

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**PROGRAMA DE CURSO**

**1. Identificación de la Actividad Curricular**

|                                      |                                                                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Nombre del curso                     | AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS                               |
| Código                               | 2777                                                                   |
| Pre-Requisitos                       | Hidrología 617, Interpretación de análisis instrumental ambiental 2334 |
| Semestre y Sección                   | SEXTO SEMESTRE; Sección "A"                                            |
| Ciclo (año)                          | 2025                                                                   |
| Horas de Docencia Directa /Indirecta | 16 semanas (32 horas de teoría, 16 horas de práctica)                  |
| Horario del curso:                   | Martes: 3:30 a 5.00 pm<br>Miércoles: 3:30 a 5.00 pm                    |
| Créditos académicos (USAC)           | 4                                                                      |

**2. Datos del profesor**

|                           |                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre</b>             | <b>Gabriel Paolo Gamboa Ochoa</b>                                                                                                                                                                           |
| <b>Licenciatura</b>       | Ingeniero agrónomo en sistemas de producción agrícola en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas                                                                                             |
| <b>Maestría</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Máster en Planificación y gestión territorial, de los riesgos, del agua y del medio ambiente</li> <li>Máster en Ciencia y tecnología de recursos hídricos</li> </ul> |
| <b>Doctorado</b>          |                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Correo electrónico</b> | <a href="mailto:gabrielgamboa@cunoc.edu.gt">gabrielgamboa@cunoc.edu.gt</a>                                                                                                                                  |

### 3. Descripción de la Actividad Curricular.

Las aguas superficiales y las aguas subterráneas están muy relacionadas, pues es muy frecuente que el agua subterránea aflore en fuentes y manantiales para seguir un recorrido superficial, mientras que en otros casos el agua superficial se infiltra, pasando a formar parte del agua subterránea. En muchas ocasiones, los ríos superficiales sirven de desagüe natural a las corrientes subterráneas, por cuya causa aquellos siguen llevando agua, aunque transcurran largos períodos de tiempo sin llover. La relación entre las aguas superficiales y subterráneas resulta muy patente en el curso de muchos ríos. Cuando el agua circula por el álveo de un cauce asentado sobre un terreno permeable no consolidado, una parte del caudal rellena los poros de ese terreno, formando un manto de aguas subálveas que discurre a la par del río superficial. Por tanto, en torno al río superficial fluye otro río subterráneo que discurre a mucha menos velocidad que el anterior. Cuando el nivel del agua se sitúa por debajo de la superficie del cauce, la totalidad del agua es subterránea. Desde el punto de vista de su explotación hay que tener en cuenta una serie de características diferenciales entre las aguas superficiales y subterráneas.

Además de esto, la inseguridad hídrica, está en aumento tanto en los usos para consumo humano como para uso industrial, agro-industrial, comercial, entre otros. El aumento de la población, el descenso del nivel de la capa freática debido a la sobreexplotación del acuífero, así como los cambios de uso de la tierra, el aumento de la contaminación de fuentes de agua dulce como ríos y lagos, hacen necesario que se hagan estudios sobre la distribución, circulación y propiedades del agua en la Tierra, incluyendo su interacción con el medio ambiente, esto con el objetivo de conocer la disponibilidad de agua para los distintos usos que la humanidad le dá a los recursos hídricos que intervienen en sus relaciones socioeconómicas del día a día.

El manejo integrado de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas bajo distintos usos del agua y condiciones cambiantes de uso de la tierra y clima son retos que las sociedades enfrentan o enfrentarán en las siguientes décadas (Simonovic, 2002).

Es así que con el presente curso se pretende integrar conocimientos científicos- tecnológicos, de una manera eficiente y didáctica, procurando que el estudiante se sumerja en el interesante mundo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y que conozca los mecanismos y técnicas que se utilizan hoy en día para su estudio. Por tal razón se realizará una práctica de aforo de un afluente de la Cuenca Alta del Río Samalá para conocer la producción de agua y que los estudiantes conozcan distintos métodos de aforo y puedan adquirir competencias que les permitan monitorear caudales de ríos o estimar la oferta disponible de recursos hídricos para una población o una unidad productiva agropecuaria o forestal, pero basado en evidencia y datos hidrológicos, para lograr el uso sostenible de los recursos hídricos.

