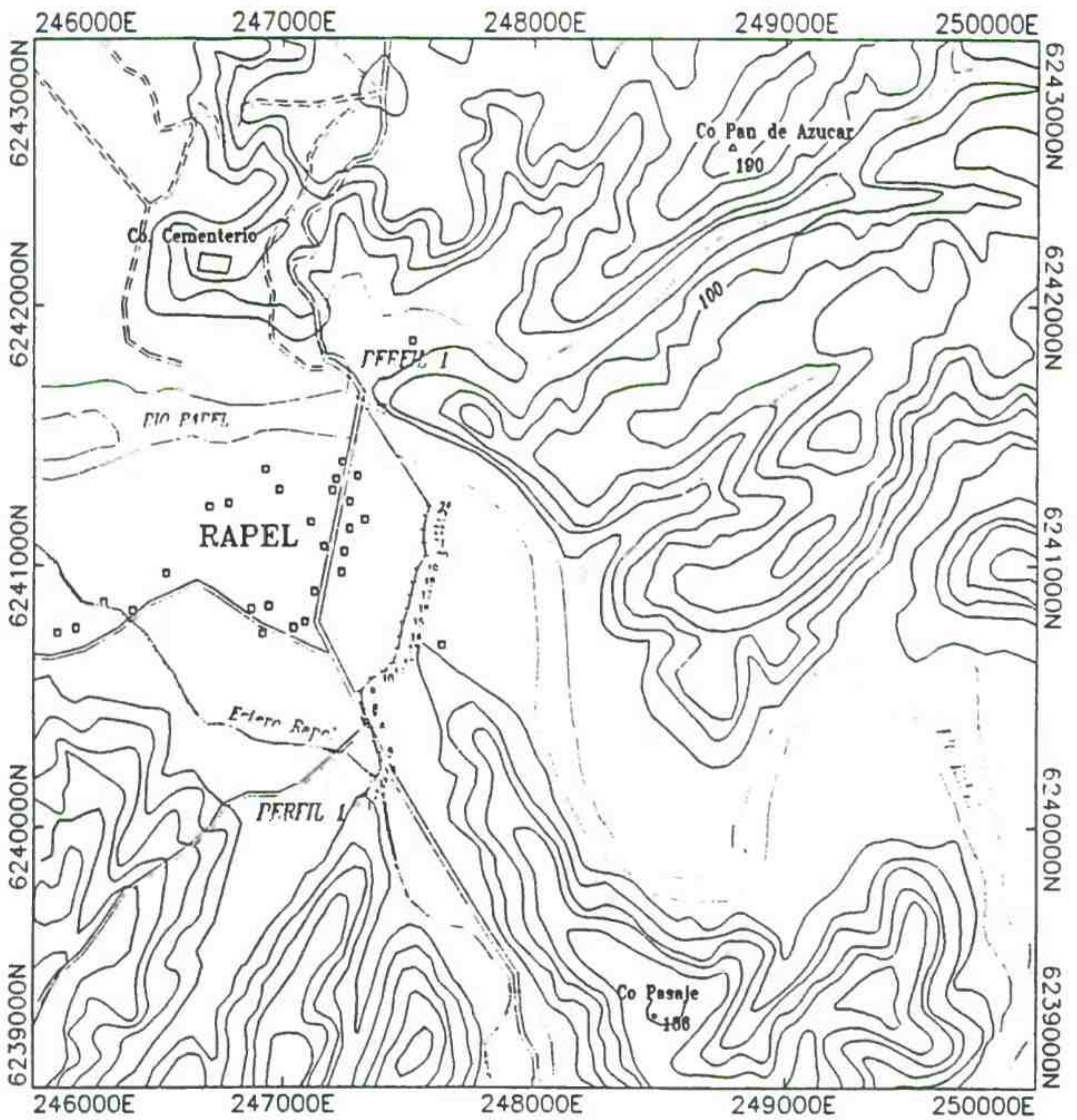


Scale 1:25000
 250 0 250 500
 (metres)

SITAC S.A.		
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA SECTOR TOPOCALMA VI REGION - CHILE		
PLANTA DE PERFILES GRAVIMETRICOS		
ENERO 1998	GEODATOS SAIC	FIG 2-1

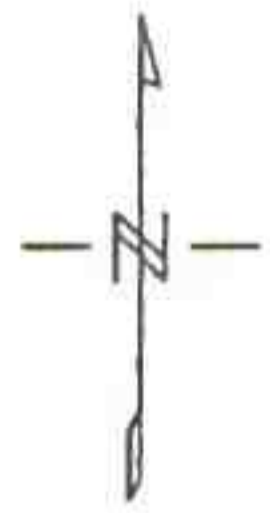
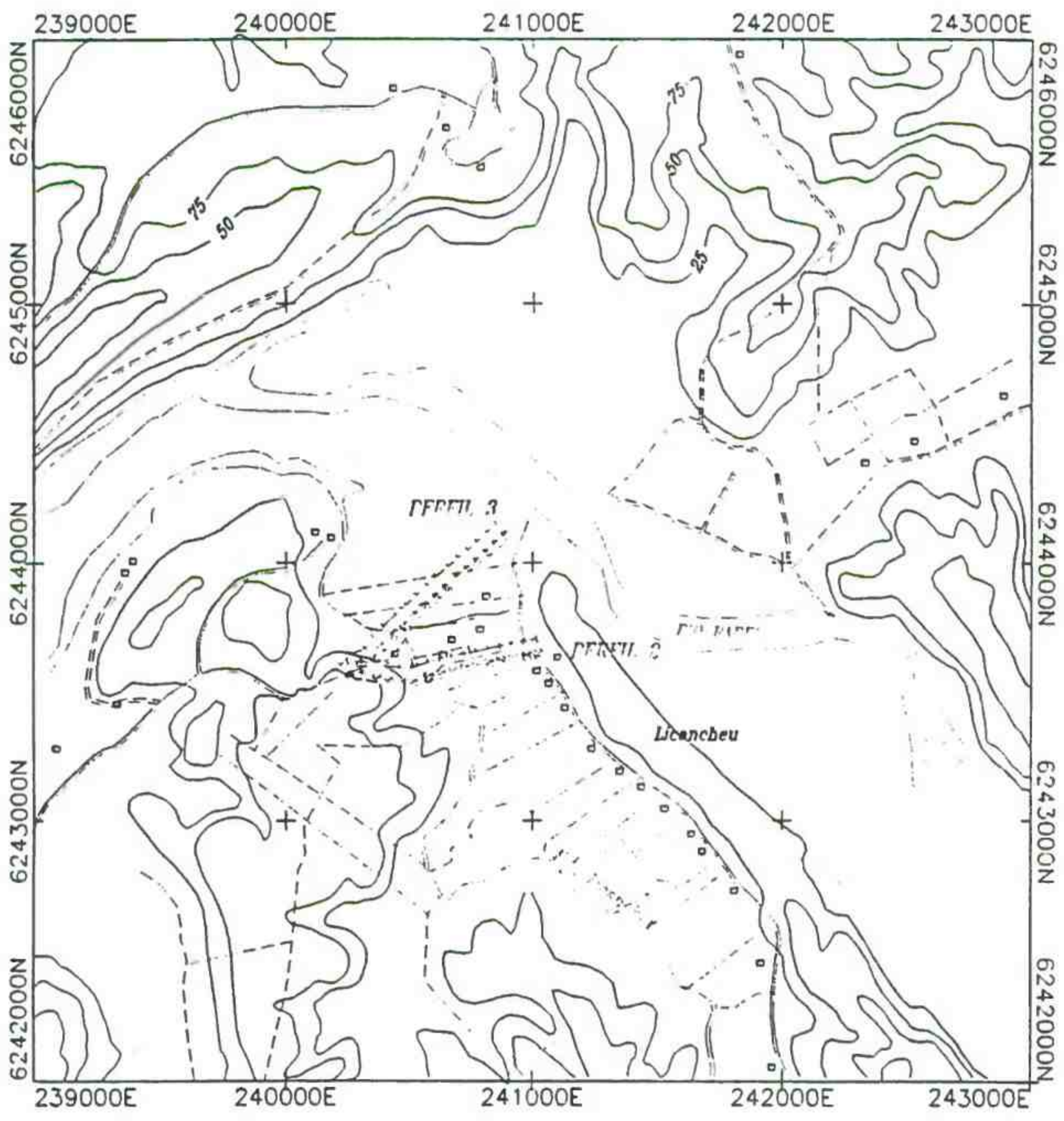


SITAC S.A.		
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA SECTOR CAHUIL-NILAHUE VI REGION - CHILE		
PLANTA DE PERFILES GRAVIMETRICOS		
ENERO 1998	GEODATOS SAIC	FIG 2-2

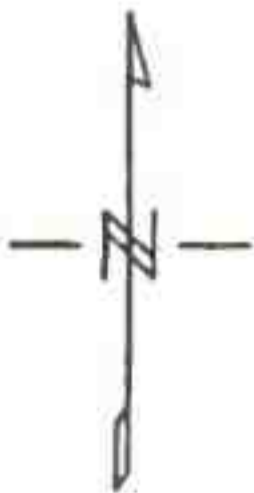
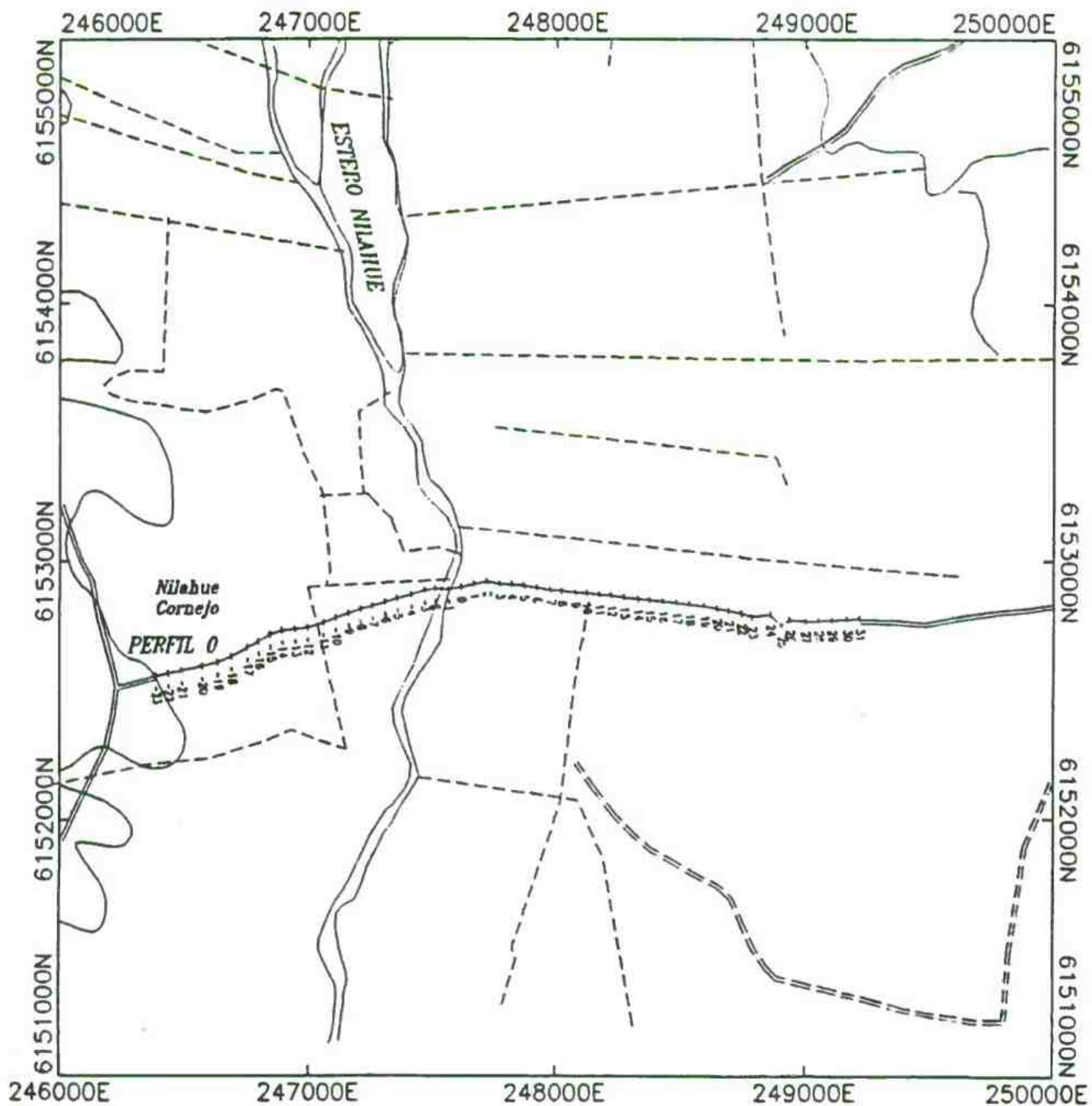


Scale 1:25000
 250 0 250 500
 (metres)

SITAC S.A.		
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA SECTOR RAPEL - PERFIL 1 VI REGION - CHILE		
PLANTA DE PERFILES GRAVIMETRICOS		
ENERO 1998	GEODATOS SAIC	FIG 2-3

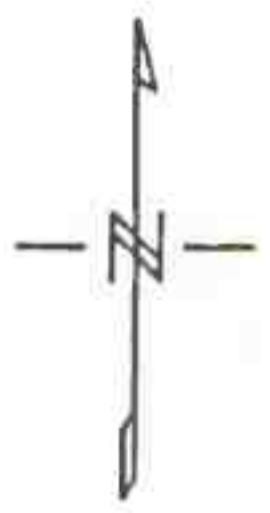
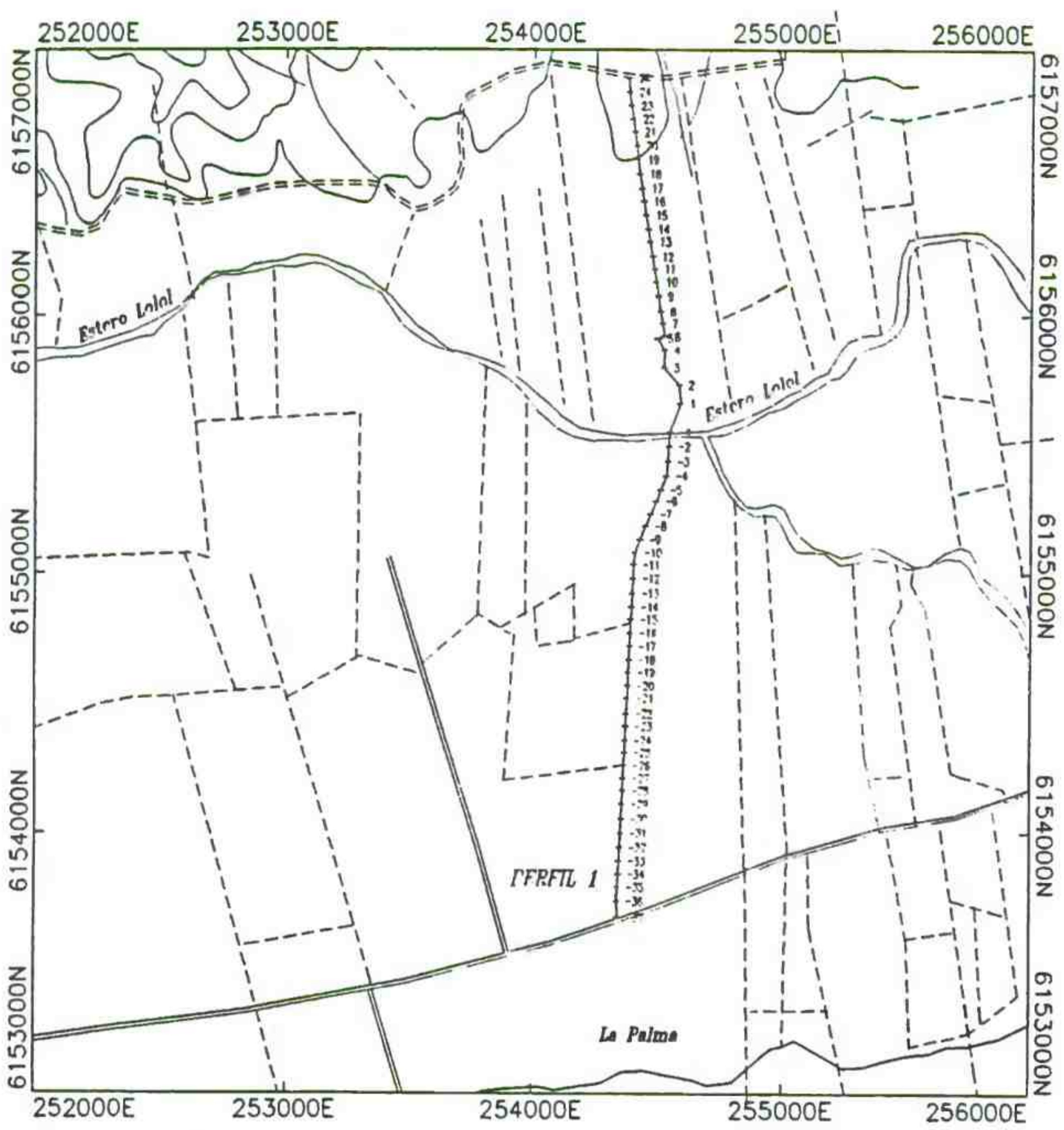


SITAC S.A.		
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA SECTOR RAPEL - PERFILES 2 Y 3 VI REGION - CHILE		
PLANTA DE PERFILES GRAVIMETRICOS		
ENERO 1998	GEODATOS SAIC	FIG 2-4



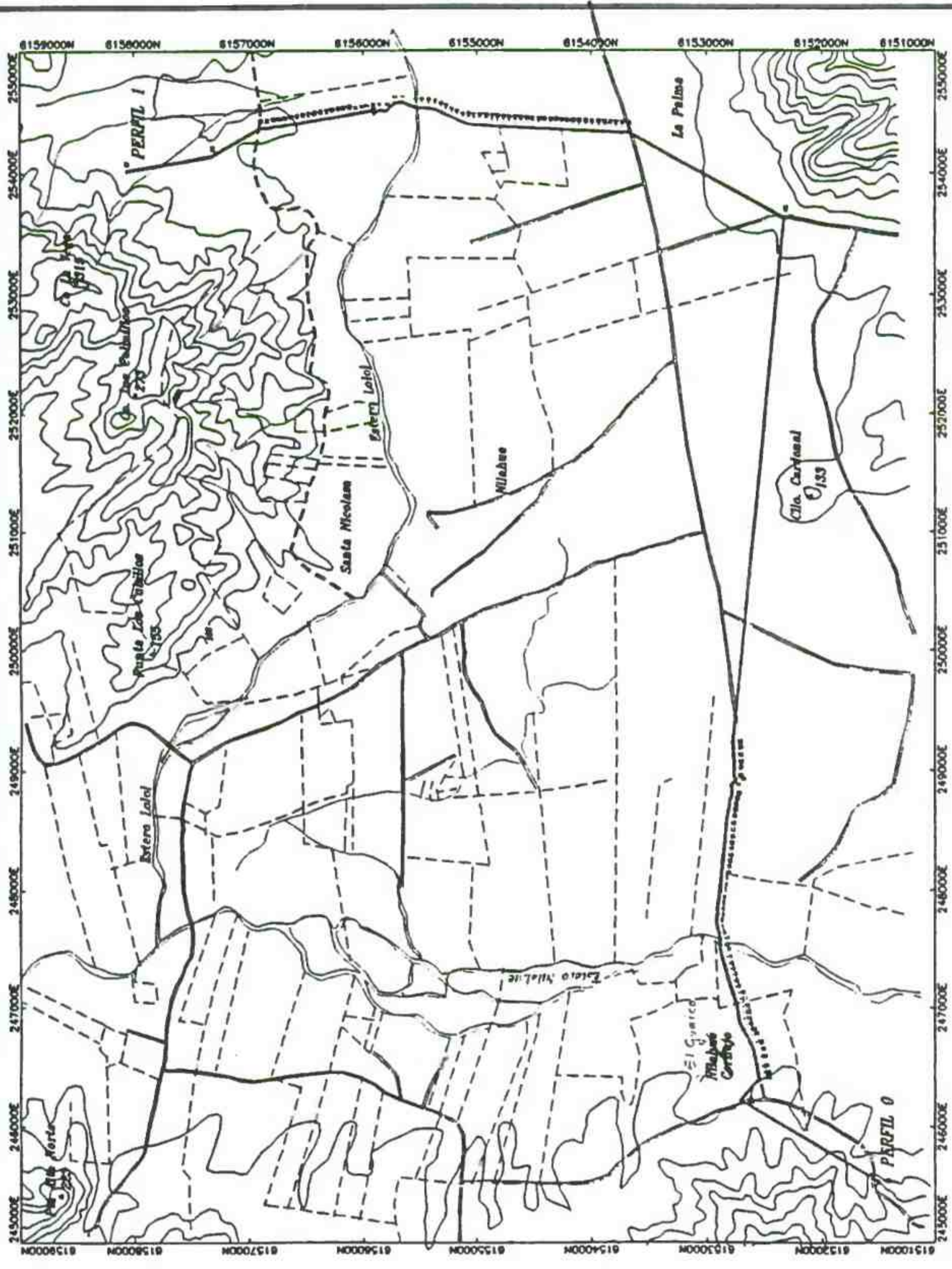
Scale 1:25000
 250 0 250 500
 (metres)

<i>SITAC S.A.</i>		
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA SECTOR LOLOL-NILAHUE PERFIL 0 VI REGION - CHILE		
PLANTA DE PERFILES GRAVIMETRICOS		
ENERO 1998	GEODATOS SAIC	FIG 2-5



Scale 1:25000
 250 0 250 500
 (metres)

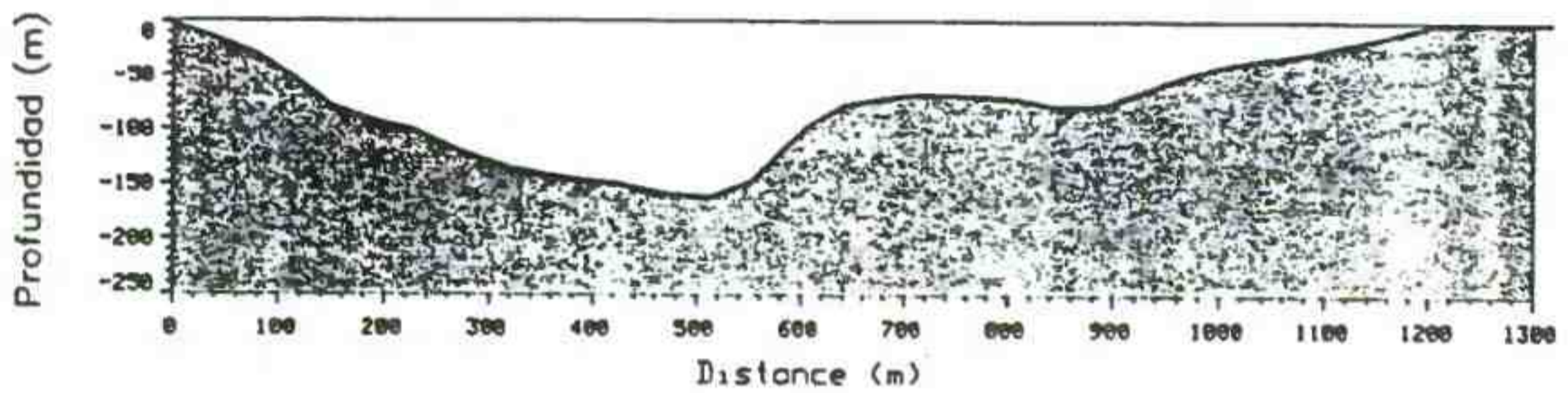
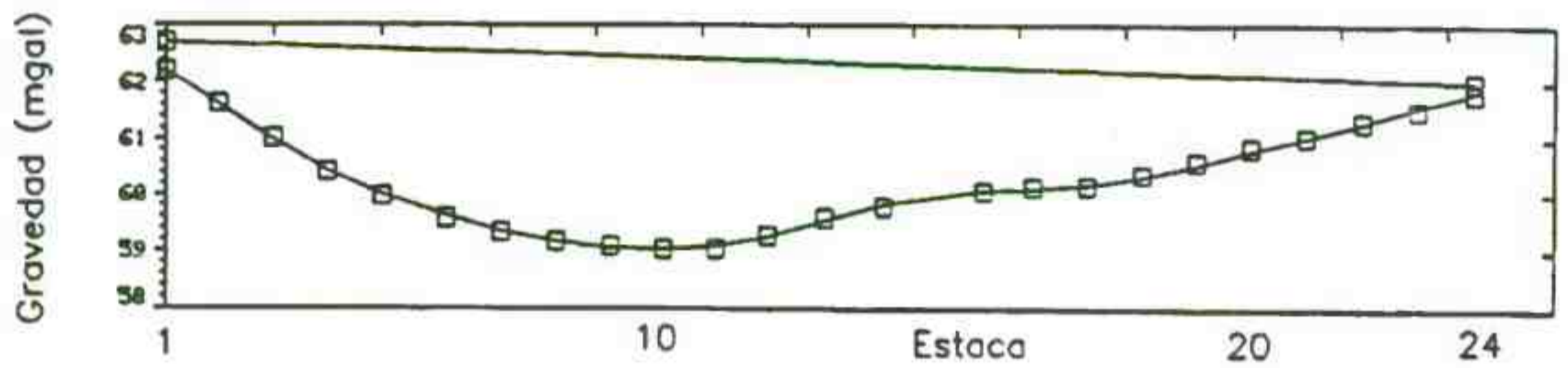
SITAC S.A.		
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA SECTOR LOLOL-NILAHUE / PERFIL 1 VI REGION - CHILE		
PLANTA DE PERFILES GRAVIMETRICOS		
ENERO 1998	GEODATOS SAIC	FIG 2-6

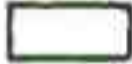



Scale 1:50000



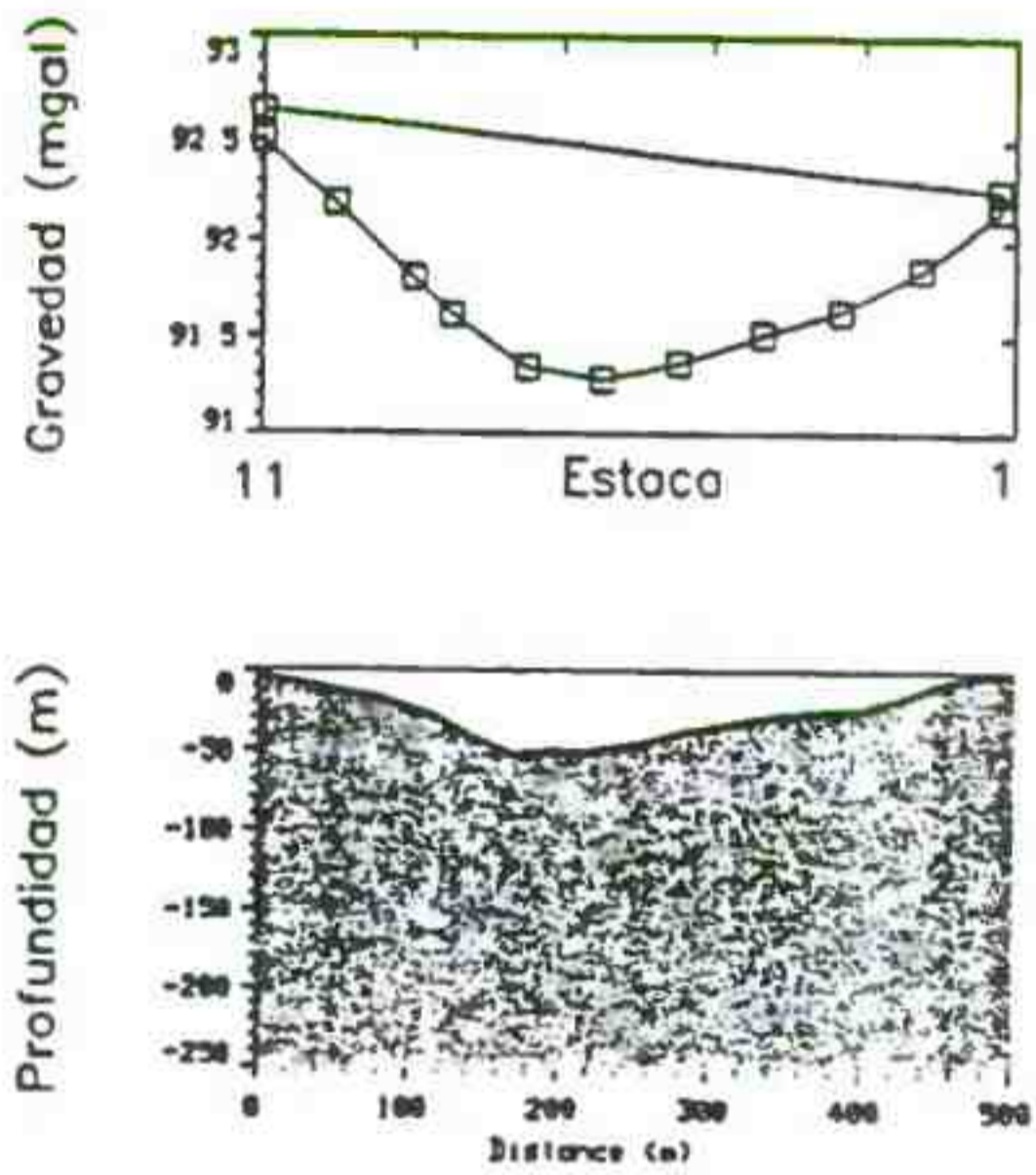
SITAC S.A.	
ESTUDIO DE GRAVIMETRIA SECTOR LOLOL-MILAHUE VI REGION - CHILE	
PLANTA DE PERFILES GRAVIMETRICOS	ENCRO 1998 GEODATOS SAC FIG 2-7



-  Sedimentos cuaternarios
-  Basamento cristalino paleozoico

Contraste de densidad estimado : 0.7 gr/cc

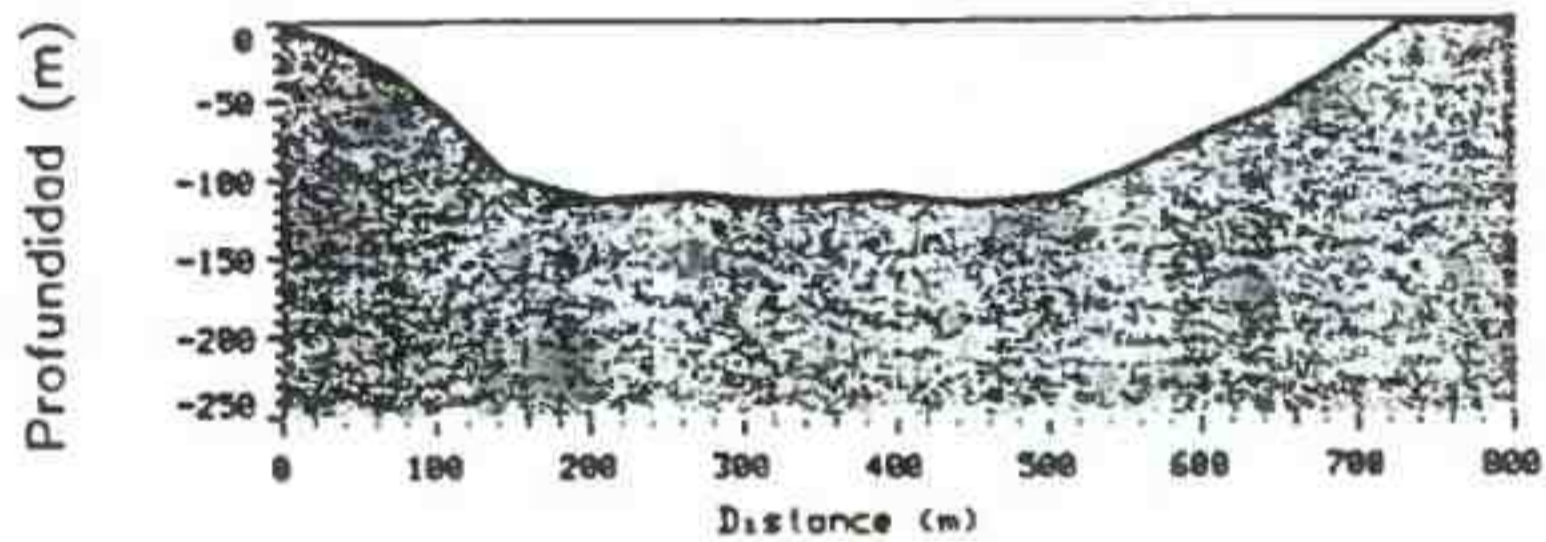
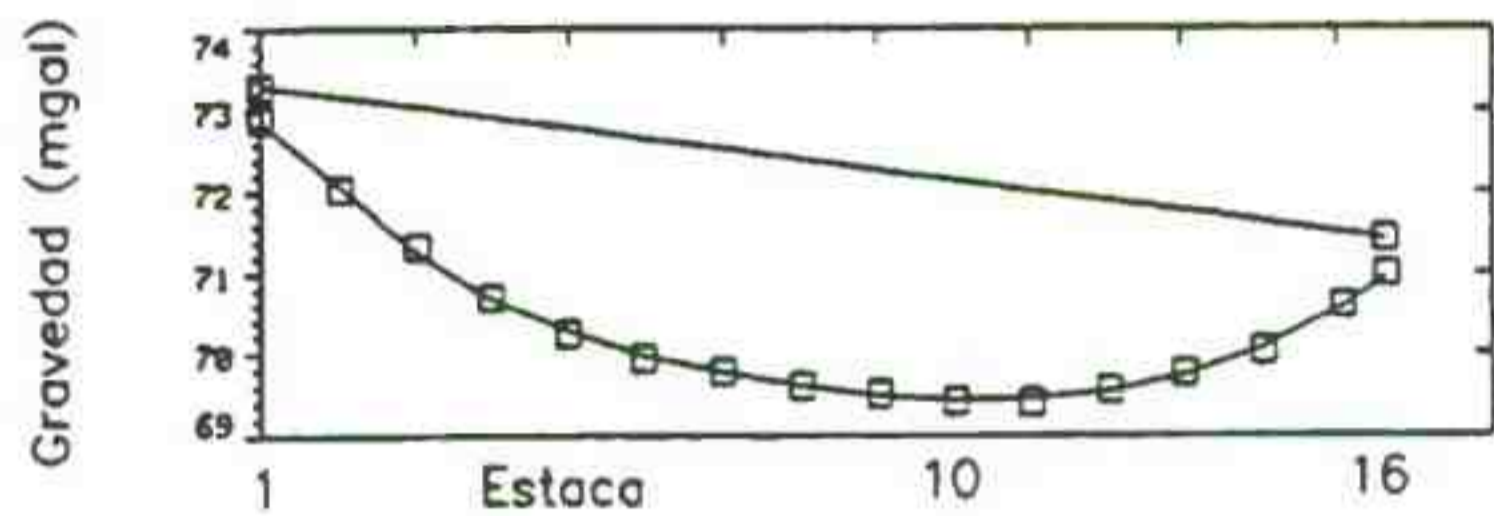
SITAC S. A.		ESTUDIO GRAVIMETRICO	
by GEODATOS LTDA.		FIG 3-1 SECCION LINEA 1	
Data Set: TCI		Date: ENERO 1998	
Scale 1:10000		Profile: 1	
		Vertical Exaggeration: 100 - 1	



