

Comentarios y conclusiones.

Las Jornadas Técnicas sobre la Recarga Artificial de Acuíferos y Reúso del agua, temas centrales para la conservación del medio ambiente y del desarrollo sustentable, se desarrollaron los días 9 y 10 de junio pasados en el auditorio de la Torre de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con la finalidad de intercambiar experiencias entre un grupo pluridisciplinario de profesionales e investigadores para debatir entre las ventajas y desventajas, aplicaciones y recomendaciones, sobre la recarga artificial de acuíferos, el reúso del agua y su manejo conjunto.

Estas jornadas se realizaron con el apoyo de del Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la RED del agua de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH). El número de participantes durante el evento fue de 170 especialistas e interesados de España, Israel, Estados Unidos y México que provenían de organismos gubernamentales y particulares, así como de distintas universidades.

A continuación se presentan las principales conclusiones derivadas de las 5 sesiones y de las 2 conferencias magistrales.

- Es muy importante difundir la información presentada en las Jornadas Técnicas entre los especialistas, los organismos y los desarrolladores interesados en la aplicación de la tecnología de la recarga artificial, así como entre los Consejos de Cuenca, los COTAS, las universidades, institutos y la sociedad en general, con el fin de extender el conocimiento del tema a todos los niveles.
- Existe en el país la necesidad de incrementar el tratamiento y el reúso, y de esta manera optimizar la utilización del recurso agua.
- Para hacer factible la recarga artificial de acuíferos es recomendable que se revise el marco legal y normativo con objeto de facilitar su ejecución y establecer incentivos económicos, léase *pago por servicios ambientales*, para los usuarios que construyan y operen instalaciones para recargar artificialmente los acuíferos. Es necesario contar con un marco jurídico

adecuado (como se mencionó en México), esto se da desde hace varias décadas en cuestión de la recarga, ya sea de manera controlada o semicontrolada, sin embargo deben de revisarse, actualizarse y adecuarse para las circunstancias de nuestro país.

- Es vital y de suma importancia que se invierta en investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación para generar conocimiento sobre el tema, y adicionalmente formar recursos humanos en la materia.
- A todo lo anterior habría que sumar la variable *cambio climático*.
- Resulta preciso ampliar cambios en la legislación que regula la operatividad especialmente de las presas a medida que se hace patente el cambio climático.
- Finalmente se recomienda que se realice un segundo foro en materia de recarga artificial de acuíferos en la frontera norte con participación de las autoridades de los estados en ambos lados de la frontera.

SESIÓN 1. RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS. COMENTARIOS.

Participaron:

- Rubén Chávez Guillén. Gerente de Aguas Subterráneas. CONAGUA.
- Mario R. Lluria. Dirección Hidrosistemas.
- Enrique Fernández Escalante. Universidad Complutense de Madrid.
- Enrique Mejía Maravilla. Gerente de Calidad del Agua de la Subdirección General Técnica de la CONAGUA. **Moderador**

Las experiencias sobre diversos proyectos de recarga artificial de acuíferos validan que esta alternativa debe incluirse y formar parte de la gestión moderna e integrada del agua en cuencas y acuíferos.

Los casos y experiencias presentadas sobre Arizona, EUA y España, deben ser tomados como ejemplo en la elaboración de proyectos similares en un futuro.

Para la planeación y ejecución de este tipo de proyectos es de suma importancia la gestión social, misma que constituye un componente inherente e intrínseco en el proceso de concertación y aceptación por parte de los usuarios. Para cumplir este enunciado es indispensable (desde los Organismos de Cuenca, del Estado y de la sociedad civil) promover, realizar, fortalecer y sostener este tipo de proyectos.

El intercambio de experiencias entre los países es un factor decisivo para consolidar la práctica de la recarga artificial de acuíferos en México y sensibilizar a los responsables de la gestión del agua.

También es importante una mayor difusión de estas experiencias, con objeto de promover el debate en un número más amplio de participantes, que contribuya al conocimiento del tema, su aplicación y su aprovechamiento.

