

GEOHIDROLOGIA E UN SECTOR REPRESENTATIVO DE LA PATAGONIA EXTRAANDINA - REPUBLICA ARGENTINA.

FILE, Mario F. *
TYCHNEIDER, Ofelia C. **

RESUMEN

Se exponen los conocimientos geohidrológicos obtenidos durante los estudios para el Aprovechamiento Hidroeléctrico Los Monos, sobre el río Senguerr, como aporte a la evaluación del recurso en una región árida. Se han diferenciado dos grandes ambientes, uno con predominancia de acuíferos en medio fisurado y otro de acuíferos en medio poroso. Fuera de los valles aluviales de los ríos Mayo y Senguerr, las aguas subterráneas se encuentran en las formaciones Patagonia, Santa Cruz y Rodados Tehuelches. Son en general de salinidad baja a moderada y constituyen la única fuente para consumo humano y ganadero.

ABSTRACT

Geohydrological understandings obtained during studies of Hydroelectrical improvement "Los Monos" on Senguerr river are shown as a contribution of the resource evaluation in arid region. Two large environments have been distinguished: one with predominating fissured aquifer and the other of porous characteristic. Out of rivers Mayo and Senguerr alluvial valleys, groundwaters are found in Patagonia, Santa Cruz and Rodados Tehuelches formations. They are of low salinity to moderating one and the only resource of human and cattle supplies.

INTRODUCCION

Este trabajo sintetiza los conocimientos obtenidos durante los estudios geohidrológicos realizados por Agua y Energía Eléctrica S.E., para la Factibilidad Técnica del Aprovechamiento Hidroeléctrico Los Monos, sobre el río Senguerr, localizado en la Patagonia Extraandina Central. FILE, M (1988, 1990).

Con la finalidad de conocer la relación entre el futuro reservorio y las aguas subterráneas de las planicies que bordean a los valles de los ríos Mayo y Senguerr, se llevó a cabo un estudio hidrogeológico regional abarcando una superficie aproximada a los 4.000 Km². (Fig.1.)

Se midió el nivel del agua en 50 pozos, la mayoría coincidentes con puntos acotados al decimetro y se extrajeron 41 muestras de agua para las determinaciones hidroquímicas, con registro de temperatura y pH en el lugar.

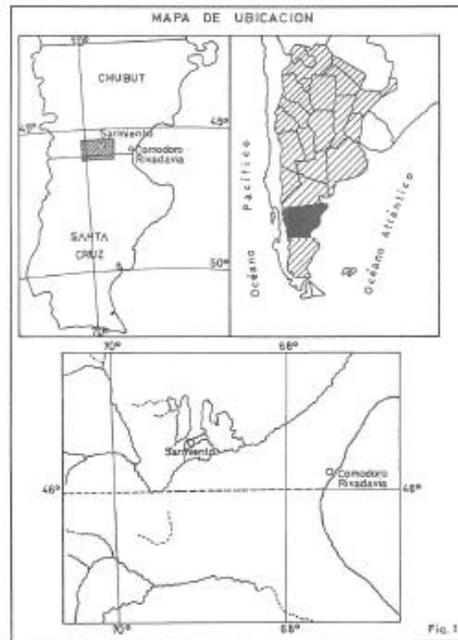
Con fines geotécnicos se efectuaron 28 determinaciones de conductividad hidráulica en la Formación Patagonia (barrancas de margen derecha), mediante el método de Boldyr-Kamenakii; para el aluvión, además de los ensayos tipo Lefranc en los sondeos, se efectuaron dos ensayos por bombeo.

Como antecedentes sobre las aguas subterráneas de la región se conocen breves referencias consignadas en las hojas geológicas del Servicio Geológico Nacional, 48c "Lago Musters" VILELA, (1971); 49a "Lago Blanco", 49b "Paso Río Mayo" y 49c "Sierra San Bernardo", GONZALEZ, (1971-1978).

CLIMA

El tema ha sido tratado con cierta amplitud en diversos trabajos, entre los que cabe citar a la contribución de BARROS, V. (1977).

