



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Teléfono 614-7800 Anexos 211-212 Fax 614-7116 Email: secgeneral@lamolina.edu.pe Apartado 12-056 Lima-Perú

La Molina, 10 de febrero de 2022  
TR. N° 0035-2022-CU-UNALM

Señor:

Presente.-

Con fecha 10 de febrero de 2022, se ha expedido la siguiente resolución:

**RESOLUCIÓN N° 0035-2022-CU-UNALM.- La Molina, 10 de febrero de 2022. CONSIDERANDO:** Que, el artículo 43° de la Ley Universitaria N° 30220 establece el mínimo de créditos en los programas de estudio conducentes a la obtención de los Grados de Maestría (48 créditos) y Doctorado (64 créditos); Que, el artículo 72° del Estatuto de la UNALM establece que (...) *La duración de los planes de estudios de pregrado conlleva la aprobación de doscientos (200) créditos como mínimo en un periodo regular de cinco (5) años. Para las maestrías de especialización, así como para las de investigación o académicas, se debe completar un mínimo de cuarenta y ocho (48) créditos; para los doctorados, un mínimo de sesenta y cuatro (64); y para los diplomados de posgrado, un mínimo de veinticuatro (24). Para la formación técnica se aplicará lo establecido en el reglamento correspondiente. (...)*; Que, el artículo 113° del Reglamento General de la UNALM establece que "Para las maestrías se debe completar un mínimo de cuarenta y ocho (48) créditos. Para los doctorados, un mínimo de sesenta y cuatro (64); y para los diplomados de posgrado, un mínimo de veinticuatro (24)."; Que, el artículo 119° del Reglamento General de la UNALM, señala que, las Facultades, la Escuela de Posgrado y la Unidad de Estudios Generales evalúan y actualizan, en un lapso no mayor a los 3 años los respectivos planes de estudios; Que, mediante Resolución N° 0299-2019-CU-UNALM, de fecha 24 de julio de 2019, se aprobó el Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Recursos Hídricos; Que, mediante Resolución EPG N° 043/2022, de fecha 20 de enero de 2022, la Escuela de Posgrado aprueba la actualización curricular del Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, presentada por la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Agrícola; Que, mediante Dictamen N° 010/2022 CAA, de fecha 02 de febrero de 2022, la Comisión de Asuntos Académicos recomienda al Consejo Universitario ratificar la Resolución EPG N° 043/2022 de la Escuela de Posgrado; Que, de conformidad con lo establecido en el artículo 310 literal a) del Reglamento General de la UNALM y estando a lo acordado por el Consejo Universitario en sesión ordinaria de la fecha; **SE RESUELVE: ARTÍCULO ÚNICO.-** Aprobar el Dictamen 010/2022 CAA de la Comisión de Asuntos Académicos del Consejo Universitario, que recomienda ratificar la Resolución EPG N° 043/2022 de la Escuela de Posgrado, aprobando la actualización curricular del Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, presentada por la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Agrícola, que en 43 folios forma parte de la presente Resolución. Regístrese, comuníquese y archívese.- Fdo.- Américo Guevara Pérez.- Rector.- Fdo.- Jorge Pedro Calderón Velásquez.- Secretario General.- Sellos del Rectorado y de la Secretaría General de la Universidad Nacional Agraria La Molina". Lo que cumpla con poner en su conocimiento.

Atentamente,

  
SECRETARIO GENERAL



C.C.: OCI,VRAC,EPG

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS  
HÍDRICOS**

**PLAN DE ESTUDIOS**

**Resolución No. 0035-2022-CU-UNALM**

**Versión N°3 - 2021**

La Molina, 01 de Junio del 2021

# Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>1.1 Misión</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>1.2 Visión</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>1.3 Política de calidad</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>2. PERFIL DE INGRESO Y SUS COMPETENCIAS</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>2.1 Requisitos de admisión</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>2.2 Proceso de admisión al PDRH</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>3. OBJETIVOS EDUCACIONALES</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>4. ESTRUCTURA CURRICULAR: PLAN DE ESTUDIOS</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>4.1 Cursos Obligatorios del Campo Principal Nivel 8000</b> .....                              | <b>7</b>  |
| <b>4.2 Cursos Electivos del Campo Principal Nivel 8000: 18 créditos</b> .....                    | <b>7</b>  |
| <b>4.3 Cursos Electivos del Campo Complementario Nivel 8000: 6 créditos</b> .....                | <b>7</b>  |
| <b>4.4 Secuencia recomendada de cursos</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>4.5 Plana docente del PDRH</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>4.6 Estructura curricular relacionada al perfil del egresado (Mapa de Competencias)</b> ..... | <b>12</b> |
| <b>5. MALLA CURRICULAR</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>6. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE</b> .....                               | <b>17</b> |
| <b>7. CRITERIOS Y SISTEMA DE EVALUACIÓN</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>8. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO</b> .....                    | <b>22</b> |
| <b>8.1 Examen de grado</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>8.2 Sustentación de tesis</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>8.3 Obtención del grado</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>9. PERFIL DE EGRESO Y SUS COMPETENCIAS</b> .....  | <b>23</b> |
| <b>10. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....   | <b>24</b> |
| <b>11. MODELO DE SÍLABO</b> .....  | <b>25</b> |
| <b>12. OBJETIVOS Y SUMILLAS DE CURSOS</b> .....  | <b>33</b> |
| <b>12.1 Cursos Obligatorios de nivel 8000 – Teóricos prácticos</b> .....                         | <b>33</b> |
| <b>12.2 Cursos Electivos de nivel 8000 – teóricos prácticos</b> .....                            | <b>35</b> |
| <b>13. REVISIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS</b> .....   | <b>42</b> |
| <b>14. OPINION DEL GRUPO DE INTERÉS</b> .....  | <b>42</b> |

## MARCO LEGAL

- Ley N° 30220 – Ley Universitaria Art. 43.3, Art. 45.5
- Ley N° 28740 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa
- Modelo de Acreditación Institucional SINEACE- mayo 2017
- Estatuto UNALM – 2015
- Directiva N° 003-2017-OCA-UNALM; Directiva del sistema académico de enseñanza aprendizaje de la UNALM
- Reglamento General UNALM 2017 Art. 154 - Res N°005-2019-CU-UNALM del 03 de enero del 2019
- Reglamento de la Escuela de Posgrado Art. 78, 79, 85, Art 103, 126, 127,128, 133 y 134.

## 1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

El Programa de Doctorado en Recursos Hídricos (PDRH), fue creado el 01 de abril del 2004 mediante **Resolución N° 146-2004-UNALM, la cual ratifica la Resolución EPG N°340/2003..** Constituye un programa de estudios avanzados, que proporciona a los alumnos la capacidad necesaria para resolver problemas relacionado a la ingeniería y gestión de los recursos hídricos, mediante una formación integral de conocimiento, aprendizaje e investigación centrada en el logro de un desempeño profesional competente y conducente a la obtención del grado académico de “Doctoris Philosophiae” en Recursos Hídricos.

La Universidad Nacional Agraria La Molina, a través de la Escuela de Posgrado ofrece el Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, con un Plan de Estudios flexible y que incluye cursos que brindan una sólida base científica. Se, desarrolla en seis semestres académicos con un total de 64 créditos distribuidos en cursos obligatorios y electivos de acuerdo al Artículo 43 de la Ley Universitaria N°30220, que establece el mínimo de créditos en los programas de estudio conducente a la obtención del grado de Doctor.

### 1.1 Misión

Formar profesionales de alta capacidad científica y tecnológica para la solución de los problemas de ingeniería y gestión sostenible de los recursos hídricos, en un ambiente de trabajo interdisciplinario, transdisciplinario; por medio de:

- ✓ La formación de recursos humanos altamente calificados.
- ✓ La investigación científica básica y aplicada.
- ✓ El desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología.
- ✓ La innovación en la ingeniería y gestión sostenible de los recursos hídricos.
- ✓ La prestación de servicios tecnológicos, de capacitación, de extensión, de información y de difusión del conocimiento, científica y tecnológica.

## 1.2 Visión

Ser un programa líder a nivel nacional e internacional articulado con centros de educación superior para el intercambio de Conocimientos, Investigación, Desarrollo e Innovación de la ingeniería y gestión sostenible de los recursos hídricos.

Promover e impulsar el desarrollo de la sociedad por medio de:

- ✓ El desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos calificados.
- ✓ La generación de conocimiento e investigación.
- ✓ El compromiso con la mejora continua y servicios de calidad.
- ✓ La competitividad de acuerdo a parámetros internacionales.
- ✓ Ética y trabajo en equipo.
- ✓ La capacidad de gestión para el cumplimiento de su misión.
- ✓ El liderazgo para generar sinergias entre los sectores comprometidos con los recursos hídricos.
- ✓ El respeto al medio ambiente.

## 1.3 Política de calidad

El Programa de Doctorado en Recursos Hídricos (PDRH) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, desde el año 2004, viene contribuyendo al desarrollo sostenible del país a través de la educación superior altamente especializada en la ingeniería y gestión de los recursos hídricos basados en la investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica.

Para el cumplimiento de su misión, el programa ha implementado su sistema de gestión de la calidad orientado a la mejora continua en los procesos de enseñanza aprendizaje, investigación, extensión y demás servicios para alcanzar los estándares de calidad requeridos por un mercado laboral cada vez más exigente.

En razón de lo expuesto, y alineados a la política de calidad educativa de la Escuela de Posgrado y de Universidad Nacional Agraria La Molina, el Programa de Doctorado en Recursos Hídricos asume los siguientes compromisos:

- ✓ Cumplir de manera efectiva todos los procesos orientados a la calidad, la eficiencia y la eficacia de los servicios brindados para lograr la satisfacción de sus estudiantes y de sus grupos de interés.
- ✓ Promover la investigación, el desarrollo y la innovación en el proceso de formación integral de sus estudiantes.
- ✓ Cumplir con la normativa legal vigente, nacional e internacional, acuerdos contractuales o de otra índole, aplicables a los procesos del PDRH.

- ✓ Garantizar el crecimiento profesional y la participación activa de sus docentes y personal administrativo, para la toma de decisiones, actualización y aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad.

## 2. PERFIL DE INGRESO Y SUS COMPETENCIAS

El Programa de Doctorado en Recursos Hídricos está orientado a profesionales egresados de programas de maestrías en ingeniería, ciencias agrarias, ciencias ambientales y ciencias naturales; que posean cualidades técnicas y científicas, desarrollando un pensamiento crítico y ético. El ingresante al programa doctoral debe cumplir las siguientes competencias:

### Competencias Generales

- cg1:** Conocimiento avanzado de materias como: matemáticas, física, estadística, hidrología e hidráulica
- cg2:** Capacidad para formular y gestionar proyectos en entornos multidisciplinarios
- cg3:** Capacidad para aplicar y transmitir conocimientos en la práctica profesional
- cg4:** Capacidad de comunicación oral, escrita y de comprensión del idioma inglés

### Competencias Específicas

- ce1:** Uso de tecnología de la información y de comunicación para la búsqueda y difusión de información técnica y científica
- ce2:** Habilidad lectora de textos académicos, científicos y de redacción de artículos científicos
- ce3:** Capacidad de manejo de software orientado a la solución de problemas de ingeniería y gestión de los recursos hídricos

### 2.1 Requisitos de admisión

1. Registro de inscripción (virtual) : <https://admision-epg.lamolina.edu.pe/admision/inicio>
2. Certificados de estudios de maestría con promedio ponderado acumulado mínimo de 14 (acorde con su universidad de origen) y/u orden de mérito en copia legalizada por la universidad de origen.
3. Grado Académico de Magister Scientiae (Mg.Sc.), maestro o su equivalente en copia legalizada por la universidad de origen y estar registrado por la autoridad competente (SUNEDU para nacionales y sus equivalentes para los extranjeros).
4. Acreditar conocimiento de idioma inglés nivel intermedio.
5. Carta de aceptación de un docente-investigador adscrito a la EPG para ser su asesor de tesis doctoral.
6. Perfil de proyecto de investigación con una extensión mínima de 3 páginas a un máximo de 6 páginas.
7. Currículo vitae documentado
8. Copia de DNI o Carnet de extranjería.

9. Dos cartas de recomendación firmadas por docentes investigadores con grado avanzado.
10. Constancia de inscripción virtual y recibo de inscripción

## **2.2 Proceso de admisión al PDRH**

El Proceso de admisión, se desarrolla de forma anual durante el mes de marzo, de acuerdo al calendario de admisión aprobada por la Escuela de Posgrado. Así mismo durante el mes de agosto se reciben los expedientes de alumnos especiales, quienes inician sus estudios durante el segundo semestre académico.

## **3. OBJETIVOS EDUCACIONALES**

El profesional del PDRH de la UNALM, al cabo de un año de egreso logrará lo siguiente.

- OE1:** Gestionar y desarrollar proyectos de investigación científica y tecnológica básica y aplicada orientado al manejo y gestión sustentable de los recursos hídricos.
- OE2:** Gestionar y ejecutar proyectos de desarrollo tecnológico, de adaptación, transferencia, validación y adopción de tecnología conforme a las necesidades de la sociedad.
- OE3:** Transmitir los conocimientos adquiridos mediante los métodos apropiados, mediante programas de extensión, capacitación, y reporte de artículos técnicos y científicos.

Son las competencias basadas en el perfil de egreso, que los egresados y graduados demuestran en el campo laboral como resultado del aprendizaje logrado y la obtención de grado académico de doctor.

Adicionalmente se consideran los siguientes aspectos:

- Formar investigadores con conocimientos de los principios académicos y científicos en áreas relacionadas a los recursos hídricos en un ámbito nacional e internacional.
- Contribuir a la formación de profesionales con gran capacidad, destreza, independencia, iniciativa y creatividad para que aporten conocimientos académico y científico en la gestión e ingeniería de los recursos hídricos.
- Estimular la capacidad prospectiva, creativa e innovadora para generar alternativas y estrategias de solución a la problemática de los recursos hídricos.
- Fomentar la ejecución de investigaciones científicas de nivel internacional que contribuyan a elevar el conocimiento, gestión sostenible de los recursos naturales en beneficio de la sociedad.

## 4. ESTRUCTURA CURRICULAR: PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios del Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, se desarrolla semestralmente, con una currícula flexible, científica, y humanística el cual se desarrolla en seis semestres académicos que tienen una duración de 3 años y un sistema de unidades valorativas denominadas créditos que el estudiante deberá cubrir un total de 64 créditos. Está conformado por cursos obligatorios que constituyen los fundamentos de la especialidad y los cursos electivos sirven para complementar y fortalecer las líneas de investigación que los estudiantes desarrollarán a lo largo de su formación académica.

