

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL CONO ALUVIAL  
DEL RIO SAN IGNACIO - PROVINCIA DE TUCUMAN (R.A.)

A. Tineo, C. Falcón y J. García

Facultad de Ciencias Naturales e Inst. Miguel Lillo  
Universidad Nacional de Tucumán  
Miguel Lillo 205 C.P. 4000 San Miguel de Tucumán  
República Argentina

RESUMEN

El Río San Ignacio es el colector principal de una gran cuenca imbrífera que cubre alrededor de 240 Km<sup>2</sup> en el extremo Sudoeste de la Provincia de Tucumán. En su desembocadura en el área de llanura formó un gran cono aluvial, en una superficie del orden de los 190 Km<sup>2</sup>. En base a relevamientos geológicos, interpretación geomorfológica de imágenes satelitarias y fotografías aéreas, así como también del análisis de una serie de perforaciones existentes, se ha logrado definir el desarrollo del cono en el subsuelo, determinando en el mismo importantes reservas en sus acuíferos profundos. Dado el importante desarrollo agrícola de la zona, sumado al desarrollo ganadero y atendiendo a la irregularidad de las precipitaciones que alcanzan los 900 mm anuales en la alta cuenca, se propone la explotación de los recursos hídricos subterráneos en base a un modelo de ambiente hidrogeológico diferenciado dentro de la gran llanura donde se inserta.

PALABRAS CLAVES

Hidrogeología - Cono Aluvial - Semiáridas - Tucumán.

INTRODUCCION

El área de trabajo está ubicada al sudoeste de la provincia de Tucumán, en el centro Norte de la República Argentina (Ver Figura N°1). Al oeste se extiende la culminación austral del Sistema del Aconquija, constituido por la porción sur del Cerro Quico y la Cumbre de Los Llanos. Las mayores alturas alcanzan los 2000 m.s.n.m. Al oeste se desarrolla el piedemonte constituido por sedimentitas terciarias con cobertura cuaternaria que constituyen lomadas, las que se adosan a las sierras por medio de fallas. Son importantes de destacar las lomadas de La Calera, Marapa y Yánimas, cuyas altitudes no superan los 450-500 m.s.n.m. Por último la llanura donde se desarrollan una serie de geoformas: glaciés, terrazas fluviales, depósitos de llanura de inundación y conos aluviales, de los que nos ocupa el del río San Ignacio. El desarrollo del cono San Ignacio tiene lugar en una zona agrícola altamente productiva del sudeste de la llanura tucumana. Las necesidades de agua para la agricultura están previstas fundamentalmente a través de canales de riego derivados del Embalse de Escaba y del Dique Los Pizarros, los que se encuentran en mal estado de conservación. La zona cuenta con caminos principales y secundarios que permiten un fácil acceso y que facilitan las observaciones de campo.

Hidrología

El río San Ignacio nace en la Cumbre de Los Pinos, al sur del Cerro Quico, con el nombre de río Balcozna; bordea las estribaciones septentrionales de Cumbre de Los Llanos y a la altura de la localidad de Barda Negra recibe el nombre de San Ignacio.

Este río recorre el piedemonte donde pierde su energía, transformándose en un río divagante y desarrolla un importante cono aluvial, en épocas de crecidas, desembocando su cauce en el Río Marapa, colector principal de la zona. La cuenca imbrífera tiene una superficie de 238 Km<sup>2</sup>, con un aporte anual de 20,753 Hm<sup>3</sup>. Su recorrido es de 39 Km. y un desnivel de 1100 m desde la zona de la cuenca alta hasta su desembocadura en la zona de llanura por debajo de los 400 m.s.n.m.

