

PROGRAMA FORMATIVO PARA INICIACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS EN TÉCNICAS DE GESTIÓN HÍDRICA INTEGRADA, HIDROGEOLOGÍA APLICADA Y RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS



Medellín (Colombia), 17 a 21 de Junio de 2019
Proponente: Dr. Enrique Fernández Escalante
4marer68@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La recarga gestionada de los acuíferos o simplemente “MAR” (Managed Aquifer Recharge) forma parte de una paleta de soluciones contra la escasez del agua que incrementa su seguridad, su mejora cualitativa y combate el descenso de los niveles freáticos que ponen en peligro a los ecosistemas hidro-dependientes.

Con frecuencia es la solución más económica, más benigna, más resiliente y de mayor aceptación social, pero no es tomada en cuenta por falta de concienciación, por un conocimiento insuficiente de los acuíferos, una percepción inmadura de los riesgos que entraña y una legislación inadecuada para la gestión integrada del agua, incluyendo el vínculo de la técnica MAR con la gestión de la demanda.

MAR puede tener una alta capacidad para solucionar problemas locales que en su colectividad han sido designados “la crisis global del agua”. La IAEA mediante acciones formativas promueve que la efectividad de esta técnica, así como sus beneficios, desventajas, limitaciones y su aplicabilidad, adquieran una implantación cada día mayor. Para ello se apoya en los nuevos avances científicos y tecnológicos aplicables a una amplia variedad de situaciones, que pueden alcanzar una relevancia global.

Ningún hidrogestor o consultor debería ignorar el potencial y el alcance de esta técnica, mediante cursos, labores de capacitación y, sobre todo, implementación y aplicación del conocimiento.

El objetivo principal del curso es mostrar una visión amplia, y a la vez profunda, sobre la técnica de la recarga artificial o gestionada, con un enfoque eminentemente práctico pero a su vez apoyado en un sólido sustrato teórico y científico. El curso, a su vez, contempla aspectos colaterales pero de suma importancia, como son la legislación aplicable, los procedimientos para implementación, aspectos económicos, medioambientales, sociales, etc., todos ellos apoyados en casos reales.

Especial atención requieren los aspectos cuantitativos, cualitativos y el alto potencial de la técnica como medida paliativa de los efectos adversos del cambio climático, además de ser una alternativa garante de recursos para amortiguar el efecto de largos períodos de sequía, mediante técnicas de minería del agua.

Al mismo tiempo, las ponencias contemplan distintos escenarios de aplicación, desde la agricultura al abastecimiento urbano; y escalas de diseño de dispositivos, desde construcciones a gran escala hasta pequeños elementos constructivos integrables en la edificación de escala doméstica.

Su carácter internacional, con ejemplos de los cinco continentes garantiza un grado de conocimiento de suficiente detalle para la actividad profesional.

A partir del curso, además de ampliar conocimientos en gestión hídrica integrada y recarga artificial, los asistentes contarán con abundante documentación y herramientas para abordar con garantía de éxito técnico distintos proyectos de recarga gestionada.



ACERCA DEL INSTRUCTOR



Dr. Enrique Fernández Escalante. Doctor y Especialista en Hidrogeología con 29 años de actividad profesional en cinco empresas.

Especialista en Tragsa Innovación, Codirector de la Comisión de Recarga Gestionada de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH-MAR Commission), Certificate of Appreciation IAH 2013, Secretario técnico de la Plataforma Tecnológica Española del Agua (PTEA), Cooperante de la ONU, IAEA, UNESCO, ADB...

Profesor Asociado en la Universidad Complutense de Madrid, Dpto. de Estratigrafía de la Facultad de CC Geológicas por cinco años. Profesor de Master en Campus Moncloa.

Autor, coautor o coordinador de 23 libros y capítulos relacionados con la recarga gestionada de los acuíferos, además de numerosas publicaciones científicas y técnicas.

Actividad profesional en más de 15 países.

*El Instructor estará apoyado por profesionales de entidades públicas ambientales de carácter nacional y regional de Colombia y profesores Universitarios, según se describe en el programa.



PROGRAMA

SESIÓN 1: GESTIÓN HÍDRICA INTEGRADA, RECARGA ARTIFICIAL Y WATER HARVESTING. INVENTARIOS. TÉCNICAS DE MAPEO Y GIS

Instalación del Workshop

Bienvenida

Presentación de los asistentes

0- Presentación del programa del curso

1-1. Técnicas de gestión hídrica

Convencionales

No convencionales

Alternativas

1-2. Aspectos generales de la técnica MAR y cabida en los esquemas de gestión hídrica tradicionales

Descripción

Nociones hidrogeológicas

Mecanismo hidrodinámico de la recarga artificial

Ejemplos de aplicación

-Dípticos [DINA-MAR](#)

1-3. Cultivo de Agua (*Water harvesting*)

Definición y clasificación

Ejemplos de cultivo de agua en Sudamérica y España. Sistemas ancestrales de recarga artificial: Las amunas de Perú y Colombia y los careos españoles.