- Cursos Obligatorios : 10 créditos
- Cursos Electivos : 24 créditos
- Investigación en Recursos Hídricos : 30 créditos
- Total : 64 créditos**

### 4.1 Cursos Obligatorios del Campo Principal Nivel 8000

Permite proporcionar al estudiante un enfoque integral sobre la ingeniería y gestión de los recursos hídricos, metodologías de la investigación científica y otros aspectos relacionados al desarrollo del trabajo de tesis doctoral. Donde las siglas T = teoría, P = Prácticas y C= Créditos.

Tabla N° 1: Cursos Obligatorios del programa

| Código | Nombre del Curso  | T-P-C     | Pre-requisito   |
|--------|---|-----------|---|
| IA8000 | Ingeniería de Recursos Hídricos                                 | 2-2-3     | Aprobación del Comité Académico                                 |
| IA8001 | Gestión de Recursos Hídricos                                    | 2-2-3     | Aprobación del Comité Académico                                 |
| IA8048 | Metodología de la Investigación Científica en Recursos Hídricos | 1-2-2     | Aprobación del Comité Académico                                 |
| IA8049 | Proyecto de tesis en Recursos Hídricos                          | 1-2-2     | Metodología de la Investigación Científica en Recursos Hídricos |
| IA8026 | Investigación en Recursos Hídricos                              | 30        | Aprobación del Comité Académico                                 |
|        | <b>Total de Créditos</b>  | <b>40</b> |   |

Res. N° EPG N°093/2019 del 21 de febrero 2019

### 4.2 Cursos Electivos del Campo Principal Nivel 8000: 18 créditos

Permite al estudiante profundizar y complementar sus conocimientos en metodologías y técnicas para resolver diferentes problemas inherentes al manejo de los recursos hídricos con un enfoque multidisciplinario y ambiental.

### 4.3 Cursos Electivos del Campo Complementario Nivel 8000: 6 créditos

El estudiante puede considerar, dentro de su plan de estudios, cursos de nivel 8000 de otras áreas de especialidad como: Agricultura Sustentable, Ingeniería Ambiental, Economía de los Recursos Naturales, etc. con un total de 6 créditos, previa aprobación del coordinador. Si el estudiante no define campo complementario; debe tomar cursos electivos del campo principal.



El programa integra dos áreas de especialidad: Ingeniería de Recursos Hídricos y Gestión de los Recursos Hídricos, que se refleja en los diferentes cursos que contempla el Plan de Estudios.

**Tabla N° 2: Cursos electivos del programa (\*)**

| Código   | Nombre del Curso                                     | T-P-C | Pre-requisito                   |
|--|--|-------|---------------------------------|
| IA8005   | Modelos Matemáticos en Hidrología                    | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8006   | Calidad del Agua                                     | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8007   | Simulación de Acuíferos                              | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8008   | Métodos Numéricos en Recursos Hídricos               | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8009   | Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado            | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8010   | Economía del Agua                                    | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8011   | Evaluación de Impactos Ambientales                   | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8012   | Métodos de Análisis en Recursos Hídricos             | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8013   | Manejo y Gestión de Cuencas                          | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8014   | Administración y Legislación del Agua                | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8015   | Hidrología Ambiental Avanzada                        | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8016   | Tratamiento de Aguas Residuales Avanzada             | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8017   | Hidráulica de Transporte de Sedimentos               | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8018   | Obras Hidráulicas                                    | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8019   | Análisis de Sistemas en Recursos Hídricos            | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8020   | Sistemas de Riego Tecnificado                        | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8021   | Ordenamiento Territorial Avanzada                    | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8022   | Hidrología Estocástica                               | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8023   | Ecohidrología  | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8039   | Hidrología Isotópica                                 | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8040   | Hidrología de la Criósfera                           | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8041   | Teledetección en Recursos Hídricos                   | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| IA8050   | Variabilidad y Cambio Climático en Recursos Hídricos | 2-2-3 | Aprobación del Comité Académico |
| <b>(*) El alumno debe cursar hasta 24 créditos de cursos electivos, pudiendo ampliarse siguiendo sus líneas de investigación</b> |  |       |                                 |

#### 4.4 Secuencia recomendada de cursos

En la siguiente tabla, se presentan la secuencia de cursos obligatorios y electivos de la malla curricular del Programa de Doctorado en Recursos Hídricos. Para culminar los estudios es necesario acumular un mínimo de 64 créditos.

**Tabla N° 3: Secuencia recomendada de cursos**

| Semestre  | Código | Nombre del Curso  | Créditos                  | Total     |
|---|--------|---|---------------------------|-----------|
| <b>I</b>  | IA8000 | Ingeniería de Recursos Hídricos                                 | 3                         | <b>11</b> |
|   | IA8001 | Gestión de Recursos Hídricos                                    | 3                         |           |
|   | IA8048 | Metodología de la Investigación científica en Recursos Hídricos | 2                         |           |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
| <b>II</b>   | IA8049 | Proyecto de tesis en Recursos Hídricos                          | 2                         | <b>11</b> |
|   | IA8026 | Investigación en Recursos Hídricos                              | 3                         |           |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
| <b>III</b>  | IA8026 | Investigación en Recursos Hídricos                              | 5                         | <b>11</b> |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
| <b>IV</b>   | IA8026 | Investigación en Recursos Hídricos                              | 5                         | <b>11</b> |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
| <b>V</b>  | IA8026 | Investigación en Recursos Hídricos                              | 7                         | <b>10</b> |
|   | IA...  | Curso electivo del campo principal                              | 3                         |           |
| <b>VI</b>   | IA8026 | Investigación en Recursos Hídricos                              | 10                        | <b>10</b> |
| (*) El PDRH, definirá los cursos electivos a dictarse cada semestre académico |        |   | <b>Total<br/>Créditos</b> | <b>64</b> |

#### 4.5 Plana docente del PDRH

El Programa de Doctorado en Recursos Hídricos durante el año 2020 ha contado con docentes principales (10), visitantes (15) e invitados (10).

**Tabla N° 4: Docentes Principales**

| N° | Apellidos y Nombres                             | Especialidad   | Universidad donde obtuvo el doctorado                   |
|----|---|--|---|
| 1  | <a href="#">Calle Maraví, José</a>              | Ph.D. En Ingeniería Agrícola                               | Kansas State University (EE.UU.)                        |
| 2  | <a href="#">Mejía Marcacuzco, Jesús Abel</a>    | Dr. En Ingeniería Civil                                    | Universidad de Sao Paulo, (Brasil).                     |
| 3  | <a href="#">Montalvo Arquíñigo, Néstor</a>      | Dr. En ciencias Agrarias, Irrigaciones                     | Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux (Bélgica) |
| 4  | <a href="#">Vásquez Villanueva, Absalón</a>     | Ph.D. En Recursos Hídricos                                 | Universidad Nacional Agraria la Molina                  |
| 5  | <a href="#">Chávarri Velarde, Eduardo</a>       | Ph.D. En Recursos Hídricos                                 | Universidad Nacional Agraria la Molina                  |
| 6  | <a href="#">Ramos Fernández Lía</a>             | Dra. En Ingeniería del Agua y Medio Ambiente               | Universidad Politécnica de Valencia (España)            |
| 7  | <a href="#">Jiménez Díaz, Luis Alberto</a>      | Dr. En Economía  | Universidad Nacional Federico Villareal                 |
| 8  | <a href="#">Ingol Blanco ,Eusebio</a>           | Ph.D in Civil Engineering                                  | University of Texas at Austin, (EE.UU)                  |
| 9  | <a href="#">Ascencios Templo, David Ricardo</a> | PhD. En Recursos Hídricos                                  | Universidad Nacional Agraria la Molina                  |
| 10 | <a href="#">Espinoza Villar, Raúl</a>           | Dr. En geociencias Aplicadas y en Hidrología, Hidroquímica | Universidad de Brasilia, (Brasil)                       |

**Tabla N° 5: Docentes Visitantes**

| N° | Apellidos y Nombres                        | Especialidad  | Universidad donde obtuvo el doctorado                          |
|----|--|---|--|
| 1  | <a href="#">Morera Julca, Sergio Byron</a> | Ph.D. En Recursos Hídricos                                | Universidad Nacional Agraria la Molina                         |
| 2  | <a href="#">Guevara Pérez, Edilberto</a>   | Ph.D. En Planificación de Recursos Hídricos               | Universidad Christian Albrecht, Kiel, (Alemania)               |
| 3  | <a href="#">Quisca Astocahuana, Samuel</a> | Dr. En Ciencias Aplicadas                                 | Universidad de Los Andes, Mérida, (Venezuela)                  |
| 4  | <a href="#">Lavado Casimiro,Waldo Sven</a> | Dr. En Hidrología y Cambio Climático                      | Université Paul Sabatier Toulouse III (Francia).               |
| 5  | <a href="#">Baca García, Carlos Jesús</a>  | Dr. En Agronomía, en la especialidad de Riegos y Drenaje  | Universidad Estadual Paulista São Paulo. (Brasil)              |
| 6  | <a href="#">Espinoza Villar,Jhan Carlo</a> | Ph.D. en Ciencias del Medio Ambiente                      | Universidad Pierre et Marie Curie, (Francia)                   |
| 7  | <a href="#">Ramírez Collantes,David</a>    | Dr. En Ciencias Biológicas                                | Universidad de Alicante, (España)                              |
| 8  | <a href="#">Suarez Alayza,Wilson</a>       | Dr. En Ciencias del Agua en el Medio Ambiente Continental | Université Montpellier, (Francia)                              |
| 9  | <a href="#">Pino Vargas, Edwin Martin</a>  | Ph.D. Recursos Hídricos                                   | Universidad Nacional Agraria la Molina                         |
| 10 | <a href="#">López Paraguay, Miriam</a>     | Dra. En Ciencia de Materiales                             | Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (México) |
| 11 | <a href="#">Apaéstegui Campos, James</a>   | Dr. Geociencias - Paleoclimatología                       | Universidad Federal Fluminense, (Brasil)                       |
| 12 | <a href="#">Zubieta Barragán Ricardo</a>   | Ph.D. Recursos Hídricos                                   | Universidad Nacional Agraria la Molina                         |

|    |   |                                    |   |
|----|---|------------------------------------|---|
| 13 | <a href="#">Zegarra Méndez, Eduardo Ariel</a>   | Ph.D. En Economía Agraria Aplicada | Universidad de Wisconsin-Madison, (EEUU)            |
| 14 | De Almeida Cláudia María                        | Dra. Em Sensoriamento Remoto       | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (Brasil) |
| 15 | <a href="#">Gutiérrez Llantoy, Ronald Roger</a> | Ph.D. En Ingeniería Civil          | University Of Pittsburgh, (EE.UU).                  |

**Tabla N° 6: Docentes Invitados**

| N° | Apellidos y Nombres            | Especialidad                          | Universidad donde obtuvo el doctorado                      |
|----|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1  | José D. Salas                  | Ph.D. Hidrología y Recursos Hídricos  | Colorado State University, (EE.UU)                         |
| 2  | Alain Crave                    | Ph.D. Géosciences                     | Universidad de Rennes, (Francia)                           |
| 3  | Thomas Condom                  | PhD. En Hidrología–Paleo - Hidrología | Universidad Paris 6, (Francia)                             |
| 4  | Hervé Jacques, Jegat Nicolo    | Dr. En Ingénieu                       | Université Scientifique et Médicale de Grenoble, (Francia) |
| 5  | Ticlavilca, Andres             | PhD. En Ingeniería Civil y Ambiental  | Universidad Estatal de Utah, (EE.UU)                       |
| 6  | Alminagorta, Omar              | Ph.D. En Ingeniería Civil y Ambiental | Universidad Estatal de Utah, (EE.UU)                       |
| 7  | Faustino Manco, Jorge          | Ph.D. En Ciencias de la Agricultura   | Pacific Western University, California , (EE.UU)           |
| 8  | Harol Jack Day                 | Ph.D. Civil Engineering               | University of Wisconsin-Madison, (EE.UU)                   |
| 9  | Kuroiwa Zevallos, Julio Martin | PhD. En Ingeniería Civil              | Colorado State University, (EE.UU)                         |
| 10 | Milton Kampel                  | Dr. En Oceanografía                   | Universidade do Estado do Rio de Janeiro, (Brasil)         |

#### 4.6 Estructura curricular relacionada al perfil del egresado (Mapa de Competencias)

| SEMESTRE | CURSOS PRINCIPALES Y DE INVESTIGACIÓN                           | CRÉDITOS | COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO   |   |  |  |   |  | LOGRO DE APRENDIZAJE |   |
|----------|---|----------|---|---|--|--|---|--|----------------------|---|
|          |   |          | GENERALES   |   |  | ESPECÍFICAS  |   |  |                      |   |
|          |   |          | CG1   | CG2   | APORTE PORCENTUAL COMPETENCIAS GENERALES | CE1  | CE2   | CE3  |                      | APORTE PORCENTUAL COMPETENCIAS ESPECÍFICAS  |
|          |   |          | CG1: Desarrolla, lidera y gestiona proyectos de investigación básica y aplicada en recursos hídricos. | CG2: Genera y transmite conocimientos científicos y técnicos orientados a un adecuado manejo y una gestión eficiente de los recursos hídricos |  | CE1: Genera y gestiona proyectos de investigación científica, transferencia, validación y adopción de tecnología conforme a los requerimientos de la sociedad. | CE2: Lidera y ejecuta programas para el manejo, preservación y aprovechamiento racional de los recursos hídricos. | CE3: Transmite y difunde conocimientos mediante programas de extensión, capacitación, y reporte de artículos técnicos y científicos. |                      |   |
| I        | Ingeniería de Recursos Hídricos                                 | 3        | 0.00%   | 4.69%   | 4.69%                                    | 0.00%  | 2.73%   | 1.95%  | 4.69%                | Evalúa textos científicos, con capacidad de expresar su pensamiento crítico, analítico y de síntesis.   |
|          | Gestión de Recursos Hídricos                                    | 3        | 0.00%   | 4.69%   | 4.69%                                    | 3.35%  | 1.34%   | 0.00%  | 4.69%                | Analiza de forma multidisciplinaria, los diferentes enfoques de gestión de los recursos hídricos, realizando exposiciones argumentativas y técnicas académicas. |
|          | Metodología de la Investigación Científica en Recursos Hídricos | 2        | 1.20%   | 1.92%   | 3.13%                                    | 0.71%  | 0.71%   | 1.70%  | 3.13%                | Utiliza las técnicas científicas de redacción, búsqueda bibliográfica, en la redacción de sus ensayos de investigación  |

