

1 Descripción del Título

1.1 Datos Básicos

Nivel:

Máster

Denominación corta:

Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas

Denominación específica:

Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas por la Universidad Politécnica de Madrid

Título conjunto:

No

Rama:

Ingeniería y Arquitectura

ISCED 1:

Ciencias del medio ambiente

ISCED 2:

Control y tecnología medioambiental

Habilitada para la profesión regulada:

No

Profesión regulada:
Vinculado con Profesión Regulada:

No

Profesión Regulada Vinculada:
Tipo de Vinculación:
Resolución:
Norma:
Universidades:

Código	Universidad
025	Universidad Politécnica de Madrid

Universidad solicitante:

Universidad Politécnica de Madrid (025)

Agencia evaluadora:

Fundación para el Conocimiento Madrimasd

Mención / Especialidad
Nivel MECES

3

1.2 Distribución de Créditos en el Título

Número de créditos en Prácticas Externas	0
Número de créditos en optativos	8
Número de créditos en obligatorios	40
Número de créditos Trabajo Fin de Máster	12
Número de créditos de Complementos Formativos	0
Créditos totales:	60

1.3 Información vinculada a los Centros en los que se imparte

1.3.1 Universidad Politécnica de Madrid (Solicitante)

1.3.1.1 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía (28026924) - Universidad Politécnica de Madrid

Tipos de Enseñanza que se imparten en el Centro:

Presencial	Semipresencial	A distancia
Sí	No	No

Plazas de Nuevo Ingreso Ofertadas:

	Número de plazas
Primer año de implantación	20
Segundo año de implantación	20
Tercer año de implantación	
Cuarto año de implantación	

Créditos por curso:

	Tiempo Completo		Tiempo Parcial	
	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima
Primer curso	31.0	60.0	12.0	30.0
Resto de Cursos	31.0	60.0	12.0	30.0

Normas:


http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado/%20de%20Alumnos/Informacion/Normativa/Permanencia_2011_2012.pdf

Lenguas en las que se imparte:

- castellano
- ingles

2 Justificación

2.1 Justificación, adecuación de la propuesta y procedimientos

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

FECHA: 22/07/2019

EXPEDIENTE Nº: 10757/2019

ID TÍTULO: 4317145

**EVALUACIÓN DE LA SOLICITUD DE VERIFICACIÓN
DE PLAN DE ESTUDIOS OFICIAL
(Informe Provisional)**

Denominación del Título	Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas por la Universidad Politécnica de Madrid
Universidad solicitante	Universidad Politécnica de Madrid
Universidad/es participante/s	Universidad Politécnica de Madrid
Centro/s	• Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
Rama de Conocimiento	Ingeniería y Arquitectura



La Fundación para el Conocimiento MADRI+D, conforme a lo establecido en el artículo 25 del R.D. 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por el R.D. 861/2010, de 2 de julio, ha procedido a evaluar el plan de estudios que conduce al Título oficial arriba citado.

Esta evaluación ha sido realizada, de forma colegiada, por la correspondiente Comisión de Evaluación formada por expertos del ámbito académico y estudiantes.

Dicha Comisión de evaluación, de forma colegiada, ha valorado el plan de estudios de acuerdo con los criterios recogidos en el *Protocolo para la verificación y modificación de títulos oficiales de grado y máster de la Fundación para el Conocimiento Madrimasd*.

La Fundación para el Conocimiento Madri+d ha elaborado una Propuesta de informe con los aspectos que necesariamente deben ser modificados a fin de obtener un informe favorable.

ASPECTOS A SUBSANAR

CRITERIO 1: DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

Las tablas para ser considerado a tiempo parcial o completo contienen solapes de rangos de créditos. Esto debe corregirse.

Conforme a lo señalado, se ha corregido el rango de créditos, actualizándolo a la normativa correspondiente al curso académico 2019/2020, aprobada en Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid de fecha 30 de mayo de 2019.

CRITERIO 2: JUSTIFICACIÓN



En este capítulo hablan de 30 plazas, cuando lo que piden son 20. Esto debe ser corregido.

Conforme a lo indicado, se ha corregido la cifra de previsión de la demanda a 20 plazas, de modo que coincida con el número de plazas ofertadas en el programa (pág. 8 de este documento)

Aunque se entiende la necesidad de un máster como el propuesto, no se explica prácticamente nada de los procedimientos de consulta internos y externos. Se citan empresas e instituciones en los procedimientos de consulta externos, pero no se indican las conclusiones de las consultas realizadas. Debe incluirse dicha información.

Conforme a lo señalado, se ha descrito en mayor amplitud los procedimientos de consulta internos y externos, así como las conclusiones de dichas consultas. Se adjuntan, como evidencias adicionales, el Acta de la primera reunión del Consejo Asesor de la titulación y comunicaciones electrónicas con y de el Ministerio para la Transición Ecológica y la Comunidad de Madrid.

CRITERIO 4: ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

Se indica que para los grados en Biología, Bioquímica, Biotecnología y Toxicología, la Comisión Académica del programa podrá exigir complementos formativos (hasta un máximo de 18 ECTS). Esto no es posible. Se debe recoger en la memoria los complementos formativos exigibles para cada Grado de acceso.

Conforme a lo indicado, se han modificado los apartados 4.2. “Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión”, y 4.6. “Complementos Formativos”, incluyendo los complementos formativos específicos para cada grado sin acceso directo y replanteando el número máximo de créditos exigibles, que se reduce a 16,5 .



CRITERIO 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

Hay una errata en los módulos 5 y 6, se intercambian nombres y números en las fichas y por tanto también las competencias asociadas. Se debe corregir la introducción de la información en la herramienta informática de la sede electrónica.

Conforme a lo señalado, se ha vuelto a introducir la información en la herramienta informática para que el orden de presentación de los módulos y materias coincida con los documentos aportados

No se citan las empresas ni se presentan evidencias o convenios para la realización de prácticas externas. Simplemente, se habla de consultoras, pero debe aportarse un listado de los convenios existentes.

Según lo indicado, se detallan las empresas que han acordado ofertar prácticas externas y se adjuntan, como anexo, las cartas de compromiso, a la espera de firmar los convenios correspondientes, si el programa entra en vigor.

En la memoria se indica que las clases se imparten en castellano o inglés, pero en un grupo único. Por tanto, como no hay, al menos, una asignatura obligatoria íntegramente en inglés, debe eliminarse del criterio 1- descripción del título, el idioma inglés.

Por error, en la documentación presentada originalmente no se incluyó el listado de las asignaturas obligatorias que se imparten íntegramente en inglés. Dicho listado se ha incorporado a la documentación corregida. Así mismo, en la Tabla 5.10, se ha señalado en color rojo todas las asignaturas (obligatorias y optativas) que se imparten en dicho idioma.



CRITERIO 7: RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Se describen los recursos del centro, pero debe especificarse mejor su disponibilidad porcentual para la titulación específica.

De acuerdo a lo indicado, el documento que describe los recursos materiales y servicios necesarios para la impartición del programa se ha revisado y modificado para incluir la disponibilidad porcentual para la titulación propuesta.



2. JUSTIFICACIÓN

2.1 Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo

La justificación de la titulación que se propone responde a una demanda tanto de naturaleza científica y profesional como de carácter social. En este sentido, se debe señalar que esta titulación viene a satisfacer un déficit crítico en la oferta formativa de la Universidad Española. En efecto, aunque la Universidad Española, a través de su catálogo de titulaciones, ha hecho incursiones en el ámbito de la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas, dicho abordaje se ha planteado, en general, de modo separado para ambos medios y sin hacer excesivo énfasis en la exploración de las relaciones existentes entre los dos fenómenos.

De este modo, mientras la contaminación de las aguas subterráneas es, comúnmente, tratada como una más de las presiones a las que está sujeto este recurso natural, la contaminación del suelo se suele considerar como un fenómeno autocontenido o, en todo caso, recurriendo a vagas referencias a su relación con el primero.

El planteamiento nuclear de esta titulación, por el contrario, pretende ahondar en el conocimiento de la acción conjunta de los mecanismos geoquímicos e hidrodinámicos que condicionan tanto el tránsito de los contaminantes desde la zona no saturada del suelo hacia la zona saturada como a su transporte a larga distancia. Tal planteamiento se entiende como un modo racional de identificar, comprender y, sobre todo, cuantificar ambos fenómenos que no son a la postre sino caras de una misma moneda.

Este planteamiento, por otra parte, viene a dar respuesta a la existencia de una demanda social pues el núcleo de las reglamentaciones medioambientales existentes en nuestro entorno (p.ej. Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados y la Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, que lo modifica, el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (trasposición de la Directiva de vertederos), la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (trasposición de la Directiva marco de residuos), la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (trasposición de la Directiva IPPC) y Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (trasposición de la Directiva homóloga, entre otras) reconocen el riesgo y su prevención como uno de sus fundamentos.

El cumplimiento de este corpus legislativo por parte del tejido industrial obliga a contar con profesionales, tanto en el sector público como en el privado, que cuenten con un conocimiento profundo de la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas y sus técnicas de evaluación-análisis de riesgos-.

Obviamente la demanda de profesionales bien formados en este campo tiene o debería tener reflejo en su potencial de acceso al mercado de trabajo que se juzga muy amplio en nuestro país. En el estudio Status of Local Soil Contamination in Europe publicado por la Comisión Europea a finales de 2018 se analiza la dimensión del problema de contaminación del suelo en los estados miembros de la UE y se establecen un conjunto de indicadores sobre el modo en que éstos están abordándolos. En el caso de España se señala la existencia de 43100 terrenos registrados que han soportado/soportan actividades potencialmente contaminantes y que requieren, al menos, una investigación de cierto detalle. Lo cierto es que, de acuerdo con la información aportada por las autoridades ambientales españolas, a finales de 2018 tan sólo se habrían investigado/descontaminado unos 3700. De este modo todavía quedarían pendientes de trabajos de investigación algo más del 90%. Esta cifra ofrece una buena indicación de la demanda potencial de profesionales con competencias y habilidades para el máster propuesto.

El tipo de formación ofrecida, anclada conceptualmente en el Análisis y Evaluación del Riesgo, ha



de resultar atractivo para aquellos alumnos que, habiendo cursado una de las Ingenierías con vinculación a las Ciencias de la Tierra (i.e. Minas, Geológica, Agronómica, Forestal, Civil) o una licenciatura en Ciencias Ambientales, Geológicas o Químicas, deseen completar su formación profesional e investigadora con una especialización en el diagnóstico y corrección de los procesos de contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Es importante señalar, por último, la oportunidad que supone la inexistencia de un programa formativo equivalente que aborde simultáneamente todas las destrezas (adquisición, tratamiento y análisis de datos, simulación y modelización, evaluación y análisis de riesgos, planificación, dirección y ejecución de proyectos de investigación en suelos y aguas subterráneas) consideradas en éste y de la manera que en él se contemplan.

2.2 Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas

Equivalencia en el contexto internacional.

Todas las universidades que figuran en las 10 primeras posiciones del “Academic Ranking of World Universities” (“lista de Shanghai”), así como las 10 más prestigiosas dentro de la Unión Europea, ofertan programas Máster en Ciencia y/o Ingeniería Ambiental.

Es particularmente significativo que la Universidad de Harvard, que ocupa el primer lugar del ranking anteriormente citado, incluye, en su oferta de programas de posgrado, uno que cubre, en buena medida, las mismas competencias contempladas en el Máster Universitario en Contaminación de Suelo y aguas Subterráneas: el programa de Environmental Science and Engineering, entre cuyas materias figuran Applied Environmental Toxicology, Pollution Control in Aquatic Ecosystems e Instrumentation in Environmental Sciences, a semejanza del propuesto en esta memoria (<https://www.seas.harvard.edu/academics/courses/environmental-science-engineering>).

Probablemente los cinco programas Máster que más se asemejan al aquí descrito son los siguientes:

- Environmental Risk Assessment and Remediation (The University of Newcastle, Australia)
- Environmental Pollution and Remediation (University of Aberdeen)
- Soil, Water and Environment (Swedish University of Agricultural Sciences)
- Soil, Water and Environmental Science (University of Arizona)
- Contaminated Site Remediation (University of Connecticut)

El primero de ellos (<https://www.newcastle.edu.au/degrees/master-environmental-risk-assessment-remediation/handbook#program-structure>), en particular, reproduce, en muy buena medida, el currículo diseñado para el Máster en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas, con la inclusión de materias comunes a ambos programas, tales como:

- ERAR6001 Site Assessment and Planning
- ERAR6002 Chemodynamics of Environmental Contaminants
- ERAR6003 Hydrogeology and Environmental Remediation
- ERAR6004 Environmental Remediation Technologies
- ERAR6005 Risk Characterisation for Human Health

También notablemente similar en enfoque y competencias ingenieriles es el Máster de la Universidad de Aberdeen (<https://www.abdn.ac.uk/study/postgraduate-taught/degree->



[programmes/1023/environmental-pollution-and-remediation/](#)), centrado en los aspectos de legislación y política ambiental, modelos de evaluación de riesgo, análisis químico y técnicas de descontaminación.

Los programas de las Swedish University of Agricultural Sciences, University of Arizona y University of Connecticut presentan un alcance más restringido en cuanto a sus competencias, pero, a cambio, ofrecen un desarrollo muy exhaustivo, de materias incluidas, también, en el máster aquí propuesto. Los tres concentran la formación en los aspectos científicos relacionados con la Geoquímica Ambiental, Biogeoquímica y los fenómenos de transformación, transporte y destino de contaminantes en la zona vadosa y en la zona saturada, a semejanza del módulo “Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo” del máster que aquí se propone.

Situación de la I+D+i del sector profesional.

El sector profesional de la investigación y tratamiento de la contaminación de suelos y aguas subterráneas comienza a recuperarse de una década de fuerte depresión en el volumen de negocio, durante la cual, no sólo se redujeron beneficios y plantillas, sino que la actividad en I+D+i del sector prácticamente se paralizó. En años anteriores, buena parte de los desarrollos tecnológicos y metodológicos provinieron de países con una historia de actividad profesional en el sector más larga que la de España. Hoy en día, el mercado de la contaminación de suelos y aguas subterráneas está en ascenso y, con él, la necesidad de avance en la investigación.

Con algunas excepciones, la mayor parte de los esfuerzos investigadores se han conducido hasta el momento mediante convenios / contratos con centros de investigación y universidades. Sin embargo, comienza a intensificarse la participación de las empresas en convocatorias oficiales de fondos de investigación (europeas, nacionales, autonómicos), bien en solitario, bien acompañadas por entidades de I+D+i, no sólo por el deseo de ampliar las fronteras del conocimiento técnico y científico, sino, también, por los incentivos fiscales y los beneficios en cuanto a visibilidad y reputación que dicha participación supone.

En este sentido, el Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas proporciona a sus egresados una combinación de competencias técnicas y científicas especialmente adecuadas para desarrollar actividades de investigación aplicada en un entorno profesional. En consecuencia con el incremento de la implicación de los actores empresariales en las convocatorias públicas y privadas de financiación de I+D+i, es previsible que el perfil de egreso de este programa sea apreciado por los empleadores más activos del sector.

Previsión de la demanda:

La previsión inicial de la demanda, de **20** alumnos, está basada en el histórico del Máster Universitario en Investigación, Modelización y Análisis del Riesgo en Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Madrid, de características similares al propuesto, así como en la viabilidad y oportunidad estratégica de la propuesta, en un análisis de la posible demanda social y académica del programa planteado, y en el hecho de la inexistencia de una oferta similar en la universidad española y de la captación de estudiantes que reflejaban titulaciones similares fuera de nuestro país.

El número de solicitudes de admisión en el, ahora extinto, Máster Universitario en Investigación, Modelización y Análisis del Riesgo en Medio Ambiente, en sus 13 ediciones, se ha situado en un promedio ligeramente superior a la cifra de **20** señalada anteriormente. Dado que la demanda social y académica de una titulación como la aquí contemplada no sólo no ha disminuido, sino que se ha incrementado, se puede estimar que el conjunto de solicitudes en los próximos cursos académicos supere dicho número.



2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del plan de estudios

El programa Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas ha sido elaborado conjuntamente por cuatro departamentos de la Universidad Politécnica de Madrid:

- Departamento de Energía y Combustibles (ETS Ingenieros de Minas y Energía)
- Departamento de Ingeniería Geológica y Minera (ETS Ingenieros de Minas y Energía)
- Departamento de Química y Tecnología de los Alimentos (E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas)
- Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental (E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural)

bajo la coordinación del primero de ellos.

Formalmente, la elaboración del plan de estudios ha quedado bajo la responsabilidad de un comité de tres personas respectivamente designadas, por su afinidad con las materias del programa y su experiencia en labores de gestión, por los Directores de los Centros implicados en la docencia del Máster. Los miembros de este comité han sido los encargados de hacer la prospectiva del personal docente e investigador cuya actividad se encuadraba dentro de las materias del programa y de solicitar su aportación al diseño inicial de la estructura y contenidos del Máster, elaborada a partir del correspondiente al Máster preexistente, y de similares características, en Investigación, Modelización y Análisis del riesgo en Medio Ambiente.

Como resultado de estas consultas internas, se alcanzan las siguientes conclusiones, que se plasman en el Plan de Estudios elaborado:

- Se acuerda mantener la estructura temporal en segmentos de 9 semanas que se venía aplicando en el Máster Universitario en Investigación, Modelización y Análisis del riesgo en Medio Ambiente.
- Se acuerda impartir, de inicio, 3 asignaturas obligatorias en inglés e ir incrementando este número en ediciones sucesivas del programa.
- Se acuerda limitar la oferta de plazas a 20 anuales con el objetivo de optimizar las labores docentes y de evaluación continua, y el uso de los recursos materiales y técnicos disponibles.
- Se acuerda, a diferencia del Máster Universitario en Investigación, Modelización y Análisis del riesgo en Medio Ambiente, ofertar dos itinerarios de optatividad de 8 ECTS, uno dirigido a los estudiantes que deseen incrementar sus capacidades de investigación, y otro enfocado a dotar a los alumnos que lo escojan de habilidades adicionales correspondientes al desempeño de labores técnicas, organizativas y de gestión en el ámbito profesional.
 - Para este segundo caso, se acuerda ofertar una asignatura optativa de Prácticas externas de 8 ECTS de carga académica.

2.4. Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

Como ha sido señalado en epígrafes precedentes, la propuesta académica que se plantea pretende dar respuesta a las necesidades formativas requeridas para aquellos alumnos que orienten su futuro profesional en el área de la contaminación del suelo y las aguas subterráneas.



Con la estructura empresarial española, el nicho de empleo prioritario se entiende que radica en el sector de las empresas de ingeniería y consultoría que prestan servicios especializados a empresas industriales terceras. Es por ello que, para su diseño, se hayan tenido en consideración las opiniones y sugerencias de los sectores empresariales involucrados en cuanto al perfil curricular deseado para futuras incorporaciones.

En ausencia de colegio profesional o asociación específicos, este proceso de consulta ha parecido conveniente formalizarlo mediante la constitución de un Consejo Asesor del Máster, que está integrado por miembros de las empresas públicas y privadas del sector con mayor solvencia técnica: EMGRISA (Empresa para la Gestión de Residuos Industriales), IPMA (Ingeniería y Protección del Medio Ambiente), TAUW Iberia y Ramboll.

Ha parecido igualmente conveniente incluir en el mismo Consejo a representantes de las autoridades ambientales nacionales y regionales (Ministerio para la Transición Ecológica y Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid).

El plan de estudios que se propone para esta titulación incorpora las sugerencias planteados por el Consejo, sin menoscabo de los requisitos académicos que le son exigibles a un Máster de estas características. Tales sugerencias quedan plasmadas en el Acta de la primera reunión del Consejo Asesor y en las comunicaciones electrónicas mantenidas con los representantes de la Administración, que se adjuntan como Anexos a este documento, y que se resumen a continuación:

- Se constata la ausencia de un programa académico de características similares al propuesto, así como la oportunidad y conveniencia del mismo.
- Se acuerda mantener el catálogo de competencias generales y específicas elaborado por el comité de tres representantes de los Centros implicados.
- Igualmente, se acuerda mantener el catálogo de materias y los dos itinerarios de optatividad planteados.
- Se acuerda disminuir la carga académica de aquellos bloques de materia que, a juicio del Consejo Asesor, aportan competencias menos relevantes para el sector profesional: Análisis instrumental, Prospección geofísica de la contaminación, Modelización de flujo y transporte, y Planificación, gestión y análisis económico de proyectos medioambientales.
 - En este sentido, se propone, y así se implementa, la transformación de los contenidos referidos a legislación y procedimientos administrativos, originalmente planteados como asignatura obligatorio, en un seminario incluido en el módulo optativo profesional.
- Por el contrario, se acuerda incrementar el peso de aquellos bloques de materia que, a juicio del Consejo Asesor, dotan al estudiante de habilidades demandadas por el sector de la consultoría técnica en suelos y aguas contaminadas: Caracterización de emplazamientos e Hidrogeología y contaminación.



ANEXO 2.A

ACTA DE LA REUNIÓN DEL CONSEJO ASESOR DEL MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS DE 21 DE MAYO DE 2019





POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Ríos Rosas, 21. 28003 Madrid

REUNIÓN DEL CONSEJO ASESOR DEL MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS (MUCSA)

ASISTENTES:

D. Eduardo De Miguel (Universidad Politécnica de Madrid)
Dña. Alejandra Ezquerro (Universidad Politécnica de Madrid)
D. Juan Mingot (Universidad Politécnica de Madrid)
D. Antonio Callaba (Ministerio para la Transición Ecológica)
D. Eduardo Ortega (Ramboll)
D. Ignacio Barco (TAUW Iberia)
D. Santiago García-Barbón (IPMA)

Se excusan:

D. Joaquín Reina (Comunidad de Madrid)
D. Alfonso Álvarez (EMGRISA)

El Consejo Asesor del Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas, se reúne el martes día 21 de mayo de 2019, a las 18:00 horas, en la Escuela de Minas y Energía, tratando los puntos que, a continuación, se reflejan en Acta:

1. Constitución del Consejo Asesor

Se aprueba la Constitución de un Consejo Asesor del Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas (MUCSA), que integre a representantes del mundo académico, de la Administración y del sector empresarial. Se acuerda que las personas asistentes y las dos que excusan su presencia ostenten dicha representación.

2. Presentación de la estructura del MUCSA

D. Eduardo De Miguel hace una breve exposición acerca de la génesis del MUCSA, las competencias que se espera que adquieran sus egresados y la propuesta inicial de la estructura académica, con su desglose en materias y posibles asignaturas que las desarrollen.

3. Discusión de posibles modificaciones de la propuesta académica inicial

Se abre un debate en el que los representantes de las empresas del sector exponen sus propuestas para adecuar, en la mayor medida posible, los contenidos del plan de estudios al perfil profesional que, como empleadores, consideran más atractivo.





POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Ríos Rosas, 21. 28003 Madrid

Específicamente, se sugiere la posible eliminación de la materia "Herramientas de análisis"; la eliminación de los contenidos correspondientes a prospección geofísica de la contaminación, en la materia "Investigación de emplazamientos"; la eliminación de los contenidos correspondientes a modelización de flujo y transporte, en la materia "Comportamiento de los contaminantes en el subsuelo"; y la eliminación de los contenidos correspondientes a planificación, gestión y análisis económico de proyectos medioambientales, en la materia "Análisis y gestión del riesgo en Medio Ambiente". A cambio de las eliminaciones sugeridas, se propone incrementar notablemente el peso de los contenidos dedicados a caracterización de emplazamientos contaminados, hidrogeología aplicada, técnicas de descontaminación, y legislación.

