

# I. INTRODUCCIÓN

El Río San Miguel constituye una subcuenca del Río Sonora, el cual alimenta a los acuíferos de la Costa de Hermosillo y Mesa del Seri-Zanjón, entre otros. El primer acuífero ha sido usado en la agricultura del Distrito de Riego Costa de Hermosillo, y el segundo provee de agua a la ciudad de Hermosillo Sonora, con más de 650,000 habitantes.

La confrontación del medio físico y de los usos del agua conduce a identificar tres zonas en la Cuenca del Río Sonora: la cuenca alta que recibe la mayoría de las precipitaciones y cuya agua se usa para uso doméstico, agricultura y minería; la cuenca media que comprende la ciudad de Hermosillo y sus necesidades de agua potable; y la cuenca baja dedicada esencialmente a la agricultura.

Hidrológicamente, la Cuenca del Río Sonora comprende las subcuencas de los ríos: Zanjón, San Miguel, Sonora y Costa de Hermosillo. La Cuenca del Río San Miguel es importante para dotar de agua a una población de más de 10,000 habitantes, para desarrollar la agricultura a mediana escala y por ser la transición entre las provincias hidrogeológicas Planicie Costera del Pacífico y Sierra Madre Occidental.

Se ubica en la porción centro-septentrional de la entidad y posee una superficie de 3,845.98 km<sup>2</sup>; está limitada al norte por la Sierra Azul, al oeste por las sierras La Madera, Cucurpe y San Jerónimo, al este por las sierras San Antonio, Los Locos, El Jucaral y El Aconchi y al sur, por la Presa Abelardo L. Rodríguez.

Los materiales acuíferos de esta zona están representados por depósitos aluviales recientes cuya granulometría varía desde boleos y gravas hasta limos y arcillas, los cuales conforman un acuífero de tipo libre con transmisividad que varía de  $1 \times 10^{-4}$  a  $7 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. Estos depósitos presentan profundidades máximas de 60 m y espesores saturados de 20 m en promedio.

En esta zona existen alrededor de 285 aprovechamientos, principalmente norias que descargan un volumen medio anual de 65 millones de m<sup>3</sup>, con gastos promedios para cada obra de 27 L/s.; los pozos tienen diámetros de tubería de descarga que van de 10.2 a 25.4 cm (4 a 10"). La recarga media anual del acuífero alcanza los 63 millones de m<sup>3</sup>, generados esencialmente por la infiltración que ocurre a lo largo del cauce del Río San Miguel.

La calidad del agua varía de dulce a tolerable con un rango de contenido de sales que fluctúa entre los 200 y 900 mg/L. De acuerdo a la clasificación de Chase-Palmer, la familia de agua predominante es la bicarbonatada cálcica-magnésica.

## **1.1. Planteamiento del problema**

El escurrimiento del Río San Miguel puede ser insuficiente para dotar de agua a la población y desarrollar actividades agrícolas. El desarrollo de la vegetación está relacionado con la precipitación y con el escurrimiento que se producen en la cuenca.

Se ha observado que tiempo después de iniciada la lluvia, ocurre la escorrentía. Sin embargo, la vegetación puede ser un factor que inhiba el escurrimiento. Por ello, se propone modelar el comportamiento hidrológico de la Cuenca del Río San Miguel con el objeto de relacionar la vegetación con la lluvia-escurrimiento.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Generales**

Modelar el comportamiento hidrológico de la Cuenca del Río San Miguel durante el año 2004, para simular el escurrimiento y la capacidad de aportación de agua de las distintas microcuencas propuestas.

### **1.2.2. Específicos**

- a) Dividir la cuenca en microcuencas considerando que sean zonas fisiográficas homogéneas (topografía e hidrología principalmente).
- b) Hacer una distribución espacial de la precipitación registrada en los pluviómetros de las estaciones consideradas, durante el año 2004.
- c) Determinar los parámetros hidráulicos de flujo en cauce necesarios para alimentar el modelo HEC-HMS.
- d) Simular el escurrimiento bajo distintas condiciones de humedad del suelo (húmedo y seco).
- e) Analizar los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo y compararlos con los datos proporcionados por la CONAGUA.
- f) Estudiar el Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada de (NDVI) para conocer el comportamiento de la vegetación en período de lluvia y de sequía. Posteriormente se puede usar para calibrar el modelo.
- g) Elaborar las conclusiones y recomendaciones.