### 4. Competencias

#### 4.1. Competencias Genéricas y Niveles de Dominio:

- CG 1. Lidera y propicia el trabajo en equipo multidisciplinario
  - Nivel II. Forma parte de equipos de trabajo
- CG 2. Analiza y propone soluciones a la problemática de la realidad que enfrenta
  - Nivel II. Analiza la problemática real de su entorno

#### 4.2. Competencias Específicas y Niveles de Dominio:

- CE.** Planifica la protección, conservación y aprovechamiento del medio ambiente considerando la situación económica, social, política y cultural del país.
- Analiza y diagnostica la situación económica, social, política, cultural y ambiental del país.
- CE.** Contribuye a la integración de la sostenibilidad ambiental en los procesos de ordenamiento y planificación territorial.
- Comprende y examina alternativas que permiten la integración de la sostenibilidad ambiental en los procesos de ordenamiento y planificación territorial.
- CE.** Promueve la gestión integral de los recursos hídrico y forestal.
- Comprende y evalúa la gestión integrada de los recursos hídrico y

#### 5.0 Resultados de Aprendizaje

RA1. Identifica y caracteriza los componentes de las aguas superficiales y aguas subterráneas del área objeto de análisis.

RA2. Conoce y maneja los diferentes métodos y herramientas de medición de caudales.

RA3. Identifica las características de las aguas Superficiales y su relación con las aguas subterráneas por medio de las zonas de recarga hídrica y su interacción.

## **6.0 Contenidos**

### **MÓDULO 1**

#### **1. EL CICLO HIDROLÓGICO**

- 1.1. Elementos que condicionan el ciclo hidrológico (CICLO URBANO DEL AGUA)
- 1.2. Relaciones y diferencias entre aguas superficiales – aguas subterráneas (calidad, cantidad, contaminación, disponibilidad, entre otros)
- 1.3. Clasificación de los usos del agua \*
- 1.4. Oferta y demanda de recursos hídricos superficiales y subterráneos

#### **2. INTRODUCCIÓN A LA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

- 2.1. Definición de Hidrología
- 2.2. Hidrometría: aforos en cursos fluviales
  - 2.2.1. Métodos de aforo
  - 2.2.2. Estaciones de aforo
  - 2.2.3. Curvas de gastos
  - 2.2.4. Directrices para la estimación de la producción de agua de una microcuenca (Ejemplo a utilizar para la práctica de campo)

#### **3. ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS**

- 3.1. Componentes del hidrograma
- 3.2. Objetivos del análisis de hidrogramas

### **MÓDULO 2**

#### **1. EL AGUA y EL SUELO**

- 1.1. Generalidades
- 1.2. Distribución vertical del agua en el terreno
- 1.3. Tipos de agua \*
- 1.4. Parámetros de la humedad del suelo
- 1.5. Calidad de las aguas superficiales.

#### **2. INFILTRACIÓN Y RECARGA HÍDRICA**

- 2.1 Zonas de recarga hídrica
- 2.2 Identificación de zonas de recarga hídrica
- 2.3 Estudio de caso “Identificación de zonas de recarga hídrica en el municipio de San Ildefonso Ixtahuacán, Huehuetenango”. \*

### MÓDULO 3

#### 1. AGUAS SUBTERRÁNEAS

- 1.1. Hidrogeología
- 1.2. Las aguas subterráneas
- 1.3. Existencia y origen de las aguas subterráneas

#### 2. LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS

- 2.1. La Geología
- 2.2. Tipos de rocas
- 2.3. Procesos que afectan a las rocas
- 2.4. Los suelos
- 2.5. La tectónica

#### 3. PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS FUNDAMENTALES

- 3.1. Porosidad
- 3.2. Permeabilidad o conductividad hidráulica
- 3.3. Transmisividad
- 3.4. Coeficiente de almacenamiento

#### 4. FORMACIONES GEOLÓGICAS

- 4.1. Clasificación de las formaciones geológicas
- 4.2. Tipos de acuíferos

#### 5. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU FLUJO

- 5.1. Movimiento del agua en el terreno
- 5.2. Calidad del agua subterránea según el tipo de flujo

#### 6. ECUACIÓN GENERAL DEL FLUJO

- 6.1. Ley de Darcy
- 6.2. Ecuación de continuidad

### MÓDULO 4

#### 1. PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA

- 1.1 Plantas potabilizadoras
- 1.2 Tipos de potabilizadoras y sus componentes
- 1.3 Plantas de tratamiento de aguas residuales

