



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



FACULTAD
DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



ESCUELA
CENTROAMERICANA
DE GEOLOGÍA

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA

MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS (G-5127)

Profesor: Mario E. Arias Salguero

Director, Centro de Investigaciones en Ciencias Geológicas

Tel: 2225-1684, email: mariogeologo@gmail.com

Requisitos: G-5216 (Campaña Geológica); G-4112 (Hidrogeología)

Créditos: 4

Período: I Semestre 2016

Horario: Jueves 17:00 - 20:50 aula 311, más 1 hora semanal a convenir

1. Introducción:

Conforme la presión por el uso del agua aumenta, se ha vuelto prioritario buscar nuevos métodos para administrar de forma óptima los recursos hídricos. La comunidad internacional ha reconocido esta necesidad, a tal grado que; en las últimas décadas se ha llegado al consenso de que la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH), es un proceso apropiado para enfrentar esta situación. Es por ello; que en este curso de Manejo de Recursos Hídricos; utilizaremos muchos de los conceptos nuevos empleados en la administración del agua.

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos es un proceso sistemático para el desarrollo, asignación y monitoreo de los usos del agua, de acuerdo con objetivos sociales, económicos y ambientales que buscan el desarrollo sostenible. Es un concepto que está basado en la idea de que los diferentes usos del recurso son interdependientes, por tanto; la GIRH no funcionaría sin la colaboración y/o participación de la sociedad civil, instituciones gubernamentales y privadas, ONG's y organismos internacionales, los cuales a través de un compromiso serio buscan asegurar los recursos hídricos.

Operativamente, el enfoque de GIRH involucra la aplicación de conocimiento de diversas disciplinas, así como las perspectivas de diversos actores para elaborar e implementar soluciones eficientes, equitativas y sostenibles a los problemas hídricos y de desarrollo. Así la GIRH se convierte en una herramienta para el desarrollo y la gestión del agua de forma que hace un balance de las necesidades económicas y sociales, y asegura la protección de ecosistemas para generaciones futuras.

Como eje transversal abordaremos la situación del Recurso Hídrico en Costa Rica.

La correcta gestión del agua subterránea implica tener el suficiente conocimiento hidrogeológico de la misma, sin embargo; en Costa Rica no existe una cuantificación real, ni una gestión integrada de acuíferos, lo que genera una administración descontrolada del recurso, la cual se basa en la demanda y no en la oferta hídrica existente, pues ésta se desconoce para la mayoría de los casos. Son muy pocos los acuíferos en nuestro país con



estudios sistemáticos, datos históricos confiables y un conocimiento que abarque los aspectos técnicos-científicos requeridos.

2. Objetivo general

Conocer los elementos básicos para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, dándole énfasis a los instrumentos y herramientas orientados al agua subterránea y la situación de Costa Rica.

3. Actividades

La participación de los estudiantes en el desarrollo de las investigaciones, casos de estudio y exposiciones comprenderá una parte fundamental del curso. Con esto se pretende que el estudiante desarrolle aptitudes para la presentación y discusión de temas relacionados con la gestión del recurso hídrico en el marco de su desempeño profesional. La discusión de temas de interés nacional relacionados con la protección y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico será el elemento presente en todo momento.

Programa

I. Situación del Recurso Hídrico en Costa Rica

1. Generalidades
2. Entes servidores del servicio de agua potable
3. Calidad del agua y Saneamiento
4. Usos y aprovechamiento del agua por cuencas hidrográficas
5. Conflictos por el uso del agua

II. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico

1. El concepto y retos de la GIRH
2. Los principios elementales de Dublín
3. Los tres componentes de la GIRH
4. Instrumentos de la gestión

III. Agua y elementos del ciclo hidrológico

1. Elementos de hidrología de superficie
2. Manantiales y tipos de acuíferos
3. Modelo hidrogeológico conceptual
4. Cuenca Hidrográfica como unidad de planificación
5. Efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos

IV. Conservación y protección del recurso hídrico

1. Legislación hídrica
2. Técnicas para determinar la vulnerabilidad, amenaza y riesgo de los acuíferos
3. Zonificación del terreno para la protección contra la contaminación

**Cronograma**

SEMANA	TEMA
1	Presentación del Curso
2	I. Situación del Recurso Hídrico en Costa Rica
3	SEMANA SANTA
4	I. Situación del Recurso Hídrico en Costa Rica
5	I. Situación del Recurso Hídrico en Costa Rica
6	I. Situación del Recurso Hídrico en Costa Rica
7	II. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico
8	II. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico (semana U)
9	II. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico
10	III. Agua y elementos del ciclo hidrológico/ Entrega Investigación I
11	III. Agua y elementos del ciclo hidrológico
12	III. Agua y elementos del ciclo hidrológico
13	IV. Conservación y protección del recurso hídrico/ Entrega Investigación II
14	IV. Conservación y protección del recurso hídrico
15	IV. Conservación y protección del recurso hídrico
16	IV. Conservación y protección del recurso hídrico
17	Presentación de Investigación III
18	Examen Parcial

Evaluación

- Investigación I 30%
- Investigación II 30%
- Investigación III 30%
- 1 examen parcial 10%

Investigación I

Individualmente, se debe realizar la caracterización y evaluación de un Acueducto comunal (ASADA o municipal), a escogencia de cada estudiante.

Investigación II

Cada uno de Ustedes, debe elaborar la caracterización de un manantial de interés (puede ser en la misma ASADA evaluada).

Investigación III

En grupos de 3 personas, se deberá realizar una capacitación a miembros de un Acueducto Comunal o de una localidad (al menos 7 personas presentes el día de la actividad) en la temática del recurso hídrico nacional que sea de interés y que responda a las mismas necesidades de esa comunidad. Esta capacitación debe ser registrada en formato video.

En todos los casos, el profesor orientará el proceso de formulación de las investigaciones (I, II y III), así como los pasos necesarios y revisiones periódicas de avance.



Bibliografía

Arias, M.E., 2012: **Vulnerabilidad y Protección del Agua Subterránea: Valor de la Matriz del Uso del Suelo del SENARA**: Revista AMBIENTICO, 208, 9-13,

Arias, M.E., 2011: **Gestión del Recurso Hídrico y Uso del Agua, año 2010**. Ponencia del Informe del Estado de la Nación (XVII), 52 p.

Arias, M. E., 2010: **Estudios Hidrogeológicos: una ventana de oportunidad**. Informe del Estado de la Nación (XVI) p. 213.

Arias, M. E., 2010: **Rectoría del Agua Subterránea**. Informe del Estado de la Nación (XVI) p. 213.

Arias, M. E., 2010: **Importancia del Agua Subterránea en el Parque Nacional Marino Las Baulas**. Revista AMBIENTICO, 202, 11-12.

Arias, M. E., 2009: **El agua subterránea en Costa Rica: problemática, investigación y protección**. Informe del Estado de la Nación (XV), p. 236

Arias, M. E., 2009: **El Ordenamiento Ambiental del Territorio en Guanacaste: Importancia de la Componente Hidrogeológica**. En Informe sobre la seguridad hídrica de Sardinal. Consejo Universitario, Universidad de Costa Rica.

Arias, M. E., 2009: **Sardinal: ¿Ejemplo de la Gestión Integral del Recurso Hídrico?** En Informe sobre la seguridad hídrica de Sardinal. Consejo Universitario, Universidad de Costa Rica.

Arias, M. E., 2008: **El agua subterránea en Costa Rica**. Boletín Asociación Latinoamericana de Hidrogeología. 27.

Arias, M. E., 2008: **Desarrollo Inmobiliario en Guanacaste y Geología**. Revista AMBIENTICO, 172, 15-16.

