

Características físico-químicas de las aguas subterráneas de la provincia de Chubut

María del Carmen Scapini*

Jorge D. Orfila*

Introducción

El trabajo aquí expuesto forma parte de un programa de estudio de la calidad físico-química de las aguas naturales de la Provincia, subsidiado por la SECYT en dos oportunidades.

No existían trabajos anteriores tendientes a la obtención hidroquímica sistemática, coherente, clasificada y ordenada para su fácil manejo sino solo análisis aislados de OSN y de la Dirección de Minas.

Surgió entonces la necesidad en ese programa cuya finalidad específica es "crear un banco de datos que permitan manejar dicha información con un óptimo aprovechamiento en posteriores estudios que se realicen".

O sea hacía falta llenar ese vacío de información básica necesaria para el desarrollo provincial. Basta decir que la serie de libros de Recursos Naturales del CFI (1962) destacaba la falencia de datos químicos en la Provincia y que la publicación del Ing. Trelles (1972) exhibe sólo siete análisis completos y de aguas superficiales.

El trabajo de recopilación de los datos existentes y de campañas de muestreo arranca en 1979. Mucha información se estaba ya recopilando desde 1976 dado que nuestro laboratorio (el de la Dirección de Protección Ambiental) realizaba análisis químicos de aguas para organismos provinciales: el banco de datos se acrecentó y en 1981 ya dispone de más de 240 fuentes de aguas subterráneas analizadas.

* Dirección de Protección Ambiental, Ministerio de Economía, Servicios y Obras Públicas, Argentina.

El presente trabajo, extracto de ese total, tiende a dar un pantallazo o imagen global de la calidad físico-química de las aguas subterráneas provinciales. Las variaciones estacionales o aquellas relacionadas con la intensidad del aprovechamiento del acuífero todavía no pueden ser evaluadas ya que la cantidad de información aún no lo permite. No obstante permitirá al Centro Nacional Patagónico contar con información necesaria para estudios relacionados con el tema de desalación por ósmosis inversa; diseñar equipos, evaluar las necesidades de energía de bombeo y evaluar los costos de inversión inicial y operativos.

Metodología

Ante una falta de información sobre la ubicación y extensión de los acuíferos el muestreo trató de cubrir equilibradamente los distintos departamentos de la Provincia, acentuando la densidad de la red de muestreo donde la actividad humana así lo sugería.

En general, se trató de seguir la metodología propuesta por la U.S. Geological Survey y los trabajos de John Hem en particular.

En una primera etapa, con el objeto de tener un conocimiento básico de las características de las aguas, se analizaron los macro-componentes: éstos permitirán su clasificación, una primera aproximación sobre las aptitudes para su uso y extrapolaciones de carácter hidrogeológico. Para completar esa idea se determinan otros parámetros como PH, ni-

trates, nitratos, amonio, dureza, turbiedad y los iones principales: arsénico y fluor.

Se dejó para una segunda etapa el análisis de metales pesados, materia orgánica, gases disueltos y la influencia de las actividades humanas sobre la calidad.

Para el análisis se siguieron las técnicas del Standard Methods de la AWWA. Para nitratos y fluor se usaron electrodos específicos.

En fichas diseñadas a tal efecto, además de información hidroquímica se vuelcan datos como ubicación geográfica, características hidrogeológicas, datos meteorológicos, usos actuales y potenciales, etc. Se coloca también la elaboración de los datos: sus clasificaciones, balances de equivalentes, diagramas verticales y circulares, etc.

La mayor dificultad se observa en la obtención del dato de caudal extraíble de un pozo o perforación.

Toda la información hidroquímica citada puede ser compatibilizada con estudios hidrogeológicos realizados o a realizarse o con datos de información satelitaria.

Resultado y conclusiones

La Provincia del Chubut presenta tres zonas geográficas que habitualmente se clasifican en occidental o húmeda, oriental o árida y una central o de transición. Las tres poseen características ambientales distintas.

En la primera, los recursos hídricos superficiales y subterráneos son abundantes en correlación con una mayor precipitación pluvio-nival: la cuenca del Senguer-Río Mayo-Genoa, la inmensa cuenca del Futaleufú formada por decenas de cursos y lagos. Las subterráneas no son tampoco un recurso desdeñable: su cantidad y calidad las hacen muy requeridas para abastecimiento de agua potable.

El origen de estas aguas, casi todas originadas por la abundancia de lluvias y el derretimiento de nieve en la zona concuerda perfectamente con los valores de sólidos totales disueltos (STD). En los departamentos de Cushamen, Futaleufú y Río Senguer y están en un rango de 70 a 340 mg/lit.

La zona de transición con fuerte precipitación nival y escasa pluvial muestra ya una menor riqueza hídrica: afluentes del río Senguer y del río Chubut y capas de agua subterránea no tan abundantes ni poco profundas. Veamos los datos de STD: los del este de Languineo y de Cushamen, oeste de Paso de Indios y de Gastre presentan valores hasta 700 mg/lit y los bajos valores encontrados corresponden a pozos del subalveo de los ríos Chubut, Senger, Genoa y arroyos de Gastre.

Finalmente la zona árida o centro oriental con una casi total carencia de cursos superficiales, precipitación escasa y aguas subterráneas en cantidad y calidad inferiores es la más extensa de la Provincia. Aquí los STD aumentan hasta valores de miles de miligramos por litro. O sea las aguas se vuelven salobres y hasta definitivamente salinas. Hay sin embargo valores atípicos: como los de 197 a 22 mts. en Martires (M4) el de 845 mg/lit en Paso de Indios o el de Biedma 89 con 740 mg/lit para 13 mts.