Se discuten, a continuación, las dificultades que, para implementar algunas de las propuestas formuladas, supone el cumplimiento de las normativas y requisitos académicos de los planes de estudios oficiales de máster. Se plantea, igualmente, la conveniencia de ampliar el catálogo de competencias profesionales de los futuros egresados, para dotarles de una mayor flexibilidad en su acceso al mercado laboral

4. Aprobación de una propuesta definitiva

A partir de las reflexiones comentadas en el punto anterior, se acuerda:

- Mantener, sin modificaciones, las competencias generales y específicas de la titulación.
- Mantener el catálogo de materias presentado, así como los dos itinerarios de optatividad: Investigador y Profesional (ver Anexo I).
- Modificar la propuesta de estructura del plan de estudios en los siguientes aspectos (ver Anexo I):
 - Reducir a 3 ECTS la carga académica dedicada a los siguientes contenidos:
 - Análisis instrumental, de la materia "Herramientas de Análisis"
 - Prospección geofísica de la contaminación, de la materia "Investigación de emplazamientos"
 - Modelización de flujo y transporte, de la materia "Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo"
 - Planificación, gestión y análisis económico de proyectos medioambientales, de la materia "Análisis y gestión del riesgo en Medio Ambiente".





POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Ríos Rosas, 21. 28003 Madrid

- Aumentar a 6 ECTS la carga académica dedicada a los siguientes contenidos:
 - Caracterización de emplazamientos contaminados, de la materia "Investigación de Emplazamientos"
 - Hidrogeología y contaminación, de la materia "Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo"

Sin más asuntos que tratar, termina la reunión a las 19:30h

DE MIGUEL Firmado
digitalmente por DE
GARCIA MIGUEL GARCIA
EDUARDO - EDUARDO -
50822330N - 50822330N
Fecha: 2019.06.27
17:19:33 +02'00'

Fdo. Eduardo De Miguel





POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA
Ríos Rosas, 21. 28003 Madrid

ANEXO I

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID				
Correspondencia entre asignaturas y materias(*)				
Módulos	Materias del módulo	ECTS	Asignaturas relacionadas	ECTS
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	7	Análisis Instrumental (ES)	3
			Análisis y Representación Espacial de Datos (ES)	4
	Investigación de emplazamientos	9	Caracterización de Emplazamientos Contaminados (EN)	6
			Prospección Geofísica de la Contaminación (ES)	3
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	13	Geoquímica del subsuelo (EN)	4
			Hidrogeología y Contaminación (ES)	6
			Modelización de Flujo y Transporte (ES)	3
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	11	Análisis de Riesgos para Salud Humana (EN)	4
			Descontaminación de suelos y aguas subterráneas (ES)	4
			Planificación, Gestión y Análisis Económico de Proyectos Medioambientales (ES)	3
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión	8	Análisis de Datos Multivariantes (ES)	4
			Writing a Scientific Paper (EN)	4
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	8	Prácticas en Empresa (ES/EN)	8
			Seminarios Profesionales I: Legislación y procedimientos administrativos (ES)	4
			Seminario Profesionales II: Ofertas, pliegos, subcontrataciones e informes (ES)	4
Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	Trabajo de Fin de Máster	12	Trabajo de Fin de Máster (ES/EN)	12

(*) Idioma en que se imparte cada asignatura:
ES: Castellano
EN: Inglés



ANEXO 2.B

COMUNICACIONES CON EL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y LA CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA COMUNIDAD DE MADRID





Eduardo De miguel <dr.edu.demiguel@gmail.com>

Observaciones Fundación Madri+D MUCSA

1 mensaje

Callaba de Roa, Antonio <ACallaba@miteco.es>

25 de julio de 2019, 13:58

Para: "eduardo.demiguel@upm.es" <eduardo.demiguel@upm.es>

Buenos días Eduardo,

Muchas gracias por enviarme copia del informe de evaluación que la Fundación MADRID+D ha hecho sobre la propuesta de Master Universitario de Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas –MUCSA-.

Antes de entrar a comentar los resultados de la evaluación, creo que no es en absoluto ocioso recordarte la favorable acogida que este master de esta naturaleza ha tenido entre los miembros del Consejo Asesor del que honro en formar parte.

Sinceramente creo que lo discutido entre los miembros de dicho consejo, tanto presencialmente como por correo electrónico, ha tenido fiel reflejo en el diseño final del contenido y estructura del Master. Obviamente cada una de las partes representadas en este Consejo (empresa, academia y administración ambiental) nos hemos dejado pelos en la gatera y a cada uno de nosotros nos hubiera gustado cargar más las tintas en uno u otro sentido. Sin embargo, para ser justo, creo que el Máster en los términos finalmente presentados a evaluación refleja y conjuga equilibradamente las opiniones de todas las partes.

Entrando en cuestiones concretas señaladas en el informe de evaluación, en el criterio 2 la evaluación señala que no se ha ahondado lo suficiente en explicar los procedimientos de consulta internos y externos ni se indican las conclusiones alcanzadas en dichas consultas. En relación con esta observación, creo que lo arriba expuesto demuestra claramente que estos mecanismos de consulta han existido y no sólo de manera formal sino de modo efectivo de manera que la opinión del Consejo Asesor ha tenido in impacto sustancial en el diseño del Máster. En este sentido, a modo de ejemplo, cabe señalar que, en relación a la propuesta inicial, en el módulo 1 Evaluación ambiental en suelos y aguas subterráneas) se ha incrementado en un 50% el número de créditos de la asignatura de Caracterización de emplazamientos contaminados al existir un consenso unánime en la importancia de la materia; en este mismo módulo se da entidad propia a una asignatura de Prospección geofísica que, en mi opinión, complementa adecuadamente la asignatura antes mencionada. En el módulo 2- Comportamiento de los contaminantes en el subsuelo- se ha redimensionado la carga en créditos de manera que sin dejar de dedicarle el tiempo que merece la asignatura de Modelización de flujo y transporte (de contaminantes) se ve algo reducida salvando solapes y repeticiones innecesarias con los contenidos de la asignatura de Hidrogeología y contaminación. Por último, sin agotar los cambios, merece señalarse que la propuesta inicial de contar con una asignatura específica de Legislación y procedimientos administrativos en pasa a ser un seminario de Legislación y procedimientos administrativos siendo este formato mucho más adecuado en un Máster orientado a Ingenieros y Licenciados en Ciencias.

Espero que los ejemplos que me he permitido recordarte permitan demostrar suficientemente que los mecanismos de consulta externa han existido y que han influido considerablemente en la configuración del Máster. efectivos de consulta externa.

Recibe un cordial saludo,

Antonio Callaba de Roa

Consejero Técnico

Ministerio para la Transición Ecológica



29/7/2019

Gmail - Observaciones Fundación Madri+D MUCSA

Subdirección General de Residuos

Pza. San Juan de la Cruz s/n

28003 Madrid

Tel. 915976571

CSV: 346308855365780529353154 - Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y Carpeta Ciudadana <https://sede.administracion.gob.es>





Eduardo De miguel <dr.edu.demiguel@gmail.com>

Re: Consejo Asesor Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas (MUCSA)

1 mensaje

Eduardo De Miguel <eduardo.demiguel@upm.es>
Responder a: eduardo.demiguel@upm.es
Para: "REINA LASO , JOAQUIN" <joaquin.reina@madrid.org>

30 de abril de 2019, 16:37

Muchas gracias, Joaquín!

A ver qué contestan los demás y planteamos el cambio de fechas...

Un abrazo, Eduardo

Eduardo De Miguel
Prospección & Medioambiente (PROMEDIAM)
Prospecting & Environment Laboratory
Universidad Politécnica de Madrid
Alenza 4 - 28003 Madrid

Tlf.: +34 910 676 416

El mar., 30 abr. 2019 a las 16:24, REINA LASO , JOAQUIN (<joaquin.reina@madrid.org>) escribió:

Hola, Eduardo.

Como ya hablamos, me es imposible acudir a la reunión que propones para el día 21. Si pudiera retrasarse al día 23 o 24, sí que podría acudir.

En cualquier caso, estamos en contacto para lo que pueda aportar, aunque sea "a distancia".

Un abrazo,



Joaquín Reina Laso

Técnico de apoyo

Área de Planificación y Gestión de Residuos

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

C/Alcalá 16, 1ª planta. 28014, Madrid.

Teléfono: 914 382 623



Antes de imprimir este e-mail piense bien si es necesario hacerlo. El medioambiente es cosa de todos.

La posible información que pudiera contener este comunicado, relacionada con datos de carácter personal, se encuentra amparada en la LOPD 15/99, que compromete a no utilizar estos datos para fines que no sean estrictamente necesarios para la realización de su cometido, añadiendo además la absoluta confidencialidad y exclusividad, quedando prohibida a cualquier persona su revelación, copia, distribución o el ejercicio de cualquier acción relativa a su contenido. Si recibe este correo electrónico erróneamente ruego nos lo reenvíe y lo elimine de todos sus archivos.

De: Eduardo De Miguel [mailto:eduardo.demiguel@upm.es]

Enviado el: martes, 30 de abril de 2019 13:33

Para: Callaba de Roa, Antonio <ACallaba@miteco.es>; Eduardo Ortega <eortega@ramboll.com>; REINA LASO , JOAQUIN <joaquin.reina@madrid.org>; Alfonso Alvarez <aalvarez@emgrisa.es>; Barco Luengo, Ignacio <ignacio.barco@tauw.com>; Juan Mingot <juan.mingot@upm.es>; Santiago Barbón <santiagobarbon@ipma.es>

Asunto: Consejo Asesor Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas (MUCSA)

Buenos días a todos,

Como ya he hablado personalmente con cada uno de vosotros, sería un placer y un privilegio contar con vuestra opinión experta para la elaboración y seguimiento del Plan de Estudios del Máster en Contaminación de Suelos y aguas Subterráneas de la Universidad Politécnica de Madrid.

A fin de formalizar esta colaboración, os estaría muy agradecido si aceptaseis formar parte del Consejo Asesor del Máster. En tal caso, os enviaré un pequeño boceto inicial del Plan de Estudios, para ir comentando primeras impresiones.

Soy consciente de lo apretadas que son vuestras agendas pero me gustaría proponeros, si tuvieseis disponibilidad, una primera reunión de constitución del Consejo, el martes 21 de mayo, a las 18:00 horas, en la Escuela de Minas de Madrid.

Muchas gracias, de nuevo, por vuestro apoyo y un abrazo afectuoso, Eduardo

Eduardo De Miguel
Prospección & Medioambiente (PROMEDIAM)

Prospecting & Environment Laboratory
Universidad Politécnica de Madrid
Alenza 4 - 28003 Madrid

Tlf.: +34 910 676 416



3 Competencias

3.1 Competencias Básicas y Generales

Código: **Competencia:**

CG1	Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas
CG2	Aplicar la evaluación de riesgos ambientales para salud humana a la caracterización, valoración y gestión de la contaminación
CG3	Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
CG4	Diseñar proyectos de descontaminación de suelos y aguas subterráneas asociadas

3.2 Competencias Transversales

Código: **Competencia:**

CT1	Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales
CT2	Desarrollar habilidades para trabajar en contextos internacionales, respetando y considerando entornos socioculturales y científico-técnicos distintos, en los trabajos y proyectos realizados
CT3	Conocer y utilizar herramientas de gestión administrativa y económica de los recursos humanos, materiales y financieros en la propuesta y ejecución de proyectos
CT4	Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola
CT5	Proponer alternativas creativas y originales, valorando su viabilidad en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería
CT6	Planificar y organizar trabajos y proyectos, estableciendo los objetivos y la programación, asignando tareas y recursos y responsabilizándose de la correcta toma de decisiones
CT7	Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos
CT8	Utilizar la lengua inglesa para la comunicación oral y escrita a nivel avanzado en entornos académicos y profesionales


3.3 Competencias Específicas

Código: **Competencia:**

CE3	Diseñar y ejecutar campañas de muestreo y control de aguas subterráneas
CE1	Aplicar herramientas de análisis de datos a la interpretación de la información procedente de una campaña de investigación de suelos y aguas subterráneas
CE2	Analizar y aplicar técnicas de perforación y toma de muestras para la investigación de la contaminación del suelo
CE4	Diseñar y ejecutar campañas de campo de caracterización de las propiedades de la zona vadosa y de la zona saturada
CE5	Manejar técnicas instrumentales para el análisis de contaminantes en suelos y aguas subterráneas, en campo y en laboratorio
CE6	Aplicar conceptos geoquímicos y geofísicos al estudio del reparto de los contaminantes en las distintas fases del subsuelo
CE7	Aplicar conceptos hidrogeológicos a la investigación del transporte de contaminantes en zona saturada.
CE8	Aplicar los conceptos matemáticos que intervienen en la simulación y modelización de fenómenos de flujo y transporte en los suelos y las aguas subterráneas
CE9	Manejar e interpretar modelos de comportamiento de fases libres en el subsuelo
CE10	Manejar e interpretar conceptos de toxicología aplicados a la evaluación de riesgos para salud humana
CE11	Manejar modelos de estimación de la exposición para el cálculo de niveles de riesgo para salud humana y de concentraciones objetivo
CE12	Seleccionar y dimensionar las técnicas de ingeniería apropiadas para la remediación de emplazamientos contaminados en función de las características físicas del emplazamiento y la naturaleza química de los contaminantes.
CE13	Aplicar herramientas informáticas destinadas a la planificación y gestión de proyectos ambientales, así como al estudio económico de los mismos
CE14	Diseñar controles de calidad para proyectos de investigación y tratamiento de suelos y aguas subterráneas y evaluar críticamente sus resultados
CE15	Elaborar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, un proyecto en el ámbito científico o tecnológico de las materias del programa, en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas

4 Acceso y Admisión de Estudiantes

4.1 Sistemas de Información Previo

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

4.1 Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la Universidad y la titulación

Perfil de ingreso recomendado

Como se detalla en el Apartado 4.2. de la memoria, tendrán acceso directo al Máster los titulados de grados en ingenierías o ciencias con vinculación al ámbito de las Ciencias de la Tierra, esto es, Minas, Geología, Ambiental, Agronómica, Forestal, Civil y Química, o sus equivalentes de planes de estudio anteriores

Sistemas de información previa a la matriculación.

Junto a los sistemas de información previa recogidos en la Tabla 4.1. y, tal como aparece reflejado en el Apartado 4.2. de esta memoria, aquellos candidatos cuyas preinscripciones hayan sido aceptadas, son citados para una entrevista personal o por vía telemática con el Coordinador del Máster, a fin de ser informados en detalle de la estructura académica del Máster, de las características y contenidos de las asignaturas obligatorias y optativas, así como de la de Trabajo Fin de Máster, y a fin de responder a las dudas que puedan existir previas a su matriculación. Finalizado el plazo de preinscripción, todos los candidatos aceptados son convocados a una reunión en la sede del Máster con el Coordinador del mismo y profesores vinculados a todas las líneas temáticas del mismo, en la que se recalca y amplía la información suministrada previamente de forma individual y se clarificarán las cuestiones administrativas, en especial las referidas a la matrícula en el programa. Para los alumnos que no pueden acudir presencialmente, la reunión tendrá lugar por vía telemática.



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

TABLA 4.1: Sistemas de información previa a la matrícula

Sistemas de información generales (de los que se responsabiliza el EQUIPO DE GOBIERNO de la UPM para todas sus titulaciones)		
Tipo	Canal de difusión	Desarrollo
Información sobre "Estudios y titulaciones" en el servidor web de la UPM	Internet	Permanente
Información sobre "Acceso y Admisión" en el servidor web de la UPM	Internet	Con anterioridad a, y durante las pruebas de acceso y el periodo de matrícula
Información impresa sobre las titulaciones ofertadas en la UPM	Distribución en Centros de Enseñanza Media, ferias y salones de estudiantes, ...	Anual
Visitas de orientación universitaria a Centros de Enseñanza Media	En Centros de Enseñanza Media.	Durante los meses de octubre a mayo
Conferencias sobre las titulaciones ofertadas en la UPM	En Centros de Enseñanza Media, asociaciones, ferias y salones de estudiantes	Durante todos los meses del curso
Sistemas de información específicos para esta titulación (de los que se responsabiliza el CENTRO al que se le encarga la titulación)		
Tipo	Canal de difusión	Actualización
Información sobre "Estudios y titulaciones" en el servidor web de la E.T.S.I. Minas y Energía	Internet	anual
Folleto informativo del Máster	Envío electrónico y postal directo	anual



4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión

¿Cumple requisitos de acceso según legislación vigente?

Criterios de admisión

Según el R.D. 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, para acceder a las enseñanzas oficiales de Máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior perteneciente a otro Estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior que faculte en el mismo para el acceso a enseñanzas de Máster.

Así mismo, podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la Universidad de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de Máster.

Los estudiantes habrán de solicitar su admisión al Programa Oficial de Postgrado y al Título que deseen, según se especifique en cada Programa. La admisión la concederá el órgano responsable del Título de o Comisiones en quien delegue, de acuerdo con los requisitos de titulación y formación específica y con los criterios de selección fijados para el acceso.

El Vicerrectorado de Estrategia Académica es el encargado de verificar el acceso de todos los alumnos preinscritos en sus programas de Máster Universitario.

El órgano responsable de la admisión de alumnos en el Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas será la Comisión de Ordenación Académica del Máster.

Específicamente, tendrán acceso directo al Máster los titulados de grados en ingenierías o ciencias con vinculación al ámbito de las Ciencias de la Tierra:

- Minas
- Geología
- Ambiental
- Agronómica
- Forestal
- Civil
- Química.

o sus equivalentes de planes de estudio anteriores.

De forma excepcional, y previo informe favorable de la Comisión Académica del Máster, podrán acceder al Máster titulados de grados en ingenierías o ciencias con vinculación al ámbito de las Ciencias de la Vida: Biología, Bioquímica, Biotecnología y Toxicología. Para estos candidatos, la Comisión Académica del programa exigirá complementos formativos (hasta un máximo de 16,5 ECTS) en forma de las siguientes asignaturas de Geología e Hidrogeología de la titulación de Graduado en Ingeniería Geológica de la Universidad Politécnica de Madrid (ver apartado 4.6. Complementos Formativos).

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

TABLA 4.2.1.: Relación de complementos formativos según titulación

Titulación de entrada	Complementos formativos
Biología	HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA (7,5 ECTS)
Bioquímica	INGENIERÍA GEOLÓGICO AMBIENTAL (4,5 ECTS) HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA (7,5 ECTS)
Biotecnología	INGENIERÍA GEOLÓGICO AMBIENTAL (4,5 ECTS) HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA (7,5 ECTS)
Toxicología	INGENIERÍA GEOLÓGICO AMBIENTAL (4,5 ECTS) GEOQUÍMICA APLICADA (4,5 ECTS) HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA (7,5 ECTS)

No se contemplan más perfiles de entrada.

Los alumnos que cumplan los requisitos académicos expuestos deberán aportar un certificado de una institución reconocida que avale su capacidad para cursar aquellas asignaturas que se imparten en idioma inglés, lo cual se considera equiparable a un nivel B2 o equivalente. En caso de no contar con el mismo, podrán someterse a una prueba de idioma oral y escrito proporcionada por la Comisión Académica del Máster.

No se contemplan otras pruebas de acceso especiales.

Procedimiento de selección y admisión

Además de las normas establecidas con carácter general por la Universidad Politécnica de Madrid, y en el procedimiento PR/CL/007 del Sistema Interno de Garantía de Calidad (SGIC) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid (ww2.minasyenergia.upm.es/attachments/article/1039/PR_CL_007.pdf), que define el proceso de selección y admisión de alumnos de acuerdo con las diferentes vías de acceso, la Comisión Académica del Máster es el órgano responsable de la admisión de los candidatos, a la vista de la información proporcionada, y según los siguientes criterios:

- Se valorará, en primer lugar, el expediente académico de los candidatos en función de su posición en el ranking de titulados de la promoción a que pertenezcan o, en ausencia de este dato, en función de la puntuación media global en su titulación. Esta valoración se ponderará en función de la calidad y nivel de exigencia de la institución académica en la que los candidatos hayan completado sus estudios de grado.
- Se valorará, en segundo lugar, el grado de afinidad de los estudios de grado cursados con las materias del programa del Máster.
- Se valorará, en tercer lugar, la realización de cursos o seminarios en temas afines a las materias del Máster y, muy especialmente, la realización de estancias de formación en centros de investigación y la experiencia profesional en el ámbito del Máster.
- Por último, el nivel de comprensión y comunicación en lengua inglesa sólo se utilizará como criterio de selección entre candidatos con igualdad de méritos en los aspectos mencionados anteriormente.

Procedimiento, revisión y difusión

La aceptación o rechazo de las solicitudes de admisión al Máster quedará reflejada de forma automática en el sistema de gestión de preinscripciones de la Universidad Politécnica de Madrid y, a su vez, se comunicará personalmente, vía correo electrónico, a cada candidato. Aquellos candidatos cuyas preinscripciones hayan sido aceptadas, serán citados para una entrevista personal, presencial o por vía telemática, con el Coordinador del Máster, a fin de informarles en detalle de la estructura académica del Máster, proporcionarles información adicional acerca de las asignaturas obligatorias y optativas, así como del Trabajo Fin de Máster, y responder a las dudas que puedan existir previas a la matrícula del estudiante.

Finalizado el plazo de preinscripción, se convocará a todos los candidatos cuya preinscripción haya sido aceptada, a una reunión presencial en la sede del Máster, o por vía telemática, con el Coordinador del programa y profesores vinculados a todas las líneas temáticas del mismo, en la que se recalcará y ampliará la información suministrada previamente de forma individual y se clarificarán las cuestiones administrativas, en especial las referidas a la matrícula en el programa.

.

Normativa de permanencia

En ausencia de normativa específica para programas Máster en la Universidad Politécnica de Madrid y, hasta el momento que tal normativa se apruebe y entre en vigor, se considera de aplicación el Anexo V de la Normativa de Acceso y Matriculación: "Normativa de regulación de la Permanencia de los estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid" (aprobada en reunión del Consejo Social de la UPM de 8 de julio de 2009). En particular, el alumno que se matricule por primera vez en el Máster en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas de la Universidad Politécnica de Madrid, para poder continuar sus estudios tras el primer año, tendrá que aprobar al menos 6 créditos europeos de materias obligatorias del programa. Cuando un alumno se haya encontrado en una o varias situaciones excepcionales (enfermedad grave, maternidad, estar reconocido como deportista de Alto Nivel o cualquier otra que así sea considerada) que le hubiesen impedido un normal desarrollo de los estudios, podrá invocar dicha situación o situaciones y el Vicerrector con competencias en esta materia podrá resolver no computar el año académico en curso a efectos de permanencia.

4.3 Apoyo a Estudiantes

De forma general, el procedimiento PR/CL/002 de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIME-UPM) recoge los mecanismos a través de los cuales dicha institución lleva a cabo acciones de orientación y apoyo a los alumnos y que están basados en tres ámbitos de actuación: El programa Mentor, el programa de tutelados y la recogida y difusión de información a través del Punto de inicio.

La Escuela de Minas y Energía y la Universidad Politécnica de Madrid asumen, además, las labores de apoyo y orientación al estudiante en los siguientes aspectos:

- Servicio de apoyo a estudiantes extranjeros, a través de la Adjuntía a la Dirección para Internacionalización de la ETSIME.
- Servicio de apoyo a la matriculación, transferencia y convalidación de créditos y certificación, por parte de la Secretaría de la ETSIME.
- Servicio de atención psicológica de la UPM.

De forma específica, el Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas tiene desarrollados mecanismos internos de orientación y apoyo a los alumnos ya matriculados. Estos mecanismos incluyen:

1. **Jornada de Orientación:** Todos los alumnos aceptados para cursar el Máster son convocados a una Jornada de Orientación en la ETSIME-UPM el día de comienzo del programa. Durante esta jornada los estudiantes reciben la bienvenida del Director del Máster y realizan un recorrido guiado por el Centro (aulas, laboratorios y servicios). Los alumnos extranjeros y los españoles residentes fuera de Madrid son convocados a una charla de orientación específica impartida por la Subdirección de Alumnos de la E.T.S.I. Minas.