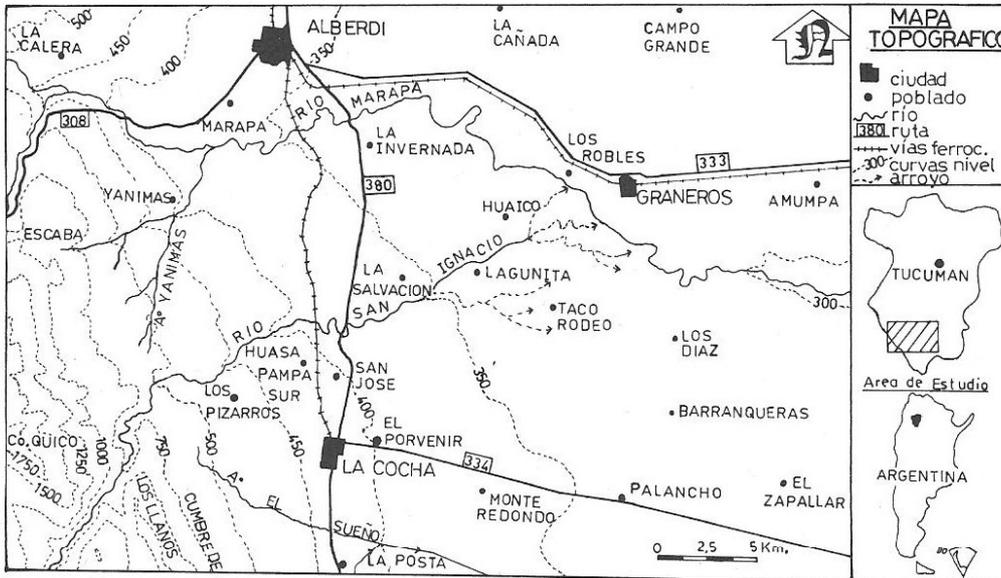


Fig. n°1: Mapa Topográfico del Cono Aluvial del Río San Ignacio

Las precipitaciones en el borde occidental de la alta cuenca superan los 900 mm. anuales determinando un exceso de agua durante los meses de Enero, Febrero y Marzo. (Minetti J.L., 1973). Se observa un régimen de marcada estacionalidad en las precipitaciones, originando un período húmedo en los meses de verano y un período húmedo en los meses de verano y un período seco en los meses de invierno. De la elaboración de datos aportados por las estaciones meteorológicas, se ha podido establecer la presencia de dos tipos climáticos en la zona, según la clasificación de Köppen. (Bruckman, E.T. 1978) La primera con clima Cwah se extiende desde la zona serrana hasta el este de la Ruta Nacional N°380. Se caracteriza por ser un clima templado moderado lluvioso, de invierno seco no riguroso y lluvias periódicas.

La segunda zona presenta un clima BShwa y se ubica desde el este de la Ruta Nacional N°380 hasta la Ruta Provincial N°157, fuera de nuestra área de estudio. Es un clima seco de estepa de vegetación xerófila, caliente con temperatura media anual superior a los 18°C., la lluvia es periódica y el invierno es seco. En cuanto a las precipitaciones varían de 700 mm. anuales con seis meses de escasas precipitaciones, en la llanura oriental a más de 900 mm. anuales con menos de cinco meses con escasas precipitaciones, en el faldeo oriental de la Sierra de Aconquija.

#### GEOLOGIA

La secuencia estratigráfica de la zona se inicia en el Basamento Cristalino de edad Precámbrico-Paleozoico inferior (Aceñolaza y Durán, 1973), constituido por metamorfitas de mediano a alto grado metamórfico, intensamente inyectadas en determinados sectores e instruidas por cuernos ácidos de medianas dimensiones (Ver Figura N°2). También forma parte del Basamento Cristalino el cuerpo granítico de dimensiones batolíticas que constituye la litología dominante del sector sur del Cerro Quico, que presenta continuidad hacia la Cumbre de Los Llanos y se lo denominó granito San Ignacio- Los Pinos. (Caminos, R., 1979).

Acusa una edad Carbónico medio-superior al igual que las inyecciones ácidas que afectan al basamento metamórfico (I.N.G.E.I.S., 1976). El basamento cristalino presenta una muy baja permeabilidad secundaria debido a la presencia de fallas e intenso diaclasamiento. En discordancia se asienta el Grupo Aconquija, definido por Mon y Urdaneta (1972). En nuestra zona solo está presente el Subgrupo Concepción (Porto y Danielli, 1984) con la Fm. Escaba. El Grupo Aconquija está constituido por limolitas, arcilistas con bancos de yeso y/o areniscas de grano medio a fino, de color gris pardo. Posee estratificación gruesa y su relieve se recorta en suaves lomadas de mediana altura. La edad de este grupo ha sido atribuida al Mio-Plioceno por Porto y Danielli (op.cit.) La permeabilidad primaria es baja a muy baja y las aguas que están en contacto con estas sedimentitas se tornan salinas con sulfatos y cloruros en solución. Esta unidad constituye el basamento hidrogeológico de la región. En discordancia se apoya el Cuaternario constituido por espesas secuencias de gravas y arenas limitadas por paquetes arcillosos; los niveles acuíferos profundos tienen agua de buena calidad y con caudales importantes. Hacia el este las intercalaciones arcillosas se hacen cada vez más frecuentes, lo que determina el incremento de los tenores salinos por efecto del lavado de los minerales arcillosos. Los valores de permeabilidad para los materiales del cuaternario se incrementan en general de este a oeste a medida que aumenta la granulometría y disminuyen las intercalaciones limo-arcillosas.

