

U  
U

# **Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea**

## **Artículo 1.- Objetivos**

De acuerdo con el artículo 2° de la Ordenanza de las Carreras de Posgrado (Resolución No.9 del Consejo Directivo Central de la Universidad de la República del día 25 de septiembre de 2001), las actividades del Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea (en adelante DEHS) se orientarán con los siguientes Objetivos Generales:

- a) Brindar una formación más especializada que la correspondiente a los cursos de grado en las áreas de Ingeniería o Licenciaturas afines.
- b) Profundizar la formación del graduado en el manejo activo y creativo del conocimiento.

## **Artículo 2.- Perfil del egresado**

Al culminar los cursos del DEHS, el egresado del programa será capaz de:

- a) exponer con solvencia los principios básicos y fundamentos teóricos de la Hidrología Subterránea.
- b) aplicar los fundamentos teóricos de la Hidrología Subterránea al estudio de casos prácticos.
- c) seleccionar, para cada situación de aplicación, la tecnología o combinación de tecnologías más adecuadas para las consignas de optimización fijadas.

## **Artículo 3.- Ordenamiento**

Las actividades del DEHS serán orientadas en lo general por la Comisión Académica de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (CAP), y en lo particular por la Sub Comisión Académica de Posgrados del Área de Mecánica de los Fluidos Aplicada (SCAPA-MFA) y por la Comisión Académica y de Gestión de la propia especialización, de acuerdo a la ordenanza vigente de la Universidad de la República y el Reglamento General de Posgrados de la Facultad de Ingeniería.

## **Artículo 4.- Requisitos mínimos de ingreso**

Disponer de un título universitario en los siguientes perfiles (afines a la especialización):

**Ingeniería**

**Licenciatura**

Se podrán aceptar personas con otras formaciones que a juicio de la Comisión Académica y de Gestión del DEHS habiliten para el aprovechamiento del programa de estudios.

### **Artículo 5.- Admisión y selección de los candidatos**

En todos los casos, la Comisión Académica y de Gestión del DEHS evaluará el currículo de cada aspirante y en caso de estimarlo necesario aconsejará la realización de los estudios de nivelación que crea adecuados para garantizar el aprovechamiento satisfactorio de la formación del DEHS, lo que quedará a criterio y responsabilidad del estudiante. Dicha evaluación será avalada por la SCAPA-MFA y la CAP. Los estudios de nivelación no generarán créditos para la obtención del DEHS.

### **Artículo 6.- Formación**

Número de créditos mínimos de Actividad Programada: 60 créditos.

Horas presenciales mínimas de Actividad Programada: 300.

Estructura de la Actividad Programada (fundamentales y técnicas): 30 créditos (cursos y carpeta de ejercicios).

Trabajo práctico final y evaluación global: 30 créditos (TPF: 18 créditos; exámenes: 12 créditos).

La actividad comienza con la inscripción al Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea, siguiendo con la aprobación del Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea, mediante test semanales en las asignaturas correspondientes, y con la resolución de una carpeta de ejercicios y un examen final para cada grupo temático de cursos (Módulos Hidráulica, Calidad y Gestión), descritos en el artículo 7 de este plan y un Trabajo Práctico Final (TPF), con defensa. Estas actividades insumirán un mínimo de 60 créditos, y se desarrollarán a lo largo de 1 año calendario, contado a partir de la fecha de inicio del CHHS correspondiente. 30 créditos son asignados al CHHS, más la carpeta de ejercicios. Esta se hará llegar a los estudiantes a los tres meses de la inscripción, y su compaginación y aprobación corresponderá a la Comisión Académica y de Gestión. 12 créditos corresponderán a los tres exámenes finales (con 5, 4 y 3 créditos, respectivamente) y 18 créditos al TPF. En caso de solicitud de inscripciones de egresados de cursos anteriores al VIII CHHS, las mismas podrán realizarse sólo al iniciar una nueva edición del mismo.

Las tres pruebas serán escritas y se realizarán en dos oportunidades dentro del año, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República o en el Consulado Uruguayo del país del solicitante, un mismo día y a la misma hora, en semanas consecutivas. El fallo del tribunal en los exámenes se entregará antes de un mes de realizado.

Se designará un tutor para el TPF propuesto por el estudiante, debiendo ser un profesional acreditado en la temática, o perteneciente al profesorado del curso

disponible para tutorías, y será necesario el aval de la SCAPA-MFA para su oficialización.

El tutor definirá con el estudiante el contenido del Trabajo Práctico Final (TPF), que deberá manejar herramientas correspondientes a por lo menos dos de los tres grupos temáticos. La Comisión Académica y de Gestión del diplomado sugerirá cambios o aceptará la propuesta a desarrollar. El TPF se llevará a cabo en el curso de 6 meses, con una instancia de presentación previa de avance, en forma escrita, al finalizar los primeros tres meses y será devuelto con los correspondientes comentarios. En los siguientes 3 meses el mismo se entregará en su versión final a la Comisión Académica y de Gestión, que lo revisará y dictaminará si el TPF está aprobado para su defensa o indicará las correcciones definitivas.

La defensa del trabajo práctico se realizará en forma presencial o mediante videoconferencia, al final del ciclo anual correspondiente, ante el tribunal propuesto por la Comisión Académica y de Gestión y avalado por la SCAPA-MFA, y estará compuesto por un miembro de la propia Comisión y dos profesores del CHHS, todos residentes en Uruguay.

### **Artículo 7.- Materias del Diploma**

Las materias serán las correspondientes al Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea, que se dividen en 3 grupos temáticos: Hidráulica, Calidad y Gestión de las aguas subterráneas. Dichos grupos otorgarán 12, 12 y 6 créditos respectivamente.

### **Artículo 8.- Título**

Cuando el aspirante haya completado los requisitos del programa, la SCAPA-MFA notificará a la CAP, quien propondrá al Consejo de la Facultad el otorgamiento del Título "Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea".