- Sedimentos cuaternarios
- Basamento cristalino paleozoico

Contraste de densidad estimado : 0.7 gr/cc

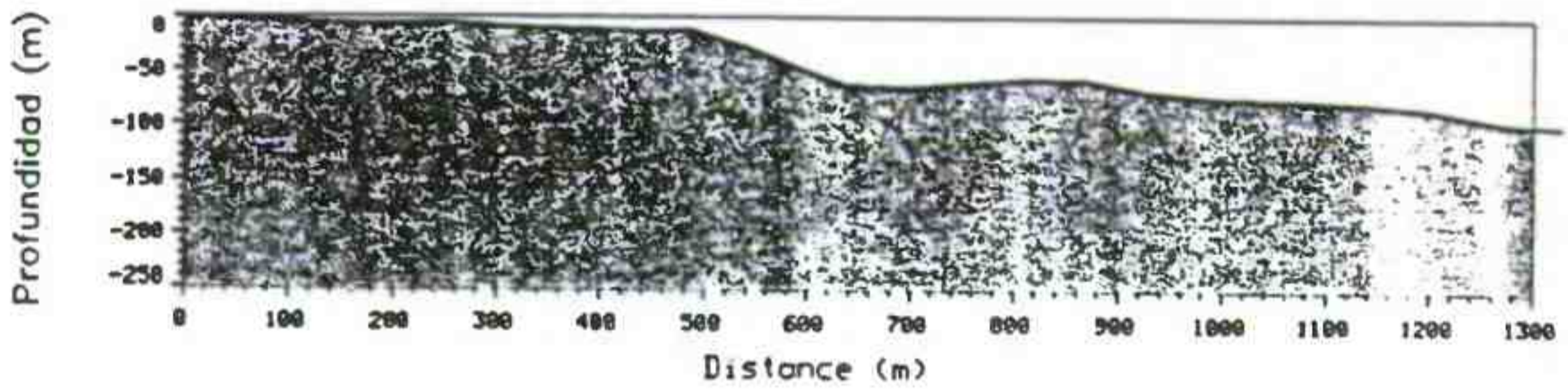
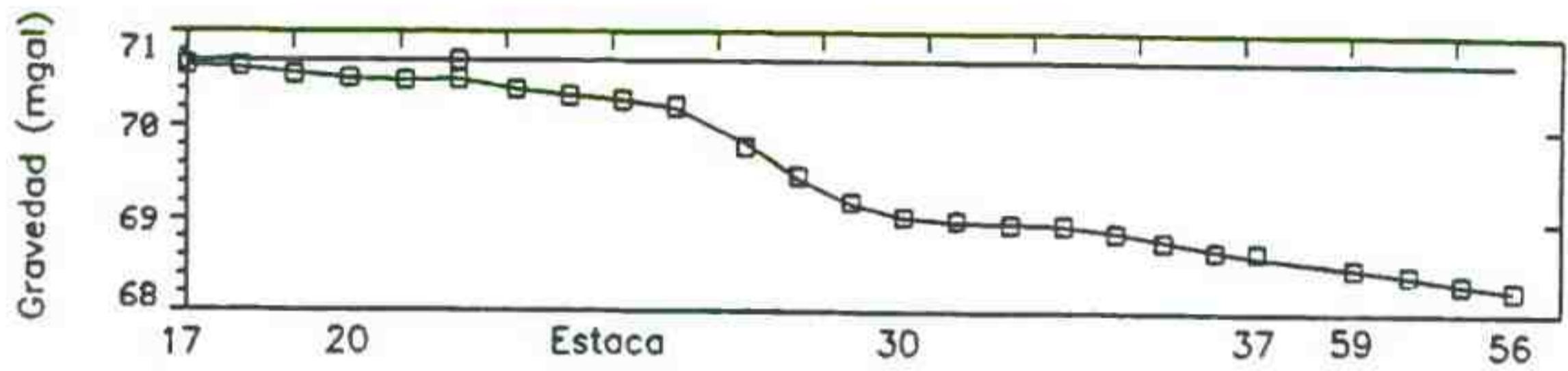
SITAC S. A		ESTUDIO GRAVIMETRICO
by: GEODATOS LTDA		FIG 3-2 SECCION LINEA 2
Data Set: TC2	Date: EMERG 1998	SECTOR TOPOCALMA
Scale 1:10000	Profile 2	Vertical Exaggeration 100 : 1



- Sedimentos cuaternarios
- Basamento cristalino paleozoico

Contraste de densidad estimado : 0.7 gr/cc

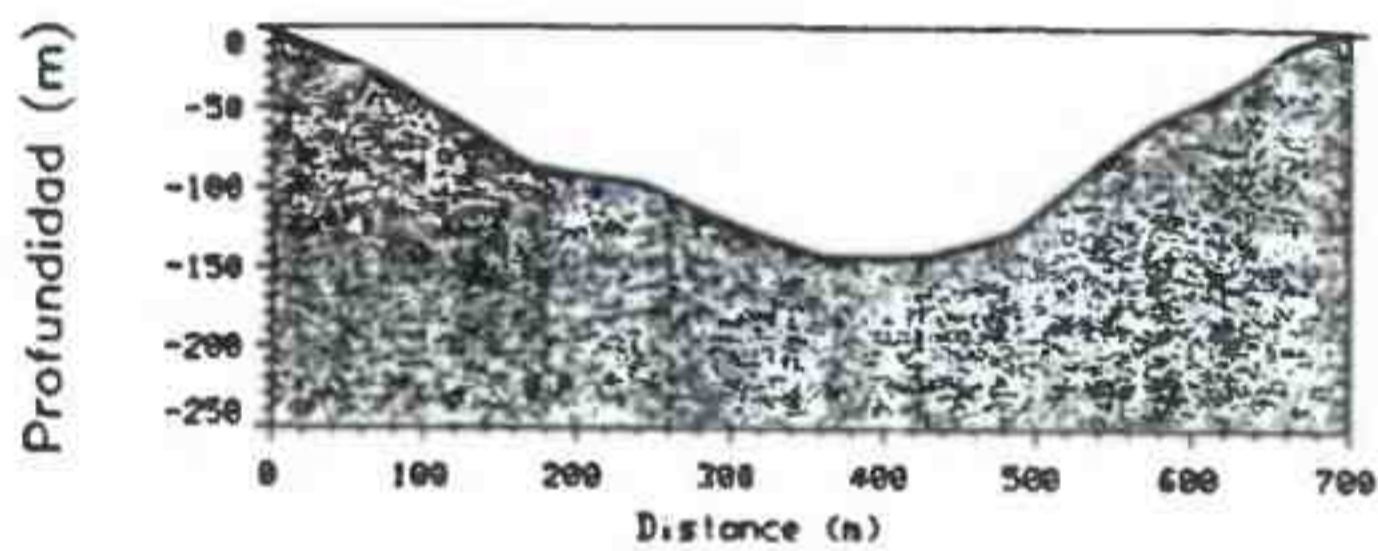
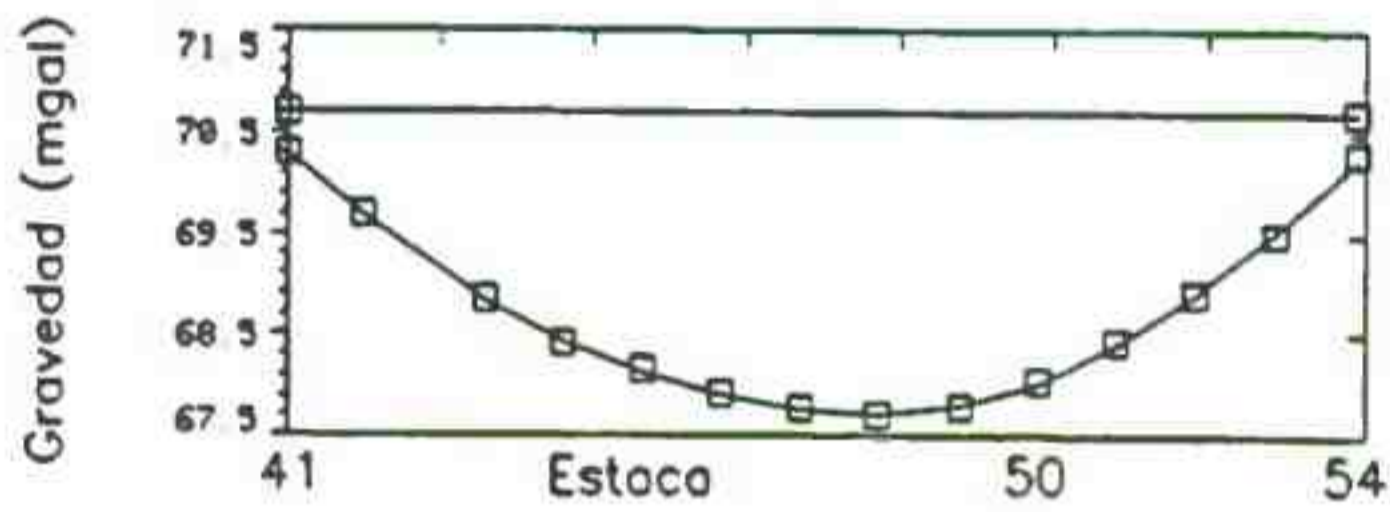
SITAC S. A.		ESTUDIO GRAVIMETRICO
by GEODATOS LTDA		FIG 3-3 SECCION LINEA 1
		SECTOR CAHUIL-NILAHUE
Data Set: CNI	Date: ENERO 1998	
Scale 1:10000	Profile 1	Vertical Exaggeration 100:1



- Sedimentos cuaternarios
- Basamento cristalino paleozoico

Contraste de densidad estimado : 0.7 gr/cc

SITAC S A.		ESTUDIO GRAVIMETRICO
by GEODATOS LTDA.		FIG 3-4 SECCION LINEA 2
Data Set: CN2	Date: ENERO 1998	SECTOR CAHUIL-NILAHUE
Scale: 1:10000	Profile: 2	Vertical Exaggeration: 100:1



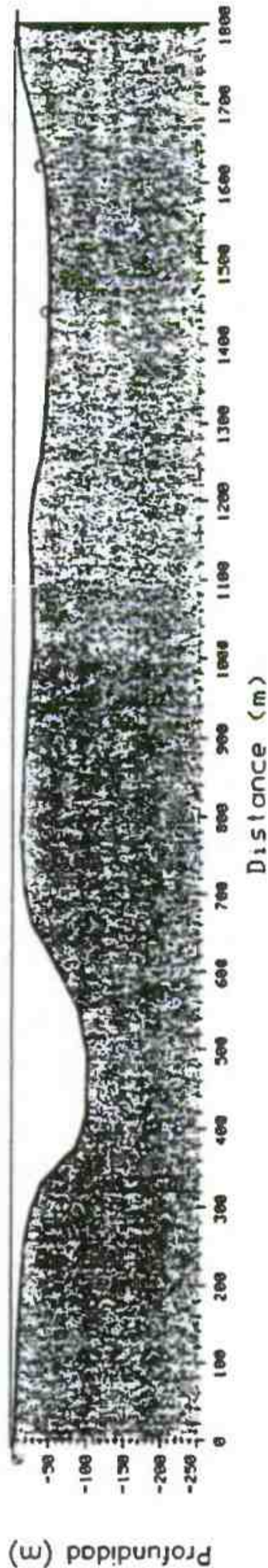
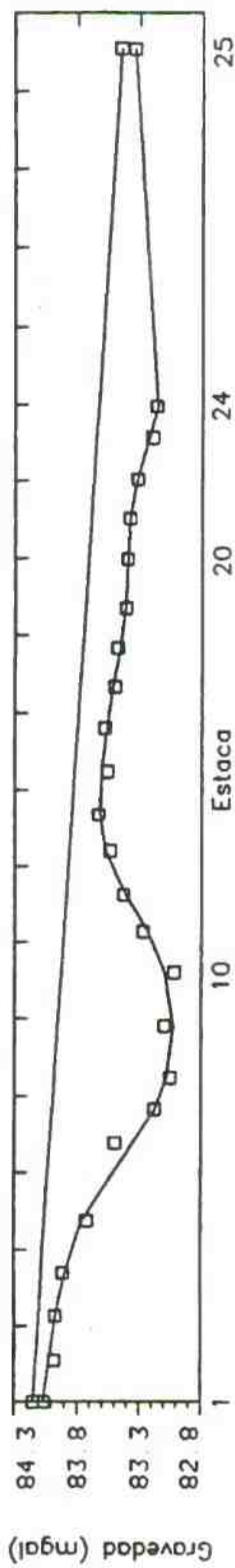
Sedimentos cuaternarios



Basamento cristalino paleozoico

Contraste de densidad estimado : 0.7 gr/cc

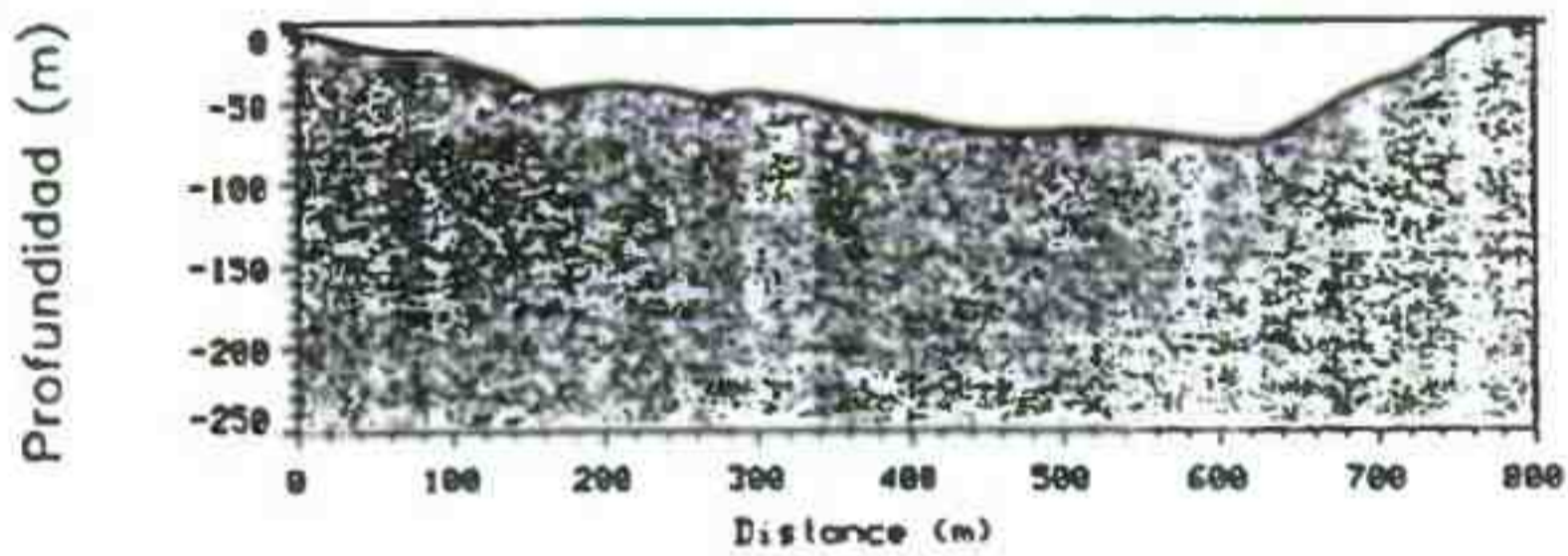
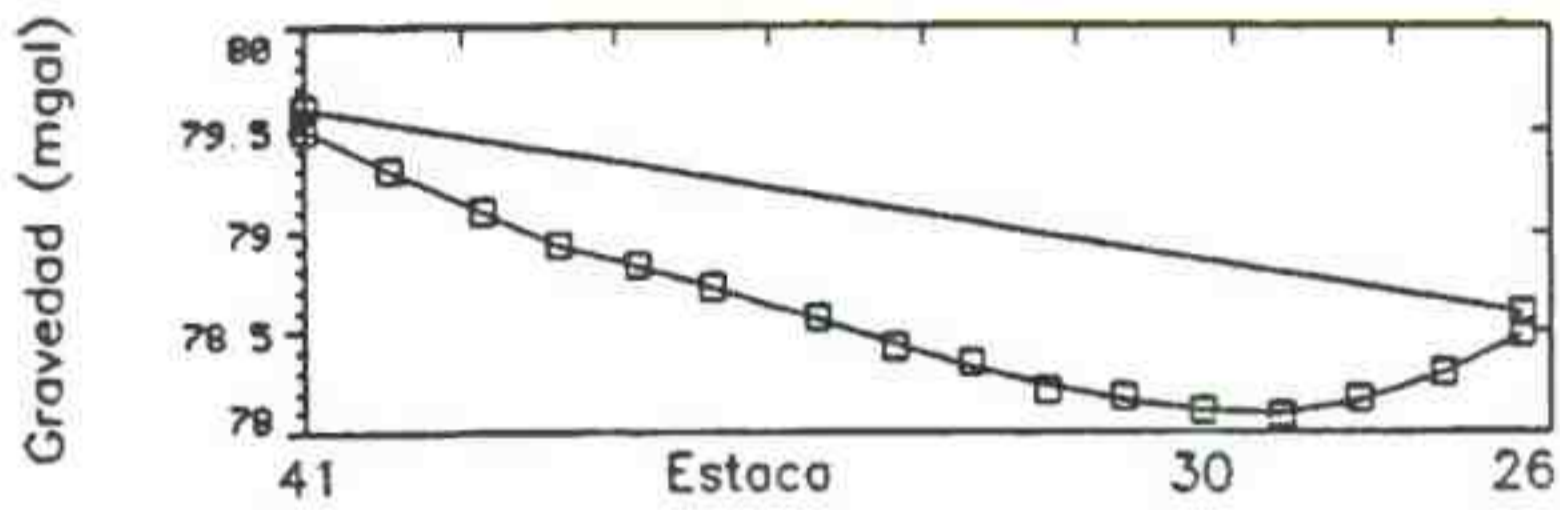
SITAC S. A.		ESTUDIO GRAVIMETRICO
by GEODATOS LTDA		FIG 3-5 SECCION LINEA 3
Data Set: CN3	Date: ENERO 1998	SECTOR CAHUIL-NILAHUE
Scale: 1:10000	Profile: 3	Vertical Exaggeration: 100 : 1



- Sedimentos cuaternarios : depositos fluviales
- Sedimentos terciarios semi-consolidados (Formacion Navidad)

Contraste de densidad estimado : 0.3 gr/cc

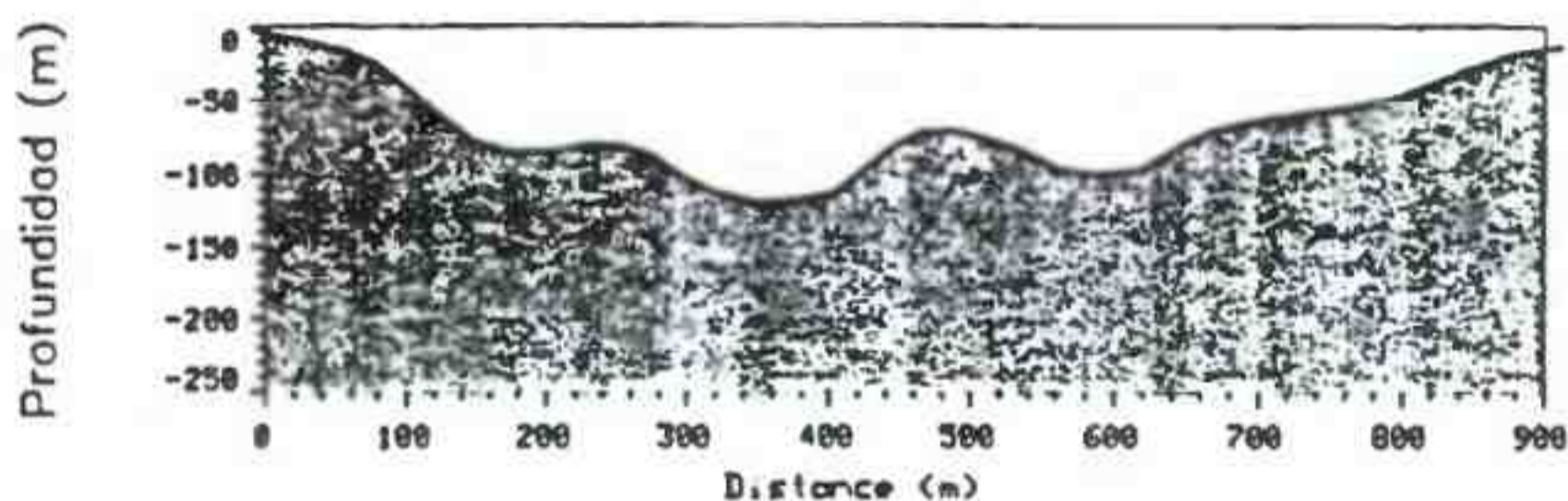
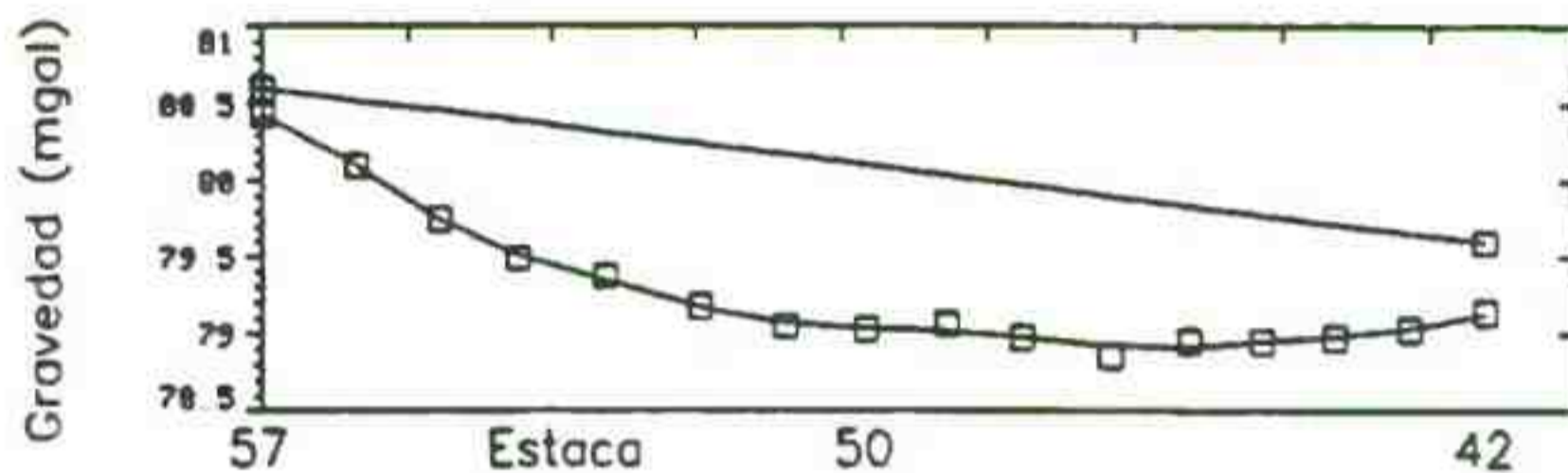
SITAC S. A.		ESTUDIO GRAVIMETRICO	
by GEODATOS LTDA.		FIG 3-6 SECCION LINEA 1	
Data Set: RAI	Date: ENERO 1998	SECTOR RAPEL	
Scale: 1:10000	Profile: 1	Vertical Exaggeration: 100	1 0





- Sedimentos cuaternarios : depositos marinos
- Sedimentos terciarios semi-consolidados (Formacion Navidad)

Contraste de densidad estimado : 0.3 gr/cc

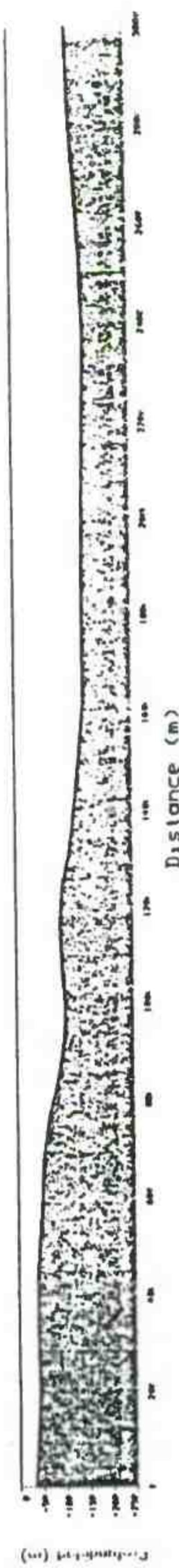
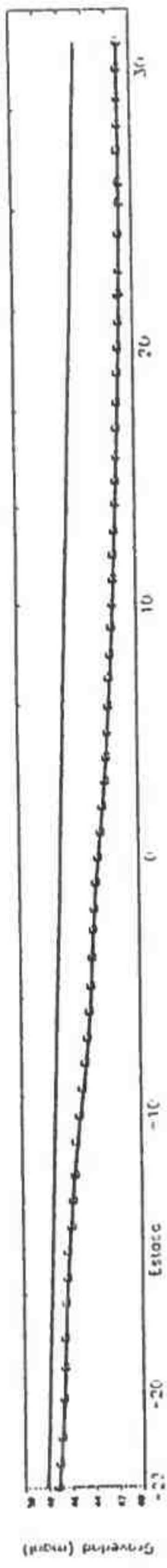
SITAC S. A.		ESTUDIO GRAVIMETRICO
by: GEODATOS LTDA.		FIG 3-7 SECCION LINEA 2
Data Set: RA2	Date: ENERO 1998	SECTOR RAPEL
Scale: 1:10000	Profile: 2	Vertical Exaggeration: 100:1



-  Sedimentos cuaternarios : depositos marinos
-  Sedimentos terciarios semi-consolidados (Formacion Navidad)

Contraste de densidad estimado : 0.3 gr/cc

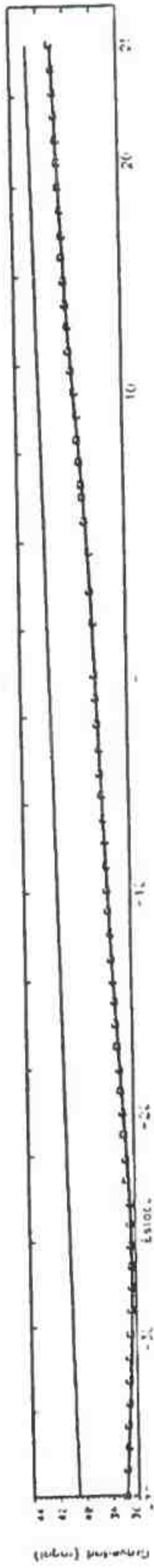
SITAC S. A.		ESTUDIO GRAVIMETRICO
by GEODATOS LTDA		FIG 3-8 SECCION LINEA 3
Data Set: RA3	Date: ENERO 1998	SECTOR RAPEL
Scale: 1:10000	Profile: 3	Vertical Exaggeration: 100 : 1



- Sedimentos cuaternarios
- Basamento cristalino paleozoico

Contraste de densidad estimado: 0.7 gr/cc

SITAC S A		ESTUDIO GRAVIMETRICO	
by GEODATOS LTDA		FIG 3-9 SECCION LINEA 0	
Date Set LNO	Date ENERO 1998	SECTOR LOLOL-NILAHUE	
Scale 1:10000	Profile 0	Vertical Exaggeration. 1 00 1 0	



Distance (m)

□ Sedimentos cuaternarios

■ Basamento cristalino paleozoico

Contraste de densidad estimado: 0.7 gr/cc

SITAC S A		ESTUDIO GRAVIMETRICO	
by GEODATOS LTDA		FIG 3-10 SECCION LINEA 1	
Date Set: LNI	Date ENERO 1998	SECTOR LOLOL-NILAHUE	
Scale 1 10000	Profile	Vertical Exaggeration	1 00 1 E

ANEXO III

- AFOROS
- CAUDALES MEDIOS MENSUALES
- PRECIPITACIONES MENSUALES
- PRECIPITACIONES ANUALES: CORRELACIONES
Y CURVAS DE DOBLE MASA
- CAUDALES MEDIOS MENSUALES
CORRELACIONES

AFOROS

Estero LICANCHEU en Puente camino Navidad - Rapel

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		NUM. TIEMPO. VELOCIDAD		MEDIA	AREA M2	GASTO M3/S
		TOTAL	OBSERV.	VTAS	SI:G			
0,00	0,125	0,000	O.D.	O.D.	O.D.	0,022	0,000	0,000
0,25	0,250	0,100	0,060	3	63	0,032	0,025	0,001
0,50	0,250	0,190	0,114	4	61	0,045	0,048	0,002
0,75	0,250	0,170	0,102	5	61	0,056	0,043	0,002
1,00	0,250	0,170	0,102	5	59	0,058	0,043	0,002
1,25	0,250	0,170	0,102	6,000	60	0,068	0,043	0,003
1,500	0,250	0,160	0,096	8,000	63	0,086	0,040	0,003
1,75	0,250	0,07	0,042	7	59	0,081	0,018	0,001
2	0,125	0				0,054	0,000	0,000
TOTALES	2,000					0,056	0,258	0,016

Estero LICANCHEU 4 km. aguas arriba Pte. Navidad - Rapel

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO		PROFUNDIDAD		NUM TIPO		VELOCIDAD		AREA M2	GASIO M3/S
	AREA	TOTAL	OBSERV.	O.D.	VTAS	SIG	OBSERV	ME DIA		
0,00	0,075	0,000	O.D.	O.D.	O.D.	O.D.	O.D.	0,036	0,000	0,000
0,15	0,150	0,080	0,048	5	63	0,054	0,054	0,054	0,012	0,001
0,30	0,150	0,150	0,090	6	60	0,068	0,068	0,068	0,023	0,002
0,45	0,150	0,150	0,090	7	60	0,079	0,079	0,079	0,023	0,002
0,60	0,125	0,160	0,096	10	64	0,106	0,106	0,106	0,020	0,002
0,70	0,050	0,140						0,071	0,007	0,000
TOTALES	0,700							0,069	0,084	0,007

Estero EL MANZANO 3,5 km aguas arriba de La Junta (afluente derecho)

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD TOTAL	OBSERV. O.D.	NUM VTAS	TMPC SEG	VELOCIDAD OBSERV O.D.	MEDIA	ARFA M2	GASTO M3/S
0,00	0,125	0,000	0,036	9	63	0,097	0,065	0,000	0,000
0,25	0,250	0,060	0,036	33	61	0,368	0,097	0,015	0,001
0,50	0,250	0,060	0,036	30	62	0,329	0,368	0,015	0,006
0,75	0,250	0,080	0,048	5	60	0,057	0,329	0,020	0,007
1,00	0,275	0,060	0,036				0,057	0,017	0,001
1,30	0,150	0,000					0,038	0,000	0,000
TOTALES	1,300						0,159	0,067	0,014

Estero EL MANZANO 3,5 km aguas arriba de La Junta (cauce principal)

ORILLA DE INICIO = O.I.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		NUM TIPO. VELOCIDAD		MEDIA	AREA M2	GASTO M3/S
		TOTAL	OBSERV.	VIAS	SEG			
0,00	0,250	0,000	O.I.	O.I.	O.I.	0,091	0,000	0,000
0,50	0,500	0,050	0,030	13	65	0,136	0,025	0,003
1,00	0,375	0,075	0,045	16	62	0,175	0,028	0,005
1,25	0,250	0,105	0,063	17	61	0,190	0,026	0,005
1,50	0,250	0,115	0,069	21	61	0,234	0,029	0,007
1,75	0,250	0,110	0,066	21	62	0,230	0,028	0,006
2,00	0,375	0,105	0,063	13	61	0,145	0,039	0,006
2,50	0,425	0,080	0,048	8	65	0,084	0,034	0,003
2,85	0,175	0,000				0,056	0,000	0,000
TOTALES	2,850					0,149	0,209	0,035

Estero LEONERA en entrada a Hacienda Topocalma (después junta con Est. Los quillayes)

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCIO AREA	PROFUNDIDAD TOTAL	OBSERV. O.D.	NUM VTAS O.D.	NUM SIG O.D.	VELOCIDAD OBSERV O.D.	MEDIA	AREA M2	GASTO M3/S
0,00	0,250	0,000	0,060	8	61	0,089	0,059	0,000	0,000
0,50	0,500	0,100	0,075	13	63	0,140	0,089	0,050	0,004
1,00	0,375	0,125	0,075	20	63	0,216	0,140	0,047	0,007
1,25	0,250	0,150	0,090	22	61	0,245	0,216	0,038	0,008
1,50	0,250	0,150	0,090	17	60	0,193	0,245	0,038	0,009
1,75	0,250	0,170	0,102	15	60	0,170	0,193	0,043	0,008
2,00	0,375	0,160	0,096	9	63	0,097	0,170	0,060	0,010
2,50	0,525	0,120	0,072				0,097	0,063	0,006
3,05	0,275	0,000					0,065	0,000	0,000
TOTALES	3,050						0,142	0,337	0,053

