

## COMPORTAMIENTO HIDRODINAMICO DE LA FUENTE DE LA GLORIA, VALLE DEL SAN JUAN

ERNESTO VARELA - LESLIE F. MOLERO LEON - MARIO G. GUERRA OLIVA

### RESUMEN

*Se refiere al comportamiento hidrodinámico de la Fuente de la Gloria, en el Valle del San Juan, provincia de Matanzas. expone los diversos estudios realizados, así como trabajos de la evaluación estratigráfica.*

### introducción

Entre 1975 Y 1976 se realizaron una serie de campañas de exploración geoespeleológica en la cuenca hidrográfica del río San Juan, al sur de la ciudad de Matanzas, con el objetivo de definir las particularidades hidrogeológicas del carso local y evaluar las reservas dinámicas de una potente surgencia cársica en el curso medio del citado río.

La llamada cuenca hidrogeológica de San Juan ha sido objeto de estudios a partir de la segunda mitad de la década del 60, iniciados estos por Guneva (1967a) en la cuenca Jaruco-Aguacate, extremo oriental de la provincia de La Habana y que interesa parcialmente esta zona; continuados por ella misma (1967b) en el área de los Manantiales Bello, límite occidental del sector estudiado. Por aquella época, Maslov (1967) concluía el esquema de aprovechamiento de las aguas subterráneas en la llamada cuenca San Juan-San Agustín-Canas, como parte de las investigaciones posteriores al levantamiento a escala 1: 100 000 de la provincia (8). La parte oriental del macizo fue estudiada más recientemente por Yonchev (1970).

Geológica y geomorfológicamente, la región ha sido estudiada por diversos autores, pudiendo destacarse algunos trabajos de evaluación estratigráfica (7,19), referidos particularmente a los importantes depósitos neogénicos del área. En la segunda dirección, debe apuntarse el trabajo ya clásico de Ducloz (1963). Más recientemente, otras contribuciones han sido realizadas: (5,13,14). Las formas cársticas y su importante papel hidrogeológico han sido poco estudiadas, aunque se des-

tacan los trabajos de Núñez Jiménez (1952), Soles Cartaya (1975) y Vento (1976). Limitados al área bajo estudio, los autores resumen las investigaciones más recientes realizadas por ellos (5,20).

### CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

El cálculo preliminar de las reservas dinámicas de la fuente de La Gloria, se efectuó aplicando el método de recesión de la curva de agotamiento de caudal. La selección del método atendió los siguientes requerimientos:

- La ventaja que presenta el cálculo al basarse exclusivamente en las mediciones de descarga de la fuente y las precipitaciones, y, a la vez, que su formulación matemática hace depender la exactitud de los cálculos de la correspondiente a las mediciones.
- Su particular expresión para diferentes condiciones hidrogeológicas del área drenada y distintos regímenes de flujo.
- Su utilidad en el análisis hidrodinámico de fuentes cársticas (Geze, 1965; Schoeller, 1967; Forkasiewicz y Paloc, 1967; Mijatovic, 1968; Dz'akovic, 1968).
- La peculiar composición acuífera del área estudiada, donde se reconocen tanto acuíferos de flujo libre (concentrado) como difusos, cuyas relaciones mutuas no están claras, y que se manifiestan en una notable variación de caudales en los pozos.

Finalmente, el haber sido aplicado previamente en Cuba para la estimación de las reservas dinámicas de fuentes que drenan aparatos carsicos poco conocidos o de compleja exploración, o aun la revisión de algunos detalladamente estudiados. (Molerio, 1975a, 1976, 1977; Molerio, Diaz, Guerra y Carvajal, 1977).