Este diploma será firmado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y el Rector de la Universidad de la República.

4  
cui



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**COMISIÓN ACADÉMICA DE POSGRADO**

**DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO**

**Nombre del Programa: Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea.**

**Montevideo – Mayo 2014**

**1. IDENTIFICACIÓN:**

**DE LA CARRERA**

Nombre del Programa: Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea.

Programa (especialización, maestría académica o profesional, o doctorado): Especialización.

**ÁREA ACADÉMICA**

Área (Instituto/ Grupo/ Núcleo, etc.): Ingeniería y Tecnología / Grupo de Hidrología Subterránea

Institutos vinculados al Área: Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental

**Contacto institucional del Programa**

Nombre: Jorge Eduardo de los Santos Gregoraschuk

Teléfono: 2 711 33 86 int. 214

E-mail: jedls@fing.edu.uy

Programa compartido con otra Institución: No

Nombre de la Institución: -

En caso afirmativo adjuntar copia del acuerdo establecido.

**2. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROGRAMA**

**Lugar y dirección completa de la sede del programa:**

Facultad de Ingeniería  
Julio Herrera y Reissig 565  
Montevideo 11300

**Nombre y teléfono de un contacto en la Institución Sede:**

Nombres: Luis Silveira / Jorge de los Santos

Teléfono: 2 711 33 86 int. 226 / int 214

**Personal, instalaciones, y materiales disponibles para la realización del programa:**

Personal docente del IMFIA, la Fundación Curso Internacional de Hidrología Subterránea y la Comisión Sectorial de Investigación Científica, de Barcelona, España, el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) y profesionales en la temática que han participado en el dictado del Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea (CHHS), desde 2000 a la actualidad, desarrollándose este año la octava edición de dicho curso.

ARAGUAS, Luis PhD. en Geoquímica, OIEA  
 BATISTA, Eduardo Ing Industrial, Profesor CIHS, Barcelona - España  
 CARRERA, Jesús Dr. Ing. Caminos, CSIC, Barcelona - España  
 CUSTODIO, Emilio Dr. Ing. Ind., Barcelona - España  
 DE LOS SANTOS, Jorge Ing., M.Sc., IMFIA, UdelaR, Uruguay  
 GAMAZO, Pablo Dr. Ing., Departamento del Agua, R.N. UdelaR, Uruguay  
 MANZANO, Marisol Dra. en Cs. Geológicas, U. P. de Cartagena, España  
 MUSSO, Marcos Dr. en Geol., IET, Udelar, Uruguay  
 RIBERA, Fidel, Dr. en Cs. Geológicas, CIHS, Barcelona, España  
 SILVA, Rosario, Abogada, Consultora, Uruguay  
 SILVEIRA, Luis Ing., Ph.D., IMFIA, UdelaR, Uruguay  
 SCHENZER, Daniel Ing. Ind. Mecánico, IMFIA, UdelaR, Uruguay  
 VÁZQUEZ-SUÑÉ, Enric, Dr. C. Geológicas, Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios Del Agua (IDAEA), CSIC, Barcelona, España.

Del listado de profesores que se presenta, en algunas ocasiones, uno de ellos puede ser titular en más de una asignatura.

El programa de especialización se inicia con el cursado y aprobación del CHHS.

Se cuenta también con el personal de apoyo no docente del IMFIA.

Se dispone del aula de Posgrado del IMFIA y otros salones de clase.

Se dispone de instalaciones de campo en un predio de ANEP en Colonia Wilson, depto. San José, para las prácticas de las distintas técnicas desarrolladas en los cursos.

### 3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

#### FINALIDAD:

El objetivo general de la Especialización en Hidrología Subterránea es la generación de los recursos humanos capaces de incorporar y desarrollar conocimientos tecnológicos en el campo de la Geohidrología, que colaboren con el desarrollo productivo del país y la solución de problemas específicos a la temática, con especial énfasis en la sustentabilidad de los recursos hídricos subterráneos, tanto en cantidad como en calidad.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Su objetivo específico es cubrir la demanda laboral especializada de ingenieros y científicos en la temática de la Hidrología Subterránea, con especial énfasis en la hidrología, la hidroquímica y la gestión de sus recursos.

#### PERFIL DEL EGRESADO:

El egresado contará con las habilidades necesarias para aplicar con profundidad y solvencia en su actividad profesional el programa desarrollado en el Diploma y los elementos metodológicos que, junto con la capacidad de abordar bibliografía y software especializado, le permitan comprender y emplear tecnologías, métodos y estrategias para la resolución de los problemas de la hidrología subterránea.

**4. ORGANIZACION Y NORMAS DE FUNCIONAMIENTO**

Duración prevista del programa: 1 año.

Número de plazas previstas (incluyendo becas si es aplicable): 30

Número mínimo de alumnos para realizar el programa: 10

**Requisitos para obtener el título**

Número de créditos mínimos de Actividad Programada: 60 créditos.

Horas presenciales mínimas de Actividad Programada: NC.

Estructura de la Actividad Programada (fundamentales y técnicas): 30 créditos (cursos y carpeta de ejercicios).

Trabajo práctico final y evaluación global: 30 créditos (TPF: 18 créditos; exámenes: 12 créditos).

Otros: NC.

**Ingreso**

**Perfil de ingreso**

Profesionales universitarios de distintas especialidades que tengan relación con la prospección de aguas en el subsuelo, extracción, abastecimiento, tratamiento, economía o gestión de los recursos hídricos subterráneos, con formación suficiente en matemática, química y mecánica de los fluidos.

**Requisitos de ingreso**

Podrán ingresar quienes cumplan al menos una de las siguientes condiciones:

\* Contar con un título de grado en ingeniería o licenciatura en ramas afines de las ciencias, de cualquier universidad, siempre que acredite no menos de 360 créditos. El crédito es la unidad de medida de la carga de trabajo del estudiante en la Universidad de la República, y equivale a 15 horas de dedicación del mismo.