Arias, M. E., 2004: **Proyecto de ley y gestión integrado del recurso hídrico en Costa Rica**. V Congreso Geológico Nacional, San José, 31-32.

Arias, M. E., 2002: **“Hacia una cultura del agua”**. Revista Rescatemos el Virilla, Año 8, N. 19

Arias, M. E., Losilla, M., & Arredondo, S., 2006: **Estado del conocimiento del agua subterránea en Costa Rica**. Boletín Geológico y Minero, 117 (1): 63-73.



Astorga, A., & Arias, M. E., 2003: **Mapa de Geoaptitud Hidrogeológica de Costa Rica: Implicaciones respecto a la gestión ambiental del desarrollo**: Revista Geológica de América Central, 29: 95-101.

ASTM, 2004: **Standar guide for Establishing Nomenclature of Ground Water Aquifers**. Designation D6106-97, 17 p.

Antón, D. 2005: **Desarrollo de una guía metodológica para el mapeo esquemático de acuíferos utilizando información básica disponible con miras a optimizar su gestión**. Informe final contrato N. 1033.4 UNESCO, 40p.

Antonellini, M. et al. 2008: **Salt water intrusion in the coastal aquifer of the southern Po Plain, Italy**. Hydrogeology Journal 16: 1541-1556.

Barazzuoli P, et al. 2008: **A conceptual and numerical model for groundwater management: a case study on a coastal aquifer in southern Tuscany, Italy**. Hydrogeology Journal 16: 1557-1576.

Blanco K. 2013. **Recurso hídrico en la zona norte de Heredia: La experiencia de la UNA**. Editorial UNA, 238 p.

Castro, R., Monge E., Rocha C., Rodríguez, H., 2004: **Gestión local y participativa del recurso hídrico en Costa Rica**. CEDARENA, 72 p.

Cap-Net, 2005: **Planes de Gestión Integrada del Recurso Hídrico: manual de capacitación y guía operacional**. 109p.

CEDARENA, 2001: **Manual de regulación jurídica para la gestión del recurso hídrico de Costa Rica**. 116 p.

Consejo Universitario UCR. 2009: **Implicaciones del proyecto de ampliación del acueducto el Coco-Ocotol, Guanacaste, conocido como Sardinal**. Informe Interno.

Cook, P.G., 2003: **A Guide to Regional Groundwater Flow in Fractured Rock Aquifers**. CSIRO Australia. 115 págs.

Custodio, E. & Llamas, M.R., 2003: **Intensive use of groundwater: Introductory considerations**. – En: CUSTODIO, E. & LLAMAS, M.R., (eds.): Intensive use of groundwater: Challenges and opportunities. – Swets & Zeitlinger, Lisse, Holanda, 3-13.

Custodio E., 2004: **Hidrogeología urbana: una nueva rama de la ciencia hidrogeológica**. Boletín geológico y minero, 115, número especial: 283-288.

Díaz, C., Esteller, M., & López-Vera, F., 2005: **Recursos Hídricos: conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamerica**. Red CYTED, 750 p.



Fernández, E., 2010. **La gestión de la recarga artificial de acuíferos en el marco del modelo de desarrollo sostenible.** Desarrollo Tecnológico, serie Hidrogeología Hoy, título 6, DINA-Mar, 495 p.

Foster, S., Hirata, R., Gómez, D., D' Elia, M., & Paris, M., 2002: **Protección de la calidad del agua subterránea: guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales.** Banco Mundial, 115 p.

Foster, S., & Kemper, K., 2005: **Gestión Sustentable del Agua Subterránea: conceptos y herramientas.** Serie de notas informativas. Banco Muncial GW-MATE.

Foster, S., & Loucks, D., 2006: **Non-renewable groundwater resources: a guidebook on socially – sustainable management for water-police makers.** UNESCO, 100 p.