Estero LEONERA en puente camino G-872

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC M/S	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD TOTAL	OBSERV. O.D.	NUM VTAS	VELOCIDAD		AREA M2	GASTO M3/S
					SEG O.D.	OBSERV O.D.		
0	0,075	0	O.D.	4	69	0,039	0,026	0,000
0,15	0,150	0,05	0,03	4	69	0,039	0,039	0,000
0,3	0,150	0,05	0,03	4	63	0,043	0,043	0,000
0,45	0,150	0,15	0,09	4	64	0,043	0,043	0,001
0,6	0,125	0,155	0,09	4	68	0,040	0,040	0,001
0,7	0,100	0,11	0,07	5	62	0,055	0,055	0,001
0,8	0,050	0,04					0,037	0,000
TOTALES	0,800						0,040	0,003

Estero TOPOCALMA en cruce camino al Faro

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		NUM TIPO. VELOCIDAD		MIEDIA	AREA M2	GASTO M3/S
		TOTAL	OBSERV.	VTAS	SEG			
0,0	0,250	0	O.D.	O.D.	O.D.	0,147	0,000	0,000
0,5	0,500	0,12	0,07	21	65	0,220	0,060	0,013
1,0	0,500	0,3	0,18	30	59	0,346	0,150	0,052
1,5	0,500	0,35	0,21	31	60	0,351	0,175	0,061
2,0	1,000	0,33	0,20	37	60	0,419	0,330	0,138
2,5	1,000	0,4	0,24	41	61	0,457	0,400	0,183
3,0	1,000	0,42	0,25	39	62	0,428	0,420	0,180
3,5	1,000	0,38	0,23	39	61	0,435	0,380	0,165
4,0	0,500	0,33	0,20	42	60	0,476	0,165	0,079
4,5	0,500	0,35	0,21	39	60	0,442	0,175	0,077
5,0	0,500	0,35	0,21	28	63	0,302	0,175	0,053
5,5	0,550	0,19	0,11	18	63	0,194	0,105	0,020
6,1	0,300	0				0,130	0,000	0,000
TOTALES	6,100					0,315	1,715	0,659

Estero NILAHUE ante Est. Pumanque, brazo 1

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO		PROFUNDIDAD		NUM TIPO. VELOCIDAD		AREA M2	GASTO M3/S
	AREA		TOTAL	OBSERV.	VTAS	SEG		
0,0	0,250		0,00	O.D.	O.D.	O.D.	0,000	0,000
0,5	0,500		0,30	0,18	37	61	0,150	0,062
1,0	0,500		0,40	0,24	41	60	0,200	0,093
1,5	0,500		0,42	0,25	45	61	0,210	0,105
2,0	0,500		0,40	0,24	48	60	0,200	0,109
2,5	1,500		0,42	0,25	47	60	0,630	0,336
3,0	1,500		0,35	0,21	51	61	0,525	0,298
3,5	1,500		0,38	0,23	55	61	0,570	0,349
4,0	1,500		0,34	0,20	60	61	0,510	0,341
4,5	1,600		0,38	0,23	59	62	0,608	0,393
5,0	1,500		0,34	0,20	59	61	0,510	0,335
5,5	0,500		0,30	0,18	57	60	0,150	0,097
6,0	0,500		0,34	0,20	47	59	0,170	0,092
6,5	0,600		0,20	0,12	28	59	0,120	0,039
7,2	0,350		0,00				0,000	0,000
TOTALS:	7,200						0,465	1,268

Estero NILAHUE ante estero Pumanque, brazo 2

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		NUM TIPO		VELOCIDAD		MEDIA	AREA M2	GASTO M3/S
		TOTAL	OBSERV.	O.D.	O.D.	VTAS	SIG			
0,0	0,500	0,00	0,00	0,06	17	61	0,190	0,126	0,000	0,000
1,0	0,750	0,10	0,06	0,07	21	60	0,238	0,190	0,075	0,014
1,5	0,500	0,11	0,07	0,11	30	60	0,340	0,238	0,055	0,013
2,0	0,500	0,18	0,11	0,10	30	59	0,346	0,340	0,090	0,031
2,5	0,500	0,16	0,10	0,07	20	61	0,223	0,346	0,080	0,028
3,0	0,750	0,11	0,07	0,07	20	61	0,223	0,223	0,083	0,018
4,0	0,500	0,00	0,00					0,149	0,000	0,000
TOTALES	4,000							0,230	0,383	0,104

Estero NILAIHUE ante estero Pumanque, brazo 3

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		NUM. IMPO. VELOCIDAD		AREA M2	GASIO M3/S
		TOTAL	OBSERV.	VTAS	SI'G		
		O.D.	O.D.	O.D.	O.D.		
0,0	0,500	0,00	0,06	4	64	0,028	0,000
1,0	1,000	0,10	0,06	4	64	0,043	0,004
2,0	1,000	0,08	0,05	8	63	0,086	0,007
3,0	1,000	0,20	0,12	30	60	0,340	0,068
4,0	1,000	0,36	0,22	50	60	0,567	0,204
5,0	1,000	0,34	0,20	59	61	0,658	0,224
6,0	1,000	0,30	0,18	61	60	0,691	0,207
7,0	1,000	0,25	0,15	60	59	0,692	0,173
8,0	1,100	0,20	0,12	60	60	0,680	0,150
9,2	0,600	0,00				0,454	0,000
TOTALES	9,200					0,424	1,037

Estero NILAHUE ante Puente Quiahue

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC M/S	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD TOTAL	OBSERV.		NUM VIAS	IMPO. VELOCIDAD		OBSERV	MEDIA	AREA M2	GASTO M3/S
			O.D.	O.D.		O.D.	O.D.				
0	0,375	0,00	O.D.	O.D.	O.D.	O.D.	O.D.	O.D.	0,171	0,000	0,000
0,75	0,625	0,40	0,24	23	61	0,256	0,256	0,256	0,256	0,250	0,064
1,25	0,500	0,40	0,24	33	60	0,374	0,374	0,374	0,374	0,200	0,075
1,75	0,500	0,30	0,18	33	59	0,380	0,380	0,380	0,380	0,150	0,057
2,25	0,500	0,29	0,17	35	61	0,390	0,390	0,390	0,390	0,145	0,057
2,75	0,500	0,25	0,15	33	62	0,362	0,362	0,362	0,362	0,125	0,045
3,25	0,500	0,19	0,11	29	60	0,329	0,329	0,329	0,329	0,095	0,031
3,75	0,500	0,20	0,12	16	61	0,178	0,178	0,178	0,178	0,100	0,018
4,25	0,750	0,15	0,09	9	63	0,097	0,097	0,097	0,097	0,113	0,011
5,25	0,500	0,00							0,065	0,000	0,000
TOTALES	5,250								0,260	1,178	0,358

Canal Población Unido (Expediente NA.0601.545)

ORILLA DE INICIO = O.I.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		NUM TMO. VIELOCIDAD		AREA M2	GASTO M3/S
		TOTAL	OBSERV.	VTAS	SEGV		
0,0	0,25	0,30	O.I.	O.I.	O.I.	0,075	0,004
0,5	0,50	0,30	0,18	7	61	0,150	0,012
1,0	0,50	0,37	0,22	7	63	0,185	0,014
1,5	0,50	0,38	0,23	19	61	0,190	0,040
2,0	0,50	0,30	0,18	31	61	0,150	0,052
2,5	1,75	0,31	0,19	25	60	0,543	0,154
3,0	1,75	0,29	0,17	49	60	0,508	0,282
3,5	1,75	0,33	0,20	45	59	0,578	0,300
4,0	1,75	0,31	0,19	40	61	0,543	0,242
4,5	1,95	0,35	0,21	45	61	0,683	0,342
5,0	1,95	0,33	0,20	38	59	0,644	0,282
5,5	1,75	0,30	0,18	37	60	0,525	0,220
6,0	0,50	0,20	0,12	29	62	0,100	0,032
6,5	0,50	0,10	0,06	33	63	0,050	0,018
7,0	0,70	0,10	0,06	19	62	0,070	0,015
7,9	0,45	0,00				0,000	0,000
TOTALES	7,90					2,038	0,560

Estero LOLOL en Puente camino Lolol-Pumanque

ORILLA DE INICIO = O.D.

ABSC MTS	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD TOTAL	OBSERV. O.D.	NUM VIAS O.D.	NUM TIPO. O.D.	VELOCIDAD OBSERV	VELOCIDAD O.D.	ME DIA	AREA M2	GASTO M3/S
0,00	0,25	0,000	0,060	30	63	0,324	0,324	0,216	0,000	0,000
0,50	0,50	0,100	0,090	43	60	0,487	0,487	0,324	0,050	0,016
1,00	1,75	0,150	0,114	55	61	0,613	0,613	0,487	0,263	0,128
1,50	1,75	0,190	0,090	55	61	0,613	0,613	0,613	0,333	0,204
2,00	1,75	0,150	0,114	60	60	0,680	0,680	0,613	0,263	0,161
2,50	1,75	0,190	0,114	63	59	0,726	0,726	0,680	0,333	0,226
3,00	1,75	0,190	0,120	63	60	0,714	0,714	0,726	0,333	0,241
3,50	1,75	0,200	0,126	66	60	0,748	0,748	0,714	0,350	0,250
4,00	1,75	0,210	0,120	61	60	0,691	0,691	0,748	0,368	0,275
4,50	0,50	0,200	0,156	58	61	0,647	0,647	0,691	0,100	0,069
5,00	0,50	0,260	0,120	66	59	0,761	0,761	0,647	0,130	0,084
5,50	0,50	0,200	0,138	80	60	0,907	0,907	0,761	0,100	0,076
6,00	0,50	0,230	0,120	70	61	0,780	0,780	0,907	0,115	0,104
6,50	0,50	0,200	0,168	66	60	0,748	0,748	0,780	0,100	0,078
7,00	0,60	0,280	0,168	66	60	0,748	0,748	0,748	0,168	0,126
7,70	0,35	0,250						0,499	0,088	0,044
TOTALES	7,70							0,619	1,481	1,000

**CAUDALES MEDIOS
MENSUALES**

RAPEL EN CORNECHE
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51													
1951 / 52													
1952 / 53													
1953 / 54		325,0	245,0	373,0	850,0	794,0	272,0	285,0	399,0	248,0	189,0	116,0	372,4
1954 / 55	135,0	151,0	527,0	362,0	199,0	110,0	47,6	91,0	120,0	122,0	36,8	38,2	161,6
1955 / 56	49,8	82,6	289,0	160,0	106,0	126,0	57,1	84,1	79,5	60,5	13,5	47,1	96,3
1956 / 57	62,8	137,0	110,0	223,0	310,0	156,0	70,5	80,6	74,5	50,4	26,4	30,7	111,0
1957 / 58	38,0	168,0	186,0	214,0	208,0	102,0	35,5	50,5	99,7	51,6	14,9	31,2	100,0
1958 / 59	42,1	124,0	433,0	205,0	391,0	199,0	124,0	137,0	120,0	76,9	49,6	50,8	162,7
1959 / 60	175,0	190,0	315,0	440,0	232,0	199,0	129,0	173,0	223,0	191,0	69,0	52,9	199,1
1960 / 61	61,6	71,9	176,0	197,0	145,0	112,0	60,7	60,0	78,6	29,3	20,7	65,2	89,8
1961 / 62	43,7	42,7	227,0	226,0	239,0	456,0	188,0	206,0	214,0	109,0	69,4	51,5	172,7
1962 / 63	54,9	69,6	182,0	157,0	148,0	64,5	67,7	84,5	76,5				100,5
1963 / 64										316,0	125,0	68,0	169,7
1964 / 65	67,9	77,1	109,0	150,0	171,0	134,0	39,5	26,5	71,8	33,1	24,5	26,7	77,6
1965 / 66	174,0	149,0	153,0	662,0	1099,0	216,0	183,0	237,0	242,0	228,0	101,0	76,3	293,4
1966 / 67	157,0	132,0	849,0	552,0	244,0	202,0	146,0	172,0	178,0	155,0	108,0	91,2	248,9
1967 / 68	86,3	106,0	116,0	213,0	122,0	119,0	81,5	77,9	112,0	69,0	32,1	54,9	99,1
1968 / 69	13,8	61,9	41,8	47,3	39,2	25,6	18,1	3,1	0,3	0,2	0,5	8,2	21,7
1969 / 70	13,3	27,7	201,0	173,0	267,0	111,0	31,2	16,5	82,9	59,9	14,2	50,2	87,3
1970 / 71	91,9	74,1	124,0	217,0	219,0	96,9	54,1	60,6	49,5	28,9	10,6	24,3	87,6
1971 / 72	30,2	53,8	180,0	299,0	197,0	99,8	80,7	118,0	137,0	94,1	19,8	41,4	112,6
1972 / 73	79,5	418,0	871,0	441,0	722,0	469,0	223,0	248,0	340,0	343,0	212,0	123,0	374,1
1973 / 74	107,0	186,0	238,0	381,0	198,0	99,8	93,1	75,0	111,0	95,6	69,4	80,2	144,5
1974 / 75	72,3	261,0	691,0	576,0	207,0	152,0	127,0	108,0	153,0	154,0	79,5	40,0	218,4
1975 / 76	155,0	158,0	156,0	674,0	276,0	105,0	24,0	124,0	223,0	66,2	35,3	37,6	169,5
1976 / 77	98,1	111,0	264,0	123,0	114,0	43,2	140,0	165,0	145,0	81,0	12,4	22,9	110,0
1977 / 78	65,8	160,0	212,0	1000,0	617,0	288,0	319,0	316,0	314,0	128,0	83,1	73,9	298,1
1978 / 79	111,0	135,0	214,0	1309,0	434,0	227,0	241,0	401,0	452,0	318,0	184,0	62,4	340,7
1979 / 80	103,0	245,0	122,0	174,0	458,0	355,0	202,0	166,0	376,0	232,0	120,0	97,7	220,9
1980 / 81	384,0	681,0	649,0	819,0	572,0	169,0	167,0	99,9	319,0	133,0	138,0	119,0	354,2
1981 / 82	160,0	419,0	495,0	272,0	252,0	112,0	95,9	60,9	46,7	69,4	53,9	69,2	175,5
1982 / 83	97,8	273,0											185,4
1983 / 84													
1984 / 85													
1985 / 86													
1986 / 87													
1987 / 88													
1988 / 89													
1989 / 90													
1990 / 91													
1991 / 92													
1992 / 93													
1993 / 94													
1994 / 95													
1995 / 96													
1996 / 97													
PROMEDIO	97,5	175,5	299,1	380,0	322,7	190,8	118,5	133,1	172,8	126,5	68,3	59,0	178,5

NILAHUE EN SANTA TERESA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51													
1951 / 52													
1952 / 53													
1953 / 54													
1954 / 55													
1955 / 56													
1956 / 57													
1957 / 58													
1958 / 59													
1959 / 60													
1960 / 61													
1961 / 62													
1962 / 63													
1963 / 64													
1964 / 65													
1965 / 66													
1966 / 67													
1967 / 68													
1968 / 69													
1969 / 70													
1970 / 71													
1971 / 72													
1972 / 73													
1973 / 74													
1974 / 75													
1975 / 76													
1976 / 77													
1977 / 78													
1978 / 79													
1979 / 80													
1980 / 81													
1981 / 82													
1982 / 83													
1983 / 84													
1984 / 85													
1985 / 86				23,600	6,030	3,170	1,300	0,228	0,081	0,047	0,005	0,027	3,832
1986 / 87	0,880	59,600	138,00	14,300	31,600	5,340	1,270	1,820	0,579	0,115	0,094	0,162	21,147
1987 / 88	0,171	0,418	0,740	131,00	68,500	13,400	3,720	0,417	0,095	0,025	0,029	0,133	18,221
1988 / 89	0,073	0,080	0,610	6,490	38,200	4,530	0,814	0,246	0,139	0,055	0,000	0,002	4,270
1989 / 90	0,068	0,144	0,192	8,840	23,900	4,420	0,734	0,197	0,090	0,002	0,001	0,002	3,216
1990 / 91	0,081	0,233	0,159	0,633	0,230	2,350	0,545	0,042	0,005	0,002	0,001	0,002	0,357
1991 / 92	0,002	8,170	47,000	76,800	11,100	5,240	2,030	0,400	0,156	0,157	0,056	0,067	12,598
1992 / 93	0,090	0,000	109,00	0,00	25,400	15,700	3,050	0,804	0,149	0,029	0,022	0,070	12,860
1993 / 94	0,444	6,000	30,400	30,100	5,070	2,490	0,773	0,276	0,000	0,000	0,000	0,067	6,302
1994 / 95	0,310	1,340	6,320	40,600	6,920	2,590	1,430	0,326	0,033	0,003	0,000	0,217	5,007
1995 / 96	0,076	0,307	5,360	43,800	39,800	3,670	1,580	0,273	0,019	0,000	0,000	0,217	7,925
1996 / 97													
PROMEDIO	0,220	7,629	33,778	34,197	23,341	5,718	1,568	0,457	0,122	0,040	0,019	0,088	8,703

ALHUE EN QUILAMUTA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51	0,414	3,800	10,200	9,99	14,600	11,900	4,450	1,170	0,651	0,294	0,092	0,100	4,805
1951 / 52	0,312	0,662	5,750	29,10	11,200	7,390	3,840	1,180	0,409	0,191	0,085	0,183	5,025
1952 / 53	0,373	2,930	5,730	16,40	8,340	6,180	2,570	0,764	0,336	0,070	0,052	0,114	3,655
1953 / 54	0,392	2,190	5,850	13,70	33,800	20,900	6,370	2,160	1,030	0,469	0,320	0,519	7,308
1954 / 55	0,881	1,130	8,760	11,90	9,100	4,410	1,990	0,695	0,127	0,084	0,023	0,101	3,267
1955 / 56	0,216	0,509	10,400	8,73	6,980	5,400	2,250	0,794	0,125	0,019	0,046	0,114	2,965
1956 / 57	0,486	1,050	3,160	8,53	13,000	6,580	2,270	0,861	0,123	0,011	0,001	0,091	3,014
1957 / 58	0,264	1,070	3,730	12,30	10,800	4,060	2,030	0,526	0,122	0,066	0,015	0,107	2,924
1958 / 59	0,291	1,300	11,100	9,01	11,800	5,270	3,720	0,838	0,244	0,071	0,077	0,119	3,653
1959 / 60	1,520	1,670	6,460	21,50	11,200	11,100	3,500	1,290	0,449	0,310	0,129	0,233	4,947
1960 / 61	0,383	0,705	5,590	9,62	8,550	4,900	2,500	0,936	0,133	0,001	0,025	0,193	2,795
1961 / 62	0,249	0,208	7,980	11,20	9,950	11,100	4,900	1,320	0,394	0,087	0,052	0,098	3,962
1962 / 63	0,101	0,121	4,310	8,13	8,580	3,770	2,490	0,651	0,117	0,019	0,032	0,070	2,366
1963 / 64	0,085	0,258	3,720	19,30	15,000	12,200	8,030	2,370	1,330	0,602	0,239	0,289	5,285
1964 / 65	0,332	0,288	3,240	6,23	4,200	6,310	2,030	0,361	0,066	0,049	0,033	0,087	1,936
1965 / 66	1,250	2,090	8,180	20,30	31,500	6,160	4,200	1,620	0,471	0,301	0,120	0,162	6,363
1966 / 67	0,756	1,990	6,940	21,60	10,500	8,860	4,350	1,390	0,355	0,233	0,136	0,151	4,772
1967 / 68	0,215	0,663	3,720	6,19	6,970	6,290	3,250	0,681	0,500	0,029	0,037	0,081	2,386
1968 / 69	0,092	0,225	1,030	0,80	0,985	0,739	0,163	0,039	0,017	0,001	0,001	0,032	0,344
1969 / 70	0,032	0,740	9,130	9,79	9,810	3,410	1,480	0,551	0,365	0,046	0,028	0,069	2,954
1970 / 71	0,026	0,240	0,259	4,06	4,680	1,160	0,615	0,769	0,119	0,045	0,026	0,048	1,004
1971 / 72	0,120	0,180	1,390	3,59	11,200	1,330	1,410	0,370	0,155	0,033	0,026	0,131	1,661
1972 / 73	0,185	1,740	28,900	14,80	34,700	21,200	7,630	2,760	0,636	0,086	0,043	0,028	9,392
1973 / 74	0,064	0,084	1,550	12,90	4,770	2,760	2,710	2,460	0,291	0,093	0,013	0,090	2,315
1974 / 75	0,142	3,070	26,500	16,10	2,810	2,760	2,090	0,757	0,366	0,222	0,138	0,126	4,590
1975 / 76	0,496	0,632	0,561	21,00	7,380	2,370	0,670	0,490	0,180	0,131	0,077	0,194	2,848
1976 / 77	0,218	0,256	2,310	1,29	0,790	11,000	5,180	1,250	0,248	0,081	0,244	0,049	1,910
1977 / 78	0,169	0,245	0,276	46,90	16,100	6,070	3,810	1,470	0,789	0,188	0,094	0,212	6,360
1978 / 79	0,283	0,284	2,420	52,00	10,300	3,950	2,120	1,650	0,689	0,252	0,152	0,167	6,189
1979 / 80	0,189	0,296	0,408	4,01	5,520	5,640	2,700	1,030	0,668	0,240	0,233	0,235	1,764
1980 / 81	2,350	18,200	14,300	42,30	21,200	5,130	6,620	1,420	0,549	0,205	0,153	0,202	9,386
1981 / 82	0,219	6,430	10,800	4,28	2,490	1,850	1,180	0,364	0,096	0,065	0,074	0,091	2,328
1982 / 83	0,161	2,220	75,100	59,80	22,400	16,000	8,470	3,000	0,734	0,393	0,297	0,307	15,740
1983 / 84	0,373	0,436	2,610	10,50	6,590	5,720	2,150	0,622	0,145	0,057	0,090	0,158	2,454
1984 / 85	0,215	1,530	0,599	65,80	24,400	19,600	11,700	5,050	1,440	0,419	0,293	0,513	10,963
1985 / 86	0,475	0,656	0,964	1,91	1,710	0,664	0,477	0,227	0,064	0,017	0,001	0,065	0,603
1986 / 87	0,306	4,480	28,400	5,97	11,900	4,220	1,050	0,471	0,190	0,058	0,062	0,140	4,771
1987 / 88	0,252	0,414	1,480	61,30	65,600	19,500	11,600	3,130	1,700	1,050	1,430	3,010	14,206
1988 / 89	0,247	1,360	0,623	0,713	4,200	2,450	1,260	0,741	0,489	0,233	0,181	0,478	1,081
1989 / 90	0,858	0,395	0,358	2,850	27,000	12,000	2,540	1,340	0,576	0,555	0,404	0,599	4,123
1990 / 91	0,932	0,666	0,372	0,384	0,304	1,420	1,910	1,330	0,748	0,119	0,088	0,361	0,720
1991 / 92	0,494	2,950	16,000	28,500	11,200	8,210	3,800	2,320	1,480	1,400	1,260	1,550	6,597
1992 / 93	1,250	11,700	63,40	19,20	13,200	16,300	6,380	3,180	1,670	0,916	0,983	1,210	11,616
1993 / 94	1,640	3,350	12,700	16,800	4,750	4,350	2,410	1,290	0,674	0,522	0,514	1,547	4,212
1994 / 95	1,882	4,300	4,090	16,900	12,600	4,330	2,600	1,420	0,893	0,717	0,632	0,306	4,223
1995 / 96	0,500	1,400	4,770	8,260	11,300	6,200	2,390	1,260	1,120	0,944	0,865	0,533	3,295
1996 / 97	0,914	0,763	1,710	5,150	3,680	2,730	0,743	0,650	0,750	0,882	1,430	1,470	1,738
PROMEDIO	0,502	1,955	9,103	16,630	12,333	7,146	3,460	1,298	0,528	0,274	0,241	0,356	4,485

Estadística extraída de Análisis Estadístico de los Caudales de los Ríos de Chile (DGA, 1992) y BNA.

**PRECIPITACIONES
MENSUALES**

RAPEL
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51	114.0	269.0	28.0	10.0	78.5	61.0	17.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	607.5
1951 / 52	11.0	81.0	392.0	309.0	14.0	43.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	852.0
1952 / 53	0.0	141.0	126.0	135.0	18.0	0.0	22.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	444.0
1953 / 54	55.0	250.0	19.0	41.0	260.0	221.0	12.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	860.0
1954 / 55	48.0	94.0	149.0	124.0	45.0	30.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	498.0
1955 / 56	9.0	46.0	168.0	21.0	68.0	21.0	19.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	360.0
1956 / 57	48.0	18.0	6.0	204.0	85.0	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.0	479.0
1957 / 58	10.0	253.0	27.0	75.0	38.0	0.0	12.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	440.0
1958 / 59	11.0	98.0	10.0	3.0	217.0	55.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	419.0
1959 / 60	98.0		159.0	109.0	93.0	30.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	539.0
1960 / 61	0.0	80.0	162.0	96.0	63.0	16.0	80.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	507.0
1961 / 62	0.0	45.0	131.0	99.0	131.5	113.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	564.5
1962 / 63	24.5	2.0	218.5	19.5	47.5	34.5	28.5	0.8	0.0	0.0	0.0	14.5	390.3
1963 / 64	0.3	89.0	93.5	189.5	203.5	187.5	8.0	37.5	0.0	0.0	0.0	17.0	825.8
1964 / 65	12.0	6.5	99.0	84.0	143.7	10.8	0.0	0.0	31.5	0.0	0.0	0.0	387.5
1965 / 66	56.0	65.5	75.0	395.5	310.5	9.0	31.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	954.5
1966 / 67	0.5	34.5	476.5	119.0	84.5	6.0	13.3	0.5	25.5	0.0	0.0	0.0	760.3
1967 / 68	3.0	72.5	3.5	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1968 / 69	10.8	0.0	73.3	13.3	30.7	10.3	0.0	5.0	5.3	1.3	0.1	3.0	153.1
1969 / 70	18.2	99.2	178.7	60.3	48.7	3.0	19.5	0.8	0.0	0.6	0.0	0.1	429.1
1970 / 71	0.0	66.5	88.5	153.8	11.8	38.5	7.8	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	367.4
1971 / 72	52.5	8.5	212.0	42.5	45.7	13.5	22.5	0.0	34.0	0.0	0.0	1.0	432.2
1972 / 73	0.0	267.8	285.1	96.6	178.0	86.0		2.7	0.0	0.0	0.0	49.5	965.7
1973 / 74	3.5	110.5	56.0							0.0	0.0	0.0	170.0
1974 / 75	0.0	144.0	347.5	30.5	15.5	34.0		38.5		0.0	0.0	0.0	610.0
1975 / 76	32.0	97.0	98.0	229.5	0.0	0.5	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	459.9
1976 / 77	0.0	71.0	110.5	30.0	101.4	40.4	123.0	46.0	0.0	4.5	0.0	1.5	528.3
1977 / 78	16.5	59.0	138.5	342.5	101.0	0.0	44.0	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	720.0
1978 / 79	0.0	31.0	103.0	322.5	13.0	27.5	0.5	77.5	2.0	0.0	0.0	0.0	577.0
1979 / 80	13.0	65.5	4.5	231.5	51.5	81.0	0.0	39.0	23.5	0.0	0.0	0.0	609.5
1980 / 81	168.0	204.0	90.0	171.0	28.0	85.0	0.0	1.0	0.0	0.0	25.0	3.0	775.0
1981 / 82	18.0	265.5	49.5	37.0	26.0	32.5	6.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.5	441.0
1982 / 83	4.0	152.0	442.0	174.5	150.5	72.5	46.0	0.0	0.0	2.5	0.0	32.0	1076.0
1983 / 84	8.0	34.0	151.5	134.0	62.6	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	408.1
1984 / 85	4.5	177.0	58.5	364.0	120.5	80.0	33.5	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	841.1
1985 / 86	7.0	77.5	27.5	144.0	0.0	22.5	7.0	2.5	0.0	0.0	0.0	8.0	296.0
1986 / 87	115.5	334.0	228.0	31.0	98.0	3.0	3.0	51.5	0.0	0.5	0.0	1.5	866.0
1987 / 88	0.5	96.0	27.9	278.9	160.3	44.6	36.5	0.0	0.0	0.0	0.5	7.5	652.7
1988 / 89	2.3	2.1	91.2	99.3	138.8	19.3	0.0	11.3	1.0	0.0	0.0	13.0	378.3
1989 / 90	0.0	21.5	35.0	124.3	74.1	8.3	9.1	0.2	1.3	0.0	0.0	0.0	273.8
1990 / 91	8.9	3.6	4.1	76.8	39.3	54.1	40.7	6.2	0.0	0.0	0.0	34.8	268.5
1991 / 92	11.8	155.9	179.1	101.7	14.3	52.3	22.4	0.0	26.0	0.0	0.0	0.7	564.2
1992 / 93	30.5	286.0	284.4	20.8	158.7	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	828.7
1993 / 94	76.1	136.0	128.9	80.5	23.4	0.9	7.0	8.5	5.0	0.0	0.0	0.0	466.3
1994 / 95	52.0	54.9	82.1	77.6	14.1	28.7	21.4	0.2	10.0	0.0	0.0	0.0	341.0
1995 / 96	86.2	1.1	97.9	121.6	64.6	17.8	10.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	399.5
1996 / 97	15.0	16.0	88.4	210.1	116.2	3.0	0.0	1.0	17.5	0.0	0.0	4.0	471.2
PROMEDIO	24.8	101.8	129.9	127.3	82.3	38.1	17.2	8.4	4.9	1.0	0.8	7.7	537.2

NILAHUE BARAHONA
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51													
1951 / 52													
1952 / 53													
1953 / 54													
1954 / 55													
1955 / 56													
1956 / 57													
1957 / 58													
1958 / 59													
1959 / 60													
1960 / 61													
1961 / 62													
1962 / 63													
1963 / 64													
1964 / 65													
1965 / 66													
1966 / 67													
1967 / 68													
1968 / 69													
1969 / 70													
1970 / 71													
1971 / 72													
1972 / 73													
1973 / 74													
1974 / 75													
1975 / 76													
1976 / 77													
1977 / 78													
1978 / 79													
1979 / 80													
1980 / 81													
1981 / 82	53,0	234,5	46,5	40,0	60,5	26,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	491,5
1982 / 83	6,0	260,5	317,0	169,0	76,0	130,0	38,0	1,5	0,0	2,0	0,0	0,0	1000,0
1983 / 84	11,0			163,0	92,0	31,0	4,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	303,0
1984 / 85	11,0	168,7	121,5	251,0	133,5	68,2	39,0	3,5	0,0	1,0	0,0	14,5	811,9
1985 / 86	6,5	87,0	52,0	136,0	2,5	50,0	32,5	4,5	0,0	0,0	0,0	11,5	382,5
1986 / 87	62,5	225,0	148,0	18,1		1,0	9,5	49,5	0,0	0,0	0,0	42,5	656,1
1987 / 88	14,0	73,3	36,5	287,1	100,8	37,5	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	693,7
1988 / 89	2,5	4,5	126,0	95,5	124,5	30,5	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	386,5
1989 / 90	0,0	33,0	52,0	141,0	88,5	11,5	8,0	0,0	10,5	1,5	0,0	58,5	404,5
1990 / 91	17,0	15,5	13,5	75,5	25,0	69,6	25,0	9,0	7,0	6,5	0,0	0,0	263,6
1991 / 92	34,5	138,5	143,0	176,0	24,0	39,5	27,5	1,0	43,0	0,0	0,0	12,0	639,0
1992 / 93	47,5	309,0	253,0	24,0	104,5	38,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	778,0
1993 / 94	87,5	164,9	107,0	63,5	28,5	3,0	18,5	14,5	4,2	0,0	0,0	0,0	491,6
1994 / 95	53,5	49,5	78,0	106,5	16,0	32,0	26,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	362,0
1995 / 96	73,5	0,0	100,0	126,0	70,0	14,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	408,5
1996 / 97	39,0	26,5	79,0	127,0	128,0	3,0	1,5	5,5	12,0	0,0	0,0	0,0	421,5
PROMEDIO	32,4	119,4	111,5	125,0	71,6	36,6	17,7	5,8	4,8	0,7	0,1	11,8	518,4

RANGUILLI
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51													
1951 / 52													
1952 / 53													
1953 / 54													
1954 / 55													
1955 / 56													
1956 / 57													
1957 / 58													
1958 / 59													
1959 / 60													
1960 / 61													
1961 / 62													
1962 / 63													
1963 / 64													
1964 / 65													
1965 / 66													
1966 / 67													
1967 / 68													
1968 / 69													
1969 / 70													
1970 / 71													
1971 / 72													
1972 / 73													
1973 / 74													
1974 / 75													
1975 / 76													
1976 / 77													
1977 / 78													
1978 / 79													
1979 / 80													
1980 / 81													
1981 / 82	0,0	214,5	48,0	70,5	80,0	47,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	480,0
1982 / 83	9,0	224,0	368,0	230,0	92,0	165,0	63,0	3,0	0,0	11,0	3,0	0,0	1168,0
1983 / 84	11,0	85,0	142,0	155,0	133,0	50,0	4,0	0,0	0,0	0,0	5,0	1,0	586,0
1984 / 85	39,0	238,7	156,3	316,8	127,2	88,8	95,0	1,0	0,2	1,0	0,0	8,0	1072,0
1985 / 86	29,3	129,4	64,8	147,6	1,0	32,9	54,4	15,4	0,0	4,0	2,2	21,2	502,2
1986 / 87	109,6	329,8	294,9	51,0	122,9	12,7	14,6	79,5	0,0	0,0	0,0	38,7	1053,7
1987 / 88	7,5	91,5	36,4	397,7	136,3	60,7	48,5	0,0	0,0	1,0	0,0	29,4	809,0
1988 / 89	2,6	15,9	165,8	108,2	166,7	39,3	3,4	4,3	0,0	0,2	0,5	0,2	507,1
1989 / 90	0,0	24,6	103,5	169,0	109,8	15,3	16,5	0,0	25,2	6,5	0,5	101,0	571,9
1990 / 91	26,5	22,5	19,8	69,7	21,4	113,3	25,8	7,3	0,3	0,0	0,0	0,3	306,9
1991 / 92	45,5	204,7	180,0	189,5	33,3	44,0	42,8	2,3	34,5	4,5	1,0	30,5	812,6
1992 / 93	68,5	468,5	327,9	31,0	117,7	42,2	2,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1069,6
1993 / 94	86,3	160,8	131,8	90,9	41,7	9,9	29,5	15,7	8,0	0,0	0,0	0,0	574,6
1994 / 95	69,0	71,8	127,5	146,5	12,6	55,3	18,4	0,8	3,0	0,0	0,0	0,0	504,9
1995 / 96	127,0	11,0	141,1	237,0	93,4	15,5	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	648,8
1996 / 97	45,4	23,5	79,5	72,5	97,5	7,5	9,5	6,3	15,3	0,0	0,0	0,0	357,0
PROMEDIO	42,3	144,8	149,2	155,2	86,7	50,0	29,4	8,6	5,4	1,8	0,8	14,5	688,4