Las características hidrogeológicas mas importantes del área circundante a la surgencia de La Gloria, son, en apretada síntesis, las siguientes:

1. El área acuífera presenta una compleja relación de secuencias miocénicas carbonatadas y carbonatado-terrágenas, superpuestas o interestratificadas, vinculadas indistintamente con las zonas de absorción, conducción y descarga, del macizo.
2. Los sistemas de agrietamiento preferenciales no estan definidos, encontrándose preferentemente series en aspa, cortadas en ángulos de 60°.
3. Los pozos perforados en los alrededores, por lo general, presentan bajos valores de acuosidad, habiéndose propugnado al este el acuífero del macizo.
4. Las evidencias de flujos concentrados, alineados probablemente según directrices tectónicas, favorecen la interpretación del desarrollo de canales cársicos acuíferos vigentes, controlados por el nivel de base local (Mijatovic, 1968; Molerio, 1975b).
5. El desarrollo de fuentes de drenaje convergente en todo el curso del río San Juan, preferentemente en su margen occidental favorece el criterio de estabilidad del drenaje, según el cual el río constituye el nivel de base del macizo, pero invalida considerar que su caudal de estiaje iguala el de la fuente de La Gloria, al no ser esta, aunque la mas importante, la única vía de descarga del macizo.
6. Esta descarga se efectúa, en la fuente que aqui se examina, a presión, retardada por una potente capa de margas arcillosas y calcáreas de unos 20 m de espesor. Esta capa es bastante continua, pero de muy variable potencia. Las perforaciones revelan, de modo general, que esta serie se limita arriba y abajo por calizas de varios tipos, carsificadas casi siempre.

7. Finalmente, aunque esto no ha sido comprobado, no hay evidencias de que la fuente se agote totalmente. La observación del histograma de precipitaciones conjugado con el hidrograma del río San Juan, muestra que en meses completamente secos, el rio mantiene un caudal característicamente del mismo orden, que, indudablemente constituye un aporte exclusivo del acuífero.

## METODO DE CÁLCULO

Los calculos fueron realizados asumiendo condiciones de contorno dadas por flujo en régimen turbulento y acuífudo lateral. La expresión del escurrimiento, valida, gráficamente cuando la curva de recesión es una línea recta, tiene la siguiente formulación:

$$Q_t = Q_0 [1 - a (At)] \quad (1)$$

donde,

$Q_t$  = escurrimiento total

$Q_0$  = caudal inicial

$a$  = coeficiente de agotamiento

$At$  = duración del periodo de recesion

La variación de reservas  $\Delta R$  fue calculada segUn,

$$\Delta R = V_0 - V_t \quad (2)$$

donde,

$V_0$  = volumen de aguas subterráneas al principio de la recesión

$V_t$  = idem, al final de la recesión

siendo,

$$V_0 = Q_0 / -a \quad (3)$$

$$y, V_t = Q_t / -a = W_t \quad (4)$$

donde,  $W_t$  = reservas dinámicas

El coeficiente de almacenamiento  $S$ , fue obtenido,

$$S = V_0 / F$$

T.abla No. 1

## INDICES HIDROFISICOS DE LA SURGENCIA DE LA GLORIA

Recesión	$\Delta t$ (días)	$a$	Q, m <sup>3</sup>	$\Delta R$ (m <sup>3</sup> )	S%	T M2/S	m <sub>2</sub> l/s/km <sup>3</sup>	Meas de recesión
1967 - 1968	212	0.0020	6 867.76	2 527 218.4	23,8	$7.2 \times 10^{-2}$	3,76	Octubre-Abril
1968 - 1969	61	0.0038	7 566.46	600 826.3	10	$1.8 \times 10^{-2}$	4.118	Noviembre-Diciembre
	120	0.0011	8 999.42	1 244 160.0	37,6	$5.1 \times 10^{-2}$	4.24	Enero-Abril
1969 - 1970	212	0.0010	9168.94	2 754 259.2	47,6	$4.0 \times 10^{-2}$	4.24	Noviembre-Mayo
1970 - 1971	243	0.0004	8777.16	2 357 500	97.2	$1.9 \times 10^{-2}$	4.04	Octubre-Mayo
1972	121	0.0013	9 198.36	1 398 184.6	33.6	$6.1 \times 10^{-2}$	4.48	Enero-Abril
1972 - 1973	273	0.0023	6 350.4	5 127 652.2	31.2	$6.6 \times 10^{-2}$	4.52	Septiembre-Mayo
1973 - 1974	243	0.0012	8.418.03	3 136 968	40.4	$5.9 \times 10^{-2}$	5.24	Octubre-Mayo

donde, F = área de alimentación conducción.