2. **Sistema continuo propio de apoyo y orientación:** Una vez iniciado el curso académico y a lo largo del mismo, los alumnos cuentan con la tutela permanentes de la Comisión Académica del Máster, que se encarga de implementar y velar por el correcto funcionamiento de los siguientes mecanismos de apoyo y orientación:

- Actualización permanente en la página web del programa de la información correspondiente a Guías de Aprendizaje de las asignaturas (incluyendo contenidos, planificación docente y sistemas de evaluación), calendario de actividades docentes y detalles del plantel de profesorado, incluyendo sus líneas de investigación y actividad profesional como guía de posibles temáticas para los Trabajos de Fin de Máster.
- Sistema de avisos mediante la plataforma Moodle de tele-enseñanza.
- Sesión presencial de orientación para la elección y desarrollo de los Trabajos de Fin de Máster.
- **Sistema de tutorías:** Comprende las tutorías curriculares y las tutorías académicas:
 - Las tutorías curriculares suponen un asesoramiento permanente al alumno, por parte del Director del Máster y aquellos profesores del programa en quien delegue en función de las circunstancias e intereses del estudiante, a lo largo de la estancia de éste en el Centro, en cualquier cuestión relativa a su trayectoria curricular.
 - Los profesores del Máster tendrán una dedicación de 6 horas semanales para la tutorización académica de los alumnos del programa, con el fin facilitar el seguimiento exitoso de cada una de sus materias. Los horarios de las tutorías serán públicos y conocidos por los estudiantes. Adicionalmente, la Comisión Académica del Máster asignará a cada alumno un profesor supervisor en función de la línea de investigación o desarrollo técnico en que el estudiante vaya a elaborar su Trabajo Fin de Máster. La misión del profesor supervisor será la tutela en las labores de investigación correspondientes a dicho Trabajo Fin de Máster y la orientación profesional individualizada del estudiante supervisado.

4.4 Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos

Reconocimiento de Créditos

	Mínimo	Máximo
Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales No Universitarias	0	0
Cursados en Títulos Propios	0	0
Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional	0	8

Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos

Sistema de transferencia y reconocimiento de Créditos:

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, establece en su artículo sexto que "las universidades elaborarán y harán pública su normativa sobre el sistema de reconocimiento y transferencia de créditos". Dicho artículo proporciona además las definiciones de los términos reconocimiento y transferencia, que modifican sustancialmente los conceptos que hasta ahora se venían empleando (convalidación, adaptación, etc.). Se especifica, además, que el sistema de reconocimiento y transferencia de créditos deberá estar sujeto a los criterios generales que se establecen el artículo 13 del citado Real Decreto.

En cumplimiento de lo establecido en el real Decreto, el Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid aprobó, en su reunión del 26 de febrero de 2009 la primera Normativa de Reconocimiento y Transferencia de Créditos. La implantación de dicha normativa, así como la experiencia adquirida en su aplicación, hizo necesaria la elaboración de otra nueva, aprobada en Consejo de Gobierno con fecha 31 de enero de 2013, que está accesible en la página web de la UPM.

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Convalidaciones/normativa_recono_trans_creditos_20130131.pdf

Para la elaboración de dicha normativa se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales de educación superior mediante el reconocimiento y la transferencia de créditos serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título.
- La experiencia laboral y profesional acreditada podrá ser reconocida en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención de un título oficial, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.
- La UPM opta por un sistema de literalidad pura. Es decir, en el expediente del estudiante se hará constar de manera literal el nombre de la asignatura, curso, número de créditos, tipo de asignatura (básica, obligatoria, optativa) y calificación alcanzada en la titulación en que los hubiera superado, con indicación de dicha titulación, así como del Centro y de la Universidad de procedencia.

Para llevar a cabo el proceso de Reconocimiento y Transferencia de Créditos en la UPM se constituye la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos (CRTC), cuya composición se establece en dicho artículo de la normativa.

Las funciones de la CRTC se contemplan en el artículo 5 de la normativa:

Resolver las solicitudes de reconocimiento y transferencia de créditos y notificar el sentido de las mismas a los solicitantes.

Implantar, mantener y desarrollar las bases de datos y tablas de equivalencia que permitan resolver de forma ágil las solicitudes que tuvieran precedentes iguales.

Solicitar a las correspondientes Direcciones o Decanatos informe de las Comisiones de Ordenación Académica o sus equivalentes que entiendan sobre aquellas solicitudes de reconocimiento de créditos que no cuenten con precedentes iguales resueltos anteriormente.

Facultar al Presidente para firmar las Resoluciones de los reconocimientos automáticos.

Aprobar el Reglamento de Desarrollo de los Catálogos, General y Específico de Actividades Universitarias Acreditables en Titulaciones de la UPM

Aprobar el Catálogo General de Actividades Universitarias de Representación Estudiantil, Deportivas, Culturales y de Cooperación y Solidarias Acreditables en Titulaciones de la UPM

El reconocimiento de créditos tendrá las siguientes características (artículo 7):

- Los créditos reconocidos, en forma de unidad evaluada y certificable, pasarán a consignarse en el nuevo expediente del estudiante con el literal, la tipología, el número de ellos y la calificación obtenida en el expediente de origen, con indicación de la Universidad, Centro y Titulación en la que se cursó.
- Se deberá reconocer, en cualquier caso, la totalidad de la unidad certificable aportada por el estudiante, no pudiendo eximirse de cursar parcialmente ninguna asignatura.
- En todo caso, no podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a los Trabajos de Fin de Grado y de Máster, ni los estudios reconocidos podrán superar el 60% de los créditos del Plan de Estudios o del currículo del Título de Grado que se pretende cursar, siempre que se trate de reconocimiento de estudios entre las diferentes enseñanzas que constituyen la educación superior, según establece el R.D. 1618/2011, de 14 de noviembre. Tampoco podrá superarse el 50 % de los créditos en los estudios de Máster.

Terminado el procedimiento, todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales de educación superior, los transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente Título, deberán ser incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título, regulado en el Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición del Suplemento Europeo al Título.

4.4.1 Documento asociado al Título Propio

No se ha adjuntado el documento correspondiente.

4.5 Complementos Formativos

Complementos Formativos

De forma excepcional, y previo informe favorable de la Comisión Académica del Máster, podrán acceder al Máster titulados de grados en ingenierías o ciencias con vinculación al ámbito de las Ciencias de la Vida: Biología, Bioquímica, Biotecnología y Toxicología. Para estos candidatos, la Comisión Académica del programa exigirá complementos formativos en forma de asignaturas de la titulación de Graduado en Ingeniería Geológica de la Universidad Politécnica de Madrid hasta un máximo de 16,5 ECTS de entre el siguiente catálogo:

INGENIERÍA GEOLÓGICO AMBIENTAL 4.5 ECTS

GEOQUÍMICA APLICADA 4.5 ECTS

HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA 7.5 ECTS

La asignación de las asignaturas concretas y el número de las mismas que habría de cursar un alumno como complementos formativos se detalla en la Tabla 4.2.1. del Apartado 4.2. Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión, de la Memoria de solicitud.

5 Planificación de las Enseñanzas

5.1 Descripción del Plan de Estudios



A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1. Estructura de las enseñanzas. Explicación general de la planificación del plan de estudios.

El programa de Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas requiere la realización satisfactoria de un mínimo de 60 ECTS para la obtención del título, entre los cuales figurarán necesariamente los 12 créditos del Trabajo de Fin de Máster. Los 48 créditos restantes se eligen de la oferta total de 64 ECTS del Máster, dividida en dos partes, una obligatoria, de 40 créditos (excluido el Trabajo de Fin de Máster) y otra optativa, de 24 créditos. En la parte correspondiente a las asignaturas obligatorias se desarrolla propiamente el contenido del Máster, constituyendo la componente mínima del mismo necesaria para obtener la titulación. Los módulos optativos, divididos en dos itinerarios, permiten al alumno profundizar y completar su formación en una de las dos orientaciones del programa, profesional o investigadora.

Estructura del programa:

El programa del Máster se encuentra dividido en seis módulos de materias (Tabla 5.1), cada uno de ellos vinculado a un tipo de competencias diferenciadas entre sí y coherentes dentro de cada módulo. Además, el programa contempla dos itinerarios, en función de las materias optativas elegidas por el alumno: (a) Itinerario de Investigación (b) Itinerario Profesional. El alumno ejerce la optatividad en su elección de itinerario, dentro del cual, las materias que ha de cursar son fijas. La relación de materias y el desglose propuesto de las mismas en asignaturas, se incluye más adelante en este mismo capítulo. El conjunto de módulos de que consta el Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas es el siguiente:

Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Contaminadas: Reúne las materias que dotan al estudiante de las habilidades necesarias para describir y analizar, cualitativa y cuantitativamente, un proceso de contaminación de suelos y/o aguas subterráneas.

Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo: Agrupa las materias que confieren al estudiante las competencias necesarias para interpretar conceptualmente los procesos de contaminación en suelos y/o aguas subterráneas y realizar estimaciones y predicciones a partir de modelos.

Módulo 3: Análisis y gestión del riesgo en medio ambiente: Comprende las materias que aportan al estudiante las competencias necesarias para evaluar procesos de contaminación del medio natural desde la perspectiva del riesgo para la salud humana y los ecosistemas, y para diseñar técnica y económicamente proyectos de gestión de dicho riesgo.

Módulo 4: Módulo de Investigación: Aporta al estudiante competencias adyacentes a las contempladas en los tres módulos anteriores, en función de la orientación o itinerario que desee seguir el alumno. El Módulo 4, específicamente, abre fronteras de investigación complementarias a las abarcadas en las materias nucleares del Máster.

Módulo 5: Módulo Profesional: Aporta al estudiante competencias adyacentes a las contempladas en los tres módulos obligatorios, en función de la orientación o itinerario que desee seguir el alumno. El Módulo 5, específicamente, permite profundizar en los aspectos de diseño, ejecución y gestión de proyectos en un entorno profesional.

Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster: Dota a los estudiantes de las competencias necesarias para llevar a cabo un proyecto de investigación científica o de carácter profesional en el ámbito de la contaminación de suelos y aguas subterráneas, desde el análisis crítico del estado del ar



hasta la presentación y divulgación de los resultados obtenidos.

El Módulo 5, Módulo Profesional, contempla la posibilidad de realizar Prácticas en Empresa con carácter optativo. Aquellos alumnos que, habiendo elegido el itinerario profesional, no estén en disposición de realizar dichas prácticas, podrán cursar, alternativamente, dos seminarios eminentemente aplicados, con colaboración de técnicos de consultoras nacionales, en los que replicarán las tareas y alcanzarán las competencias asociadas a las prácticas en empresa. De forma específica, hasta la fecha de presentación de este informe, cuatro empresas de consultoría del sector:

- EMGRISA (Empresa para la Gestión de Residuos Industriales)
- IPMA (Ingeniería y Protección del Medio Ambiente)
- Ramboll
- TAUW Iberia

han emitido por escrito su compromiso a ofertar prácticas externas (y a firmar los correspondientes convenios, en cuanto el programa sea verificado). Estos escritos se adjuntan, como anexo, al presente documento.

Ordenación temporal del aprendizaje:

La ordenación temporal del aprendizaje en el programa Máster está fundamentada en los resultados del proyecto de innovación de la docencia titulado “Estructura temporal, internacionalización e imbricación en el tejido industrial de los nuevos programas máster de ingeniería”, realizado por el Dr. Eduardo de Miguel con financiación de la Universidad Politécnica de Madrid. A semejanza del modelo adoptado en Suecia, los estudios del Máster se organizan en “segmentos” de 8 semanas de duración. Al finalizar las 8 semanas, los alumnos se someten a la evaluación de las materias cursadas en el segmento y comienzan el siguiente. Dos veces al año (al finalizar el segmento y en la convocatoria extraordinaria, según corresponda), los estudiantes pueden presentarse a evaluación de las materias cursadas.

Este sistema aprovecha la concentración de las materias en períodos lectivos más cortos para enhebrar con facilidad las lecciones en aula con actividades del alumno fuera de la misma. Se promueve, además, la dedicación de los estudiantes a la resolución de ejercicios propuestos y a trabajos en grupo sobre casos prácticos, en igualdad, cuando en exceso, de la carga horaria presencial en aula. El escalonamiento de la dificultad de las actividades y la secuenciación de la información sobre la que se desarrollan los trabajos en grupo adquiere sentido gracias a la proximidad en el tiempo de los conceptos manejados, que pueden ser relacionados de principio a fin.

El modelo de aprendizaje universitario en Europa ha optado claramente por disminuir el peso de la lección magistral y por incrementar la importancia del trabajo personal del alumno de acuerdo a directrices dadas por, y con la supervisión del, instructor del curso. En este modelo de trabajo personal, fuera o dentro del aula, en grupo o individual, es importante que las guías de actividades y los guiones de trabajo mantengan una secuencia de tareas coherente, ordenada en el tiempo por su complejidad y donde el alumno sea consciente, en todo momento, del progreso escalonado en su aprendizaje.

El sistema aplicado hasta el momento en España, con un número elevado de materias que se cursan simultáneamente y a lo largo de todo un semestre, cuando no un año académico completo, va en contra de los propósitos expuestos en el párrafo anterior. No es extraño encontrar cursos académicos ordinarios en los cuales un alumno de ingeniería deba matricularse, simultáneamente, de más de 10 asignaturas diferentes. Situaciones de este tipo provocan que unas materias interfieran en otras, que sea difícil centrar la atención en los contenidos de una asignatura sin distraerse con las tareas solicitadas en la adyacente y que apenas sea posible hilar los conceptos manejados a comienzos del semestre con los expuestos al final del mismo.

Todo lo discutido hasta el momento es particularmente cierto en el nivel de máster, por el carácter más científico o tecnológico o aplicado de las materias impartidas, en comparación con los estudios de grado, y, consecuentemente, por la mejor adecuación de un aprendizaje basado en la



resolución de problemas reales, la discusión de casos prácticos o la elaboración de informes. Es, por tanto, para este nivel de máster para el que parece particularmente adecuada la estructura en segmentos puesta en práctica, mediante la cual es posible concentrar los esfuerzos de los alumnos en un máximo, únicamente, de tres materias a un tiempo. Con ello, se eliminan los inconvenientes expuestos en párrafos anteriores para el sistema actualmente vigente en la Universidad Politécnica de Madrid, se ordena temporalmente el aprendizaje de los estudiantes de forma racional y se facilita el tipo de aprendizaje contemplado en el marco europeo unificado de educación universitaria.

Estas consideraciones se plasman en la ordenación temporal del aprendizaje en “segmentos” de ocho semanas, con una semana adicional de evaluación entre ellos, que se presenta en la Tablas 5.1 y 5.2. La secuencia de materias obligatorias dentro de cada módulo de contenidos se ha diseñado de manera que las bases conceptuales y las herramientas operativas requeridas en cada materia hayan sido presentadas previamente en un segmento anterior.

Idioma de impartición:

El programa prevé la impartición de contenidos en aula en dos idiomas, castellano e inglés. Todos los alumnos (que constituyen un grupo único en el Máster) cursarán cada una de las asignaturas en que se dividen las materias del programa en el idioma, de los dos mencionados, asignado a dicha asignatura en su correspondiente Guía de aprendizaje. Se contempla la posibilidad de que una misma materia se desglose en asignaturas que se impartan en distintos idiomas. Específicamente, para el curso académico de primera implantación del Máster, todas las materias menos dos (Herramientas de Análisis y Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental) incluyen una asignatura impartida en lengua inglesa. La relación de las mismas, incluida, también, en la Tabla 5.10, **es la siguiente:**

- Caracterización de Emplazamientos Contaminados (6 ECTS) - Obligatoria
- Geoquímica del Subsuelo (4 ECTS) - Obligatoria
- Análisis de Riesgos para Salud Humana (4 ECTS) - Obligatoria

Los estudiantes que elijan el Módulo Optativo número 4, “Módulo de investigación”, cursarán, además, en inglés la asignatura: “Writing a Scientific Paper” (4ECTS) – Optativa.

Es voluntad declarada de todo el profesorado participante en el programa ir aumentando el porcentaje de créditos impartidos en idioma inglés (un 35% del total de créditos obligatorios, en su versión inicial) en años sucesivos.

La materia Trabajo de Fin de Máster se cursará en el idioma que acuerde cada estudiante con su Director(a).

La necesidad de cursar con aprovechamiento las asignaturas impartidas en idioma inglés lleva aparejado el requisito de un nivel B2 (o equivalente) de conocimiento de dicha lengua que se impone a los alumnos solicitantes en el proceso de admisión.



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

TABLA 5.1: Listado de Módulos y Materias

Módulos	Materias del módulo	ECTS asignados	Tipo (oblig./opt.)	Lengua	Semestre / Segmento
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	7	Obligatoria	Castellano	1/1 2/3
	Investigación de Emplazamientos	9	Obligatoria	Castellano / Inglés	1/2 2/3
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	13	Obligatoria	Castellano / Inglés	1/1 1/2
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	11	Obligatoria	Castellano / Inglés	1/2 2/3
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión	8	Optativa	Castellano / Inglés	2/4
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	8	Optativa	Castellano	2/4
Módulo 6: Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	12	Obligatoria	Castellano / Inglés	2/4



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
TABLA 5.2: Secuencia temporal de Módulos y Materias

Módulos	Materias del Módulo	SEMESTRE 1		SEMESTRE 2	
		SEGMENTO 1	SEGMENTO 2	SEGMENTO 3	SEGMENTO 4
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	OB		OB	
	Investigación de emplazamientos			OB	
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	OB	OB		
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente		OB	OB	
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión				OPT
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental				OPT
Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	Trabajo de Fin de Máster				OB



Competencias del título:

Las competencias del título, agrupadas en Competencias Básicas (según el RD 861/2010), Competencias Generales, Competencias Transversales y Competencias Específicas, aparecen detalladas en las Tablas 5.3. a 5.6:

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS TABLA 5.3: COMPETENCIAS BÁSICAS (RD 861/2010)	
CB6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7	Aplicar los conocimientos adquiridos y la capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio.
CB8	Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de dichos conocimientos y juicios.
CB9	Comunicar conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10	Manejar habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS TABLA 5.4: COMPETENCIAS GENERALES DEL MÁSTER	
CG1	Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas
CG2	Aplicar la evaluación de riesgos ambientales para salud humana a la caracterización, valoración y gestión de la contaminación
CG3	Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
CG4	Diseñar proyectos de descontaminación de suelos y aguas subterráneas asociadas



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
TABLA 5.5: COMPETENCIAS TRANSVERSALES

CT1	Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales
CT2	Desarrollar habilidades para trabajar en contextos internacionales, respetando y considerando entornos socioculturales y científico-técnicos distintos, en los trabajos y proyectos realizados.
CT3	Conocer y utilizar herramientas de gestión administrativa y económica de los recursos humanos, materiales y financieros en la propuesta y ejecución de proyectos.
CT4	Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola.
CT5	Proponer alternativas creativas y originales, valorando su viabilidad en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería.
CT6	Planificar y organizar trabajos y proyectos, estableciendo los objetivos y la programación, asignando tareas y recursos y responsabilizándose de la correcta toma de decisiones.
CT7	Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos
CT8	Utilizar la lengua inglesa para la comunicación oral y escrita a nivel avanzado en entornos académicos y profesionales.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
TABLA 5.6: COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1	Aplicar herramientas de análisis de datos a la interpretación de la información procedente de una campaña de investigación de suelos y aguas subterráneas
CE2	Analizar y aplicar las técnicas de perforación y toma de muestras para la investigación de la contaminación del suelo
CE3	Diseñar y ejecutar campañas de muestreo y control de aguas subterráneas
CE4	Diseñar y ejecutar campañas de campo de caracterización de las propiedades de la zona vadosa y de la zona saturada
CE5	Manejar técnicas instrumentales para el análisis de contaminantes en suelos y aguas subterráneas, en campo y en laboratorio
CE6	Aplicar conceptos geoquímicos y geofísicos al estudio del reparto de los contaminantes en las distintas fases del subsuelo
CE7	Aplicar conceptos hidrogeológicos a la investigación del transporte de contaminantes en zona saturada.
CE8	Aplicar los conceptos matemáticos que intervienen en la simulación y modelización de fenómenos de flujo y transporte en los suelos y las aguas subterráneas
CE9	Manejar e interpretar modelos de comportamiento de fases libres en el subsuelo
CE10	Manejar e interpretar conceptos de toxicología aplicados a la evaluación de riesgos para salud humana



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
TABLA 5.6: COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE11	Manejar modelos de estimación de la exposición para el cálculo de niveles de riesgo para salud humana y de concentraciones objetivo
CE12	Seleccionar y dimensionar las técnicas de ingeniería apropiadas para la remediación de emplazamientos contaminados en función de las características físicas del emplazamiento y la naturaleza química de los contaminantes.
CE13	Aplicar herramientas informáticas destinadas a la planificación y gestión de proyectos ambientales, así como al estudio económico de los mismos
CE14	Diseñar controles de calidad para proyectos de investigación y tratamiento de suelos y aguas subterráneas y evaluar críticamente sus resultados
CE15	Elaborar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, un proyecto en el ámbito científico o tecnológico de las materias del programa, en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas

La relación entre la consecución de dichas competencias y las materias que componen el plan de estudios se detalla en las Tablas 5.7 a 5.9.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
TABLA 5.7: Relación de Módulos y Competencias Básicas y Generales

		COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES								
Módulos	Materias del Módulo	CB6	CB7	CB8	CB9	CB10	CG1	CG2	CG3	CG4
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	X	X	X	X	X	X		X	
	Investigación de emplazamientos	X	X	X	X	X	X		X	
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	X	X	X	X	X	X		X	X
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	X	X	X	X	X		X	X	X
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión	X	X	X	X	X	X			
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	X	X	X	X	X			X	X
Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	Trabajo de Fin de Máster	X	X	X	X	X	X	X	X	X



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
TABLA 5.8: Relación de Módulos y Competencias Transversales

		COMPETENCIAS TRANSVERSALES							
Módulos	Materias del Módulo	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	X	X		X				
	Investigación de emplazamientos	X	X		X	X		X	X
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	X	X		X	X		X	X
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	X	X	X	X	X	X	X	X
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión	X						X	X
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	X		X	X		X	X	
Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	Trabajo de Fin de Máster	X			X	X	X	X	



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

TABLA 5.9: Relación de Módulos y Competencias Específicas del título

Módulos	Materias del módulo	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11	CE12	CE13	CE14	CE15
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	X				X										
	Investigación de emplazamientos		X	X	X	X	X								X	
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo		X	X	X		X	X	X	X						
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente								X	X	X	X	X	X	X	
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión	X														
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental												X		X	
Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	Trabajo de Fin de Máster	X													X	X



5.2 Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida

De forma general, la orientación, selección y análisis de la trayectoria de los estudios que los alumnos del Máster Universitario en Contaminación de suelos y Aguas Subterráneas de la Universidad Politécnica de Madrid realizan en Universidades extranjeras o nacionales distintas a la UPM está contemplada en el procedimiento PR/CL/004 "Movilidad Out" del Sistema de Garantía Interna de Calidad:

(http://ww2.minasyenergia.upm.es/attachments/article/1039/PR_CL_004.pdf).

De manera específica, en el Máster Universitario en Contaminación de suelos y Aguas Subterráneas de la Universidad Politécnica de Madrid se consideran y se potencian dos modalidades de movilidad de los estudiantes propios:

1. Estancia por un período equivalente a un segmento en un Centro Académico o de Investigación distinto de la UPM para cursar asignaturas ofertadas en aquella institución que, por su temática afín a alguno de los módulos del Máster, puedan ser convalidadas por créditos de éste. Para que la Comisión Académica del Máster proceda a dicha convalidación, las actividades realizadas en la institución de destino deben tener una valoración académica reconocida y certificable.