LITUECHE
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51													
1951 / 52													
1952 / 53													
1953 / 54													
1954 / 55													
1955 / 56													
1956 / 57													
1957 / 58													
1958 / 59													
1959 / 60													
1960 / 61													
1961 / 62													
1962 / 63													
1963 / 64													
1964 / 65													
1965 / 66													
1966 / 67													
1967 / 68													
1968 / 69													
1969 / 70													
1970 / 71													
1971 / 72													
1972 / 73													
1973 / 74													
1974 / 75													
1975 / 76													
1976 / 77													
1977 / 78													
1978 / 79													
1979 / 80	65,6	65,0	1,5	276,5	67,0	26,0	0,0	33,5	16,5	0,0	12,8	12,0	576,4
1980 / 81	195,5	240,0	167,6	228,8	38,0	59,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	933,4
1981 / 82	78,0	291,5	48,5	63,5	74,0	32,5	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	634,0
1982 / 83	3,0	201,0	430,0	278,5	113,0	122,0	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1179,0
1983 / 84	10,0	66,0	168,5	211,5	137,5	22,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	618,5
1984 / 85	41,5	185,0	50,5	428,0	160,5	97,5	61,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	1036,5
1985 / 86	5,5	123,0	67,5	152,0	0,0	34,5	22,5	5,0	0,0	0,0	0,0	2,5	412,5
1986 / 87	150,5	392,0	268,5	35,0	130,5	3,0	12,0	7,5	0,0	0,0	0,0	16,0	1015,0
1987 / 88	1,0	107,0	23,5	594,5	234,0	40,5	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	1086,0
1988 / 89	5,6	4,5	85,0	84,0	162,5	18,0	0,0	15,0	1,0	0,0	0,0	0,0	376,6
1989 / 90	0,0	26,0	42,0	166,5	116,5	12,5	9,5	0,5	10,0	0,0	0,0	28,5	412,0
1990 / 91	11,0	31,5	6,5	99,0	49,0	60,0	31,5	7,5	0,5	0,0	0,0	1,0	297,6
1991 / 92	39,0	238,5	227,0	111,5	15,5	94,0	31,0	1,5	32,0	0,0	0,0	13,5	803,5
1992 / 93	32,0	368,0	386,5	20,5	189,0	46,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1043,6
1993 / 94	81,5	164,0	150,5	95,0	31,5	0,0	11,5	9,5	11,0	0,0	0,0	0,0	554,5
1994 / 95	72,5	88,0	117,0	89,5	19,5	31,0	31,5	0,0	3,0	0,0	2,5	0,0	454,5
1995 / 96	99,5	0,0	130,5	187,5	78,5	21,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	647,5
1996 / 97	23,0	20,0	116,5	165,5	170,0	9,5	0,0	3,0	19,0	0,0	0,0	0	526,5
PROMEDIO	60,8	145,1	138,2	182,6	99,3	40,6	18,6	4,8	6,2	0,0	0,9	9,4	694,8

PICHILEMU
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

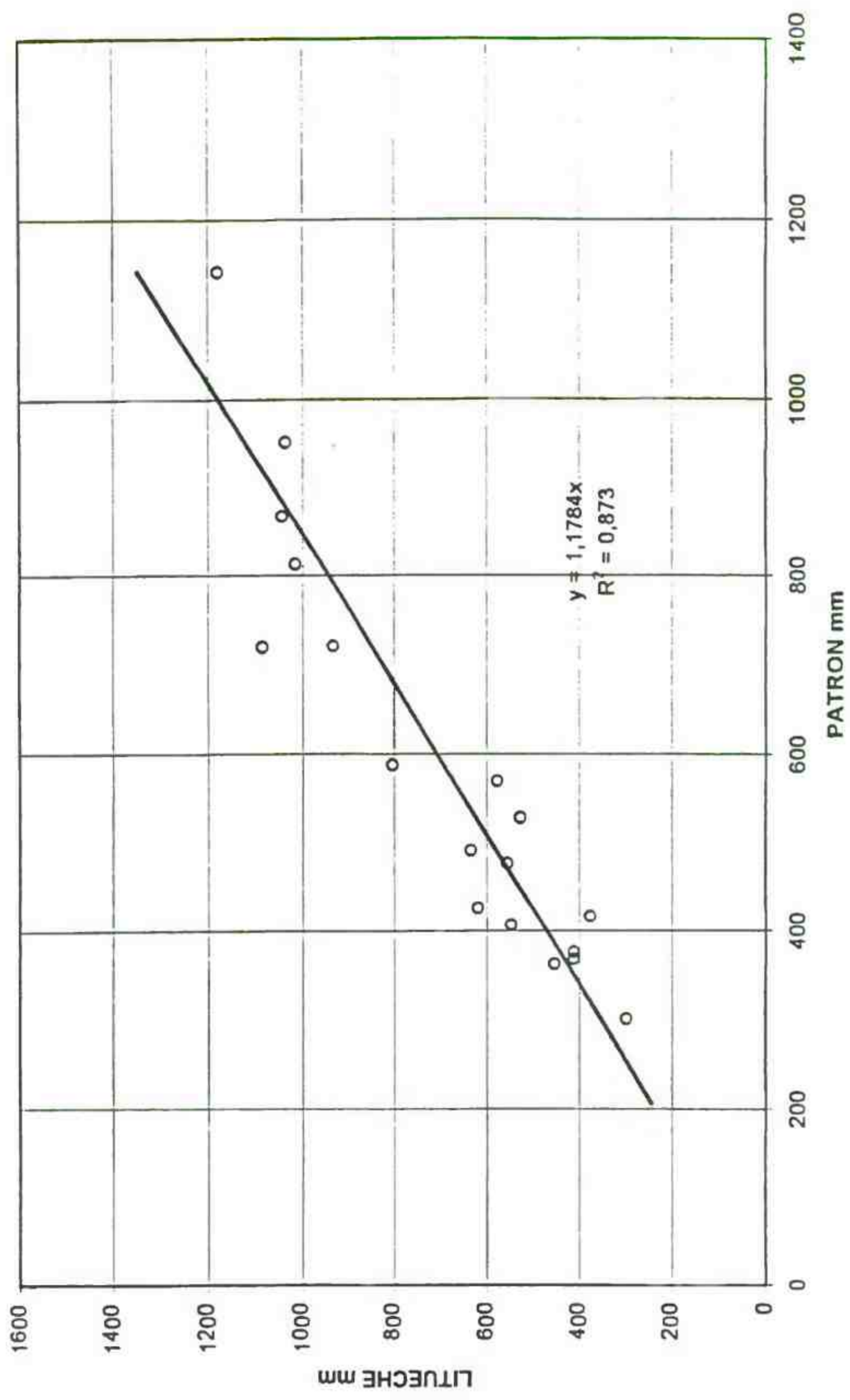
Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51													
1951 / 52													
1952 / 53													
1953 / 54													
1954 / 55													
1955 / 56													
1956 / 57													
1957 / 58													
1958 / 59													
1959 / 60													
1960 / 61													
1961 / 62													
1962 / 63													
1963 / 64													
1964 / 65													
1965 / 66													
1966 / 67													
1967 / 68													
1968 / 69													
1969 / 70													
1970 / 71													
1971 / 72													
1972 / 73													
1973 / 74													
1974 / 75													
1975 / 76													
1976 / 77													
1977 / 78													
1978 / 79													
1979 / 80													
1980 / 81				92,0	22,5	49,5	0,0	9,0	6,0	2,0	1,0	5,0	187,0
1981 / 82	48,0	218,5	32,0	31,5	76,5	38,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	457,0
1982 / 83	0,0	222,1	305,5	140,0	61,5	129,5	42,0	0,0	0,0	6,0	1,5	0,0	908,1
1983 / 84	4,0	70,0	118,5	152,0	74,0	35,0	1,5	0,0	2,5	0,0	4,0	2,5	464,0
1984 / 85	12,0	194,5	129,5	250,0	136,5	58,0	34,5	0,0	0,0	2,0	0,0	6,7	823,7
1985 / 86	11,0	73,9	39,0	129,2	4,8	41,6	39,9	11,7	0,0	0,0	0,0	12,1	363,2
1986 / 87	63,4	237,2	163,2	28,9	74,8	6,1	8,8	40,9	0,3	0,0	0,0	32,9	656,5
1987 / 88	23,5	126,7	55,4	319,4	124,4	36,8	35,2	11,1	0,0	2,0	2,4	19,1	756,0
1988 / 89	3,1	20,9	109,5	98,5	139,5	15,0	1,4	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	398,5
1989 / 90	0,0	38,1	50,0	127,2	80,5	19,7	17,8	0,0	9,4	0,0	0,0	52,3	395,0
1990 / 91	17,5	15,8	11,4	75,3	19,8	58,8	26,3	5,2	9,5	4,1	0,0	0,0	243,7
1991 / 92	33,2	121,2	107,9	131,0	14,8	31,0	21,4	8,0	25,8	0,0	0,6	5,5	500,4
1992 / 93	40,5	257,9	244,5	14,1	75,7	44,6	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	682,3
1993 / 94	101,7	111,3	81,3	48,9	22,5	8,6	28,9	8,5	5,1	0,0	0,0	0,0	416,8
1994 / 95	35,0	22,5	77,5	71,3	22,0	21,5	19,0	0,0	7,7	0,0	9,0	0,0	285,5
1995 / 96	80,2	3,0	110,5	137,5	65,8	12,0	29,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	440,0
1996 / 97	30,5	25,5	93,0	165,5	118,1	0,0	7,3	10,0	31,0	0,0	0,0	0,0	480,9
PROMEDIO	31,5	109,9	108,0	118,4	66,7	35,6	18,9	6,9	5,7	0,9	1,1	8,6	497,6

LOLOL
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

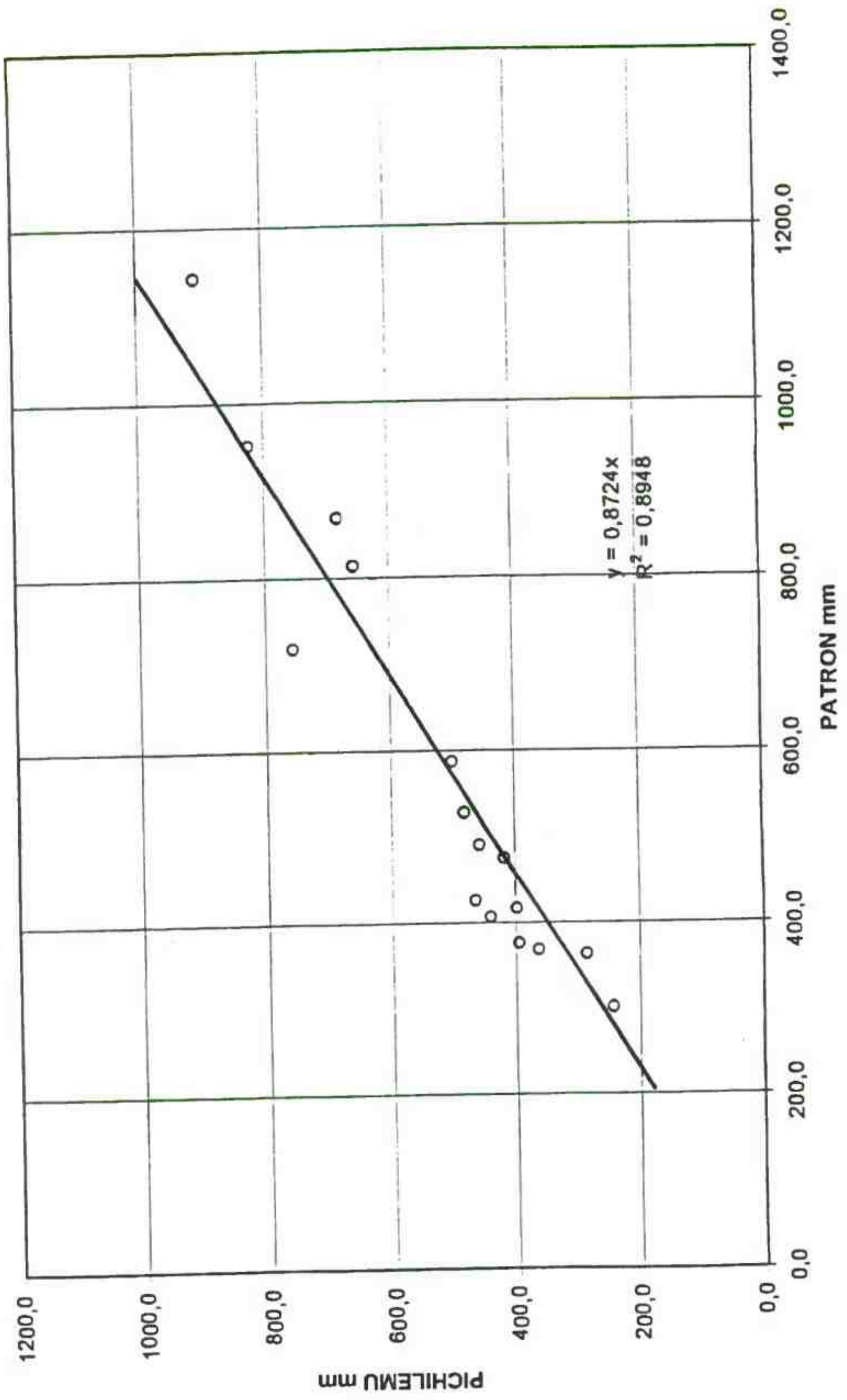
Periodo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1950 / 51													
1951 / 52													
1952 / 53													
1953 / 54													
1954 / 55													
1955 / 56													
1956 / 57													
1957 / 58													
1958 / 59													
1959 / 60													
1960 / 61													
1961 / 62													
1962 / 63													
1963 / 64													
1964 / 65													
1965 / 66													
1966 / 67													
1967 / 68													
1968 / 69													
1969 / 70													
1970 / 71													
1971 / 72													
1972 / 73													
1973 / 74													
1974 / 75													
1975 / 76													
1976 / 77	0	66.2	112.0	26.1	48.8	89.0	183.8	64.8	1.4	18.5	0.0	1.9	612.5
1977 / 78	25.9	134.9	184.0	455.5	139.9	6.8	85.9	59.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1066.7
1978 / 79	0	30.8	187.1	325.1	8.1	105.8	20.1	146.2	0.9	0.0	5.6	0.0	829.7
1979 / 80	19.1	91.6	8.5	203.0	158.1	53.7	5.9	33.2	56.3	0.0	4.7	16.6	631.6
1980 / 81	288.3	181.7	172.4	196.9	44.6	70.7	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	667.4
1981 / 82	81.3	241.1	87.1	50.6	72.2	64.4	10.1	0.0	0.0	0.8	0.0	18.2	644.5
1982 / 83	10.1	199.3	427.8	204.7	91.2	190.0	73.8	1.3	0.0	1.8	0.4	19.7	1210.0
1983 / 84	98.9	157.8	142.8	106.9	35.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.6	446.0
1984 / 85	13.9	225.9	112.5	426.6	126.6	80.0	70.0	7.7	0.0	0.2	0.0	16.7	1066.2
1985 / 86	13.8	116.6	48.0	154.9	1.6	51.7	49.2	6.4	0.0	0.3	0.0	12.3	441.0
1986 / 87	103.7	266.1	230.4	49.5	85.1	10.8	9.0	69.9	0.0	0.0	0.0	40.9	761.7
1987 / 88	8.5	91.5	43.2	408.0	149.7	48.1	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	34.4	786.2
1988 / 89	10	10.6	117.1	92.1	179.4	45.6	1.3	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	456.9
1989 / 90	0	37.7	68.9	153.1	119.1	14.3	11.1	0.0	11.0	0.1	0.0	65.1	480.4
1990 / 91	16	40.7	32.4	76.1	28.9	105.1	37.5	8.4	4.0	0.0	0.0	0.0	333.1
1991 / 92	47.9	183.7	161.5	168.8	25.8	56.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	612.8
1992 / 93	48.3	413.9	313.9	35.9	107.7	31.3	1.6	1.2	0.0	3.6	0.0	0.0	909.1
1993 / 94	78.1	179.7	151.8	83.6	36.8	1.8	17.6	12.8	5.0	0.0	0.0	0.0	489.1
1994 / 95	85.9	86.0	101.1	113.9	11.7	44.5	21.2	0.7	6.0	0.0	0.0	0.0	385.1
1995 / 96	107.2	8.0	104.1	159.5	101.6	21.1	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	415.2
1996 / 97													
PROMEDIO	52.8	138.2	140.3	174.5	78.6	54.6	31.5	21.2	4.2	1.3	0.6	12.2	657.3