#### 2. CRITERIOS Y NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA PARA DISTINTOS USOS

- 2.1 Normas de la Comisión Guatemalteca de Normas
- 2.2 Norma para agua para consumo humano
- 2.3 Norma para agua para riego

## 7.0 Medios y Evaluación del Aprendizaje

| RESULTADOS DE APRENDIZAJE                                                                                                                                           | ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS                                                                                                                                                                                                            | ESTRATEGIAS EVALUATIVAS                                                                                                                                                                                                               | PONDERACIÓN |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| RA1. Identifica y caracteriza los componentes de las aguas superficiales y aguas subterráneas del área objeto de análisis.                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaboración de mapas conceptuales.</li> <li>•Exposición oral dinamizada</li> <li>•Lectura y análisis de documentos</li> </ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas objetivas</li> <li>• Tareas individuales y en grupo.</li> </ul> Observaciones actitudinales<br>Hojas de trabajo<br>Participación en clase y en la Mesa Redonda                       | 30%         |
| RA2. Conoce y maneja los diferentes métodos y herramientas de medición de caudales.                                                                                 | Uso del método de la naranja, el colorante, el flotador, botella lastrada y de una rama para medir velocidad del agua y el caudal de una microcuenca.                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en los grupos de trabajo.</li> <li>• Observaciones actitudinales</li> <li>• Hojas de trabajo</li> <li>• Reporte de la práctica de campo de “Estimación de caudales”</li> </ul> | 30%         |
| RA3. Identifica las características de las aguas Superficiales y su relación con las aguas subterráneas por medio de las zonas de recarga hídrica y su interacción. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lluvia de ideas</li> <li>• Exposición oral dinamizada</li> <li>• Lectura y análisis de documentos</li> <li>• Mesas redondas</li> <li>• Elaboración del ensayo final y exposición</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas objetivas</li> <li>• Tareas individuales y en grupo.</li> </ul> Observaciones actitudinales<br>Hojas de trabajo<br>Participación en clase y en la Mesa Redonda                       | 40%         |

## 8.0 Requisito de asistencia para exámenes finales y de recuperación.

Artículo 20. Normativo de Evaluación y Promoción de los estudiantes del Centro Universitario de Occidente. “Los requisitos para someterse a exámenes finales o de recuperación son: estar legalmente inscrito, tener asignado el curso, haber llenado el mínimo de puntos de zona que establece este Normativo, presentar su carné de estudiante, u otro medio de identificación a criterio del examinador, su recibo de haber pagado los derechos de exámenes y haber cumplido con el 80% de asistencia”. El estudiante debe obtener una zona mínima de 31 puntos, para someterse al examen final o recuperación. Página 6 de 7 Transc. D.A. 0260-2023 oct., 4 de 2023. El curso se aprueba con 61 puntos, siempre que en el examen final se obtenga 5 puntos mínimo del valor total del examen; Art. 27 Cap. IV, Normativo de Evaluación y Promoción de los estudiantes del CUNOC.

- Acuerdo del Órgano de Dirección en donde se aprobó el Plan de Estudios: Punto 6º. Inciso 6.2 del acta 07 – 2015 de sesión ordinaria del 15 de abril de 2015.

## 9.0 Recursos para el Aprendizaje

### 9.1 Tecnológicos:

|                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Proyector multimedia</li><li>• Computadora</li><li>• Documentos de apoyo</li></ul> Aula 20, Modulo 90. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Correo electrónico:<br/>gabrielgamboa@cunoc.edu.gt</li><li>• Enlace para unirse al grupo de<br/>What´sApp:<br/><a href="https://chat.whatsapp.com/GFW6SoKoxZE7VPUiKcGkZu?mode=ac_t">https://chat.whatsapp.com/GFW6SoKoxZE7VPUiKcGkZu?mode=ac_t</a></li><li>• Aula virtual:<br/><a href="https://radd4.virtual.usac.edu.gt/cunoc/course/view.php?id=7305">https://radd4.virtual.usac.edu.gt/cunoc/course/view.php?id=7305</a></li></ul> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 9.2 Bibliográficos:

- Acaso, E., Martín-Loeches, M., Moya, M<sup>a</sup>. E., Ruíz, B., Calonge, A. (2006). Geología y geomorfología del Campus Externo de la Universidad de Alcalá. Cuadernos del Campus. Naturaleza y Medio Ambiente, N<sup>o</sup> 4. Vicerrectorado de Campus y Calidad Ambiental.
- Aparicio Francisco, Fundamentos de Hidrología de Superficie Limusa Noriega Editores México 1993.
- Arreola Muñoz, A. (s/f) El Manejo integral de cuencas: limitaciones de una política sectorial para la gestión territorial del agua. Instituto para el Desarrollo.
- Arocha R (1980) Abastecimiento de agua (Teoría y Diseño). Editorial Vegas. Caracas,Venezuela. 284 pp.
- Bellino, Norberto O. Aguas subterráneas. Conocimiento y explotación. Instituto de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Bruijnzeel, L.A. (1990) Hydrology of moist tropical Forests and effects of conversion: a state of knowledge review. UNESCO, IAHS, Free University Amsterdam, 224pp.
- CEPAL. CFI. La gestión integrada, planificación y legislación de aguas desde la perspectiva de los Principios de Dublín. Junio de 1997.
- CEDEPEM-ALDES, Diagnóstico de la Cuenca alta del Río Samalá, Guatemala. 2009. Guatemala.
- COGUANOR. (2015). Norma COGUANOR NTG 29001: Agua para consumo humano. Guatemala: COGUANOR.
- Gamboa, G. (2015) Caracterización de la cuenca del río Xequijel con fines de formulación de propuesta de plan de manejo integrado del recurso hídrico. Tesis Maestría USAC. Quetzaltenango.
- Lisney, RK; Koler, MA; Paul Hus, JLH. 1977. Hidrología para ingenieros. Trad. A Deeb, JI Ordoñez y F Castrillón. 2 ed. México, McGraw-Hill. 386 pp.
- Remenieras, G. 1974. Tratado de hidrología aplicada. 2 ed. Barcelona, ES, Editores Técnicos Asociados, S.A. 515 p.