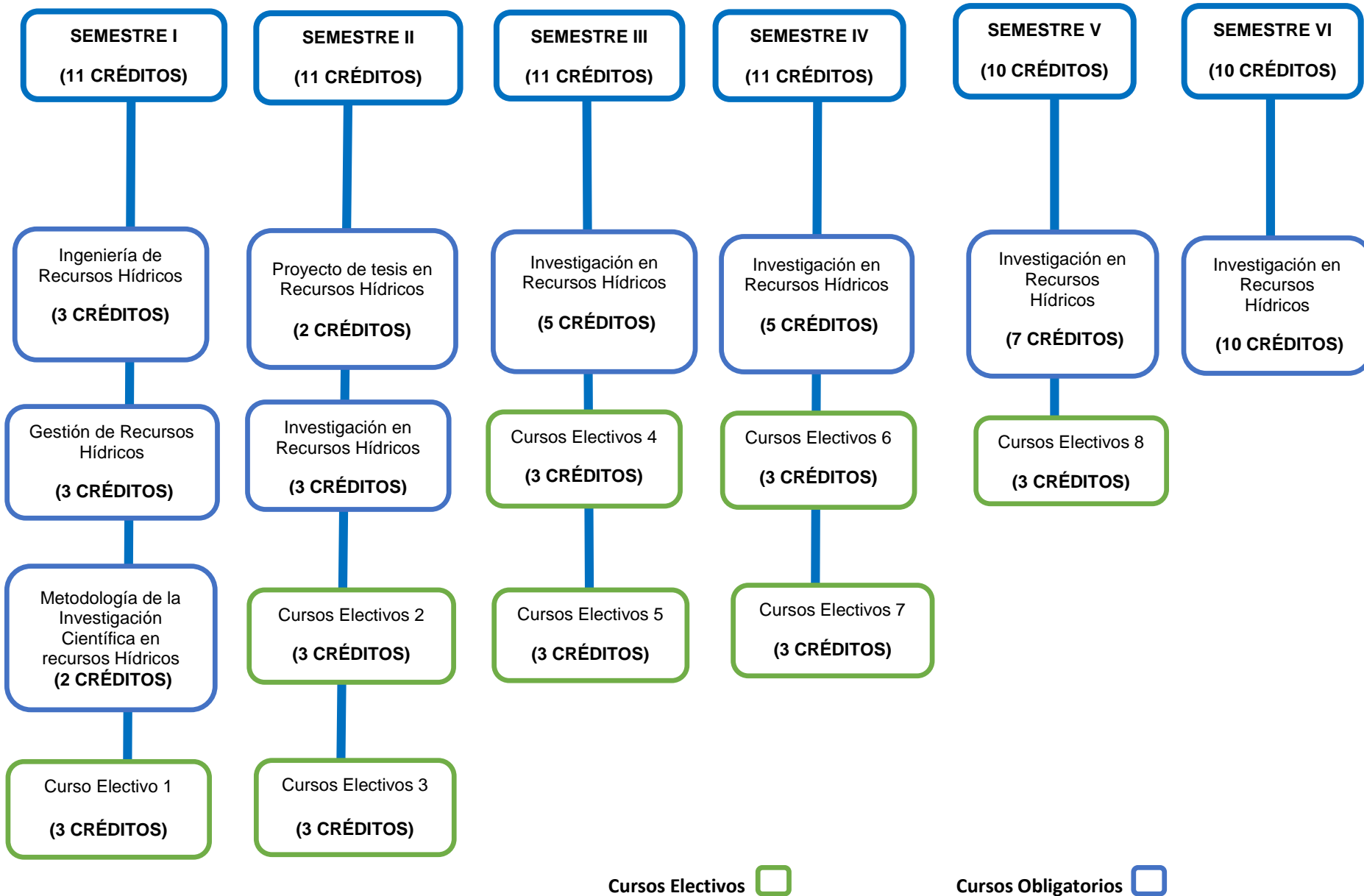
|    |  |   |       |       |       |       |       |       |       |  |
|----|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|    | Curso Electivo (1)                     | 3 | 2.34% | 2.34% | 4.69% | 1.93% | 0.97% | 1.79% | 4.69% | Examina los conceptos aplicados y asociados a tipos de modelamientos matemáticos, hidrológicos, y áreas relacionados a los recursos hídricos.              |
| II | Proyecto de Tesis en Recursos Hídricos | 2 | 1.20% | 1.92% | 3.13% | 0.71% | 0.71% | 1.70% | 3.13% | Formula investigaciones científicas aplicadas a la solución de problemas relacionados a los recursos hídricos.   |
|    | Investigación en Recursos Hídricos (1) | 3 | 3.13% | 1.56% | 4.69% | 1.88% | 0.94% | 1.88% | 4.69% | Utiliza las técnicas científicas de redacción, validación, pruebas de campo o laboratorios y búsqueda bibliográfica especializada en los recursos hídricos |
|    | Curso Electivo (2)                     | 3 | 2.34% | 2.34% | 4.69% | 1.93% | 0.97% | 1.79% | 4.69% | Busca los conceptos aplicados y asociados a tipos de modelamientos matemáticos, hidrológicos, en áreas relacionados a los recursos hídricos.               |
|    | Curso Electivo (3)                     | 3 | 2.34% | 2.34% | 4.69% | 1.93% | 0.97% | 1.79% | 4.69% | Analiza los conceptos aplicados y asociados a tipos de modelamientos matemáticos, hidrológicos, y áreas relacionados a los recursos hídricos.              |

|     |  |   |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-----|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| III | Investigación en Recursos Hídricos (2) | 5 | 5.21% | 2.60% | 7.81% | 3.13% | 1.56% | 3.13% | 7.81% | Utiliza las técnicas científicas de redacción, validación, pruebas de campo o laboratorios y búsqueda bibliográfica especializada en los recursos hídricos   |
|     | Curso Electivo (4)                     | 3 | 2.34% | 2.34% | 4.69% | 1.93% | 0.97% | 1.79% | 4.69% | Examina los conceptos aplicados y asociados a tipos de modelamientos matemáticos, hidrológicos, y áreas relacionados a los recursos hídricos.                |
|     | Curso Electivo (5)                     | 3 | 2.34% | 2.34% | 4.69% | 1.93% | 0.97% | 1.79% | 4.69% | Examina los conceptos aplicados y asociados a tipos de modelamientos matemáticos, hidrológicos, en áreas relacionados a los recursos hídricos.               |
| IV  | Investigación en Recursos Hídricos (3) | 5 | 5.17% | 2.65% | 7.81% | 3.13% | 1.56% | 3.13% | 7.81% | Utiliza las técnicas científicas de redacción, validación, pruebas de campo o laboratorios y búsqueda bibliográfica especializada en los recursos hídricos   |
|     | Curso Electivo (6)                     | 3 | 2.34% | 2.34% | 4.69% | 1.93% | 0.97% | 1.79% | 4.69% | Revisa los conceptos aplicados y asociados a tipos de modelamientos matemáticos, hidrológicos, en áreas relacionados a los recursos hídricos.                |
|     | Curso Electivo (7)                     | 3 | 2.34% | 2.34% | 4.69% | 1.93% | 0.97% | 1.79% | 4.69% | Sintetiza los conceptos básicos y aplicados asociados a los tipos de modelamientos matemáticos, hidrológicos, en áreas relacionados a los recursos hídricos. |

|   |  |    |  |  |         |  |   |   |         |  |
|---|--|----|--|--|---------|--|---|---|---------|--|
| V   | Investigación en Recursos Hídricos (4) | 7  | 6.56%  | 4.38%  | 10.94%  | 4.82%  | 3.71%   | 2.41%   | 10.94%  | Utiliza las técnicas científicas de redacción, validación, pruebas de campo o laboratorios y búsqueda bibliográfica especializada en los recursos hídricos |
|   | Curso Electivo (8)                     | 3  | 2.34%  | 2.34%  | 4.69%   | 1.93%  | 0.97%   | 1.79%   | 4.69%   | Idea modelamientos matemáticos, hidrológicos en áreas relacionados a los recursos hídricos.  |
| VI  | Investigación en Recursos Hídricos (5) | 10 | 9.38%  | 6.25%  | 15.63%  | 5.74%  | 6.89%   | 2.99%   | 15.63%  | Utiliza las técnicas científicas de redacción, validación, pruebas de campo o laboratorios y búsqueda bibliográfica especializada en los recursos hídricos |
| Aporte porcentual de cursos durante 6 semestres |  |    | 50.59%   | 49.41%   | 100.00% | 38.90%   | 27.88%  | 33.22%  | 100.00% |  |
| LOGROS DE COMPETENCIAS                          |  |    | Desarrolla en el estudiante su habilidad para resolver problemas de ingeniería y gestión del agua, formula innovaciones técnicas ,científicas, brindando alternativas de solución en beneficio de la sociedad. | Analiza los enfoques académicos de diversos autores y utiliza sus conocimientos técnicos, científicos, realiza validaciones en las líneas de investigación que ha desarrollado |         | Cuantifica y calibra los datos obtenidos en sus investigaciones, comparte enfoques multidisciplinarios a través de todas las herramientas tecnológicas | Redacta y valida los resultados de su investigación, somete sus resultados a un análisis académico y publica sus resultados en revistas de alto impacto | Publica Reportes científicos, con alto impacto en la sociedad, desarrolla la capacidad de formar equipos multidisciplinarios que fomenten la investigación. |         |  |



## 5. MALLA CURRICULAR



## 6. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

El Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, ha definido las estrategias de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta la reforma educativa de la Ley Universitaria N°30220, identifica las estrategias metodológicas referentes a la forma de enseñanza y a los mecanismos que se utilizan para el aprendizaje del estudiante. El plan de estudios describe las estrategias más importantes de acuerdo a la Directiva N°003-2017-OCA-UNALM del sistema académico de enseñanza y aprendizaje:

- **Estrategias metodológicas**

La interacción profesor- estudiante se dará a través de estrategias didácticas que promuevan la participación activa del estudiante en las actividades programadas, en el curso bajo el seguimiento y consejería de los profesores la misma que hará activa el proceso de acompañamiento- aprendizaje.

- **Sesiones teóricas**

Son sesiones de aprendizaje en las que el profesor, utilizando estrategias de procedimientos busca facilitar la interacción de conceptos relacionados al que hacer profesional de acuerdo a las unidades de aprendizaje programadas. Cuando sea necesario se utilizará conferencias a cargo de especialistas en temas relacionados a los recursos hídricos y áreas afines.

- **Sesiones prácticas**

Son actividades para proveer al estudiante la experiencia de aprendizaje directa y activa con situaciones de la realidad profesional, dan la oportunidad al estudiante de poner en práctica la integración y la habilidad, el conocimiento y actitudes en situaciones relevantes de su profesión despertando la exploración, innovación, investigación y experimentación de los procesos estudiados.

La dinámica se describe en la guía de prácticas, herramienta para que el estudiante haga un seguimiento y desarrollo de las actividades del curso. (Fuente: Directiva N°003-2017-OCA-UNALM)

- **Responsabilidad social**

Cada curso que se imparte en el PDRH, incluye actividades de responsabilidad social, y proyección social, vinculando la academia con la sociedad. Esto se refleja en las investigaciones que los alumnos desarrollan, con innovaciones tecnológicas y publicaciones científicas. La proyección social se refleja en los diversos cursos de extensión que se desarrollan de forma presencial y virtual a diversos sectores de la sociedad.

- **Evaluación de competencias**

La evaluación de competencias del estudiante es realizada de manera individual por el docente de cada curso, aplicando el procedimiento P-13 del Sistema de Gestión de Calidad

del programa. Este instrumento permite determinar el grado de aprendizaje del alumno en cada curso además de establecer políticas de retroalimentación, mejora continua, y aspectos de fortalecimiento en la relación docentes - alumnos.

- **Evaluación y seguimiento de la investigación**

Como parte de la estrategia de evaluación y seguimiento de la investigación, desarrollada por los alumnos, el programa ha implementado el Procedimiento P-12 de gestión de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación); donde cada docente patrocinador o asesor evalúa el avance de la tesis doctoral como medida del logro de las competencias en investigación.

Adicionalmente se han establecido los métodos de enseñanza y las competencias que se fomentan en el Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla N°7: Métodos de enseñanza y competencias que se fomentan en el PDRH**

| <b>Métodos</b>                    | <b>Descripción</b>   | <b>Competencias</b>  |
|-----------------------------------|--|--|
| <b>Exposiciones magistrales</b>   | Explicación oral de conceptos, teorías o principios relacionados a los contenidos del silabo del curso   | Comprensión, análisis, pensamiento crítico y uso de tecnologías de la información y comunicación.  |
| <b>Talleres</b>                   | Docentes y estudiantes participan activamente en la discusión sobre un tema, buscando soluciones a través de enfoques multidisciplinarios en sesiones de clase.  | Pensamiento crítico, comunicación oral, trabajo en equipo, genera conocimientos técnicos y científicos.  |
| <b>Discusión de casos</b>         | Intercambio de opiniones sobre temas controversiales, donde el profesor desempeña el papel de moderador.   | Comprensión de información, comunicación oral, pensamiento crítico, capacidad de diálogo, genera conocimiento técnicos y científicos.  |
| <b>Proyectos de investigación</b> | Consiste en el análisis y estudio de casos relacionados a la solución de problemas de recursos hídricos en el país; mediante la aplicación de conocimientos técnicos, científicos, metodologías y formulación de hipótesis con el soporte plataformas tecnológicas e informáticas. | Resolución de problemas, comunicación oral y escrita, manejo de conocimientos interdisciplinarios, argumentación crítica, dominio metodológico de la investigación, flexibilidad, trabajo colectivo, análisis de la realidad nacional e internacional. |
| <b>Debate de expertos</b>         | Se desarrolla de modo presencial o virtual donde estudiantes, profesores y expertos intercambian opiniones sobre temas relacionados a recursos hídricos  | Capacidad de análisis, conocimientos científicos, argumentación crítica, trabajos multidisciplinarios, expresión oral o escrita  |
| <b>Juego de Roles</b>             | El estudiante o grupo de estudiante adopta una situación hipotética en el campo de las relaciones humanas, para generar expectativas en su futuro desempeño profesional.   | Discernimiento, empatía, expresión oral, manejo de conflictos, organización de actividades.  |
| <b>Preguntas abiertas</b>         | Preguntas generales a los estudiantes sobre un tema específico, cuyas respuestas generan un debate en clase.   | Conocimiento específico, argumentación crítica, capacidad de análisis, capacidad de síntesis.  |
| <b>Trabajo en equipo</b>          | Consiste en la realización de una actividad por un grupo determinado de estudiantes con el fin de obtener un trabajo colectivo, fomentando enfoques multidisciplinarios.   | Capacidad de diálogo, Manejo de conflictos, ejecución de roles, trabajo colectivo, expresión oral, organización de actividades.  |

Fuente: Programa de Doctorado en Recursos Hídricos

## 7. CRITERIOS Y SISTEMA DE EVALUACIÓN

En el Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, con el fin de garantizar la calidad de la formación universitaria que responde al logro de las competencias, desarrollará un conjunto de estrategias, instrumentos y procedimientos, establecidos para la medición y la valoración para los conocimientos, habilidades, destrezas, desempeños y actitudes del estudiante. Las etapas que los docentes del PDRH desarrollarán para el sistema de evaluación del estudiante, de acuerdo al Reglamento de la Escuela de Posgrado son:

- Evaluación formativa del estudiante
- Examen de dos idiomas distintos a su idioma nativo
- Examen de grado
- Sustentación de tesis

Las estrategias de enseñanza son un conjunto de procedimientos utilizados por el docente para promover aprendizajes significativos. Son recursos didácticos que se sustentan en técnicas y actividades cuyo objetivo es la correcta conducción de una sesión de clase. Son, pues, formas, medios, capacidades, habilidades y destrezas que le sirven al docente para lograr que sus estudiantes construyan sus conocimientos.