**PRECIPITACIONES ANUALES
CORRELACIONES Y CURVAS DE DOBLE MASA**

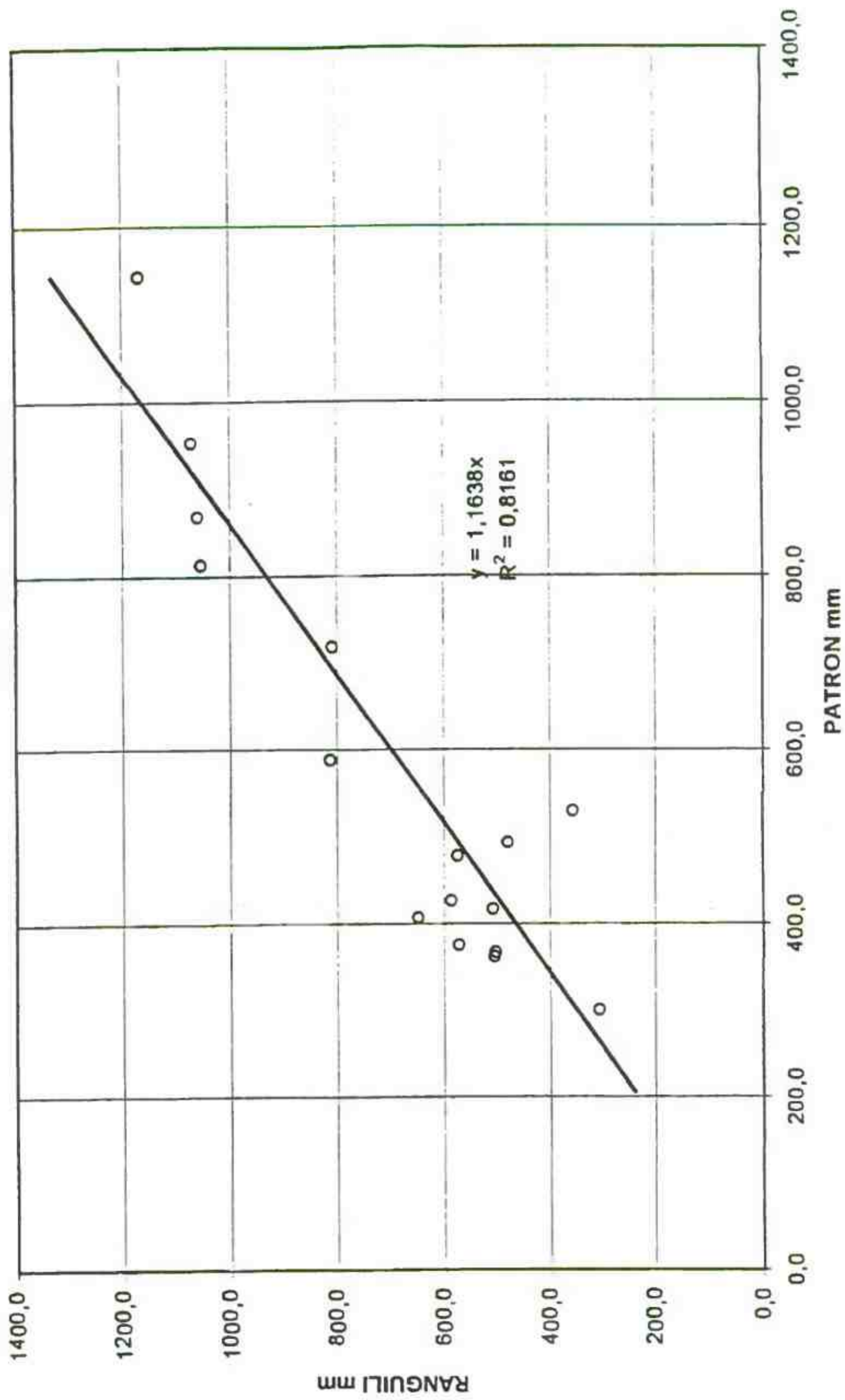
PRECIPITACIONES ANUALES



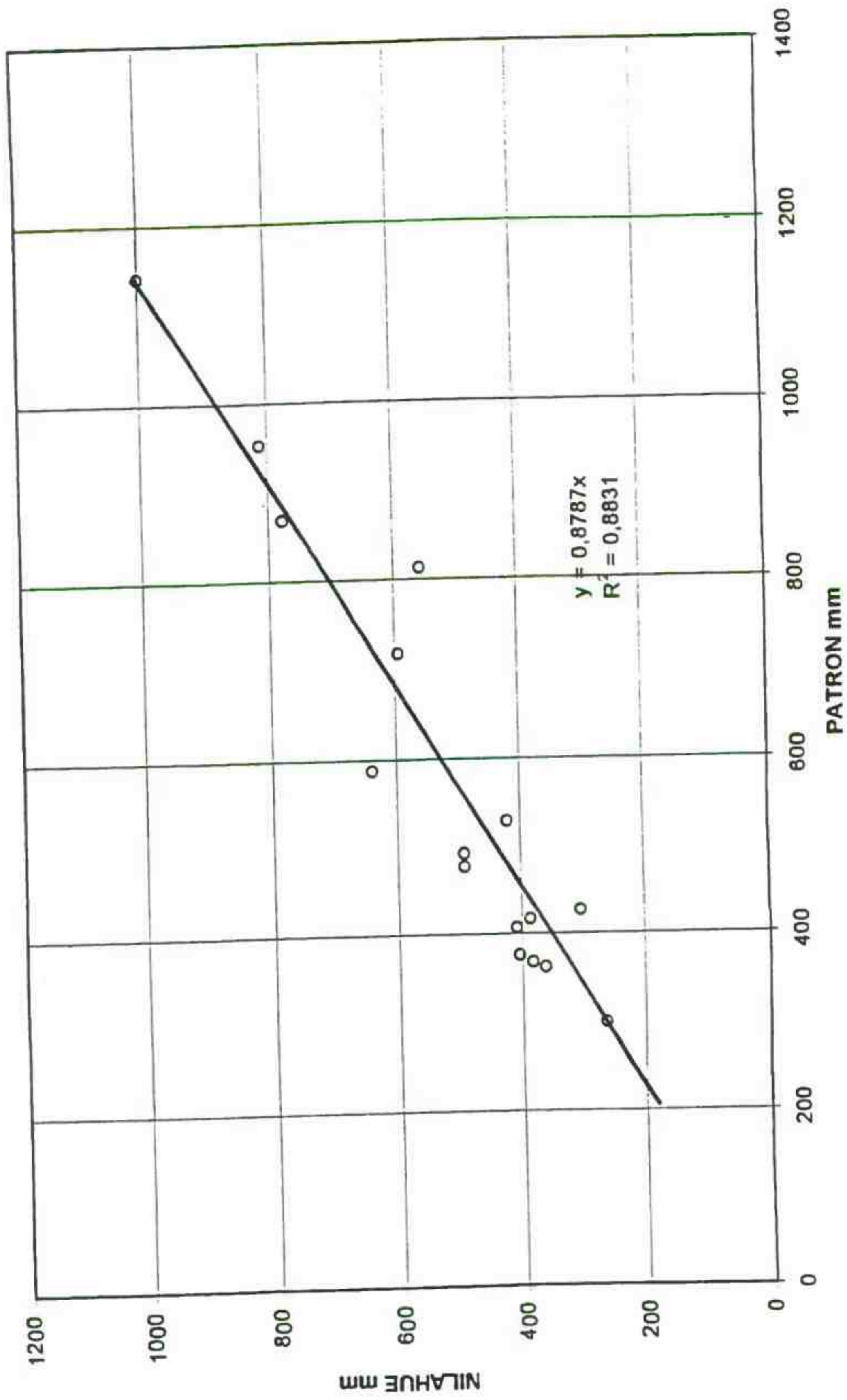
PRECIPITACIONES ANUALES



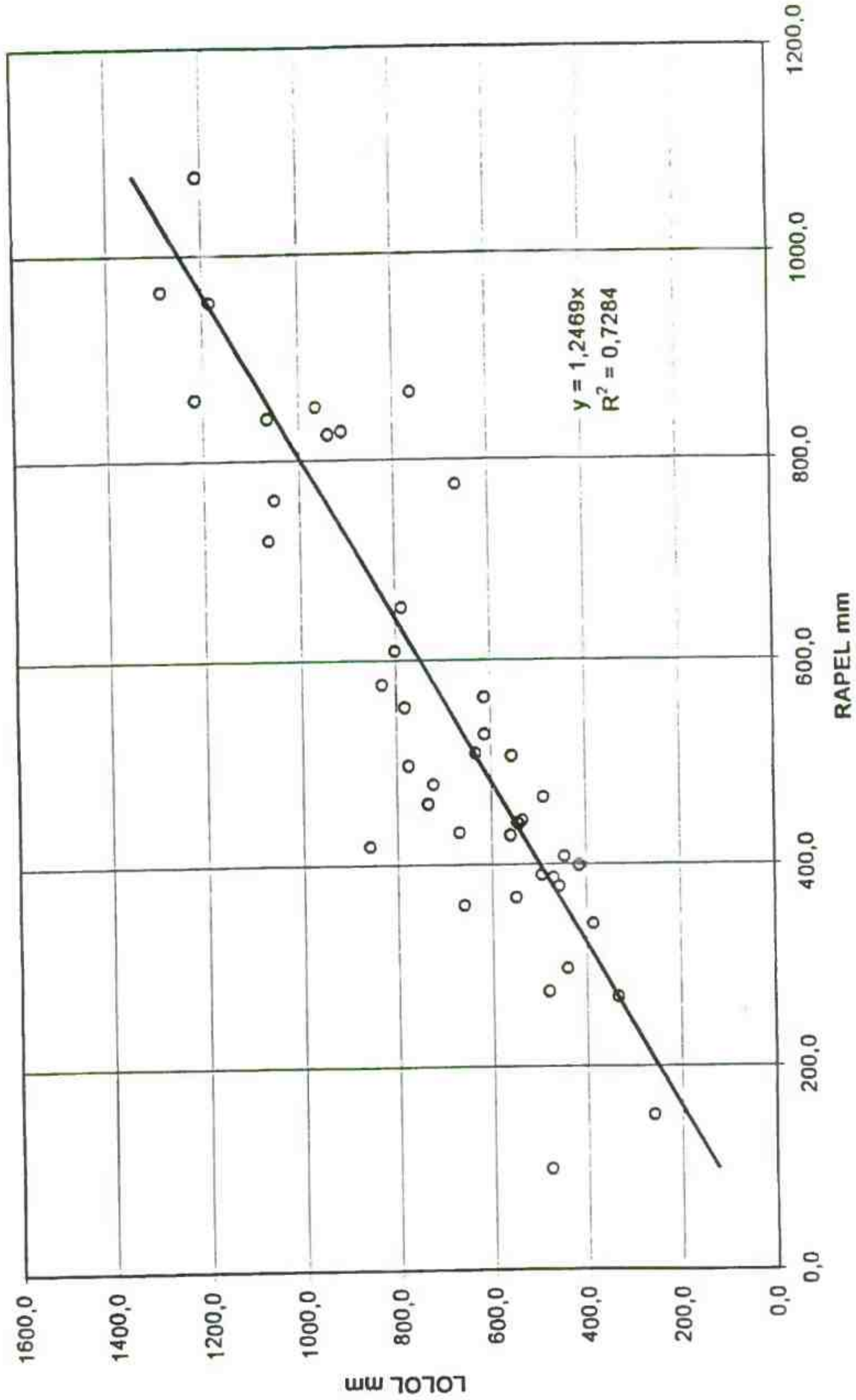
PRECIPITACIONES ANUALES



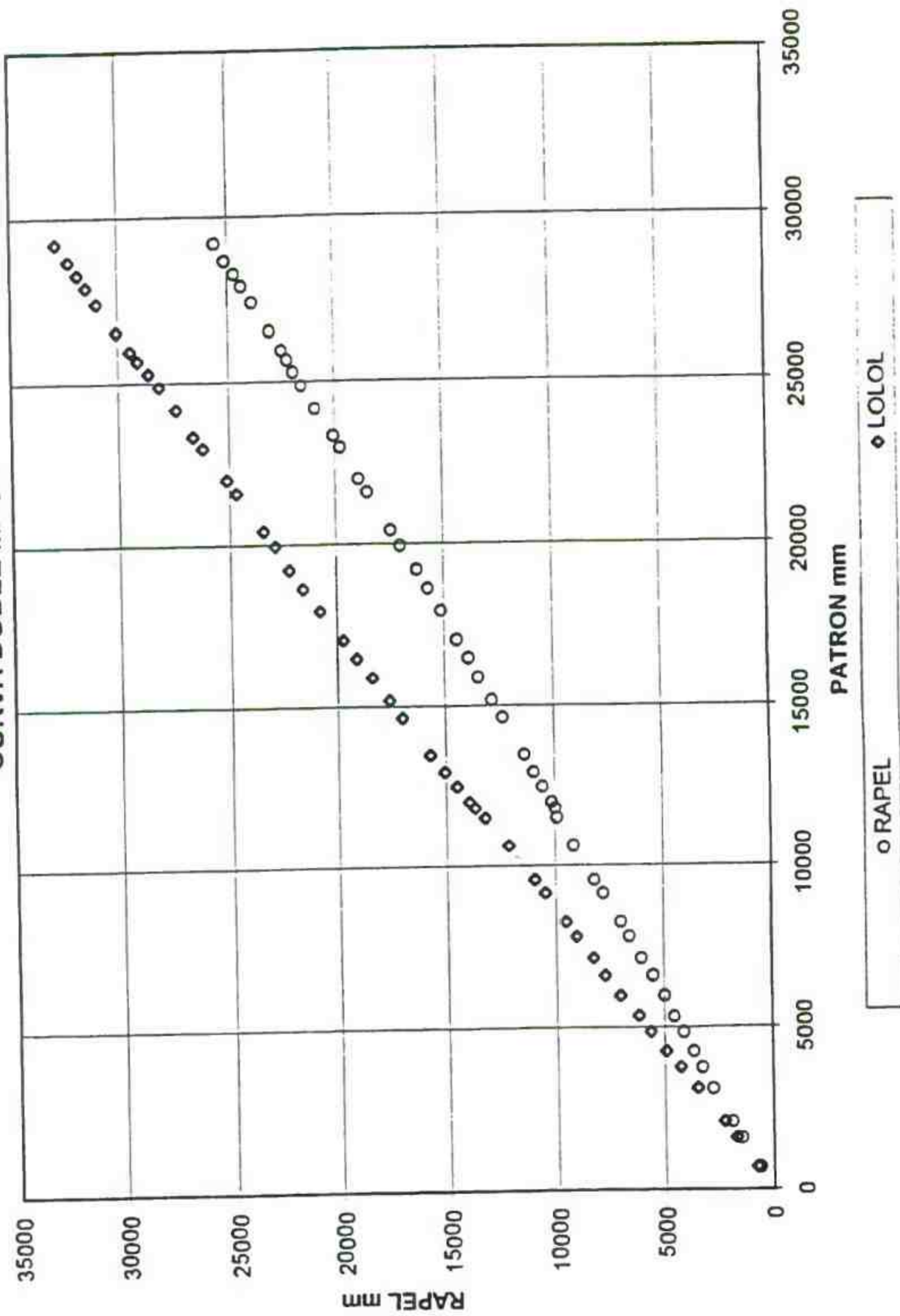
PRECIPITACIONES ANUALES



PRECIPITACIONES ANUALES

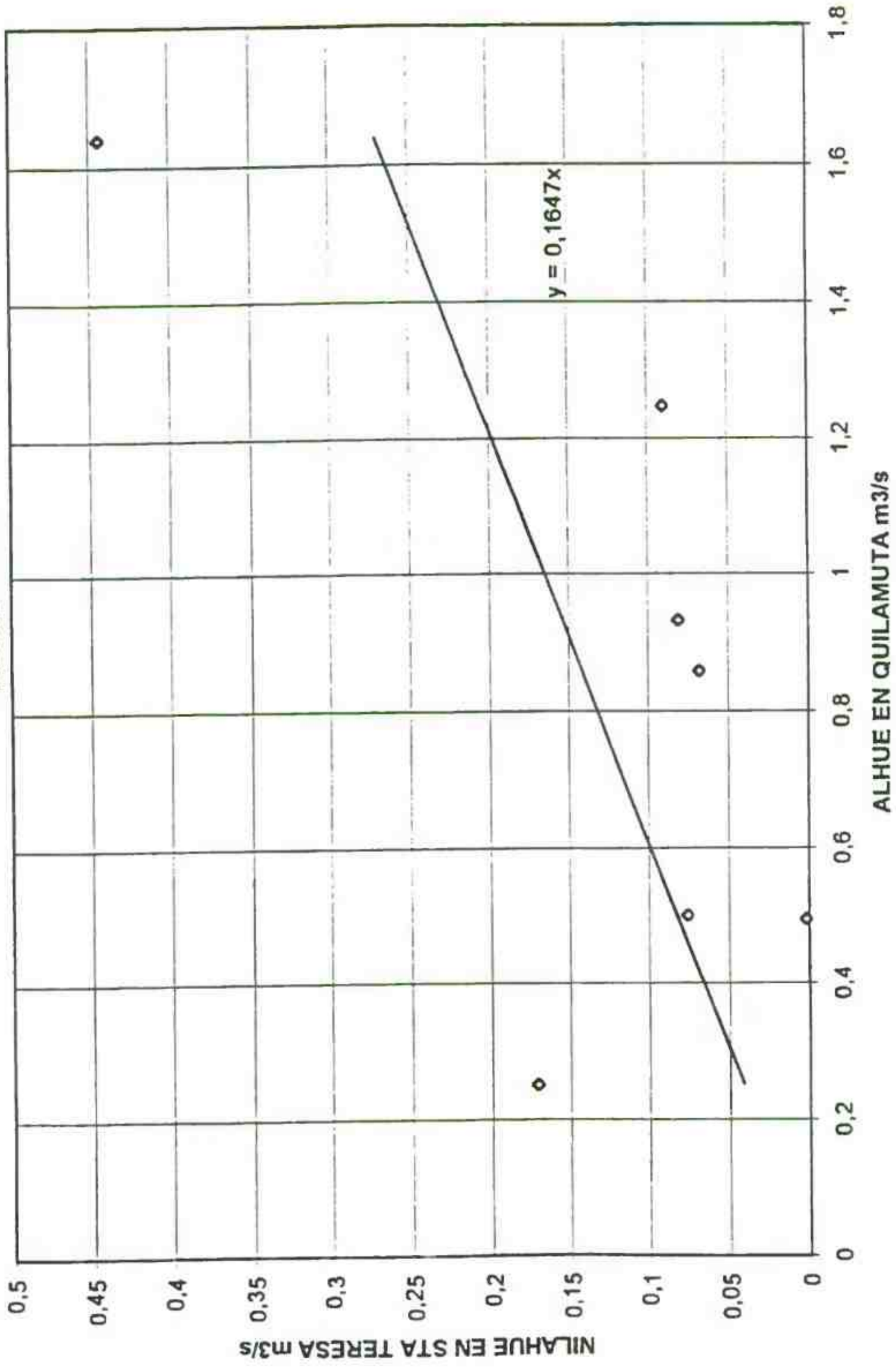


PRECIPITACIONES ANUALES
CURVA DOBLE MASA

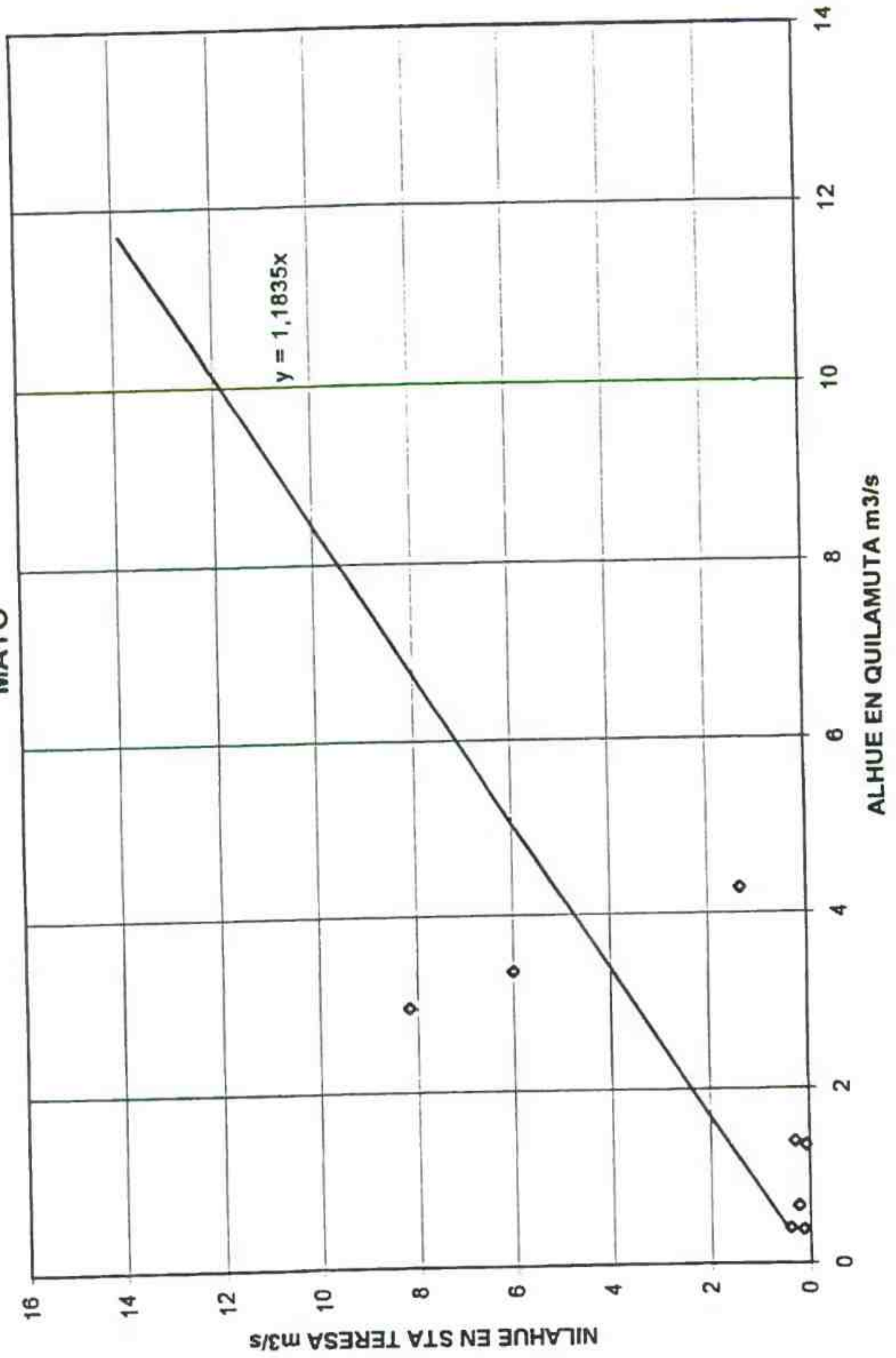


**CAUDALES MEDIOS MENSUALES
CORRELACIONES**

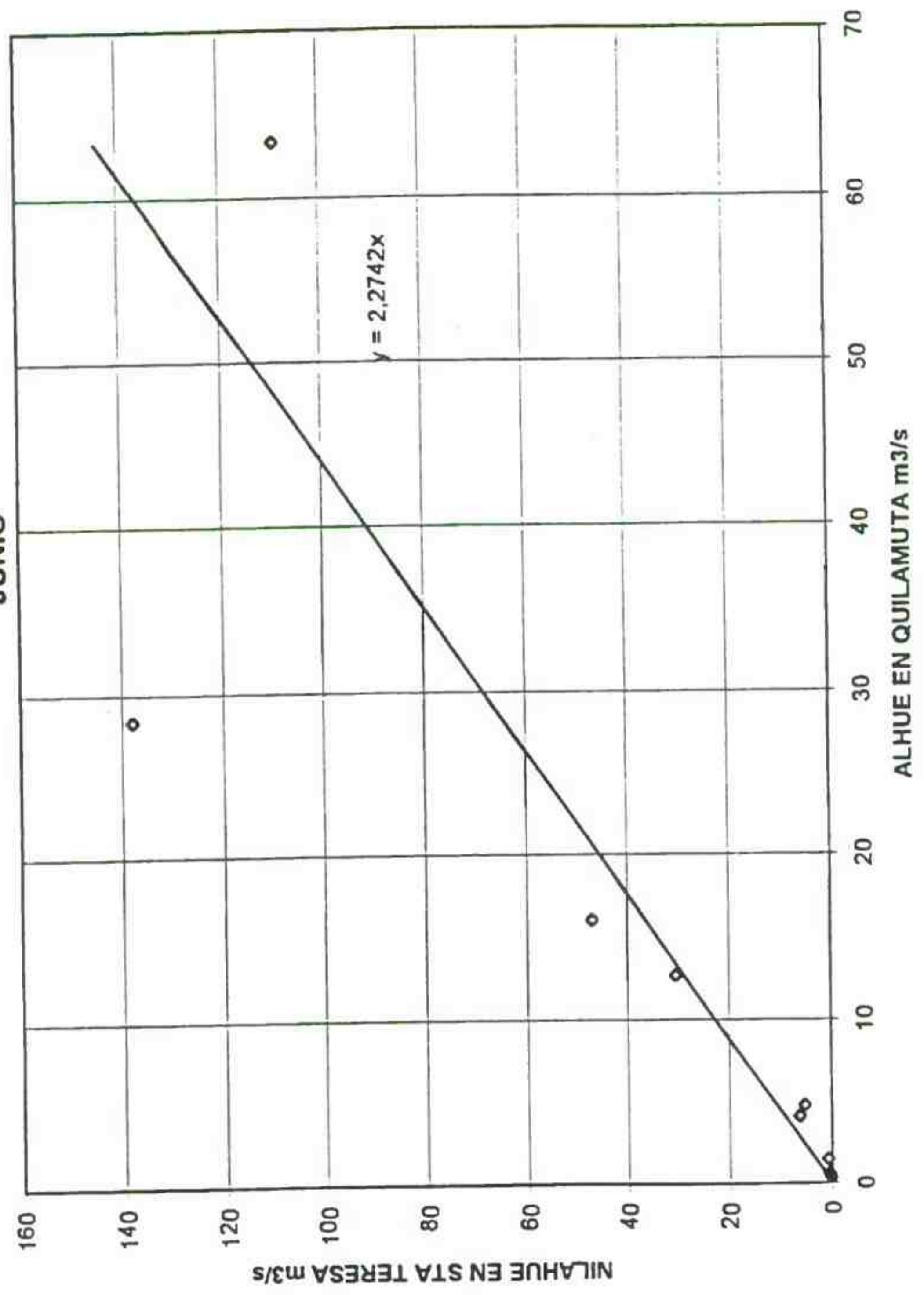
CAUDALES MEDIOS MENSUALES ABRIL



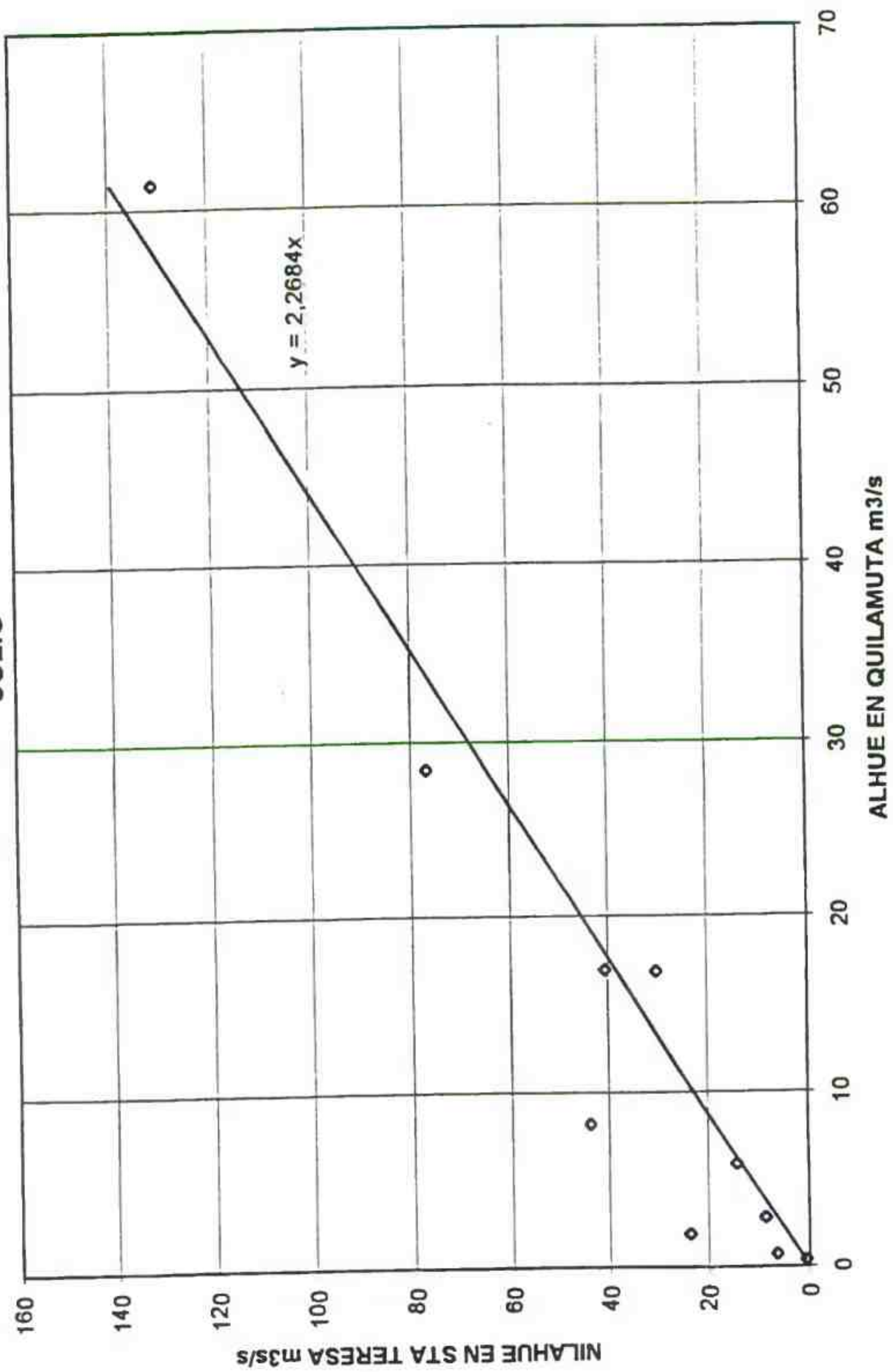
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
MAYO



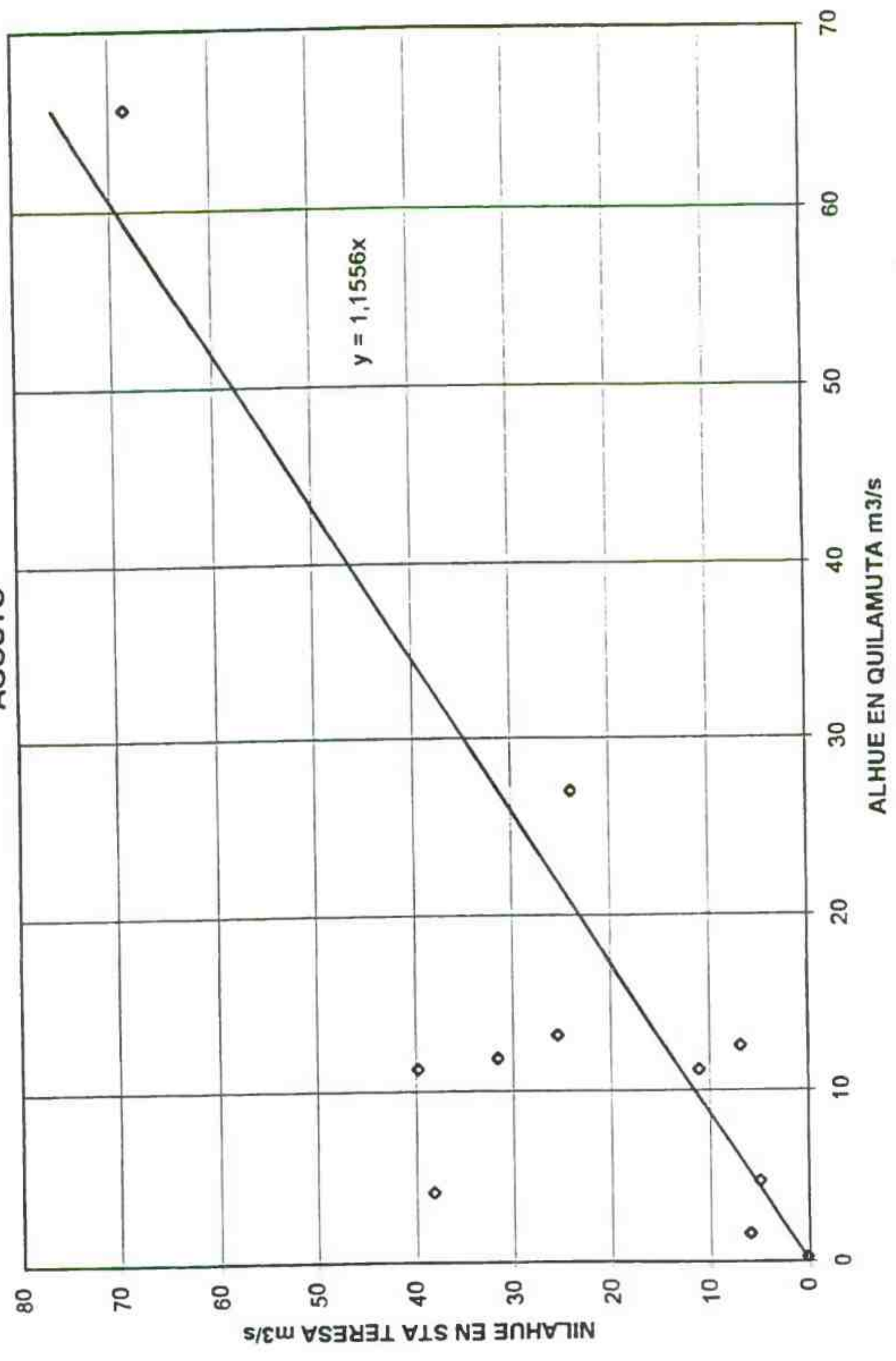
CAUDALES MEDIOS MENSUALES JUNIO



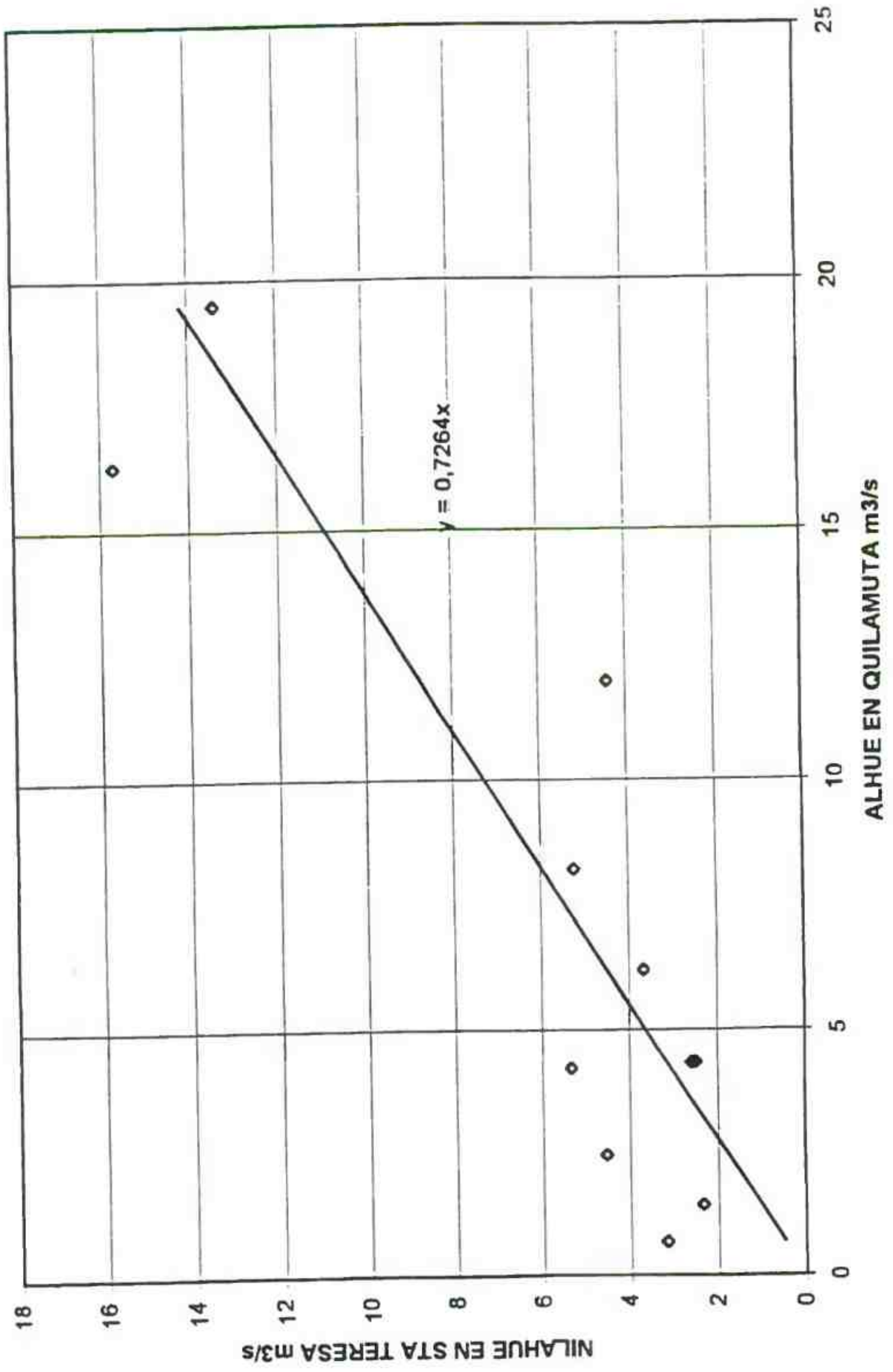
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
JULIO



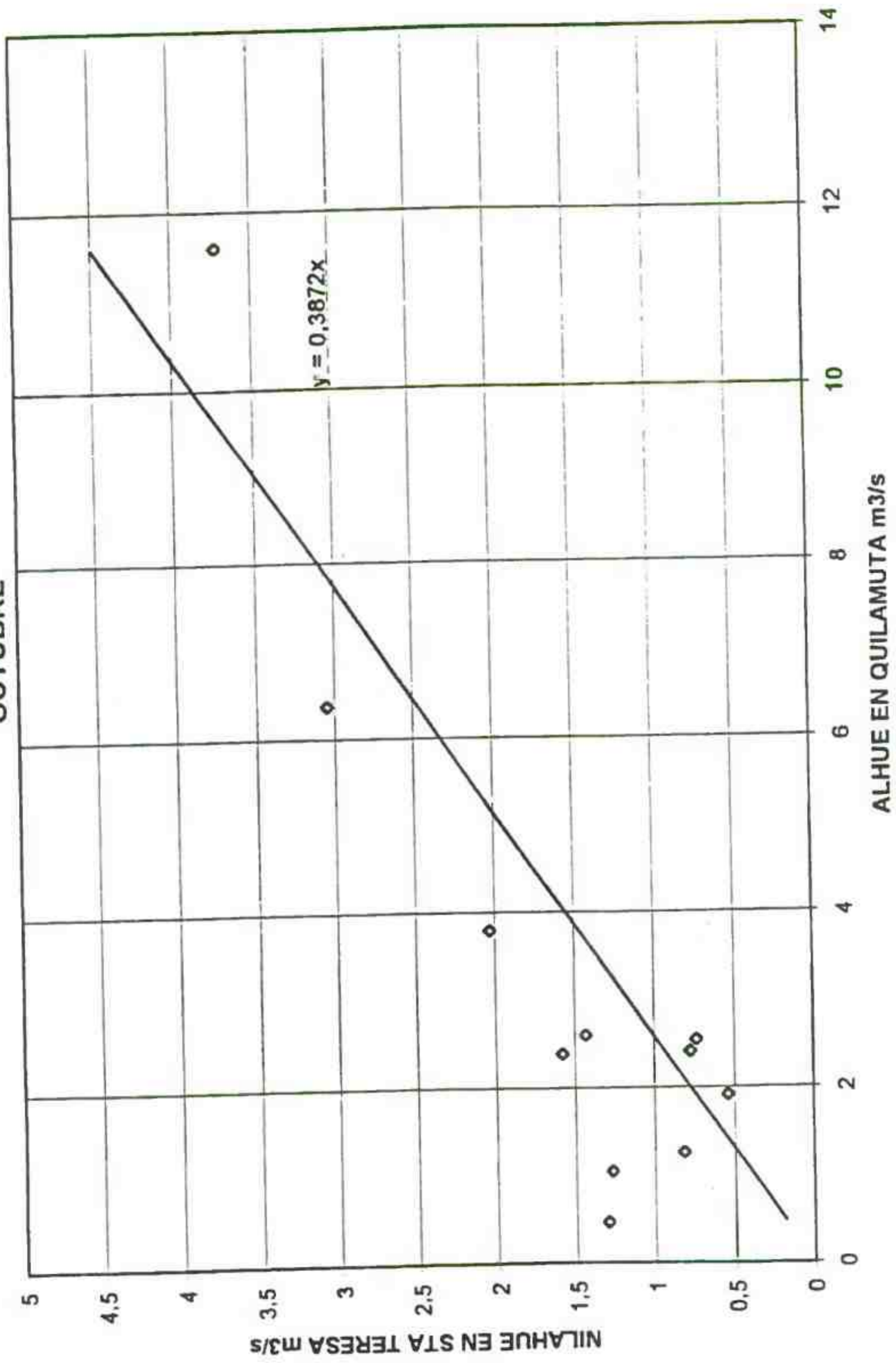
CAUDALES MEDIOS MENSUALES AGOSTO



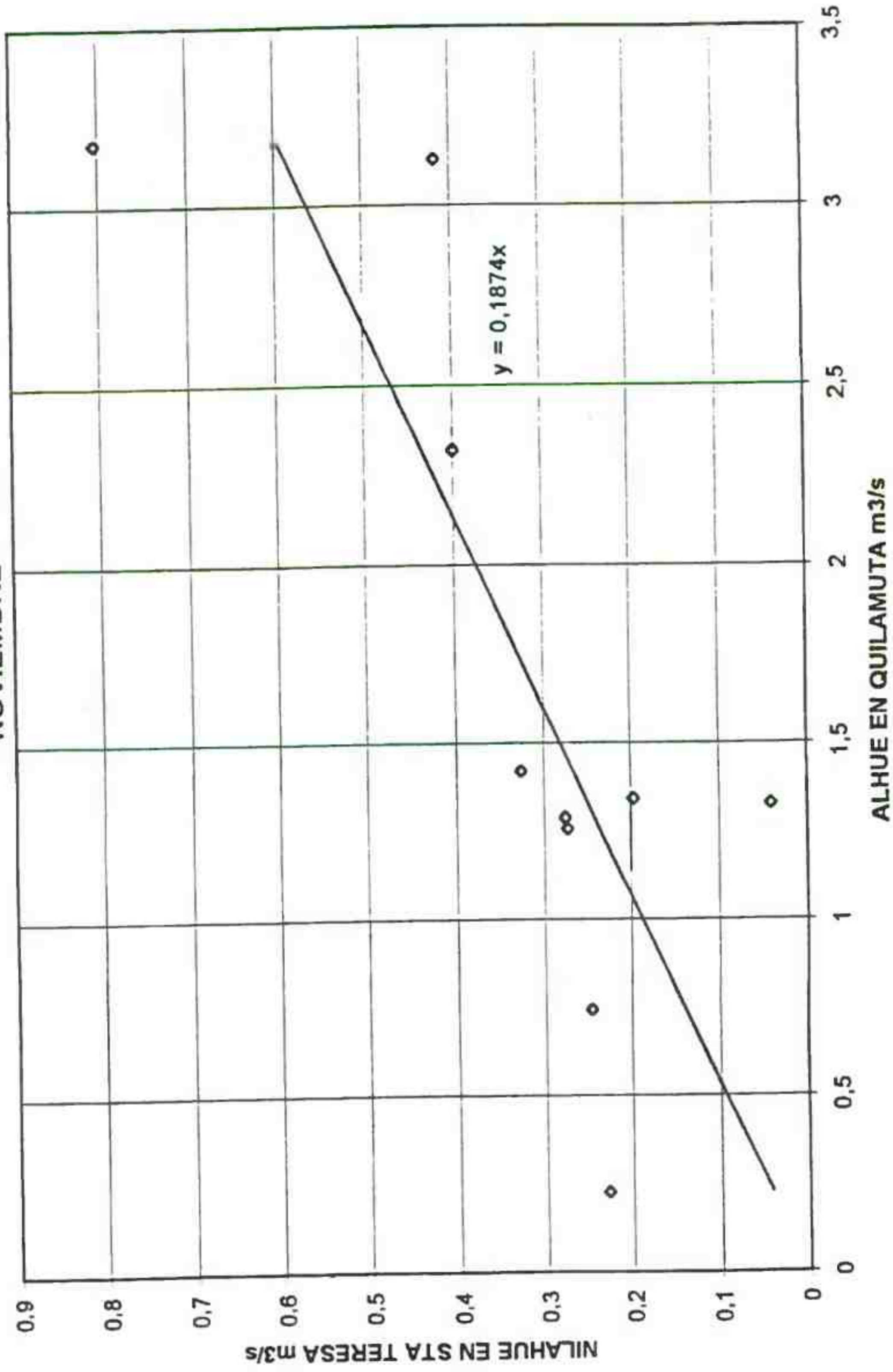
CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEPTIEMBRE



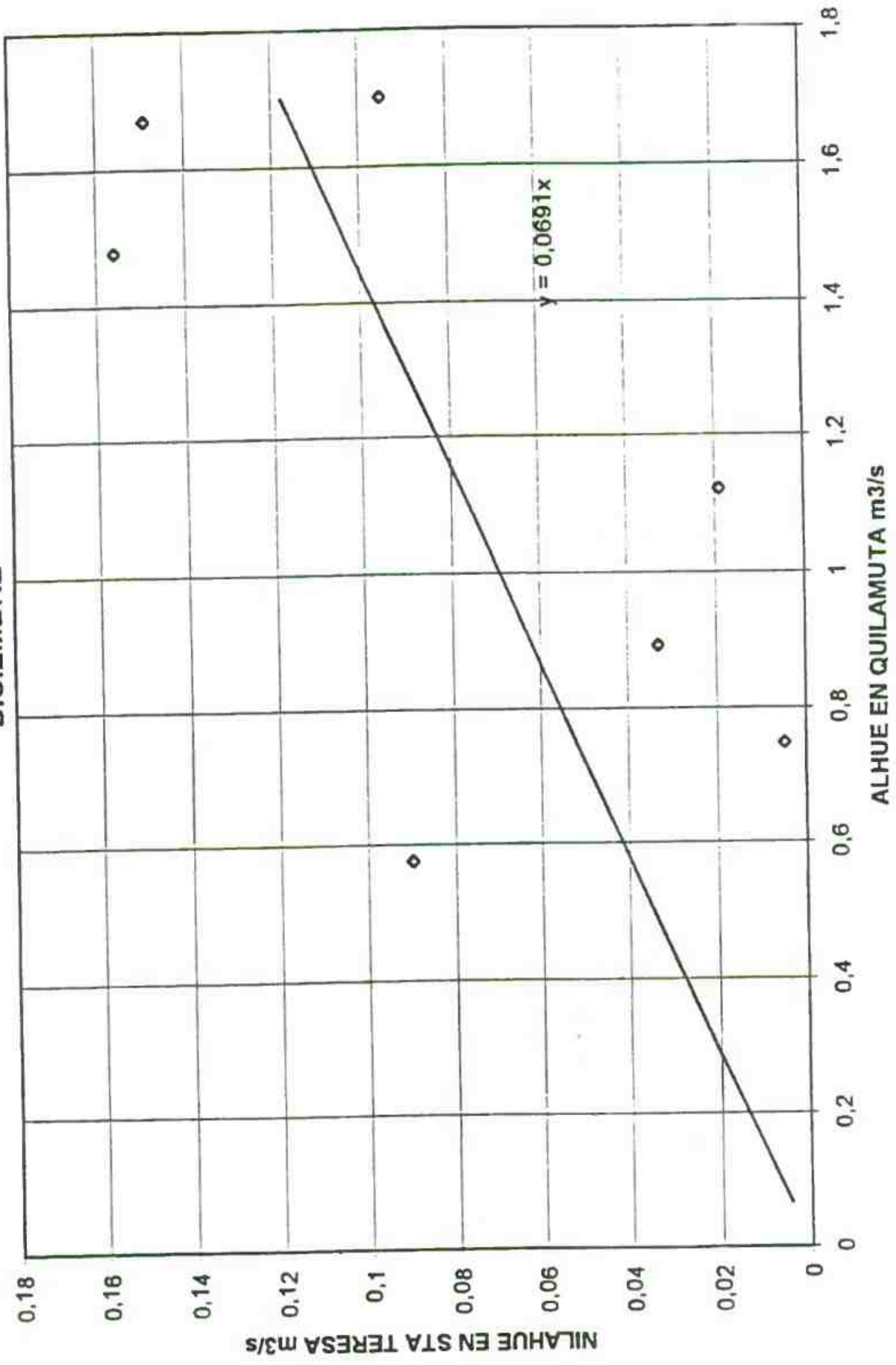
CAUDALES MEDIOS MENSUALES OCTUBRE



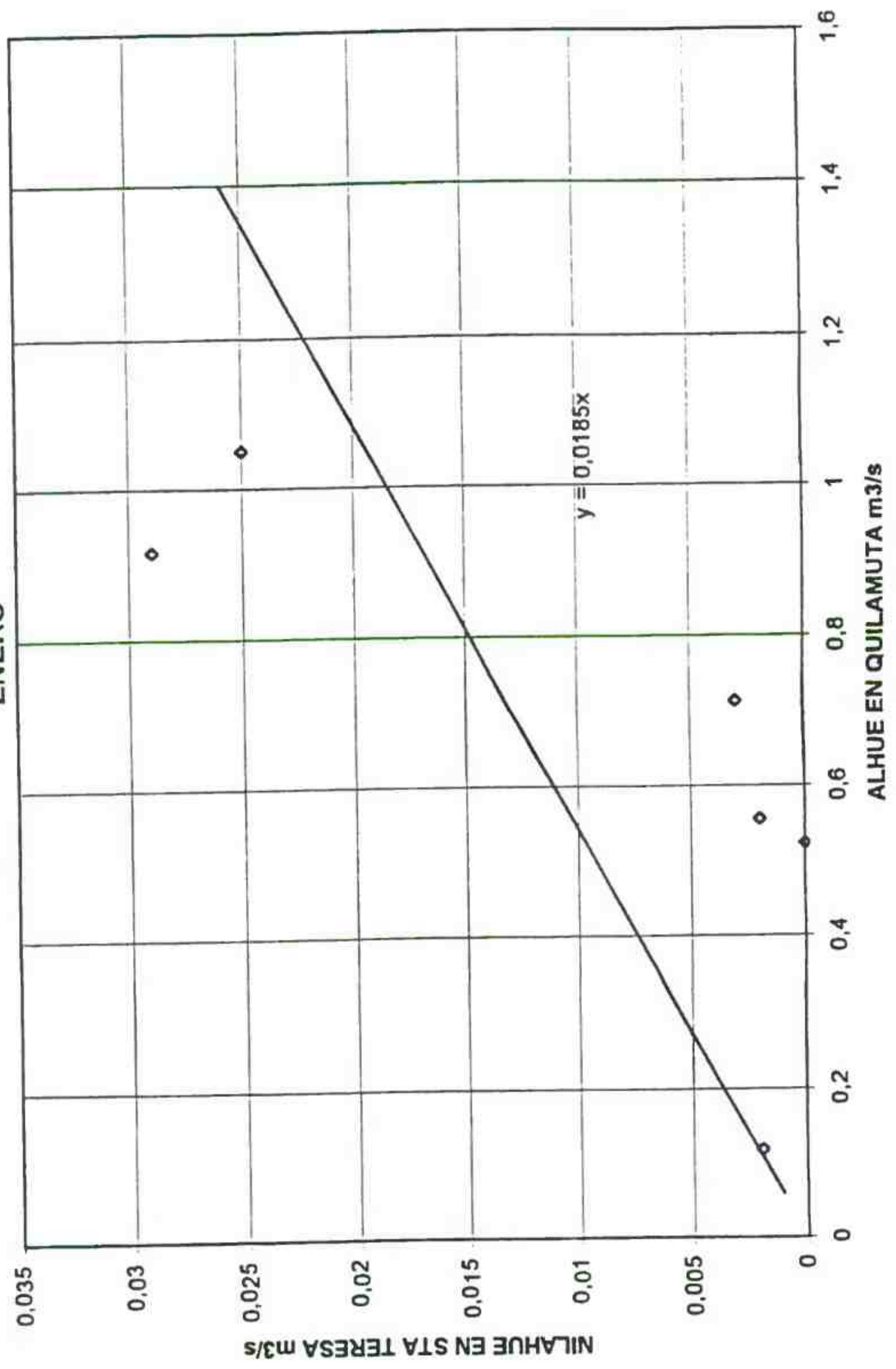
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
NOVIEMBRE



