

# **FLUJO SUPERFICIAL, SUBTERRÁNEO Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA CUENCA DEL RIO SUQUÍA. AFECTACIONES EN LA CUENCA**

## **A. INTRODUCCIÓN**

El acceso al agua se está convirtiendo en el mundo en uno de los problemas de mayor trascendencia para la conservación de la vida y el desarrollo de los pueblos. Una adecuada planificación del uso y manejo del agua requiere principalmente la toma de conciencia de que el agua es un recurso natural limitado, condicionante del desarrollo e íntimamente ligado a la calidad de vida de una sociedad y su ecosistema. Esta planificación es considerada imprescindible en todo el mundo desarrollado, donde la sociedad ya ha adquirido un grado de conciencia sobre el medio ambiente y la conservación de los recursos no renovables. (Reyna, S et al, 2006).

El fuerte crecimiento poblacional sufrido en los últimos años por los asentamientos urbanos en la Provincia de Córdoba, de manera particular la ciudad de Córdoba y su zona de influencia (Área del Gran Córdoba), al igual que otras ciudades de la provincia, ha provocado conflictos en los usos de este recurso.

El área del Gran Córdoba, con una población al año 2010 de más de 1.400.000 habitantes (estimación realizada por la Municipalidad de la Ciudad), se encuentra abastecida principalmente por la cuenca del embalse San Roque, y en segundo grado por el embalse Los Molinos (cuenca del Río Xanaes), el cual deriva sus caudales a través del canal Los Molinos – Córdoba, hacia la zona Sur de la ciudad de Córdoba.

Las cuencas del Suquía y Xanaes no sólo son importantes por abastecer al Gran Córdoba, sino también porque ambas cuencas junto con la cuenca del río salí-Dulce, descargan sus aguas en la laguna de Mar Chiquita.

En las últimas décadas situaciones de sequías prolongadas e inundaciones, acompañadas de cambios del uso de suelo, nuevas urbanización en las cuencas (particularmente la del Río Suquía), la progresiva contaminación en las cuencas de aporte y la colmatación y eutroficación en los embalses, han potenciado situaciones donde las demandas superan a la disponibilidad hídrica del propio sistema. Todo esto hace necesario establecer medidas que garanticen y maximicen el aprovechamiento sustentable del recurso.

Una adecuada planificación del uso y manejo del agua requiere considerar las distintas fuentes de abastecimiento en particular las subterráneas y las superficiales. Estas fuentes no son componentes aislados, sino que interactúan bajo condiciones fisiográficas y climáticas muy variadas. Además, dependiendo del grado de interconexión entre ellas, la contaminación de uno suele afectar al otro. Por ello una buena estrategia de gestión implica que los problemas no sean analizados como una cuestión aislada sino que se requiere que los mismos se consideren en forma interrelacionada y también con su ambiente.

Con esta idea como meta final se definieron distintas líneas de investigación que abarcan distintas componentes a acoplar que permitan una adecuada planificación del recurso hídrico que abastece a la ciudad de Córdoba.

Las líneas seguidas se pueden resumir en: estudios Hidrogeológicos, Hidráulicos y de calidad en embalses debido a incendios y en el transporte de contaminantes debido al uso de agroquímicos en el suelo con fines agrícolas y la contaminación de aguas.

## **Modelación Hidrogeológica**

Uno de los factores muy importante a estudiar es la dinámica de **ambientes subterráneos** complejos como de la cuenca en estudio. Con este fin se utilizaron programas para simular el flujo de las aguas subterráneas, lo que constituye una herramienta de gran importancia en la gestión del recurso, mejorando la planificación y administración de los elementos intervinientes. Por este motivo se realizó la modelación del acuífero freático de la cuenca de la Mar Chiquita.

Las situaciones modeladas permitieron inferir, las líneas de flujo para el acuífero libre y mostrar la importancia de estudios de este tipo a nivel regional y local para poder interpretar el funcionamiento de este tipo de cuencas subterráneas.