Es decir que aguas de bajos STD se encuentran en toda la provincia: aún en la costa en subalveos de los cursos intermitentes (como por ejemplo el A° Perdido y el Chico), en pozos hechos en los faldeos en Camarones o en aguas de reciente infiltración y captadas en médanos.

Lo inverso no es cierto: no se encontraron aguas salobres en la cordillera. Aquí se nota la incidencia de rocas de difícil solubilización y de la abundante precipitación existente.

En general, los valores de STD van desde un mínimo de 72 mg/lit en Río Senguer (R52) hasta 33.300 mg/lit en Rawson.

Si observamos los valores y comparamos de la zona norte con los del sur nos veríamos inclinados a decir que para una misma longitud tenemos en cordillera una menor salinidad en el norte mientras que esta relación se invierte en la zona oriental. Esto no es totalmente cierto al menos en el primer caso pues entran a pesar las profundidades de los puntos de muestreo. Sin embargo en el segundo caso (zona oriental) vemos que a iguales profundidades tenemos mayor concentración de sales en las fuentes del norte. Veamos como ejemplo los valores de la muestra 2 de Florentino Ameghino de aproximadamente 2590 mg/lit con la de Galman de 9864 mg/lit, ambas con profundidad similares de 25 mts. O inclusive para profundidades menores encontramos mayor cantidad de sales en el norte que en el sur. Vemos que la muestra 3 de Biedma tiene 6032 mg/lit a 20 mts. mientras que la de Florentino Ameghino (FA1) tiene 2613 a 75 mts.

Pero también en lo referente a la influencia de la profundidad se debe ser cauto en las extrapolaciones a realizarse. Pues si bien por lo general se cumple que en un área dada el agua de un pozo de mayor profundidad será más mineralizado que uno menos profundo, esto frecuentemente se invierte en la zona del este. Vemos así que en el Departamento de Gaiman en las muestras (G1 y G2) para un mismo pozo la capa segunda da 9864 mg/lit y la primera 3818 mg/lit. En Paso de Indios (PI) con 13.852 mg/lit en 80 mts. y P2 con 2191 mg/lit en 8 mts. Acá se cumple que a mayor profundidad corresponde mayor salinidad.

Pero también encontramos lo inverso, así en las muestras de Gaiman G6 y G7, en un mismo pozo la capa inferior es menos salina (5445 mg/lit contra 6568 mg/lit). Lo mismo ocurre en las muestras 3 y 4 de Gaiman, donde tenemos 9152 mg/lit para 11 mts. y 8704 mg/lit. en 43 mts.

Pasamos ahora a analizar cada ión en particular. Como es lógico cada macrocomponente de la salinidad presenta la misma tendencia que vimos anteriormente de aumento de valores hacia la costa. Pero donde más se visualiza esto es en las concentraciones de cloruros. Este es el único ión del grupo de los halógenos que puede ser considerado macrocomponente y sus valores van desde un mínimo de 1,7 mg/l en cordillera (muestra 7 de Cashamen) hasta un máximo de 18,300 mg/l Rawson (Rw2). En cuanto a la explicación del mínimo, vale aquí lo que dijimos anteriormente para salinidad en cuanto al origen de las aguas en cordillera y su escurrimiento por rocas pobres en aporte de sales. Mientras que los altos valores en el este, debemos relacionarlos con el intercambio marino ya sea actual, como en pozos muy cercanos a la costa (B7 y B11) donde se produciría infiltración marina (vemos que también la relación Ca/Mg1) o antiguo como en acuíferos freáticos o confinados en contacto con sedimentos marinos o en aguas connatas.

Los sulfatos hallados varían desde 0: Nueva Lubbecka hasta 4200 mg/lit en Gaiman (G11). Su variación hacia el este no es tanta como ocurría con cloruros: 10^3 veces y en C1 es 10^6 . Esto se puede explicar nuevamente aceptando la existencia de aguas connatas de origen marino ó por infiltraciones oceánicas (en agua de mar la relación Cl/SO4 es de 10).

El tercer macrocomponente estudiado en bicarbonato-carbonato. Hay mayoría de aguas bicarbonatadas en cordillera y tienden a ser cloruradas al acercarnos al centro y este. En general las aguas son neutras o ligeramente alcalinas.

Con respecto a sodio y potasio, vemos que la relación entre ambos cationes alcalinos sigue la regla general. El sodio aumenta nuevamente de cordillera (mínimo 2,2 mg/lit en Lago Puelo) hasta 10,000 mg/lit en Rawson, o valores de gramos en muchas aguas profundas en Departamento Gaiman.

Analicemos los datos de tres parámetros íntimamente relacionadas entre sí: dureza, calcio y magnesio. La primera tiene importancia en cuanto al uso industrial del agua; en la Provincia varía tremendamente desde 0,6 F en aguas cordilleranas hasta 701 F en aquellas profundas fuertemente mineralizadas. Pero realmente este parámetro no aporta mayores indicaciones sobre la naturaleza de las aguas desde un punto de vista hidrogeológico. Ana-

licemos mejor sus componentes básicos o sea calcio y magnesio, por separado y aún mejor la relación de uno a otro (Ca/Mg).

Los valores de Ca van desde 0,8 mg/lit. en Mártires 8 hasta 1172 mg/lit. en Mártires 1. Los de Mg van de vestigios en Sarmiento (S2) hasta 1330 Mg/lit en Rawson (Rw2). En cuanto a la relación entre miliequivalentes por litro de ambos se mantiene dentro de los valores normales variando por lo general entre 5 a 1 y 1 a 1. Se presentan algunos valores que se escapan a estos, superándolos hasta 10 a 1 ó invirtiéndose como ocurre en aguas de la zona costera donde encontramos una relación de 1 a 5 y aún de 1 a 10. Aquí se trata nuevamente de pozos con filtraciones marinas ya mencionadas.