### **Evaluación formativa del estudiante.**

Para esta primera etapa el docente del PDRH deberá tener en cuenta los criterios para la evaluación del curso, de acuerdo a las competencias procedimentales, actitudinales y conceptuales, la metodología y la ponderación de los criterios. (Tabla 8).

**Tabla N°8: Criterios de evaluación del PDRH**

| Competencias  | Criterios de evaluación  | Indicador y ponderación  |
|---|--|--|
| <b>Conceptuales</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domina los conceptos y conocimientos del contenido desarrollado</li> <li>• Demuestra dominio sobre técnicas, métodos y procedimientos inherentes a la materia</li> <li>• Conoce e interpreta los principios aplicables al contenido desarrollado por el docente</li> <li>• Conoce ampliamente las relaciones y funciones principales del contenido del tema</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen parcial <b>(25%)</b></li> <li>• Examen final <b>(25%)</b></li> </ul> |
| <b>Procedimentales</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opera con rapidez, eficiencia y precisión los materiales de trabajo en aula para desempeñar su actividad de aprendizaje</li> <li>• Describe las lecciones y ponen en práctica su habilidad, conocimiento y actitudes en situaciones relevantes despertando la exploración, innovación, investigación y experimentación de los procesos estudiados.</li> <li>• Presentación de los trabajos congruentes con el tema desarrollado y el procedimiento aplicado.</li> </ul> | Seminarios, estudio de casos, ensayos de laboratorio, visita de campo.<br>Trabajos encargados <b>(40%)</b>           |
| <b>Actitudinales (*)</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra puntualidad y participación en la totalidad de las clases desarrolladas</li> <li>• Actúa con responsabilidad, entregando la totalidad de trabajos y tareas asignadas, dentro del plazo</li> <li>• Desarrolla ampliamente habilidades para trabajar en equipo</li> </ul>   | Valoración de actitud y participación <b>(10%)</b>   |
| (*) Las actitudinales están valoradas dentro de cada ítem |  |  |

Fuente: Directiva N° 003-2017-OCA-UNALM

La calificación de los cursos obligatorios y electivos del programa incluidos en el plan de estudios. Se deberán aprobar con una nota mínima de 14. (**Artículo 134 del Reglamento EPG**).

### **Sistema de evaluación del estudiante**

La calificación de los cursos se realiza de acuerdo a la escala que se establece en el **Art.133** del Reglamento de la Escuela de Posgrado, de acuerdo a los siguientes criterios:

#### **a) De los cursos obligatorios y electivos:**

00-10 Desaprobado (créditos cursados)

11-13 Aprobado sin créditos (créditos cursados)

14-15 Aprobado con créditos y con el calificativo de bueno

16-17 Aprobado con créditos y con el calificativo de muy bueno

18-20 Aprobado con créditos y con el calificativo de sobresaliente

**b) Del curso de investigación:** Esta será calificada como aprobada con los créditos correspondientes al avance de la tesis, o será desaprobada de acuerdo a la siguiente directiva:

- Para los alumnos ingresantes a partir del 2018, los 30 créditos de investigación serán desarrollados de acuerdo a la siguiente distribución semestral:

**Tabla N°9: Criterios de evaluación del curso de investigación**

| Semestre | Créditos | Criterios de evaluación   |
|----------|----------|---|
| II       | 3        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Para consignar de los créditos, se requiere el avance del marco teórico y revisión bibliográfica</li> </ul>  |
| III      | 5        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ajustes en metodología de investigación, análisis de marco teórico.</li> <li>▪ Presentación de un artículo científico a un congreso nacional o internacional</li> </ul>  |
| IV       | 5        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollo de la metodología, resultados preliminares.</li> <li>▪ Presentación de artículo a congreso nacional o internacional</li> </ul>  |
| V        | 7        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de resultados, discusión, conclusiones de la tesis.</li> <li>▪ Desarrollo completo del artículo científico.</li> </ul>  |
| VI       | 10       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ajustes de tesis doctoral</li> <li>▪ Impresión de borrador de la tesis</li> <li>▪ Artículo científico aceptado o publicado en una revista indizada en base de datos: Scielo, Scopus o Web of Science.</li> </ul> |

Si el curso es obligatorio y no ha sido aprobado sin créditos debe llevarlo nuevamente si el curso fuera electivo y aprobado sin créditos es potestad del estudiante llevarlo nuevamente o escoger otro curso electivo.

### **Momentos de evaluación del estudiante**

Los estudiantes del PDRH, se someten a exámenes parciales y finales, de acuerdo al calendario académico aprobado por el Directorio de la EPG, en fechas establecidas.

### **Evaluación final para verificar el logro de las competencias del perfil de egreso**

En el PDRH se aplican procedimientos de evaluación en cada curso obligatorio y electivo, considerando los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales y se ponderan al finalizar cada semestre. Estos cursos aportan en un porcentaje a las competencias del perfil de egreso.

La evaluación final, se ejecuta en el **Examen de Grado y sustentación de tesis** que rinde cada alumno al culminar los estudios, los cuales son una herramienta de verificar el logro de las competencias del perfil de egreso.

## 8. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO

### 8.1 Examen de grado

El estudiante del PDRH, una vez completados los créditos académicos exigidos, puede solicitar a la dirección de la EPG el examen de grado, para ello, debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) Tener aprobado el proyecto de tesis con resolución del Directorio de la EPG.
- b) Acreditar el dominio avanzado de inglés como preferencia y el dominio de otro idioma extranjero, el cual puede ser sustituido por una lengua nativa, acorde con el reglamento general de la UNALM y los lineamientos de la EPG.
- c) Presentar certificado de estudios concordantes con haber concluido todos los cursos. Según su programa de estudios aprobados y como mínimo 50% de investigación.
- d) Tener comité consejero y programa de estudios aprobado por la EPG
- e) No tener deudas pendientes con la UNALM y con la EPG.

El examen de grado es un acto formal, privado y consiste en responder las preguntas formuladas concernientes a los cursos que están relacionados con las competencias del egreso. Luego de un intercambio de opiniones, el jurado califica por votación a mano alzada con la denominación de aprobado o desaprobado, teniendo en cuenta el reglamento general de UNALM. Si el jurado no estuviese satisfecho con las respuestas, puede conceder otra oportunidad al estudiante, antes de emitir informe a la EPG. De ser desaprobado, deberá iniciar nuevamente los trámites para un nuevo examen de grado.

### 8.2 Sustentación de tesis

A diferencia del examen de grado, la sustentación de tesis es un acto formal y público. Para la evaluación el jurado de tesis deberá verificar el grado de autenticidad del trabajo de investigación de acuerdo al artículo 188 del reglamento de la UNALM, igualmente evaluará las competencias relacionadas a I+D+i y a la responsabilidad social, mediante el desarrollo de las pautas del método científico y los aportes a la sociedad, características fundamentales para la originalidad del trabajo de investigación en su respectiva disciplina.

El sistema de evaluación para la sustentación de tesis se realizará de acuerdo al calificativo bueno, muy bueno o sobresaliente.

### 8.3 Obtención del grado

Para la obtención del grado académico avanzado de “**Doctoris Philosophiae en Recursos Hídricos (PhD)**”, y en cumplimiento al Art. 103 del reglamento de la escuela de posgrado, el alumno tendrá que cumplir los siguientes requisitos:

- a) Haber obtenido el grado de maestro

- b) Haber cumplido con el plan de estudios del programa de doctorado, que debe tener un mínimo de 64 créditos y 6 semestres académicos y ser aprobado por el directorio de la escuela de posgrado y el consejo universitario.
- c) Aprobar el examen de grado a cargo del programa de doctorado
- d) Sustentar públicamente una tesis original y calificada de la especialidad, con rigurosidad, de preferencia relacionada con problemas de interés nacional.
- e) Acreditar el dominio avanzado del inglés como preferencia y el dominio de otro idioma extranjero, el cual puede ser sustituido por una lengua nativa. Ambos deberán estar debidamente certificados por el centro de idiomas de la UNALM.
- f) Tener un artículo científico publicado o aceptado para publicación en una revista científica indizada en las bases de datos Scielo, Scopus o Web of Science.
- g) No tener deudas con la universidad.
- h) Realizar el pago correspondiente para la obtención del grado académico de doctor establecido en el TUPA de la UNALM.
- i) Cumplir con los otros requisitos establecidos en el reglamento de la escuela de posgrado.

## 9. PERFIL DE EGRESO Y SUS COMPETENCIAS

El egresado del Programa de Doctorado en Recursos Hídricos es un profesional investigador capacitado para formular, desarrollar, liderar y difundir proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en recursos hídricos, con sentido crítico, responsabilidad social y cuidado del medio ambiente, dentro de entornos multidisciplinarios.

### Competencias Generales

**CG1:** Desarrolla, lidera y gestiona proyectos de investigación básica y aplicada en recursos hídricos.

**CG2:** Genera y transmite conocimientos científicos y técnicos orientados a un adecuado manejo y una gestión eficiente de los recursos hídricos

### Competencias Específicas

**CE1:** Genera y gestiona proyectos de investigación científica, transferencia, validación y adopción de tecnología conforme a los requerimientos de la sociedad.

**CE2:** Lidera y ejecuta programas para el manejo, preservación y aprovechamiento racional de los recursos hídricos.

**CE3:** Transmite y difunde conocimientos mediante programas de extensión, capacitación, y reporte de artículos técnicos y científicos.

### Perfil del Graduado

- El graduado del PDRH es un investigador del más alto nivel académico, que posee e integra conocimientos de la ciencia básica y aplicada, con habilidades y actitudes para



el desarrollo de la investigación científica, generación de instrumentos, aplicación, difusión y transferencia de tecnologías. Esto responde a las expectativas del grupo de interés y el entorno socioeconómico del país.

## **10. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Las líneas de investigación que se fomentan en el Programa de Doctorado en Recursos Hídricos están orientadas, de preferencia, a resolver un problema real y de necesidad del país, enmarcado dentro de los siguientes aspectos:

- Hidráulica y Transporte de Sedimentos
- Hidrología y Planificación de Recursos Hídricos
- Hidrogeología y Gestión de Aguas Subterráneas
- Gestión de Recursos Hídricos
- Riego y Drenaje
- Aguas Residuales
- Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas
- Variabilidad y cambio climático en recursos hídricos
- Calidad del agua y Saneamiento Ambiental
- Sistema de Información en Recursos Hídricos
- Gestión de Riesgos y Prevención de Desastres
- Ecohidrología

## 11. MODELO DE SÍLABO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS**



**SÍLABO**  
DIRECTIVA N° 003-2017-OCA-UNALM  
Resolución N° 0512-2017-R-UNALM

### I. INFORMACIÓN GENERAL

|            |   |  |
|------------|---|--|
| CURSO      | : | Ingeniería de Recursos Hídricos  |
| CÓDIGO     | : | IA8000   |
| SEMESTRE   | : | 2021-I   |
| CRÉDITOS   | : | 3  |
| HORAS      | : | 3 horas/semana   |
| DURACIÓN   | : | 16 semanas   |
| REQUISITOS | : | Aprobación del Comité del Programa   |
| PROFESOR   | : | Jesús Abel Mejía Marcacuzco ( <a href="mailto:jabel@lamolina.edu.pe">jabel@lamolina.edu.pe</a> ) |

### II. SUMILLA

La Ingeniería de Recursos Hídricos es una materia obligatoria y de carácter teórico práctico, orientado a proporcionar conocimientos sobre temas de recursos hídricos superficiales y subterráneos y los diferentes métodos de cálculo de caudales de diseño.

El curso proporciona al estudiante un enfoque integral sobre la ingeniería de los recursos hídricos, que contempla aspectos relacionados a la hidráulica de tuberías y de canales abiertos, hidrología superficial y subterránea, ingeniería ambiental, hidráulica fluvial y aprendizaje de procedimientos de cálculo numérico.

### III. COMPETENCIAS GENERALES DEL CURSO

Al finalizar el curso los estudiantes habrán fortalecido sus conocimientos y técnicas de solución de problemas relacionados con la ingeniería de recursos hídricos, en los siguientes aspectos:

- El estudiante comprende la importancia de la ingeniería en la solución de los problemas de manejo y aprovechamiento racional de los recursos hídricos.
- Contribuye a fortalecer sus conocimientos sobre la formulación matemática y de los fenómenos que gobiernan el flujo de agua en régimen permanente y no permanente.
- Desarrolla en el estudiante su habilidad para resolver problemas de ingeniería del agua, mejora su eficiencia en el uso de las computadoras y utiliza los métodos numéricos para la solución de problemas.
- El estudiante reconoce, comprende y aplica métodos estadísticos y modelos de análisis para la estimación de las variables hidrológicas con fines de diseño de infraestructura hidráulica.
- Incentiva la investigación sobre el manejo y desarrollo de los recursos hídricos, tomando en consideración la variabilidad y cambio climático.