\* En todos los casos, la Comisión Académica y de Gestión de la Especialización en Hidrología Subterránea evaluará el currículo de cada aspirante, y en caso de estimarlo necesario le recomendará el estudio de asignaturas de nivelación a efectos de garantizar su desempeño en las pruebas finales. La evaluación del currículo será avalada por la SCAPA-MFA y la CAP. Los estudios de nivelación no generarán créditos para la obtención del diploma de especialización.

**Criterios de selección de los candidatos**

Las candidaturas deberán ser presentadas a la SCAPA-MFA, quien deberá elevar un informe a la CAP sugiriendo la aprobación o no de la candidatura. La admisión tendrá en cuenta los antecedentes del candidato, pudiéndose realizar una entrevista a los aspirantes para complementar la información presentada. La CAP resolverá la admisión de los candidatos en base a los antecedentes recibidos y al informe de la SCAPA-MFA.



**5. CUERPO DOCENTE Y SUS ACTIVIDADES**

Nombre/titulación/instituto	Horas aula anuales dedicadas al programa	Nº previsto de candidatos a orientar	Nº previsto de estudiantes a orientar en otros programas	Horas anuales de otras actividades vinculadas al programa
01. Luis Araguás	30			
02. Eduardo Batista	30	2		10
03. Jesús Carrera	20			
04. Emilio Custodio	20	2		
05. Jorge de los Santos	30	2	1	60
06. Pablo Gamazo	20	2	1	
07. Marisol Manzano	30	2		10
08. Marcos Musso	10	2		
09. Fidel Ribera	30	2		
10. Rosario Silva	15			
11. Luis Silveira	40	2	1	60
12. Daniel Schenzer	15	2		
13. Enric Vázquez-Suñé	30			

**6. CURRÍCULA**

**Asignatura n° 01 : Elementos de Hidráulica, conducciones y bombas**

**Responsable de la asignatura (docente):** Daniel Schenzer

**Instituto:** IMFIA

**Departamento:** Mecánica de los Fluidos

**Arancel:**

**N° de Créditos:** 2

**Cupos:** 30

**Horas Presenciales:** 15

**Objetivos:** Brindar los elementos hidráulicos y mecánicos necesarios para el diseño de una estación o campo de bombeo.

**Conocimientos previos exigidos:** Matemática y Física (cálculo diferencial e integral en varias variables y elementos básicos de mecánica de los fluidos).

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula y resolución de ejercicios.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen en conjunto con otros temas en el Módulo Hidráulica del Agua Subterránea.

**Temario:**

Propiedades de los fluidos. Hidrostática. Flujo en tuberías. Pérdidas de carga. Diseño y cálculo de conducciones. Arranque y detención del bombeo. Cebado y expulsión de aire. Nociones de hidromecánica. Bombas: distintos tipos, sus principios de funcionamiento. Rendimiento y cálculo de potencia. Curvas características. Selección. Motores de accionamiento. Instalación de los equipos de bombeo. Sistemas de conducción y depósitos. Selección y diseño.

**Bibliografía:**

1. D. Schenzer. Apuntes del VIII CHHS. Elementos de hidráulica, conducciones y bombas. Archivo magnético.
2. C. Mataix: "Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas", Oxford University Press, 2ª. Ed., Ed. Alfaomega, 2005. ISBN -10: 9701510577.
3. M. Viejo Zubicaray: "Bombas. Teoría, diseño y aplicaciones"; Ed. Limusa, 1990. ISBN 9681805097.
4. Karassik, Messina, Cooper, Heald: "Pump Handbook, 4th. Ed., Mc Graw Hill, 2008. ISBN 9780071460446.

**Asignatura nº 02 : Elementos de Hidrología**

Responsable de la asignatura (docente): Luis Silveira

Instituto: IMFIA

Departamento: Mecánica de los Fluidos

Arancel:

Nº de Créditos: 1

Cupos: 30

Horas Presenciales: 10

**Objetivos:** Presentar los elementos principales de la Hidrología Superficial en conexión con la Hidrología Subterránea.

**Conocimientos previos exigidos:** Matemática y Física (cálculo diferencial e integral en varias variables y elementos básicos de mecánica de los fluidos).

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula y resolución de ejercicios.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen en conjunto con otros temas en el Módulo Hidráulica del Agua Subterránea.

**Temario:**

El ciclo hidrológico. Concepto de cuenca. Climatología. Precipitación. El agua en el suelo. Parámetros. Evaporación y evapotranspiración. Métodos de cálculo. Infiltración y escorrentía. Nociones de afloramientos y curvas altura-caudal. Hidrogramas. Flujo base. Hidrograma Unitario. Interacciones entre aguas superficiales y subterráneas. Modificaciones introducidas por la acción del hombre. Evaluación de recursos hídricos. Balances hidrológicos. Valoración de los términos y sensibilidad de los parámetros.

**Bibliografía:**

1. L. Silveira. Apuntes del VIII CHHS. Elementos de Hidrología. Archivo magnético.
2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCIH, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8. Cap. 2, Págs. 109-183.

**Asignatura nº 03 : Exploración Hidrogeológica**

**Responsable de la asignatura (docente):** Jorge de los Santos

**Instituto:** IMFIA

**Departamento:** Mecánica de los Fluidos

**Arancel:**

**Nº de Créditos:** 3

**Cupos:** 30

**Horas Presenciales:** 30 + 6

**Objetivos:** Presentar los elementos geológicos necesarios para definir una prospección geofísica y desarrollar los métodos concernientes a dicha disciplina, utilizables en investigaciones de superficie y de pozo.

**Conocimientos previos exigidos:** Matemática y Física (cálculo diferencial e integral en varias variables y electromagnetismo).