### 1.3. Localización del área de estudio

La Cuenca del Río San Miguel se encuentra en la porción centro-norte del estado, cuenta con una extensión territorial de 3,845.98 km<sup>2</sup> y tiene una forma alargada con dirección preferencial Norte-Sur; limita al Norte con la Cuenca del Río de los Alisos, al Sur y al Este con la Cuenca del Río Sonora, al Oeste con la Cuenca del Río Zanjón y al Suroeste con la Cuenca de la Costa de Hermosillo, Zona Centro y Sur (Figura 1).

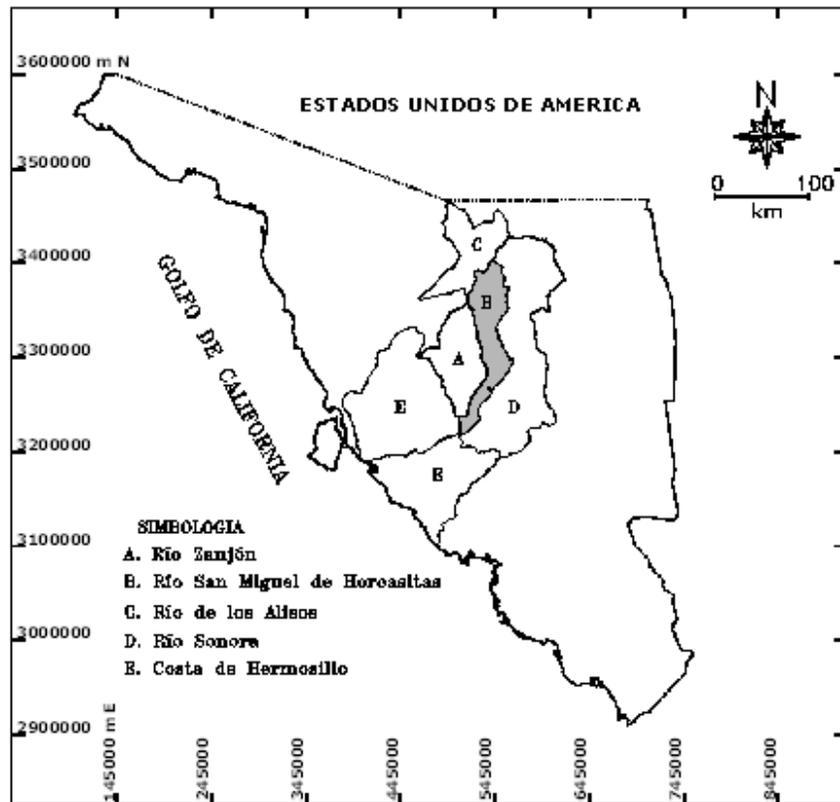
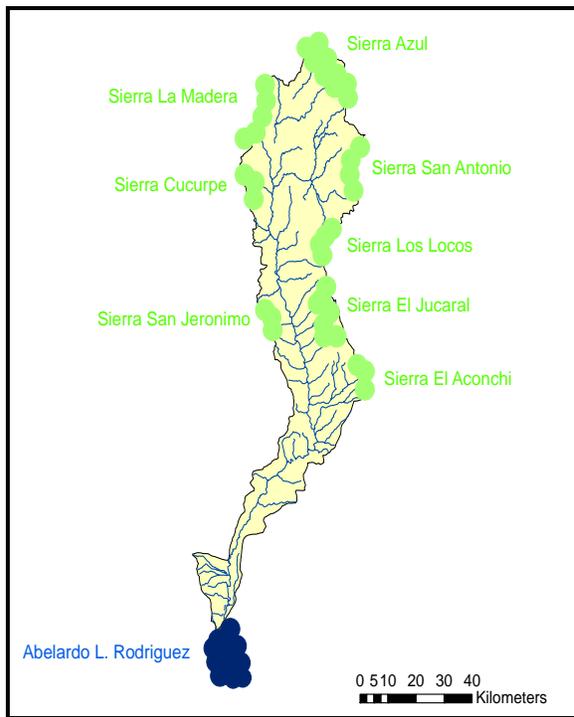
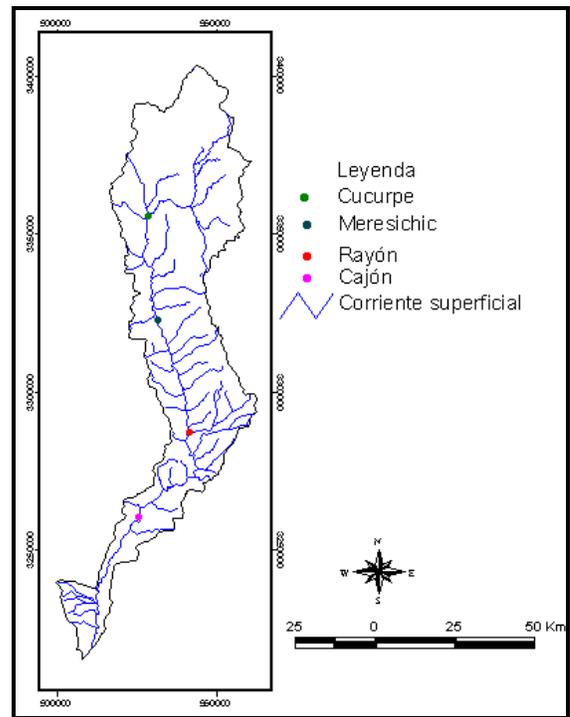