#### HIDROGEOLOGIA

El cono del río San Ignacio se desarrolla desde la curva de nivel de los 400 m.s.n.m. a la salida de las lomadas terciarias; con una dirección aproximada NNE-SSO, su máxima extensión está controlada por el curso del río Marapa, que actúa de esta manera como una barrera.

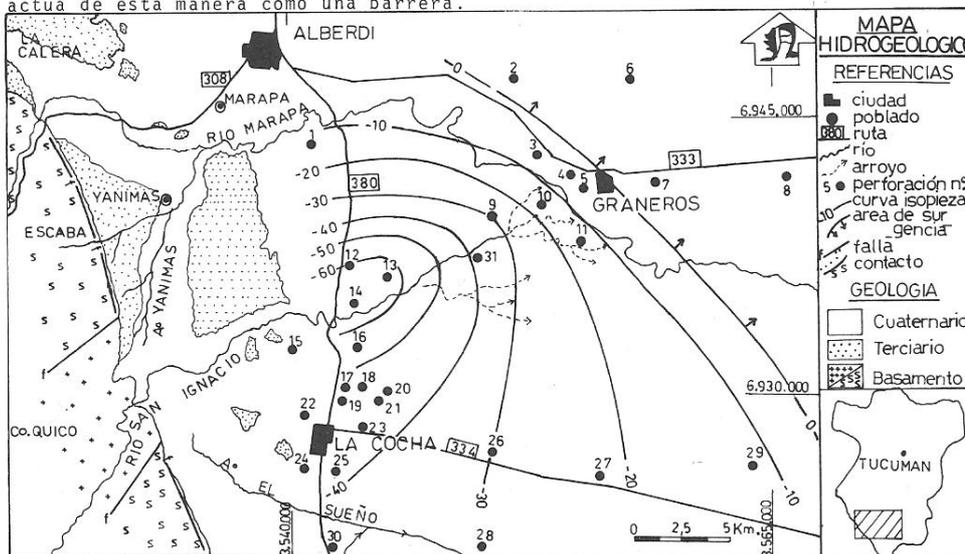


Fig.2: Mapa Hidrogeológico del Cono Aluvial del Río San Ignacio

Atendiendo al diseño del cono determinado por fotointerpretación, se destaca su desarrollo asimétrico hacia el sudeste, probablemente debido al control que ejerce el río Marapa. La superficie del cono está surcada por paleocauces muy marcados como testimonio de la divagación del río San Ignacio. Se ha determinado que la superficie del mismo es del orden de 190 Km<sup>2</sup>.

El eje del cono coincide con la actual posición del río San Ignacio estando comprendido entre las curvas topográficas de los 400 y 300 m.s.n.m. aproximadamente. La longitud del eje del cono es de 12,5 Km. y está constituido por una se-

PLANILLA DE PERFORACIONES DEL CONO ALUVIAL  
DEL RIO SAN IGNACIO - PROVINCIA DE TUCUMAN (R.A.)