#### IV. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

| SEMANA 1      | UNIDAD 1: INTRODUCCION, EL PROBLEMA DEL AGUA, EL AGUA EN LA NATURALEZA  |
|---------------|---|
| Competencia   | Reconoce los problemas relacionados con el uso y disponibilidad del agua y aspectos de gestión de los recursos hídricos y la importancia de la distribución del agua y su estudio a través de la hidrología   |
| Conceptual    | <b>Evolución histórica de los recursos hídricos:</b> Periodo de especulación, periodo de observación, periodo de medición, periodo de experimentación, periodo de modernización, periodo de empirismo, periodo de racionalización y periodo de deterioración.<br><b>El problema del agua:</b> disponibilidad de agua dulce en el mundo, en Sudamérica y en el Perú, Usos del agua, acciones sobre la demanda de agua, acciones sobre la oferta de agua, gestión integral de los recursos hídricos, el cambio Climático y los recursos hídricos.<br><b>El agua en la naturaleza:</b> Introducción, distribución del agua en el planeta, definición de la hidrología, la hidrología en la ingeniería, ciclo hidrológico, el sistema hidrológico, el modelo hidrológico, el balance hídrico. |
| Procedimental | Ilustra los problemas generados por los diferentes usos del agua y soluciones técnicas y de gestión de los recursos hídricos. Ilustra la circulación del agua entre la atmósfera, los continentes y los océanos y su distribución espacial y temporal.  |
| Actitudinal   | Valora los aspectos de ingeniería y de gestión en la solución de los problemas de escasez del agua. Valora el sistema hidrológico como uno de los enfoques de estudio hidrológico de los recursos hídricos.   |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"><li>• MEJIA M., J.A. Hidrología Aplicada, Fondo Editorial; UNALM.</li><li>• Material digital proporcionado por en docente.</li></ul>  |

| SEMANA 2      | UNIDAD 2: CUENCA HIDROGRÁFICA Y RELACIÓN PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA  |
|---------------|---|
| Competencia   | Reconoce a la cuenca hidrográfica como una unidad territorial y un sistema natural de planificación de los recursos hídricos. Comprende el proceso de formación, ocurrencia y cuantificación de la escorrentía superficial dentro de la cuenca por efecto de la precipitación.  |
| Conceptual    | <b>Cuenca hidrográfica.</b> Concepto de cuenca, manejo de cuencas, gestión de cuencas, Características físicas y funcionales de la cuenca (límite, área, forma, sistema de drenaje, altitud media, curva hipsométrica, pendientes). Impactos climáticos e hidrológicos causados por construcción de obras hidráulicas.<br><b>Relación precipitación–escorrentía:</b> Introducción, el hidrograma y sus componentes, la cuenca como un sistema lineal invariable en el tiempo. El hidrograma unitario determinación y aplicaciones: hidrograma para diferentes duraciones, la curva S. Hidrograma unitario sintético: el método racional, el método de la Curva Número, el hidrograma de Snyder, el hidrograma de SCS, el hidrograma de Clark. |
| Procedimental | Calcula todos los parámetros geomorfológicos de una cuenca hidrográfica e interpreta sus resultados en comparación con la ocurrencia de fenómenos hidrológicos como precipitación, descargas, etc. Identifica y aplica los diferentes métodos para la cuantificación de la escorrentía superficial.   |
| Actitudinal   | Valora la importancia de la cuenca hidrográfica como un sistema físico donde se desarrollan los principales procesos hidrológicos. Valora la escorrentía como la variable hidrológica de disponibilidad espacial y temporal de agua en una cuenca hidrográfica.   |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"><li>• MEJIA M., J.A. Hidrología Aplicada, Fondo Editorial; UNALM.</li><li>• CHOW VEN TE; MAIDMENT D. R.; MAYS L. W. – Hidrología Aplicada.</li><li>• Material digital proporcionado por en docente.</li></ul>   |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 ESCUELA DE POSGRADO  
 PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS



| SEMANA 3      | UNIDAD 3: PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA EN HIDROLOGÍA  |
|---------------|---|
| Competencia   | Reconoce la importancia de la teoría de probabilidades y la inferencia estadística en el tratamiento de datos hidrológicos  |
| Conceptual    | Distribución de Frecuencias y Representaciones Gráficas. Medidas de Tendencia Central, de Dispersión y de forma. Fundamentos de probabilidad: Definición y Propiedades, Probabilidad Condicional, Teorema de Probabilidad Total. Variable Aleatoria; Función de Densidad y Función de Distribución de Variables Aleatorias. Momento de Distribuciones. Estimación de Parámetros. Distribución de variables aleatorias discreta: Distribución Binomial, Distribución de Poisson, Distribución Exponencial, Distribución Gamma. Distribución de variables aleatorias continuas: Distribución Uniforme o Rectangular, Distribución Normal, Distribución Exponencial, Distribución Gamma. |
| Procedimental | Aplica técnicas estadísticas y diferentes tipos de distribución a datos hidrológicos  |
| Actitudinal   | Valora la importancia de la estadística en la hidrología  |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• MEJIA M., J.A. Probabilidad y Estadística en Hidrología, Fondo Editorial; UNALM.</li> <li>• Material digital proporcionado por en docente.</li> </ul>  |

| SEMANA 4      | UNIDAD 4: ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE EVENTOS EXTREMOS   |
|---------------|---|
| Competencia   | Reconoce los eventos extremos máximos y su cuantificación para el diseño de obras de protección contra inundaciones.  |
| Conceptual    | Introducción, Período de Retorno y Riesgo. Pruebas de Ajuste: Ajuste Gráfico, Prueba de Ajuste Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ) y Kolmogorov. <b>Distribución de probabilidades para valores extremos:</b> Distribución Lognormal de dos y tres parámetros, Distribución de Gumbel, Weibull, Pearson III y Log-pearson III. Uso de <b>Factores de frecuencia en el análisis de máximas avenidas</b> . Límites de confianza para las distribuciones de valores extremos. Aplicación numérica. |
| Procedimental | Calcula caudales de diseño de obras de protección y evacuación por diferentes métodos y para diferentes periodos de retorno   |
| Actitudinal   | Reconoce las máximas avenidas como eventos extremos que se presentan periódicamente, por ejemplo como consecuencia del fenómeno de El Niño.   |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• MEJIA M., J.A. Probabilidad y Estadística en Hidrología, Fondo Editorial; UNALM.</li> <li>• Material digital proporcionado por en docente.</li> </ul>  |

| SEMANA 5      | UNIDAD 5: REGRESIÓN, CORRELACIÓN, ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO Y MODELAMIENTO ESTOCÁSTICO DE DATOS HIDROLÓGICOS   |
|---------------|---|
| Competencia   | Reconoce la importancia de las series de tiempo hidrológicas para establecer la correlación serial y el modelamiento de datos hidrológicos  |
| Conceptual    | <p><b>Regresión:</b> Regresión lineal simple: modelo de regresión, evaluación de la regresión, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis. Regresión lineal múltiple: modelolíneal general, intervalos de confianza, inferencia acerca de los coeficientes de regresión.</p> <p><b>Correlación:</b> Coeficientes de Correlación, Inferencia acerca de los coeficientes de correlación, Correlación serial, Correlación y análisis regional, Correlación de causa y efecto, Falsa correlación.</p> <p><b>Análisis de series de tiempo:</b> Series de tiempo hidrológicas, Consistencia de Datos, Saltos, Tendencia, Periodicidad, Representación de un Proceso Estocástico, Propiedades de las series de tiempo, Autocorrelación, Análisis Espectral.</p> <p><b>Modelos estocásticos en hidrología:</b> Introducción, Modelo Autorregresivo de Primer Orden, Modelo Autorregresivo de Primer Orden con periodicidad, Modelo Autorregresivo de Orden Superior. Ejemplo de Aplicación.</p> |
| Procedimental | Calcula coeficientes de correlación serial; evalúa la consistencia de series hidrológicas y genera series hidrológicas sintéticas.  |
| Actitudinal   | Valora la hidrología estocástica en la planificación de recursos hídricos   |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• MEJIA M., J.A. Probabilidad y Estadística en Hidrología, Fondo Editorial; UNALM.</li> <li>• SALAS J.D, DELLEUR J.W y otros. Applied Modeling of Hydrologic Time Series</li> <li>• Material digital proporcionado en aula.</li> </ul>   |



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS**



|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SEMANA 6</b> | <b>UNIDAD 6: REGULACIÓN DE DESCARGA Y TRÁNSITO HIDROLÓGICO DE AVENIDAS</b>   |
| Competencia     | Valora la importancia de calcular el volumen de almacenamiento de embalses de regulación y el caudal de salida por el aliviadero de un embalse y en una sección del río.   |
| Conceptual      | <b>Regulación de descargas:</b> Presentación de datos de caudal, curva de duración de descargas, embalses de regulación, cálculo del volumen de un embalse: método de la curva masa o diagrama de Rippl, método de la curva masa diferencial, métodos numéricos.<br><b>Tránsito hidrológico de avenidas:</b> Introducción, tipos de tránsito, fundamento teórico del tránsito hidrológico, función de almacenamiento, tránsito de avenidas en embalse, tránsito hidrológico en ríos. |
| Procedimental   | Calcula el volumen de almacenamiento de embalses de regulación y el caudal de salida por el aliviadero de un embalse y en una sección del río.   |
| Actitudinal     | Valora la hidrología estocástica en la planificación de recursos hídricos  |
| Bibliografía    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• MEJIA M., J.A. Hidrología Aplicada, Fondo Editorial; UNALM.</li> <li>• MEJIA M., J.A. Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Fondo Editorial; UNALM</li> <li>• CHOW VEN TE; MAIDMENT D. R.; MAYS L. W. – Hidrología Aplicada.</li> <li>• Material digital proporcionado por en docente.</li> </ul>   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SEMANA 7</b> | <b>UNIDAD 7: FLUJO PERMANENTE EN CONDUCTOS CERRADOS</b>   |
| Competencia     | Reconoce al flujo en tuberías como parte de la ingeniería hidráulica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua.  |
| Conceptual      | Introducción, Flujo Laminar y Turbulento; El Número de Reynold; Flujo Laminar en Tuberías; Caída de Presión y Pérdidas de Carga; Flujo turbulento en tuberías; Perfil de velocidades para flujo turbulento; Pérdida de carga principal y diagrama de Moody; Tipos de problemas de flujo de fluidos; Pérdidas de carga menores; Redes de tubería; Sistema de tuberías con bomba y turbinas; Redes abiertas; Redes cerradas |
| Procedimental   | Presentación general de los diferentes tipos de flujo en tuberías y aplicaciones en el diseño de sistemas de redes de tuberías de diferentes tipos.   |
| Actitudinal     | Valora la importancia del flujo en tuberías en la práctica de la ingeniería hidráulica  |
| Bibliografía    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÇENGEL YUNES A., CIMBALA JOHN M. Mecánica de Fluidos</li> <li>• FEATHERSTONE &amp; NALLURI. Civil Engineering Hydraulics</li> <li>• Material digital proporcionado en aula.</li> </ul>   |

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>SEMANA 8</b> | <b>EXAMEN PARCIAL</b> |
|-----------------|-----------------------|

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SEMANA 9</b> | <b>UNIDAD 9: FLUJO NO PERMANENTE EN CONDUCTOS CERRADOS</b>  |
| Competencia     | Comprende el fenómeno de flujo no permanente en tuberías y su aplicación para el sistema reservorio con tubería de presión.   |
| Conceptual      | Introducción, fenómeno del golpe de ariete en tuberías; ecuación de cantidad de movimiento; ecuación de continuidad; solución por el método de las características. Oscilaciones de presión en chimeneas de equilibrio, ecuaciones gobernantes; algoritmo de solución numérica.                           |
| Procedimental   | Comprensión del flujo transitorio y del fenómeno del golpe de ariete en tuberías así como su amortiguación.   |
| Actitudinal     | Reconoce los efectos positivos y negativos del flujo no permanente en tuberías.   |
| Bibliografía    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• STREETER VICTOR L, WYLIE E. BENJAMIN; Fluid Transients.</li> <li>• TULLIS J. PAUL. Hydraulics of Pipelines.</li> <li>• MEJIA M. J. A. Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Fondo Editorial UNALM</li> <li>• Material digital proporcionado en aula</li> </ul> |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS



| SEMANA 10     | UNIDAD 10: FLUJO PERMANENTE EN CANALES ABIERTOS   |
|---------------|---|
| Competencia   | Reconoce el flujo permanente en canales abiertos como parte de ingeniería hidráulica para el diseño de obras hidráulicas  |
| Conceptual    | Introducción; tipos de canales; clasificación del flujo en canales; distribución de velocidades; distribución de presiones; ecuación de conservación de masa; ecuación de energía; ecuación de cantidad de movimiento; flujo crítico, flujo uniforme; flujo gradualmente variado; salto hidráulico; flujo rápidamente variado, flujo espacialmente variado. Aplicaciones prácticas. |
| Procedimental | Ilustra el comportamiento del flujo permanente en canales abiertos y los métodos de solución de las ecuaciones que la gobiernan.  |
| Actitudinal   | Reconoce la importancia del flujo permanente en canales y su aplicación práctica en el diseño de obras hidráulicas  |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"><li>• SUBRAMANYA K. Flow in Open Channel</li><li>• Material digital proporcionado en aula</li></ul>   |

| SEMANA 11     | UNIDAD 11: FLUJO NO PERMANENTE EN CANALES ABIERTOS   |
|---------------|--|
| Competencia   | Comprende la hidráulica de ríos aluviales y la solución de las ecuaciones que la gobiernan   |
| Conceptual    | Introducción; características hidráulicas de ríos aluviales; información básica para cálculos hidráulicos en ríos; ecuación de conservación de masa; ecuación de cantidad de movimiento; simplificación y definición de tipos de onda; solución numérica de la onda cinemática; solución numérica de la onda difusa; solución numérica de la onda dinámica. Métodos numéricos de solución de la ecuación de onda: método de las características, método de diferencias finitas, método de volúmenes finitos. |
| Procedimental | Comprensión del flujo no permanente en ríos, de las ecuaciones que la gobiernan y los métodos de solución numérica de estas ecuaciones.  |
| Actitudinal   | Valora la importancia del flujo transitorio en canales y cauces naturales y su aplicación en el diseño de obras de defensa.  |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"><li>• STREETER VICTOR L, WYLIE E. BENJAMIN; Fluid Transients.</li><li>• MEJIA M. J. A. Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Fondo Editorial UNALM</li><li>• Material digital proporcionado en aula</li></ul>  |

| SEMANA 12     | UNIDAD 12: MORFOLOGÍA FLUVIAL; PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS; INICIO DE MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS; CONFIGURACIÓN DEL LECHO  |
|---------------|--|
| Competencia   | Reconoce los procesos dinámicos de la morfología de ríos y del transporte de sedimentos  |
| Conceptual    | <b>Morfología fluvial:</b> procesos fluviales, clasificación de ríos.<br><b>Propiedades de los sedimentos:</b> propiedades individuales de los sedimentos y propiedades en conjunto.<br><b>Inicio del movimiento de las partículas:</b> introducción, condición crítica de inicio del movimiento, análisis de Shields, diseño de canales estables: criterio de la velocidad permisible y criterio de la fuerza tractiva.<br><b>Configuración del lecho:</b> clasificación y predicción de las configuraciones del lecho. |
| Procedimental | Ilustra el complejo proceso de la morfología fluvial y del transporte de sedimentos en ríos aluviales.   |
| Actitudinal   | Valora el carácter dinámico del desarrollo del cauce, los métodos de investigación y caracterización de los sedimentos transportados por el río.   |
| Bibliografía  | <ul style="list-style-type: none"><li>• MEJIA M. J. A. Transporte de Sedimentos en Ríos Aluviales, Fondo Editorial UNALM</li><li>• Material digital proporcionado en aula</li></ul>  |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS



|                  |   |
|------------------|---|
| <b>SEMANA 13</b> | <b>UNIDAD 13: ECUACIONES DE RESISTENCIA AL FLUJO Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS POR ARRASTRE DE FONDO</b>   |
| Competencia      | Comprende el cálculo del caudal sólido por arrastre de fondo  |
| Conceptual       | <b>Ecuaciones de resistencia al flujo:</b> parámetros comunes que describen la resistencia al flujo, ecuaciones de resistencia global en cauces de lecho móvil, ecuaciones de resistencia con subdivisión de la resistencia.<br><b>Transporte de sedimentos de fondo:</b> Introducción; Ecuación de Du Boys; Ecuación de Meyer Peter y Muller; Ecuación de Shields; Ecuación de Einstein-Brown; Ecuación de Rottner; Ecuación de Garde y Albertson; Ecuación de Misri, Garde y Ranga Raju; Ecuación de Einstein; Ecuación de Kalinske; Ecuación de Engelund y Fredsoe; Ecuación de Yalin; Ecuación de Bagnold; Ecuación de Van Rijn; Ecuación de Parker |
| Procedimental    | Calcula el caudal sólido por arrastre de fondo en ríos aluviales.   |
| Actitudinal      | Valora el cálculo del caudal sólido de fondo por diferentes métodos   |
| Bibliografía     | <ul style="list-style-type: none"><li>• MEJIA M. J. A. Transporte de Sedimentos en Ríos Aluviales, Fondo Editorial UNALM</li><li>• GARDE, RAJU. Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems.</li><li>• Material digital proporcionado en aula</li></ul>   |

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>SEMANA 14</b> | <b>UNIDAD 14: TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN; TRANSPORTE SÓLIDO TOTAL</b>   |
| Competencia      | Comprende el cálculo del caudal sólido en suspensión y caudal sólido total  |
| Conceptual       | <b>Transporte de sedimentos en suspensión:</b> Mecanismo de suspensión; Integración de la ecuación de concentración de sedimentos; Ecuación de Einstein para el transporte sólido en suspensión; Ecuación de Lane y Kalinske para el transporte sólido en suspensión; Ecuación de Garde y Pande; Ecuación de Bagnold; Ecuación de Bijker; Ecuación de Van Rijn<br><b>Transporte sólido total:</b> Introducción; Ecuación de Laursen; Ecuación de Garde y Datari; Ecuación de Graf y Acaroglu; Ecuación de Bagnold; Ecuación de Engelund y Hansen; Ecuación de Yang; Ecuación de Ackers y White; Ecuación de Shen y Hung; Ecuación de Raju |
| Procedimental    | Calcula el caudal sólido en suspensión y caudal sólido total en ríos aluviales.   |
| Actitudinal      | Valora el cálculo del caudal sólido en suspensión por diferentes métodos  |
| Bibliografía     | <ul style="list-style-type: none"><li>• MEJIA M. J. A. Transporte de Sedimentos en Ríos Aluviales, Fondo Editorial UNALM</li><li>• GARDE, RAJU. Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems.</li><li>• Material digital proporcionado en aula</li></ul>   |

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>SEMANA 15</b> | <b>UNIDAD 15: PRESENTACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TRABAJOS</b> |
|------------------|---|

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| <b>SEMANA 16</b> | <b>EXAMEN FINAL</b> |
|------------------|---------------------|

**El examen parcial y final son tomados en fechas asignados por la Oficina de Estudios**



## V. IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS RELACIONADA A LA INVESTIGACIÓN

| Actividad   | Competencias   |
|---|--|
| Revisión de artículos científicos relacionados a la ingeniería y gestión de los recursos hídricos y formulación de proyectos de investigación en recursos hídricos orientados a la solución de problemas del agua en el país. | Identifica y adquiere metodologías y técnicas de solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos y en la identificación y formulación de proyectos de investigación en recursos hídricos. |
| Desarrollo de metodologías para la solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos.  | Desarrolla habilidades y técnicas de solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos para la prevención y mitigación de eventos extremos.   |

Fuente: Oficina de Calidad y Acreditación - OCA

## VI. ASPECTOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN EL DESARROLLO DEL CURSO

| Ámbito        | Descripción  |
|---------------|--|
| Académico     | Enfoque de cálculo numérico orientado al diseño de obras de infraestructura hidráulica para diferentes usos.           |
| Investigación | Fomento de desarrollo de la investigación en recursos hídricos para contribuir a la prevención de desastres naturales. |
| Extensión     | Difusión de los trabajos desarrollados en eventos académicos u otros.  |

Fuente: Oficina de Calidad y Acreditación - OCA

## VII. METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE

### ACTIVIDADES TEÓRICA - PRÁCTICAS

Las clases teóricas se desarrollarán mediante clases magistrales, y dinámica grupal propiciando debates, exposición de conocimientos en el aula, y discusión a profundidad. Los estudiantes se considerarán como principales protagonistas, los cuales estarán en obligación de leer y revisar el tema correspondiente a cada clase con anterioridad, de acuerdo a la programación silábica. En la selección de otras técnicas a emplear se tendrá en cuenta las competencias que se pretenden alcanzar.

El profesor se constituirá como facilitador del aprendizaje, y como orientador y moderador de los debates presentados. Los aspectos no tratados durante el tiempo que dure el diálogo, serán revisados por los estudiantes, independiente de las consultas que en forma particular puedan formular al profesor fuera de las horas de clase.

### TRABAJO ENCARGADO

Los alumnos, con orientación del profesor, desarrollarán un trabajo semestral sobre un tema que viene desarrollando en su actividad profesional concordante con los objetivos del curso. El trabajo debe plasmar los aspectos temáticos desarrollados en el curso y será expuesto de acuerdo a una programación, antes de finalizar el semestre.





### VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se aplicará el sistema de normas establecidas en el Reglamento de Evaluación Académica de la Universidad. Para aprobar se requiere el 70% de asistencia a clases. La nota mínima aprobatoria es de 14, considerando el medio punto a favor del alumno.

Forman parte del Promedio Final los siguientes rubros: Examen Parcial (EP), Examen Final (EF) y Trabajos Encargados (TE).

| Competencias    | Metodología                           | Ponderación | Criterios de evaluación                               |
|-----------------|---------------------------------------|-------------|---|
| Conceptuales    | Examen parcial                        | 30%         | Evaluación teórica - práctica                         |
|                 | Examen final                          | 30%         |   |
| Procedimentales | Trabajos encargados                   | 40%         | Exposición oral y escrita                             |
| Actitudinales   | Valoración de actitud y participación |             | Puntualidad, responsabilidad, actitud y participación |
| Total           |                                       | 100%        |   |

### IX. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- El estudiante deberá respetar el Claustro Universitario, observando un comportamiento digno acorde con la institución universitaria, bajo lineamientos de respeto, solidaridad, libertad y dignidad.
- El estudiante deberá respetar el horario de clases, para lo cual se han establecido los siguientes parámetros de asistencia: Tolerancia de 15 minutos como máximo para su ingreso al aula. Pasados los 15 minutos el ingreso a clases será con permiso del docente.
- La acumulación de 30% de inasistencias totales en cada clase imposibilita al estudiante de ser evaluado en el Examen Final, correspondiéndole un calificativo de CERO.
- El profesor del curso firmará una bitácora de asistencia a clases y consignará el tema desarrollado.

### X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ÇENGEL YUNES A., CIMBALA JOHN M. Mecánica de Fluidos, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2006
- (2) CHOW, V. T. Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Co. 680 p., New York, 1959.
- (3) CHOW VEN TE; MAIDMENT D. R.; MAYS L. W. – Hidrología Aplicada, McGraw-Hill Book Company, 1988
- (4) Edwin M. Pino Vargas, Jesús A. Mejía Marcacuzco y otros: Efecto de las características ambientales y geológicas sobre la calidad del agua en la cuenca del río Caplina, Tacna, Perú.  
<http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1434>
- (5) Edwin Pino, Jesús Mejía y otros: Factores que inciden en el agotamiento y la contaminación por intrusión marina en el acuífero costero de La Yarada, Tacna, Perú. 2019, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.  
<https://www.researchgate.net/publication/333858740>

## 12. OBJETIVOS Y SUMILLAS DE CURSOS

### 12.1 Cursos Obligatorios de nivel 8000 – Teóricos prácticos

| Curso  | Objetivos y Sumilla   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;"><b>IA8000</b><br/><b>Ingeniería de Recursos Hídricos</b><br/><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>El curso proporcionará al estudiante un enfoque integral sobre la ingeniería de los recursos hídricos, que contempla aspectos relacionados a la hidráulica de tuberías y de canales abiertos, hidrología superficial y subterránea, riego y drenaje, ingeniería ambiental, transporte de sedimentos, entre otros. Entendimiento de fenómenos hidrológicos tanto superficiales como subterráneos y los diferentes métodos de cálculo de caudales de diseño. Entendimiento de fenómenos de flujo permanente y no permanente en canales, tuberías y medios porosos y aprendizaje de procedimientos de cálculo numérico.</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>IA8001</b><br/><b>Gestión de Recursos Hídricos</b><br/><b>(Créditos: 3)</b></p>    | <p>El curso está orientado fundamentalmente a conocer los aspectos considerados más importantes en la gestión integral de los recursos hídricos como una manera de mejorar la capacidad de gestión del propio participante. Esto implica que cada participante llegue a entender los múltiples usos del agua y que el logro de un manejo integral adecuado del agua pasa por un marco legal coherente, una organización administrativa eficiente, y un manejo de los recursos económico- financieros que incorpore un criterio de análisis de costo- beneficio para la sociedad en su conjunto.</p> <p>Capacitar al profesional en la gestión de los recursos hídricos para satisfacer las necesidades de agua de la sociedad, la cual tiene dos fases como la gestión de la oferta y la gestión de la demanda de agua; con acciones dirigidas a aumentar y regular la disponibilidad del recurso (en cantidad oportuna y calidad necesaria) a través de obras de ingeniería, generalmente costosas, así como también a la operación adecuada de las obras existentes y el control y conservación de la calidad del agua.</p> |

| Curso  | Objetivos y Sumilla  |
|--|--|
| <p><b>IA8048</b><br/> <b>Metodología de la Investigación científica en recursos hídricos</b><br/> <b>(Créditos: 2)</b></p> | <p>La formación doctoral desarrolla en el estudiante el pensamiento crítico e independiente que se demuestra en la capacidad de emprender, desarrollar y culminar con éxito una investigación sistemática y original, que signifique una contribución en el desplazamiento de la frontera del conocimiento. Esto exige la habilidad de analizar y evaluar información, determinando su utilidad y aplicabilidad apropiada en la investigación del tema de tesis doctoral. También demanda que el estudiante sea capaz de construir el conocimiento durante el proceso de la investigación, así como utilizar apropiadamente los instrumentos disponibles para facilitar la conducción y desarrollo de una investigación sistemática que resulte en conclusiones consistentes. Capacitar al estudiante de doctorado para que formule, justifique y sustente un Plan o propuesta de investigación doctoral de un tema específico, juzgando la consistencia lógica de la información existente, seleccionando y aplicando la metodología apropiada. También lo capacita para que juzgue el grado de sustento de las conclusiones de una investigación; evalúe el resultado de una investigación en términos de su aplicabilidad potencial; diseñe, defienda y evalúe las propuestas de investigación; aplique las técnicas de redacción de tesis doctorales, reportes y artículos técnicos. Finalmente, se le proporciona la capacidad para formar o construir conocimientos durante el proceso de la investigación, seleccionando y utilizando los instrumentos disponibles para facilitar la conducción y el desarrollo de una investigación.</p> |
| <p><b>IA8049</b><br/> <b>Proyecto de tesis en Recursos Hídricos</b><br/> <b>(Créditos: 2)</b></p>                          | <p>El estudiante debe tener un pensamiento crítico e independiente que demuestre su capacidad de emprender, desarrollar y culminar con éxito una investigación sistemática y original, que signifique una contribución en el desplazamiento de la frontera del conocimiento. Esto exige la habilidad de analizar y evaluar información, determinando su utilidad y aplicabilidad apropiada en la investigación del tema de tesis doctoral. También demanda que el estudiante sea capaz de construir el conocimiento durante el proceso de la investigación, así como utilizar apropiadamente los instrumentos disponibles para facilitar la conducción y desarrollo de una investigación sistemática que resulte en conclusiones consistentes. El estudiante de doctorado deberá ser capaz de: Usar efectivamente los sistemas de información en la búsqueda de información en el área de interés específico. Revisar críticamente la bibliografía relevante, juzgar el grado de sustento por datos de las conclusiones y la consistencia lógica de la bibliografía revisada. Seleccionar y aplicar la metodología de investigación. Preparar y redactar un reporte o artículo de investigación conciso. Proponer, justificar, desarrollar y sustentar un plan o propuesta de investigación para un problema de investigación específico.</p>  |
| <p><b>IA8026</b><br/> <b>Investigación en Recursos Hídricos</b><br/> <b>(Créditos: 30)</b></p>                             | <p>El estudiante de doctorado deberá ser capaz de: Usar efectivamente los sistemas de información en la búsqueda de información en el área de interés específico. Revisar críticamente la bibliografía relevante, juzgar el grado de sustento por datos de las conclusiones y la consistencia lógica de la bibliografía revisada, Seleccionar y aplicar la metodología de investigación, Preparar y redactar un reporte o artículo de investigación conciso, Proponer, justificar, desarrollar y sustentar un plan o propuesta de investigación para un problema de investigación específico.</p>  |

