

FALLAS Y CUENCAS DE AGUA SUBTERRÁNEA AL ESTE DE LA PRECORDILLERA ORIENTAL EN EL SUR SANJUANINO

Juvenal Zambrano*, Juan Victoria, Juan Carlos DiChiacchio****

* Universidad Nacional de San Juan

Av. José I. de la Roza 391 Este. C.P. 5400. San Juan. Argentina. Tel. 0264-4234129

** Instituto Nacional del Agua. Centro Regional de Agua Subterránea (I.N.A-C.R.A.S)

Av. J.I. de la Roza 125 Este. 3º Piso. C.P. 5400. San Juan. Argentina. Tel. 4225388. e-mail: cras@ina.gov.ar

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el sur de la provincia de San Juan, en un sector pedemontano entre la Precordillera Oriental y el Cerro Valdivia, perteneciente a las Sierras Pampeanas Occidentales. El área estudiada se extiende entre los paralelos 31° 50' y 32° de latitud sur.

En esta zona se encuentran acuíferos utilizables para uso humano e irrigación, dentro de sedimentos cuaternarios permeables, que yacen casi siempre sobre sedimentitas terciarias impermeables, o con intercalaciones permeables saturadas con agua salinizada.

En el sector precordillerano contiguo a la zona se observan fallas con rumbo NNE-SSO, paralelas a los cordones montañosos y fallas transversales al sistema anterior, orientadas ONO a ESE. Las primeras son inversas y las segundas normales.

El Cerro Valdivia, limitado al oeste por una falla con rumbo aproximado N-S, forma un bloque inclinado al este.

Este estilo estructural se extiende al subsuelo, como lo revelan numerosos sondeos eléctricos verticales, algunos apoyados por perforaciones, que muestran la presencia de bloques hundidos separados por otros elevados.

Las fallas que los limitan, que afectan también al sustrato terciario, son probablemente permotriásicas, reactivadas por el tectonismo andino.

En los bloques hundidos se han formado cuencas de agua subterránea, la principal de las cuales se denomina cuenca de Los Berros, de unos 14 kilómetros de largo por 3 a 4 de ancho, y eje orientado de NNE a SSO.

Estas cuencas están recargadas por agua proveniente de la Precordillera, conducida por ríos temporarios o permanentes, como los de La Flecha, del Agua y Acequión.

GENERALIDADES

El presente trabajo se realizó en un área que se extiende entre las longitudes 68° 30' y 68° 42' oeste y las latitudes 31° 50' y 32° Sur. Casi toda su extensión se encuentra en el piedemonte oriental de la Sierra Chica de Zonda (cordón de L a Flecha). Aparte de este cordón, con cumbres de 1400 a 1900 metros de altitud en el área, se encuentra el cerro Pedernal de los Berros, que se eleva a poco más de 1000 metros sobre el nivel del mar.

El área se encuentra, por lo tanto, casi totalmente ubicada en la provincia geológica Precordillera Oriental (Ortiz y Zambrano, 1981), salvo en el sector ubicado al este de la falla Valdivia (**Figura 1**) que pertenece a las Sierras Pampeanas Occidentales.

Los sedimentos cuaternarios existentes en la misma pertenecen al abanico aluvial del río de La Flecha y, al sur de la ruta que une Cañada Honda con Los Berros, a una parte del abanico aluvial del río del Agua (Figura 1). Esta cubierta cuaternaria está interrumpida por afloramientos de terrenos más antiguos, de edades cambro-ordovícica, permo-carbonífera y terciaria.

El principal objetivo del presente trabajo es demostrar que, a consecuencia de procesos tectónicos, principalmente fallamiento, se han formado, en la zona pedemontana, cuencas de agua subterránea separadas de la de Tulum.

ESTRATIGRAFÍA

En lo concerniente a estudios hidrogeológicos, las unidades estratigráficas conocidas en la zona pueden agruparse en: 1. Depósitos portadores de acuíferos utilizables que, en el área estudiada, se restringen a sedimentos de edad cuaternaria. 2. Basamento conductivo, integrado por rocas sedimentarias de edad terciaria; cuya baja resistividad está causada por la presencia de material salino en ellas. 3. Basamento resistivo, formado por rocas metamórficas en el cerro Valdivia, y por rocas paleozoicas en los cordones precordilleranos y en afloramientos aislados en la zona pedemontana. Ambos basamentos tienen permeabilidades muy bajas o son prácticamente impermeables. Casi siempre contienen escasa agua salinizada. Las rocas del basamento resistivo tienen porosidades muy bajas, pero localmente agua en fracturas o, en el caso de las calizas paleozoicas, también en oquedades, por desarrollo local de fenómenos cársticos.

Se reseñan a continuación las características litológicas más importantes de estas tres unidades hidrogeológicas (**Figuras 1, 2, 3 y 4**).