Por otra parte sabemos que en la mayoría de las aguas de bajos o moderados de STD, el contenido de Mg es considerablemente menor que el de Ca, que altos valores de la relación Ca/Mg sugieren que el agua ha estado en contacto con tomas ricas en carbonato de calcio o yeso, mientras que bajos valores de esta relación sugerirían la disolución de silicatos de magnesio o que rocas dolomíticas han sido atacadas.

Tóxicos

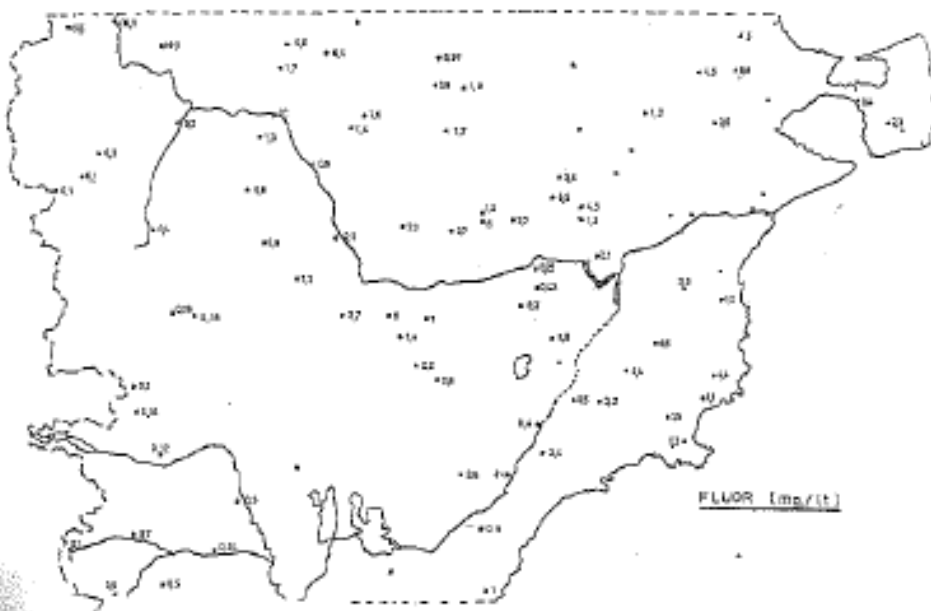
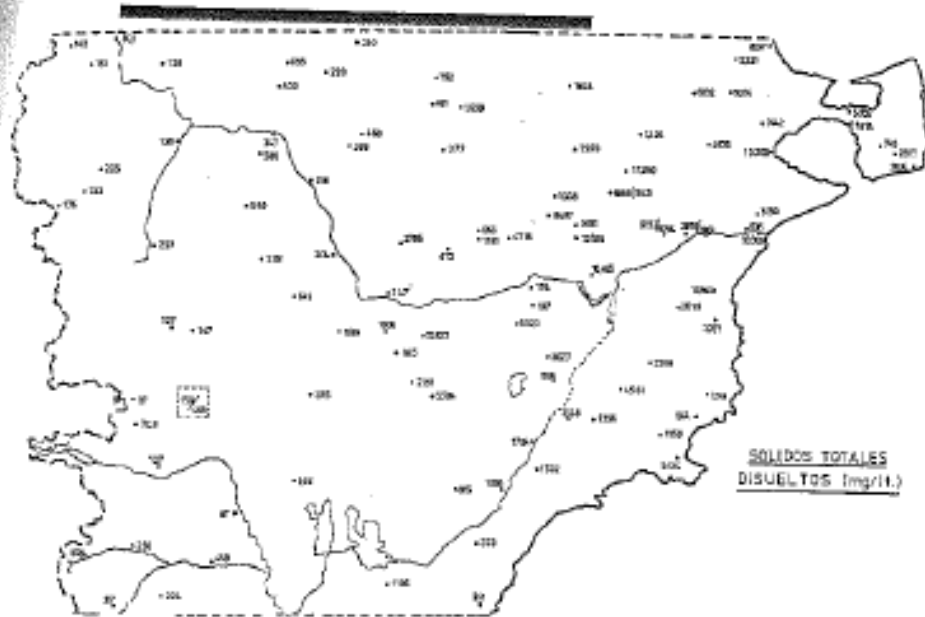
Otro de los aspectos más importantes que se estudiaron fue la presencia de tóxicos naturales como fluor y arsénico.

Se les dió preponderancia especialmente en aguas que eran destinadas al consumo humano.

Con respecto a Arsénico se encontraron por lo general valores inferiores a lo aconsejado en aguas de bebida 0,04 mg/lit, pero se encontraron concentraciones superiores especialmente en los Departamentos de Paso de Indios, Biedma, Ameghino y Mártires con un máximo en este último de 1 mg/lit. Dada la importancia del arsénico en el agua para consumo humano y los datos obtenidos hasta la fecha se concluyó en que es necesario obtener un número de muestras en los casos positivos de manera de mejorar la confiabilidad de los resultados.

Por otra parte el fluor se presentó en concentraciones inferiores a 0,1 mg/lit. (especialmente en la zona cordillerana) hasta un máximo de 9,8 mg/lit en el Departamento de Mártires (M7). Nuevamente la zona oriental es la que presenta mayor abundancia de valores altos, como ser en los Departamentos de Biedma, Ameghino Escalante, Mártires, Paso de Indios y Gaiman.