Figura 1. Ubicación de la Cuenca del Río San Miguel

La Cuenca del Río San Miguel está limitada al norte por la Sierra Azul, al oeste por los sierras La Madera, Cucurpe y San Jerónimo, al este por las sierras San Antonio, Los Locos, El Jucaral y El Aconchi y al sur, por la Presa Abelardo L. Rodríguez (Figura 2).



Fuente: D'hombres *et al.* (2007)



Fuente: Propia

Figura 2. Límites, drenaje y poblaciones de la cuenca

El rasgo hidrológico más importante es el Río San Miguel (Figuras 2 y 3), que nace en la Sierra Azul a una altitud de 2,000 metros sobre el nivel del mar, y tiene un desarrollo de 220 km. Su caudal es intermitente ya que solamente en temporadas de lluvia es cuando logra tener un caudal notable.

El valle del río se localiza en la porción central de la cuenca siguiendo su labrado al pie de las Sierras La Madera y El Torreón, corriendo a través de grandes escarpes y acantilados hasta el poblado del Carrizal. De este punto hasta su confluencia con el Río Zanjón, cruza por los valles de Opodepe-Rayón y San Miguel de Horcasitas, teniendo el cauce del río, al igual que el río Sonora, varios estrechamientos de rocas impermeables.



Figura 3. Río San Miguel en su porción baja, cerca de Rayón Sonora  
(Coordenadas: 540,993, 3'287,185; altitud: 534 msnm)

Los aprovechamientos de aguas superficiales son escasos. En efecto, la mayor parte del Río San Miguel y sus afluentes están secos la mayor parte del tiempo, excepto durante el periodo de lluvias. Sin embargo, existen lugares donde el Río San Miguel mantiene un caudal constante, como por ejemplo cerca de la ciudad de Rayón. Esta presencia constante de agua se debe a la existencia de un flujo subterráneo (D'hombres *et al.*, 2007).

Los municipios más importantes son los de Cucurpe, Opodepe, Rayón y San Miguel de Horcasitas, siendo los mismos las cabeceras municipales. El resto de la población se ubica en pequeñas rancherías dispersas en los mismos municipios.

#### **1.4. Población del área**

Dentro de la Cuenca del Río Sonora se encuentran las poblaciones de Arizpe, San Felipe de Jesús, Aconchi, Banámichi, Huépac, Baviácora y Ures, así como poblaciones menores como La Estancia, Ranchito de Huépac, San José de Baviácora, Mazocahui, San Pedro de Ures, San José de Ures, Topahue y Molino de Camou. La población global se calcula en 22,937 habitantes, según cifras del INEGI del año de 1995, sin contar la población de Hermosillo de 545,000 habitantes para ese año. La razón de no incluir a la población del municipio de la ciudad capital es que no se considera muy impactante para este acuífero.

Los poblados más importantes en la Cuenca del Río San Miguel son Cucurpe, Opodepe, Rayón y San Miguel de Horcasitas con una población total de 10,985 habitantes en el año 2000 (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de habitantes en los poblados de la Cuenca del Río San Miguel

Ciudad	Población en 2000
Cucurpe	937
Opodepe	2,831
Rayón	1,591
San Miguel de Horcasitas	5,626
TOTAL	10, 985

Fuente: INEGI (2000)

### 1.5. Situación administrativa del acuífero

El Acuífero del Río San Miguel se considera parte de la zona de veda, publicada en el decreto del Diario Oficial de la Federación del 2 de junio de 1967, para la apertura de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas. Esta disposición fue ratificada en el decreto del 19 de septiembre de 1978 (CONAGUA, 2002).