2. Realización del Trabajo Fin de Máster en un Centro Académico o de Investigación distinto de la UPM.

Es una función asumida por la organización del programa ayudar con la máxima intensidad a los profesores y estudiantes que se manifiestan interesados en los programas de movilidad, aconsejándolos y facilitándoles todo tipo de gestiones, e informándoles de las convocatorias y oportunidades que aparecen. Actualmente existen convenios generales de movilidad de los estudiantes de la ETSI Minas y Energía con las instituciones que se relacionan a continuación:

RWTH Aachen
Technical University of BERLIN
T.U. Bergakademie FREIBERG
Montan Universität LEOBEN
Faculté Polytechnique de MONS
Université de LIEGE
Université Catholique de LOUVAIN
Technical University of KOSICE
HELSINKI University of Technology
E.N.S. des Mines de PARIS
Ecole des Mines de SAINT-ETIENNE
Pôle Universitaire LEONARDO DA VINCI
Ecole Nationale des MINES D'ALES
EPF Ecole d'Ingenieurs
Institut National Polytechnique de Lorraine E.N.S.G.(NANCY)
Groupe HEC
Technological Educational Institute of WEST MACEDONIA
National Technical University of ATHENS
University of Technology DELFT
University of MISKOLC
Università Degli Studi di CAGLIARI
Università degli Studi di TRENTO
Politecnico di TORINO
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU)
SILESIAN University of Technology



AGH University of Science and Technology
Universidade Técnica de LISBOA
Instituto Politécnico DO PORTO
Universidade DO PORTO
GRANFIELD University
Universitatea din PETROSANI
Jönköping University (School of Engineering)

Además de estos convenios generales, los profesores y los Grupos de Investigación participantes en el Máster mantienen relaciones regulares con otras Universidades y Centros de Investigación europeos y americanos, a los que ya se han enviado becarios anteriormente y con los que se prevé se pueda seguir contando para la realización de estancias de formación de los alumnos del Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas.

Por último, el procedimiento “Movilidad In” PR/CL/005 (http://ww2.minasyenergia.upm.es/attachments/article/1039/PR_CL_005.pdf) describe el proceso que orienta al alumno que viene de otras Universidades a realizar estudios en la ETSIME-UPM, realizando su trayectoria curricular y gestionando su expediente (desde el inicio: matriculación, hasta el fin: certificado de calificaciones).



5.3 Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de que consta el plan de estudios

La descripción detallada de las materias que integran el programa del Máster se presenta en la aplicación. Las Tablas 5.10 y 5.11 resumen el desglose propuesto en asignaturas y los métodos docentes contemplados en cada una de las materias.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID TABLA 5.10: Correspondencia entre asignaturas y materias^(*)				
Módulos	Materias del módulo	ECTS	Asignaturas relacionadas	ECTS
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	7	Análisis Instrumental (ES)	3
			Análisis y Representación Espacial de Datos (ES)	4
	Investigación de emplazamientos	9	Caracterización de Emplazamientos Contaminados (EN)	6
			Prospección Geofísica de la Contaminación (ES)	3
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	13	Geoquímica del subsuelo (EN)	4
			Hidrogeología y Contaminación (ES)	6
			Modelización de Flujo y Transporte (ES)	3
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	11	Análisis de Riesgos para Salud Humana (EN)	4
			Descontaminación de suelos y aguas subterráneas (ES)	4
			Planificación, Gestión y Análisis Económico de Proyectos Medioambientales (ES)	3
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión	8	Análisis de Datos Multivariantes (ES)	4
			Writing a Scientific Paper (EN)	4
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	8	Prácticas en Empresa (ES/EN)	8
			Seminarios Profesionales I: Legislación y procedimientos administrativos (ES)	4
			Seminario Profesionales II: Ofertas, pliegos, subcontrataciones e informes (ES)	4
Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	Trabajo de Fin de Máster	12	Trabajo de Fin de Máster (ES/EN)	12

(*) Idioma en que se imparte cada asignatura:

ES: Castellano

EN: Inglés



**MASTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS
SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

TABLA 5.11: Métodos docentes y de evaluación por materias o módulos

Módulos	Materias del módulo	Método Docente	Método Evaluador
Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	Herramientas de Análisis	LM + REP+ACCP	PG+EC+PETR/S
	Investigación de emplazamientos	LM + PBL+REP+ACCP	PG+EC+PETR/S
Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	LM + PBL+REP+ACCP	PG+EC+PETR/S
Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	LM + PBL+REP+ACCP	PG+EC+PETR/S
Módulo 4: Módulo de Investigación	Investigación Aplicada y Difusión	LM + PBL+REP+ACCP	EC+PETR/S
Módulo 5: Módulo Profesional	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	PBL+S	IDP
Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	Trabajo de Fin de Máster	TI	IDP
<p>Métodos docentes: LM (Lección Magistral), PBL (Aprendizaje Basado en Proyectos), ACCP (Aprendizaje Cooperativo mediante clases prácticas), REP (Resolución de ejercicios y problemas), S (Seminarios), TI (trabajo de investigación)</p> <p>Métodos evaluadores: PG (Prueba Global), EC (Evaluación Continua), IDP (Informe y Defensa de Proyecto), PETR/S (Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas)</p>			

Métodos de evaluación:

Como se ha expuesto en la Tabla precedente, el Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas contempla cuatro modalidades de evaluación:

- Prueba Global
- Evaluación Continua
- Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas
- Informe y Defensa de Proyecto



Las tres primeras son de aplicación en todas las materias obligatorias del programa y son consecuentes con los métodos de aprendizaje basado en la resolución de problemas reales y la discusión de casos prácticos, como corresponde a estudios de nivel de máster.

La modalidad de evaluación continua incluye, tanto la ejecución de pruebas individuales de corta duración en aula, como la resolución de actividades, problemas y casos, en grupo o individualmente, por medios telemáticos.

La ejecución de tareas reales y/o simuladas se aplica, fundamentalmente, a la evaluación de resultados de aprendizaje ligados al diseño, manejo e interpretación de resultados de actividades de carácter eminentemente aplicado, como trabajos analíticos en laboratorio y en campo, campañas de muestreo, elaboración de modelos y representación de resultados con herramientas de software, etc.

Por último, todas las materias obligatorias, aunque no todas las asignaturas en que se desglosan, incluyen la evaluación mediante prueba global con el objetivo de que sirva como estrategia para ayudar al alumno a establecer relaciones globales entre todos los contenidos trabajados en el curso.



ANEXO 5.A

COMPROMISO DE EMPRESAS DEL SECTOR DE OFERTA DE PRÁCTICAS EXTERNAS



Eduardo De Miguel
Prospección & Medioambiente (PROMEDIAM)
Prospecting & Environment Laboratory
Universidad Politécnica de Madrid
Alenza 4 - 28003 Madrid

Santiago García-Barbón Vacas, con DNI 33505753C como gerente de INGENIERÍA Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, S.L. (IPMA) está dispuesto a ofrecer plazas de prácticas académicas a los alumnos que cursen el máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas (MUCSA) por la Universidad Politécnica de Madrid.

Las prácticas académicas podrán ser curriculares o extracurriculares:

- a) Las prácticas curriculares se configuran como actividades académicas integrantes del Plan de Estudios.
- b) Las prácticas extracurriculares son aquellas que los estudiantes podrán realizar con carácter voluntario durante su periodo de formación y que, aun teniendo los mismos fines que las prácticas curriculares, no forman parte del correspondiente Plan de Estudios.

El objeto de las prácticas consiste en que los estudiantes del MUCSA puedan aplicar los conocimientos adquiridos en su formación académica en IPMA, favoreciendo la adquisición de competencias que les preparen para el ejercicio de actividades profesionales, faciliten su empleabilidad y fomenten su capacidad de emprendimiento.

IPMA nombrará a un tutor que se responsabilizará de la formación del estudiante y de la valoración de su estancia, facilitando al responsable o tutor académico de prácticas del MUCSA el informe de aprovechamiento de las prácticas a su finalización, en el que constará el tiempo de prácticas realizado, las horas totales, su contenido, el grado de aprovechamiento y participación, su rendimiento y las competencias adquiridas.

IPMA manifiesta que posee los medios materiales y servicios disponibles que permiten garantizar el desarrollo de las actividades formativas planificadas, observando los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos, según lo dispuesto en el Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

IPMA observará y hará observar las medidas de Seguridad e Higiene establecidas en el centro de trabajo asignado, e informará, formará y hará cumplir y respetar al alumnado dichas medidas.

Madrid, a 6 de agosto de 2019.



Santiago García-Barbón Vacas

33505753C
SANTIAGO
GARCIA-BARBON
(R: B84076546)

Firmado digitalmente por 33505753C
SANTIAGO GARCIA-BARBON (R: B84076546)
Fecha: 2019.08.07 11:38:39 +02'00'





Santiago Rusiñol, 12. 28040 Madrid
Tel.: +34 91 411 92 15 | Fax: +34 91 564 58 05
E-mail: info@emgrisa.es | www.emgrisa.es

A QUIEN PUEDA INTERESAR

D. Alfonso Álvarez Rodríguez, Director de Operaciones y Tecnología de la
Empresa para la Gestión de Residuos Industriales, S.A., S.M.E., M.P.
(EMGRISA)

HACE CONSTAR

el interés de esta empresa en el programa académico del futuro Máster
Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas de la
Universidad Politécnica de Madrid, y su disposición, en la medida que la
actividad de EMGRISA lo permita, a ofertar prácticas curriculares para los
alumnos de esta titulación.

En Madrid, a 23 de mayo de 2019



emgrisa
NIF: A-79433660
Empresa para la Gestión de Residuos Industriales, S.A., S.M.E., M.P.
Santiago Rusiñol, 12 • 28040 Madrid
Tel.: 91 411 92 15 • E-mail: info@emgrisa.es

23 de Julio, 2019

A quien interese,

D. Eduardo Ortega Vázquez, en calidad de Responsable del Departamento de Suelos Contaminados de la empresa RAMBOLL IBERIA S.L., y miembro del Consejo Asesor del futuro Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas de la Universidad Politécnica de Madrid,

MANIFIESTA

la disposición de RAMBOLL IBERIA S.L., a ofertar prácticas curriculares para los alumnos de dicha titulación, siempre que la operación de la empresa lo permita, así como a proponer y facilitar temas de Trabajos Fin de Máster para los estudiantes del programa.



Eduardo Ortega
Ramboll Iberia S.L.





Tauw

A LOS EFECTOS QUE PUEDA CORRESPONDER

D. Ignacio Barco Luengo, como Director del Área de Suelos de TAUW
IBERIA, S.A.U.

HACE CONSTAR

Que la empresa TAUW Iberia conoce el programa académico del futuro
Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas de
la Universidad Politécnica de Madrid gracias a su participación como
miembro del Consejo Asesor de dicha titulación.

Que TAUW Iberia valora positivamente el perfil de competencias que
adquirirán los egresados de dicho programa, y

Que, en la medida en que su actividad empresarial lo permita, TAUW Iberia
ofertará prácticas curriculares para los alumnos de esta titulación.

En Madrid, a 23 de mayo de 2019

Ignacio Barco Luengo

Tauw Iberia, S.A.



5.2 Actividades Formativas, Metodologías Docentes y Sistemas de Evaluación

5.2.1 Actividades Formativas

Número: **Actividad Formativa:**

CT	Clases teóricas: desarrollo de contenidos teóricos y de los conceptos de las materias. Actividad presencial
CP	Clases prácticas: aplicación de contenidos teóricos al análisis de problemas concretos que permiten al estudiante comprender y asimilar los contenidos. Incluyen exposiciones, seminarios, debates y puestas en común con análisis de los contenidos desarrollados en las sesiones teóricas. Se realizarán en el aula, en la sala de informática, mediante realización de talleres, con estudios de casos, resolución de problemas y evaluación de programas. Actividad presencial
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.
TP	Otro trabajo personal del estudiante que incluye el recurso de plataformas de tele-enseñanza (Moodle). Aquí se considera la actividad del estudiante en el diseño de presentaciones y actividades, la participación en grupos de lectura y el estudio y la preparación de exámenes. Incluye la actividad del estudiante realizando diversas tareas como la consulta de bases de datos para obtener bibliografía y material documental.
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza. Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.

5.2.2 Metodologías Docentes

Número: **Metodología docente:**

LM	Lección magistral
PBL	Aprendizaje Basado en Proyectos
ACP	Aprendizaje Cooperativo mediante Clases Prácticas
REP	Resolución de ejercicios y problemas
S	Seminarios
TI	Trabajo de Investigación

5.2.3 Sistemas de Evaluación

Número: **Sistema de Evaluación:**

PG	Prueba Global
EC	Evaluación Continua
IDP	Informe y Defensa de Proyecto
PET	Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas

5.3 Información Agrupada del Plan de Estudios

5.3.1 Total de Créditos Ofertados por Carácter de las Materias del Plan de Estudios

Tabla correspondiente a la suma de créditos ofertados según su carácter.

	ECTS
BÁSICAS (Sólo grado)	0
OBLIGATORIAS	40
OPTATIVAS	16
PRÁCTICAS EXTERNAS	0
TRABAJO FIN DE GRADO/MASTER	12
MIXTAS	0
SEGÚN ASIGNATURAS	0
Total:	68

5.3.2 Estructura del Plan de Estudios

Detalle de materias ofertadas por módulo y número de créditos.

Módulo	Materia	ECTS
1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	1 - Herramientas de Análisis	7
	2 - Investigación de Emplazamientos	9
Total (1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas):		16
2 - Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	1 - Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	13
Total (2 - Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo):		13
3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	1 - Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	11
Total (3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente):		11
4 - Módulo 4: Modulo de Investigación	1 - Investigación Aplicada y Difusión	8
Total (4 - Módulo 4: Modulo de Investigación):		8
5 - Módulo 5: Módulo Profesional	1 - Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	8
Total (5 - Módulo 5: Módulo Profesional):		8
6 - Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	1 - Trabajo de Fin de Máster	12
Total (6 - Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster):		12

5.3.3 Desarrollo del Plan de Estudios (Act. Form., Met. Docentes, Sist. Evaluación y Competencias)

Actividades formativas, metodologías docentes, sistemas de evaluación y competencias para cada una de las asignaturas ofertadas.

	Carácter	ECTS	Act. Formativas		Met. Docentes	Sist. Evaluación			Competencias		
			Cód:	Presencialidad:		Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.
1 - Herramientas de Análisis (1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas)	Obligatoria	7	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.
			CT	100	LM	PG	0.0	50.0	CG1	CE1	CT1
			CP	100	ACP	EC	0.0	50.0	CG3	CE5	CT2
			TU	100	REP	PET	0.0	50.0	CB6		CT4
			TI	0					CB7		
			TP	0					CB8		
			EV	100					CB9		
								CB10			
2 - Investigación de Emplazamientos (1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas)	Obligatoria	9	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.
			CT	100	LM	PG	0.0	50.0	CG1	CE3	CT1
			CP	100	PBL	EC	0.0	50.0	CG3	CE2	CT2
			TU	100	ACP	PET	0.0	80.0	CB6	CE4	CT4
			TI	0	REP				CB7	CE5	CT5
			TP	0					CB8	CE6	CT7
			EV	100					CB9	CE14	CT8
								CB10			
1 - Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo (2 - Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo)	Obligatoria	13	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.
			CT	100	LM	PG	0.0	70.0	CG1	CE3	CT1
			CP	100	PBL	EC	0.0	70.0	CG3	CE2	CT2
			TU	100	ACP	PET	0.0	100.0	CG4	CE4	CT4
			TI	0	REP				CB6	CE6	CT5
			TP	0					CB7	CE7	CT7
			EV	100					CB8	CE8	CT8
								CB9	CE9		
								CB10			

1 - Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente (3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente)	Obligatoria	11	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CT</td><td>100</td></tr> <tr><td>CP</td><td>100</td></tr> <tr><td>TU</td><td>100</td></tr> <tr><td>TI</td><td>0</td></tr> <tr><td>TP</td><td>0</td></tr> <tr><td>EV</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	CT	100	CP	100	TU	100	TI	0	TP	0	EV	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LM</td></tr> <tr><td>PBL</td></tr> <tr><td>ACP</td></tr> <tr><td>REP</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	LM	PBL	ACP	REP	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PG</td><td>0.0</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>EC</td><td>0.0</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>IDP</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>PET</td><td>0.0</td><td>50.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	PG	0.0	50.0	EC	0.0	50.0	IDP	0.0	100.0	PET	0.0	50.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG2</td><td>CE8</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CG3</td><td>CE9</td><td>CT2</td></tr> <tr><td>CG4</td><td>CE10</td><td>CT3</td></tr> <tr><td>CB6</td><td>CE11</td><td>CT4</td></tr> <tr><td>CB7</td><td>CE12</td><td>CT5</td></tr> <tr><td>CB8</td><td>CE13</td><td>CT6</td></tr> <tr><td>CB9</td><td>CE14</td><td>CT7</td></tr> <tr><td>CB10</td><td></td><td>CT8</td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG2	CE8	CT1	CG3	CE9	CT2	CG4	CE10	CT3	CB6	CE11	CT4	CB7	CE12	CT5	CB8	CE13	CT6	CB9	CE14	CT7	CB10		CT8
Cód:	Presencialidad:																																																																		
CT	100																																																																		
CP	100																																																																		
TU	100																																																																		
TI	0																																																																		
TP	0																																																																		
EV	100																																																																		
Cód:																																																																			
LM																																																																			
PBL																																																																			
ACP																																																																			
REP																																																																			
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																																	
PG	0.0	50.0																																																																	
EC	0.0	50.0																																																																	
IDP	0.0	100.0																																																																	
PET	0.0	50.0																																																																	
Gen.	Esp.	Transv.																																																																	
CG2	CE8	CT1																																																																	
CG3	CE9	CT2																																																																	
CG4	CE10	CT3																																																																	
CB6	CE11	CT4																																																																	
CB7	CE12	CT5																																																																	
CB8	CE13	CT6																																																																	
CB9	CE14	CT7																																																																	
CB10		CT8																																																																	
1 - Investigación Aplicada y Difusión (4 - Módulo 4: Modulo de Investigación)	Optativa	8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CT</td><td>100</td></tr> <tr><td>CP</td><td>100</td></tr> <tr><td>TU</td><td>100</td></tr> <tr><td>TI</td><td>0</td></tr> <tr><td>TP</td><td>0</td></tr> <tr><td>EV</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	CT	100	CP	100	TU	100	TI	0	TP	0	EV	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LM</td></tr> <tr><td>PBL</td></tr> <tr><td>ACP</td></tr> <tr><td>REP</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	LM	PBL	ACP	REP	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PG</td><td>0.0</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>EC</td><td>0.0</td><td>70.0</td></tr> <tr><td>PET</td><td>0.0</td><td>70.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	PG	0.0	50.0	EC	0.0	70.0	PET	0.0	70.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG1</td><td>CE1</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CB6</td><td></td><td>CT7</td></tr> <tr><td>CB7</td><td></td><td>CT8</td></tr> <tr><td>CB8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CB9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CB10</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG1	CE1	CT1	CB6		CT7	CB7		CT8	CB8			CB9			CB10											
Cód:	Presencialidad:																																																																		
CT	100																																																																		
CP	100																																																																		
TU	100																																																																		
TI	0																																																																		
TP	0																																																																		
EV	100																																																																		
Cód:																																																																			
LM																																																																			
PBL																																																																			
ACP																																																																			
REP																																																																			
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																																	
PG	0.0	50.0																																																																	
EC	0.0	70.0																																																																	
PET	0.0	70.0																																																																	
Gen.	Esp.	Transv.																																																																	
CG1	CE1	CT1																																																																	
CB6		CT7																																																																	
CB7		CT8																																																																	
CB8																																																																			
CB9																																																																			
CB10																																																																			
1 - Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental (5 - Módulo 5: Módulo Profesional)	Optativa	8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TU</td><td>100</td></tr> <tr><td>TI</td><td>0</td></tr> <tr><td>EV</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	TU	100	TI	0	EV	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PBL</td></tr> <tr><td>S</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	PBL	S	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>IDP</td><td>100.0</td><td>100.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	IDP	100.0	100.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG3</td><td>CE12</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CG4</td><td>CE14</td><td>CT3</td></tr> <tr><td>CB6</td><td></td><td>CT4</td></tr> <tr><td>CB7</td><td></td><td>CT6</td></tr> <tr><td>CB8</td><td></td><td>CT7</td></tr> <tr><td>CB9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CB10</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG3	CE12	CT1	CG4	CE14	CT3	CB6		CT4	CB7		CT6	CB8		CT7	CB9			CB10																						
Cód:	Presencialidad:																																																																		
TU	100																																																																		
TI	0																																																																		
EV	100																																																																		
Cód:																																																																			
PBL																																																																			
S																																																																			
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																																	
IDP	100.0	100.0																																																																	
Gen.	Esp.	Transv.																																																																	
CG3	CE12	CT1																																																																	
CG4	CE14	CT3																																																																	
CB6		CT4																																																																	
CB7		CT6																																																																	
CB8		CT7																																																																	
CB9																																																																			
CB10																																																																			
1 - Trabajo de Fin de Máster (6 - Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster)	Trabajo Fin de Grado / Máster	12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TU</td><td>100</td></tr> <tr><td>TI</td><td>0</td></tr> <tr><td>EV</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	TU	100	TI	0	EV	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TI</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	TI	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>IDP</td><td>100.0</td><td>100.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	IDP	100.0	100.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG1</td><td>CE1</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CG2</td><td>CE14</td><td>CT4</td></tr> <tr><td>CG3</td><td>CE15</td><td>CT5</td></tr> <tr><td>CG4</td><td></td><td>CT6</td></tr> <tr><td>CB6</td><td></td><td>CT7</td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG1	CE1	CT1	CG2	CE14	CT4	CG3	CE15	CT5	CG4		CT6	CB6		CT7																											
Cód:	Presencialidad:																																																																		
TU	100																																																																		
TI	0																																																																		
EV	100																																																																		
Cód:																																																																			
TI																																																																			
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																																	
IDP	100.0	100.0																																																																	
Gen.	Esp.	Transv.																																																																	
CG1	CE1	CT1																																																																	
CG2	CE14	CT4																																																																	
CG3	CE15	CT5																																																																	
CG4		CT6																																																																	
CB6		CT7																																																																	

									<table border="1"> <tr><td>CB7</td></tr> <tr><td>CB8</td></tr> <tr><td>CB9</td></tr> <tr><td>CB10</td></tr> </table>	CB7	CB8	CB9	CB10
CB7													
CB8													
CB9													
CB10													

5.3.4 Desarrollo del Plan de Estudios (Desp. Temporal, Contenidos, Resultados Aprendizaje y Observaciones)

Contenidos, resultados de aprendizaje y observaciones correspondientes a cada una de las materias ofertadas.