N°	Departamento	Localidad	Año	Prof.T.	Latitud	Longitud	Cota	NE.	ND.	Qb.	Qe.
1	La Cocha	El Sacrificio	1979	144	6944000	3539600	350	-11		12	
2	Graneros	Esc.D.Pereyra	1980	160	6947000	3550600	332,7	-3,7	-15	80	7,1
3	Graneros	Los Robles	1973	181,5	6943800	3552200	335,2	-6,4	-34,6	245	8,7
4	Graneros	Km.21,4 ff.cc	1977	205	6943000	3554200	334,8	-2,7	-14	360	32
5	Graneros	Villa Graneros	1934	333,5	6942500	3556000	332	+12		96	
6	Graneros	Fca.Ristory	1983	150	6947300	3560400	331,9	-3	-31	200	7,1
7	Graneros	Fca. Ottino		185	6942900	3560300	329	-2		400	
8	Graneros	Esc. Amumpa	1978	375	6943000	3566400	318	+10			
9	La Cocha	El Huaico	1973	102,9	6941700	3549800	340,8	-30	-31,5	25	17
10	La Cocha	La Invernada	1980	165	6940700	3553000	338,3	-5	-20	350	23
11	Graneros	Taco Rodeo	1953	388,9	6939000	3555200	337,5	-17	-70	3	0,1
12	La Cocha	Fca. Severini	1973	178	6936500	3542500	368	-59,9			
13	La Cocha	Est. La Salvac	1973	194,6	6939400	3544500	356	-63	-73,3	254	18
14	La Cocha	Fca.L. Théodouf	1973	161,5	6935100	3542200	380,1	-66,4	-75,5	200	20
15	La Cocha	Huasa P. Norte	1954	156,5	6932800	3539400	411,5	-25		166	18
16	La Cocha	Puesto Nuevo	1974	182,4	6933000	3542800	373,1	-47,5		9	
17	La Cocha		1973	301	6930700	3541400	403	-66			
18	La Cocha	Puesto Nuevo	1954	103	6930000	3542000	398,1	-66	-50	40	5
19	La Cocha		1973	193	6930000	3541500	405,2	-42		200	25
20	La Cocha	Fca. De Mingo	1973	150	6929500	3542400	392	-75	-83	190	12
21	La Cocha	Fca. Garbich	1973	158	6929200	3542000	394	-80	-96		
22	La Cocha		1973	253	6929800	3542300	429				
23	La Cocha	El Porvenir	1976	202	6928900	3541400	410,7	-24	-60	100	2,8
24	La Cocha	Plaza Pública	1972	301,8	6928000	3542400	434,4	-25		50	
25	La Cocha	Est. f.f.cc.	1915	279,4	6928400	3542600	432,1	-22,1	-60	32	0,8
26	La Cocha	Monte Redondo	1974	200	6927400	3550800	363,5	-30	-35	250	50
27	Graneros	El Palancho	1975	346	6926000	3558200	337,2	-32	-55	53	2,3
28	La Cocha	Monte Redondo		180	6924000	3550300	364	-30	-35	200	40
29	Graneros	El zapallar	1983	60	6928000	3573400	328	-12	-44,5	40	2,7
30	La Cocha	La Posta	1976	150,1	6922000	3542000	432,2	-25	-70	50	6
31	La Cocha	La Lagunita	1917	486	6937100	3548000	355,1	-47,5		3,7	

rie de lóbulos menores superpuestos.

La recarga del cono San Ignacio se produce fundamentalmente a través del río homónimo como así también a través de la zona pedemontana de la Sierra de Aconquiya. Las curvas isopiezas en proximidad del río Marapa adoptan un trazado paralelo al mismo. El sentido general de escurrimiento es SO-NE.

La curva isopieza de valor cero para acuíferos alojados a más de 100 m. de profundidad se desarrolla al este de la localidad de Graneros.

De los análisis químicos efectuados se deduce que la calidad de las aguas es buena. Para perforaciones no superiores a los 250 m.b.b.p. los valores de residuo seco están comprendidos entre los 100 y 300 mg/l debido a la predominancia de materiales gruesos de cono. Para perforaciones superiores a los 250 m.b.b.p. los valores de residuo seco se incrementan notablemente alcanzando hasta los 750 mg/l. Los cationes más frecuentes son el Calcio (1,48 a 28 mg/l.), el Magnesio (0,65 a 13 mg/l.) y el Sodio (0,11 a 1,09 mg/l.). Los aniones más frecuentes son el Cloruro (6,40 a 49,7 mg/l.) y el Sulfato (0,63 a 90 mg/l.).

Atendiendo a lo antes dicho, la zona apical del cono posee caudales de bombeo que varían entre los 12 y 20 m<sup>3</sup>/h, con niveles estáticos que oscilan entre -60 y -35 m., mientras que la parte distal posee caudales de bombeo entre los 80 y 400 m<sup>3</sup>/h, con niveles estáticos entre -30 y + 12 m. Las variaciones de caudal específico oscilan entre 7 y 50 m<sup>3</sup>/h/m. En cuanto al uso de las perforaciones se pudo establecer que en su gran mayoría están destinadas al consumo humano o a la agricultura (Tineo et.al, 1990).