Las universidades, las entidades públicas, la cooperación internacional y las instituciones privadas de promoción del desarrollo, las ONG, así como las mismas poblaciones deben ser convocadas a tomar un interés concreto en estas prácticas para contribuir a la articulación del conocimiento y lograr acciones conjuntas.

SESIÓN 2. RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS. COMENTARIOS.

Participaron:

- Larry G. Eaton, de la empresa GSI Water Solutions.
- Fernando Ávila, del SACM.
- Juan Manuel Lesser, de la empresa Lesser y Asociados.
- Rubén Chávez Guillén. Gerente de Aguas Subterráneas. CONAGUA.

Moderador

Resulta importante la planeación y definición de programas de recarga de agua desde la superficie, de la metodología a seguir para el diseño y construcción de las obras de recarga y del uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas. Algunas de estas obras desarrolladas en otros países han sido visitadas por técnicos de la CONAGUA y de otras entidades mexicanas, que han tomado en cuenta estas experiencias, con las adecuaciones pertinentes en el proyecto de programas de recarga a menor escala. Es recomendable promover la visita a estas obras de los organismos interesados en la aplicación de la tecnología de la recarga artificial.

En la Ciudad de México se han realizado obras y se tiene en programa para la recarga artificial de los acuíferos del valle de México, tanto con agua residual tratada como con agua de lluvia y escurrimiento superficial. Las obras consisten en presas de gaviones que frenan y propician la infiltración de los escurrimientos

superficiales que bajan de los macizos montañosos; habilitación de antiguos lagos para el almacenamiento temporal de agua de lluvia y escurrimientos con fines de recarga o uso directo; construcción de pozos de absorción para inyectar al acuífero las aguas residuales tratadas en varias plantas de tratamiento, una de ellas de gran capacidad.

La importancia del análisis del efecto de la recarga con modelos matemático es vital, evaluando diversos escenarios de localización y volúmenes de recarga de pozos de absorción, como base técnica para orientar los programas de recarga que contempla el SACM. Se enfatiza la importancia de contar con modelos para diseñar estas obras con mejor sustento técnico y para evaluar los resultados de su aplicación. En su caso, la ubicación de las baterías estaría condicionada, por otra parte, a la disponibilidad de espacios apropiados para construirlas dependiendo del uso y tenencia de la tierra.

CONCLUSIONES DE LAS SESIONES 1 Y 2.

- Existe el marco técnico en la CONAGUA, UNAM e instituciones estatales para realizar de manera efectiva la recarga artificial en México.
- Hay necesidad de obtener y ampliar más conocimientos técnicos de tipo regional y local mediante proyectos pilotos (demostración) para definir mejor el método más apropiado de recarga artificial.
- Proyectos de recarga en superficie como GRUSP y en el NAUSP de Arizona se pueden emplear en México, especialmente en las zonas más áridas como Sonora y Chihuahua
- Las técnicas de recarga por pozos (ASR) son aplicables a terrenos (acuíferos) volcánicos siendo una solución de bajo costo basado en el análisis beneficios/costo.
- Proyectos de investigación aplicada de recarga artificial (MAR) como DINAMAR han proporcionado datos para mejorar las técnicas de MAR y evitar la repetición de errores cometidos en otros proyectos.
- Las operaciones de MAR realizadas en el DF han demostrado la facilidad de aplicar esta metodología como un componente integral de la gestión de los limitados recursos hídricos de esta región.
- La UNAM puede apoyar el uso más extensivo de MAR apoyando y animando a estudiantes de varias disciplinas (ingeniería, geología,

relaciones públicas, salud...), a realizar estudios de tesis relacionados con este tema.

- La UNAM puede realizar investigación estratégica de MAR en participación con varios organismos del agua del país. La Universidad de Arizona tienen ejemplos exitosos en este campo
- Determinar una fuente de agua que exista en exceso después de su uso directo y llevarla a almacenaje subterráneo. Hacer de la técnica de MAR una herramienta eficiente y costo efectiva en la gestión de los recursos hídricos

SESIÓN 3. REÚSO DEL AGUA. COMENTARIOS.