Análogo al caso de arsénico se puntualiza la importancia de seguir analizando este parámetro en todo el territorio provincial.



| Muestra | Ubicación Catastral Sec. Fr. Lote | Aniones (mg/lt.) | | | | Dureza | | | Cationes (mg/lt.) | | | | S.T.D. mg/lt. | Tóxicos mg/lt. | | SPO ₂ mg/lt. | Clasificación Prof. | | |
|--------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|----------------|-------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|--|--|
| | | Cl ⁻ | CO ₃ H ⁻ | CO ₃ ²⁻ | SO ₄ ²⁻ | °F | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | As | F ⁻ | | U.S. Lab. | Shchu- karov | | Prof. | | |
| Cochabamba | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | JII A 11 | 81,2 | 135 | - | 260 | 28 | 46 | 108 | 3,5 | 696 | 0,01 | 0,65 | 60 | | | 3 | | | |
| 2 | JII B 25 | 20,5 | 235 | - | 68 | 12 | 13,4 | 21,7 | 1,7 | 453 | 0,02 | 1,7 | 30 | | | 8 | | | |
| 3 | JII D 18 | 4,97 | 82,3 | - | 14,8 | 6,5 | 20,1 | 4,1 | 1 | 138 | <0,04 | <0,2 | 1 | | | 10 | | | |
| 4 | COX Pasacalli | 3,2 | 88,4 | - | 5 | 6 | 19,6 | 5,1 | 10 | 129 | nt | <0,1 | 12 | | | 9 | | | |
| 5 | No 115 JIII B 2 | 2,5 | 55,2 | - | 2,7 | 4 | 11,5 | 3,4 | 4,6 | 80,1 | <0,04 | <0,1 | 20 | | | 9 | | | |
| 6 | JIII A 7 | 2,2 | 104 | - | 3,0 | 8,5 | 22,8 | 6,5 | 3,0 | 142 | <0,04 | <0,1 | 17,5 | | | 5,5 | | | |
| 7 | JIII B 11 | 1,7 | 108 | - | 5,4 | 9,0 | 28,8 | 4,8 | 2,4 | 151 | 0,1 | 0,1 | | | | 5 | | | |
| Zabalaichos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | JIII A 14 | 6,4 | 96,8 | - | 6,36 | 7,4 | 16,3 | 7,5 | 12,1 | 147 | <0,04 | 0,18 | 15 | | | 8 | | | |
| 2 | JIII A 13 | 5,7 | 79,4 | - | 8,3 | 6,8 | 15,1 | 7,1 | 9,3 | 127 | nt | 0,16 | 18, | | | 7,5 | | | |
| 3 | JIII C 16 | 2,1 | 60,2 | - | 2,5 | 4,5 | 10,5 | 4,4 | 4,5 | 87 | nt | 0,1 | 15 | | | 2,5 | | | |
| 4 | Nueva Labecca (16 puntos) | 4,97/39 | 15/220 | - | 0/12 | 15 | - | - | 16 | 150/400 | - | - | - | | | - | | | |
| Toluca | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | AII C 13 | 330 | 246 | - | 235 | 12 | 31,2 | 300 | 2,5 | 1234 | <0,04 | 1,2 | 30 | | | 7 | | | |
| 2 | AII A 18 | 108 | 342 | 21,9 | 235 | 36 | 74,4 | 42 | 200 | 1028 | - | - | - | | | | | | |
| 3 | AII D 18 | 786 | 344 | 23 | 1075 | 106 | 176 | 151 | 580 | 2970 | - | - | - | | | | | | |
| 4 | AII D 4 | 284 | 422 | - | 460 | 25 | 40 | 36 | 440 | 1690 | nt | 1,8 | 36 | | | 4,5 | | | |
| 5 | AII D 2 | 33,7 | 269 | - | 44,9 | 13,8 | 36,9 | 14,2 | 82 | 481 | nt | 0,8 | 24 | | | 31,5 | | | |
| 6 | AII A 19 | 94 | 503 | - | 30 | 25 | 52,8 | 23,3 | 105 | 752 | nt | 0,97 | 5 | | | 5,5 | | | |
| 7 | AII D 18 | 21 | 221 | - | 38 | 4,2 | 32 | 15,1 | 50 | 377 | nt | 1,7 | 30 | | | 5 | | | |