* AGUA Y ENERGIA ELECTRICA S.E.
** CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS.



los meses de verano, en coincidencia con las menores precipitaciones y mayores temperaturas, se produce la mayor frecuencia e intensidad de los vientos provenientes del oeste, que acentúan aún más la sequedad de la estepa patagónica.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS REGIONALES

Los rasgos morfológicos de escala regional fueron identificados mediante la interpretación de imagen satelital Landsat. La escena, que cubre una superficie aproximada a los 32.400 km², contiene todos los elementos que caracterizan a la Patagonia Extrandina. Este paisaje está compuesto por extensas superficies de relieve mesetiforme, interrumpidas en su continuidad por pocas elevaciones orográficas, cañadones profundos y cuencas centripetas de magnitud variada; comprende una diversidad de geofomas tales como sierras, pedimentos mesetiformes y de flanco, terrazas fluviales, valles y planicies aluviales, relieves de "bad-lands" y otros rasgos menores. (Fig. 2).

Como grandes elementos morfológicos de interés, desde el punto de vista de las aguas subterráneas, se destacan: la Sierra de San Bernardo; las planicies elevadas; el Valle Hermoso y los valles de los ríos Mayo y Senguerr en su tramo medio.

En esta oportunidad se hace una breve referencia al solo afecto de resaltar los aspectos meteorológicos que pueden incidir en la alimentación de los acuíferos.

La estación climatológica más próxima es Colonia Sarmiento, localidad ubicada a la orilla de dos grandes lagos y al pie del flanco oriental de la Sierra de San Bernardo. Allí, naturalmente, las duras condiciones climáticas de la meseta patagónica están algo atenuadas.

El clima es árido con precipitaciones medias anuales inferiores a 150 mm. Algunos registros pluviométricos continuos para periodos muy breves pero en estaciones más representativas del ambiente considerado, dan las siguientes medias anuales: Paso Río Mayo 128 mm; Vuelta del Senguerr 126 mm y Los Monos 122 mm. Cabe señalar que en

La Sierra de San Bernardo, originada por plegamiento de sedimentitas del Cretácico y efusiones basálticas del Plioceno, constituye el elemento orográfico más destacado de la región. Las alturas máximas del sistema no superan los 1.200 m.s.n.m. y se encuentran agrupadas en la parte central, en correspondencia con los principales centros eruptivos.

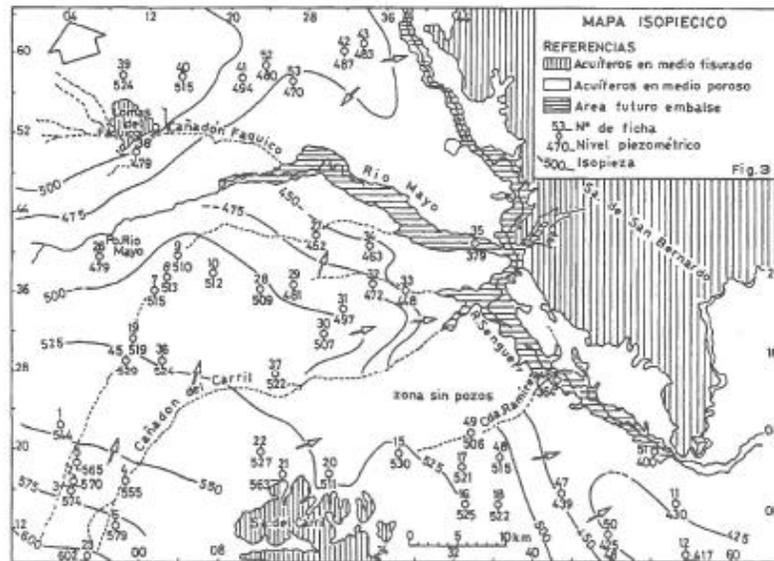
Las planicies elevadas constituyen los elementos morfológicos más conspicuos del paisaje patagónico. Se extienden entre la cordillera y el océano como mesetas escalonadas y presentan en superficie una cubierta pedregosa ("rodados tehuelches"). De acuerdo a su altitud media pueden diferenciarse tres niveles principales: el primer