Basamento resistivo

Esta unidad hidrogeológica comprende los siguientes terrenos:

Rocas metamórficas del cerro Valdivia (Unidad PC): aquí predominan esquistos micáceos, en parte granatíferos, y esquistos cuarzo-micáceos, anfibólicos o cloríticos. También se encuentran anfibolitas, venas cuarzosas y pegmatoides. Localmente se mencionan migmatitas. El conjunto está intruido por diques pegmatíticos y aplíticos (Castro de Machuca, 1990).

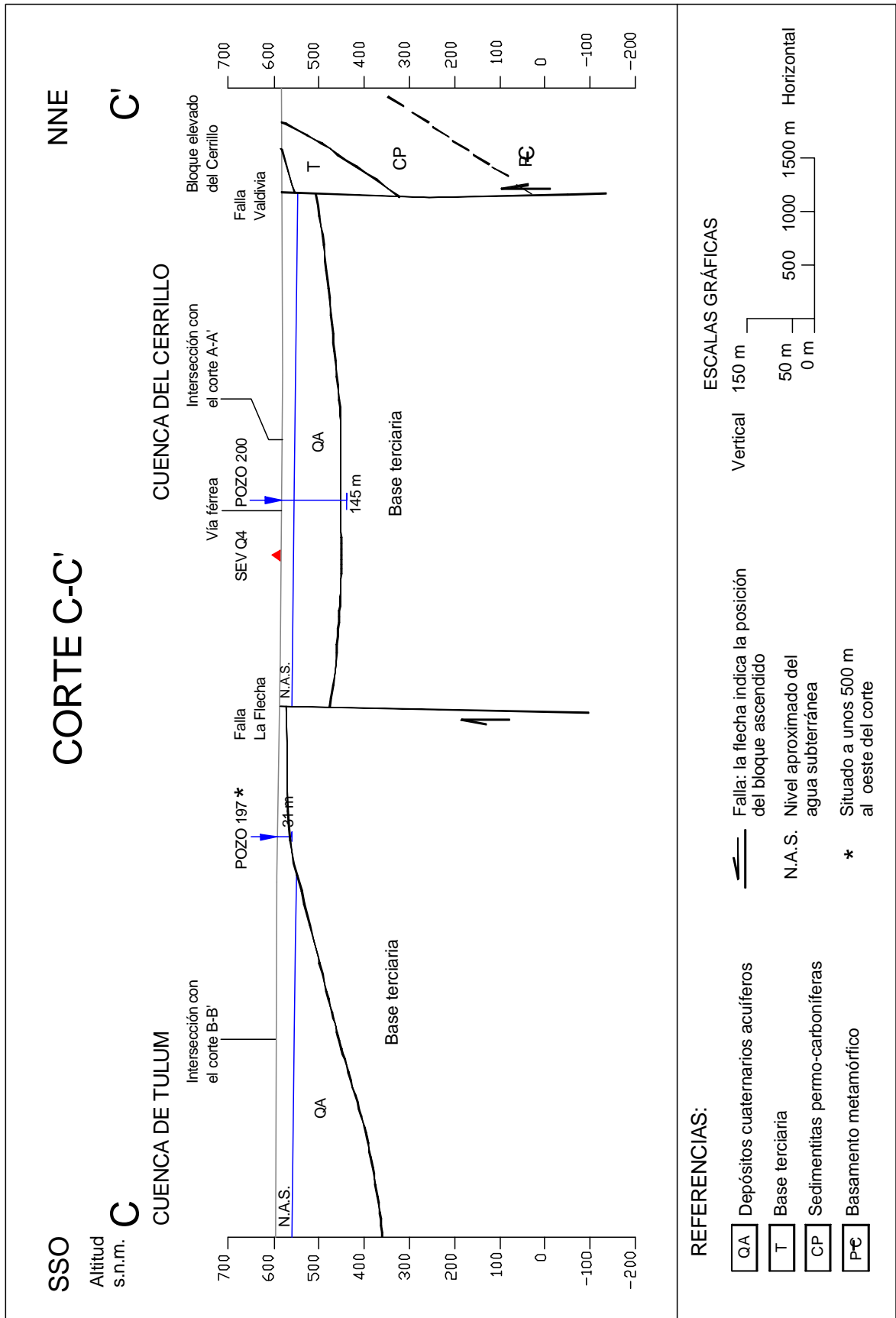


Figura 4. Corte C-C'

Calizas cámbricas y ordovícicas (Unidad CO): en esta unidad se han agrupado cuatro formaciones integradas por calizas grises, negruzcas o amarillentas, frecuentemente con nódulos de pedernal, en parte dolomíticas; en los estratos más antiguos se observan además intercalaciones de margas, lutitas y areniscas cuarzosas, aparte de dolomitas. Estas rocas están falladas y diaclasadas, además de presentar, como se dijo más arriba, formación local de oquedades. En estos espacios porales secundarios se ha acumulado agua que, en algunos lugares se descarga formando vertientes en las que se han determinado conductividades entre 1000 y 4000 microsiemens/cm (Bordonaro, 1990; Rodríguez *et al*, 2000). El espesor de esta unidad se estima en 1000 metros en el área.