| Muestra | Ubicación Casapal San Fr. Lere | Aniones (mg/lit.) | | | | Dureza | | | Cationes (mg/lit.) | | | | S.T.D. | | Tóxicos mg/lit. | | 503 | Clasificación Prof. |
|----------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|------------------|------------------|--------------------|----------------|----------|-------|--------|-------------------------------|-----------------|------|-----|---------------------|
| | | Cl ⁻ | CO ₃ H ⁻ | CO ₃ ²⁻ | SO ₄ ²⁻ | °F | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | me./lit. | As | F | U.S. Lab. | Shchulman | mts. | | |
| 1 | Floradino Ameghino CIII A 1 | 800 | 264 | 10,1 | 650 | 35 | 80,8 | 26,2 | 750 | 18 | 2613 | 0,3 | 3,5 | C ₃ S ₃ | Cl. su- pe | 75 | | |
| 2 | | 680 | 256 | - | 759 | 16 | 37,2 | 16,7 | 825 | 8 | 2589 | 0,1 | 6,6 | C ₃ S ₃ | Cl. su- pe | 22 | | |
| 3 | | 1740 | 218 | - | 1000 | 57 | 136 | 54,5 | 1400 | 12 | 4561 | 0,3 | 4,4 | C ₄ S ₃ | Cl. su- pe | 18 | | |
| 4 | | 420 | 277 | - | 220 | 22 | 51,6 | 22,6 | 380 | 5 | 1996 | 0,04 | 2,2 | C ₃ S ₃ | Cl. su- pe | 10 | | |
| 5 | | 1220 | 151 | - | 623 | 21 | 59 | 20,6 | 1050 | 11 | 3128 | nt | 0,5 | C ₄ S ₄ | Cl. su- pe | 70 | | |
| 6 | | 1340 | 149 | - | 925 | 61,5 | 163 | 50,5 | 1100 | 24 | 3767 | 0,04 | 1,1 | - | - | 69 | | |
| 7 | | 370 | 324 | - | 132 | 20,6 | 47 | 21,5 | 535 | - | 1949 | 0,04 | 4,4 | - | - | 18 | | |
| 8 | | 225 | 282 | - | 78 | 15 | 28,8 | 19,1 | 225 | - | 864 | nt | 1,1 | - | - | 7 | | |
| 9 | | 545 | 463 | - | 300 | 24,5 | 47,6 | 30,6 | 560 | 7 | 1939 | 0,08 | 1,6 | - | - | 6 | | |
| 10 | | 1353 | 246 | - | 430 | 59 | 103 | 80,5 | 890 | 5 | 3124 | nt | 1,3 | - | - | 12 | | |
| Paso de Inetas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | CI A 19 | 1500 | 7110 | nt | 1100 | 30 | 45,2 | 46 | 4000 | 30 | 13832 | nt | 1,0 | C ₄ S ₄ | BI-Su | 80 | | |
| 2 | CI D 10 | 420 | 556 | nt | 470 | 35 | 45,2 | 56,8 | 560 | 3 | 2191 | nt | 2,2 | C ₃ S ₃ | Sp-Cl-BI- So | 8 | | |
| 3 | CI D 12 | 1620 | 1045 | nt | 960 | 26 | 45,2 | 36,3 | 1800 | 5 | 5504 | nt | 2,6 | C ₄ S ₄ | Cl-Su | 5 | | |
| 4 | HI B 25 | 118 | 310 | - | 155 | 14,5 | 30,8 | 16,6 | 205 | 1,5 | 843 | nt | 1,4 | C ₃ S ₃ | BI-Su- Cl-Su | 2,5 | | |
| 5 | HI B 14 | 56 | 566 | - | 80 | 8,3 | 13 | 12,2 | 270 | - | 1006 | 0,7 | 9,0 | C ₃ S ₃ | BI-Su | 6 | | |
| 6 | HI A 15 | 67 | 328 | - | 175 | 18 | 30,8 | 23,4 | 180 | - | 809 | <0,04 | 2,7 | C ₃ S ₃ | BI-Su-So | 4 | | |
| 7 | HI D 13 | 7,3 | 259 | 12,6 | 5,5 | 17 | 31,7 | 22 | 35 | 2 | 374 | nt | 0,6 | C ₃ S ₃ | BI-Me- Ca-Si | - | | |
| 8 | HI B 4 | 30,6 | 169 | - | 52 | 10 | 23,5 | 9,7 | 62 | 0,8 | 347 | nt | 0,3 | C ₃ S ₃ | Ca-Su | 10 | | |
| 9 | HI D 6 | 10,1 | 174 | 2,6 | 41,7 | 16 | 45 | 17,4 | 18 | - | 504 | <0,04 | 0,26 | C ₃ S ₃ | Ca-Su | 8,5 | | |
| 10 | HI D 22 | 30 | 397 | - | 46 | 18 | 31,2 | 24,8 | 112 | - | 641 | nt | 1,2 | C ₃ S ₃ | Ca-Su | 4,5 | | |
| 11 | II C 6 | 980 | 1810 | 74,4 | 300 | 17,6 | 10,4 | 36,5 | 1050 | 45 | 3704 | nt | 2,1 | C ₃ S ₃ | BI-Me- Ca-Si | 160 | | |
| 12 | BI D 8 | 86 | 907 | - | 34,5 | 9,2 | 27,2 | 5,8 | 148 | 0,5 | 613 | nt | 0,66 | C ₃ S ₃ | Ca-Su | 5 | | |