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula, resolución de ejercicios y trabajos de campo.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen en conjunto con otros temas en el Módulo Hidráulica del Agua Subterránea.

**Temario:**

Rocas sedimentarias. Rocas volcánicas. Cuerpos graníticos. Filones. Rocas metamórficas. Rocas predevónicas. Sedimentos Gondwánicos. Magmatismo mesozoico. Sedimentos Cretácicos. Formaciones Cenozoicas. Acuíferos Regionales. Clasificación de los métodos geoeléctricos. Aplicaciones. Propiedades electromagnéticas de las rocas. Prospección eléctrica por corriente continua. Dispositivos electródicos lineales. Sondeo eléctrico vertical: elementos de teoría y práctica. Interpretación. Calicata geoeléctrica. Mapas isorresistivos. Perfilaje múltiple de pozo. Métodos de resistividad aparente. Métodos radiactivos: Gamma natural. Interpretación. Introducción a los métodos magneto-telúricos y audio magneto-telúricos. Planificación y realización de los trabajos de campo. Interpretación de los resultados.

**Bibliografía:**

1. J. de los Santos, M. Musso. Apuntes del VIII CHHS. Exploración hidrogeológica. Archivo magnético.
2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCIHS, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8. Caps. 2 y 12. Págs. 35-108 y 714-768.

**Asignatura n° 05 : Hidráulica de captaciones de agua**

**Responsable de la asignatura (docente):** Eduardo Batista

**Instituto:**

**Departamento:** CIHS, Barcelona, España

**Arancel:**

**N° de Créditos:** 3

**Cupos:** 30

**Horas Presenciales:** 30

**Objetivos:** Definir la hidráulica del medio subterráneo y las distintas formas de abordar los modelos teóricos desde el punto de vista práctico, la construcción de pozos, su diseño y formas de operación.

**Conocimientos previos exigidos:** Matemática, Física y fundamentos de Hidrología (cálculo diferencial e integral en varias variables y elementos básicos de mecánica de los fluidos).

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula, resolución de ejercicios y trabajos de campo.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen en conjunto con otros temas en el Módulo Hidráulica del Agua Subterránea.

**Temario:**

Definiciones y conceptos fundamentales. Ecuaciones generales de la hidráulica de pozos en régimen permanente (acuifero cautivo, semiconfinado y libre). Aplicaciones de cálculo del régimen permanente. Ecuaciones generales de la hidráulica de pozos en régimen variable (acuifero cautivo, semiconfinado y libre). Aplicaciones del cálculo del régimen variable. Superposición de efectos e interferencia de pozos de bombeo. Recuperación de pozos. Acuiferos finitos: teoría de las imágenes. Drenaje diferido en acuiferos libres. Pozos incompletos y pozos de gran diámetro. Ensayos de bombeo escalonados. Hidráulica de captaciones en medios fracturados. Interpretación de ensayos de bombeo en acuiferos fracturados.

**Bibliografía:**

1. E. Batista. Apuntes del VIII CHHS. Hidráulica de medios porosos. Archivo magnético.
2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCIS, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8. Caps. 5 y 11. Págs. 314-377 y 639-713.

**Asignatura n° 06 : Hidroquímica**

**Responsable de la asignatura (docente):** Marisol Manzano

**Instituto:**

**Departamento:** U.P de Cartagena, España

**Arancel:**

**N° de Créditos:** 3

**Cupos:** 30

**Horas Presenciales:** 30

**Objetivos:** Establecer las cualidades químicas del agua subterránea, su vínculo con la geología y el flujo. Desarrollar los procesos hidrogeoquímicos, los modelos conceptuales y las bases para la modelación.

**Conocimientos previos exigidos:** Matemática, Física, Química y Geología (cálculo diferencial e integral en dos variables, elementos básicos de mecánica de los fluidos, química y geología de bachillerato).

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula y resolución de ejercicios.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen conjunto con otros temas en el Módulo Calidad del Agua Subterránea.

**Temario:**

Fundamentos de química del agua (solutos y solventes, expresión de las concentraciones, características físico – químicas, iones mayoritarios, menores y traza). Fundamentos de termodinámica (actividad, equilibrio, solubilidad, índices de saturación, cinética). El análisis químico. Métodos gráficos de tratamiento y presentación de resultados. Métodos de muestreo, medición de parámetros inestables in situ y diseño de campañas. Origen y Modificación de la composición química del agua subterránea. Procesos de interacción agua-roca. Composición de rocas y minerales: Meteorización química. Adsorción/desorción. Precipitación-disolución. Equilibrio vs. Cinética en hidrología subterránea. Procesos en fase líquida, interacción agua-gas y disolución de orgánicos. Complejación. Oxidación-reducción. Solubilidad de gases reactivos. El CO<sub>2</sub> en el agua subterránea. Solubilidad de compuestos orgánicos. Procesos de mezcla de aguas: concepto y utilidad. Mezclas teóricas y balance de masas. 2. Modelación hidrogeoquímica. Desarrollo de modelos conceptuales. Datos necesarios (adquisición de datos en campo, laboratorio y bibliografía). Desarrollo de hipótesis (uso de relaciones iónicas, balance de masas, índices de saturación, velocidades de reacción, etc. y propuesta de reacciones). Códigos de ordenador para la modelación hidrogeoquímica. Códigos de cálculo de balance y transferencia de masas. Códigos de cálculo de especiación iónica e índices de saturación. Códigos de simulación de reacciones. Códigos de simulación de transporte de solutos. Limitaciones de la modelación hidrogeoquímica. 3. Ejemplos de estudio hidrogeoquímico. Ejemplos de modelación hidrogeoquímica.