Participaron:

- Alberto Rojas Ramírez, CEA, San Luis Potosí.
- Manuel Osés Pérez. CEA, Jalisco.
- Rafael Val Segura. Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Gregorio Martínez. CAEM. **Moderador**

CONCLUSIONES DE LA SESIÓN 3.

- El reúso es una fuente de agua muy valiosa para diferentes actividades de la vida económica del país.
- El reúso genera beneficios económicos importantes que pueden contribuir a financiar los costos de tratamiento de las aguas residuales.
- El reúso incrementa la disponibilidad del agua de primer uso o la conservación de las fuentes subterráneas. Estos beneficios se pueden considerar como intangibles y difíciles de valorar económicamente.
- El reúso impacta en la disminución de la sobreexplotación de los acuíferos, permitiendo que el recurso sea disponible únicamente para consumo humano.
- Académicos e investigadores: Se solicita o se recomienda estudiar las formas de valorar los beneficios intangibles o exterioridades para una región del país, en el tratamiento y el reúso del agua tratada, la cual puede satisfacer el factor determinante en el desarrollo económico y social del país.

SESIÓN 4. MANEJO CONJUNTO. COMENTARIOS.

Participaron:

- Adriana Palma Nava. Instituto de Ingeniería, UNAM
- Randall T. Hanson. Centro de Ciencias del agua, USGS, California.
- Aristides Petrides de la empresa GSI Water Solutions.
- Enrique Fernandez Escalante. Universidad Complutense de Madrid.

Moderador

El manejo conjunto o gestión integral engloba una amplia variedad de técnicas y herramientas para la adecuada gestión de los recursos hídricos.

La modelación se ha constituido como una técnica de gran valor como instrumento para el apoyo en la toma de decisiones, el seguimiento y prospectiva de las actuaciones llevadas a cabo; tanto los “modelos de gestión” como los de simulación (matemáticas de flujo) como los de modelación hidrogeoquímica, considerando los distintos niveles de tratamiento.

El manejo conjunto además de garantizar el suministro en distintos escenarios espacio-temporales, debe tener en consideración los balances hídricos zonales a la escala de aplicación, la productividad, asignación y sustentabilidad medioambiental, jerarquizando los distintos elementos.

CONCLUSIONES DE LA SESIÓN 4.

- La discretización de los elementos, celdas y nodos de los esquemas topológicos de la gestión integral pueden ser mejorados mediante técnicas de “análisis de sistemas” generalmente con ayuda de modelos (descomposición de un problema complejo en problemas simples).
- La consolidación adecuada de presas y elementos de recarga permite manejar los efectos de las sequías prolongadas con reducción de costes.
- Los estudios de las zona no saturada y modelos que los tienen en consideración (tipo Hydrus) deben ser tenidos en cuenta en el manejo conjunto.

SESIÓN 5. PLANEACIÓN Y NORMATIVIDAD. COMENTARIOS.

Participaron:

- David A. Pérez Carreón. CONAGUA
- Luis Marín Stillman. Instituto de Geofísica, UNAM
- Ernesto Espino. *Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento del Valle de México.*
- Claudia Hernández Martínez. *Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento del Valle de México.* **Moderador**

Se deben analizar recursos alternos, no necesariamente la recarga, que ayuden a detener la sobreexplotación de los acuíferos además de control de fugas, intercambio de agua y cancelación de pozos.

CONCLUSIONES DE LA SESIÓN 5.

- Se requiere una mayor vinculación entre los diferentes actores que intervienen en el tema de recarga, en las instituciones educativas, de investigación, el de instituciones en los diferentes ordenes de gobierno (federal, estatal y municipal)
- Mayor vinculación entre quienes están desarrollando trabajos sobre el tema (aprovechar experiencia).
- Resulta muy interesante el planteamiento hecho para el Valle de México en donde se contemplan soluciones para controlar las inundaciones (TEC y TEO) y dar tratamiento a las aguas residuales, respetando el reúso desarrollado a través del tiempo e impulsando nuevos proyectos como en la zona del Caracol que coadyudará a detener la sobreexplotación de acuíferos
- Desarrollar tecnologías avanzadas de tratamiento en el país para mejorar y controlar la calidad del agua