| Muestra | Ubicación Catastral Sec. Fr. Lote | Aniones (mg/lit.) | | Dureza | | Cationes (mg/lit.) | | | | S.T.D. | | Tóxicos (mg/lit.) | | SiO ₂ mg/lit. | U.S. Lab. | Clasificación | Prof. mts. |
|---------|--|-------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|-------------------|-----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|------------|
| | | Cl ⁻ | CO ₃ H ⁺ | CO ₃ | SO ₄ ²⁻ | °F | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | mg./lit. | As | P ³⁻ | | | | |
| 1 | Rosario BIII B 19 Ciudad de Rosario. | 165,3 | 51 | — | 1621 | 71,5 | 141 | 61 | 1592 | — | 51,59 | — | — | — | C4 S4 C4 S4 | Clouso Cl-vo | 183 |
| 2 | | 18300 | 560 | — | 2200 | 701 | 608 | 1330 | 10000 | 300 | 33300 | — | — | — | — | — | — |
| 3 | | BIII A 21 | 65 | 375 | — | 17,5 | 3,2 | 4,0 | 5,3 | 165 | 4 | 636 | — | — | — | — | — |
| 1 | Sarmiento GI A 22 Col. Post. No. 54 Col. Sarmiento | 23,1 | 468 | — | 11,5 | 29 | 48,4 | 41,9 | 65,7 | 6,5 | 662 | <0,04 | 1,1 | 40 | C4 S1 | BI-Ma- Ca-So | 4 |
| 2 | | 150 | 488 | — | 135 | 22 | 88 | — | 245 | — | 1106 | — | — | — | — | — | — |
| 1 | Fuentebarú III B 1 Ciudad de Trevellin | 5,1 | 145 | — | 19 | 9 | 24,3 | 6,4 | 25 | 0,5 | 225 | nt | 0,32 | 20 | — | — | 54 |
| 2 | | 3,3 | 99 | — | 13,7 | 8 | 21,3 | 5,9 | 90 | 0,7 | 153 | <0,04 | <0,1 | 30 | C1 S1 | BI-Ca-Ma | 30 |
| 3 | | 6,9 | 121 | — | 4,78 | 9 | 24 | 7 | 11,3 | 0,6 | 176 | nt | 0,13 | 15 | — | — | — |
| 1 | Gobernador II B1 II A 17 II C 18 II C 21 II A 8 | 7,1 | 274 | — | 20 | 22 | 49,4 | 22,6 | 17 | 2 | 392 | — | — | — | — | — | 10,5 |
| 2 | | 7,44 | 130 | 3,3 | 22,8 | 9,8 | 25,4 | 7,34 | 23,5 | — | 220 | <0,04 | 0,5 | 34 | C2 S1 | BI-Ca-So | 52 |
| 3 | | 10,1 | 327 | — | 21,5 | 24,7 | 50,4 | 29,4 | 28,3 | — | 469 | — | 1,5 | 40 | — | — | 2 |
| 4 | | 13,7 | 213 | 3,6 | 49,8 | 15 | 43,8 | 10,2 | 49,3 | — | 348 | <0,04 | 1,4 | — | — | — | 22 |
| 5 | | 14,3 | 187 | — | 30 | 12,2 | 23,2 | 15,6 | 40 | 2 | 318 | nt | 0,84 | 44 | — | — | — |
| 1 | Escondido DI B6 DI B16 DI E32 DI A24 DI B22 | 333 | 687 | — | 230 | 38 | 162 | 31,2 | 400 | 7 | 1794 | nt | 0,39 | 50 | — | — | 8 |
| 2 | | 304 | 343 | 2,5 | 320 | 11,4 | 21,2 | 14,8 | 440 | 10,5 | 1502 | <0,04 | 3,4 | 72 | — | — | 6 |
| 3 | | 75 | 124 | 30 | 20 | 86 | 8,2 | 15,7 | 92 | 1 | 373 | nt | 0,5 | 10 | — | — | 18 |
| 4 | | 131 | 292 | — | 200 | 15 | 36 | 13,8 | 230 | 1,5 | 915 | 0,04 | 2,6 | 80 | — | — | 15 |
| 5 | | 144 | 462 | — | 200 | 24 | 62,4 | 20,6 | 230 | 5 | 1068 | nt | 0,26 | 60 | — | — | 12 |
| 6 | | 23,8 | 96,6 | 14,5 | 20 | 0,6 | 1,62 | 0,48 | 75 | — | 241 | 0,04 | 1,0 | 15 | — | — | 60 |