La CONAGUA (2007a) a través de la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua ha agrupado los municipios del país en 9 zonas de disponibilidad para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, en las cuales se pagará el derecho sobre agua por cada metro cúbico extraído de aguas superficiales, subterráneas, excepto las del mar, de conformidad con las cuotas establecidas por dicho organismo.

El Acuífero del Río San Miguel abarca parcialmente los municipios de: Hermosillo, San Miguel de Horcasitas, Rayón, Opodepe, Cucurpe y Carbó. El Municipio de Hermosillo pertenece a la zona de disponibilidad 4 (pero no impacta de manera importante al acuífero), el de San Miguel de Horcasitas a la 5, Carbó a la 6, y el resto a la 7.

Los usuarios del sector agrícola del Acuífero del Río San Miguel de Horcasitas son en su mayoría ejidales; se encuentran afiliados a Organizaciones Campesinas como la CCI, CNC, etc. La SAGAR brinda apoyo técnico agropecuario a estos usuarios en forma permanente a través de Centros de Apoyo Agropecuario. Por otra parte, la Comisión Nacional del Agua, ha venido sosteniendo reuniones con los distintos usuarios del agua para la Integración del Consejo de Cuenca el cual forma parte del Consejo del Alto Noroeste. El usuario agrícola es el de mayor importancia y está representado por las distintas Unidades de Riego; el uso público urbano está representado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (COAPAES), y por Organismos Operadores Municipales.

La zona de este acuífero queda dentro de la jurisdicción de los Distritos de Desarrollo Rural No. 142 Ures y 144 Hermosillo, ambos dependientes de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Estructuralmente, la SAGAR cuenta con la oficina del Distrito de Desarrollo Rural con sede en la población de Ures, además de Centros de Apoyo Técnico en San Miguel de

Horcasitas y en Carbó. La propia dependencia ha organizado a los usuarios del sector agrícola en Unidades de Riego, las cuales se benefician con obras de aguas subterráneas como norias, galerías y pozos someros.

En la Cuenca del Río San Miguel se tienen un total de 1,301 aprovechamientos subterráneos; el 95% de éstos corresponde a norias y el 5% restante a pozos (Figura 4).

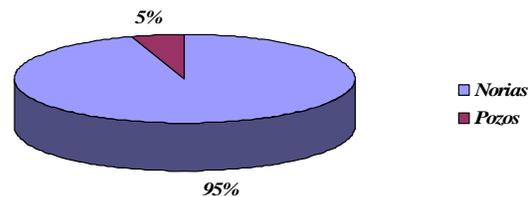


Figura 4. Tipos de aprovechamiento (D'hombres *et al.*, 2007)

El agua se destina principalmente al uso agrícola con el 35% de los aprovechamientos registrados, seguido por el uso pecuario con un 22 % y el uso público urbano con un 15 %. Las demandas: industrial, doméstico, múltiples y otros son menos frecuentes (Figura 5).

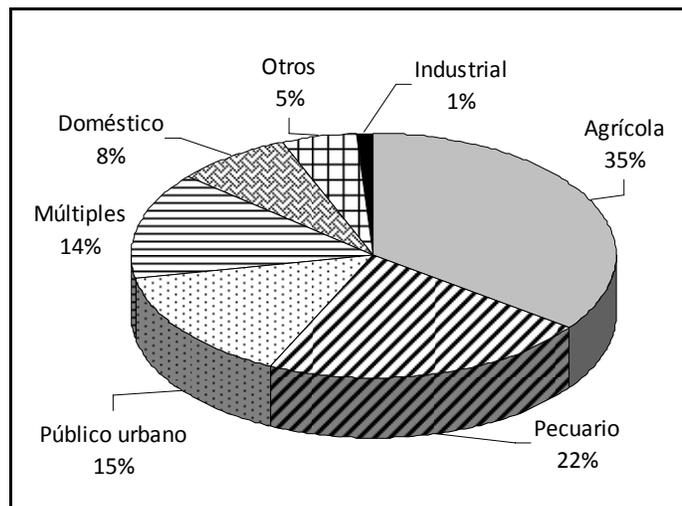


Figura 5. Usos del agua (D'hombres *et al.*, 2007)