#### CONCLUSIONES

La principal contribución al conocimiento hidrogeológico de la zona es la determinación de un modelo de cono aluvial que permita una programación de las perforaciones para la explotación de los acuíferos profundos en el futuro. Asimismo conocer los límites del cono y su comportamiento como modelo hidrogeológico, el área de recarga, su desarrollo en profundidad y la zona de surgencia en la parte distal, permitirá programar la explotación adecuada para asegurar el abastecimiento de agua para el desarrollo agrícola de la zona.

#### AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue realizado con el apoyo del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT).

#### BIBLIOGRAFIA

- Aceñolaza, G. y Durán, F. (1973). Trazas fósiles del Basamento Cristalino del NOA. Bol. Asoc. Geol. de Córdoba. 2:45-55
- Bruckman, E. (1978). Las clasificaciones climáticas de Köppen y Thorntwait. Fac. de Agron. y Zootec. de la U.N.T. Serie Didáctica N°48.
- Caminos, R. (1979). Sierras Pampeanas Noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. II Simposio de Geología Reg. Arg. Bol. 1:225-293 Córdoba, Argentina.
- C.A.P.R.I. (1953) Estudios de la Cuenca Superior Salí-Dulce. Informe Final (5+) Inédito.
- Departamento de Agroclimatología- Estación Experimental Agro-Industrial Obispo Colombes. Datos de Archivo año 1990.
- Departamento de Perforaciones - Dirección Provincial del Agua. Datos de Archivo Año 1990.
- D'urso, E. (1981). Contribución al conocimiento Geológico del Sector Sur de la Provincia de Tucumán. Fac. de Cs. Nat. e Inst. M. Lillo de la U.N.T. Inédito Estación Experimental Agro-Industrial Obispo Colombes. (1979). Balance Hidrológico de la Cuenca y Subcuencas del Río Salí. Publicación Miscelánea N°64. Tucumán.
- Gonzales Bonorino F. (1950) Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi, Tucumán. Direc. Nac. de Min. Bol. N°74 Buenos Aires, Argentina.
- Lens, A. (1980) Contribución al conocimiento Geológico de la Zona de la Cocha; Prov. de Tucumán Fac. de Cs. Nat. e Inst. M. Lillo de la U.N.T. Inédito.
- Minetti, J. (1973). El Régimen Pluviométrico de la Provincia de Tucumán. Miscelánea N°57. E.E.A.I.O.C. Tucumán.
- Mon, R. y Urdaneta, A. (1971). Introducción a la Geología de Tucumán. Rev. Asoc. Geol. Arg. Tomo. XVII:3.
- Porto, J. y Danielli, C. (1982). Límites Cuencales de los Grupos Santa María y Aconquiya (Neoterciario) en la Prov. de Tucumán. IX Cong. Geol. Arg. Acta N°

- 1:437-448.S.C. de Bariloche, Río Negro. Argentina.
- Puchulu,M. (1987). Cartografía y clasificación de suelos del Sector Occidental del Dpto.La Cocha, Prov. de Tucumán. Fac. de Cs.Nat. e Inst. M.Lillo de la UNT. Inédito.
- Rabsiun,S.(1960). Introducción a la Hidrogeología de Tucumán. Fac. de Cs.Exact. y Tec. de la U.N.T. Publicación N°821.
- Stappenbeck,R. (1921). Las Aguas Subterráneas del Sur de la Prov. de Tucumán. Bol. Casa de Gobierno de Tucumán.
- Tineo,A. (1987) .La Cuenca Sedimentaria del Río Salí. V Congreso Geol.Chileno Acta N°2: 115-126. Stgo. de Chile.
- Tineo,A.et. al(1988). Características Hidrogeológicas de las Cuenclas de los Rios Marapa y Matazambi, Prov. de Tucumán. II Jornadas Reg. de Hidrol.Subt. Stgo. del Estero.
- Tineo,A. et.al (1990). El Agua Subterránea, una fuente de riego alternativa para la zona tabacalera de Tucumán. XIV Cong.Nac. del Agua. Córdoba.
- Toselli,A., et. al. (1983). El Basamento Igneo Metamórfico de las Sierras Pampeanas. In Geología de Tucumán. Public.Esp.Coleg.Grad.en Cs.Geol.de Tucumán.