| Muestra | Ubicación Catastral Sec. Fr. Lote | Aniones (mg/lit.) | | | Dureza | | Cationes (mg/lit.) | | | | S. T. D. mg./lit. | Tóxicos (mg/lit.) | | Clasificación | | Prof. mts. |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|--------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|------------------|-----------|------------|
| | | Cl ⁻ | CO ₃ H ⁻ | CO ₃ ²⁻ | SO ₄ ²⁻ | °F | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | | As ^v | F ⁻ | SiO ₂ | U.S. Lab. | |
| Río Singsver | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | GII A 1 | 3,2 | 48,5 | nt | 1,5 | 3,5 | 6,5 | 4,96 | 5,0 | — | 72,3 | nt | 0,16 | 25 | — | 4 |
| 2 | GII A 19 | 4,2 | 91 | 2,4 | 0,5 | 4,9 | 12,1 | 4,4 | 15 | — | 127 | nt | 0,12 | 15 | — | 4 |
| 3 | GIII C 24 | 3,2 | 106 | 2,4 | 9,1 | 8,0 | 23 | 5,4 | 12,1 | 0,4 | 162 | <0,04 | 0,1 | 25 | Cl 51 | 12 |
| 4 | GIII C 25 | 5,03 | 172 | 11,2 | 11,6 | 33,6 | 8,03 | 19,2 | 1,2 | 250 | <0,04 | 0,7 | 32,4 | Cl 51 | 16,8 | |
| 5 | FIII B 23 | 9,2 | 262 | 1,3 | 14 | 34,7 | 12,1 | 41,7 | 361 | <0,04 | 0,5 | 31 | — | Cl 51 | 10,7 | |
| 6 | FII A 19 | 9,3 | 150 | 4,5 | 8,5 | 37 | 10,8 | 26 | 1,5 | 224 | nt | 0,5 | 36 | — | — | |
| 7 | FII B 1 | 59 | 176 | 88 | 16 | 42,1 | 13,1 | 72 | 1,5 | 459 | <0,04 | 0,36 | 37 | C2 51 | 17,6 | |
| 8 | GII C 8 | 2,3 | 60,8 | 2,9 | 3,2 | 9,4 | 2,5 | 8,3 | 1 | 87 | <0,04 | 0,3 | 22 | — | 4 | |
| Languilico | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | JII C 15 | 19,2 | 109 | 5,4 | 115 | 16 | 49,2 | 9,0 | 46,2 | 0,5 | 347 | nt | 0,3 | 20 | — | 5 |
| 2 | JII C 24 | 24 | 257 | 48 | 23,4 | 54,4 | 23,8 | 70 | 3 | 580 | <0,04 | 1,3 | 40 | — | 5 | |
| 3 | II B 18 | 51 | 254 | 90 | 22,6 | 48,8 | 25,3 | 70 | 1 | 840 | nt | 0,8 | 50 | — | 10 | |
| 4 | II C 14 | 21 | 151 | 34 | 13,2 | 33,6 | 11,7 | 29 | 282 | <0,04 | 0,9 | 36 | — | — | 3 | |
| 5 | II D 10-11 | 6,4 | 184 | 7,5 | 14,8 | 37,4 | 13,1 | 10,2 | 257 | <0,04 | 0,4 | 38 | C2 51 | BI-Ca-Ms | 31,7 | |
| Gelmar | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BIII D2 | 1320 | 439 | nt | 675 | 41 | 78 | 53 | 1225 | 16 | 3818 | — | — | 30 | — | 10,2 |
| 2 | 1 ^o capa | 4300 | 146 | nt | 1850 | 154 | 400 | 131 | 3000 | 37 | 9864 | — | — | — | — | 25,8 |
| 3 | 2 ^o capa | 3591 | 78 | nt | 2158 | 124 | 291 | 125 | 2905 | — | 9152 | — | — | — | C4 54 | 11 |
| 4 | 3 ^o capa | 3947 | 74 | nt | 2127 | 105 | 215 | 126 | 2905 | — | 8704 | — | — | — | C4 54 | 43 |
| 5 | BII B2 | 4514 | 94 | nt | 2366 | 162 | 571 | 46 | 3393 | — | 11260 | — | — | — | C4 54 | 93 |
| 6 | BII A5 | 3624 | 41 | nt | 1045 | 9,8 | 200 | 24 | 2234 | — | 6568 | — | — | — | C4 54 | 137 |
| 7 | BII A6 | 2371 | 64 | nt | 955 | 14,5 | 152 | 16 | 1863 | — | 5445 | — | — | — | C4 54 | 266 |
| 8 | BII A11 | 1000 | 618 | nt | 215 | 4 | 10,4 | 4,4 | 390 | — | 3338 | 0,04 | 3,4 | 40 | C1-50 | 5 |
| 9 | BII A20 | 4180 | 432 | nt | 725 | 94 | 304 | 43,7 | 2800 | 2,5 | 8487 | 0,1 | 6,5 | 15 | C4 54 | 25 |
| 10 | BII A22 | 570 | 179 | nt | 2950 | 88 | 311 | 24,2 | 1450 | 4,5 | 5493 | <0,1 | 4,5 | — | C4 53 | 12 |
| 11 | BIII D24 | 2280 | 138 | nt | 4200 | 221 | 533 | 214 | 2650 | 85 | 10640 | — | — | — | — | 198 |

| Muestra | Ubicación Casapal Sec. Fr. Lote | Aniones (mg/lt.) | | | Dureza | | | Carbones (mg/lt.) | | | S.T.D. | | Yódicos (mg/lt.) | | SiO ₂ | | Clasificación | | Prof. mbs |
|---------|---------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|--------|-------|------------------|--------|------------------|--------------|---------------|----|-----------|
| | | Cl ⁻ | CO ₃ H ⁻ | CO ₃ ²⁻ | SO ₄ ²⁻ | °F | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | mg/lt. | As | F ⁻ | mg/lt. | U.S. Lab. | Shchur-karev | | | |
| 1 | Alcedera | 3229 | 59 | - | 2226 | 140 | 338 | 135 | 2570 | - | 8557 | - | - | - | - | - | - | - | 106 |
| 2 | AIII B3 | 1620 | 220 | - | 1600 | 37 | 80,8 | 40,2 | 1750 | 4,5 | 5321 | 0,04 | 5,0 | C4 54 | C1-Su-50 | 30 | | | |
| 3 | AIII A6 | 1840 | 151 | - | 1950 | 99 | 234 | 98 | 1730 | 4,0 | 6032 | 0,7 | 4,5 | C4 53 | C1-Su-50 | 20 | | | |
| 4 | AIII A22/23 | 3340 | 525 | - | 2100 | 75 | 129 | 102 | 3000 | 11 | 9214 | 0,7 | 6,8 | C4 54 | C1-Su-50 | 1,5 | | | |
| 5 | AIII C9 | 2460 | 195 | - | 2200 | 142 | 360 | 127 | 2050 | 50 | 7442 | nt | 0,2 | C4 54 | C1-Su-50 | 33 | | | |
| 6 | AIII D18 | 2000 | 148 | - | 1000 | 76 | 212 | 55,9 | 1450 | 10 | 4816 | 0,04 | 3,6 | C3 54 | C1-Su-50 | 28 | | | |
| 7 | AIV D3/4 | 2357 | 614 | - | 740 | 75,6 | 98,2 | 124 | 1706 | - | 5700 | nt | - | C4 54 | C1-50 | 2 | | | |
| 8 | AIV D7 | 482 | 256 | - | 480 | 38 | 68 | 52 | 437 | 29 | 1814 | - | 0,39 | C3 53 | C1-Su-50 | 13 | | | |
| 9 | AIV Clote 79 | 86 | 58,9 | - | 350 | 4,1 | 12,4 | 2,4 | 250 | - | 740 | nt | 2,09 | C4 54 | C1-50 | - | | | |
| 10 | AIV C 91 | 1122 | 300 | - | 250 | 21 | 61 | 14,7 | 800 | - | 2811 | - | - | C4 53 | C1-50 | - | | | |
| 11 | Faro Pta. Delgada | 1288 | 279 | - | 387 | 58,5 | 71 | 99 | 700 | - | 2834 | - | - | C4 54 | C1-50 | - | | | |
| 12 | Pta. Nadrhythm-Cementerio | 3330 | 132 | - | 3250 | 196 | 390 | 240 | 2950 | - | 10300 | - | - | C4 54 | C1-50 | - | | 59 | |
| 1 | Muribes | 6700 | 28,2 | nt | 1750 | 317 | 1172 | 58,1 | 3800 | 16 | 19526 | nt | 1,3 | C4 54 | C150Ca | 160 | | | |
| 2 | BII D 5 | 3300 | 140 | nt | 3300 | 112 | 347 | 60,5 | 3300 | 15 | 10465 | nt | 2,1 | C4 54 | C150So | 79 | | | |
| 3 | BII D17 | 6,8 | 107 | nt | 15 | 8,3 | 21 | 6,1 | 20,2 | 0,5 | 176 | <0,04 | 0,25 | C1 51 | BICa50 | 5 | | | |
| 4 | BII C17-24 | 6,2 | 97,4 | 10,1 | 17,8 | 1,2 | 3,2 | 1,0 | 5,2 | 3 | 197 | 0,04 | 0,42 | C2 51 | B150 | 23 | | | |
| 5 | CI B 5 | 488 | 471 | nt | 3300 | 28 | 80,8 | 18,6 | 1950 | 7 | 6323 | 0,04 | 8,2 | C4 54 | Su-50 | 27 | | | |
| 6 | CII 7-8 | 372 | 559 | nt | 205 | 4,8 | 7,2 | 7,4 | 520 | - | 1678 | 0,3 | 7 | C3 54 | CIB50 | 2 | | | |
| 7 | CII A 21 | 1160 | 261 | nt | 900 | 12 | 29 | 12,2 | 1250 | 5 | 3627 | - | 9,8 | C4 54 | C150So | 6 | | | |
| 8 | BI C1 | 132 | 447 | 39,6 | 180 | 0,6 | 0,8 | 0,97 | 360 | - | 1181 | <0,04 | 6,0 | C4 54 | C150So | 9 | | | |
| 9 | BI B21 | 57,5 | 348 | 6,5 | 58,5 | 4 | 9,0 | 4,1 | 180 | 2,5 | 666 | 0,04 | 1,3 | C4 54 | C150So | 4,5 | | | |
| 10 | BI B24 | 1440 | 294 | 22,2 | 1225 | 8,2 | 24 | 5,3 | 1700 | 5 | 4716 | nt | 7,7 | - | - | 6 | | | |