	Carácter	ECTS	Desp. Temporal	Detalles	
1 - Herramientas de Análisis (1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas)	Obligatoria	7	Semestral en los periodos: • 1 • 2	Contenidos	<p>Modelos de datos SIG. Bases de datos SIG.</p> <p>Análisis espacial sobre modelos vectoriales y ráster.</p> <p>Herramientas de interpolación SIG.</p> <p>Edición cartográfica y representación espacial.</p> <p>Presentación de los resultados cartográficos.</p> <p>Variogramas y Funciones Aleatorias.</p> <p>Variogramas y Funciones de Covarianza</p> <p>Análisis estructural.</p> <p>Varianzas de dispersión y extensión</p> <p>Kriging ordinario , simple y universal.</p> <p>Kriging de la indicatriz, cokriging.</p> <p>Simulación</p> <p>Quimiometría y estadística en el laboratorio químico</p> <p>Técnicas de disgregación. Especiación.</p> <p>Métodos espectroscópicos atómicos: Absorción atómica (llama, cámara de grafito, horno de hidruros) y espectrofotometría de emisión de plasma: ICP-AES, ICP-MS.</p> <p>Métodos espectrofotométricos moleculares: Espectrofotometría de ultravioleta-visible (UV-vis) y espectrofotometría de infrarrojos (IR)</p> <p>Espectrometría de masas (MS)</p> <p>Cromatografía: De gases (GC), líquida en columna y capa fina, líquida de alta eficacia (HPLC), e Iónica.</p> <p>Métodos basados en Rayos X: Fluorescencia y Difracción.</p>
				Resultados de aprendizaje	<p>Aplicar las herramientas de análisis espacial a los fenómenos de contaminación de suelos y aguas subterráneas.</p> <p>Elaborar e interpretar mapas temáticos a partir de la información generada con las metodologías de análisis utilizando los Sistemas de Información Geográfica.</p> <p>Generar información espacial de manera autónoma, a partir de la selección y discriminación de información procedente de distintas fuentes de información sobre contaminación de suelos y aguas subterráneas.</p> <p>Comprender los fundamentos de los procesos estocásticos y su aplicación en fenómenos de contaminación de suelos y aguas subterráneas.</p> <p>Aplicar los distintos parámetros de evaluación estadística.</p> <p>Aplicar distintos tipos de "Kriging".</p> <p>Seleccionar el método de toma de muestra, conservación, preparación, y análisis de las muestras en función del objetivo para el que vayan a ser utilizados los resultados.</p> <p>Comprender los fundamentos teóricos de los métodos instrumentales de análisis y el funcionamiento básico de los equipos.</p> <p>Aplicar los métodos estadísticos al calibrado de equipos de laboratorio y a los resultados obtenidos.</p> <p>Realizar análisis mediante diferentes técnicas de laboratorio y tratar estadísticamente los resultados obtenidos.</p>
				Observaciones	<p>Bivand et al. Applied Spatial Data Analysis with R (2008) Springer</p> <p>Venkatramanan. GIS and Geostatistical Techniques for Groundwater Science (2019) Elsevier</p> <p>Wackernagel H., Multivariate Geostatistics, (2003) Springer</p> <p>Cressie N., Statistics for Spatial Data,(1993) Wiley</p>

				<p>Journel A. G., Huijbrets C. J., Minino Geostatistics (1978) Academia Press</p> <p>Skoog, Leary: Análisis Instrumental (4ª edición), McGrawHill (1994)</p> <p>Miller, Miller: Estadística y Quimiometría para Química Analítica (4ª edición), Prentice Hall (2002)</p> <p>Llamas, De Miguel, Canoira: Quimiometría y Análisis Instrumental, Ed. Fundación Gómez-Pardo (1998)</p>
2 - Investigación de Emplazamientos (1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas)	Obligatoria	9	Semestral en los periodos: <ul style="list-style-type: none"> • 1 • 2 	<p>Contenidos</p> <p>Fases de una investigación de suelos y aguas subterráneas.</p> <p>Diseño de muestreos</p> <p>Técnicas de perforación</p> <p>Diseño y construcción de piezómetros.</p> <p>Muestreadores para matrices sólidas</p> <p>Bombas y muestreadores manuales de agua.</p> <p>Muestreo y análisis de gases in situ</p> <p>Análisis de aguas y suelos in situ</p> <p>Almacenamiento, conservación y transporte de muestras.</p> <p>Verificación y calibración</p> <p>Controles de calidad. Cadena de custodia</p> <p>Relaciones entre parámetros geofísicos y propiedades litológicas, petrofísicas e hidrogeológicas.</p> <p>Métodos y técnicas de prospección geofísica. Estudios a distintas profundidades (sondeos) y de variación lateral (tomografía). Metodologías de operación in situ.</p> <p>Capacidades y resultados del proceso de interpretación (inversión) de las campañas de prospección geofísica.</p> <p>Caracterización cuantitativa del medio ambiente geológico y detección de la distribución de los contaminantes.</p> <p>Aplicaciones medioambientales de los distintos métodos y técnicas de prospección geofísica. Estudios de casos</p>
				<p>Resultados de aprendizaje</p> <p>Seleccionar el método de toma, conservación, preparación, y análisis de las muestras en función del objetivo para el que vayan a ser utilizados los resultados y de las características del emplazamiento y de los contaminantes.</p> <p>Diseñar piezómetros</p> <p>Ejecutar campañas de toma de muestras de suelos y aguas subterráneas.</p> <p>Ejecutar campañas de medidas geoquímicas in situ</p> <p>Elaborar Modelos Conceptuales del Emplazamiento</p> <p>Conocer los distintos métodos y técnicas geofísicas de caracterización del subsuelo para discriminar cual es el más resolutivo en cada medio ambiente geológico.</p> <p>Aprender la operatividad y los costes de los métodos superficiales de prospección eléctrica por corriente continua y por corriente variable, de cara a la caracterización litológica y petrofísica del subsuelo.</p> <p>Delimitar el alcance de la interpretación geofísica (inversión) en algunos casos específicos de contaminación de suelos y aguas superficiales. Nivel de correlación con parámetros hidrogeoquímicos</p>
				<p>Observaciones</p> <p>New Jersey Department of Environmental Protection (2005): Field Sampling Procedures Manual.</p> <p>California Environmental Protection Agency (1995): Drilling, coring, sampling and logging at hazardous substance release sites. Guidance Manual for Ground Water Investigations.</p> <p>California Environmental Protection Agency (1995): Representative sampling of groundwater for hazardous substances. Guidance Manual for Ground Water Investigations.</p> <p>California Environmental Protection Agency (1995): Guidelines for hydrogeologic characterization at hazardous substances release sites. Volume 1: Field Investigation Manual.</p> <p>US Environmental Protection Agency Region 4 (2001): Field Branches Quality System and Technical Procedures. http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/</p> <p>Geotechnical and Environmental Geophysics: Volume II, Environmental And Groundwater (1990). Stanley H. Ward, 352 pages. Society of Exploration Geophysicists.</p>

					<p>Environmental Geophysics. A Practical Guide (1995). Dieter Vogelsang. Springer. ISBN: 978-3-642-85143-8. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, Edition 2 (2011). John M. Reynolds. John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-0471485360</p>
<p>1 - Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo (2 - Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo)</p>	<p>Obligatoria</p>	<p>13</p>	<p>Semestral en los periodos: • 1</p>	<p>Contenidos</p>	<p>El sub-suelo como sistema multifásico. Propiedades Solubilidad en agua y en disolventes no polares. Volatilidad. Sorción. Degradación. Coeficientes de reparto. Fugacidad y reparto multifásico. El Agua en la Naturaleza. Importancia y problemas. Formaciones geológicas y su comportamiento frente al agua. Funcionamiento de acuíferos. Nivel piezométrico. Introducción general a la hidrogeología. Conceptos generales de Geología, Estratigrafía y Tectónica Aplicados a la Hidrogeología. Textura y estructura de formaciones. Balance y funcionamiento. Técnicas auxiliares de investigación. Mapas hidrogeológicos</p> <p>Evaluación de aportaciones y recarga de acuíferos. Tratamiento de datos. Métodos empíricos y métodos de cálculo directo sobre las curvas de agotamiento de hidrogramas.</p> <p>Parámetros característicos de las formaciones geológicas en su comportamiento frente al agua. Parámetros hidrogeológicos. Porosidad total. Porosidad cinemática. Coeficiente de almacenamiento por liberación elástica. Coeficiente de almacenamiento por desaturación. Permeabilidad efectiva. Permeabilidad intrínseca. Transmisividad.</p> <p>Flujo. Ley de Darcy. Ecuaciones fundamentales del flujo en medios porosos: Laplace, Poisson y ecuación general del flujo transitorio.</p> <p>Métodos de evaluación de parámetros hidrogeológicos: análisis de curvas granulométricas y expresiones empíricas de determinación de la permeabilidad, ensayos con infiltrómetros, ensayos con permeabilímetros, ensayos de bombeo en acuíferos libres, ensayos de inyección y ensayos con trazadores.</p> <p>Métodos de resolución. Métodos analíticos, redes de flujo y métodos de simulación.</p> <p>Modelos unidimensionales. Modelos zanja 1, 2 y 3 y modelos wang.</p> <p>Modelos bidimensionales. Modelo de Prickett y Lonquist.</p> <p>Modelos tridimensionales. Modelo Modflow. Preprocesadores y posprocesadores. Ejemplos.</p> <p>La ecuación de transporte de contaminantes en el subsuelo.</p> <p>Mecanismos y cuantificación de los fenómenos de transporte conservativo y no conservativo en el subsuelo.</p> <p>Métodos de resolución de la ecuación de transporte.</p> <p>Introducción a los métodos numéricos básicos en dinámica de fluidos.</p> <p>La formación y dinámica de fases libres no acuosas.</p> <p>Flujo multifásico : coexistencia de agua y fases libres de contaminantes en el subsuelo</p> <hr/> <p>Resultados de aprendizaje</p> <p>Analizar el efecto de las propiedades físico-químicas de los contaminantes sobre su comportamiento en el suelo y las aguas subterráneas</p> <p>Aplicar herramientas físico-químicas para la determinación de la distribución en fases de un contaminante en el suelo y las aguas subterráneas.</p> <p>Aplicar la hidrodinámica al estudio del movimiento de las aguas subterráneas</p> <p>Aplicar modelos de flujo y transporte de contaminantes en el subsuelo</p> <p>Comprender y aplicar los modelos de transporte de contaminantes en fase vapor en el suelo</p> <p>Comprender las modalidades conservativa y no conservativa en el transporte de contaminantes en el subsuelo</p> <p>Integrar los resultados de la modelización del transporte de contaminantes en el cálculo de la dosis recibida</p> <p>Evaluar el campo de aplicación y las limitaciones de los modelos de transporte de contaminantes en el suelo</p> <p>Comprender los fundamentos del flujo multifase en el subsuelo</p>

				<p>Observaciones</p>	<p>Connell, D.W., Hawker, D.W., Warne M.S.J., Vowles, P.P. (1997): Basic Concepts of Environmental Chemistry. CRC Press, Boca Raton, Fl.</p> <p>Crosby, D.G. (1998): Environmental Toxicology and Chemistry. Oxford University Press, Nueva York.</p> <p>Ontario Ministry of Environment and Energy (1996): Guidance on Site Specific Risk Assessment for Use at Contaminated Sites in Ontario. http:// www.ene.gov.on.ca/envision/gp/326701e.pdf</p> <p>U.S. Department of Energy (2005) RAIS: Risk Assessment Information System. http://risk.lsd.ornl.gov/rap_hp.shtml</p> <p>U.S. Environmental Protection Agency (1986a): Carcinogen Risk Assessment. 51 Federal Register 33992.</p> <p>U.S. Environmental Protection Agency (1986b): Guidelines for Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. 51 Federal Register 34014.</p> <p>U.S. Environmental Protection Agency (1989a): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part A. https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part</p> <p>U.S. Environmental Protection Agency (2003): Integrated Risk Information System, IRIS. http://www.epa.gov/iris</p> <p>Chiou, C.T. (2002): Partition and adsorption of organic contaminants in environmental systems. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ.</p> <p>Connell, D.W., Hawker, D.W., Warne M.S.J., Vowles, P.P. (1997): Basic Concepts of Environmental Chemistry. CRC Press, Boca Raton, Fl.</p> <p>Crosby, D.G. (1998): Environmental Toxicology and Chemistry. Oxford University Press, Nueva York.</p> <p>Harrison, R.M., De Mora, S.J. (1996): Introductory chemistry for the environmental sciences. 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge.</p> <p>Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M., Imboden, D.M. (1995): Environmental Organic Chemistry. John Wiley and Sons</p> <p>Balaguer, A. (1996): Desarrollo y análisis de métodos de volúmenes finitos para la simulación de procesos de transporte de contaminantes. Aplicación al transporte de residuos radiactivos en la geosfera. Tesis Doctoral. Universidad Jaume I, Castellón</p> <p>Conde, C. (1998): Ecuación de transporte. Dpto. Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.</p> <p>Gallouet et al (1992): Problèmes non linéaires appliques. Méthodes de volumes finis. Écoles CEA et EDF et INRIA, Clamart, France.</p> <p>Hidalgo, A. (2000): Un modelo numérico para la simulación de transporte de calor y liberación de materia en un almacenamiento profundo de residuos radiactivos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.</p> <p>Hirsch, C. (1994): Numerical computation of internal and external flows. Vols. 1 y 2 (6ª Edición). Ed. John Wiley & Sons.</p> <p>López, A. (1998): Métodos en diferencias finitas para el tratamiento de problemas de contorno de tipo hiperbólico. Primera parte: Problemas de primer orden. Dpto. Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.</p> <p>Morton, K.W.; Mayers, D.F. (1998): Numerical Solution of Partial Differential Equations. (3ª ed.). Ed. Cambridge University Press.</p> <p>Smith, G. D. (1998): Numerical solution of partial differential equations: Finite difference methods. (3ª ed.). Ed. Oxford University Press.</p> <p>VANG, (1984) Introduction to ground water modelling</p> <p>Fetter, C.W.; Boving,T.; Kremer,d. (2018). Contaminant Hidrogeology 3ª ed.</p> <p>M. Villanueva. Pozos y acuíferos http://www.igme.es/biblioteca/Libros_agotados/pozos_acuiferos_2.pdf</p> <p>Pinder, G.F; Gray, W.G.(2008).Essentials of multiphase flow and transport in porous media</p>
<p>1 - Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente (3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente)</p>	<p>Obligatoria</p>	<p>11</p>	<p>Semestral en los periodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 • 2 	<p>Contenidos</p>	<p>Introducción a la evaluación de riesgos ambientales</p> <p>Evaluación toxicológica</p> <p>Evaluación de la exposición</p> <p>Caracterización del riesgo</p> <p>Análisis probabilísticos de riesgos</p> <p>Planteamiento del problema y selección de las tecnologías disponibles.</p> <p>Técnicas físico-químicas de remediación.</p> <p>Técnicas térmicas de remediación.</p>

				<p>Técnicas biológicas de remediación. Definición de Proyecto. Teoría de Sistemas. El Proyecto como Sistema. Estudios Previos: Viabilidad del Proyecto. Objetivos de un Proyecto. Tipos de Proyectos. Certificación PMI. Planificación de Proyectos. Restricciones de un proyecto. Teoría de Grafos. Diagrama de Gantt. PERT y CPM. El Método Roy. El PERT-Coste. Herramientas informáticas para la planificación y gestión de proyectos: Microsoft Project, Primavera, Tilos, PowerProject, 4DSynchro. Métodos de Análisis Económico. Seguimiento del plan del Proyecto. Resolución de Casos con programas informáticos comerciales (Microsoft Project, Risk, Microsoft Visio, etc.). Resolución de Conflictos en la programación de Proyectos.</p>
			<p>Resultados de aprendizaje</p>	<p>Comprender la información toxicológica empleada en los análisis de riesgos para salud humana Diseñar modelos conceptuales de exposición y evaluar la dosis recibida por las distintas vías de exposición Aplicar de la metodología del análisis de riesgos para salud humana a la ejecución de Análisis Cuantitativos de Riesgos (ACRs) específicos y a la elaboración de normativa medioambiental. Comprender las diferentes tecnologías de remediación. Evaluar entre las diferentes opciones en un caso concreto. Optimizar las condiciones de aplicación y los rendimientos de las diferentes técnicas. Identificar la presencia de compuestos orgánicos de origen antrópico en suelos y su maduración temprana debida a diversos procesos como la biodegradación. Conocer la Teoría General de Proyectos en su aplicación a casos de I+D. Aprender a programar la secuencia de tareas que constituyen un proyecto. Establecer las asignaciones de recursos necesarios para finalizar las tareas de un proyecto. Aproximarse a los conceptos que permiten una evaluación económica de cualquier proyecto. Conocer las herramientas informáticas disponibles que faciliten la programación, control y seguimiento de proyectos, así como el estudio económico de los mismos. Aplicar los conceptos aprendidos a casos reales de proyectos de investigación, preferentemente a aquéllos en los que hayan participado los asistentes al curso.</p>
			<p>Observaciones</p>	<p>Ontario Ministry of Environment and Energy (1996): Guidance on Site Specific Risk Assessment for Use at Contaminated Sites in Ontario. http:// www.ene.gov.on.ca/envision/gp/326701e.pdf U.S. Department of Energy (2005) RAIS: Risk Assessment Information System. http://risk.lsd.ornl.gov/rap_hp.shtml U.S. Environmental Protection Agency (1986a): Carcinogen Risk Assessment. 51 Federal Register 33992. U.S. Environmental Protection Agency (1986b): Guidelines for Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. 51 Federal Register 34014. U.S. Environmental Protection Agency (1989a): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part A. https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part U.S. Environmental Protection Agency (2003): Integrated Risk Information System, IRIS. http://www.epa.gov/iris N. Sara (2003). Site assessment and remediation handbook. Lewis Publishers Russell Boulding, J., Ginn Jon S, (2004). Practical Handbook of soil, vadose zone and ground-water contamination. Assessment, Prevention and Remediation. Aguilar Ciera, I. (1998). Arquitectura industrial. Concepto, método y Fuentes. Col. Arque. Industrial. Museo de Etnología_Dip. Valencia. Valencia. Siegrist, R. L. (2002). Hazardous waste site remediation. Course notes. Colorado School of Mines. Llamas, J.F., de Miguel, E. (2000). Recuperación de suelos. Course notes. Colorado School of Mines. Riera, P. et al. (2016): Manual de Economía Ambiental y de los recursos naturales. Ed. Právide. Sapag, N. (1993). Técnicas de Programación de Proyectos. Ed. McGraw-Hill.</p>

					<p>De Cos, M. (1995). Teoría General del Proyecto (2 Volúmenes). Ed. Síntesis.</p> <p>Domingo, A. (2000). Dirección y Gestión de Proyectos. Ed. Rama.</p>
1 - Investigación Aplicada y Difusión (4 - Módulo 4: Modulo de Investigación)	Optativa	8	Semestral en los periodos: <ul style="list-style-type: none"> 2 	<p>Contenidos</p> <p>El modelo lineal. Formulación de modelos.</p> <p>Visualización de datos Multivariantes. Componentes principales. Métodos de distancias. Análisis de componentes independientes.</p> <p>Análisis de Conglomerados.</p> <p>Análisis Factorial.</p> <p>Discriminación. Métodos estadísticos.</p> <p>Redes Neuronales.</p> <p>Máquinas de vector de apoyo.</p> <p>La comunicación y divulgación de resultados científicos y técnicos. Indicadores cuantitativos.</p> <p>El proceso de publicación: Editoriales, journals y revisión por pares</p> <p>Estructura y contenido de un artículo científico.</p> <p>Busqueda de información en bases de datos.</p> <p>Elementos de estilo, errores comunes y consejos para facilitar el éxito en la publicación</p>	
				<p>Resultados de aprendizaje</p> <p>Aplicar los distintos estimadores estadísticos.</p> <p>Comprender los métodos de creación de modelos.</p> <p>Aplicar los métodos básicos de análisis de datos en la modelización.</p> <p>Aplicar el análisis de datos a la identificación de grupos y a la construcción de clasificadores</p> <p>Aprender a redactar un artículo científico.</p> <p>Manejar fuentes bibliográficas científicas y técnicas.</p> <p>Proporcionar a sus alumnos/as la capacidad de análisis crítico de los ámbitos de investigación en el campo de la contaminación del medio natural que se encuentran en desarrollo y con recorrido de futuro, y los que han alcanzado la madurez</p>	
				<p>Observaciones</p> <p>Box G.E.P., Hunter W.G., Hunter J.S. Estadística para Investigadores (2001) Reverté S.A.</p> <p>Venables W.N., Ripley B.D., Modern Applied Statistics with S (2002) Springer</p> <p>Mardia K. V., Kent J. T., Bibby J. M. Multivariate Analysis (1979) Academic Press</p> <p>Reyment R., Jöreskog K. G. Applied Factor Analysis in the Natural Sciences (1996) Cambridge Uni. Press</p>	
1 - Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental (5 - Módulo 5: Módulo Profesional)	Optativa	8	Semestral en los periodos: <ul style="list-style-type: none"> 2 	<p>Contenidos</p> <p>Las/os alumnas/os realizarán prácticas en una empresa o centro de investigación en el ámbito de la contaminación de suelos y aguas subterráneas, bajo la supervisión de un tutor designado en la entidad receptora, y un tutor académico designado por la Comisión Académica del programa.</p> <p>El contenido de la asignatura Prácticas en Empresa será variable en función del centro en que se realicen las mismas, pero estará, en todos los casos, vinculado a una o más de las materias que configuran el plan de enseñanzas del Máster.</p> <p>Las/os alumnas/os elaborarán pliegos de ofertas e informes y certificados conforme a lo contemplado en la norma UNE-EN ISO/IEC 17020: 2012 para organismos que realizan inspecciones de empalmamientos potencialmente contaminados.</p> <p>Los alumnos aplicarán los criterios recogidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17020: 2012 para llevar a cabo subcontrataciones, para el control de equipos e instalaciones, y para la elaboración y custodia de registros de inspección.</p>	
				<p>Resultados de aprendizaje</p> <p>Aplicar los conocimientos adquiridos durante los estudios de master en las tareas asignadas por una entidad receptora del alumno en prácticas o en seminarios de un carácter profesional equivalente, todo ello bajo la supervisión de un tutor académico designado por la Coordinación.</p> <p>Integrarse y colaborar en equipos de trabajo multidisciplinares, desarrollando soluciones a problemas en entornos reales.</p>	
				<p>Observaciones</p> <p>Dentro de esta materia, se contempla la asignación de créditos a un estudiante por la realización de un período de prácticas en una empresa o centro de investigación cuyas actividades sean afines a los contenidos del Máster. Con carácter general, la realización de dichas prácticas se canalizará a través del COIE de la UPM. Para los estudiantes que</p>	

CRITERIO 5 - PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

					<p>opten por esta vía para cumplir los créditos de optatividad del programa, el coordinador designará un tutor de entre los profesores del master, de acuerdo con la afinidad de su actividad investigadora y/o profesional en relación al contenido de las prácticas. El tutor evaluará tanto la calidad del contenido del informe final de Prácticas, como la carga de trabajo.</p> <p>Alternativamente, los/as estudiantes que no realicen prácticas en empresa, cursarán dos seminarios aplicados que les dotarán de las mismas competencias adquiridas por los/as alumnos/as que sí hayan llevado a cabo dichas prácticas.</p>					
1 - Trabajo de Fin de Máster (6 - Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster)	Trabajo Fin de Grado / Máster	12	Semestral en los periodos: <ul style="list-style-type: none"> • 2 	<table border="1"> <tr> <td>Contenidos</td> <td>Realización y defensa de una memoria sobre un proyecto de investigación y/o profesional relacionado con la temática del Master.</td> </tr> <tr> <td>Resultados de aprendizaje</td> <td>Capacitar al alumno para realizar un proyecto de investigación o profesional relacionado con la caracterización y modelización de problemas de contaminación en el subsuelo, el análisis del riesgo o la descontaminación.</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td>Bibliografía básica: En función de la temática de la memoria</td> </tr> </table>	Contenidos	Realización y defensa de una memoria sobre un proyecto de investigación y/o profesional relacionado con la temática del Master.	Resultados de aprendizaje	Capacitar al alumno para realizar un proyecto de investigación o profesional relacionado con la caracterización y modelización de problemas de contaminación en el subsuelo, el análisis del riesgo o la descontaminación.	Observaciones	Bibliografía básica: En función de la temática de la memoria
Contenidos	Realización y defensa de una memoria sobre un proyecto de investigación y/o profesional relacionado con la temática del Master.									
Resultados de aprendizaje	Capacitar al alumno para realizar un proyecto de investigación o profesional relacionado con la caracterización y modelización de problemas de contaminación en el subsuelo, el análisis del riesgo o la descontaminación.									
Observaciones	Bibliografía básica: En función de la temática de la memoria									

5.3.5 Despliegue Temporal Plan de Estudios

5.3.5.1 Trimestrales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

5.3.5.2 Cuatrimestrales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

5.3.5.3 Semestrales

Primer curso	Primer Semestre				Segundo Semestre			
	Módulo	Materia	Tipo	ECTS	Módulo	Materia	Tipo	ECTS
	1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	1 - Herramientas de Análisis	Obligatoria	4	1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas	1 - Herramientas de Análisis	Obligatoria	3
		2 - Investigación de Emplazamientos	Obligatoria	6		2 - Investigación de Emplazamientos	Obligatoria	3
	2 - Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	1 - Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	Obligatoria	13	3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	1 - Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Obligatoria	4
	3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	1 - Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	Obligatoria	7	4 - Módulo 4: Modulo de Investigación	1 - Investigación Aplicada y Difusión	Optativa	8
					5 - Módulo 5: Módulo Profesional	1 - Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	Optativa	8
					6 - Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster	1 - Trabajo de Fin de Máster	Trabajo Fin de Grado / Máster	12

5.3.5.4 Anuales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

5.3.5.5 Semanales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

5.3.5.6 Sin Despliegue Temporal Especificado

No existen materias sin despliegue temporal.