**10.0 Cronograma.**  
**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

| <b>Semana</b>                       | <b>Actividades de Enseñanza-Aprendizaje y/o Actividades de Evaluación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>P</b>            | <b>M</b> |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|
| 1<br>(14 al 18 de julio)            | <p><b>P:</b> Presentación del programa del curso. Retroalimentación.</p> <p><b>P:</b> EL CICLO HIDROLÓGICO. Elementos que condicionan el ciclo hidrológico (CICLO URBANO DEL AGUA)<br/>Introducción a la hidrología superficial</p> <p><b>P:</b> Relaciones y diferencias entre aguas superficiales – aguas subterráneas (calidad, cantidad, contaminación, disponibilidad, entre otros).</p> | 1<br><br>2<br><br>2 |          |
| 2<br>(21 al 25 de julio)            | <p><b>P:</b> Clasificación de los usos del agua</p> <p><b>P:</b> Oferta y demanda de recursos hídricos superficiales y subterráneos</p> <p><b>P:</b> Introducción a la hidrología superficial</p>                                                                                                                                                                                             | 2<br>2<br>2         |          |
| 3<br>(28 de julio al 1 de agosto)   | <p><b>P:</b> Hidrometría: aforos en cursos fluviales. Métodos de aforo.</p> <p><b>M:</b> Curvas de gastos. Directrices para la estimación de la producción de agua de una microcuenca (Ejemplo a utilizar para la práctica de campo)</p>                                                                                                                                                      | 2                   | 2        |
| 4<br>(4 de agosto al 8 de agosto)   | <p><b>P:</b> ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS</p> <p><b>M:</b> Componentes del hidrograma y el objetivo de su análisis.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                   | 2        |
| 5<br>(11 de agosto al 15 de agosto) | <p><b>M:</b> EL AGUA y EL SUELO. Distribución vertical del agua en el terreno. Parámetros de la humedad del suelo</p> <p><b>P:</b> PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO. Textura, Estructura, Permeabilidad, Densidad aparente, Color.</p>                                                                                                                                                           | 2                   | 2        |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |   |   |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 6<br>(18 de agosto<br>al 22 de<br>agosto)          | <b>P:</b> Infiltración y recarga hídrica. Zonas de recarga hídrica. . RA2 Y RA3.<br><b>M:</b> EL AGUA y EL SUELO. Distribución vertical del agua en el terreno. Parámetros de la humedad del suelo                        | 2 | 2 |
| 7<br>(25 de agosto al<br>29 de agosto)             | <b>P:</b> PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO. Textura, Estructura, Permeabilidad, Densidad aparente, Color.<br><b>P:</b> Infiltración y recarga hídrica. Zonas de recarga hídrica. . RA2 Y RA3.                                | 2 | 2 |
| 8<br>(1 de<br>septiembre<br>al 5 de<br>septiembre) | <b>P:</b> Estudio de caso “Identificación de zonas de recarga hídrica en el municipio de San Ildefonso Ixtahuacán, Huehuetenango.<br><b>P:</b> AGUAS SUBTERRÁNEAS. 1.3. Existencia y origen de las aguas subterráneas RA2 | 2 | 2 |
| 9<br>(8<br>al 12 de<br>septiembre)                 | <b>P:</b> Estudio de caso “Identificación de zonas de recarga hídrica en el municipio de San Ildefonso Ixtahuacán, Huehuetenango.<br><b>P:</b> AGUAS SUBTERRÁNEAS. 1.3. Existencia y origen de las aguas subterráneas RA2 | 2 | 2 |
| 10<br>(15 de septiembre<br>al 19 de<br>septiembre) | <b>P:</b> PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS FUNDAMENTALES.<br><b>M:</b> : Porosidad, permeabilidad o conductividad hidráulica, Coeficiente de almacenamiento                                                                     | 2 | 2 |
| 11<br>(22 de septiembre<br>al 26 de<br>septiembre) | <b>P:</b> LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU FLUJO. Movimiento del agua en el terreno<br><b>P:</b> Calidad del agua subterránea según el tipo de flujo. RA2 Y RA3.                                                               | 2 | 2 |
| 12<br>(29 de<br>septiembre al<br>3 de octubre)     | <b>P:</b> ECUACIÓN GENERAL DEL FLUJO. Ley de Darcy. Ecuación de continuidad.<br><b>P:</b> PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA<br>Plantas potabilizadoras<br>Tipos de potabilizadoras y sus componentes                        | 2 | 2 |

|                                                  |                                                                                                                                         |            |   |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|
| 13<br>(6 de octubre<br>al 10 de<br>octubre)      | P: Plantas de tratamiento de aguas residuales –PTAR-<br>P: Componentes de las PTAR                                                      | 2<br><br>2 | 2 |
| 14<br>(13 de<br>octubre al<br>17 de<br>octubre)  | P: Tipos de PTAR<br>P: Normas de la Comisión Guatemalteca de Normas.<br>Normas relacionadas a las aguas superficiales y<br>subterráneas | 2<br>2     |   |
| 15<br><br>(20 de octubre<br>al 24 de<br>octubre) | <b>P:</b> Normas relacionadas a las aguas superficiales y<br>subterráneas                                                               | 2          |   |
| 16<br>(27 al 31 de<br>octubre)                   | P: Exposición del ensayo final<br><br>P: Exposición del ensayo final                                                                    | 2<br><br>2 |   |
| 17<br>(3 al 7 de<br>noviembre)                   | <b>M:</b> (evaluación final).                                                                                                           |            |   |
| 18<br>(10 al 14 de<br>noviemb<br>re)             | <b>P:</b> Ingreso de actas finales                                                                                                      |            |   |
| 19<br>(17 al 21 de<br>noviembre)                 | <b>P:</b> Primera recuperación                                                                                                          |            |   |
| 20<br>(24 al 28 de<br>noviembre)                 | <b>P:</b> Ingreso de notas de recuperación.                                                                                             |            |   |

P: Actividad presencial.

M: Actividad Mixta

punto 6º inciso 6.2 del acta número 07-2015 sesión ordinaria celebrada por el Consejo Superior Universitario el miércoles 15 de abril de 2015.



Gabriel Paolo Gamboa Ochoa MSc.  
Docente del Curso  
División de Ciencia y Tecnología  
CUNOC-USAC.



Vo.Bo. Julio López Valdez, Ing. Agr. MSc.  
Coordinador de la carrera de Ingeniería en gestión ambiental  
División de Ciencia y Tecnología  
CUNOC-USAC.