**Bibliografía:**

1. M. Manzano. Apuntes del VIII CHHS. Hidroquímica. Archivo magnético.
2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones

Ab  
deca

**Asignatura nº 07 : Hidrología Isotópica**

Responsable de la asignatura (docente): Luis Araquás

Instituto:

Departamento: OIEA

Arancel:

Nº de Créditos: 3

Cupos: 30

Horas Presenciales: 30

**Objetivos:** Continuar el estudio hidrogeoquímico desde el punto de vista de los isótopos medioambientales. Conceptualizar la incidencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua subterránea.

**Conocimientos previos exigidos:** Química, Hidrología e Hidráulica (cálculo diferencial e integral en dos variables, elementos básicos de mecánica de los fluidos y química de bachillerato).

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula y resolución de ejercicios.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen conjunto con otros temas en el Módulo Calidad del Agua Subterránea.

**Temario:**

Principios básicos de Hidrología isotópica: Isótopos estables. Isótopos radioactivos. Aplicación en estudios de aguas subterráneas, incluyendo evaluación de áreas de recarga y tiempo de residencia de aguas subterráneas. Aplicación de isótopos ambientales en estudios de contaminación de aguas subterráneas, incluyendo impacto de actividades mineras, urbanas y agrícolas. Este módulo incluirá evaluación de: impacto de rellenos sanitarios; dique de colas (mine tailings); contaminación relacionada a nitratos provenientes de aguas servidas, desechos animales y uso excesivo de fertilizantes; contaminación de compuestos orgánicos asociados a actividades industriales, empresas de limpiados en seco y gasolineras; impacto de aguas subterráneas contaminadas con nitrato y compuestos orgánicos en aguas superficiales.

**Bibliografía:**

1. L. Araquás. Apuntes VIII CHHS. Hidrología isotópica. Archivo magnético.
2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCIHS, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8. Cap. 8. Págs. 472-530.

<b>Asignatura nº 08 : Transporte de solutos y trazadores</b> <b>Responsable de la asignatura (docente):</b> Enric Vázquez-Suñé <b>Instituto:</b> Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua <b>Departamento:</b> CSIC, Barcelona, España <b>Arancel:</b> <b>Nº de Créditos:</b> 3 <b>Cupos:</b> 30 <b>Horas Presenciales:</b> 30	
<b>Objetivos:</b> Introducir al uso de los trazadores en el agua subterránea para determinación de características hidráulicas y contaminación. Desarrollar los conceptos básicos de la modelación en acuíferos.	
<b>Conocimientos previos exigidos:</b> Matemática, Hidráulica y Química (cálculo diferencial e integral en varias variables, elementos básicos de mecánica de los fluidos y química de bachillerato).	
<b>Metodología de enseñanza:</b> Exposición en aula, resolución de ejercicios y trabajos de campo.	
<b>Forma de evaluación</b> Test al finalizar el curso y examen conjunto con otros temas en el Módulo Calidad del Agua Subterránea.	
<b>Temario:</b> Tipos de trazadores. Tipos de trazadores artificiales. Trazadores fluorescentes. Trazadores químicos iónicos. Trazadores radiactivos. Técnicas de detección de los trazadores. Estrategia general para la programación y realización de ensayos con trazadores. Ensayos de permeabilidad en sondeos con trazadores. Experiencias de interconexión. Identificación de flujos en sondeos y piezómetros. Medida de flujos horizontales. Medida de flujos verticales. Evaluación de los resultados de los ensayos con trazadores. Ejemplos de ensayos en acuíferos fisurados, kársticos, en medios porosos, en la ZNS. Uso conjunto de trazadores ambientales y artificiales - Ejemplos.	
<b>Bibliografía:</b> 1. E. Vázquez Suñé. Apuntes VIII CHHS. Transporte de solutos y trazadores. Archivo magnético. 2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCIHS, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8. Cap. 6. Págs. 378-425.	
<b>Asignatura nº 09 : Calidad, contaminación y protección de acuíferos</b>	





# Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

Responsable de la asignatura (docente): Fidel Ribera

Instituto:

Departamento: CIHS, Barcelona, España

Arancel:

Nº de Créditos: 3

Cupos: 30

Horas Presenciales: 30

**Objetivos:** Relacionar los elementos físicos y químicos que permiten determinar y seguir procesos de contaminación en acuíferos. Introducir metodologías de prevención y remediación.

**Conocimientos previos exigidos:** Hidráulica y Química (elementos básicos de mecánica de los fluidos y química de bachillerato)

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula y resolución de ejercicios.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen conjunto con otros temas en el Módulo Calidad del Agua Subterránea.

**Temario:**

Criterios de establecimiento de la calidad del agua subterránea. Conceptos básicos del transporte de contaminantes. Principales procesos contaminantes: compuestos inorgánicos (degradación natural y contaminación antrópica por salinidad, metales-aguas ácidas y fertilizantes de origen mineral), contaminación bacteriológica y contaminación por compuestos orgánicos de origen biológico-urbano y compuestos orgánicos de síntesis (plaguicidas, disolventes orgánicos, PCB's, cianuro e hidrocarburos). El efecto de la temperatura sobre los acuíferos. Relación entre nivel freático y contaminación, Metodologías de prevención de la contaminación, establecimiento de sistemas de control y principales métodos de descontaminación.

**Bibliografía:**

1. F. Ribera. Apuntes del VIII CHHS. Calidad, contaminación y protección de acuíferos. Archivo magnético.
2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCiHS, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8. Cap. 10. Págs. 531-600.

**Asignatura nº 10 : Modelos de simulación de acuíferos**

Responsable de la asignatura (docente): Jesús Carrera

**Instituto:**

**Departamento:** CSIC, Barcelona, España.

**Arancel:**

**Nº de Créditos:** 3

**Cupos:** 30

**Horas Presenciales:** 30

**Objetivos:** Presentar los métodos numéricos utilizados en la modelación de flujo y de transporte subterráneo. Introducir a la teoría de modelos y a su práctica.