5.3.6 Desarrollo del Plan de Estudios (Asignaturas)

Asignaturas correspondientes a cada una de las materias ofertadas.

	Carácter	ECTS	Desp. Temporal	Asignaturas
1 - Herramientas de Análisis (1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas)	Obligatoria	7	Semestral en los periodos: • 1 • 2	
2 - Investigación de Emplazamientos (1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas)	Obligatoria	9	Semestral en los periodos: • 1 • 2	
1 - Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo (2 - Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo)	Obligatoria	13	Semestral en los periodos: • 1	
1 - Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente (3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente)	Obligatoria	11	Semestral en los periodos: • 1 • 2	
1 - Investigación Aplicada y Difusión (4 - Módulo 4: Modulo de Investigación)	Optativa	8	Semestral en los periodos: • 2	
1 - Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental (5 - Módulo 5: Módulo Profesional)	Optativa	8	Semestral en los periodos: • 2	
1 - Trabajo de Fin de Máster (6 - Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster)	Trabajo Fin de Grado / Máster	12	Semestral en los periodos: • 2	

5.3.7 Tabla de Competencias Generales por Materia

		COMPETENCIAS GENERALES			
		CG1	CG2	CG3	CG4
Mod.1	Mat.1	X		X	
	Mat.2	X		X	
Mod.2	Mat.1	X		X	X
Mod.3	Mat.1		X	X	X
Mod.4	Mat.1	X			
Mod.5	Mat.1			X	X
Mod.6	Mat.1	X	X	X	X

5.3.8 Tabla de Competencias Específicas por Materia

		COMPETENCIAS ESPECÍFICAS														
		CE3	CE1	CE2	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11	CE12	CE13	CE14	CE15
Mod.1	Mat.1		X			X										
	Mat.2	X		X	X	X	X								X	
Mod.2	Mat.1	X		X	X		X	X	X	X						
Mod.3	Mat.1								X	X	X	X	X	X	X	
Mod.4	Mat.1		X													
Mod.5	Mat.1												X		X	
Mod.6	Mat.1		X												X	X

5.3.9 Tabla de Competencias Transversales por Materia

		COMPETENCIAS TRANSVERSALES							
		CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8
Mod.1	Mat.1	X	X		X				
	Mat.2	X	X		X	X		X	X
Mod.2	Mat.1	X	X		X	X		X	X
Mod.3	Mat.1	X	X	X	X	X	X	X	X
Mod.4	Mat.1	X						X	X
Mod.5	Mat.1	X		X	X		X	X	
Mod.6	Mat.1	X			X	X	X	X	

5.4 Detalle del Plan de Estudios (Módulos - Materias)

5.4.1 MÓDULO 1 - Módulo 1: Evaluación Ambiental en Suelos y Aguas Subterráneas

5.4.1.1 Materia 1 - Herramientas de Análisis

Carácter:

Obligatoria

ECTS Materia:

7

Despliegue temporal:

Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Semestral	1	4
Semestral	2	3

- castellano

Resultados de aprendizaje

Aplicar las herramientas de análisis espacial a los fenómenos de contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Elaborar e interpretar mapas temáticos a partir de la información generada con las metodologías de análisis utilizando los Sistemas de Información Geográfica.

Generar información espacial de manera autónoma, a partir de la selección y discriminación de información procedente de distintas fuentes de información sobre contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Comprender los fundamentos de los procesos estocásticos y su aplicación en fenómenos de contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Aplicar los distintos parámetros de evaluación estadística.

Aplicar distintos tipos de "Kriging".

Seleccionar el método de toma de muestra, conservación, preparación, y análisis de las muestras en función del objetivo para el que vayan a ser utilizados los resultados.

Comprender los fundamentos teóricos de los métodos instrumentales de análisis y el funcionamiento básico de los equipos.

Aplicar los métodos estadísticos al calibrado de equipos de laboratorio y a los resultados obtenidos.

Realizar análisis mediante diferentes técnicas de laboratorio y tratar estadísticamente los resultados obtenidos.

Contenidos

Modelos de datos SIG. Bases de datos SIG.

Análisis espacial sobre modelos vectoriales y ráster.

Herramientas de interpolación SIG.

Edición cartográfica y representación espacial.

Presentación de los resultados cartográficos.

Variables regionalizadas y Funciones Aleatorias.

Variogramas y Funciones de Covarianza

Análisis estructural.

Varianzas de dispersión y extensión

Kriging ordinario , simple y universal.

Kriging de la indicatriz, cokriging.

Simulación

Quimiometría y estadística en el laboratorio químico

Técnicas de disgregación. Especiación.

Métodos espectroscópicos atómicos: Absorción atómica (llama, cámara de grafito, horno de hidruros) y espectrofotometría de emisión de plasma: ICP-AES, ICP-MS.

Métodos espectrofotométricos moleculares: Espectrofotometría de ultravioleta-visible (UV-vis) y espectrofotometría de infrarrojos (IR)

Espectrometría de masas (MS)

Cromatografía: De gases (GC), líquida en columna y capa fina, líquida de alta eficacia (HPLC), e Iónica.
Métodos basados en Rayos X: Fluorescencia y Difracción.

Observaciones

Bivand et al. Applied Spatial Data Analysis with R (2008) Springer
 Venkatramanan. GIS and Geostatistical Techniques for Groundwater Science (2019) Elsevier
 Wackernagel H., Multivariate Geostatistics, (2003) Springer
 Cressie N., Statistics for Spatial Data,(1993) Wiley
 Journel A. G., Huijbrets C. J., Minino Geostatistics (1978) Academia Press
 Skoog, Leary: Análisis Instrumental (4ª edición), McGrawHill (1994)
 Miller, Miller: Estadística y Quimiometría para Química Analítica (4ª edición), Prentice Hall (2002)
 Llamas, De Miguel, Canoira: Quimiometría y Análisis Instrumental, Ed. Fundación Gómez-Pardo (1998)

Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas
2	CG3	CG3 - Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
6	CB6	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
3	CB7	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
5	CB8	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
4	CB9	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
7	CB10	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Aplicar herramientas de análisis de datos a la interpretación de la información procedente de una campaña de investigación de suelos y aguas subterráneas
2	CE5	CE5 - Manejar técnicas instrumentales para el análisis de contaminantes en suelos y aguas subterráneas, en campo y en laboratorio

Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales

2	CT2	CT2 - Desarrollar habilidades para trabajar en contextos internacionales, respetando y considerando entornos socioculturales y científico-técnicos distintos, en los trabajos y proyectos realizados
3	CT4	CT4 - Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola

Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
CT	Clases teóricas: desarrollo de contenidos teóricos y de los conceptos de las materias. Actividad presencial	28	100
CP	Clases prácticas: aplicación de contenidos teóricos al análisis de problemas concretos que permiten al estudiante comprender y asimilar los contenidos. Incluyen exposiciones, seminarios, debates y puestas en común con análisis de los contenidos desarrollados en las sesiones teóricas. Se realizarán en el aula, en la sala de informática, mediante realización de talleres, con estudios de casos, resolución de problemas y evaluación de programas. Actividad presencial	28	100
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.	14	100
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.	56	0
TP	Otro trabajo personal del estudiante que incluye el recurso de plataformas de tele-enseñanza (Moodle). Aquí se considera la actividad del estudiante en el diseño de presentaciones y actividades, la participación en grupos de lectura y el estudio y la preparación de exámenes. Incluye la actividad del estudiante realizando diversas tareas como la consulta de bases de datos para obtener bibliografía y material documental.	56	0
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza.	7	100

	Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.		
--	--	--	--

Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
LM	Lección magistral
ACP	Aprendizaje Cooperativo mediante Clases Prácticas
REP	Resolución de ejercicios y problemas

Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PG	Prueba Global	0.0	50.0
EC	Evaluación Continua	0.0	50.0
PET	Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas	0.0	50.0

5.4.1.2 Materia 2 - Investigación de Emplazamientos

Carácter:

Obligatoria

ECTS Materia:

9

Despliegue temporal:

Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Semestral	1	6
Semestral	2	3

- castellano
- ingles

Resultados de aprendizaje

Seleccionar el método de toma, conservación, preparación, y análisis de las muestras en función del objetivo para el que vayan a ser utilizados los resultados y de las características del emplazamiento y de los contaminantes.

Diseñar piezómetros

Ejecutar campañas de toma de muestras de suelos y aguas subterráneas.

Ejecutar campañas de medidas geoquímicas in situ

Elaborar Modelos Conceptuales del Emplazamiento

Conocer los distintos métodos y técnicas geofísicas de caracterización del subsuelo para discriminar cual es el más resolutivo en cada medio ambiente geológico.

Aprender la operatividad y los costes de los métodos superficiales de prospección eléctrica por corriente continua y por corriente variable, de cara a la caracterización litológica y petrofísica del subsuelo.

Delimitar el alcance de la interpretación geofísica (inversión) en algunos casos específicos de contaminación de suelos y aguas superficiales. Nivel de correlación con parámetros hidrogeoquímicos

Contenidos

Fases de una investigación de suelos y aguas subterráneas.

Diseño de muestreos

Técnicas de perforación

Diseño y construcción de piezómetros.

Muestreadores para matrices sólidas

Bombas y muestreadores manuales de agua.

Muestreo y análisis de gases in situ
 Análisis de aguas y suelos in situ
 Almacenamiento, conservación y transporte de muestras.
 Verificación y calibración
 Controles de calidad. Cadena de custodia
 Relaciones entre parámetros geofísicos y propiedades litológicas, petrofísicas e hidrogeológicas.
 Métodos y técnicas de prospección geofísica. Estudios a distintas profundidades (sondeos) y de variación lateral (tomografía). Metodologías de operación in situ.
 Capacidades y resultados del proceso de interpretación (inversión) de las campañas de prospección geofísica. Caracterización cuantitativa del medio ambiente geológico y detección de la distribución de los contaminantes.
 Aplicaciones medioambientales de los distintos métodos y técnicas de prospección geofísica. Estudios de casos

Observaciones

New Jersey Department of Environmental Protection (2005): Field Sampling Procedures Manual.
 California Environmental Protection Agency (1995): Drilling, coring, sampling and logging at hazardous substance release sites. Guidance Manual for Ground Water Investigations.
 California Environmental Protection Agency (1995): Representative sampling of groundwater for hazardous substances. Guidance Manual for Ground Water Investigations.
 California Environmental Protection Agency (1995): Guidelines for hydrogeologic characterization at hazardous substances release sites. Volume 1: Field Investigation Manual.
 US Environmental Protection Agency Region 4 (2001): Field Branches Quality System and Technical Procedures. <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>
 Geotechnical and Environmental Geophysics: Volume II, Environmental And Groundwater (1990). Stanley H. Ward, 352 pages. Society of Exploration Geophysicists.
 Environmental Geophysics. A Practical Guide (1995). Dieter Vogelsang. Springer. ISBN: 978-3-642-85143-8.
 An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, Edition 2 (2011). John M. Reynolds. John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-0471485360

Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas
2	CG3	CG3 - Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
6	CB6	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
3	CB7	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
5	CB8	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
4	CB9	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

7	CB10	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
---	------	--

Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
3	CE3	CE3 - Diseñar y ejecutar campañas de muestreo y control de aguas subterráneas
2	CE2	CE2 - Analizar y aplicar técnicas de perforación y toma de muestras para la investigación de la contaminación del suelo
4	CE4	CE4 - Diseñar y ejecutar campañas de campo de caracterización de las propiedades de la zona vadosa y de la zona saturada
5	CE5	CE5 - Manejar técnicas instrumentales para el análisis de contaminantes en suelos y aguas subterráneas, en campo y en laboratorio
6	CE6	CE6 - Aplicar conceptos geoquímicos y geofísicos al estudio del reparto de los contaminantes en las distintas fases del subsuelo
1	CE14	CE14 - Diseñar controles de calidad para proyectos de investigación y tratamiento de suelos y aguas subterráneas y evaluar críticamente sus resultados

Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales
2	CT2	CT2 - Desarrollar habilidades para trabajar en contextos internacionales, respetando y considerando entornos socioculturales y científico-técnicos distintos, en los trabajos y proyectos realizados
3	CT4	CT4 - Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola
4	CT5	CT5 - Proponer alternativas creativas y originales, valorando su viabilidad en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería
5	CT7	CT7 - Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos
6	CT8	CT8 - Utilizar la lengua inglesa para la comunicación oral y escrita a nivel avanzado en entornos académicos y profesionales

Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
CT	Clases teóricas: desarrollo de contenidos teóricos y de los conceptos de las materias. Actividad presencial	36	100
CP	Clases prácticas: aplicación de contenidos teóricos al análisis de problemas concretos que permiten al estudiante comprender y asimilar los contenidos. Incluyen exposiciones, seminarios, debates y puestas en común con análisis de los contenidos desarrollados en las sesiones teóricas. Se realizarán en el aula, en la sala de informática, mediante realización de talleres,	36	100

	con estudios de casos, resolución de problemas y evaluación de programas. Actividad presencial		
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.	18	100
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.	72	0
TP	Otro trabajo personal del estudiante que incluye el recurso de plataformas de tele-enseñanza (Moodle). Aquí se considera la actividad del estudiante en el diseño de presentaciones y actividades, la participación en grupos de lectura y el estudio y la preparación de exámenes. Incluye la actividad del estudiante realizando diversas tareas como la consulta de bases de datos para obtener bibliografía y material documental.	72	0
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza. Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.	9	100

Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
LM	Lección magistral
PBL	Aprendizaje Basado en Proyectos
ACP	Aprendizaje Cooperativo mediante Clases Prácticas
REP	Resolución de ejercicios y problemas

Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PG	Prueba Global	0.0	50.0
EC	Evaluación Continua	0.0	50.0
PET	Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas	0.0	80.0

5.4.2 MÓDULO 2 - Módulo 2: Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo

5.4.2.1 Materia 1 - Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo

Carácter:

Obligatoria

ECTS Materia:

13

Despliegue temporal:

Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Semestral	1	13

- castellano
- ingles

Resultados de aprendizaje

Analizar el efecto de las propiedades físico-químicas de los contaminantes sobre su comportamiento en el suelo y las aguas subterráneas
 Aplicar herramientas físico-químicas para la determinación de la distribución en fases de un contaminante en el suelo y las aguas subterráneas.
 Aplicar la hidrodinámica al estudio del movimiento de las aguas subterráneas
 Aplicar modelos de flujo y transporte de contaminantes en el subsuelo
 Comprender y aplicar los modelos de transporte de contaminantes en fase vapor en el suelo
 Comprender las modalidades conservativa y no conservativa en el transporte de contaminantes en el subsuelo
 Integrar los resultados de la modelización del transporte de contaminantes en el cálculo de la dosis recibida
 Evaluar el campo de aplicación y las limitaciones de los modelos de transporte de contaminantes en el suelo
 Comprender los fundamentos del flujo multifase en el subsuelo

Contenidos

El sub-suelo como sistema multifásico. Propiedades
 Solubilidad en agua y en disolventes no polares.
 Volatilidad.
 Sorción.
 Degradación.
 Coeficientes de reparto.
 Fugacidad y reparto multifásico.
 El Agua en la Naturaleza. Importancia y problemas.
 Formaciones geológicas y su comportamiento frente al agua. Funcionamiento de acuíferos. Nivel piezométrico.
 Introducción general a la hidrogeología. Conceptos generales de Geología, Estratigrafía y Tectónica Aplicados a la Hidrogeología. Textura y estructura de formaciones. Balance y funcionamiento. Técnicas auxiliares de investigación. Mapas hidrogeológicos
 Evaluación de aportaciones y recarga de acuíferos. Tratamiento de datos. Métodos empíricos y métodos de cálculo directo sobre las curvas de agotamiento de hidrogramas.
 Parámetros característicos de las formaciones geológicas en su comportamiento frente al agua. Parámetros hidrogeológicos. Porosidad total. Porosidad cinemática. Coeficiente de almacenamiento por liberación elástica. Coeficiente de almacenamiento por desaturación. Permeabilidad efectiva. Permeabilidad intrínseca. Transmisividad.
 Flujo. Ley de Darcy. Ecuaciones fundamentales del flujo en medios porosos: Laplace, Poisson y ecuación general del flujo transitorio.
 Métodos de evaluación de parámetros hidrogeológicos: análisis de curvas granulométricas y expresiones empíricas de determinación de la permeabilidad, ensayos con infiltrómetros, ensayos con permeabilímetros, ensayos de bombeo en acuíferos libres, ensayos de inyección y ensayos con trazadores.
 Métodos de resolución. Métodos analíticos, redes de flujo y métodos de simulación.
 Modelos unidimensionales. Modelos zanja 1, 2 y 3 y modelos wang.
 Modelos bidimensionales. Modelo de Prickett y Lonquist.
 Modelos tridimensionales. Modelo Modflow. Preprocesadores y posprocesadores. Ejemplos.

La ecuación de transporte de contaminantes en el subsuelo.
 Mecanismos y cuantificación de los fenómenos de transporte conservativo y no conservativo en el subsuelo.
 Métodos de resolución de la ecuación de transporte.
 Introducción a los métodos numéricos básicos en dinámica de fluidos.
 La formación y dinámica de fases libres no acuosas.
 Flujo multifásico : coexistencia de agua y fases libres de contaminantes en el subsuelo

Observaciones

Connell, D.W., Hawker, D.W., Warne M.S.J., Vowles, P.P. (1997): Basic Concepts of Environmental Chemistry. CRC Press, Boca Raton, Fl.
 Crosby, D.G. (1998): Environmental Toxicology and Chemistry. Oxford University Press, Nueva York.
 Ontario Ministry of Environment and Energy (1996): Guidance on Site Specific Risk Assessment for Use at Contaminated Sites in Ontario. [http:// www.ene.gov.on.ca/envision/gp/326701e.pdf](http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/326701e.pdf)
 U.S. Department of Energy (2005) RAIS: Risk Assessment Information System. http://risk.lsd.ornl.gov/rap_hp.shtml
 U.S. Environmental Protection Agency (1986a): Carcinogen Risk Assessment. 51 Federal Register 33992.
 U.S. Environmental Protection Agency (1986b): Guidelines for Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. 51 Federal Register 34014.
 U.S. Environmental Protection Agency (1989a): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part A. <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>
 U.S. Environmental Protection Agency (2003): Integrated Risk Information System, IRIS. <http://www.epa.gov/iris>
 Chiou, C.T. (2002): Partition and adsorption of organic contaminants in environmental systems. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ.
 Connell, D.W., Hawker, D.W., Warne M.S.J., Vowles, P.P. (1997): Basic Concepts of Environmental Chemistry. CRC Press, Boca Raton, Fl.
 Crosby, D.G. (1998): Environmental Toxicology and Chemistry. Oxford University Press, Nueva York.
 Harrison, R.M., De Mora, S.J. (1996): Introductory chemistry for the environmental sciences. 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge.
 Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M., Imboden, D.M. (1995): Environmental Organic Chemistry. John Wiley and Sons
 Balaguer, A. (1996): Desarrollo y análisis de métodos de volúmenes finitos para la simulación de procesos de transporte de contaminantes. Aplicación al transporte de residuos radiactivos en la geosfera. Tesis Doctoral. Universidad Jaume I, Castellón
 Conde, C. (1998): Ecuación de transporte. Dpto. Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
 Gallouet et al (1992): Problèmes non linéaires appliqués. Méthodes de volumes finis. Écoles CEA et EDF et INRIA, Clamart, France.
 Hidalgo, A. (2000): Un modelo numérico para la simulación de transporte de calor y liberación de materia en un almacenamiento profundo de residuos radiactivos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
 Hirsch, C. (1994): Numerical computation of internal and external flows. Vols. 1 y 2 (6ª Edición). Ed. John Wiley & Sons.
 López, A. (1998): Métodos en diferencias finitas para el tratamiento de problemas de contorno de tipo hiperbólico. Primera parte: Problemas de primer orden. Dpto. Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
 Morton, K.W.; Mayers, D.F. (1998): Numerical Solution of Partial Differential Equations. (3ª ed.). Ed. Cambridge University Press.
 Smith, G. D. (1998): Numerical solution of partial differential equations: Finite difference methods. (3ª ed.). Ed. Oxford University Press.
 VANG, (1984) Introduction to ground water modelling
 Fetter, C.W.; Boving, T.; Kremer, D. (2018). Contaminant Hydrogeology 3ª ed.
 M. Villanueva. Pozos y acuíferos http://www.igme.es/biblioteca/Libros_agotados/pozos_acuiferos_2.pdf
 Pinder, G.F; Gray, W.G.(2008).Essentials of multiphase flow and transport in porous media

Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas
2	CG3	CG3 - Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
3	CG4	CG4 - Diseñar proyectos de descontaminación de suelos y aguas subterráneas asociadas
7	CB6	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
4	CB7	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
6	CB8	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
5	CB9	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
8	CB10	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
2	CE3	CE3 - Diseñar y ejecutar campañas de muestreo y control de aguas subterráneas
1	CE2	CE2 - Analizar y aplicar técnicas de perforación y toma de muestras para la investigación de la contaminación del suelo
3	CE4	CE4 - Diseñar y ejecutar campañas de campo de caracterización de las propiedades de la zona vadosa y de la zona saturada
4	CE6	CE6 - Aplicar conceptos geoquímicos y geofísicos al estudio del reparto de los contaminantes en las distintas fases del subsuelo
5	CE7	CE7 - Aplicar conceptos hidrogeológicos a la investigación del transporte de contaminantes en zona saturada.
6	CE8	CE8 - Aplicar los conceptos matemáticos que intervienen en la simulación y modelización de fenómenos de flujo y transporte en los suelos y las aguas subterráneas
7	CE9	CE9 - Manejar e interpretar modelos de comportamiento de fases libres en el subsuelo

Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales

2	CT2	CT2 - Desarrollar habilidades para trabajar en contextos internacionales, respetando y considerando entornos socioculturales y científico-técnicos distintos, en los trabajos y proyectos realizados
3	CT4	CT4 - Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola
4	CT5	CT5 - Proponer alternativas creativas y originales, valorando su viabilidad en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería
5	CT7	CT7 - Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos
6	CT8	CT8 - Utilizar la lengua inglesa para la comunicación oral y escrita a nivel avanzado en entornos académicos y profesionales

Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
CT	Clases teóricas: desarrollo de contenidos teóricos y de los conceptos de las materias. Actividad presencial	52	100
CP	Clases prácticas: aplicación de contenidos teóricos al análisis de problemas concretos que permiten al estudiante comprender y asimilar los contenidos. Incluyen exposiciones, seminarios, debates y puestas en común con análisis de los contenidos desarrollados en las sesiones teóricas. Se realizarán en el aula, en la sala de informática, mediante realización de talleres, con estudios de casos, resolución de problemas y evaluación de programas. Actividad presencial	52	100
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.	26	100
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.	104	0
TP	Otro trabajo personal del estudiante que incluye el recurso de plataformas de tele-enseñanza (Moodle). Aquí se considera la actividad del estudiante en el diseño de presentaciones y actividades, la participación en grupos de lectura y el estudio y la preparación de exámenes. Incluye la actividad del estudiante realizando diversas tareas como la	104	0

	consulta de bases de datos para obtener bibliografía y material documental.		
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza. Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.	13	100

Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
LM	Lección magistral
PBL	Aprendizaje Basado en Proyectos
ACP	Aprendizaje Cooperativo mediante Clases Prácticas
REP	Resolución de ejercicios y problemas

Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PG	Prueba Global	0.0	70.0
EC	Evaluación Continua	0.0	70.0
PET	Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas	0.0	100.0

5.4.3 MÓDULO 3 - Módulo 3: Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente

5.4.3.1 Materia 1 - Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente

Carácter:

Obligatoria

ECTS Materia:

11

Despliegue temporal:

Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Semestral	1	7
Semestral	2	4

- castellano
- ingles

Resultados de aprendizaje

Comprender la información toxicológica empleada en los análisis de riesgos para salud humana

Diseñar modelos conceptuales de exposición y evaluar la dosis recibida por las distintas vías de exposición

Aplicar de la metodología del análisis de riesgos para salud humana a la ejecución de Análisis Cuantitativos de Riesgos (ACRs) específicos y a la elaboración de normativa medioambiental.