Gonzalez R., & Peña M. 2015: **El proceso ambiental en Costa Rica.** 1 ed. San José, ISOLMA.

GWP, 2011.: **Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada.** BCIE, 143 p.

Harvey J & McCormick P, 2009: **Groundwaer's significance to changing hydrology, water chemistry, and biological communities of a floodplain ecosystem, Everglades. South Florida, USA.** Hydrogeology Journal 17: 185-201.

Humphreys, W. 2009: **Hydrogeology and groundwater ecology: Does each inform the other?** Hydrogeology Journal 17: 5-21.

La Caceta: **Reglamento para la calidad de agua potable.** Decreto ejecutivo 38924-S. Enero, 2015.

Marin, R., 2011: **El acueducto comunitario óptimo: condiciones para la gestión efectiva de los servicios de agua.** AVINA, 20 p.

Meffe, R & Martínez, M., S.F: **Metodología para el desarrollo de modelos hidrogeológicos mediante herramientas de información geográficas.** Centro de investigación y desarrollo en recursos hídricos. España.

Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2015: **Fundamento técnico sobre dimensión, distribución y naturaleza de las áreas de protección hídrica establecidas en los artículos 29 y30 del proyecto de ley de Gestión Integrada del Recurso Hídrico, tramitado bajo el expediente legislativo N. 17.742 y aprobada en primer debate el 31 de marzo del 2014.** Informe interno.

Neukum, C et al. 2008: **Validation of vulnerability mapping methods by field investigations and numerical modelling.** Hydrogeology Journal 16: 641-658.



Peña M. 2015: **Desarrollo Jurisprudencial del principio de No regresión del derecho ambiental en Costa Rica.** Revista Judicial de CR, N. 117. 149-169

Pochon, A., et al., 2008: **Groundwater protection in fractures media: a vulnerability based approach for delineating protection zones in Switzerland.** Hydrogeology Journal 16: 1267-1281.

Raya S. 2009: **Transboundary Aquifers: managing a vital resource.** UNESCO, 27p.

Ramírez, P. & Arias, M.E., 2011: **Lineamientos de ordenamiento territorial para el manejo y protección del agua subterránea en la cuenca del río Birris (Cartago).** Revista Ambientales, 41: 47-54.

SENARA; 2015: **Metodología General para la elaboración de los estudios hidrogeológicos para los planes reguladores.** Acuerdo 4975. La Gaceta. 137, 16 de julio del 2015.

Springer, A et al. 2009: **Spheres of discharge of springs.** Hydrogeology Journal 17: 83-93.

UNA, 2003: **El agua en Costa Rica.** Revista de Ciencias Ambientales, N. 45

UNA, 2012: **Protección constitucional de los acuíferos subterráneos en Costa Rica.** Revista Ambientico, N. 228.

UNESCO, 2004: **Groundwater studies: an international guide for hydrogeological investigations.** IHP-VI, series on Groundwater N. 3, 423 p.

UNESCO; 2007: **V Conferencia Mundial FRIEND, La Habana, Cuba- Impactos Hidrológicos de la variabilidad y cambio climático.** PHI-VI documento técnico N: 11.

UNESCO; 2008: **Water Resources Assessment: Integral Water Balance in Basins.** Technical Document PHI-LAC, N. 14.

Vrba J., & Adams B., 2008: **Groundwater Earley Warning Monitoring Strategy: a metodological guide.** UNESCO.

Vrba J., & Verhagen B., 2011: **Groundwater for emergency situation: a methodological guide.** IHP-VII Series on Groundwater N.3, 317 p.

Walsh P. 2008: **A new method for analyzing the effects of joints and stratigraphy on spring locations: a case study from the Sacramento Mountains, south central Ney Mexico, USA.** Hydrogeology Journal 16: 1459-1467.

WMO & UNESCO., 2012: **International glossary of hidrology.** – 471 págs. World Meteorological Organization, Geneve, Suiza.