**Conocimientos previos exigidos:** Matemática, Hidráulica y Química (cálculo diferencial e integral en varias variables, elementos básicos de mecánica de los fluidos y química de bachillerato).

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula y resolución de ejercicios.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen conjunto con otros temas en el Módulo Gestión del Agua Subterránea.

**Temario:**

Introducción. Antecedentes históricos. Modelos numéricos. Modelos en diferencias finitas (DF). Métodos numéricos de resolución. Datos de ingreso a un modelo. Ajuste y calibración de modelos. Modelos de transporte y transferencia de masa. Modelos en elementos finitos (EF). Peculiaridades de los EF. Transporte: métodos Lagrangianos y Eulerianos. Problema inverso. Ejemplos de problemas inversos. Ejemplos de aplicación de modelos. Modelos de flujo y transporte reactivo en acuíferos.

**Bibliografía:**

1. J. Carrera. Apuntes del VIII CHHS. Modelos de simulación de acuíferos. Archivo magnético.
2. H. F. Wang, M.P. Anderson. Introduction to Groundwater Modeling. Finite Difference and Finite Element Methods. Academic Press, 1982. 237 Pgs. ISBN 012734585X, 9780127345857.
3. H. F. Wang, M.P. Anderson. Groundwater Programs. <http://geoscience.wisc.edu/~wang/wa.html>.

**Asignatura nº 11 : Planificación, gestión y optimización de los recursos hídricos**

**Responsable de la asignatura (docente):** Emilio Custodio

20  
Vint



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

**Instituto:**

**Departamento:** CIHS, Barcelona, España.

**Arancel:**

**N° de Créditos:** 2

**Cupos:** 30

**Horas Presenciales:** 18

**Objetivos:** Compilar los conocimientos adquiridos en toda la temática desarrollada en los cursos previos, estableciendo políticas de gobernabilidad.

**Conocimientos previos exigidos:** Hidráulica, Química (elementos básicos de mecánica de los fluidos y química de bachillerato) y Modelación Matemática.

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula y resolución de ejercicios.

### Forma de evaluación

Test al finalizar el curso y examen conjunto con otros temas en el Módulo Gestión del Agua Subterránea.

### Temario:

Introducción al tema. Elaboración, análisis y alcance del balance hídrico de acuíferos. Definición y alcance de los conceptos de recursos y reservas. Objetivos de la gestión de acuíferos: calidad, cantidad y gestión integrada. El registro de aguas; bases de datos y gestión de la información hidrogeológica. Los sistemas de información geográfica en la gestión de los recursos hídricos. Gestión de situaciones hidrogeológicas extremas (sequías). Gestión de humedales relacionados con aguas subterráneas. Recursos hídricos no convencionales: reutilización. Recursos hídricos no convencionales: plantas de infiltración-percolación. Recursos hídricos no convencionales: desalación directa de agua marina o de agua subterránea salinizada. Barreras hidráulicas y recarga profunda de acuíferos. Recarga artificial de acuíferos: métodos de superficie. Objetivos de la planificación hidrogeológica. Uso conjunto agua subterránea - agua superficial. Optimización de uso conjunto-coordinado. Análisis de la vulnerabilidad en la planificación hidrogeológica. Conceptos de garantía y de análisis del riesgo. Análisis del coste económico en la planificación y gestión hídrica. Simulación numérica de acuíferos para su aplicación en programas de gestión. Enfoque ambiental de la planificación hidrológica.

### Bibliografía:

1. E. Custodio. Apuntes del VIII CHHS. Planificación, gestión y optimización del uso de los recursos hídricos. Archivo magnético.
2. Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCIS, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8.

**Asignatura nº 12 : Derecho de aguas**

**Responsable de la asignatura (docente):** Rosario Silva

21  
Veintiuno



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

Instituto:

Departamento:

Arancel:

Nº de Créditos: 1

Cupos: 30

Horas Presenciales: 12

**Objetivos:** Introducir a las distintas legislaciones vigentes sobre agua subterránea en el mundo.

**Conocimientos previos exigidos:** -

**Metodología de enseñanza:** Exposición en aula.

**Forma de evaluación**

Test al finalizar el curso y examen conjunto con otros temas en el Módulo Gestión del Agua Subterránea.

**Temario:**

Agua y recursos hídricos. Aguas subterráneas. ¿Derecho tradicional para las aguas? Contenido de las legislaciones de aguas. Algunos principios. Fuentes del Derecho de Aguas. Normativas Internacionales. Directiva Europea de Aguas. Aguas subterráneas en la UE. Otras legislaciones. Uruguay. Sistema Acuífero Guaraní. Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Governance.

**Bibliografía:**

R. Silva. Apuntes del VIII CHHS. Derecho de aguas. Archivo magnético.

### 7. INFORMACIONES COMPLEMENTARIAS

**Antecedentes del Programa: Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea**



**Facultad de Ingeniería  
Comisión Académica de Posgrado**

<p><b>Año de comienzo de actividades:</b> 2000</p> <p><b>Detalle de actividades:</b> Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea.</p> <p><b>Año de ingreso:</b> 2000, 2002, 2004, 2007, 2009, 2011, 2012</p> <p><b>Aspirantes ingresados:</b> 200</p> <p><b>Avance cursos (%):</b> 100</p> <p><b>Avance tesis (%):</b> N.C.</p> <p><b>Abandonos:</b> 1</p> <p><b>Egresados:</b> 150</p> <p>NOTA: El programa Diplomado de Especialización en Hidrología Subterránea tendrá su primera edición en 2014. Podrán inscribirse a partir de este año, los egresados que lo soliciten de la actividad antecedente descripta aquí, y todos los egresados del curso a partir de 2014.</p>
---

**Otras informaciones pertinentes:**

Los recursos hídricos subterráneos son la reserva más importante de agua dulce en el planeta, desde un punto de vista de cualidades y oportunidad. En Hispanoamérica se cuenta con importantes reservas de agua subterránea, lo que conlleva de inmediato a la necesidad de formar especialistas, con capacidad para asesorar a las autoridades nacionales responsables de la toma de decisiones en sus respectivos países. Para ello se requiere profundizar el conocimiento teórico-práctico de los fenómenos que intervienen en la ocurrencia y disponibilidad del agua en el subsuelo, gestión, prevenciones para su uso y técnicas de remediación de problemas ya existentes.