Comprender las diferentes tecnologías de remediación.

Evaluar entre las diferentes opciones en un caso concreto.

Optimizar las condiciones de aplicación y los rendimientos de las diferentes técnicas.

Identificar la presencia de compuestos orgánicos de origen antrópico en suelos y su maduración temprana debida a diversos procesos como la biodegradación.

Conocer la Teoría General de Proyectos en su aplicación a casos de I+D.

Aprender a programar la secuencia de tareas que constituyen un proyecto.

Establecer las asignaciones de recursos necesarios para finalizar las tareas de un proyecto.
 Aproximarse a los conceptos que permiten una evaluación económica de cualquier proyecto.
 Conocer las herramientas informáticas disponibles que faciliten la programación, control y seguimiento de proyectos, así como el estudio económico de los mismos.
 Aplicar los conceptos aprendidos a casos reales de proyectos de investigación, preferentemente a aquéllos en los que hayan participado los asistentes al curso.

Contenidos

Introducción a la evaluación de riesgos ambientales
 Evaluación toxicológica
 Evaluación de la exposición
 Caracterización del riesgo
 Análisis probabilísticos de riesgos
 Planteamiento del problema y selección de las tecnologías disponibles.
 Técnicas físico-químicas de remediación.
 Técnicas térmicas de remediación.
 Técnicas biológicas de remediación.
 Definición de Proyecto. Teoría de Sistemas. El Proyecto como Sistema.
 Estudios Previos: Viabilidad del Proyecto.
 Objetivos de un Proyecto. Tipos de Proyectos. Certificación PMI.
 Planificación de Proyectos. Restricciones de un proyecto.
 Teoría de Grafos.
 Diagrama de Gantt. PERT y CPM. El Método Roy. El PERT-Coste.
 Herramientas informáticas para la planificación y gestión de proyectos: Microsoft Project, Primavera, Tilos, PowerProject, 4DSynchro.
 Métodos de Análisis Económico.
 Seguimiento del plan del Proyecto.
 Resolución de Casos con programas informáticos comerciales (Microsoft Project, Risk, Microsoft Visio, etc.).
 Resolución de Conflictos en la programación de Proyectos.

Observaciones

Ontario Ministry of Environment and Energy (1996): Guidance on Site Specific Risk Assessment for Use at Contaminated Sites in Ontario. [http:// www.ene.gov.on.ca/envision/gp/326701e.pdf](http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/326701e.pdf)
 U.S. Department of Energy (2005) RAIS: Risk Assessment Information System. http://risk.lsd.ornl.gov/rap_hp.shtml
 U.S. Environmental Protection Agency (1986a): Carcinogen Risk Assessment. 51 Federal Register 33992.
 U.S. Environmental Protection Agency (1986b): Guidelines for Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. 51 Federal Register 34014.
 U.S. Environmental Protection Agency (1989a): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part A. <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>
 U.S. Environmental Protection Agency (2003): Integrated Risk Information System, IRIS. <http://www.epa.gov/iris>
 N. Sara (2003). Site assessment and remediation handbook. Lewis Publishers
 Russell Boulding, J., Ginn Jon S, (2004). Practical Handbook of soil, vadose zone and ground-water contamination. Assessment, Prevention and Remediation. Aguilar Ciera, I. (1998). Arquitectura industrial. Concepto, método y Fuentes. Col. Arque. Industrial. Museo de Etnología_Dip. Valencia. Valencia.
 Siegrist, R. L. (2002). Hazardous waste site remediation. Course notes. Colorado School of Mines.
 Llamas, J.F., de Miguel, E. (2000). Recuperación de suelos. Course notes. Colorado School of Mines.
 Riera, P. et al. (2016): Manual de Economía Ambiental y de los recursos naturales. Ed. Práxide.
 Sapag, N. (1993). Técnicas de Programación de Proyectos. Ed. McGraw-Hill.
 De Cos, M. (1995). Teoría General del Proyecto (2 Volúmenes). Ed. Síntesis.
 Domingo, A. (2000). Dirección y Gestión de Proyectos. Ed. Rama.

Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG2	CG2 - Aplicar la evaluación de riesgos ambientales para salud humana a la caracterización, valoración y gestión de la contaminación
2	CG3	CG3 - Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
3	CG4	CG4 - Diseñar proyectos de descontaminación de suelos y aguas subterráneas asociadas
7	CB6	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
4	CB7	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
6	CB8	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
5	CB9	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
8	CB10	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
6	CE8	CE8 - Aplicar los conceptos matemáticos que intervienen en la simulación y modelización de fenómenos de flujo y transporte en los suelos y las aguas subterráneas
7	CE9	CE9 - Manejar e interpretar modelos de comportamiento de fases libres en el subsuelo
1	CE10	CE10 - Manejar e interpretar conceptos de toxicología aplicados a la evaluación de riesgos para salud humana
2	CE11	CE11 - Manejar modelos de estimación de la exposición para el cálculo de niveles de riesgo para salud humana y de concentraciones objetivo
3	CE12	CE12 - Seleccionar y dimensionar las técnicas de ingeniería apropiadas para la remediación de emplazamientos contaminados en función de las características físicas del emplazamiento y la naturaleza química de los contaminantes.
4	CE13	CE13 - Aplicar herramientas informáticas destinadas a la planificación y gestión de proyectos ambientales, así como al estudio económico de los mismos
5	CE14	CE14 - Diseñar controles de calidad para proyectos de investigación y tratamiento de suelos y aguas subterráneas y evaluar críticamente sus resultados

Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales
2	CT2	CT2 - Desarrollar habilidades para trabajar en contextos internacionales, respetando y considerando entornos socioculturales y científico-técnicos distintos, en los trabajos y proyectos realizados
3	CT3	CT3 - Conocer y utilizar herramientas de gestión administrativa y económica de los recursos humanos, materiales y financieros en la propuesta y ejecución de proyectos
4	CT4	CT4 - Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola
5	CT5	CT5 - Proponer alternativas creativas y originales, valorando su viabilidad en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería
6	CT6	CT6 - Planificar y organizar trabajos y proyectos, estableciendo los objetivos y la programación, asignando tareas y recursos y responsabilizándose de la correcta toma de decisiones
7	CT7	CT7 - Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos
8	CT8	CT8 - Utilizar la lengua inglesa para la comunicación oral y escrita a nivel avanzado en entornos académicos y profesionales

Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
CT	Clases teóricas: desarrollo de contenidos teóricos y de los conceptos de las materias. Actividad presencial	44	100
CP	Clases prácticas: aplicación de contenidos teóricos al análisis de problemas concretos que permiten al estudiante comprender y asimilar los contenidos. Incluyen exposiciones, seminarios, debates y puestas en común con análisis de los contenidos desarrollados en las sesiones teóricas. Se realizarán en el aula, en la sala de informática, mediante realización de talleres, con estudios de casos, resolución de problemas y evaluación de programas. Actividad presencial	44	100
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.	22	100
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma	88	0

	autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.		
TP	Otro trabajo personal del estudiante que incluye el recurso de plataformas de tele-enseñanza (Moodle). Aquí se considera la actividad del estudiante en el diseño de presentaciones y actividades, la participación en grupos de lectura y el estudio y la preparación de exámenes. Incluye la actividad del estudiante realizando diversas tareas como la consulta de bases de datos para obtener bibliografía y material documental.	88	0
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza. Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.	11	100

Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
LM	Lección magistral
PBL	Aprendizaje Basado en Proyectos
ACP	Aprendizaje Cooperativo mediante Clases Prácticas
REP	Resolución de ejercicios y problemas

Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PG	Prueba Global	0.0	50.0
EC	Evaluación Continua	0.0	50.0
IDP	Informe y Defensa de Proyecto	0.0	100.0
PET	Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas	0.0	50.0

5.4.4 MÓDULO 4 - Módulo 4: Modulo de Investigación

5.4.4.1 Materia 1 - Investigación Aplicada y Difusión

Carácter:

Optativa

ECTS Materia:

8

Despliegue temporal:

Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Semestral	2	8

- castellano
- ingles

Resultados de aprendizaje

Aplicar los distintos estimadores estadísticos.
 Comprender los métodos de creación de modelos.
 Aplicar los métodos básicos de análisis de datos en la modelización.
 Aplicar el análisis de datos a la identificación de grupos y a la construcción de clasificadores
 Aprender a redactar un artículo científico.
 Manejar fuentes bibliográficas científicas y técnicas.
 Proporcionar a sus alumnos/as la capacidad de análisis crítico de los ámbitos de investigación en el campo de la contaminación del medio natural que se encuentran en desarrollo y con recorrido de futuro, y los que han alcanzado la madurez

Contenidos

El modelo lineal. Formulación de modelos.
 Visualización de datos Multivariantes. Componentes principales. Métodos de distancias. Análisis de componentes independientes.
 Análisis de Conglomerados.
 Análisis Factorial.
 Discriminación. Métodos estadísticos.
 Redes Neuronales.
 Máquinas de vector de apoyo.
 La comunicación y divulgación de resultados científicos y técnicos. Indicadores cuantitativos.
 El proceso de publicación: Editoriales, journals y revisión por pares
 Estructura y contenido de un artículo científico.
 Búsqueda de información en bases de datos.
 Elementos de estilo, errores comunes y consejos para facilitar el éxito en la publicación

Observaciones

Box G.E.P., Hunter W.G., Hunter J.S. Estadística para Investigadores (2001) Reverté S.A.
 Venables W.N., Ripley B.D., Modern Applied Statistics with S (2002) Springer
 Mardia K. V., Kent J. T., Bibby J. M. Multivariate Analysis (1979) Academic Press
 Reyment R., Jöreskog K. G. Applied Factor Analysis in the Natural Sciences (1996) Cambridge Uni. Press

Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas
5	CB6	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
2	CB7	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
4	CB8	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
3	CB9	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

6	CB10	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
---	------	--

Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Aplicar herramientas de análisis de datos a la interpretación de la información procedente de una campaña de investigación de suelos y aguas subterráneas

Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales
2	CT7	CT7 - Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos
3	CT8	CT8 - Utilizar la lengua inglesa para la comunicación oral y escrita a nivel avanzado en entornos académicos y profesionales

Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
CT	Clases teóricas: desarrollo de contenidos teóricos y de los conceptos de las materias. Actividad presencial	28	100
CP	Clases prácticas: aplicación de contenidos teóricos al análisis de problemas concretos que permiten al estudiante comprender y asimilar los contenidos. Incluyen exposiciones, seminarios, debates y puestas en común con análisis de los contenidos desarrollados en las sesiones teóricas. Se realizarán en el aula, en la sala de informática, mediante realización de talleres, con estudios de casos, resolución de problemas y evaluación de programas. Actividad presencial	36	100
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.	18	100
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.	68	0
TP	Otro trabajo personal del estudiante que incluye el recurso de plataformas de tele-enseñanza	52	0

	(Moodle). Aquí se considera la actividad del estudiante en el diseño de presentaciones y actividades, la participación en grupos de lectura y el estudio y la preparación de exámenes. Incluye la actividad del estudiante realizando diversas tareas como la consulta de bases de datos para obtener bibliografía y material documental.		
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza. Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.	6	100

Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
LM	Lección magistral
PBL	Aprendizaje Basado en Proyectos
ACP	Aprendizaje Cooperativo mediante Clases Prácticas
REP	Resolución de ejercicios y problemas

Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PG	Prueba Global	0.0	50.0
EC	Evaluación Continua	0.0	70.0
PET	Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas	0.0	70.0

5.4.5 MÓDULO 5 - Módulo 5: Módulo Profesional

5.4.5.1 Materia 1 - Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental

Carácter:

Optativa

ECTS Materia:

8

Despliegue temporal:

Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Semestral	2	8

- castellano
- ingles

Resultados de aprendizaje

Aplicar los conocimientos adquiridos durante los estudios de master en las tareas asignadas por una entidad receptora del alumno en prácticas o en seminarios de un carácter profesional equivalente, todo ello bajo la supervisión de un tutor académico designado por la Coordinación.

Integrarse y colaborar en equipos de trabajo multidisciplinares, desarrollando soluciones a problemas en entornos reales.

Contenidos

Las/os alumnas/os realizarán prácticas en una empresa o centro de investigación en el ámbito de la contaminación de suelos y aguas subterráneas, bajo la supervisión de un tutor designado en la entidad receptora, y un tutor académico designado por la Comisión Académica del programa.

El contenido de la asignatura Prácticas en Empresa será variable en función del centro en que se realicen las mismas, pero estará, en todos los casos, vinculado a una o más de las materias que configuran el plan de enseñanzas del Máster.

Las/os alumnas/os elaborarán pliegos de ofertas e informes y certificados conforme a lo contemplado en la norma UNE-EN ISO/IEC 17020: 2012 para organismos que realizan inspecciones de empalmamientos potencialmente contaminados.

Los alumnos aplicarán los criterios recogidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17020: 2012 para llevar a cabo subcontrataciones, para el control de equipos e instalaciones, y para la elaboración y custodia de registros de inspección.

Observaciones

Dentro de esta materia, se contempla la asignación de créditos a un estudiante por la realización de un período de prácticas en una empresa o centro de investigación cuyas actividades sean afines a los contenidos del Máster. Con carácter general, la realización de dichas prácticas se canalizará a través del COIE de la UPM. Para los estudiantes que opten por esta vía para cumplir los créditos de optatividad del programa, el coordinador designará un tutor de entre los profesores del master, de acuerdo con la afinidad de su actividad investigadora y/o profesional en relación al contenido de las prácticas. El tutor evaluará tanto la calidad del contenido del informe final de Prácticas, como la carga de trabajo.

Alternativamente, los/as estudiantes que no realicen prácticas en empresa, cursarán dos seminarios aplicados que les dotarán de las mismas competencias adquiridas por los/as alumnos/as que sí hayan llevado a cabo dichas prácticas.

Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG3	CG3 - Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
2	CG4	CG4 - Diseñar proyectos de descontaminación de suelos y aguas subterráneas asociadas
6	CB6	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
3	CB7	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
5	CB8	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
4	CB9	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
7	CB10	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE12	CE12 - Seleccionar y dimensionar las técnicas de ingeniería apropiadas para la remediación de emplazamientos contaminados en función de las características físicas del emplazamiento y la naturaleza química de los contaminantes.
2	CE14	CE14 - Diseñar controles de calidad para proyectos de investigación y tratamiento de suelos y aguas subterráneas y evaluar críticamente sus resultados

Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales
2	CT3	CT3 - Conocer y utilizar herramientas de gestión administrativa y económica de los recursos humanos, materiales y financieros en la propuesta y ejecución de proyectos
3	CT4	CT4 - Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola
4	CT6	CT6 - Planificar y organizar trabajos y proyectos, estableciendo los objetivos y la programación, asignando tareas y recursos y responsabilizándose de la correcta toma de decisiones
5	CT7	CT7 - Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos

Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.	15	100
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.	200	0
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza. Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.	1	100

Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
PBL	Aprendizaje Basado en Proyectos
S	Seminarios

Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
IDP	Informe y Defensa de Proyecto	100.0	100.0

5.4.6 MÓDULO 6 - Módulo 6: Trabajo de Fin de Máster

5.4.6.1 Materia 1 - Trabajo de Fin de Máster

Carácter:

Trabajo Fin de Grado / Máster

ECTS Materia:

12

Despliegue temporal:

Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Semestral	2	12

- castellano
- ingles

Resultados de aprendizaje

Capacitar al alumno para realizar un proyecto de investigación o profesional relacionado con la caracterización y modelización de problemas de contaminación en el subsuelo, el análisis del riesgo o la descontaminación.

Contenidos

Realización y defensa de una memoria sobre un proyecto de investigación y/o profesional relacionado con la temática del Master.

Observaciones

Bibliografía básica:
En función de la temática de la memoria

Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas
2	CG2	CG2 - Aplicar la evaluación de riesgos ambientales para salud humana a la caracterización, valoración y gestión de la contaminación
3	CG3	CG3 - Diseñar, en todas sus fases básicas (i.e. muestreo, almacenamiento, transporte y preparación de muestras, análisis químico, control de calidad, tratamiento de la información, elaboración de conclusiones), campañas de investigación y de control de suelos y aguas subterráneas
4	CG4	CG4 - Diseñar proyectos de descontaminación de suelos y aguas subterráneas asociadas

8	CB6	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
5	CB7	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
7	CB8	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
6	CB9	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
9	CB10	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Aplicar herramientas de análisis de datos a la interpretación de la información procedente de una campaña de investigación de suelos y aguas subterráneas
2	CE14	CE14 - Diseñar controles de calidad para proyectos de investigación y tratamiento de suelos y aguas subterráneas y evaluar críticamente sus resultados
3	CE15	CE15 - Elaborar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, un proyecto en el ámbito científico o tecnológico de las materias del programa, en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas

Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales
2	CT4	CT4 - Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola
3	CT5	CT5 - Proponer alternativas creativas y originales, valorando su viabilidad en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería
4	CT6	CT6 - Planificar y organizar trabajos y proyectos, estableciendo los objetivos y la programación, asignando tareas y recursos y responsabilizándose de la correcta toma de decisiones
5	CT7	CT7 - Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos

Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TU	Tutorías: reuniones voluntarias y concertadas del profesor con los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos, para dirigir su aprendizaje de manera personalizada, así como para la resolución de dudas en relación	50	100

	con los contenidos de las materias, los trabajos, la preparación de las exposiciones y participaciones en el aula.		
TI	Trabajos individuales y en grupo que permitirán desarrollar los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio de casos, con exposición pública de las conclusiones.	275	0
EV	Actividades de evaluación, tanto presenciales en aula, laboratorio o campo, como mediante plataformas de tele-enseñanza. Incluye tanto la actividad de evaluación de carácter continuo como la final.	1	100

Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
TI	Trabajo de Investigación

Sistemas de Evaluación


Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
IDP	Informe y Defensa de Proyecto	100.0	100.0

6 Personal Académico

6.1 Profesorado

Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Asociado (incluye profesor asociado de C.C.: de Salud)	5	5	14
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Contratado Doctor	10	10	5
Universidad Politécnica de Madrid	Ayudante Doctor	19	19	11
Universidad Politécnica de Madrid	Catedrático de Universidad	19	19	31
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Titular de Universidad	47	47	39

6.1.1 Personal


 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el plan de estudios propuesto. Incluir información sobre su adecuación.

Para la impartición del programa expuesto se cuenta con 20 Profesores Investigadores y 6 Expertos Colaboradores (entre ellos 1 Profesor Asociado) además de 2 Técnicos de grado medio, Grupo B, para el apoyo a las prácticas de campo y laboratorio y de una persona del Personal de Administración y Servicios para las labores organizativas y administrativas.

Todos los profesores del Máster son doctores con amplia experiencia y formación en los temas que imparten. De entre ellos, todos los Profesores Investigadores con vinculación permanente tienen dedicación completa y todos (menos uno) tienen al menos dos sexenios de investigación reconocidos o 5 publicaciones en el JCR sobre el tema que imparten.

El programa del Máster Universitario de Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas, junto con una vocación profesionalizante clara, asume, también, una disposición de introducción a, y adquisición de competencias en, labores de investigación. A este respecto, se debe destacar la coherencia entre las líneas de investigación desarrolladas por los profesores del programa, tal y como aparecen recogidas en las memorias de investigación de los Departamentos y Grupos de Investigación correspondientes (y que se exponen a continuación) y los contenidos del Máster:

- Evaluación de riesgos ambientales
- Métodos estadísticos en prospección y medio ambiente
- Geoquímica Ambiental
- Geofísica
- Caracterización del medioambiente geológico
- Modelización de procesos ambientales
- Biogeoquímica
- Análisis de riesgos medioambientales
- Biorremediación
- Interacción suelo planta. Nutrición y explotación. Edafogénesis y biorremediación.
- Tecnología química aplicada al medioambiente. Contaminación en efluentes líquidos y residuos sólidos

Al Máster Universitario de Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas están asociados cinco Grupos de Investigación reconocidos por la Universidad Politécnica de Madrid:

- Recursos Minerales
- Estudios Ambientales
- Prospección y Medio Ambiente
- Contaminación de agroecosistemas por las prácticas agrícolas
- Defensa y Aprovechamiento del Medio Natural

El profesorado del programa demuestra una experiencia equilibrada entre docencia, investigación y tareas de gestión. La relevancia de la investigación queda acreditada por su elevada productividad científica. La tabla 6.1.1 presenta algunos indicadores que corroboran este hecho:



**MASTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS
SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

TABLAS 6.1: Indicadores de Investigación

Nº autorías Artículos en revistas científicas incluidas en el JCR (desde 2015):	137
Nº participaciones en Proyectos competitivos Internacionales (desde 2015):	21
Nº participaciones en Proyectos competitivos Nacionales / Autonómicos (desde 2015):	39
Nº Proyectos de Transferencia (Art. 83) (desde 2015):	27
Nº ponencias en Congresos Internacionales (desde 2015):	84
Nº ponencias en Congresos Nacionales (desde 2015):	46
Nº de Tesis dirigidas	51

Entre las publicaciones más relevantes del personal docente e investigador del Máster en los últimos cinco años, cabe listar las siguientes:

Applied Geography 75, 12-27 (2016)
 Acta Geotechnica 12, 1119-1127 (2017)
 Agriculture, Ecosystems and Environment 221, 187–197 (2016)
 Animal Feed Science and Technology 244, 36-41 (2018)
 Applied Mathematical Modelling 40, 10020-10037 (2016)
 Biogeosciences 13, 5245–5257 (2016)
 Chemosphere 135, 312-318 (2015)
 Communications in Soil Science and Plant Analysis. 46, 588–604 (2015)
 Computers & Fluids 118, 204-224 (2015)
 Computers & Fluids 160, 380-387 (2018)
 Computers and Geosciences 93, 55-62 (2016)
 Discrete and Continuous Dynamical Systems 35, 1503-1519 (2015)
 Ecotoxicology and Environmental Safety 160, 222-230 (2018)
 Electronic Journal of Differential Equations 22, 79-97 (2015)
 Energy and fuels 29, 2493-2502 (2015)
 Energy sources part A- Recovery utilization and environmental effects 14, 1556-1564 (2017)
 Engineering Geology 243, 206-217 (2018)
 Environmental Earth Sciences 77, 391 (2018)
 Environmental Geochemistry and Health 40, 737-748 (2018)
 Environmental Science and Pollution Research 25, 20255-20263 (2018)
 Environmental Science and Pollution Research International 24, 6794-6806 (2017)
 Environmental Toxicology and Chemistry 36, 544-550 (2017)
 Estuaries and Coasts 40-3, 758-772 (2017)
 European Journal of Agronomy 84, 95–104 (2017)
 Exposure and Health 10, 41-50 (2018)
 Field Crops Research 20, 135–145 (2017)
 Fuel 150, 208-216 (2015)
 Geological Journal 1-13 (2018)
 Geophysical Journal International 218, 33-44 (2019)
 International Journal of Greenhouse Gas Control 32, 1-14 (2015)
 International Journal of Greenhouse Gas Control 41, 1-10 (2015)
 International Journal of Greenhouse Gas Control 47, 351-363 (2016)
 International Journal of Greenhouse Gas Control 78, 341-348 (2018)
 Journal of Environmental Management 184, 219-228 (2016)
 Journal of Environmental Quality 48, 518-525 (2019)
 Journal of Iberian Geology 42, 39-54 (2016)
 Journal of Maps 11, 788-797 (2015)
 Journal of Mechanical Science and Technology 32(4), 1505-1517 (2018)
 Journal of Mining, Reclamation and Environment 33, 21-41 (2019)



Journal of Petroleum Science and Engineering 173, 462-468 (2019)
 Journal of Soil Science and Plant Nutrition 15, 217-231 (2015)
 Journal of the Science of Food and Agriculture 99, 4445-4451 (2019)
 Land Degradation and Development 29, 4252-4261 (2018)
 Landscape and Urban Planning 185, 191-199 (2019)
 Mine Water and the Environment 37 (1), 185-195 (2018)
 Mine Water and the Environment 37-1, 211-216 (2018)
 Minerals 7 (4) 55, 1-15 (2017)
 Near Surface Geophysics 16, 401-410 (2018)
 Oil & Gas Science and Technology-Revue D Ipf Energies Nouvelles 71, 18 (2016)
 Ore Geology Reviews 89 (2017)
 Periodica Polytechnica Civil Engineering 59, 165-172 (2015)
 Reliability Engineering & System Safety 165, 11-21, (2017)
 Science 356, 635-638 (2017)
 Science of the Total Environment 502, 602-610 (2015)
 Science of the Total Environment 508, 85-94 (2015)
 Science of the Total Environment 524-525, 93-103 (2015)
 Science of the Total Environment 566-567, 512-520 (2016)
 Science of the Total Environment 576, 335-346 (2017)
 Science of the Total Environment 584-585, 1175-1184 (2017)
 Science of the total environment 586, 446-456 (2017)
 Science of the Total Environment 589, 11-24 (2017)
 Science of the Total Environment 622-623, 41-48 (2018)
 Science of the Total Environment 636, 427-436 (2018)
 Science of the Total Environment 644, 1244-1253 (2018)
 Science of the Total Environment 644, 770-780, (2018)
 Science of the Total Environment 648, 398-407 (2019)
 Scientia Horticulturae. 186, 254-265 (2015). ISSN: 0304-4238
 Soil Biology and Biochemistry 116, 193-202 (2018)
 Soil Research. 53, 412-422 (2015). ISSN: 1838-675X
 Spanish Journal of Agricultural Research. 14(3), e1104, 14 pages (2016)
 Survey Review 47, 202-210 (2015)
 Sustainable Cities and Society 43, 157-165 (2018)
 Water 8, 371 (2016)
 Water Resources (Accepted) (2019)

La relación entre sexenios totales (32) y número de profesores con vinculación permanente es de 2. Este ratio es el resultado de un compromiso esencial para la continuidad del programa, en el que se aúnan Profesores con amplia experiencia investigadora reconocida y profesores jóvenes que, junto con su capacidad y conocimientos, aportan ilusión, dinamismo perspectiva de futuro y renovación.