Recordemos que fluor por arriba de 1,8 mg/lit, ya es tóxico para el ser humano y por arriba de 5 mg/lit, para el ganado ovino. Por otra parte también la carencia es indeseable. En cuanto a arsénico por arriba de 1 mg/lit, ya no es recomendable para el ganado.

Otros

Para finalizar podemos mencionar otros parámetros analizados pero no presentados en tablas.

Los análisis de boro en algunas zonas en particular y en aguas de bajo STD arrojaron datos que no superan el límite de 1 mg/lit, lo que hace a esas aguas aptas para riego en lo que ese parámetro se refiere.

Nitratos, nitritos y amonio se analizaron en todas las aguas destinadas al consumo humano obteniéndose por lo general valores dentro de los internacionalmente recomendados.

Haciendo referencia a los datos de dióxido de silicio se encontraron valores siempre por debajo de 80 mg/lit.

Considerando los valores de PH podemos decir que se trata de silicatos solubles.

Conclusiones—Recomendaciones

De todo lo antedicho se puede extraer:

- a) Aguas dulces se pueden encontrar aunque dispersas en toda la Provincia, aunque no con el caudal deseado.
- b) Esas aguas aptas aparentemente, pueden contener tóxicos en cantidades significativas.
- c) Es necesario seguir evaluando la cantidad y ocurrencia de esos tóxicos, e incluso sumarle vanadio pues los resultados han superado lo esperado.
- d) Las aguas salobres constituyen la mayor proporción de los datos obtenidos.
- e) Se recomienda mayores esfuerzos para cuantificar el recurso aguas subterráneas mediante sostenidos estudios de hidrogeólogos, que amplíen nuestro conocimiento sobre ubicación, extensión, velocidad de escurrimiento, caudales extraíbles, etc.

Bibliografía

- Windhausen, A. Informe sobre las posibilidades existentes para el aprovisionamiento de agua en Puerto Camarones.
- Serie Evaluación de Recursos Naturales de la Argentina: Recursos Hidráulicos Subterráneos - Tomo IV, Vol. 1 y 2, Consejo Federal de Inversiones, 1962.
- Bentall, Ray: Métodos para la recopilación e interpretación de datos sobre aguas subterráneas U.S. Geological Survey, Edición de Agencia para el Desarrollo Internacional, México 1968.
- Cambra, H. Perforaciones, perfiles y otros datos técnicos de las aguas subterráneas del Chubut, IDES, 1968.

- Trelles, R. Química de las aguas de la República Argentina, 1972.
- Catalán Lafuente, J. Química del agua, Edición Blume, 1969.
- Hem, J. Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water, Geol. Survey Water Supply, Paper 1473, Washington, 1959.
- Custodio, E; Llamas, M. Hidrología Subterránea, Tomo I, Ed. Omega, 1976.
- Archivo de perfiles y datos técnicos de perforaciones de la Dirección de Recursos Hídricos - MESOP - Provincia del Chubut.
- Orfila, J. Informe sobre características físico-químicas y posibilidades de uso de las aguas de Camarones, septiembre 1981.