- **Formación Patagonia (Mioceno).** Entre 200 y 310 m.b.p.; predominantemente areniscas gris verdosas, de granulometría fina, mediana y gruesa, subredondeada, bien seleccionada, con intercalaciones de arcillita en la parte media.
- **Formación Santa Cruz (Mioceno).** Entre 50 y 200 m.b.p. La parte inferior, en contacto con la Formación Patagonia, está compuesta por areniscas y arcillitas muy semejantes a las de la precedente. El resto de la unidad tiene una potencia entre 700 y 800 metros, está integrada por tobas y tufitas con intercalación de bancos conglomerádicos lenticulares.
- **Rodados Tehuelches (Pleistoceno).** Desde superficie hasta 50 m.b.p.; cubren vastas superficies de la Patagonia Extraandina a diferentes niveles topográficos, son de origen fluvial y fluviglaciar. Su constitución petrográfica y granulométrica es muy heterogénea y suelen estar cementados. En el área de estudio los espesores varían entre 5 y 50 metros.
- **Aluviones Modernos (Holoceno).** los depósitos aluviales aterrazados que ocupan los valles actuales son de poca potencia (en el cierre Los Monos unos 12 metros de máximo) están compuestos por gravas y arenas limpias cubiertas por una capa de 1 a 2 metros de limos.

AGUAS SUBTERRÁNEAS

En la región abarcada por el estudio se han diferenciado dos grandes ambientes hidrogeológicos, uno con predominio de acuíferos en medio fisurado y otro de acuíferos en medio poroso (Fig. 3).

Para el primer caso, el área más representativa es al Sierra de San Bernardo. Allí, las aguas meteoricas se infiltran en los basaltos, tobas y areniscas, a través de las diaclasas y escurren subterráneamente por cortos recorridos para volver a la superficie en forma de manantiales o descargar a través de pequeños aluviones en arroyos y bajos



interrranos. Los manantiales, algunos permanentes y otros temporarios, pero siempre de bajo rendimiento, constituyen las fuentes que abastecen a los pocos habitantes y al ganado que vive en las sierras.

En los valles de los ríos Senguerr y Mayo, el aluvión conforma un medio acuífero continuo de pocos metros de espesor, integrado por sedimentos de mediana a alta permeabilidad. La conductividad hidráulica determinada en sondeos mediante unos 100 ensayos de tipo Lefranc dan valores entre 10^4 y 10^3 cm/seg en los primeros cuatro metros y entre 10^2 y 10^1 cm/seg en la parte inferior con grava y arena gruesa. Por ensayos de bombeo el parámetro varía entre 2×10^7 y $2,5 \times 10^3$ cm/seg.

El agua que escurre por el subálveo proviene en parte de las fuentes alóctonas que alimentan a los cursos y en parte de los aportes subterráneos laterales desde las "pampas" y sierras.

En las planicies elevadas y en el Valle Hermoso, el agua para abastecimiento humano y animal se extrae de pozos excavados, mediante molinos de viento y bombeadores de mano. Por lo general están localizados en las partes más bajas del relieve topográfico y tienen profundidades que varían entre 2 y 50 metros.

La capa acuífera está en rodados tehuelches parcialmente cementados por carbonato de calcio y en los términos superiores de las formaciones Santa Cruz y Patagonia.

Determinaciones de conductividad hidráulica en rodados tehuelches dieron valores entre 10^4 y 10^3 cm/seg. En la Formación Patagonia, las areniscas ensayadas presentan diversos grados de consolidación que varían entre totalmente sueltas hasta bien compactas, predominando en el conjunto el estado de medianamente a bien consolidado. El valor medio del parámetro está en el orden de 5×10^3 cm/seg con extremos de $8,9 \times 10^3$ cm/seg para las areniscas sueltas y $5,5 \times 10^4$ cm/seg para las bien consolidadas. Estos valores, si bien deben considerarse como orientativos se corresponden con los modestos caudales extraíbles.