Formación Rinconada (Unidad SD): integrada por areniscas finas verdes y lutitas verdosas oscuras o negruzcas. Presentan grandes bloques de calizas, a veces de dimensiones kilométricas (olistolitos). Su espesor, en la zona, se estima en unos 1300 metros (Vaca, 1977). Son rocas prácticamente impermeables. Por su contenido fosilíferos se asigna edad silúrica o siluro-devónica a estas rocas.

Formación Cruz de Caña (Unidad CP): en la parte inferior aflorante se presentan lutitas verdosas, negruzcas o amarillentas, físciles. Por encima yacen bancos de areniscas verdosas o amarillentas, cuarzosas o feldespáticas, en cuyo techo se encuentra un intervalo de conglomerados grises o verdosos con intercalaciones de lutitas negras. Los estratos más altos de esta unidad son areniscas o conglomerados rojos o violáceos (Vaca, 1977). Su espesor aflorante se estima en 400 metros. Son rocas consolidadas que prácticamente no conservan porosidad primaria, circunstancia que explica su alta resistividad. Su edad, por correlaciones regionales es carbonífera a pérmica inferior.

Basamento conductivo (Unidad T)

Comprende rocas sedimentarias de edad terciaria superior. En la zona estudiada, a su base se observa un intervalo de conglomerados poligénicos (con clastos de calizas, areniscas y lutitas paleozoicas y cuarzo) con una matriz limoarcillosa o finamente arenosa rojiza. Por encima yacen capas limoarcillosas o arcillosas, en parte tobáceas, rojizas, rosadas o parduscas, con intercalaciones de areniscas finas, generalmente grises o pardas, en parte cementadas por material yesoso o calcáreo. Son terrenos de baja permeabilidad pero los intervalos arenosos contienen agua salada en cantidad escasa.

Estos terrenos conductivos tienen, en afloramientos, espesores estimados en unos 400 metros (Vaca, 1977). El espesor total se desconoce dentro del área, pero cerca del límite oriental de ésta, en el pozo de exploración petrolera Media Agua 1, pueden estimarse no menos de 1450 metros de estos depósitos terciarios.

No se han hallado, en la zona, afloramientos de la unidad terciaria más joven: los conglomerados conocidos como Formación Mogna. Sin embargo, su presencia es posible en algunos pozos, como lo sugieren algunas características litológicas de las muestras. Esta unidad tiene permeabilidad baja y suele contener agua salobre, generalmente con caudales bajos.

Depósitos portadores de acuíferos utilizables

En la parte proximal y media de los abanicos aluviales de los ríos de La Flecha y del Agua, estos sedimentos consisten en gravas y gravas finas, con clastos provenientes de las formaciones paleozoicas de la Precordillera (calizas, areniscas cuarzosas o líticas, lutitas o cuarzo) y sustancia intersticial arenosa. Son depósitos muy permeables que sirven de vías de conducción de agua, donde tienen poco espesor. Pero en las cuencas de Los Berros y del Cerrillo, donde la base de estos terrenos se encuentra por debajo del nivel de agua subterránea, se han formado acuíferos explotables (Figuras 2 y 3).

En la zona pedemontana distal, cuya transición con la anterior puede ubicarse alrededor de la cota 625 metros s.n.m., a unos 4 km al oeste de Cañada Honda, predominan en la superficie areniscas grises, finas a medianas, con material limoarcilloso gris claro y con material salino en algunos intervalos. En el subsuelo presentan intercalaciones de arenas gruesas, gravas y gravas finas, en bancos con espesores entre algunos decímetros y cuatro metros. La proporción de gravas tiende a aumentar con la profundidad. Estos depósitos se extienden, hacia el este, en la cuenca de agua subterránea de Tulum. Contienen por lo tanto, los principales acuíferos de la zona estudiada. Su espesor, aumenta desde menos de 100 metros y, hacia el este, puede sobrepasar los 600 metros (Figuras 1, 2 y 3)(Rocca, 1970).

ESTRUCTURA

Las estructuras predominantes son fallas con características similares a las observadas en las cadenas montañosas de la Precordillera Oriental. Son inversas, en su mayor parte con rumbo NNE-SSO, paralelo a las observadas en las sierras, y el bloque hundido al oeste. Menos frecuentes son fallas orientadas de norte a sur, como la que limita, al oeste, al cerro Valdivia, también con bloque hundido al oeste. También se observan fallas con rumbo NNO-SSE, como las dos existentes al norte de Los Berros.