## 12.2 Cursos Electivos de nivel 8000 – teóricos prácticos

| Curso  | Objetivos y Sumilla  |
|--|--|
| <p><b>IA8012</b></p> <p><b>Métodos de Análisis en Recursos Hídricos</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>  | <p>La física y matemática de los procesos hidrológicos en una cuenca, es necesario que el estudiante utilice métodos de análisis hidrológicos de manera conjunta con alguna herramienta computacional para conseguir soluciones adecuadas según el nivel de detalle al que se quiera llegar.</p> <p>Brindar al estudiante los conocimientos necesarios para sistematizar matemáticamente métodos de solución utilizados frecuentemente en hidrología superficial para temas específicos como la modelación de los procesos físicos del ciclo hidrológico, modelación del escurrimiento superficial en cuencas, tránsito de avenidas, entre otros.</p>  |
| <p><b>IA8008</b></p> <p><b>Métodos Numéricos en Recursos Hídricos</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>    | <p>El curso proporcionará al alumno un enfoque avanzado de los métodos numéricos con fines de investigación o solución de problemas complejos de ingeniería de recursos hídricos. Para ello será necesario que el estudiante tenga una base sólida de hidráulica y cierta experiencia en el desarrollo de programas de cómputo.</p> <p>Tiene como objetivo el aprendizaje de los fundamentos de los métodos numéricos como diferencias finitas, elementos finitos y volúmenes finitos. Aplicación de los métodos numéricos a la solución de problemas complejos de ingeniería de recursos hídricos.</p>  |
| <p><b>IA8007</b></p> <p><b>Simulación de Acuíferos</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>                   | <p>Dado que el recurso de agua subterránea constituye una componente importante de las diversas fuentes de agua para el abastecimiento doméstico, industrial y agrícola; su manejo apropiado demanda conocer su comportamiento espacial y temporal, estableciendo políticas de operación, manejo y conservación. El curso transmite al alumno, el uso de herramientas, conceptos esenciales que garanticen el correcto desarrollo de las leyes fundamentales de la hidrodinámica. Características físicas del medio poroso. Propiedades generales del flujo subterráneo. Ecuaciones generales. Circulación hacia las obras de captación y bajo las estructuras hidráulicas, redes de flujo. Recarga de acuíferos, drenajes, dispersión de contaminantes e intrusión de agua salada. Estudios geofísicos de prospección de evaluación de aguas subterráneas.</p> <p>El objetivo del curso es brindar los conceptos fundamentales que rigen la hidrodinámica del fluido en medios saturados y no saturados, los mecanismos que gobiernan el movimiento de sales y contaminantes, tanto en régimen permanente como no permanente; así como la modelación, simulación y explotación de sistemas hidrológicos subterráneos en cantidad y calidad.</p> |
| <p><b>IA8009</b></p> <p><b>Sistemas de Agua Potable y alcantarillado</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>El curso está enfocado en los principios de diversas ciencias para planear, diseñar y calculará función de los sistemas de abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillado de agua potable. Asimismo, describirá las actividades más relevantes de la administración, operación y conservación de estos sistemas.</p> <p>El alumno explicará las funciones y posición relativa de los elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable, así como la importancia de suministrar agua potable a la población; explicará la necesidad de recolectar, retirar y tratar las aguas residuales que generan los asentamientos humanos, describirá las obras principales que integran un sistema de alcantarillado. Asimismo, conocerá la situación nacional relativa a estos sistemas.</p>   |

|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>IA8013</b></p> <p><b>Manejo y Gestión de Cuencas</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>           | <p>La gestión del agua es equivalente a la gestión de conflictos entre seres humanos y de éstos con el entorno. Un sistema de gestión del agua y de sus cuencas de captación se crea para evitar dichos conflictos, prevenirlos y solucionarlos. El ser humano debe aprender a vivir con estos conflictos y enfrentarlos adecuadamente, sabiendo además que la escasez relativa de agua se incrementará constantemente con el tiempo, producto del crecimiento económico, demandas sociales y cambios climáticos. La competencia entre usuarios será cada vez más drástica y despiadada por lo que se requiere disponer de leyes e instituciones para gestionar adecuadamente el sistema. En cuencas donde se asientan poblaciones o que abastecen a zonas urbanas, en particular aquellas que están ocupadas por grandes sectores poblacionales, mineros e industriales; estos conflictos se agudizan. Estas cuencas son a veces denominadas en forma simplificada pero incorrectamente como "cuencas urbanas". Para conducir procesos de gestión integrada de cuencas y del agua se deben realizar alianzas o concertaciones entre múltiples actores que normalmente actúan en forma sectorizada.</p> <p>El objetivo de esta materia es introducir al estudiante en la concepción de Manejo y Gestión en la Cuenca Hidrográfica y en el conocimiento de los elementos teórico-prácticos correspondientes a una propuesta de alternativas productivas y protectoras de los recursos naturales y ambientales con un criterio de atender al desarrollo sustentable.</p> |
| <p style="text-align: center;"><b>IA8006</b></p> <p><b>Calidad del Agua</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>                      | <p>La calidad del agua, es el término que agrupa al conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, es el resultado de dos causas principales: (1) actividades antrópicas y (2) el natural ciclo hidrológico. La evaluación de la calidad del agua deberá permitir el detectar cambios en las características del recurso con el fin de evaluar patrones y una de las operaciones básicas dentro del proceso para evaluar la calidad de cuerpos de agua es el Monitoreo y la Gestión de la misma para preservar el recurso hídrico.</p> <p>Aprendizaje de procedimientos de monitoreo de calidad de agua, con el propósito de prevenir la contaminación de los cursos de agua y del medio ambiente relacionado. Determinar las condiciones ambientales de la cuenca hidrográfica, por medio del monitoreo de sus cursos de agua. Conocer los principales instrumentos de Gestión necesarios para monitorear y mejorar la calidad de agua. Conocer y discutir parámetros de calidad del agua para diferentes usos. Su relación con la sustentabilidad ambiental y planteamientos para investigación.</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>IA8014</b></p> <p><b>Administración y Legislación del Agua</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>La gestión del agua presenta una dimensión social importante que actualmente reclama nuevos conceptos, marcos teóricos y metodología, que tradicionalmente no se abordaron en el estudio de las ciencias agrícolas, las cuales se concentraron en los temas técnicos. Sin embargo, nuevos enfoques como la Gestión Integral del Recurso Hídrico, reclaman la inclusión de los marcos sociales en los que la gestión del agua tiene lugar. Tópicos tales como derechos de agua, derechos consuetudinarios, pluralismo legal, diversidad social y cultural, plataformas de múltiples actores, equidad social, equidad de género, entre otros, vienen a ser importantes aspectos que demandan ser estudiados e incluido en las ciencias agrícolas. Es bajo este enfoque, que relaciona el aspecto técnico y los aspectos sociales, (socio-técnico) que abordaremos el tema de la legislación de aguas, no sólo como un conjunto de normas y artículos legales sino como un producto social. En este curso se buscará que los estudiantes conozcan y manejen algunos conceptos sociales esenciales para lograr una cabal comprensión de la Gestión Integral del Recurso Hídrico.</p> <p>Dar a conocer y desarrollar los conceptos y la metodología del enfoque socio-técnico a partir de la presentación de estudios de caso. Los estudiantes se ejercitarán en su aplicación en el estudio e investigación que desarrollarán como parte del trabajo a ser desarrollado en el curso.</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>IA8011</b></p> <p><b>Evaluación de Impactos Ambientales</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>       | <p>La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) constituye un procedimiento para el control preventivo de futuras acciones o proyectos. Apoyado en la realización de estudios técnicos sobre los cambios que generan las acciones humanas sobre el medio ambiente y en un proceso de participación pública, se ha convertido en el principal instrumento de gestión del medio ambiente. El procedimiento y el estudio de impacto conforman un cuerpo de conocimientos del que no queda exenta ninguna profesión, ya que ayuda a concebir y desarrollar los proyectos de una forma moderna, que internalice los costos ambientales con una resolución interdisciplinaria. El Curso presentará los enfoques, las técnicas y los procedimientos que se utilizan para evaluar el impacto ambiental de acciones o proyectos en sus distintas etapas, conocimientos que serán desarrollados a través de clases teórico-conceptuales, de aplicación metodológica y de discusión de casos. Se adoptará un enfoque esencialmente técnico-metodológico, orientado a cualquiera de los actores que intervienen en una EIA, especialmente a quienes tengan que ajustarse a la presentación (empresas o entidades gubernamentales), quienes tengan que ejecutar (consultores ambientales, técnicos) y quienes tengan que revisar EIAs (gobiernos, ONG, políticos).</p> <p>El objetivo de esta disciplina es fortalecer las bases teóricas para el conocimiento y la evaluación de impacto ambiental en forma cuantitativa e integral. Proporcionar una visión de la variedad de metodologías para la identificación y apreciación de impactos, incluyendo sus fortalezas y debilidades como herramientas de apoyo.</p> |
| <p><b>IA8005</b></p> <p><b>Modelos Matemáticos en Hidrología</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>        | <p>Dado que en los últimos años los modelos matemáticos han tenido un impresionante desarrollo en todas las áreas del conocimiento humano, científico y de los recursos naturales en general, es importante que el estudiante del Programa Doctoral de Recursos Hídricos se encuentre capacitado para la formulación, aplicación, calibración y verificación de los modelos de acuerdo a las necesidades del usuario.</p> <p>El estudiante este familiarizado con la simulación y predicción de fenómenos hidrológicos a corto, mediano y largo plazo, a través del uso y/o formulación de modelos matemáticos con la finalidad de planificar eficientemente el recurso hídrico a nivel de cuenca.</p>  |
| <p><b>IA8010</b></p> <p><b>Economía del Agua</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>                        | <p>Actualmente se hace cada vez más urgente el uso de instrumentos económicos y métodos de valoración para la gestión integral del agua. Los instrumentos económicos pueden permitir un uso más eficiente, equitativo y sostenible del agua si están adecuadamente estructurados y tienen un soporte conceptual e institucional apropiado. Igual utilidad puede tener los métodos de valoración económica del recurso, especialmente para decisiones de gestión multisectorial y de reasignación. En este curso se buscará entender y aplicar diversos instrumentos económicos y métodos de valoración económica para la gestión eficiente, equitativa y sostenible del agua en sus diversas modalidades.</p> <p>El curso tiene como principal objetivo que los estudiantes entiendan los conceptos básicos detrás de los instrumentos económicos y métodos de valoración del recurso utilizados para la gestión del agua. Se buscará, además, que aprendan a aplicar estos instrumentos y métodos a los problemas más importantes del manejo del agua, con especial énfasis en los problemas del uso multisectorial y sectorial del recurso.</p>   |
| <p><b>IA8016</b></p> <p><b>Tratamiento de Aguas Residuales Avanzada</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>La preocupante situación ambiental que afronta el mundo pone de manifiesto el poco grado de compromiso del hombre en el equilibrio natural; apenas hace algunos años han surgido grupos con políticas serias del manejo sostenible del mundo, promulgando la mitigación de la actividad antrópica y sus nefastas consecuencias futuras promoviéndose nuevas tecnologías en un mundo globalizado. Se busca con el desarrollo del curso conocer las tecnologías de tratamiento correspondiente. Proporcionar al estudiante los fundamentos físicos, químicos y biológicos de los procesos usados en el tratamiento de aguas contaminadas, así como las técnicas para la reutilización de aguas residuales tratadas que permitan reducir al mínimo los impactos ambientales negativos.</p>  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>IA8017</b></p> <p><b>Hidráulica de Transporte de Sedimentos</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>    | <p>El estudio de la hidráulica del proceso de transporte de sedimentos en los ríos aluviales y de montaña es un tema complejo donde se realizan intensas investigaciones a nivel internacional a fin de disponer relaciones constitutivas y establecer relaciones entre las principales variables de flujo bifásico agua y partículas sólidas de amplia granulometría. La validación y aplicación de las fórmulas, ecuaciones y relaciones funcionales propuestas en distintos tipos y características de ríos y quebradas es una actividad fundamental para que la ingeniería moderna disponga de herramientas de predicción del comportamiento hidráulico del flujo bifásico para fines de diseño y operación y mantenimiento de las infraestructuras ribereñas, obras hidráulicas, puentes y carreteras, represas, aprovechamientos hidroeléctricos, etc. Asimismo, es importante establecer las bondades y limitaciones de las fórmulas y ecuaciones propuestas y publicadas en las revistas especializadas. Por otro lado, existen programas de cómputo comerciales y de dominio público para la simulación 1D, 2D y 3D procesos de transporte de sedimentos cuya aplicación a casos prácticos de la ingeniería moderna amerita una seria evaluación de sus fundamentos teóricos y computacionales para determinar el real alcance de su aplicación en la solución de los problemas de la ingeniería asociados a la hidráulica del transporte de sedimentos. El objetivo principal del curso es la transferencia de conocimientos en los recientes avances en el campo de la hidráulica del transporte de sedimentos y su aplicación en la solución de problemas de la ingeniería moderna. Dado que el curso cubre los principios y aplicaciones del transporte de sedimentos en un nivel avanzado, es necesario que el estudiante haya llevado un curso previo en el tema.</p> |
| <p><b>IA8018</b></p> <p><b>Obras Hidráulicas</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>                         | <p>En los países en vías de desarrollo como el Perú, demanda la construcción de grandes y medianos proyectos hidráulicos de propósitos múltiples para contar con infraestructuras productivas e hidroenergéticas básicas que permitan un real desarrollo socioeconómico sostenible. La formación en el país de los ingenieros civiles, agrícolas, geólogos y mecánico de fluidos, prioriza las obras hidráulicas medianas y menores; manteniendo esta tendencia en la formación de postgrado de las especialidades de hidráulica y recursos hídricos. Para lograr los objetivos indicados, los estudiantes resolverán problemas prácticos como: Abordar problemas de proyección y diseño de los distintos tipos de presas de concreto, presas-bocatomas y obras especiales en proyectos hidráulicos de propósito múltiple. Aplicar los diferentes métodos y principios del cálculo de estado tensional o de esfuerzos de presas de gravedad, presas compactado con rodillo y presas de arco; cálculo estático de revestimiento de túneles, análisis del funcionamiento de las estructuras hidráulicas en las distintas variantes del proyecto. Solucionar importantes problemas aplicativos en el campo de la proyección, diseño y construcción de obras hidráulicas especiales en ríos y obras hidráulicas subterráneas.</p>  |
| <p><b>IA8019</b></p> <p><b>Análisis de Sistemas en Recursos Hídricos</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>La optimización del recurso hídrico constituye una componente importante de las diversas fuentes de agua para el abastecimiento doméstico, agrícola, industrial, recreacional, energético, etc. El manejo apropiado del recurso se realiza a través de técnicas de optimización y simulación, a fin de establecer políticas de operación, manejo y conservación. En este contexto, el presente curso brindará al estudiante conocimientos referidos a las técnicas de optimización y simulación, los cuales serán aplicados a casos reales.</p> <p>Capacitar al estudiante, mediante el análisis teórico y práctico en la aplicación de la Análisis de Sistemas para seleccionar de un gran número de alternativas factibles en el manejo de los recursos hídricos, aquel conjunto particular de acciones que posibilitan alcanzar los objetivos específicos, dentro de las restricciones existentes, de tipo legal, moral, económico, político, social y leyes naturales.</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;"><b>IA8020</b></p> <p><b>Sistemas de Riego<br/>Tecnificado</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>         | <p>Este curso está dirigido a profesionales que desarrollan sus actividades fomentando, evaluando y asesorando a productores agrícolas en el ámbito del riego tecnificado, y busca convertirse en una herramienta eficaz para la formación en aspectos críticos en la operación de sistemas de riego tecnificado. En este curso se enseña la operación de riego de la forma como se espera que los profesionales transmitan sus conocimientos a los agricultores, es decir no sólo aprenden contenidos, sino que tienen a su alcance una metodología de trabajo que considera material concreto como guías y lecturas para su posterior difusión en sus centros de trabajo.</p> <p>En el curso se incorpora la tecnología en dos sentidos amplios: primero se desarrolla la parte teórica y complementado con viajes a instituciones ligados a los sistemas tecnificados. Asimismo, el uso de software de riegos diseñados especialmente para el curso. Obtengan conocimientos acerca de los contenidos en tecnologías de riego y el acceso a herramientas metodológicas y didácticas que les faciliten lograr aprendizajes pertinentes y de calidad. Adquieran conocimientos y competencias para el uso de recursos tecnológicos (software educativo, sitios web, etc.) en el contexto de su trabajo y de la transferencia de tecnología. Analicen y reconozcan características y funcionalidad de los distintos sistemas de riego tecnificado sus partes y elementos con aplicaciones de criterios básicos de diseño para seleccionar sistemas y accesorios de riego tecnificado. Desarrollen habilidades básicas para detectar y diagnosticar deficiencias de operación y diseño, generando soluciones para una eficiente operación en los equipos de riego tecnificado y sus elementos.</p> |
| <p style="text-align: center;"><b>IA8021</b></p> <p><b>Ordenamiento<br/>Territorial<br/>Avanzada</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>El crecimiento y desarrollo de las poblaciones rurales y urbanas (asentamientos humanos, agricultura, servicios, protección), han creado retos y desafíos, que conducen a los investigadores, planificadores y tomadores de decisiones, a planificar y ordenar el uso de los espacios, optimizando el uso de los recursos naturales, contribuyendo con elementos para la gestión de riesgo a desastres y otras situaciones críticas; para lograr el desarrollo sostenible. La oferta y demanda de espacios son aspectos que los gobiernos nacionales, regionales y locales, así como planificadores y propietarios, deben analizar cada vez con mayor visión de ordenamiento, planificando los usos y buscando las mejores alternativas compatibles con el desarrollo social, económico y ambiental; por tal motivo es imprescindible establecer un ordenamiento del territorio, en el cual cada programa y sus proyectos respondan a las zonas y sus normas respectivas. Entre las zonas de importancia en manejo de cuencas se tienen; las zonas de recarga hídrica, riesgos a desastres, contaminación, servicios eco sistémicos, áreas productivas y ubicación de ciudades o poblados. Fortalecer las capacidades de técnicos y especialistas que trabajan en procesos de planificación y desarrollo de instituciones y organizaciones nacionales y locales, que requieren aplicar conceptos, metodologías e instrumentos para elaborar planes de ordenamiento territorial a nivel nacional, regional, municipal, cuencas y local.</p>   |