1-4. Distribución y grado de implantación de la técnica MAR en el mundo

Distribución por continentes

Bases de datos

-Exposición del vídeo DINA-MAR, recarga artificial de acuíferos en el marco del desarrollo sostenible.

1-5. Inventario de tipologías y dispositivos a nivel internacional. Breve descripción de los 25 dispositivos inventariados.

Poster-inventario

Anexo condiciones determinantes

1-6. Conceptos generales de hidrogeología, repaso, aplicación práctica.

Presentación del libro: "Las aguas subterráneas y su flujo"

Ejercicios 1. Breves ejercicios de hidrogeología relacionados con la recarga artificial y contaminación.

1-7. Delimitación de Zonas de Recarga y Normatividad frente a las zonas de recarga y acuíferos (**IDEAM y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de COLOMBIA**) (PC)

1-8. MAR-*mapping*. Procedimientos para determinar los lugares susceptibles para la recarga gestionada de acuíferos. Potencial.

Geographic Information Systems (GIS) para determinar las "Zonas MAR" o áreas apropiadas para la aplicación de la técnica

Estudios mediante técnicas GIS: factores con mayor y menor influencia para la toma de decisiones

Práctica 1: Ejemplo para el caso español: el hidroteoportal DINA-MAR. Tutorial. http://sig3.tragsatec.es/visor_dina-mar/

Ejercicio 2 (GIS). Selección de coberturas temáticas para seleccionar las áreas más apropiadas. Comentarios en el grupo.

Presentación libros (Ficheros pdf):

Tecnología básica de la recarga artificial

Libro DINA-MAR

Strategies for Managed Aquifer Recharge in semi-arid areas.

Presentación de la documentación adicional y comentarios-coloquio. Cierre de la primera jornada.

SESIÓN 2: HIDROGEOLOGÍA 2. MAR Y CAMBIO CLIMÁTICO. PROSPECCIÓN, ASPECTOS CUALITATIVOS, TRAZABILIDAD, ISOTOPIA, MODELADO

2-0. Ejercicios 2. HIDROGEOLOGÍA ESPECÍFICA APLICADA A MAR: EJERCICIOS DE INTERPRETACIÓN DE ENSAYOS INFILTRACIÓN.

2-1. MAR y cambio climático

Lecciones aprendidas en zonas áridas y semiáridas

-Fragmentos vídeos MAR en zonas áridas

2-2. Mecanismos MAR de detención/retención-infiltración pasivos e intermitentes para la adaptación al cambio climático.

Antecedentes

Opciones

2-3. Estudios previos para la implantación de dispositivos de recarga gestionada.

Técnicas de prospección geofísica

Monitoreo y captación de datos. Ejemplo concreto en el acuífero Los Arenales.

-Exposición del vídeo *MARSOL demo sites* (instrumentación y monitoreo) <https://vimeo.com/194059586> y comentarios

2-4. La calidad de las aguas para recarga gestionada

Tendencias evolutivas generales

Contaminantes emergentes

Estándares de calidad

Presentación y entrega del entregable 14-1 MARSOL sobre contaminantes emergentes.

2-5. Isótopos y usos hidro(geo)lógicos

-Principales trazadores isotópicos

-Uso de trazadores para la recarga gestionada

-Ejemplos y casos prácticos

Presentación y entrega del libro digital de la AIEA: *Using Isotopes for Design and Monitoring of Artificial Recharge Systems*.

2-6. Modelización aplicada a la técnica MAR. Modelos en diferencias finitas y elementos finitos

Ejemplos: Casos prácticos españoles

2-7. **Administración de Colombia:** Recarga artificial: Retos y oportunidades, casos piloto de implementación en el país (con el apoyo de CARSUCRE y UTP)

Exposición de vídeos sobre casos pioneros de la gestión integrada:

-Dispositivos pioneros: los careos de sierra Nevada, España.

-Otro dispositivo paralelo: Las amunas de Huarochirí.

Presentación de la documentación adicional y comentarios-coloquio. Cierre de la segunda jornada.

SESIÓN 3: SALIDA AL CAMPO. GEOMORFOLOGÍA Y GESTIÓN HÍDRICA INTEGRADA

Se programará una salida cerca a Medellín (Área Metropolitana u Occidente). En ella se identificarán rasgos geomorfológicos y su posible relación con la recarga natural. Posibilidades de implementación de recarga artificial.

SESIÓN 4: MAR E INGENIERÍA. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS. APLICACIONES EN EL ÁMBITO RURAL Y URBANO

4-1. Criterios de diseño y constructivos de dispositivos MAR

Recomendaciones sobre 20 tipos de dispositivos inventariados

-Criterios de diseño. Presentación del libro MARSOL13-3.