Las profundidades hasta el agua oscilan entre extremos de 1 metro hasta unos 45 metros, en las partes más bajas de los cañadones y en la meseta, respectivamente. La columna de agua varía considerablemente de un lugar a otro y según la época del año, ya que hacia el invierno tienden a elevarse. Como puede observarse en la Fig. 3, las isoplezas descienden acompañando a la topografía desde cotas superiores a 600 metros en el extremo suroccidental y de más de 500 metros

en el sector noroeste, hasta el valle de los ríos, constituyendo éstos la zona principal de descarga subterránea. En el sector sureste de la carta se evidencia que parte del escurrimiento subterráneo proveniente de la Sierra del Carril y de la pampa María Santísima, se orienta hacia el Valle Hermoso.

Las escasas lluvias invernales no son suficientes como para reponer la humedad del suelo y aportar al acuífero.

Hay evidencias de procedencia alóctona, en especial a través de los grandes cañadones que vienen desde el pié cordillerano, donde las precipitaciones son mayores. Si bien no se dispone de información suficiente sobre las características hidrogeológicas del subsuelo de las planicies a mayor profundidad, es posible la existencia de niveles productivos potables en algunos lugares, como ocurre en el aeropuerto de Paso Río Mayo. Allí el abastecimiento de agua se obtiene mediante una perforación que alcanzó la profundidad de 405 metros; en ella se localizaron 3 capas acuíferas. La más importante se encuentra a la profundidad de 127 metros (cota 417) y se explota con una electrobomba sumergible con capacidad para 10.000 litros por hora. El agua asciende hasta 65 metros por debajo de la superficie y tiene un nivel piezométrico de 479 metros; aproximadamente a la misma cota, en la barda de margen derecha frente a la localidad Paso Río Mayo, se capta un importante manantial que abastece de agua potable a esa población.

En general, exceptuando unos pocos casos con dureza algo elevada según las normas o en el límite de tolerancia en sulfatos, las aguas subterráneas de la región son de moderada a baja salinidad y químicamente aptas para consumo humano, en lo que concierne a macrocomponentes. (Tabla 1).

De acuerdo a la constitución de la rama aniónica, estas aguas se agrupan mayoritariamente en dos grandes familias: bicarbonatadas cloruradas con casi el 60% y bicarbonatadas sulfatadas.

Según la rama catiónica, el 80% son sodico-calcicas y el 20% calcico-sódicas.

Cabe señalar que el ión bicarbonato prevalece netamente sobre los demás componentes, encontrándose en porcentajes que varían entre el 44 y 85%, con una media de 62%. Si bien el número de análisis no es suficiente como para ser concluyente, la distribución espacial muestra un predominio de las aguas con mayor proporción de cloruro que de sulfato en los cañadones e inversamente en los pozos u bicados en zonas intermedias de las mesetas.