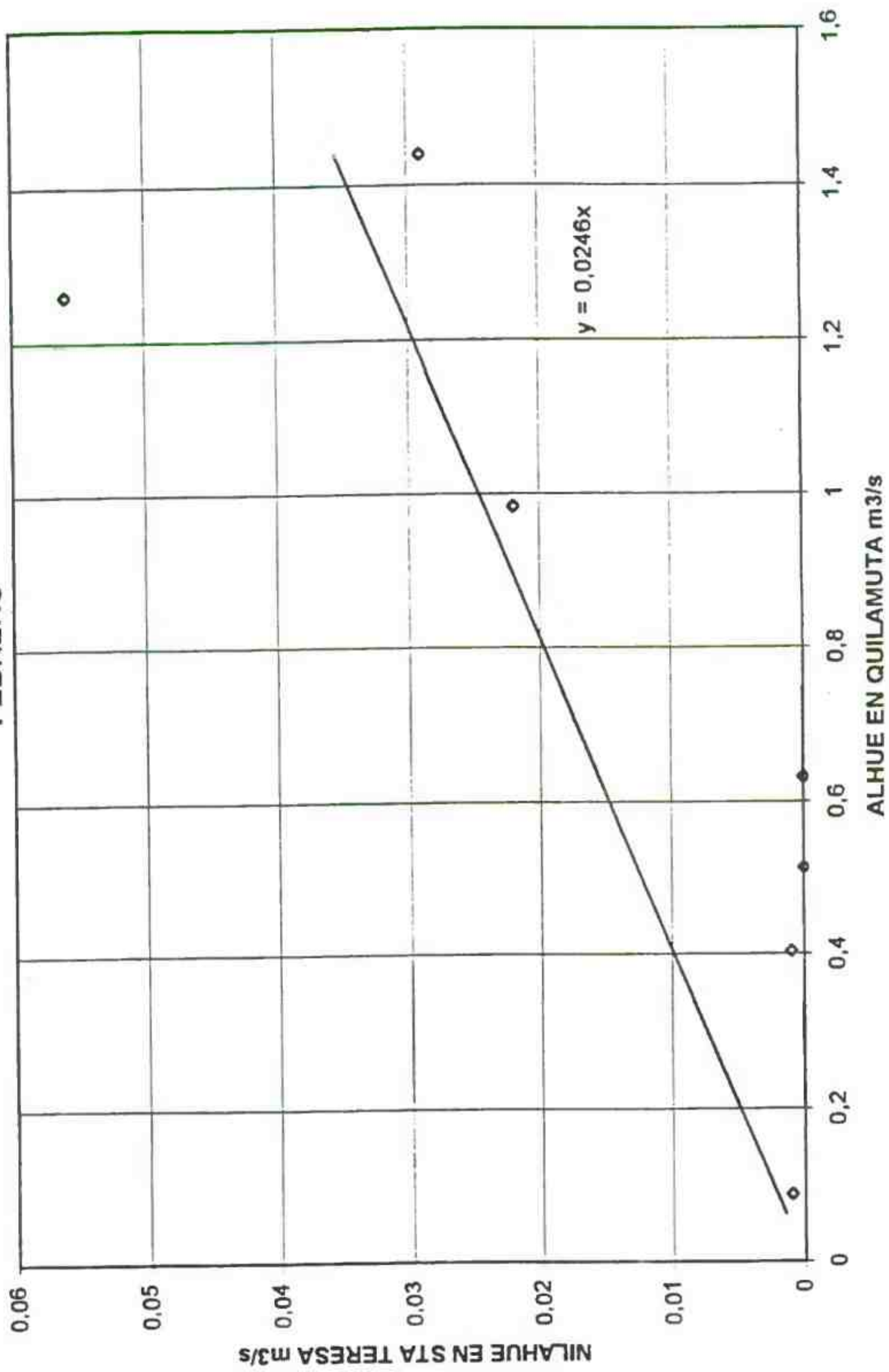
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
DICIEMBRE



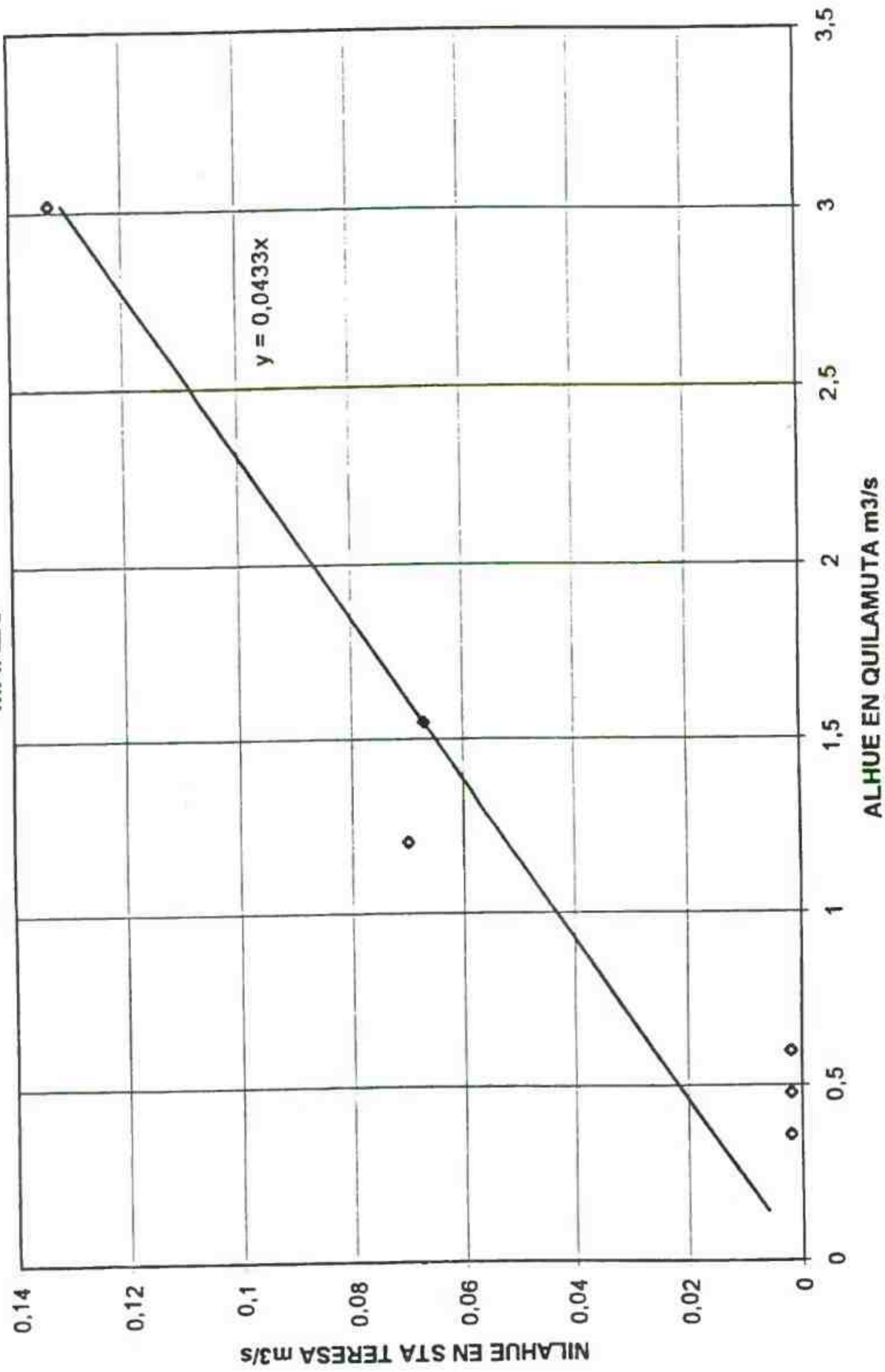
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ENERO



CAUDALES MEDIOS MENSUALES FEBRERO



CAUDALES MEDIOS MENSUALES MARZO



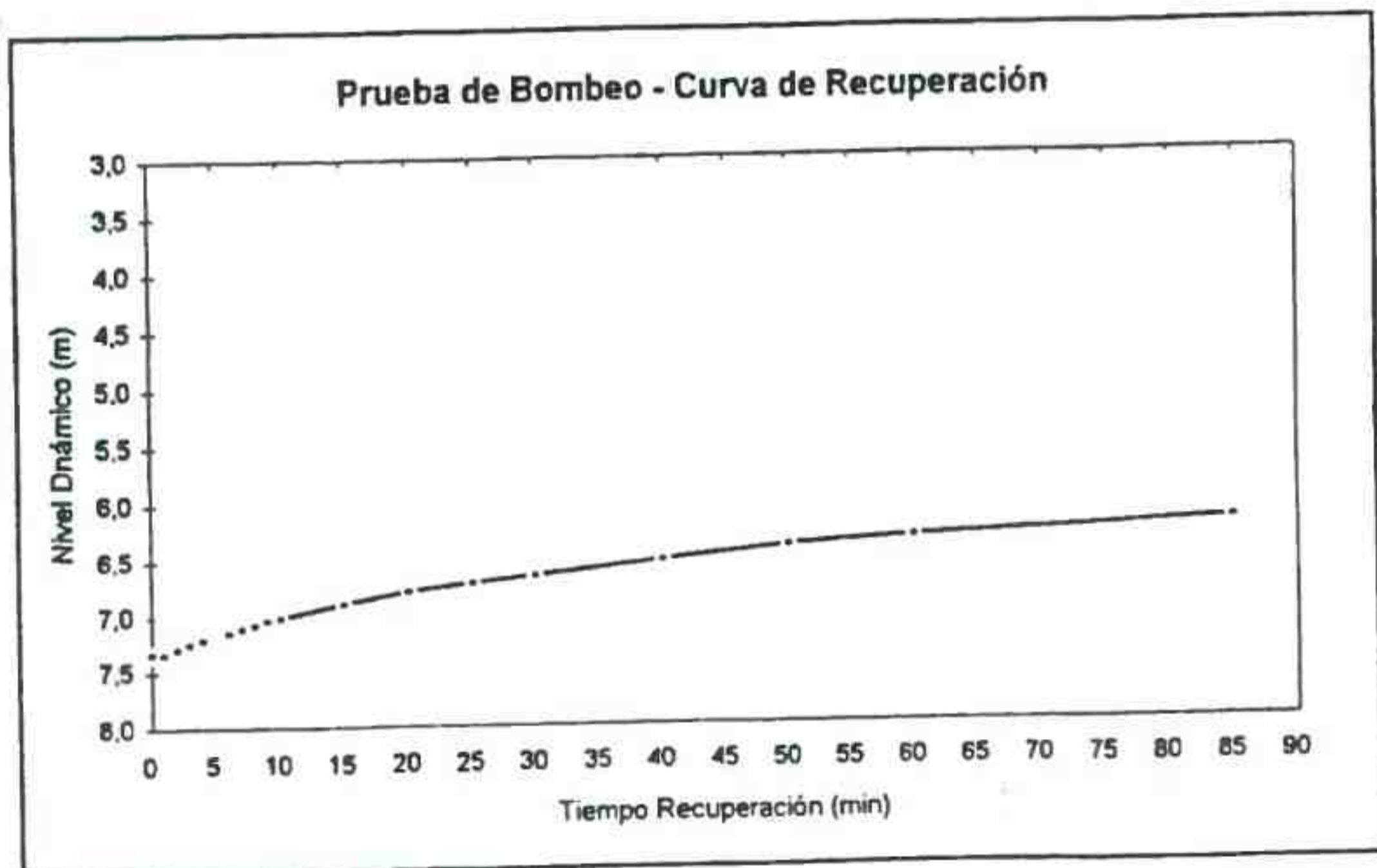
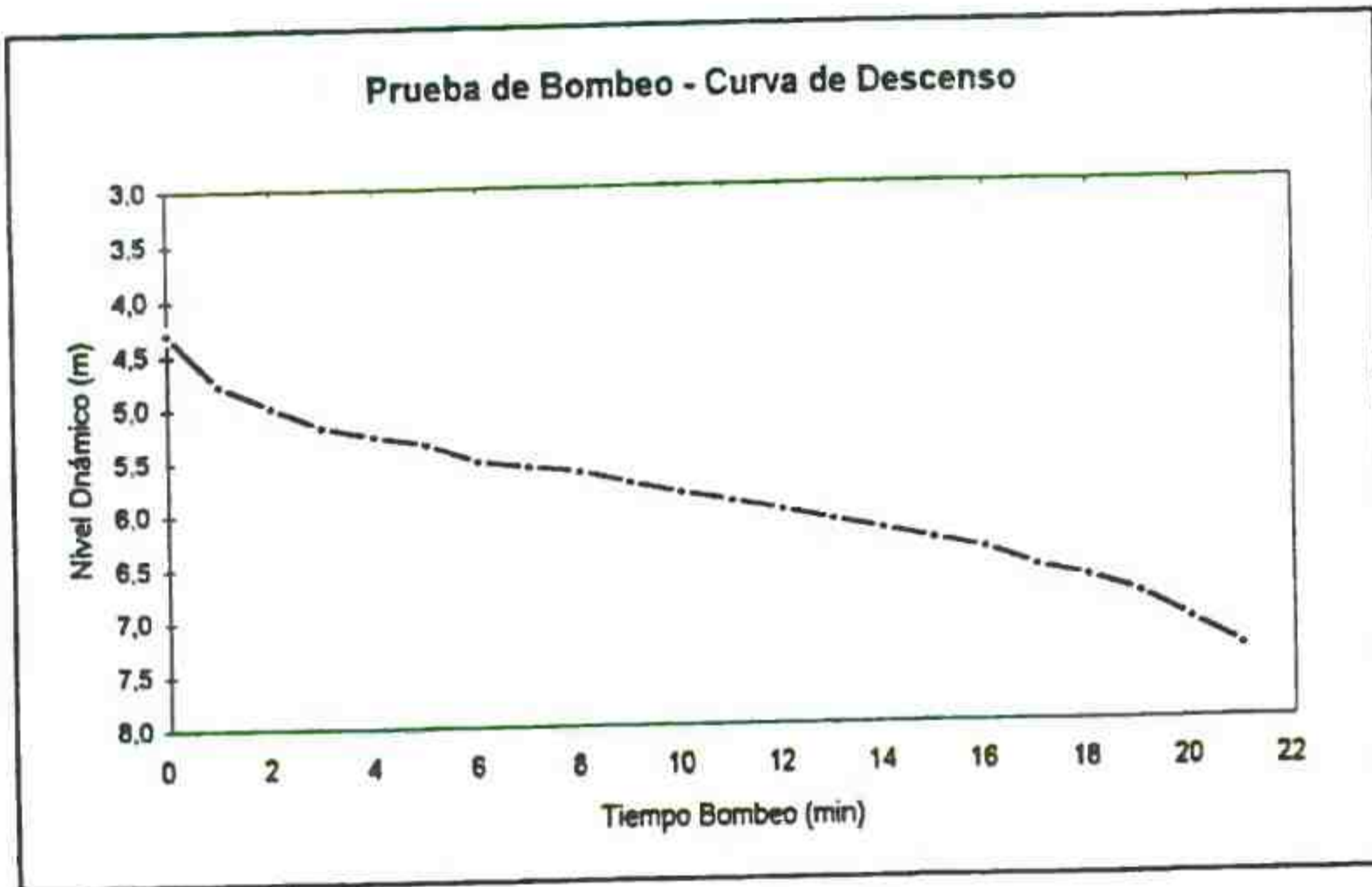
ANEXO IV

- **PRUEBAS DE BOMBEO**

POZO 201 - Hacienda Lolol

Profundidad = 7,83 m

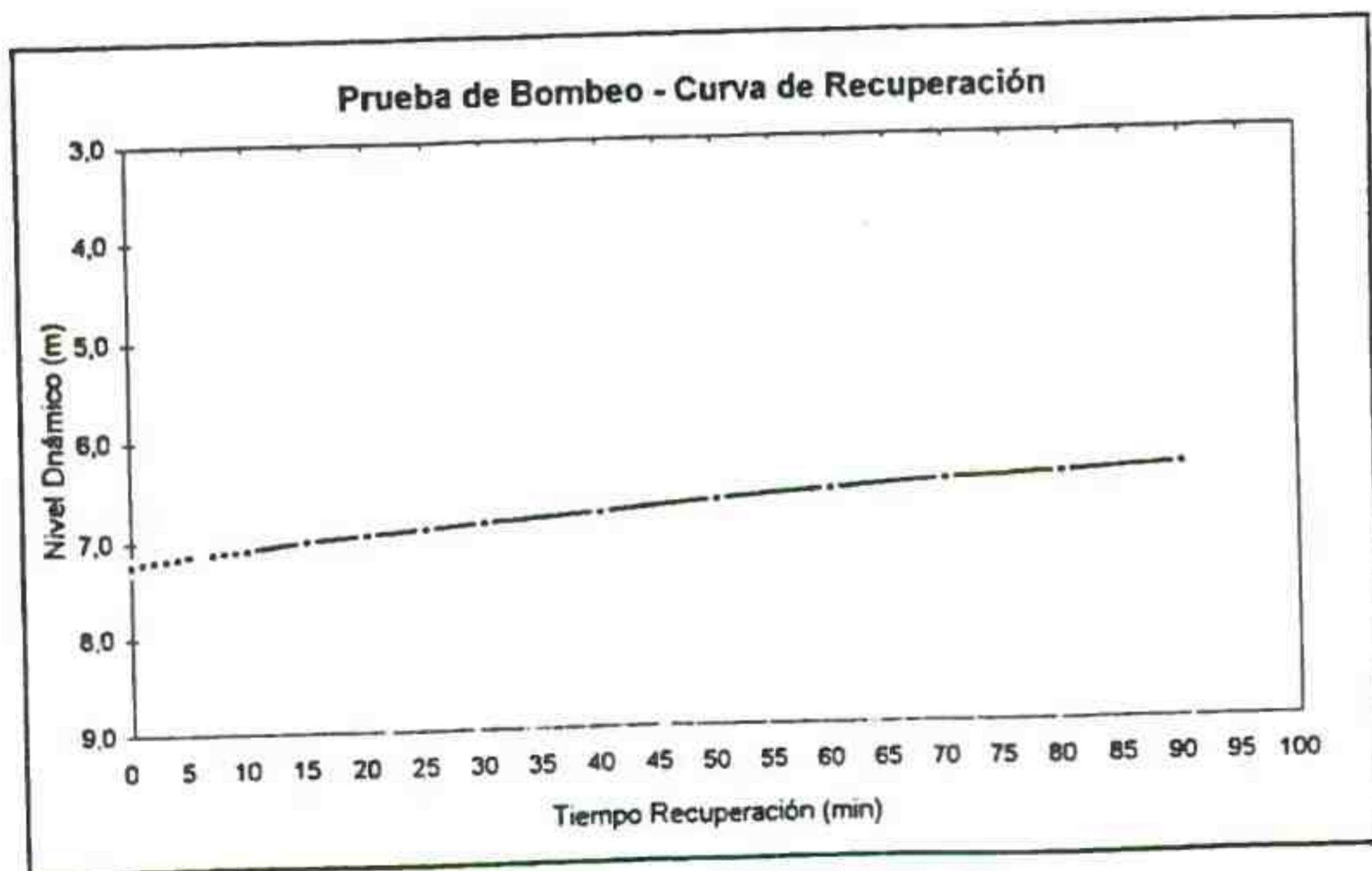
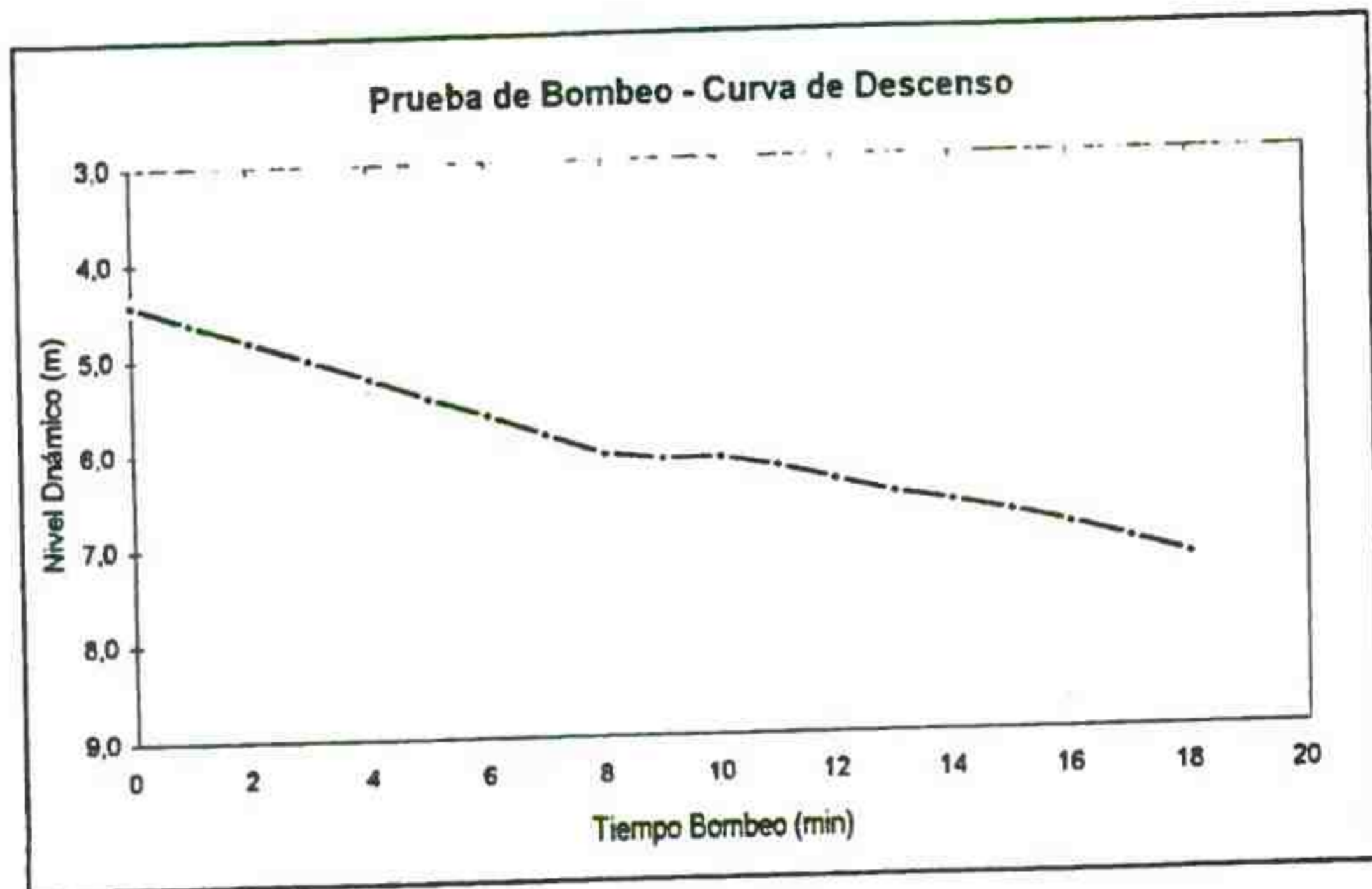
N.E. = 4,31 m



POZO 156 - Ranguili

Profundidad = 8,22 m

N.E. = 4,43 m



PRUEBA DE GASTO CONSTANTE

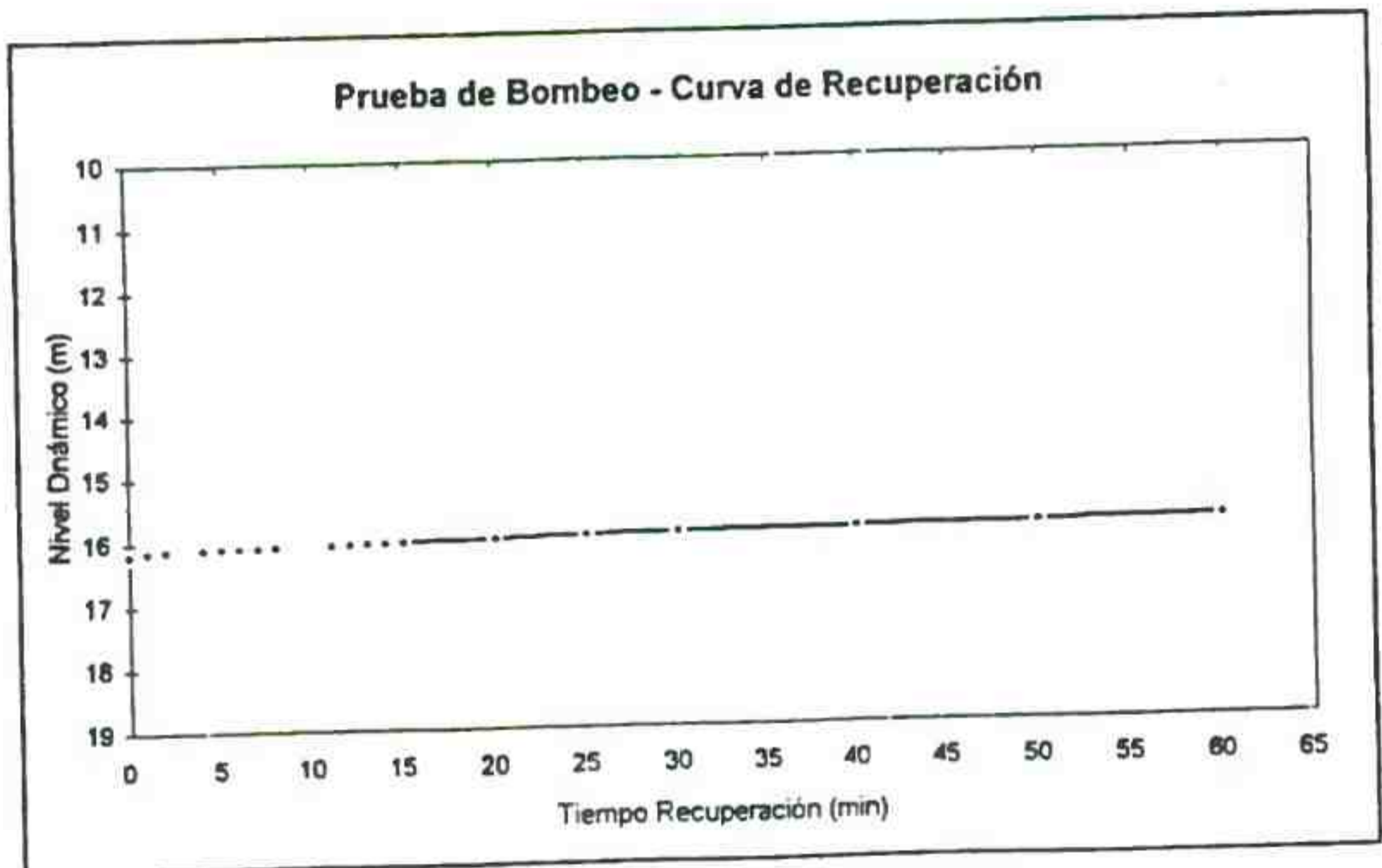
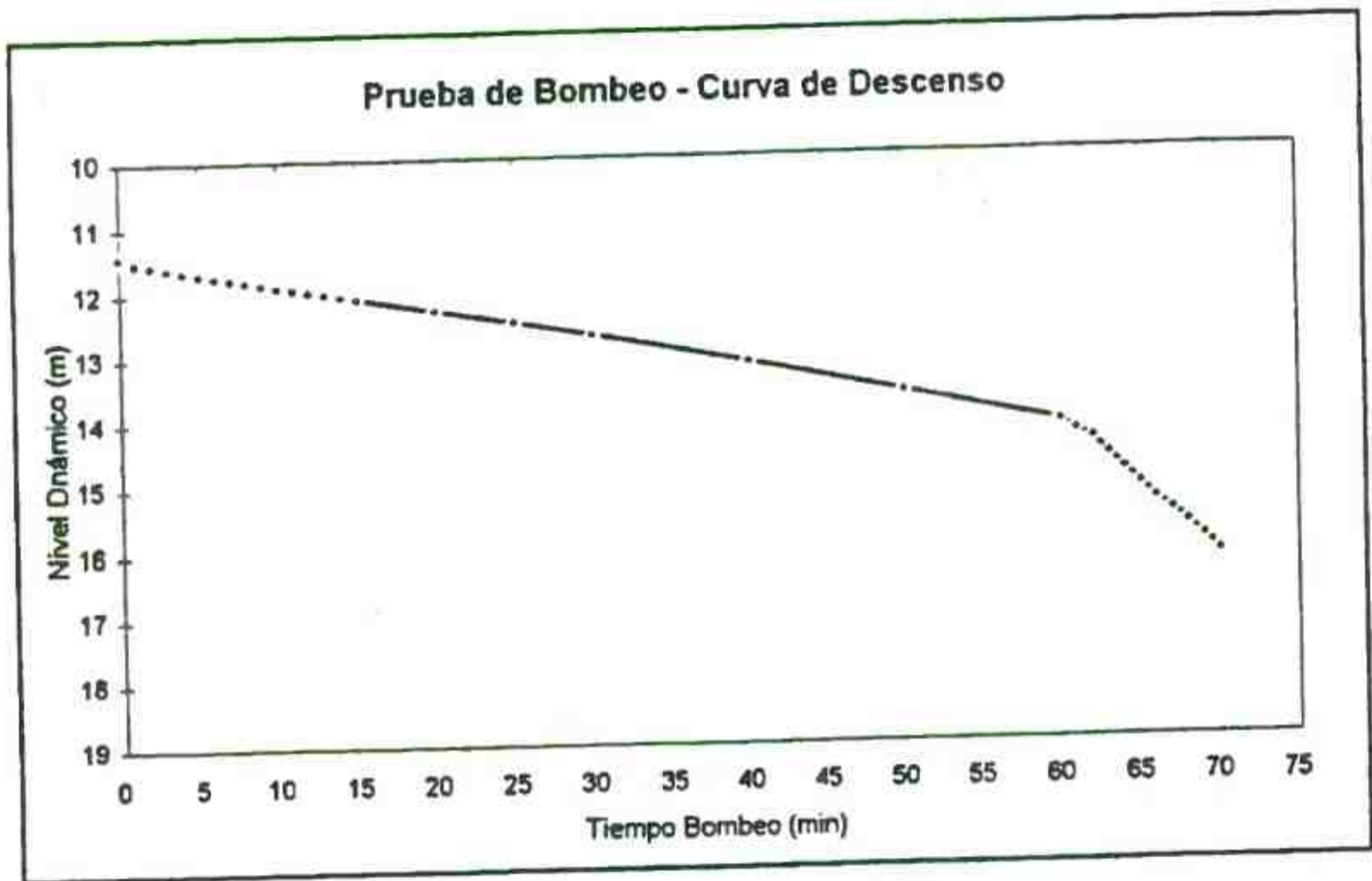
Pozo: 30	Fecha: 26-Ene-98
Propietario: Escuela Pública La Pataguilla	Operador: J. Poblete
Ubicación: Sector La Pataguilla - Navidad	Prof. bomba: 18,65 m.
Profundidad: 18,7 m.	Nivel Estático: 11,43 m.
Altura sobre terreno:	Caudal: 1,7 l/s
Diámetro habilitación: 1,0 m.	Sist. Aforo: volumétrico