Tanto en los afloramientos montañosos como en el piedemonte, las fallas detectadas se extienden de 5 a 12 km a lo largo de su rumbo (Figura 1).

Transversalmente a estas estructuras se encuentran dos importantes fallas con rumbo ONO-ESE: la de La Flecha, observable a lo largo de unos 20 km, en superficie y en subsuelo: se caracteriza por tener desplazamiento de rumbo (Figura 1). En la quebrada de La Flecha, dicho desplazamiento es de casi 1 km (Bordonaro, 1983) pero en subsuelo, puede ser mayor, según datos de perforaciones y resultados de sondeos geoelectricos. El bloque norte, según información recopilada, se ha desplazado hacia el este.

Otra falla de similares características es la del río del Agua, fuera del área estudiada: no está determinada su prolongación en el subsuelo.

La determinación de las fallas en el subsuelo se ha basado, principalmente sobre variaciones del espesor de la cubierta cuaternaria en distancias cortas, detectadas en perforaciones o por sondeos eléctricos (Figuras 2, 3 y 4). Algunas llegan a la superficie como la situadas a unos 2 km al oeste de Cañada Honda, fácilmente observables también en fotografías aéreas e imágenes satelitales.

El espesor de la cubierta cuaternaria en los bloques hundidos llega a unos 160 metros en la cuenca del Cerrillo y sobrepasa un poco los 200 en la de Los Berros. Ambas cuencas de agua subterránea deben su origen a estar el techo del basamento conductivo por debajo del nivel freático (Figuras 2, 3 y 4). La última cuenca, separada de la de Tulum por un pilar tectónico, se extiende al suroeste del área más al sur de Guanacache: probablemente abarca una superficie, por lo menos, de 4000 hectáreas al no estar bien definido su límite sur. Por su parte, la cuenca del Cerrillo abarca una superficie de 1200 hectáreas.

En la zona pedemontana, además de las fallas, se observan pliegues que afectan a los depósitos paleozoicos y terciarios (Vaca, 1977) con rumbos paralelos o subparalelos a los de las fallas a que están asociados. Sus flancos, especialmente en los terrenos permocarboníferos, están inclinados casi siempre entre 30 y 45 grados. Al oeste del cerro Valdivia los terrenos terciarios se encuentran suavemente plegados, con inclinaciones en los flancos del orden de los 10 grados y rumbo de sus ejes próximo al norte-sur.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las cuencas de agua subterránea existentes en la zona pedemontana proximal y media de la Precordillera Oriental en el sur sanjuanino se han formado a consecuencia del fallamiento que afectó dicha zona al formarse bloques hundidos similares a pequeñas fosas tectónicas. Es altamente probable encontrar este tipo de estructura fuera de la zona estudiada, también con formación de cuencas locales de agua subterránea, independientes de la de Tulum. Por lo tanto, se recomienda extender estos estudios de fallas, que podrían conducir al hallazgo de otras cuencas como las de Los Berros y del Cerrillo y, de esta manera, extender el área cultivada en la provincia.

BIBLIOGRAFÍA

- Bordonaro, O. I.** (1983) *El Cámbrico de la sierra Chica de Zonda, San Juan. Tesis de doctorado en Ciencias Geológicas.* Inédita. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.
- Castro de Machuca, B.** (1990) “*El basamento precámbrico de la provincia de San Juan*”. Relatorio de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan. Editor O. I. Bordonaro. XI Congreso Geológico Argentino. 1990. pp. 2-16. San Juan. Argentina.
- Ortiz, A. Y; Zambrano, J.J.** (1981) “*La provincia geológica Precordillera Oriental*”. VIII Congreso Geológico Argentino. San Luis, setiembre 1981. T. III, pp. 59-74. Buenos Aires. Argentina.
- Rocca, J. A.** (1970) *Geología de los valles de Tulum y Ullum-Zonda.* De Agua Subterránea. Serie Técnica. Informe P-0361. San Juan. Argentina.
- Rodríguez, J. A.; O. A. Damiani; C. Wetten; C.A.J. Torres** (2000) *Guía de campo expeditiva. Excursiones geológicas a las Unidades calcáreas de la Precordillera SanJuanina.* Primeras Jornadas sobre Agua Subterránea en Rocas Calcáreas (Karst). Investigación, Conservación y Aplicación al Desarrollo Económico y Minero del Oeste Sanjuanino, marzo 2000. San Juan. Argentina.
- Vaca, A.** (1977) *Contribución al conocimiento geológico del área Cordón de la Flecha-Cerro Valdivia, Provincia de San Juan.* Trabajo Final de Licenciatura. Inédito. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.