Parte del estudio consistió en la elaboración de modelos digitales para generar una superficie piezométrica tentativa para los acuíferos de aporte a la laguna, según condiciones de contorno preestablecidas. En base a esta superficie se determinaron las condiciones de equilibrio para una situación estacionaria y con el modelo digital y el uso de Modflow se pudieron inferir, a nivel regional, las líneas de flujo para el acuífero freático (Fulginiti, F. 2013).

## **Modelaciones Hidráulicas**

En otra de las líneas seguidas se estudiaron los **comportamientos hidráulicos del río** Suquía ante situaciones de eventos extremos que incluyó además el uso de modelos numéricos y modelos físicos aplicados a cauces naturales, en particular se estudió el caso confluencia del arroyo la cañada y el río Suquía; atendiendo a procesos hidrodinámicos unidimensionales y bidimensionales en el curso fluvial formado en la confluencia del arroyo La Cañada y el río Suquía (Herrero .

Se han considerado los softwares HEC-RAS (1D, US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center) e IBER (2D, Gobierno de España. Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente) (Ochoa, S. 2014).

Se revisó la formulación y método de cálculo de cada modelo matemático aplicando un análisis de sensibilidad de las variables claves en la resolución del problema numérico. Se consideraron datos de variables hidrodinámicas obtenidas en laboratorio a través del modelo físico de la confluencia del arroyo La Cañada y el río Suquía; modelo que se encuentra localizado en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Córdoba, estos datos se utilizaron para realizar la correcta calibración y validación de los modelos matemáticos considerados.

## **Estudios de Calidad**

### **Calidad de agua en embalses**

La calidad del agua es un parámetro importante que afecta a todos los aspectos de los ecosistemas y del bienestar humano, como la salud de una comunidad, el alimento que se ha de producir, las actividades económicas, la salud de los ecosistemas y la diversidad biológica. Por consiguiente, la calidad del agua influye también sobre la pobreza humana, la riqueza y los niveles de educación.

Los problemas de calidad de agua en embalses debidos a procesos de eutroficación son causados principalmente por: vertidos de aguas residuales urbanas e industriales; escorrentía urbana; escorrentía agrícola con fertilizantes naturales o artificiales que producen altas cargas de nutrientes; biocidas procedentes de la acuicultura; aporte atmosférico; vaciaderos de basura o volcamientos en bajos naturales; incendios y deforestación.

Las Cuencas que suministran agua a la Ciudad de Córdoba se encuentra surcada por numerosos cursos de aguas que circulan entre valles y quebradas; esta situación ha favorecido la

construcción sobre sus cauces de presas y embalses que le han otorgado a la provincia una fisonomía particular y la posibilidad del uso de este recurso para múltiples fines (suministro de agua para consumo, para riego, para la producción de energía hidroeléctrica, para recreación, etc.)

Pero este tipo de estructuras poseen una vida útil que depende, en parte, de la velocidad con que pierde su capacidad de almacenamiento por causa del sedimento que las corrientes depositan en él. Establecer el estado actual y la disponibilidad futura de este recurso es fundamental para planificar el desarrollo de esta provincia.

En la Provincia de Córdoba, entre los meses de julio y septiembre se producen numerosos incendios, que afectan a importantes extensiones de nuestro territorio. Generalmente coinciden con la época de sequía, meses de mayo a septiembre, y su importancia depende, entre otros factores, de las temperaturas, los vientos presentes, la abundancia de material combustible y el factor antrópico que de forma accidental o intencional, desencadenan los siniestros a lo largo de los años.

Los ambientes afectados son entre otros, formaciones boscosas, campos cultivados, pastizales, regiones forestales e incluso zonas urbanas periféricas.

Además de los riesgos directos que conllevan los incendios como la pérdida de vidas humanas, pérdidas de cultivos, ganado e ingresos turísticos la ocurrencia de los mismos afecta de diversas formas y en distintos estadios, la productividad de los suelos, la erosión, el paisaje, la biodiversidad, y las fuentes de recursos hídricos.

Esta situación llevó al estudio realizado para determinar los valores de la degradación específica de las cuencas de aporte a los embalses y se determinó su tarquinamiento buscando valorar el grado de afectación a las fuentes de agua para brindar una base que sirva en la elaboración de planes de acción para el control de los incendios y mitigación de sus consecuencias (Reyna et al, 2011).