El coeficiente de transmisividad se calcula a partir de la expresión siguiente:

$$T = \frac{0,183 Q}{S} \quad (6)$$

Y, finalmente, el modulo de escurrimiento se estimo por,

$$m_2 = Q/F \quad (7)$$

## BIBLIOGRAFIA

- Ducloz, Ch. (1963): Estudio geomorfológico de la región de Matanzas, Cuba. Univ. Habana, Serie Geogr. 1,49.
- Dzakovic, J. (1968): Calculation and analysis of the water balance using data on precipitation and river discharge. Vesnik, 3 (8): 123-129.
- Forkasiwicz, J., H. Paloc (1967): Le regime de tarissement de la Foux de III, Vis. Etude pre liminaire. Actes, Coll. Dubrovnik, AlliS, UNESCO, I: 213-226.
- Geze, B. (1965): Les conditions hydrogeologiques des roches calcaires Chron. Hydrogeol. 7: 9-39.
- Guerra Oliva, Mario G. (1976): Analisis morfometrico de la cuenca del rio San Juan, Matanzas. Archivo. Dpto. Nac. Hidrogeologia, Inst. Hidroecnomia, 10.
- Guneva, Svetanka (1967a): Estudio hidrogeológico de la cuenca Jaruco-Aguacate, eir. restr. Inst. Hidroecnomia. (1967b): Estudio hidrogeológico del área de los Manantiales Bello. eirc. restr. Inst. Hidroecnomia.
- Iturralde Vinent, Manuel A. (1969): El Neógeno en la provincia de Matanzas, Cuba. Parte General. Inst. Nac. Rec. Hidr. Publ. Espec. 7: 3-30, Habana.
- Maslov, V. y V. Odoev (1967): Informe de las investigaciones hidrogeológicas realizadas en las cuencas de los rios San Juan, San Agustín y Canas. eir. restr. Instituto de Hidroecnomia.
- Maslov, V. (1967): Informe del levantamiento geologo-hidrogeologico a escala 1:100 000 de III, provincia de Matanzas. circ. restr. Inst. Hidroecnomia.
- Mijatovic, B. (1968): A method for studying the hydrodynamic regime at karst aquifers by analysis of the discharge curve and level fluctuations during recession. Vesnik, B. (8): 43-81.
- Molerio Leon, Leslie F. (1975a): Calculo preliminar de las reservas dinámicas de III, fuente de Mal Paso. eirc. restr. Inst. Hidroecnomia, 11.
- Molerio Leon, Leslie F. (1975b): El concepto de nivel de base de erosion en el carso. Resumen. Simp. XXXV Aniv. Soc. EspeI. Cuba: 65.
- Molerio Leon, Leslie F. (1976): El origen de la Bahia de Matanzas, Neotectonica y glaciostatismo. Arch. Grupo EspeI. Carlos de la Torre.
- Molerio Leon, Leslie F. y Mario G. Guerra Oliva (1977): Hidrogeología de la surgencia de Mal Paso (CGN 2-S0 1), Sierra del Pesquero, Pinar del Rio, eirc. restr. Inst. Hidroecnomia.
- Molerio Leon, Leslie F., Jose A. Diaz Machin; Mario G. Guerra Oliva, y Lorenzo Carvajal Carrazana (1977): Geología, geomorfología e hidrogeología de la Sierra de Pan de Azúcar, Pinar del Rio. eir. restr. Inst. Hidroecnomia.
- Núñez Jiménez, Antonio (1952): La Cueva de Bellamar.
- Schoeller, H. (1967): Hydrodynamique dans le karst. Actes. Coll. Dubrovnik, AIHS-UNESCO, 1: 3-20.
- Soles Cartaya, Orlando (1975): Estudio gasometrico de la cueva de Bellamar. Resumen, Simp. XXXV Aniv. Soc. EspeI. Cuba: 81-82.
- Torre, Alfredo de la (1966): El Terciario superior y el Cuaternario de los alrededores de Matanzas. Acad. Cienc. Cuba, 51.
- Varela, Ernesto y Leslie F. Molerio León (1977): Balance hidrogeológico preliminar de la fuente de La Gloria, San Juan, Matanzas. Circ. restr. Inst. Hidroecnomia, 15.
- Vento Canosa, Ercilio (1975): Estudio micologico y micro biologico de la Caverna de Bellamar, Cuba. BoL Soc. Venezolana de E-speI. 6 (12): 95-103.