TABLA N°1 Análisis químicos de aguas subterráneas

Ptcha	Cond	R.S	CO ₂	CO ₃ l	SO ₄	Cl	NO ₃	Ca	Mg	Na	K	pH	T°C	Alc	Dta	C.S.R.	R.A.S.	Clasif.
2	450	404	0	206,2	15,0	21,3	3,0	49,6	15,0	3,5	4,0	7,90	10,9	270	180	0,40	3,09	C ₂ S ₁
5	438	272	0	219,8	20,0	17,7	3,0	23,2	8,2	89,0	8,0	7,37	10,3	180	84	1,92	1,98	C ₂ S ₁
7	780	688	0	414,8	40,0	30,0	7,0	36,0	16,7	92,0	8,0	7,89	12,3	350	210	1,40	1,81	C ₂ S ₁
9	770	694	0	390,4	60,0	68,7	6,0	64,4	16,8	103,5	8,0	8,09	13,0	320	206	1,25	2,22	C ₂ S ₁
10	528	400	0	244,0	45,0	38,5	4,0	60,8	13,3	88,0	3,0	8,09	11,6	200	160	0,80	1,60	C ₂ S ₁
11	780	704	24	292,8	100,0	71,0	8,0	21,4	5,2	122,4	4,0	8,20	16,0	350	78	3,48	3,59	C ₂ S ₁
12	540	454	0	244,0	36,0	38,0	5,0	14,4	5,3	103,5	7,0	7,99	16,0	200	98	2,84	1,18	C ₂ S ₁
14	540	508	48	195,2	60,0	53,7	3,0	28,4	7,2	103,5	4,0	8,27	14,0	180	96	2,08	2,25	C ₂ S ₁
15	534	472	0	236,2	60,0	37,0	3,0	28,4	12,0	88,0	6,0	8,14	13,0	210	104	1,12	1,72	C ₂ S ₁
16	780	640	0	244,0	140,0	71,0	3,0	80,0	22,4	88,0	10,0	7,78	10,9	200	294	1,88	1,74	C ₂ S ₁
17	210	184	0	108,8	18,0	20,6	1,0	22,2	3,4	24,0	3,0	8,01	14,0	90	98	0,26	0,84	C ₂ S ₁
18	390	346	0	195,7	30,0	24,8	3,0	38,7	16,8	34,5	3,0	7,99	10,5	180	180	0	0,84	C ₂ S ₁
19	600	538	0	317,2	30,0	28,4	4,0	25,6	11,0	103,5	8,0	7,44	13,0	280	110	3,00	3,03	C ₂ S ₁
20	490	430	0	195,7	60,0	44,1	4,0	28,8	8,8	80,5	3,0	7,88	12,0	180	112	0,98	2,24	C ₂ S ₁
22	430	372	0	170,8	30,0	33,0	3,0	22,2	10,3	88,0	4,0	8,01	12,0	140	100	0,80	2,12	C ₂ S ₁
23	680	564	0	361,8	30,0	49,7	7,0	34,4	13,8	103,5	8,0	8,12	10,5	280	144	2,72	1,85	C ₂ S ₁
24	390	338	0	219,5	15,0	10,6	7,0	19,2	12,2	25,4	5,0	7,99	13,0	180	140	0,80	0,89	C ₂ S ₁
25	284	238	0	148,4	10,0	7,1	1,0	31,7	10,3	11,8	3,0	7,88	10,0	110	120	0	0,31	C ₂ S ₁
26	498	432	0	195,2	60,0	38,0	8,0	31,2	VEST	115,0	7,0	8,00	23,0	180	10	3,04	12,90	C ₂ S ₁
27	430	388	0	183,0	60,0	28,4	2,0	28,4	12,0	89,0	4,0	8,12	13,0	180	118	0,88	1,87	C ₂ S ₁
28	504	480	0	219,8	75,0	31,8	7,0	41,0	19,2	57,3	3,0	8,17	13,0	180	184	0,08	1,80	C ₂ S ₁
29	578	492	0	237,8	85,0	38,5	3,0	42,0	12,0	80,5	4,0	7,97	13,0	180	80	0,80	2,02	C ₂ S ₁
30	384	330	0	172,0	60,0	42,8	8,0	30,4	12,0	46,0	4,0	8,14	13,0	100	130	0,60	1,24	C ₂ S ₁
31	372	330	0	170,8	30,0	31,9	3,0	33,8	13,4	34,4	4,8	7,49	11,0	140	140	0	0,80	C ₂ S ₁
37	648	560	0	352,7	70,0	49,2	7,0	31,0	13,8	80,5	3,0	7,83	13,0	180	184	0,88	3,15	C ₂ S ₁
33	488	400	0	195,8	60,0	41,8	3,0	30,4	10,6	68,0	4,0	7,89	12,0	140	120	0,40	1,98	C ₂ S ₁
34	582	512	0	219,8	90,0	48,7	3,0	37,2	8,6	103,5	5,5	8,04	12,0	180	104	1,52	1,12	C ₂ S ₁
35	492	460	0	219,8	70,0	35,9	7,0	38,4	12,8	89,0	5,0	7,84	14,0	180	150	0,80	1,75	C ₂ S ₁
36	438	420	0	244,0	40,0	31,3	6,0	31,7	12,8	95,4	7,5	7,83	13,0	180	150	1,00	1,02	C ₂ S ₁
38	360	340	0	207,4	25,0	14,2	2,0	28,8	10,8	44,0	4,8	7,88	13,0	178	118	1,08	1,31	C ₂ S ₁
40	480	438	7,2	183,0	70,0	38,0	7,0	44,8	8,8	87,3	8,0	8,43	17,0	180	148	1,24	1,45	C ₂ S ₁
41	890	648	0	185,2	120,0	80,3	4,0	46,0	14,8	88,5	7,0	7,92	12,0	180	280	0,80	1,78	C ₂ S ₁
42	1.140	912	4,8	331,8	300,0	136,8	18,0	84,4	27,4	172,8	16,0	8,80	21,5	310	280	2,40	2,83	C ₂ S ₁
44	456	400	0	219,8	75,0	39,0	3,0	44,8	12,8	48,0	3,0	8,09	11,0	180	184	0,22	1,10	C ₂ S ₁
45	980	878	7,2	429,2	60,0	49,2	10,0	38,8	11,8	186,5	7,0	8,37	11,0	380	130	6,00	2,62	C ₂ S ₁
46	1.200	1.080	4,8	429,2	170,0	120,7	8,0	25,6	17,7	216,0	12,0	8,17	16,0	210	94	2,48	3,85	C ₂ S ₁
47	428	418	0	244,0	30,0	31,8	3,0	28,8	8,8	89,0	4,0	8,21	16,0	208	118	1,80	2,00	C ₂ S ₁
48	438	404	0	195,2	60,0	28,4	7,0	28,8	9,1	89,0	3,0	8,21	16,0	180	110	1,00	2,02	C ₂ S ₁
49	552	498	0	195,2	75,0	52,8	3,0	26,0	4,8	115,0	10,0	8,03	12,0	180	80	1,80	1,95	C ₂ S ₁
50	130	120	0	61,0	15,0	7,1	1,0	16,0	2,4	11,8	3,0	7,93	16,0	90	80	0	0,80	C ₂ S ₁
51	800	378	0	144,0	0,0	0,3	7,0	89,0	0,8	128,0	8,0	8,67	---	280	80	3,20	5,71	C ₂ S ₁
BLM 2	318	284	0	122,0	25,0	25,3	7,0	4,8	1,4	69,0	3,0	7,51	---	100	18	---	---	---
S.O.S. 2	306	278	0	168,4	15,0	28,6	1,0	28,8	8,8	36,5	3,0	8,98	---	100	100	---	---	---