BOMBEO				RECUPERACION			
Hora	Minuto	Nivel	Observaciones	Hora	Minuto	Nivel	Observaciones
18:57	0	11,43		20:09	0	16,19	
	1	11,53			1	16,15	
	2	11,57			2	16,12	
	3	11,62			3		
	4	11,66			4	16,10	
	5	11,71			5	16,09	
	6	11,75			6	16,09	
	7	11,79			7	16,09	
	8	11,83			8	16,08	
	9	11,87			9		
	10	11,91			10		
	11	11,95			11	16,05	
	12	11,99			12	16,05	
	13	12,03			13	16,03	
	14	12,07			14	16,03	
	15	12,11			15	16,02	
	20	12,31			20	15,99	
	25	12,51			25	15,96	
	30	12,72			30	15,93	
	40	13,17			40	15,90	
	50	13,66			50	15,88	
	60	14,16	Q = 1,7 l/s		60	15,85	
	61	14,30					
	62	14,44					
	63	14,68					
	64	14,91					
	65	15,15					
	66	15,37					
	67	15,55					
	68	15,76					
	69	15,96					
	70	16,17	Fin bombeo				

POZO 30 - La Pataguilla

Profundidad = 18,7 m

N.E. = 11,43 m



PRUEBA DE GASTO CONSTANTE

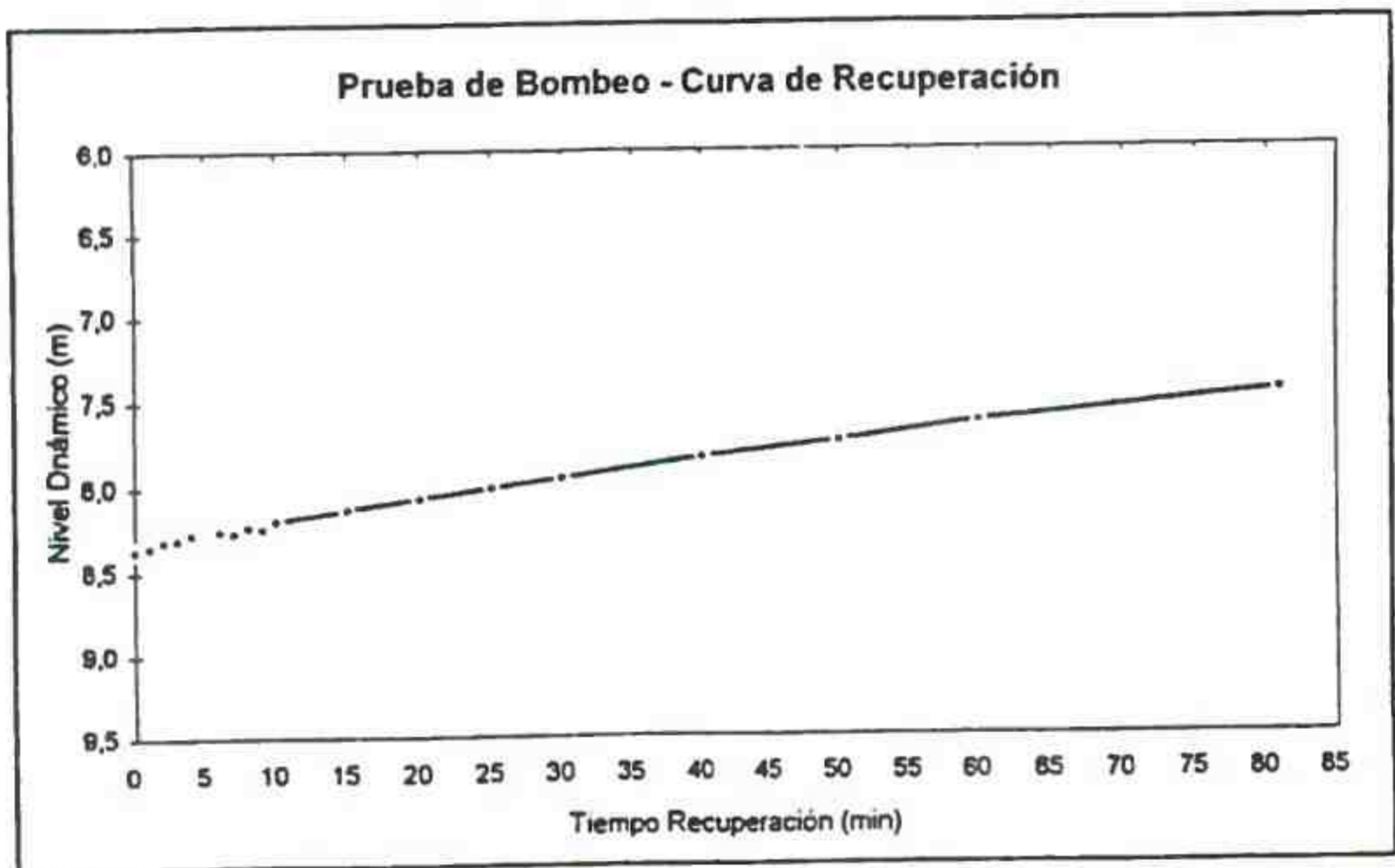
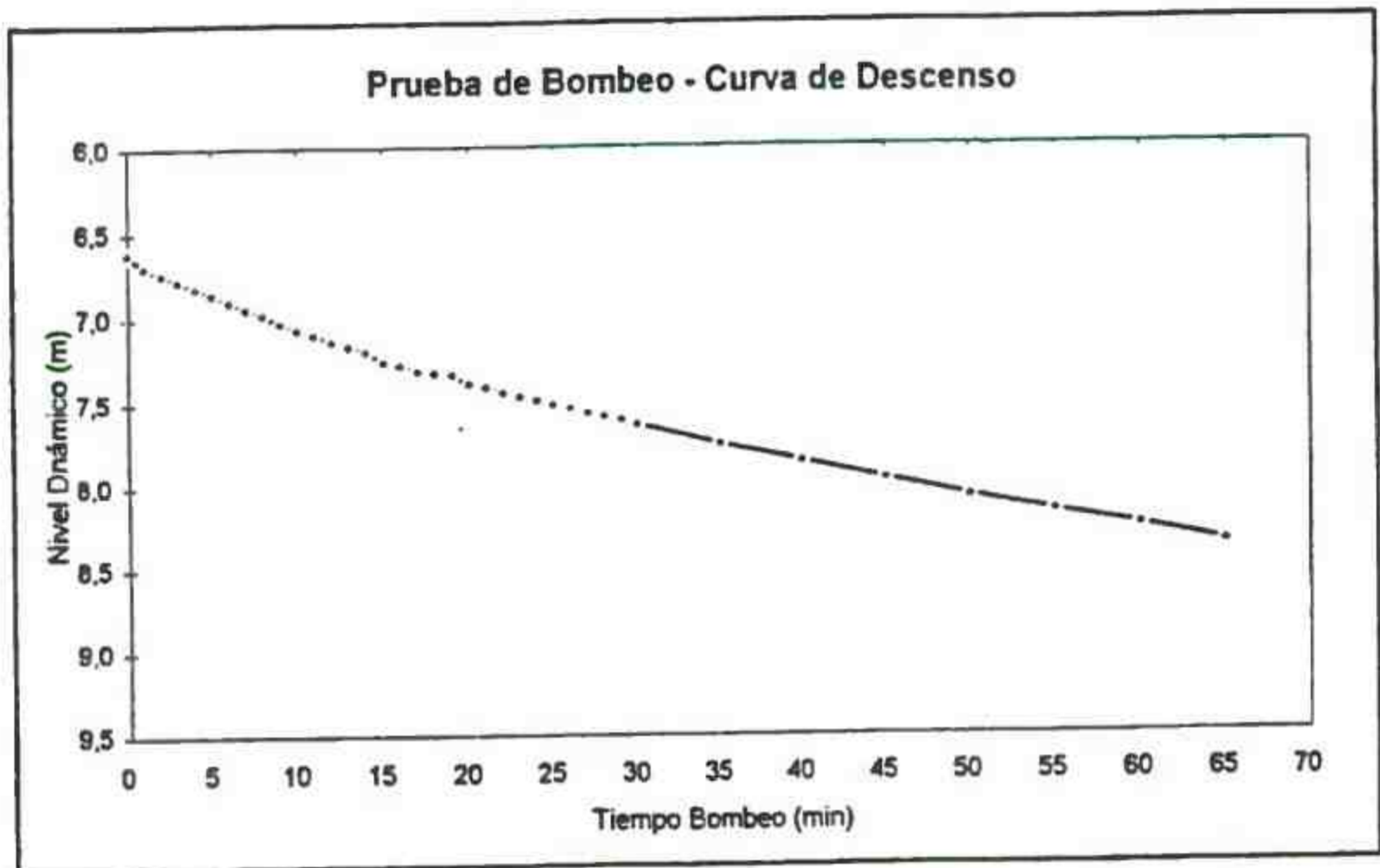
Pozo: 126	Fecha: 24-Ene-98
Propietario: Escuela Villa San Pedro	Operador: J. Chacón
Ubicación: El Potrero	Prof. bomba:
Profundidad: 9,07 m.	Nivel Estático: 6,62
Altura sobre terreno: 0,77 m.	Caudal:
Diámetro habilitación: 1,2 m.	Sist. Aforo: volumétrico

BOMBEO				RECUPERACION			
Hora	Minuto	Nivel	Observaciones	Hora	Minuto	Nivel	Observaciones
12:43	0	6,62	Q = 0,97 l/s	13:50	0	8,37	
	1	6,70			1	8,35	
	2	6,74			2	8,32	
	3	6,78			3	8,31	
	4	6,82			4	8,28	
	5	6,86			5	8,98	
	6	6,90			6	8,25	
	7	6,94			7	8,27	
	8	6,98			8	8,23	
	9	7,03			9	8,24	
	10	7,07			10	8,20	
	11	7,10			15	8,13	
	12	7,14			20	8,07	
	13	7,17			25	8,01	
	14	7,20			30	7,95	
	15	7,26			40	7,83	
	16	7,28			50	7,74	
	17	7,31			60	7,63	
	18	7,33		15:10	81	7,46	
	19	7,34					
	20	7,39					
	21	7,41					
	22	7,44					
	23	7,47					
	24	7,49					
	25	7,52					
	26	7,54					
	27	7,57					
	28	7,59					
	29	7,61					
	30	7,64					
	35	7,76					
	40	7,87					
	45	7,97					
	50	8,08					
	55	8,17					
	60	8,26					
	65	8,37					

POZO 126 - El Potrero

Profundidad = 9,07 m

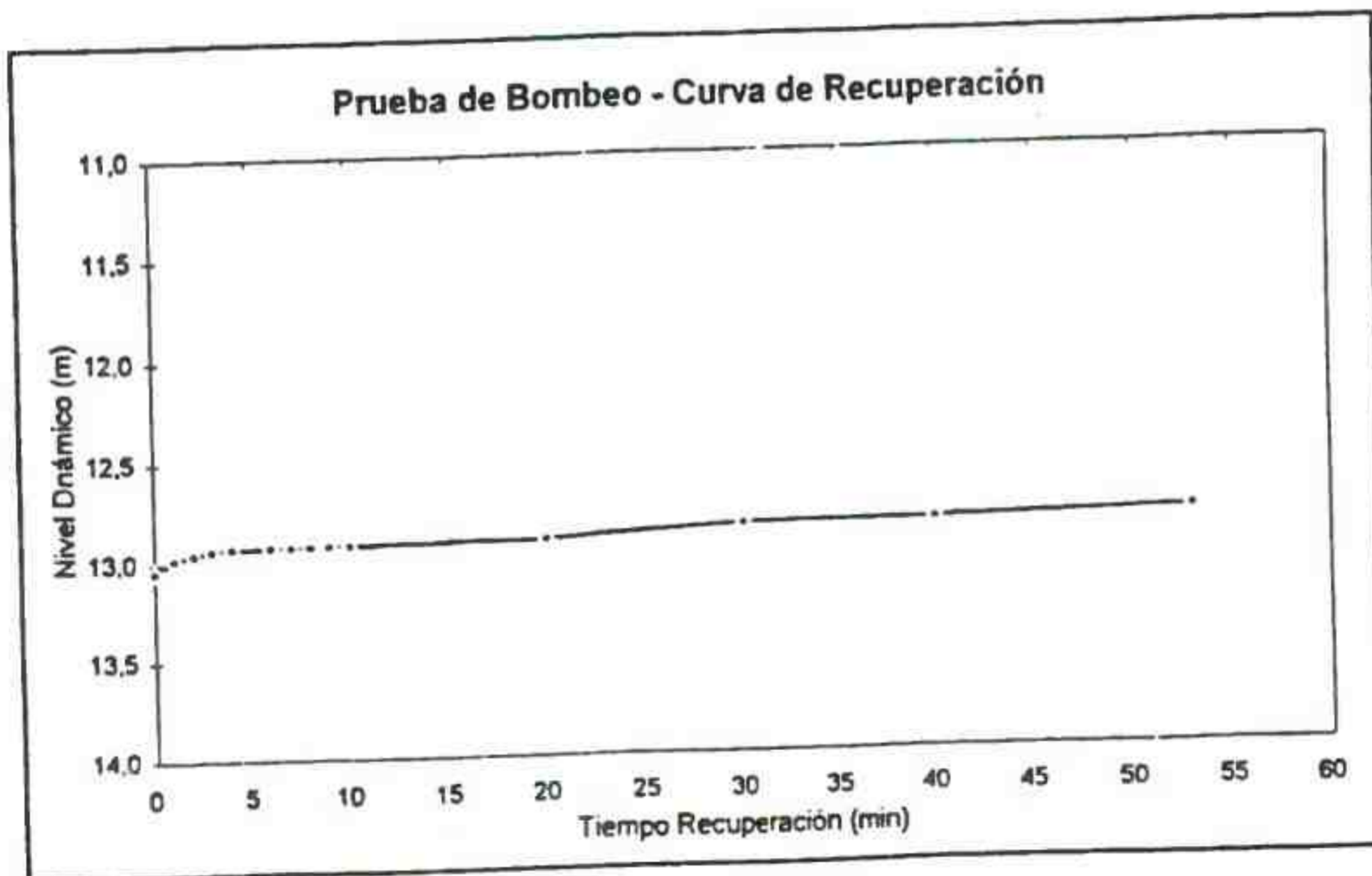
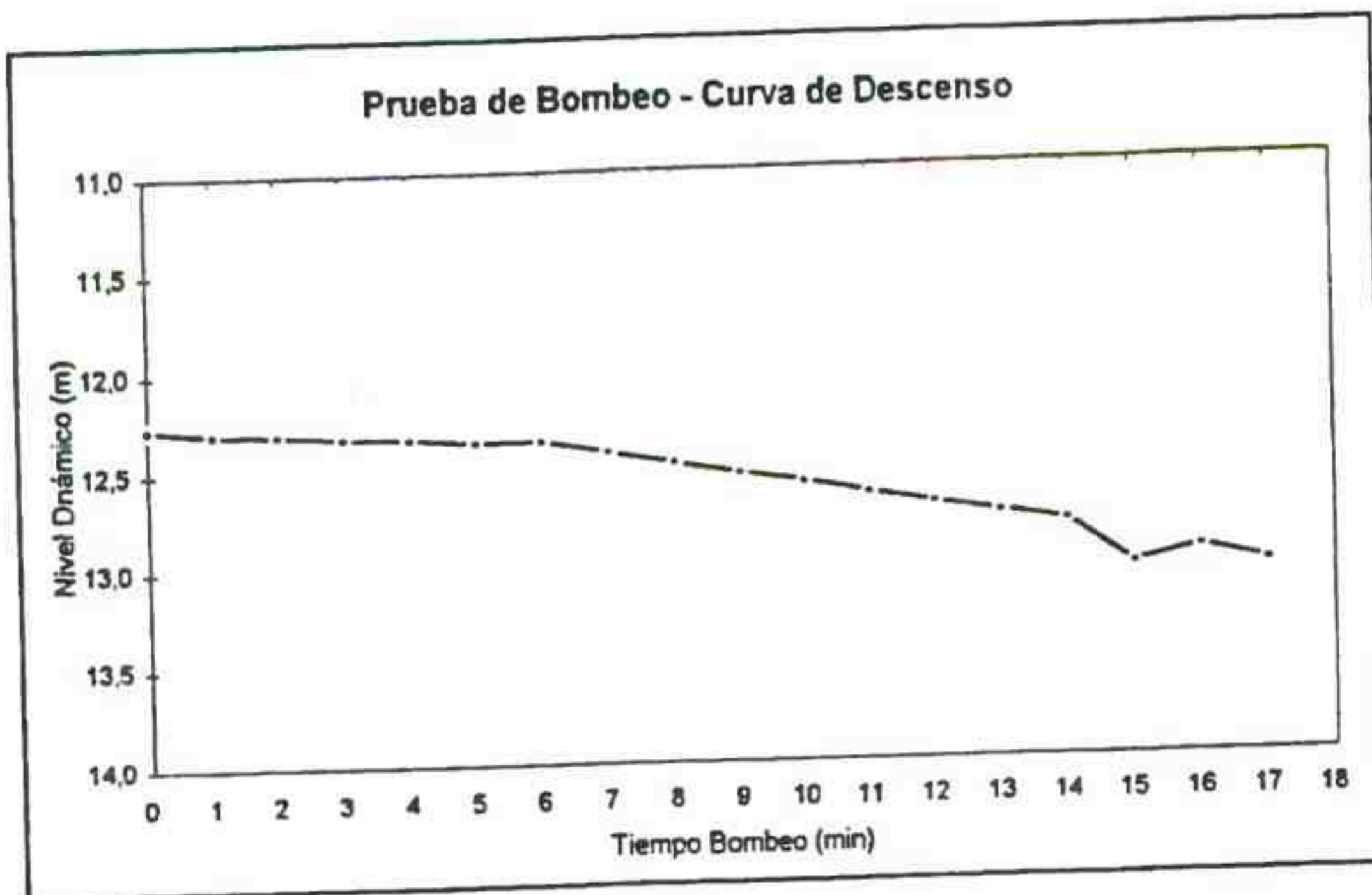
N.E. = 6,62 m



POZO 105 - Cartagena

Profundidad = 16,66 m

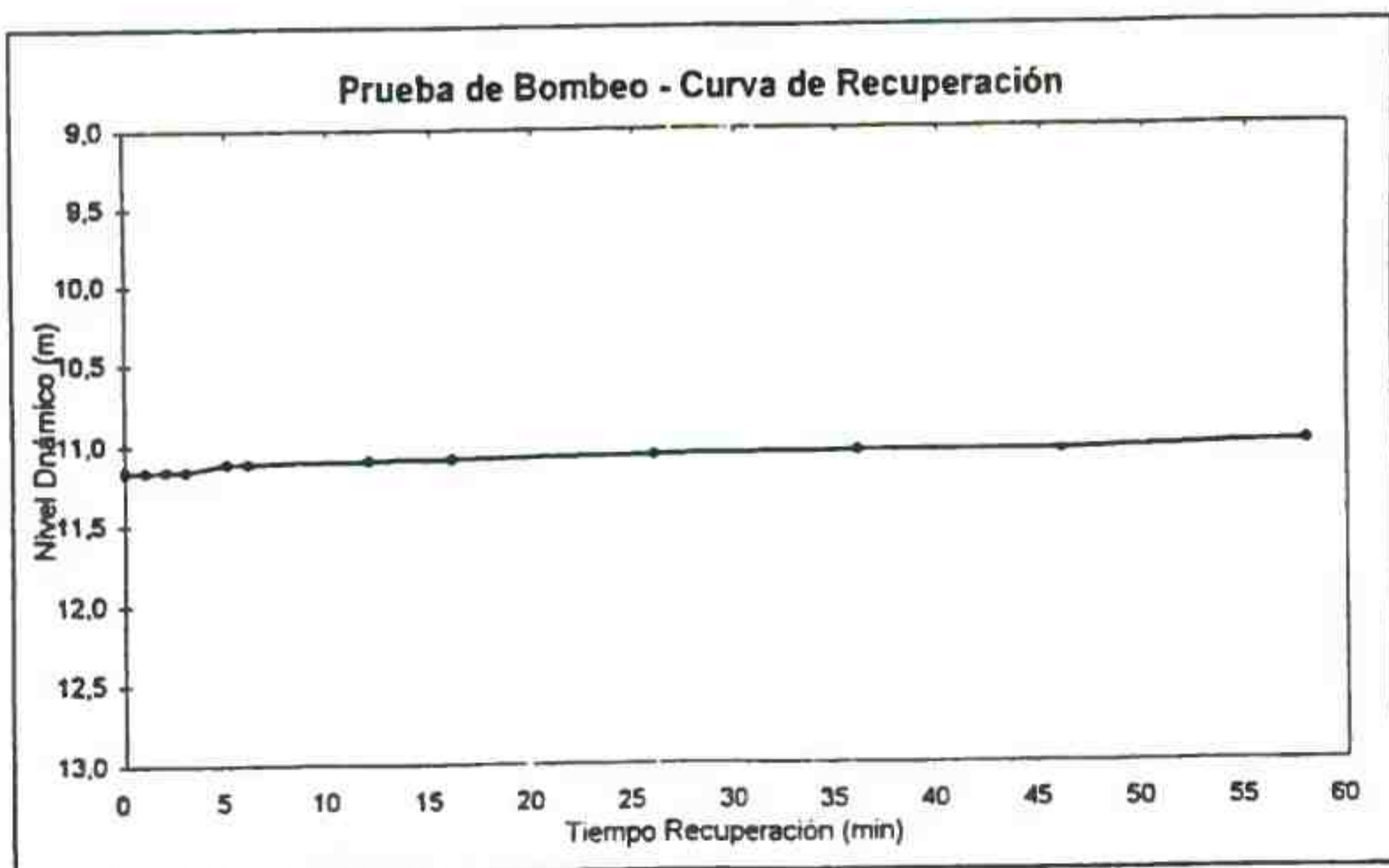
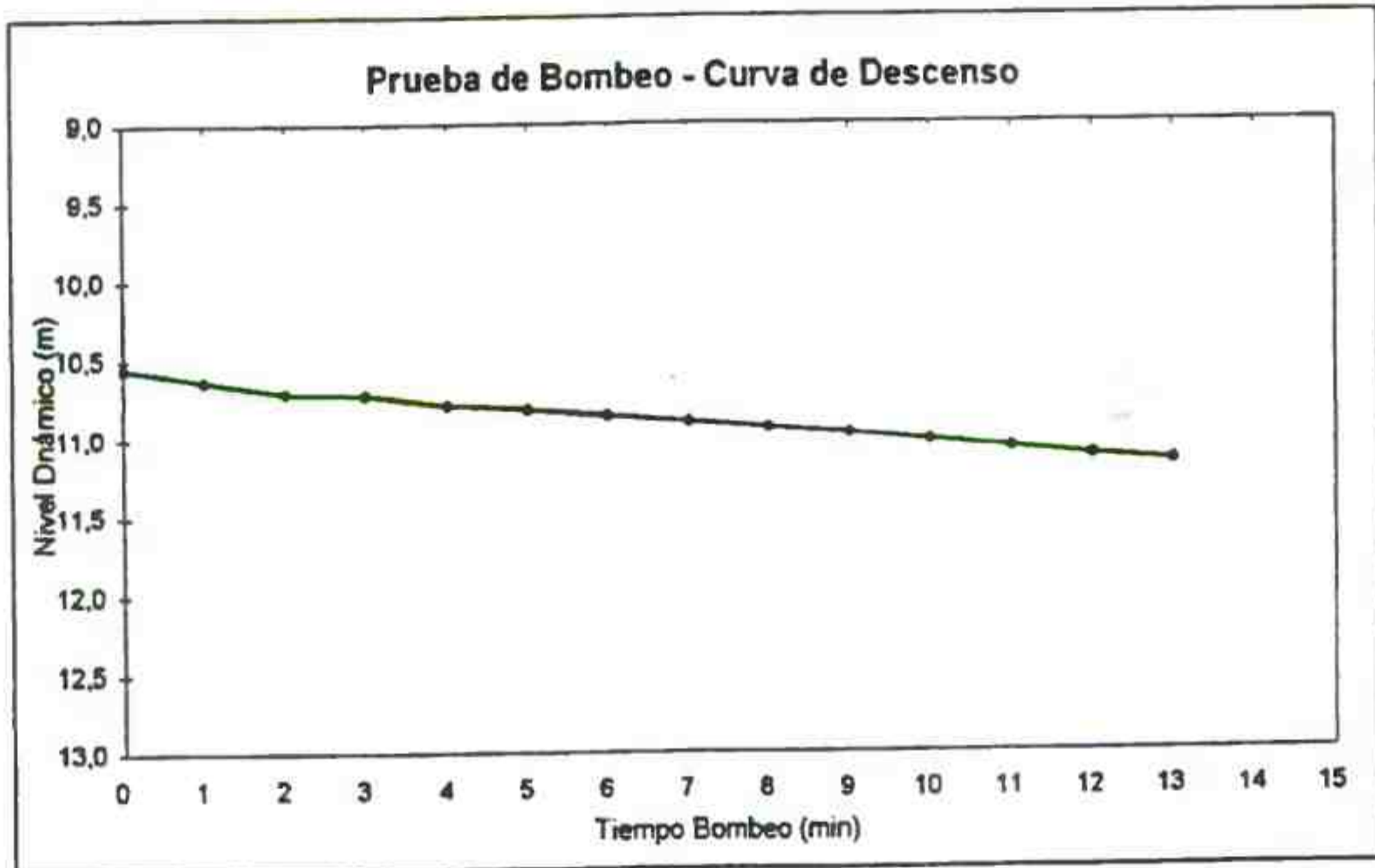
N.E. = 12,27 m



POZO 95 - Paso del Soldado

Profundidad = 12,13 m

N.E. = 10,56 m





Roman Díaz 1169

Evaluación de la prueba de bombeo
Metodo del Tiempo-Abatimiento de
COOPER & JACOB
Acuífero no confinado

Página 2

Proyecto : Hidrogeología DGA VI Región

Evaluado por: SITAC S /Fecha: 10.02.1998

Prueba de Bombeo No. 1

Fecha de la Prueba

Pozo 209 - Lolol

Prueba de Gasto Cte.

Descarga 15,00 l/s

Distancia del pozo de bombeo 0,100 m

Nivel estatico 1,900 m Abajo del Datum

	Duración de la prueba [min]	Nivel freatico [m]	Abatimiento [m]	Abatimiento corrigido [m]
1	1,00	5,970	4,070	4,006
2	2,00	6,400	4,500	4,422
3	3,00	6,940	5,040	4,942
4	4,00	7,570	5,670	5,546
5	5,00	7,740	5,840	5,709
6	6,00	8,100	6,200	6,052
7	7,00	8,320	6,420	6,261
8	8,00	8,430	6,530	6,366
9	9,00	8,620	6,720	6,546
10	10,00	8,740	6,840	6,660
11	12,00	9,120	7,220	7,020
12	14,00	9,400	7,500	7,284
13	16,00	9,700	7,800	7,566
14	18,00	10,330	8,430	8,157
15	20,00	10,970	9,070	8,754
16	22,00	11,510	9,610	9,255
17	24,00	11,740	9,840	9,468
18	26,00	11,920	10,020	9,634
19	28,00	12,260	10,360	9,947
20	30,00	12,480	10,580	10,149
21	35,00	12,780	10,880	10,425
22	40,00	12,930	11,030	10,562
23	45,00	13,160	11,260	10,772
24	50,00	13,320	11,420	10,918
25	55,00	13,430	11,530	11,019
26	60,00	13,550	11,650	11,128
27	90,00	14,250	12,350	11,763
28	120,00	14,880	12,980	12,332
29	180,00	15,590	13,690	12,969
30	240,00	16,210	14,310	13,522
31	300,00	16,650	14,750	13,913
32	360,00	17,180	15,280	14,382
33	420,00	17,730	15,830	14,866
34	480,00	17,990	16,090	15,094
35	540,00	18,250	16,350	15,322
36	600,00	18,510	16,610	15,549
37	660,00	18,790	16,890	15,793
38	720,00	19,070	17,170	16,036
39	780,00	19,290	17,390	16,227
40	840,00	19,490	17,590	16,400
41	900,00	19,670	17,770	16,555
42	960,00	19,820	17,920	16,685
43	1020,00	19,980	18,080	16,823
44	1080,00	20,120	18,220	16,943
45	1140,00	20,210	18,310	17,021
46	1200,00	20,210	18,310	17,021
47	1260,00	20,210	18,310	17,021
48	1320,00	20,210	18,310	17,021
49	1380,00	20,210	18,310	17,021
50	1440,00	20,210	18,310	17,021



Roman Diaz 1169

Evaluación de la prueba de bombeo
Metodo del Tiempo-Abatimiento de
COOPER & JACOB
Acuifero no confinado

Página 1

Proyecto : Hidrogeologia DGA VI Región

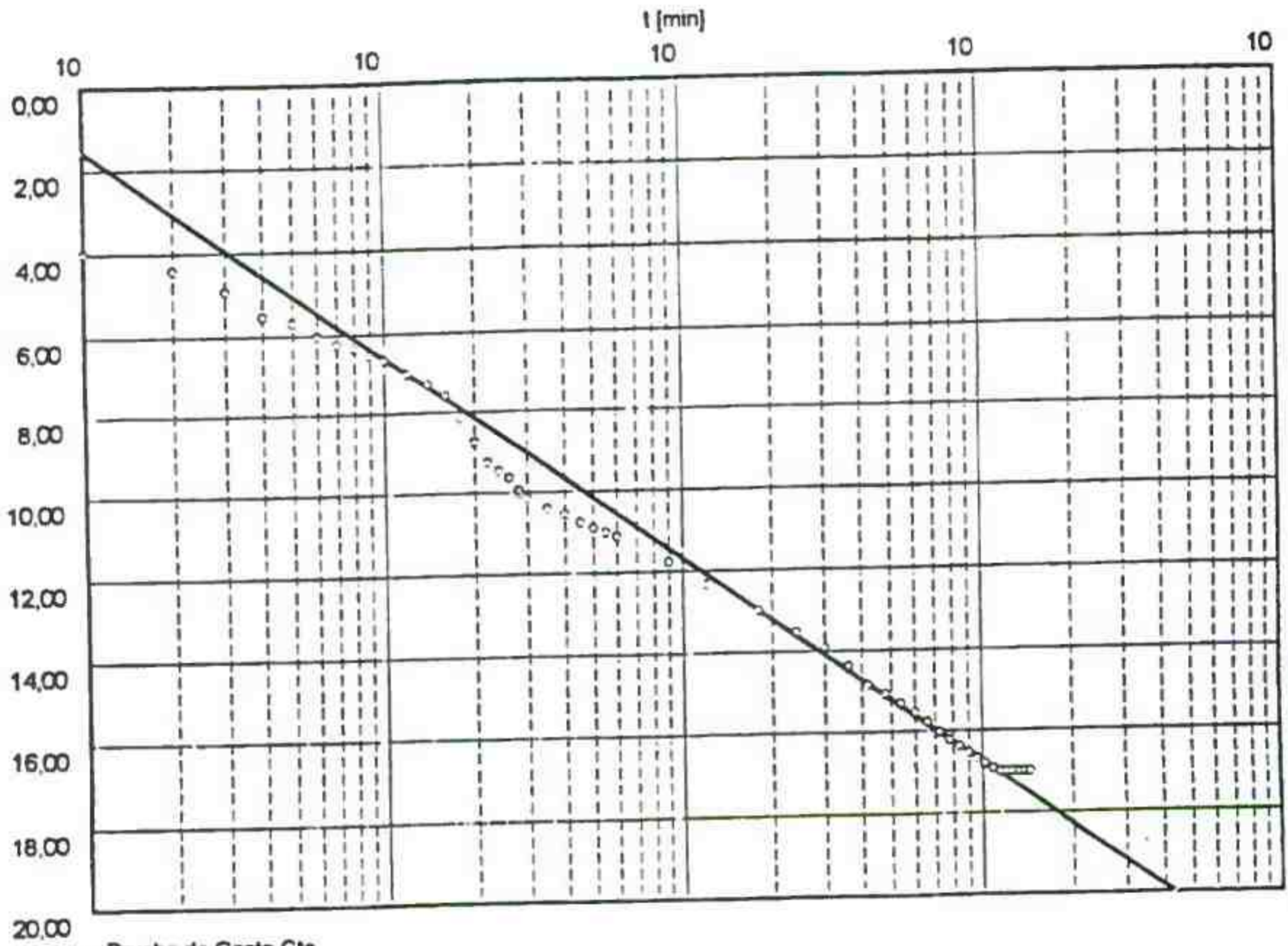
Evaluado por: SITAC S./Fecha: 10.02.1998

Prueba de Bombeo No. 1

Fecha de la Prueba:

Pozo 209 - Lolol

Descarga 15,00 l/s



Transmissividad [m^2/min]: $3,25 \times 10^{-2}$

Conductividad hidráulica [m/min]: $2,50 \times 10^{-4}$

Espesor del acuífero [m]: 130,000



Roman Díaz 1169

Evaluación de la prueba de bombeo
Método de recuperación de
THEIS & JACOB
Acuífero no confinado

Página 2

Proyecto: Hidrogeología DGA VI Región

Evaluated por: SITAC Fecha: 10.02.1998

Prueba de Bombeo No 1

Pozo 210 - Lolol

Descarga 36,00 l/s

Nivel estático 6,810 m Abajo del Datum

Fecha de la Prueba:

Recuperación Q de:

Duración de la prueba: 14:00 min

	Tiempo desde fin del bombeo [min]	Nivel freático [m]	Abalimiento Residual [m]	Abalimiento corrigido [m]
1	1,00	15,630	8,820	8,431
2	2,00	14,520	7,710	7,413
3	3,00	13,960	7,150	6,894
4	4,00	13,500	6,590	6,466
5	5,00	13,180	6,370	6,167
6	6,00	12,880	6,070	5,886
7	7,00	12,680	5,870	5,698
8	8,00	12,490	5,680	5,519
9	9,00	12,290	5,480	5,330
10	10,00	12,090	5,250	5,112
11	12,00	11,890	5,080	4,951
12	14,00	11,620	4,810	4,694
13	16,00	11,530	4,720	4,609
14	18,00	11,480	4,670	4,561
15	20,00	11,350	4,550	4,446
16	22,00	11,240	4,430	4,332
17	24,00	11,110	4,300	4,208
18	26,00	10,990	4,170	4,083
19	28,00	10,880	4,070	3,987
20	30,00	10,740	3,930	3,853
21	35,00	10,510	3,700	3,632
22	40,00	9,920	3,110	3,062
23	45,00	9,930	3,120	3,071
24	50,00	9,710	2,900	2,858
25	55,00	9,590	2,780	2,741
26	60,00	9,400	2,590	2,556
27	90,00	8,530	1,770	1,754
28	120,00	7,880	1,070	1,064



Roman Diaz 1169

Evaluación de la prueba de bombeo
Método de recuperación de
THEIS & JACOB
Acuífero no confinado

Página 1

Proyecto: Hidrogeología DGA VI Región

Evaluado por: SITAC

Fecha: 10.02.1998

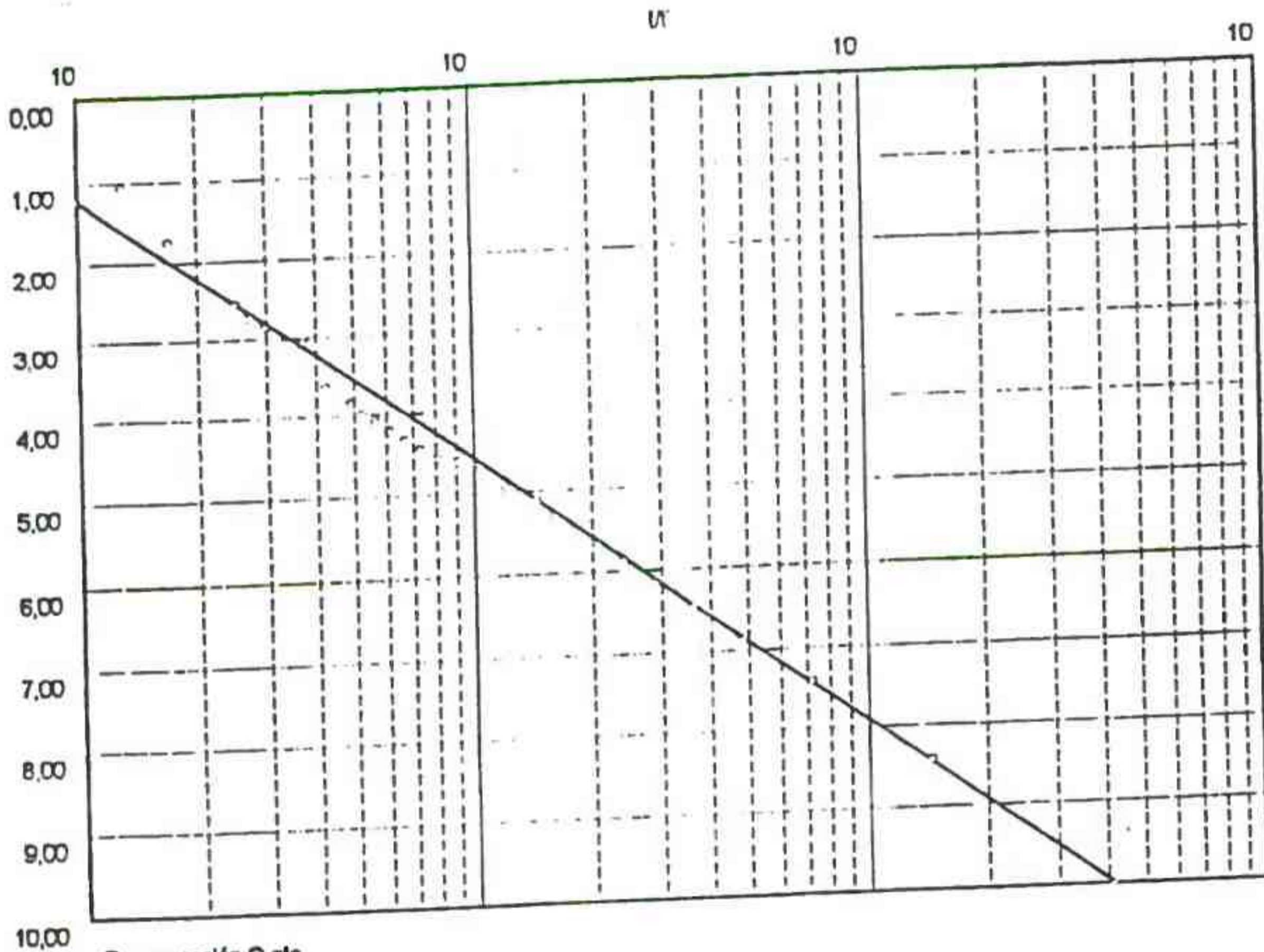
Prueba de Bombeo No. 1

Pozo 210 - Lolol

Descarga 36,00 l/s

Fecha de la Prueba

Duración de la prueba: 1440.00 min



c Recuperación Q cte.