|  |  |
|--|--|
| <p><b>IA8015</b></p> <p><b>Hidrología Ambiental Avanzada</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>En la actualidad el aspecto ambiental, está llena de conflictos donde gran parte de la población se lanza agresivamente, por ambición o imperiosa necesidad, sobre los recursos naturales. La solución o administración de estos conflictos con miras a un proceso de desarrollo más coherente del punto de vista ecológico se constituye en uno de los grandes desafíos de la sociedad peruana a inicios de este siglo. Es innegable también que la cuestión posee componentes políticos, económicos, sociales y hasta ideológicos, que la conllevan a discusiones en los más diversos segmentos de la sociedad. Sin embargo, consideramos que pese a la importancia de las otras componentes, las soluciones encontradas no serán efectivas si no se toma en cuenta tecnologías apropiadas basadas en conocimientos científicos.</p> <p>Actualizar y difundir el conocimiento Científico y Tecnológico referente al entendimiento de los procesos físicos de los componentes del ciclo hidrológico, la evaluación y cuantificación de estos procesos, así como su aplicación a problemas ambientales, tales como transporte y control de la contaminación del agua.</p> |
| <p><b>IA8022</b></p> <p><b>Hidrología estocástica</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>        | <p>El curso proporcionará al alumno un enfoque avanzado del análisis de series de tiempo como una de las grandes herramientas usadas en hidrología en la construcción de modelos matemáticos para la generación sintética de datos hidrológicos con fines de planeamiento de los recursos hídricos para los diferentes usos.</p> <p>El curso se propone no solo a ayudar a comprender los principios fundamentales de la probabilidad y estadística aplicada a la hidrología, sino también ilustrar una gran variedad de casos en que se utilizan.</p>   |
| <p><b>IA8023</b></p> <p><b>Ecohidrología</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>                 | <p>Analizar el rol de los productores primarios (microorganismos, algas, plantas) en la regulación e influencia de los flujos hídricos y calidad de agua y como dicho rol se ve afectado por perturbaciones de origen humano como el cambio en el uso del suelo, contaminación, entre otras. Capacitar a los estudiantes para realizar la evaluación, pronóstico y simular procesos ecohidrológicos en sistemas naturales e intervenidos en el marco del desarrollo sostenible, integrando la cuenca hidrográfica, sus características físicas – geográficas, su biota y la presión antrópica.</p>   |
| <p><b>IA8039</b></p> <p><b>Hidrología Isotópica</b></p> <p><b>(Créditos: 3)</b></p>          | <p>La asignatura de “Hidrología Isotópica” se inicia con la parte introductoria referida a su importancia como nueva herramienta en el estudio del ambiente. Por otra parte, se busca abordar de manera general los fundamentos físicos y geoquímicos que alteran los procesos de fraccionamiento isotópico en la naturaleza y en el ciclo hidrológico. Seguidamente se aborda de manera general aspectos de climatología e hidrología a escala regional y local que ayudan en la interpretación de los trazadores isotópicos. Finalmente se abordarán las aplicaciones de diferentes isótopos en hidrología y aspectos geoquímicos que aportan información valiosa para la comprensión de los sistemas hídricos en apoyo a la gestión del mismo.</p> <p>Objetivos: El propósito del curso es ofrecer a los estudiantes de Posgrado en Recursos Hídricos los fundamentos para el uso de trazadores isotópicos en estudios de clima e hidrología. A su vez, se ofrece una visión amplia de parámetros geoquímicos en los estudios hidrológicos para entender y caracterizar el medio ambiente a lo largo del tiempo.</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>IA8049</b><br/><b>Hidrología de la Criósfera</b><br/><b>(Créditos: 3)</b></p>                           | <p>La asignatura de “Hidrología en la Criósfera” está diseñada para proporcionar al estudiante de doctorado los conocimientos científicos sobre los procesos hidrológicos y su relación con la climatología que existen en la criósfera y su entorno, esto se lograran mediante el análisis teórico y práctico de las diferentes variables que existen en este entorno (glaciares, ríos, balance energético, nieve, permafrost, modelización hielo – escorrentía, etc.). Este conocimiento permitirá tomar decisiones al estudiante dentro de su campo profesional (como tomador de decisiones o investigador) respecto a lo que se puede esperar en términos hidrológicos y climáticos en zonas donde la temperatura dominante es igual o menor a cero grados centígrados. Objetivos: Permitir a los alumnos un conocimiento general de los procesos climáticos y su interacción con los componentes del balance hidrológico (escorrentías, glaciares, precipitaciones, etc.) que ocurren en las zonas donde la temperatura del aire está por debajo o próximo a los 0°C.</p>  |
| <p><b>IA8041</b><br/><b>Teledetección en Recursos Hídricos</b><br/><b>(Créditos: 3)</b></p>                   | <p>El curso de Teledetección en Recursos Hídricos se enfoca en brindar a los alumnos los conceptos para entender los procesos de interacción de la radiación electromagnética (REM) y los cuerpos en la superficie de la tierra y las técnicas usadas en teledetección para resolver problemas hidrológicos; ya sea en calidad de las aguas, realizando el monitoreo de la concentración de algunos parámetros como sedimentos, clorofila o materia orgánica descompuesta (CDOM); o de niveles de agua mediante técnicas altimétricas. Asimismo, mostrar a los alumnos de doctorado todas las bondades de los datos de teledetección y sus diferentes usos en temas de Recursos Hídricos. Objetivos: El objetivo del curso es proporcionar y capacitar a los alumnos en los fundamentos teóricos avanzados requeridos para el procesamiento, análisis e interpretación de imágenes registradas por sensores remotos para su aplicación a la gestión de recursos hídricos.</p>   |
| <p><b>IA8050</b><br/><b>Variabilidad y Cambio Climático en Recursos Hídricos</b><br/><b>(Créditos: 3)</b></p> | <p>El Perú es uno de los países más vulnerables ante la variabilidad y el cambio climático. En las últimas décadas, las investigaciones científicas han puesto de manifiesto los roles que ejercen la variabilidad y cambio climático en las principales actividades económicas y por tal en el desarrollo del país. En general, estas investigaciones indican que las condiciones medias del clima de alguna región en particular se han visto alteradas, impactando en los recursos hídricos y sistemas productivos. Estos recursos se ven influenciados por el rol de la variabilidad climática afectando su disponibilidad espacial y temporal. Por otro lado, en el último siglo la temperatura de la superficie de la Tierra se ha incrementado en 0.6 °C, y en las últimas cuatro décadas este calentamiento se ha acelerado paulatinamente. Por ejemplo, entre 1995 y 2010 se han registrado las temperaturas más altas sobre la Tierra. El curso proporciona al estudiante un enfoque integral sobre los impactos de la variabilidad y cambio climático en los recursos hídricos. Además de conocer herramientas y/o técnicas actuales para evaluar tales impactos, tal es el caso de escenarios climáticos.</p> |

### 13. REVISIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El Programa de Doctorado en Recursos Hídricos, asegura la pertinencia de su plan de estudios, mediante procesos participativos con los miembros del grupo de interés y una revisión, máximo cada 3 años, acorde a lo estipulado en el Reglamento de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### 14. OPINION DEL GRUPO DE INTERÉS

El PDRH, ha definido a los miembros del grupo de interés y el Comité Consultivo mediante Resolución EPG N°579/2017:

Conformación de los grupos de interés, integrada por las siguientes instituciones:

| INSTITUCIÓN   | REPRESENTANTE   |
|---|---|
| Autoridad Nacional del Agua - ANA                             | Responsable del área de Recursos Hídricos                             |
| Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI                   | Responsable del área Infraestructura Agraria y Riego                  |
| Junta Nacional de Usuarios de los Distritos de Riego del Perú | Responsable del área Suelos, riego y gestión de recursos hídricos.    |
| Instituto Geofísico del Perú IGP                              | Responsable del área Variabilidad climática, Recursos Hídricos        |
| Universidad Jorge Basadre Grohmann                            | Responsable del área Recursos Hídricos                                |
| Southern Perú   | Responsable del área Recursos Hídricos                                |
| Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI        | Responsable del área Hidrología, cambio climático                     |
| Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - AGRORURAL   | Responsable del área Manejo del Recurso hídrico y Riego               |
| Programa Subsectorial de Irrigaciones - PSI                   | Responsable del área proyectos de inversión pública en Zonas rurales. |
| Instituto Nacional de Innovación Agraria -INIA                | Responsable del área de Recursos Hídricos.                            |
| Universidad Nacional de Cajamarca                             | Responsable del área Recursos Hídricos                                |

Conformación del Comité Consultivo, integrada por las siguientes personas:

| REPRESENTANTE        | NOMBRE                               | INSTITUCIÓN   |
|----------------------|--------------------------------------|---|
| Entidad Pública      | Dr. Edilberto Guevara Pérez          | Autoridad Nacional del Agua - ANA                             |
| Empresa Privada      | Ing. José Nicolás De Piérola Canales | Southern Perú   |
| Entidad Pública      | Dr. Waldo Lavado Casimiro            | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.     |
| Universidad Nacional | PhD. Edwin Pino Vargas               | Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann                   |
| Entidad Pública      | Ing. Lorenzo Chang- Navarro Lévano   | Junta Nacional de Usuarios de los Distritos de Riego del Perú |

Opinión de los miembros del grupo de interés en el Encuentro de graduados del Doctorado en Recursos Hídricos, realizado el 22 de marzo del 2019, en el marco del día mundial del agua, donde los participantes mencionaron los siguiente.

- Dr. Américo Guevara Pérez, Director de la Escuela de Posgrado UNALM: felicitó a los organizadores del evento y el compromiso de la Escuela de Posgrado en el apoyo a la mejora continua de los diferentes programas.
- Dr. Néstor Montalvo Arquiñigo, Decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola: manifestó su complacencia por la convocatoria y éxito del encuentro de graduados del Programa de Doctorado en Recursos Hídricos y su firme compromiso de apoyo para el logro de los objetivos como es la acreditación del programa.
- Eco. Carlos Alberto Jara Jara, representante de la Oficina de Calidad y Acreditación de la UNALM: saludó la presencia de la representante del SINEACE y el compromiso de la OCA de impulsar los procesos de mejora continua para que los programas tanto de posgrado como de pregrado brinden una educación de calidad acorde con las exigencias del mercado.
- Ing. José Nicolás De Piérola Canales; representante de Southern Perú y APIHA; felicitó a los organizadores del evento y reiteró su compromiso de Southern Perú, como empresa privada, apoyar el desarrollo de la investigación e innovación en temas del agua.
- Dr. Edilberto Guevara Pérez; representante de la Autoridad Nacional del Agua: felicitó a los organizadores del encuentro y su satisfacción por el nivel de investigación que vienen desarrollando los graduados en las diferentes instituciones donde laboran y manifestó que la Autoridad Nacional del Agua con la Escuela de Posgrado podrían establecer convenios para el desarrollo de investigación en temas de recursos hídricos.
- Lic. María Celia Dávila Mires, representante del SINEACE: luego de felicitar a los organizadores del evento, manifestó que estos encuentros deben ser organizados periódicamente y difundidos ampliamente a fin de que la sociedad nacional e internacional conozcan de cerca lo que las instituciones académicas desarrollan. Del mismo modo manifestó que los temas tratados están en concordancia con las líneas de investigación del programa e invocó continuar trabajando en esa dirección.