Atendiendo a esa necesidad, el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, en colaboración con la Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea (FCIHS), de Barcelona, España, dictan en un régimen de base bianual el "Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea" (CHHS), cuya fecha de inicio es el día lunes correspondiente a la semana de comienzo del mes de octubre, en ese año. El curso se inspira en la larga y prestigiosa trayectoria del Curso Internacional de Hidrología Subterránea (CIHS), que anualmente se ofrece en Barcelona, y de la suya propia. El desarrollo de los temas está a cargo de catedráticos y profesionales españoles, docentes del CIHS, así como docentes de nuestra universidad, con profusa y probada actuación en la especialidad. La adecuación temporal del Curso – diez semanas – toma en cuenta que los receptores son profesionales de América Latina y el Caribe, a los que no les es fácil alejarse de sus ocupaciones por un lapso de tiempo mayor.

En las ediciones 2000, 2002, 2004, 2007, 2009, 2011 y 2012 han participado 200 profesionales de 22 nacionalidades, que han enriquecido su formación con los conocimientos adquiridos en esta actividad de posgrado y el intercambio de experiencias.

Este diploma tendrá su base en el Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea, del cual se producirá en 2014 su octava edición.

(<http://www.fing.edu.uy/imfia/viichhs.pdf>).

La actividad comienza con la inscripción al Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea, siguiendo con la aprobación del Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea, mediante test semanales en las asignaturas correspondientes, y con la resolución de una carpeta de ejercicios y un examen final para cada grupo de cursos (Módulos Hidráulica, Calidad y Gestión, citado previamente en Formas de Evaluación) y un Trabajo Práctico Final (TPF), con defensa. Estas actividades insumirán un mínimo de 60 créditos, y se desarrollarán a lo largo de 1 año calendario, contado a partir de la fecha de inicio del CHHS correspondiente. 30 créditos son asignados al CHHS, más la carpeta de ejercicios. La carpeta de ejercicios será propuesta por la totalidad de los profesores, se hará llegar a los estudiantes a los tres meses de la inscripción, y su compaginación y aprobación corresponderá a la Comisión Académica y de Gestión. La carpeta de ejercicios deberá ser devuelta y aprobada para la asignación de estos créditos a los dos meses de haber sido entregada. 12 créditos corresponderán a los tres exámenes finales (con 5, 4 y 3 créditos, respectivamente) y 18 créditos al TPF. Las pruebas escritas comenzarán 3 meses después de terminado el curso. En caso de solicitud de inscripciones de egresados de cursos anteriores al VIII CHHS, las mismas podrán realizarse sólo al iniciar una nueva edición del mismo.

Se designará un tutor para el TPF. El índice del TPF, y posteriormente su contenido, deberá ser aprobado por la Comisión Académica y de Gestión del diplomado para su defensa oral.

Así, luego de desarrollarse las 10 semanas del CHHS y concluidos los tests de cada módulo semanal, el estudiante continuará con la resolución de la carpeta de ejercicios que lo orientará en la preparación y presentación de las tres pruebas en los meses siguientes al cursado, las cuales serán escritas y se realizarán en dos oportunidades: En marzo y setiembre del año correspondiente, en la Facultad de Ingeniería o en el Consulado Uruguayo del país del solicitante, un mismo día y a la misma hora, en semanas consecutivas. El fallo del tribunal en los exámenes se entregará a fines de marzo y de setiembre, respectivamente. La inscripción a los exámenes cerrará el 1 de febrero y el 1 de agosto correspondientes. El estudiante tendrá, de este modo, dos oportunidades para presentar los exámenes.

El tutor del TPF será propuesto por el estudiante, debiendo ser un profesional acreditado en la temática, o perteneciente al profesorado del curso disponible para tutorías, y será necesario el aval de la SCAPA-MFA para su oficialización.

El tutor definirá con el estudiante el contenido del Trabajo Práctico Final (TPF), que deberá manejar herramientas correspondientes a por lo menos dos de los tres grupos temáticos. La Comisión Académica y de Gestión del diplomado sugerirá cambios o aceptará la propuesta a desarrollar. El TPF se llevará a cabo en el curso de 6 meses, con una instancia de presentación previa de avance, en forma escrita, al finalizar los primeros tres meses y será devuelto con los correspondientes comentarios. En los siguientes 3 meses el mismo se entregará en su versión final a la Comisión Académica y de Gestión, que lo revisará y dictaminará si el TPF está aprobado para su defensa o indicará las correcciones definitivas.

La defensa del trabajo práctico se realizará en forma presencial o mediante videoconferencia, en el mes de octubre del ciclo correspondiente, ante el tribunal propuesto por la Comisión Académica y de Gestión y avalado por la SCAPA-MFA, y estará compuesto por un miembro de la propia Comisión y dos profesores del CHHS, todos residentes en Uruguay. El fallo de la defensa del TPF se entregará en el día de la misma, en forma presencial o por correo electrónico.

La presencia de los profesores para el dictado de los módulos se financiará, como es habitual, con un mínimo de 10 matrículas correspondientes al Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea, incluyendo los costos de pasaje, víaticos y honorarios. Eventualmente se reciben apoyos económicos del Organismo Internacional de Energía Atómica y de la Organización de Estados Americanos para las distintas ediciones del curso. Los gastos de secretaría de la Especialización serán financiados también por las matrículas.