CONSIDERACIONES FINALES

La conclusión más importante para la ingeniería del Proyecto fue determinar que la formación del embalse no alteraría la hidrología subterránea de las áreas periféricas ni se producirían filtraciones que afectarían a la estanqueidad del vaso.

Desde el punto de vista regional este estudio, en cierto modo expeditivo, ha permitido comprobar que la región a pesar de su acentuada aridez, posee un valioso recurso hídrico subterráneo en gran medida desconocido, que merece investigarse con mayor detalle.

Se recomienda que futuros estudios geohidrológicos contemplen la realización de determinaciones isotópicas ambientales. Estas seguramente aportarán importante información sobre la procedencia del agua subterránea; además los análisis hidroquímicos deberán incluir a oligoelementos, en especial fluor, dado existen indicios de zonas con concentraciones algo elevadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARROS, V. 1977. - Informe climatológico sobre el sudeste de la Provincia del Chubut. IDIA. Suplemento Nro.35 CAPERAS/INTA. Ba. Altes.

FILI, M.F. 1986. - Hidrogeología. En Informe Geológico del Proyecto "Los Monos". Etapa de Prefactibilidad Técnica. Agua y Energía Eléctrica S.E.

FILI, M. F. 1990. Las Aguas Subterráneas de los ríos Mayo y Senguer (Provincias de Chubut y Santa Cruz, Argentina); XIV Congreso Nacional del Agua. Memorias. Tomo I: 403-417. Córdoba, Argentina.

GONZALEZ, R.L. 1971. - Descripción Geológica de la Hoja 49c, "Sierra San Bernardo" (Peña de Chubut). Bol. Nro. 112. Dir. Nat. Geología y Minería. Buenos Aires.

GONZALEZ, R.L. 1978. - Descripción Geológica de las Hojas 49a, "Lago Blanco" y 45b "Paso Río Mayo" (Peña de Chubut). Vol. Nro. 154-155. Servicio Geológico Nacional.

VILELA, C.R. 1971. - Descripción Geológica de la Hoja 48c, "Lago Mustera". Bol. Nro. 113. Dir. Nat. Geología y Minería. Buenos Aires.