4-2. -Criterios técnicos para la mejora de la gestión de la recarga mediante técnicas SAT.

-Seguimiento de la evolución de la tasa de infiltración. Ensayos e interpretación

-Binomios problemas-solución enfocados al diseño, aspectos operativos, gestión y mantenimiento

-Criterios de implementación exitosa: *Guidelines*. Presentación del libro MARSOL13-1.

-Exposición del vídeo “Soluciones tecnológicas en el acuífero de Los Arenales”.

-Comentarios-coloquio sobre la película.

-Cuestionario sobre soluciones tecnológicas.

4-3. El problema de la colmatación

-Tipos de colmatación y ejemplos

-La colmatación gaseosa: el efecto *Lisse*

-Relación entre la colmatación y la calidad de las aguas

-Presentación del clogging monograph de la IAHR MAR Commission

-Cortos vídeos sobre *clogging*

Ejercicio práctico 3. Diseño de medidas para prevenir/combater la colmatación en dos grupos, uno para un dispositivo superficial y otro para un sondeo profundo.

4-4. Dimensión medioambiental de la técnica MAR. Efectos, condicionantes, indicadores ambientales y riesgos de la recarga artificial.

Presentación del libro “Rechargeable sustainability. The key is the storage” (Tragsa group). Distribución del fichero pdf.

Ejercicio práctico 4 (Opcional según ajuste al programa): Propuesta de un Sistema DAFO (Fortalezas, oportunidades, deficiencias, amenazas) para un caso real. Propuesta de un sistema PEST (político, económico, social, tecnológico). Comentarios en grupo.

4-5. Los Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en MAR y en la hidrogeología urbana

Gestión del agua en la ciudad. Presentación del libro GIAE.

Distintas tipologías y dispositivos para inducir la recarga en la ciudad

Presentación del libro: [gestión integral del agua de lluvia en entornos edificados. GIAE \(Grupo Tragsa\).](#)

[Vídeo EPA.](#)

Presentación de la documentación adicional y comentarios-coloquio. Cierre de la tercera jornada.

SESIÓN 5: ECONOMÍA Y LEGISLACIÓN ESPECÍFICA SOBRE MAR. CASOS REALES, SAT-MAR, LÍNEAS DE ACCIÓN, COMUNICACIÓN

[5-0. Cuestionarios. Resolución conjunta de cuestiones vistas hasta la fecha.](#)

5-1. Recarga artificial: marco legal

Comentarios sobre 11 países con regulación sobre recarga artificial:
Analogías, diferencias y rasgos comunes

5-2. Aspectos económicos de la técnica MAR

Costes de implementación: ejemplos

5-3. Intervención del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible haciendo referencia a la normativa colombiana en temas de recarga y acuíferos (PC)

5-4. Difusión y transferencia de tecnología sobre MAR.

-Metodología y materiales.

[-Presentación de Ebooks de proyectos de recarga gestionada. Presentación del repositorio sobre libros MAR: \[http://www.dina-mar.es/post/2016/02/16/Libros-sobre-la-tecnica-MAR-\\(repositorio\\)-MAR-books-repository.aspx\]\(http://www.dina-mar.es/post/2016/02/16/Libros-sobre-la-tecnica-MAR-\(repositorio\)-MAR-books-repository.aspx\)](#)

Ejercicio práctico 5: Difusión y Transferencia tecnológica. Diseño de un programa de acción.

5-5. Proyectos y casos de éxito.

-Proyectos SAT-MAR. Recarga con efluentes de depuradoras.

-Ejemplo MAR para combate intrusión marina (PC).

-La recarga artificial: líneas de investigación en el proyecto MAR-SOLutions.

-Líneas en desarrollo y previsión de nuevas líneas de investigación:

[Presentación del vídeo final del proyecto MARSOL.](#)

<https://vimeo.com/226268269>

Ejercicio práctico 6: Estrategias para incorporar la técnica MAR en la gestión de los recursos hídricos. Diseño de un programa de acción para la zona de campo visitada el miércoles.

5-6. La IAH MAR Commission.

Coloquio-open debate. Líneas de acción a futuro y redacción de una declaración de intenciones.

Feedback de los asistentes (full round)

Evaluación del curso

Clausura, entrega de diplomas, foto de grupo y despedida con vino español.

NOTAS IMPORTANTES:

-EL PROGRAMA, INICIALMENTE APROBADO, PUEDE SUFRIR ALGUNAS MODIFICACIONES.

-Las clases serán impartidas en español, no obstante algunos materiales a entregar están redactados en inglés

PC. Las ponencias de autores colombianos están confirmadas, pero es posible que sean impartidas en momentos diferentes a los especificados.