### **Transporte de contaminantes**

Por otra parte y en respuesta a la necesidad de profundizar el conocimiento del medio se ha expandido el uso de diferentes modelos numéricos como herramientas imprescindibles en la obtención de aproximaciones al comportamiento del movimiento del agua en el suelo y el transporte de solutos (Atrazina y Acetoclor) en la zona no saturada para lo cual es necesario incrementar los estudios de campo (Reyna et al, 2013). Para ello es necesario obtener datos de campos los cuales se pueden adquirir con sensores de capacitancia que sirven para la medición del contenido de humedad pero requieren de una calibración previa y son utilizados para la validación de los parámetros de los modelos numéricos. Para poder conocer el nivel de contaminación de los suelos y cuerpos de agua debido al uso de los agroquímicos es necesario caracterizar el movimiento de agua en la zona vadosa y el transporte de solutos e identificar los parámetros característicos del suelo para modelar y ajustar el transporte de químicos a través de la zona no saturada. Los objetivos específicos de este trabajo estuvieron vinculados al proyecto Technologies for Water Recycling and Reuse in Latin America Context (Coroado, 2011) el cual pretende desarrollar la metodología y las herramientas para solucionar ese asunto apremiante a través de la aplicación integrada de tecnologías de reciclado y reutilización del agua en áreas seleccionadas de Latinoamérica

## **SIG**

La naturaleza multiparamétrica de la problemática de planificación de los recursos hídricos definió la conveniencia de contar con toda la información disponible y que se generan en los distintos equipos en una misma herramienta. Por esta razón toda la información se está volcando en un SIG.

Los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.), nos demuestran día a día y con suficiente firmeza, que son unas herramientas imprescindibles para el almacenamiento, gestión, procesamiento y ulterior expresión cartográfica de una ingente cantidad de datos georeferenciados, que, adscritos a una Base de Datos, conforman un espacio geográfico determinado.

Los Sistemas de Información Geográfica posibilitan entre otras cosas, el poder relacionar diferentes capas de información temática referentes a un mismo ámbito espacial, así como realizar todo tipo de análisis y diagnósticos en temas tan dispares como el medio ambiente o el planeamiento urbano.

Este sistema permite un acceso rápido y coherente a la información: rápida obtención de la información, la integración y combinación de la información; la reducción en la duplicación de trabajo; mayor precisión y resolución: correlacionando las distintas fuentes de información.

También mejora la capacidad de actualización de la información: renovando la información cada cierto período gracias a la automatización del proceso y siempre disponiendo de la información más reciente.

## **Bibliografía**

Fulginiti, F. (2013). Modelación Hidrogeológica en Cuencas Endorreicas - Aplicación a la Cuenca de la Laguna Mar Chiquita y la Laguna Llanquanelo. Tesis de Maestría en Cs de la Ingeniería Mención en Recursos Hídricos. FCEFyN – UNC, Córdoba.

Ochoa García, S. (2014): Evaluación de modelos hidrodinámicos para representar flujos en cauces naturales. Aplicación en un tramo del río Suquía que incluye la confluencia con el arroyo La Cañada, provincia de Córdoba. Tesis de Maestría en Cs de la Ingeniería Mención en Recursos Hídricos. FCEFyN – UNC, Córdoba.

Reyna, S.; Reyna T.; Lábaque, M.; Riha C.; Rafaelli, S. (2011). Sedimentos en Embalses – Aplicación de Modelos. Quinto Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos. Santiago del Estero, Argentina.

Reyna, S.; Reyna, T.; Reyna, E.; Lábaque, M. (2006) Plan de Gestión de los Recursos Hídricos de Córdoba. I. Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua Córdoba

Reyna, T; Linares, J.; Reyna, S.; Lábaque, M.; Riha, C. (2013). Modelación y Medición de Contaminantes de Origen Agropecuario en Suelos Agrícolas de la Provincia de Córdoba. XXIV° Congreso Nacional del Agua 2013 San Juan.