**Bibliografía General:**

- \* Custodio, E., Llamas, M. Hidrología Subterránea (Tomos I y II). Ediciones Omega, Barcelona, España, 1996. 2350 pgs. ISBN 84-282-0446-2.
- \* Todd, D.K. Groundwater hydrology, 2<sup>nd</sup>. Ed. John Wiley & Sons, U.S.A., 1980. 535 pgs. ISBN 0-471-87616-X.
- \* Allan Freeze, R., Cherry, J. Groundwater. Prentice - Hall, 1<sup>st</sup>. Ed., N.J., U.S.A., 1979. 604 pgs. ISBN-10: 0133653129.
- \* de Marsily, G. Quantitative Hydrogeology. Groundwater Hydrology for Engineers. Academic Press, Inc., California, U.S.A., 1986. 440 pgs. ISBN 0122089154, 9780122089152.
- \* Orellana, E. Prospección geoelectrica en corriente continua. Parte 1. Ed. Paraninfo, Madrid, España, 1982. 578 pgs. ISBN 8428311536, 9788428311533.
- \* Jakubovskii, I.U. V., Liajov, L.L., Exploración eléctrica. Ed. Reverté, Barcelona, España, 1980. 421 pgs.
- \* Bear, J., Verrujit, A. Modeling groundwater flow and pollution. D. Reidel Publishing Company, Holland, 1987. 414 pgs.
- \* Appelo, C.A.J., Postma, D., Geochemistry Groundwater Pollution (Second edition). A.A. Balkema Publishers, Great Britain, 2005. 655 pgs.
- \* Comisión docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Ediciones FCIHS, Barcelona, España, 2009. 768 pgs. ISBN: 978-84-921469-1-8.



**8. SUB-COMISIÓN ACADÉMICA DEL ÁREA**

Integrantes 2014 de la SCAPA – MFA:

- M. Sc. Ing. Álvaro Díaz
- Dr. Ing. Christian Chreties
- Dr. Ing. José Cataldo
- Prof. Julio Borghi

Comisión Académica y de Gestión del Diplomado:

(Comisión 2014)

- Ing. Eduardo Batista
- M. Sc. Ing. Jorge de los Santos
- Dra. Marisol Manzano
- Dr. Luis Silveira

Firmas:

Lugar y fecha: Montevideo, 26 de marzo de 2014

**9. APROBACIONES PARTICULARES**

Fecha de aprobación Comisión/es Instituto/s del Área (o sector equivalente) : <i>(N° de expediente y anexar resolución)</i>
Fecha de aprobación Consejo de Facultad de Ingeniería <i>(N° de expediente y anexar resolución)</i>
Homologación Comisión Académica Posgrado UdelaR <i>(N° de expediente y anexar resolución)</i>

98  
Vázquez



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Enric Vázquez-Suñé:

Enric Vázquez-Suñé es Licenciado en Ciencias Geológicas, Facultat de Geologia, UB , BCN y Doctor en Ciencias Geológicas, ETSECCPB, UPC, BCN-España, especializado en Hidrogeología urbana, evaluación de la recarga de acuíferos, hidrogeología y obras civiles, drenajes, contaminación de aguas subterráneas, modelación de flujo y transporte de contaminantes. Profesor asociado desde 1998 a 2002 y Profesor lector desde el 2004 hasta el 2007 en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Científico titular del Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera" de 2007 a 2008. Actualmente trabaja en la CSIC, España. Consultor independiente en Hidrogeología en varios países.

**NOTA:** Se adjunta archivo CV.ZIP, con los respectivos currículum vitae ampliados.



Montevideo, 2 de junio de 2014


Sres. integrantes de la Comisión del IMFIA:

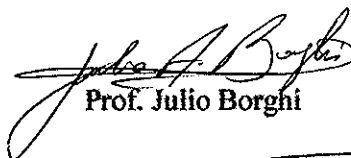
La Sub-Comisión Académica de Posgrado de Área en Mecánica de los Fluidos Aplicada (SCAPA-MFA) avala y pone a vuestra consideración la propuesta de creación de un Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea.

A tales efectos, se anexan el Plan de Estudios y la Descripción del Programa correspondientes.

Sin otro particular los saludamos cordialmente.

Por la SCAPA-MFA

  
Dr. Ing. José Cataldo

  
Prof. Julio Borghi

  
Dr. Ing. Christian Chreties

  
Mag. Ing. Alvaro Díaz

Exp. 060100-001320-14

30  
Neceto

Montevideo, 4 de junio de 2014

Señor Decano de la  
Facultad de Ingeniería  
Dr. Ing. Héctor Cancela  
Presente

De mi consideración:

Esta comisión de Instituto del IMFIA reunida el día 4 de junio, con la integración de: el Director del IMFIA: G. Usera; por el Orden Egresado: L. Medina y W. Barreto; por el Orden Docente: F. Pedocchi, M. Rezzano y C. Chreties; por el Orden Estudiantil: C. Martínez y F. Ghiardo (8 en 8); avala la propuesta de creación del Diploma de Especialización en Hidrología Subterránea, considerando su desarrollo de interés para el Instituto, permitiendo consolidar el importante esfuerzo de formación de recursos humanos en el área de Hidrología Subterránea asociado a las ediciones del "Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea" que se realizan por parte del instituto en forma bianual hace más de diez años.

Esta comisión avala así mismo la participación prevista de integrantes del cuerpo docente del Instituto en la gestión y dictado de dicho Diploma.

Se remite por tanto el Plan de Estudios y la Descripción del Programa para su estudio por parte de la Comisión Académica de Posgrado y del Claustro.

Por la comisión:

Dr. Ing. Norberto Fossati

Dr. Ing. Gabriel Usera  
Director de Instituto

Bach.   
AGUSTÍN RÍOS

Exp. 060100-001320-14

Cum.