Transmissividad [m²/min] 1.18×10^{-1}

Conductividad hidráulica [m/min] 1.18×10^{-1}

Espesor del acuífero [m] 100.000



Roman Diaz 1169

Evaluación de la prueba de bombeo
Metodo del Tiempo-Abatimiento de
COOPER & JACOB
Acuífero no confinado

Página 2

Proyecto : Hidrogeología DGA VI Región

Evaluado por: SITAC S./Fecha: 10.02.1998

Prueba de Bombeo No. 1

Fecha de la Prueba

Pozo 209 - Lolol

Prueba de Gasto Cte

Descarga 15.00 l/s

Distancia del pozo de bombeo 0,100 m

Nivel estatico 1,900 m Abajo del Datum

	Duración de la prueba [min]	Nivel freatico [m]	Abatimiento [m]	Abatimiento corrigido [m]
1	1,00	5,970	4,070	4,006
2	2,00	6,400	4,500	4,422
3	3,00	6,940	5,040	4,942
4	4,00	7,570	5,670	5,546
5	5,00	7,740	5,840	5,709
6	6,00	8,100	6,200	6,052
7	7,00	8,320	6,420	6,261
8	8,00	8,430	6,530	6,366
9	9,00	8,520	6,720	6,546
10	10,00	8,740	6,840	6,660
11	12,00	9,120	7,220	7,020
12	14,00	9,400	7,500	7,284
13	16,00	9,700	7,800	7,566
14	18,00	10,330	8,430	8,157
15	20,00	10,970	9,070	8,754
16	22,00	11,510	9,610	9,255
17	24,00	11,740	9,840	9,468
18	26,00	11,920	10,020	9,634
19	28,00	12,260	10,360	9,947
20	30,00	12,480	10,580	10,149
21	35,00	12,780	10,880	10,425
22	40,00	12,930	11,030	10,562
23	45,00	13,160	11,260	10,772
24	50,00	13,320	11,420	10,918
25	55,00	13,430	11,530	11,019
26	60,00	13,550	11,650	11,128
27	90,00	14,250	12,350	11,763
28	120,00	14,880	12,980	12,332
29	180,00	15,560	13,690	12,969
30	240,00	16,210	14,310	13,522
31	300,00	16,650	14,750	13,913
32	360,00	17,180	15,280	14,382
33	420,00	17,730	15,830	14,866
34	480,00	17,930	16,090	15,094
35	540,00	18,250	16,350	15,322
36	600,00	18,510	16,610	15,549
37	660,00	18,790	16,890	15,793
38	720,00	19,070	17,170	16,036
39	780,00	19,290	17,390	16,227
40	840,00	19,490	17,590	16,400
41	900,00	19,670	17,770	16,555
42	960,00	19,820	17,920	16,685
43	1020,00	19,980	18,080	16,823
44	1080,00	20,120	18,220	16,943
45	1140,00	20,210	18,310	17,021
46	1200,00	20,210	18,310	17,021
47	1260,00	20,210	18,310	17,021
48	1320,00	20,210	18,310	17,021
49	1380,00	20,210	18,310	17,021
50	1440,00	20,210	18,310	17,021



Roman Díaz 1169

Evaluación de la prueba de bombeo
Metodo del Tiempo-Abatimiento de
COOPER & JACOB
Acuífero no confinado

Página 1

Proyecto : Hidrogeología DGA VI Región

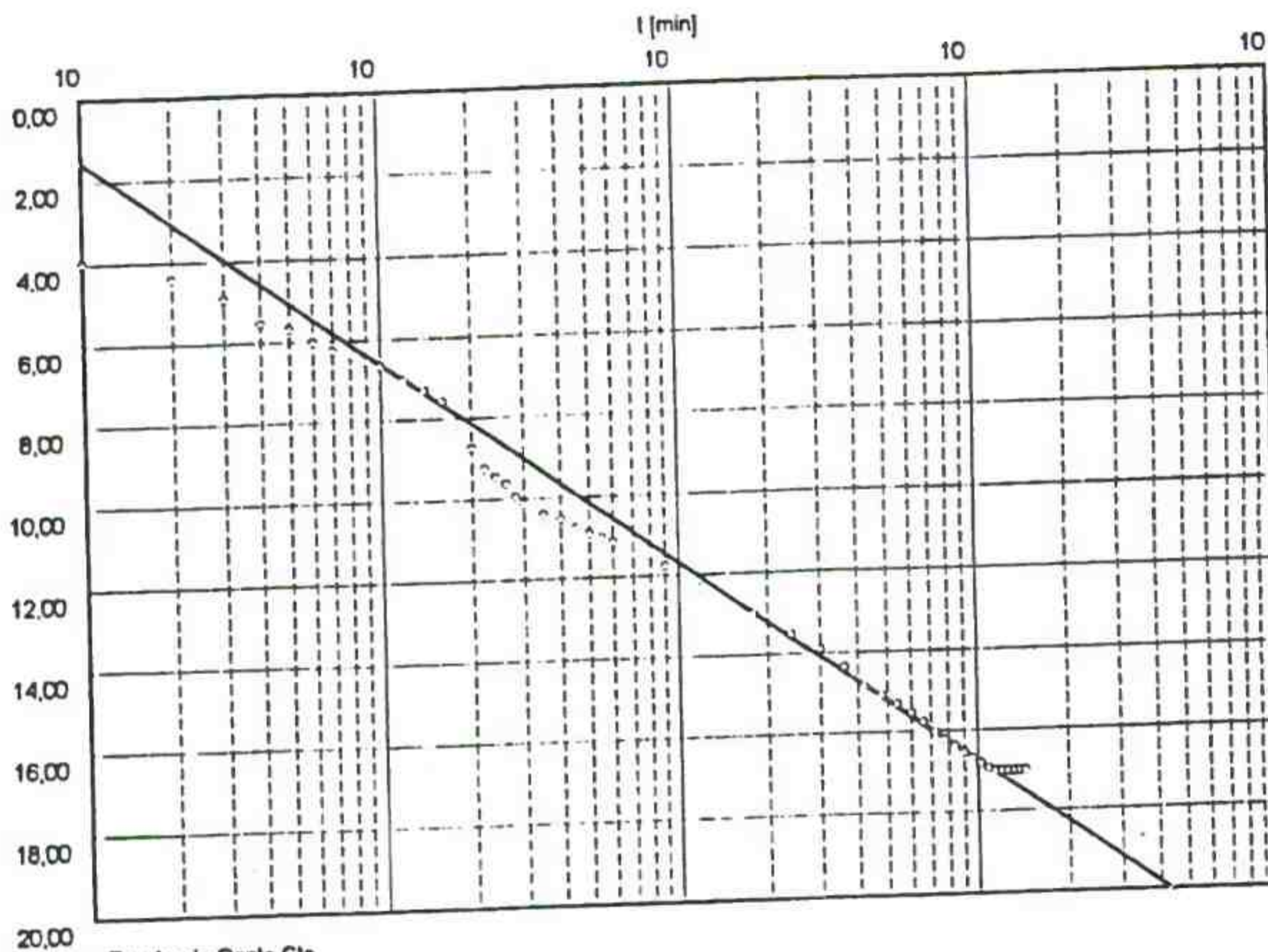
Evaluado por: SITAC S / Fecha: 10.02.1998

Prueba de Bombeo No. 1

Pozo 209 - Lolol

Descarga 15,00 l/s

Fecha de la Prueba



o Prueba de Gasto Cte.

Transmissividad [m^2/min] $3,25 \times 10^{-2}$

Conductividad hidráulica [m/min] $2,50 \times 10^{-4}$

Espesor del acuífero [m] 130,000

ANEXO V

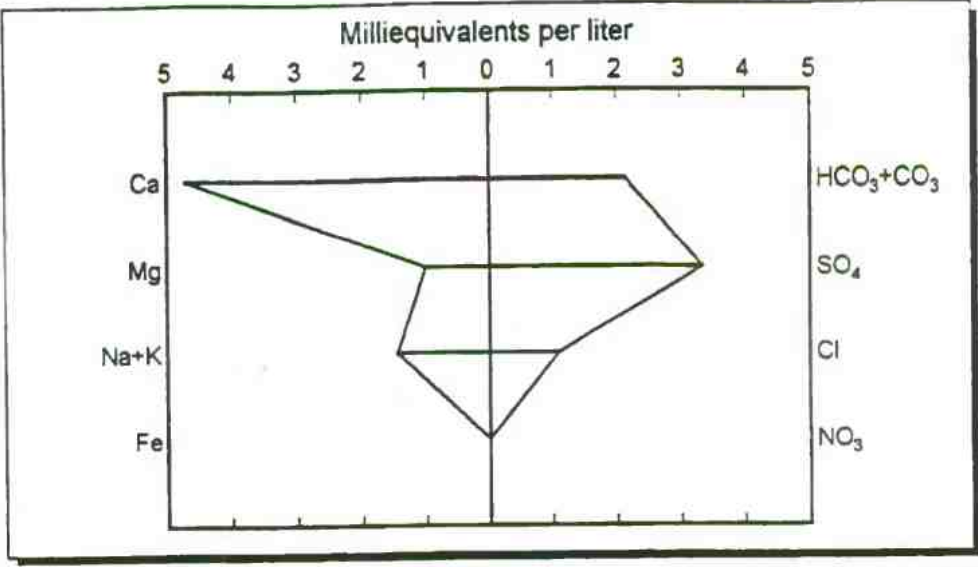
- **DIAGRAMAS DE STIFF**

Well Ident

Rapel-1

STIFF Diagram

Name _____ Type _____



Cations

	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
<i>Milliequivalents per liter</i>	4.70	1.00	1.44		0.01
<i>Milligrams per liter</i>					

Anions

	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
<i>Milliequivalents per liter</i>	2.15		3.35	1.10	0.01
<i>Milligrams per liter</i>					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness 443.00	Alkalinity 108.00	Conductivity 642.00	pH 7.50	SAR 0.8530

Water Type **Calcium Sulfate**

Cations (epm) 7.15 Anions (epm) 6.61

Error Balance (%) 3.92

Aquifer **pozo Boca Rio Rapel**

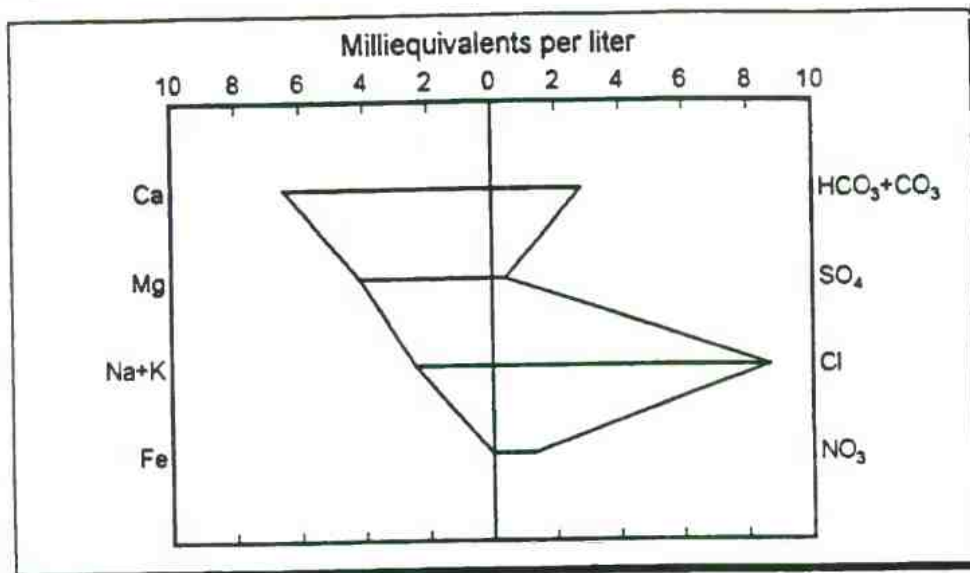
Well Ident

Rapel-2

STIFF Diagram

Name

Type



Cations

	Ca	Mg	Na	K	Fe
Milliequivalents per liter	6.49	4.11	2.13	0.26	0.00
Milligrams per liter					

Anions

	HCO3	CO3	SO4	Cl	NO3
Milliequivalents per liter	2.83		0.42	8.70	1.30
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness 530.00	Alkalinity	Conductivity	pH 6.90	SAR 0.9252

Water Type

Calcium Chloride

Cations (epm)	Anions (epm)
12.99	13.25

Error Balance (%)
0.99

Aquifer

noria - Escuela Quillay

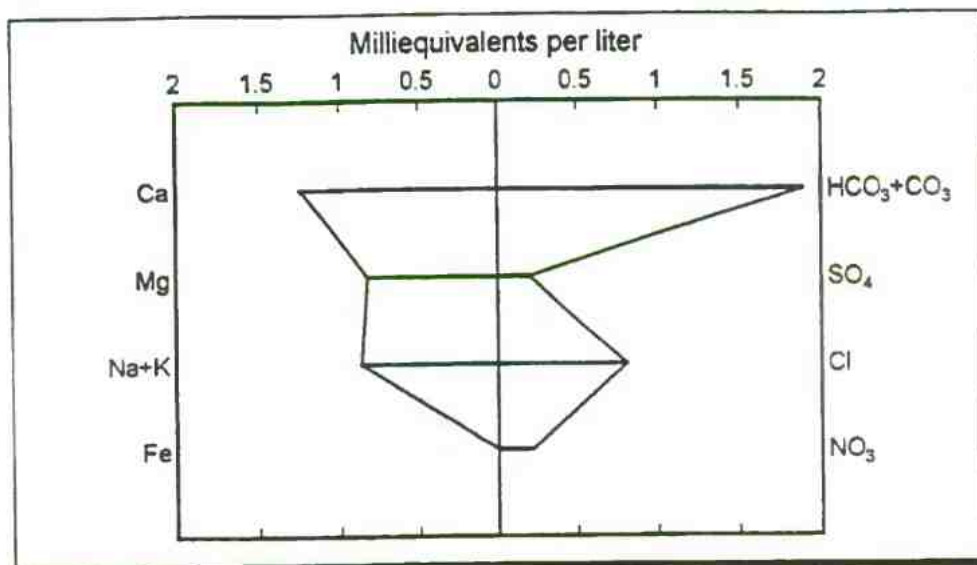
Well Ident

Topocalma-1

STIFF Diagram

Name

Type



Cations

	Ca	Mg	Na	K	Fe
Milliequivalents per liter	1.24	0.82	0.03	0.83	0.00
Milligrams per liter					

Anions

	HCO3	CO3	SO4	Cl	NO3
Milliequivalents per liter	1.89		0.20	0.81	0.22
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness 104.00	Alkalinity	Conductivity 350.00	pH 7.40	SAR 0.0296

Water Type

Calcium Bicarbonate

Cations (epm)

Anions (epm)

2.92

3.12

Error Balance (%)

3.31

Aquifer

norio - Hidango

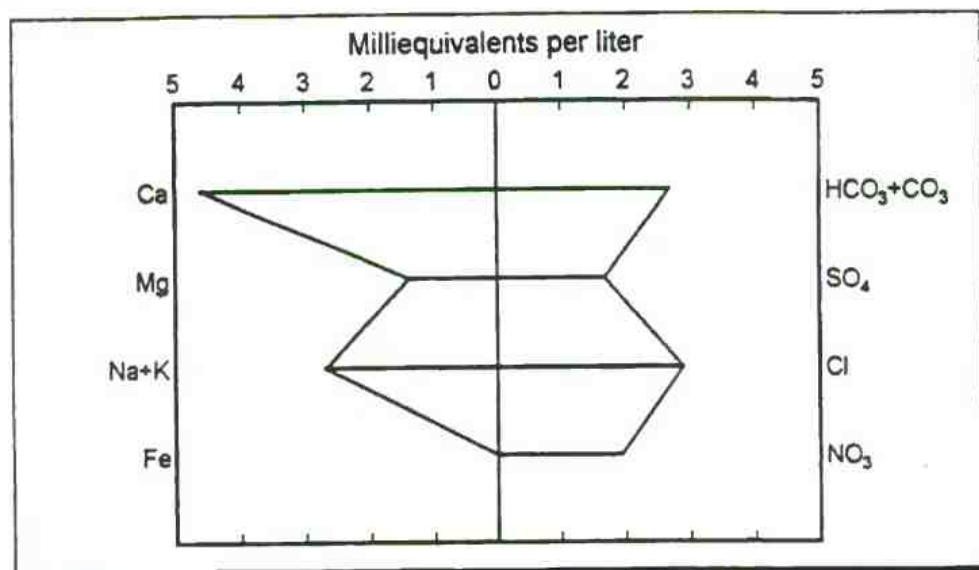
Well Ident

Topocalma-2

STIFF Diagram

Name

Type



Cations

	Ca	Mg	Na	K	Fe
Milliequivalents per liter	4.59	1.39	2.61	0.08	0.00
Milligrams per liter					

Anions

	HCO3	CO3	SO4	Cl	NO3
Milliequivalents per liter	2.68		1.68	2.90	1.95
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness 300.00	Alkalinity	Conductivity	pH 7.90	SAR 1.5094

Water Type

Calcium Chloride

Cations (epm)	Anions (epm)
8.67	9.21

Error Balance (%)
3.02

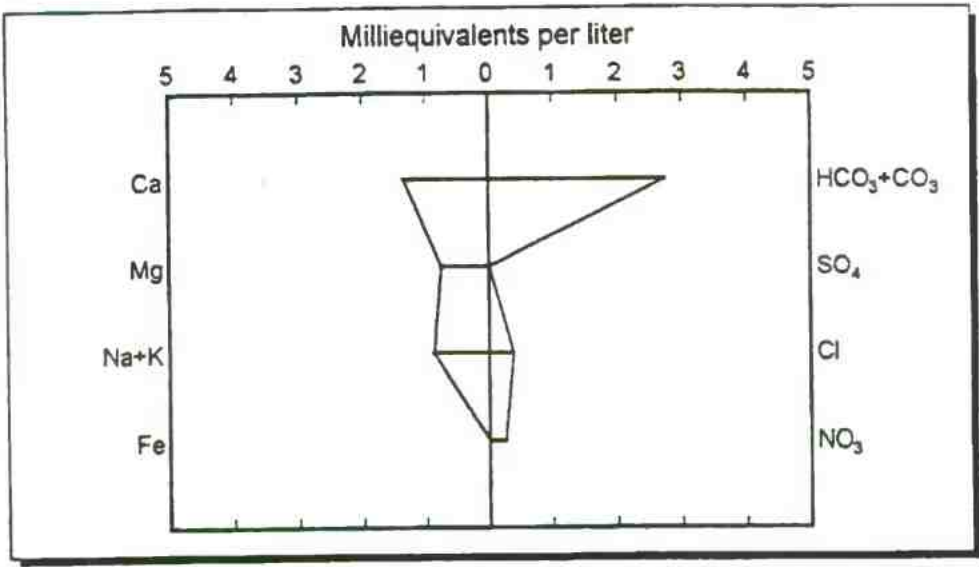
Aquifer

noria-Estero Topocalma

Well Ident
Topocalma-3

STIFF Diagram

Name _____ Type _____



Cations

	Ca	Mg	Na	K	Fe
Milliequivalents per liter	1.34	0.74	0.83	0.03	0.00
Milligrams per liter					

Anions

	HCO3	CO3	SO4	Cl	NO3
Milliequivalents per liter	2.75		0.02	0.39	0.26
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness 105.00	Alkalinity 113.00	Conductivity	pH 7.00	SAR 0.8139

Water Type **Calcium Bicarbonate**

Cations (epm) 2.94 Anions (epm) 3.42

Aquifer **noria-Las Damas**

Error Balance (%)
7.55

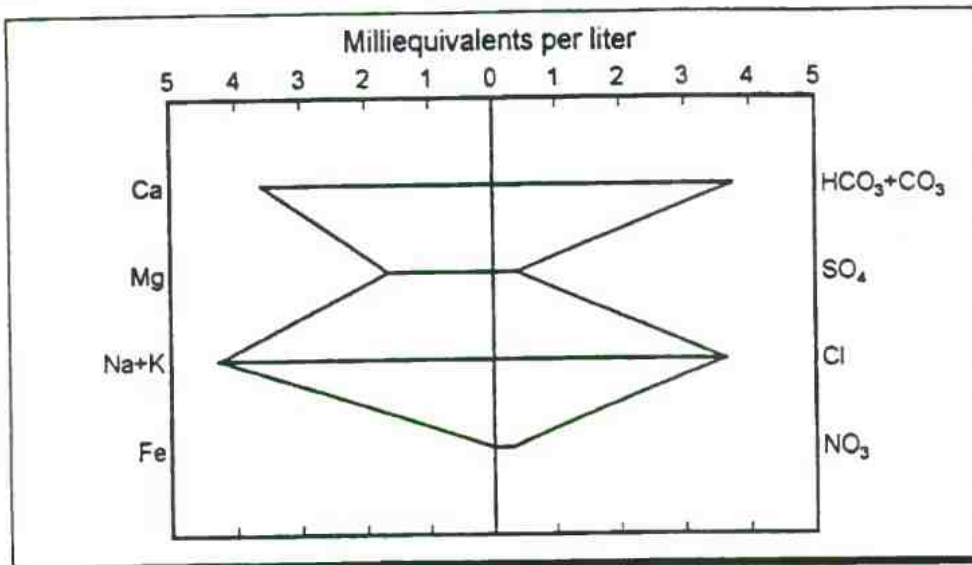
Well Ident

Nilahue-1

STIFF Diagram

Name

Type



Cations

	Ca	Mg	Na	K	Fe
<i>Milliequivalents per liter</i>	3.59	1.64	3.65	0.61	0.01
<i>Milligrams per liter</i>					

Anions

	HCO3	CO3	SO4	Cl	NO3
<i>Milliequivalents per liter</i>	3.74		0.37	3.64	0.30
<i>Milligrams per liter</i>					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness 262.00	Alkalinity	Conductivity	pH 7.80	SAR 2.2571

Water Type

Sodium Bicarbonate

Cations (epm)	Anions (epm)
9.50	8.05

Error Balance (%)
8.26

Aquifer

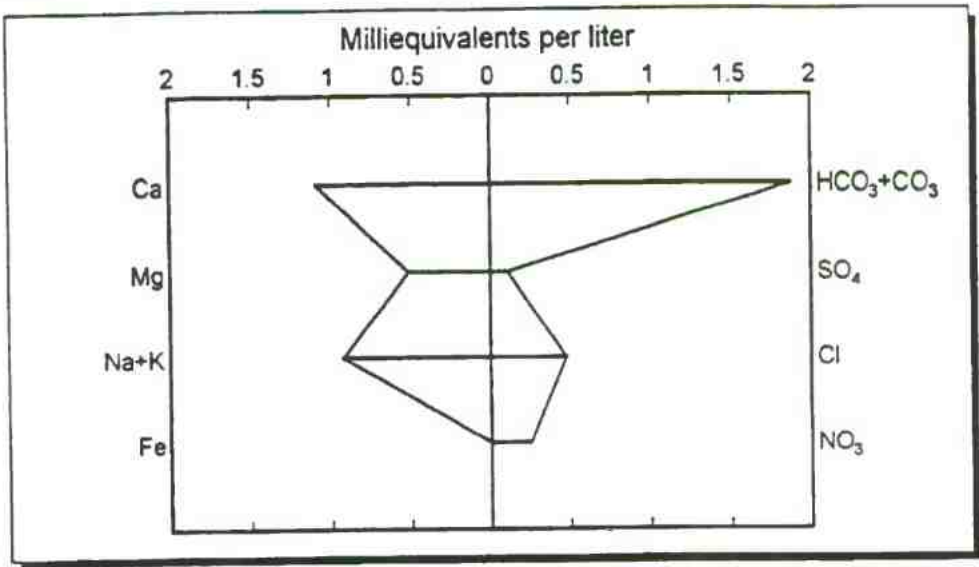
noria - Escuela Nilahue

Well Ident

Nilahue-2

STIFF Diagram

Name _____ Type _____



Cations

	Ca	Mg	Na	K	Fe
Milliequivalents per liter	1.09	0.51	0.86	0.06	0.00
Milligrams per liter					

Anions

	HCO ₃	CO ₃	SO ₄	Cl	NO ₃
Milliequivalents per liter	1.88		0.11	0.48	0.25
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO ₂
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 226.00	pH 8.55	SAR 0.9615

Water Type **Calcium Bicarbonate**

Cations (epm)	Anions (epm)
2.52	2.72

Error Balance (%)
3.82

Aquifer **norio-Santa Teresa**

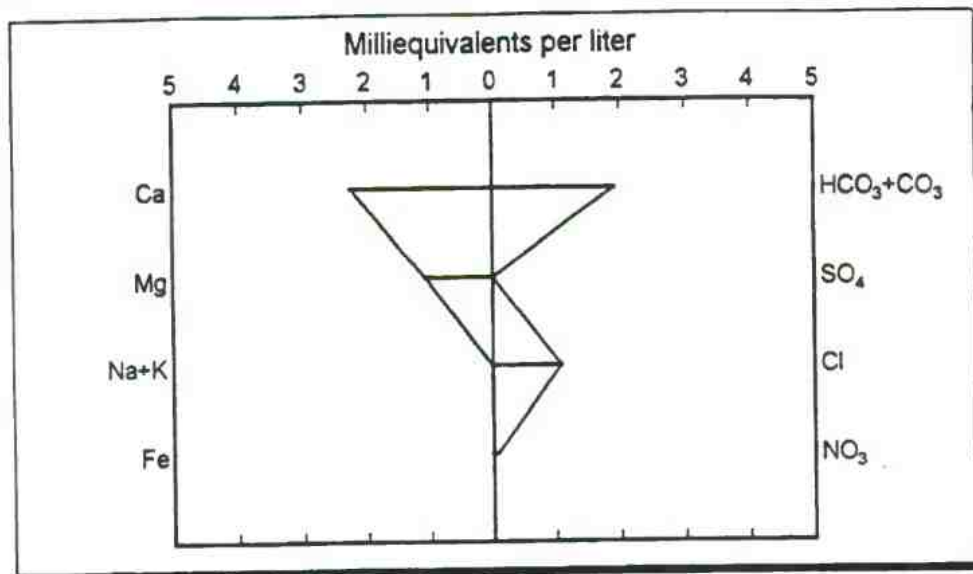
Well Ident

Nilahue-3

STIFF Diagram

Name

Type



Cations

	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
<i>Milliequivalents per liter</i>	2.24	1.06	0.00	0.00	0.00
<i>Milligrams per liter</i>					

Anions

	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
<i>Milliequivalents per liter</i>	1.93		0.01	1.09	0.08
<i>Milligrams per liter</i>					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness 113.00	Alkalinity 97.00	Conductivity	pH 6.40	SAR 0.0031

Water Type

Calcium Bicarbonate

Cations (epm)	Anions (epm)
3.31	3.11

Error Balance (%)
3.09

Aquifer

pozo - Nilahue Cornejo

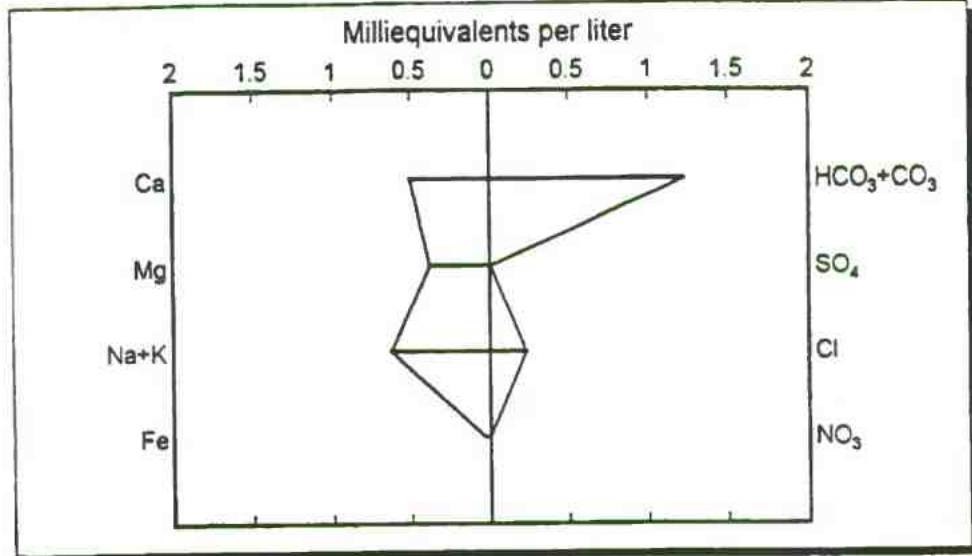
Well Ident

Nilahue-4

STIFF Diagram

Name

Type



Cations

	Ca	Mg	Na	K	Fe
Milliequivalents per liter	0.50	0.38	0.42	0.20	0.03
Milligrams per liter					

Anions

	HCO3	CO3	SO4	Cl	NO3
Milliequivalents per liter	1.23		0.01	0.23	0.00
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 156.00	pH 7.65	SAR 0.6332

Water Type

Sodium Bicarbonate

Cations (epm)	Anions (epm)
1.53	1.47

Error Balance (%)
1.97

Aquifer

norio-Santa Teresa