El programa cuenta con el compromiso de participación, además de un profesor asociado, de 5 Expertos Colaboradores del mundo profesional (EMGRISA, IPMA Consultoría, Ramboll, TAUW) y de la Administración competente en la materia (Ministerio para la Transición Ecológica y Área de Planificación y Gestión de Residuos de la Comunidad de Madrid) que, en todos los casos, imparten menos de un crédito de docencia. La contribución de estos colaboradores, aunque puntual, aporta un nexo con los problemas reales de los profesionales del mundo de la contaminación de suelos y aguas subterráneas que complementa y asienta los contenidos académicos proporcionados por el personal docente e investigador del programa.

A continuación, se presenta un conjunto de Tablas en las que se detalla la implicación del profesorado asociado al programa. La asignación de la docencia a los profesores es, conforme a los Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid, competencia exclusiva de los Consejos de Departamento, órgano encargado de aprobarla en cada curso académico. Debe entenderse, por tanto, que la información presentada en las tablas incluidas en este apartado de la memoria es puramente orientativa y, de ninguna manera, vinculante.



MASTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

TABLAS 6.2: Recursos Docentes por Departamentos

TABLA 6.2.1: Nº TOTAL DE PROFESORES EN CADA TIPO DE PLAZA

	ENERGÍA Y COMBUSTIBLES	INGENIERÍA GEOLÓGICA Y MINERA	QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS	INGENIERÍA Y GESTIÓN FORESTAL Y AMBIENTAL
CATEDRÁTICO UNIV.	3	1		
TITULAR UNIV.	2	5	2	1
CONTRATADO DOCTOR			1	1
AYUDANTE DOCTOR	4			
PROFESOR ASOCIADO	1			



TABLA 6.2.2: Nº DE HORAS DE DOCENCIA ANUAL(*) DE LOS SIGUIENTES GRUPOS DE PROFESORES								
	ENERGÍA Y COMBUSTIBLES		INGENIERÍA GEOLÓGICA Y MINERA		QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS		INGENIERÍA Y GESTIÓN FORESTAL Y AMBIENTAL	
	Nº Horas capacidad docente anual	Nº Horas dedicadas al programa	Nº Horas capacidad docente anual	Nº Horas dedicadas al programa	Nº Horas capacidad docente anual	Nº Horas dedicadas al programa	Nº Horas capacidad docente anual	Nº Horas dedicadas al programa
CU	380	148,5	160	9				
TU	480	67,5	1200	85,5	480	18	240	22,5
CD					240	9	240	18
AD	720	54						
PA	120	72						

(*) En la Tabla 6.2.2 no se han contabilizado las horas de tutorías individuales o grupales, ni las dedicadas a la supervisión de los Trabajos de Fin de Máster, para el cálculo de las horas dedicadas al programa.



TABLA 6.2.3: NÚMERO DE PROFESORES DEL DEPARTAMENTO CON UNA EXPERIENCIA DOCENTE ...					
	Menor a 2 años	Entre 2 y 5 años	Entre 5 y 10 años	Entre 10 y 25 años	Superior a 25 años
CATEDRÁTICO UNIV.					4
TITULAR UNIV.				6	4
CONTRATADO DOCTOR			1	1	
AYUDANTE DOCTOR		2	2		
PROFESOR ASOCIADO			1		



TABLA 6.2.4. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DOCENTE (expresada en ECTS) POR PROFESOR

MATERIA / PROFESOR	FBP	BBV	ACR	LCL	EDM	JDC	FET	AEC	SGM	MGM	LGM	DGR	AHL	LIM	MID	ALB	LMM	RMF	JMM	MOR	RRP
Herramientas de Análisis								2	1			1		2					1		
Investigación de emplazamientos	0.5	1	0.5		4	1.5									1			0.5			
Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	1		2		2		1						2		1	1					3
Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	1		1.5		2					0.5	2.5				0.5		3				
Investigación Aplicada y Difusión				4																4	
Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental			4		4																

Leyenda:

Abrev	Profesor	Categoría	Abrev	Profesor	Categoría
FBP	BARRIO PARRA, FERNANDO	AD	DGR	GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, DEMETRIO	TU
BBV	BIOSCA VALIENTE, BÁRBARA	AD	AHL	HIDALGO LÓPEZ, ARTURO	TU
ACR	CALLABA DE ROA, ANTONIO	PA	LIM	IGLESIAS MARTÍNEZ, LUIS	TU
LCL	CANOIRA LÓPEZ, LAUREANO	CU	MID	IZQUIERDO DÍAZ, MIGUEL	AD
EDM	DE MIGUEL GARCÍA, EDUARDO	CU	ALB	LÓPEZ BENITO, ALFREDO	TU
JDC	DÍAZ CUIEL, JESÚS MARÍA	TU	LMM	MAZADIEGO MARTÍNEZ, LUIS FELIPE	TU
FET	ELORZA TENREIRO, FRANCISCO JAVIER	CU	RMF	MEDINA FERRO, RAFAEL	CU
AEC	EZQUERRA CANALEJO, ALEJANDRA	CD	JMM	MINGOT MARCILLA, JUAN	TU
SGM	GARCÍA MARCO, SONIA	CD	MOR	ORTEGA ROMERO, MARCELO FABIÁN	AD
MGM	GARCÍA MARTÍNEZ, MARÍA JESÚS	TU	RRP	RODRÍGUEZ PONS-ESPARVER, RAMÓN	TU
LGM	GARCÍA MONTERO, LUIS GONZAGA	TU			




TABLA 6.2.5: DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DOCENTE (expresada en ECTS) POR DEPARTAMENTO⁽¹⁾⁽²⁾

SEMESTRE	SEGMENTO	MATERIA	DEPTO.	Nº ESTIMADO ALUMNOS NUEVOS	Nº ESTIMADO ALUMNOS REPETID.	ECTS
1 2	1 3	Herramientas de Análisis	DIGM DIGFA DQTA	20	0	2 2 3
1 2	2 3	Investigación de emplazamientos	DEC DIGM	20	0	7,5 1,5
1	1 2	Comportamiento de los Contaminantes en el Subsuelo	DEC DIGM	20	0	6 7
1 2	2 3	Análisis y Gestión del Riesgo en Medio Ambiente	DEC DIGFA	20	0	8,5 2,5
2	4	Investigación Aplicada y Difusión	DEC	10	0	8
2	4	Ejercicio Profesional en Consultoría Ambiental	DEC	10	0	8

- (1) DEC: Departamento de Energía y Combustibles1
 DIGM: Departamento de Ingeniería Geológica y Minera
 DQTA: Departamento de Química y Tecnología de los Alimentos
 DIGFA: Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental
- (2) Las estimaciones presentadas están basadas en el histórico del Máster en Investigación, Modelización y Análisis del Riesgo en Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Madrid, dadas sus similitudes con el programa propuesto.



6.2 Otros recursos humanos

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

6. PERSONAL ACADÉMICO

6.2. Otros recursos humanos.

Además del personal docente e investigador detallado en el apartado anterior, entre los recursos humanos de que se dispone en el programa, se cuenta con:

Personal dedicado al programa:

- Una persona de administración y servicios funcionaria que realiza las labores de Secretaría Administrativa.
- Dos técnicos de laboratorio de nivel B1 encargados de la preparación y ejecución de las prácticas de laboratorio y de campo.


Recursos humanos compartidos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía:

- Unidad de Tecnologías de Información y Comunicaciones, que cubre las necesidades asociadas a los laboratorios de informática.
- Gabinete de Comunicaciones, al cargo del mantenimiento de la página web del programa, así como de las actividades y materiales para la difusión del mismo.



7 Recursos materiales y servicios

7.1 Justificación de disponibles

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

7.1 Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

El Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas tiene su sede en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid. Junto con los Departamentos de Energía y Combustibles y de Ingeniería Geológica y Minera de dicha Escuela, participan, también, el Departamento de Química y Tecnología de los Alimentos, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, de Alimentación y Biosistemas, y el Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural.

Los Departamentos involucrados en el Programa ponen a disposición de las actividades del Máster los recursos propios dedicados a la docencia, entre los que se cuentan:

- Aulas docentes, laboratorios, aulas de informática, biblioteca, salas de seminarios y conferencias, programas de apoyo a la presentación de ponencias, centro de cálculo, etc.
- Los Laboratorios de los Departamentos implicados; en especial los de Análisis Instrumental, de Preparación de Muestras, y de Investigación e Ingeniería Geoquímica Ambiental del Departamento de Energía y Combustibles; los laboratorios de Prospección y de Geomática del Departamento de Ingeniería Geológica y Minera; y el laboratorio de Química Agrícola y Técnicas Analíticas Instrumentales del Departamento de Química y Tecnología de los Alimentos.
- El Laboratorio Centralizado de la Escuela de Minas

Estos recursos se encuentran detallados en las Tablas 7.1 a 7.4.

Además, los alumnos tendrán preferencia en los laboratorios e instalaciones de los 4 Grupos de Investigación reconocidos por la UPM que participan en el Programa:

- Prospección y Medio Ambiente
- Recursos Minerales
- Estudios Ambientales
- Contaminación de agroecosistemas por las prácticas agrícolas

Por último, los diferentes Grupos y Departamentos disponen de relaciones y Convenios con empresas y Centros de Investigación que permiten colaborar en la realización de prácticas (ver documento 5.1).

MASTER EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID								
TABLA 7.1: Aulas para docencia								
Capacidad (nº de puestos)	Recursos: Mesas móviles		Recursos: Equipos Informáticos		Otros Recursos: (detallar)		Nº de Aulas	
	N	D	N	D	N	D	N	D
< 10	9	9					2	2
10 a 30	20	28	20	56 (3)			1	1
31 a 50	20	464	20	82 (2)			1	11
> 50	0	1652					0	19

**N: Necesidades D:
Disponibles**



En lo concerniente a las clases de teoría y de prácticas en aula, el programa cuenta a su disposición con el Aula 22 (71 plazas) y la Sala 433 (9 plazas). La primera de ellas es uno de los 8 espacios docentes (12,5%) reservados a las titulaciones de máster en la Escuela de Minas y Energía. La sala 433 está dedicada a clases optativas y seminarios y es el único espacio de estas características del Departamento de Energía y Combustibles (100%), puesto a disposición del Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas.

MASTER EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

TABLA 7.2: Laboratorios

Nombre del Laboratorio	Materia ⁽¹⁾	Capacidad (nº alumnos)	Principal equipamiento necesario	Principal equipamiento disponible
Análisis Instrumental (ETSIME)	Herramientas de Análisis	20	AA, ICP-OES, GC, UV-VIS, IR	AA, ICP-OES GC, UV-VIS, IR
Laboratorio de Investigación e Ingeniería Geoquímica Ambiental (ETSIME)	Investigación de Emplazamientos Contaminados	10	TOMA-MUESTRAS, MANUALES Y MECANICOS, PID, SONDAS INTERFASE, BOMBAS MUESTREO, EMANÓMETROS	TOMA MUESTRAS, MANUALES Y MECANICOS, PID, SONDAS INTERFASE, BOMBAS MUESTREO, EMANÓMETROS
Preparación de muestras (ETSIME)	Herramientas de Análisis Investigación de Emplazamientos Contaminados	10	TAMICES, MORTERO DE ÁGATA, BAÑO TERMOSTATIZADO, BLOQUE DIGESTOR, AGITADORES, CENTRÍFUGAS	TAMICES, MORTERO DE ÁGATA, BAÑO TERMOSTATIZADO, BLOQUE DIGESTOR, AGITADORES, CENTRÍFUGAS
Laboratorio de Prospección (ETSIME)	Investigación de Emplazamientos Contaminados	10	TOMOGRFÍA ELÉCTR., TOMOGRFÍA CAPACIT. GEORRADAR, RESONANCIA MAGNÉT., GRAVÍMETRO, SISMÓGRAFO, POLARIZACIÓN INDUCIDA	TOMOGRFÍA ELÉCTRICA, TOMOGRFÍA CAPACITIVA, GEORRADAR, POLARIZACIÓN INDUCIDA
Laboratorio Centralizado (ETSIME)	Herramientas de Análisis	10	MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DIFRACCIÓN RX	MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DIFRACCIÓN RX
Geomática (ETSIME)	Herramientas de Análisis	30	PUESTOS GIS	PUESTOS GIS
Laboratorio de Química Agrícola y Técnicas Analíticas Instrumentales (ESTSIAAB)	Herramientas de Análisis	30	AA, GC, UV-VIS	AA, GC, UV-VIS

(1) En caso de dar soporte a dos o más materias, indique el nombre de todas ellas



Todos los laboratorios incluidos en la tabla anterior (Tabla 5.2) sirven propósitos, tanto docentes, como de investigación. En el caso de la Escuela de Minas y Energía, a la que están adscritos todos ellos, menos uno, los laboratorios participantes en el programa suponen, aproximadamente, un 40% de todos los disponibles en el Centro.

El porcentaje de dedicación a las prácticas de laboratorio y campo del Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas cambia de un laboratorio o a otro, pero, y a pesar de las dificultades para realizar una estimación precisa, se prevé que varíe entre 5%, en el caso del Laboratorio de Química Agrícola y Técnicas Analíticas Instrumentales, hasta un 60% para el Laboratorio de Investigación e Ingeniería Geoquímica Ambiental, incluyendo el apoyo a la realización de Trabajos Fin de Máster.

MASTER EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID				
TABLA 7.3: Salas con ordenadores y acceso a Internet de uso general				
Dotación Informática que posibilite el trabajo académico				
Capacidad	Necesidad		Disponibilidad	
	Nº Puestos	Nº de Salas	Nº Puestos	Nº de Salas
< 20	5	2	36	2
20 a 50	20	1	174	5
51 a 100				
> 100				

Del conjunto de recursos informáticos docentes de la Escuela de Minas y Energía, aproximadamente un 25% de los mismos estarán disponibles para el Máster en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas. En concreto, a tenor del cupo de admisión planteado, estarán a disposición de las asignaturas del programa que así lo requieran, las aulas Talio y Mercurio, equipadas, cada una, con 18 puestos y, bien el Aula litio (22 puestos), o bien el Aula Vanadio (33 puestos), en función de la coordinación anual con el resto de titulaciones impartidas en dicho Centro.

A estos recursos, debe sumarse el Laboratorio de Geomática, disponible para la materia de Herramientas de Análisis, dotado con 30 puestos en los que se encuentra disponible software de Sistemas de Información Geográfica.



**MASTER EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

TABLA 7.4: Despachos de profesores

Nº de profesores equivalentes a tiempo completo previstos	Nº de despachos disponibles	Nº de despachos necesarios
20	20	20

Todos los profesores que participan en el programa disponen de despachos individuales en sus respectivos Centros (a excepción del único profesor asociado, que tiene habilitado un despacho compartido en el Departamento de Energía y Combustibles de la Escuela de Minas y Energía), por lo que la disponibilidad de recursos, en este apartado, es del 100%.



8 Resultados Previstos

8.1 Indicadores

Tasa de graduación %

Tasa de abandono %


Tasa de eficiencia %

85	3	95
----	---	----

Tasas libres

--

8.1.1 Justificación de los valores propuestos

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación.

La estimación de los valores relacionados con los resultados previstos del Título que se incluyen en la Tabla 8.1, al no haber comenzado aún su impartición, se apoya, fundamentalmente, en el precedente del Máster Universitario en Investigación, Modelización y Análisis del Riesgo en Medio Ambiente por la Universidad Politécnica de Madrid, cuyo programa académico, estructura y enfoque, presentan muchas similitudes con el Máster propuesto y que, como éste, contempla la finalización de las materias que constituyen el mismo, excluido el Trabajo de Fin de Máster, en un único curso académico. Se han incluido en el análisis para la previsión de resultados, también, dos programas máster impartidos en la Escuela de Minas y Energía de Madrid: Máster Universitario en Ingeniería Geológica y Máster Universitario en Minería Sostenible.

Las previsiones cuantitativas presentadas a continuación se han realizado a partir del análisis de 11 cursos académicos completos del Máster Universitario en Investigación, Modelización y Análisis del Riesgo en Medio Ambiente, en los cuales, sobre un total de 63 estudiantes con posibilidad de finalizar el mismo se han producido 2 abandonos, y se han defendido con éxito los Trabajos de Fin de Máster de 51 alumnos (39 en su primer año, 8 en su segundo año y 4 en su tercer año).

Bajo el supuesto de características similares del alumnado y del programa (en cuanto a estructura y, en buena medida, contenidos), se prevé una tasa de graduación de, aproximadamente, el 85 % y una tasa de abandono igual o inferior al 3%.

La tasa de eficiencia resultante de los objetivos planteados en la Tabla 8.1. es de, aproximadamente, el 95 %.

Los procedimientos de evaluación continua y por proyectos, mayoritarios en el programa, y el sistema de tutorías han sido diseñados para maximizar las tasas de éxito del Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas, por lo que se espera que los valores propuestos sean mejorados en sucesivas ediciones del mismo.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID			
TABLA 8.1: OBJETIVOS DE RENDIMIENTO POR CURSOS PARA COHORTES DE ENTRADA EN LA TITULACIÓN			
	Nº de años de estudio de los integrantes de la cohorte		
	1	2	TOTALES
% abandona estudios	3	-	3
% que supera todo el curso (excluido el Trabajo Fin Máster)	90	10	100
% supera el Trabajo Fin Máster	70	15	85



8.2 Procedimiento general para valorar el progreso y resultados

De forma general, el procedimiento PR/ES/003 (<http://ww2.minasyenergia.upm.es/es/calidad/procedimientos.html>) contempla el proceso de medición y análisis de los resultados del aprendizaje de los alumnos de la ETSI Minas y Energía. Así mismo, y siguiendo los criterios del Acuerdo Programa de la Universidad Politécnica de Madrid para la Mejora de la Calidad de los Centros Universitarios, de forma específica se han elegido como índices de valoración del progreso y resultado del aprendizaje de los estudiantes en el Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas los siguientes:

- Relación de créditos aprobados / créditos matriculados.
- Relación entre alumnos enviados y recibidos en programas de movilidad y el número de alumnos del Centro.
- Duración media de la titulación.
- Número anual de titulados.
- Promedio de las calificaciones de los alumnos que concluyen sus estudios.
- Número de Trabajos Fin de Máster presentados y defendidos.
- Análisis y evaluación de la calidad de los Trabajos Fin de Máster.
- Número de publicaciones derivadas de las actividades y Trabajos Fin de Máster de los alumnos.

9 Sistema de garantía de calidad

9.1 Sistema de garantía de calidad

Enlace:


http://www.minasyenergia.upm.es/attachments/article/1535/MANUAL_CALIDAD_ETSIME_R08.pdf

10 Calendario de Implantación

10.1 Cronograma de implantación

Curso de Inicio
2020

10.1.1 Descripción del Calendario de Implantación

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

10.1. Cronograma Propuesto

La propuesta de Máster Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas se presenta con el objetivo de que su implantación se haga efectiva en el curso académico 2020/2021, siempre que obtenga la aprobación de los órganos competentes de la Universidad Politécnica de Madrid y que sea verificado por la Fundación Madri+d con antelación al comienzo de dicho curso.



10.2 Procedimiento de adaptación

No está contemplada la necesidad de establecer mecanismos de adaptación de estudios existentes al programa propuesto

10.3 Enseñanzas que se extinguen

11 Personas asociadas a la Solicitud

11.1 Responsable del Título

Tipo de documento

Número de documento

NIF

32431055C

Nombre

Primer Apellido

Segundo Apellido

FRANCISO JAVIER

ELORZA

TENREIRO

Domicilio

C/ Ríos Rosas 21

Código Postal

Municipio

Provincia

28003

Madrid

Madrid

Email

Fax

Móvil

franciscojavier.elorza@upm.es

913366948

628326272

Cargo

SUBDIRECTOR DE POSGRADO

11.2 Representante Legal

Tipo de documento

Número de documento

NIF

51683006M

Nombre

Primer Apellido

Segundo Apellido

JOSÉ MIGUEL

ATIENZA

RIERA

Domicilio

Paseo Juan XXIII, nº 11

Código Postal

Municipio

Provincia

28040

Madrid

Madrid

Email

Fax

Móvil

vicerrector.estrategiaacademica@upm.es

913366212

658211471

Cargo

VICERRECTOR DE ESTRATEGIA ACADÉMICA E INTERNACIONALIZACIÓN

Delegación de Firma



A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

D. GUILLERMO CISNEROS PEREZ, Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid por Decreto 25/2016, de 5 de abril (BOCM de 6 de abril de 2016) y en virtud de las competencias que le otorga el **Art. 65.2 del Decreto 74/2010** de 21 de octubre, del BOCM de 15 de noviembre 2010, por el que se aprueban los Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid, en este acto delega en el Vicerrector de Estrategia Académica e Internacionalización, **D. José Miguel Atienza Riera**, cuyo nombramiento es efectivo a partir del día 27 de abril de 2016, la firma de las memorias correspondientes a las titulaciones y estudios de grado y postgrado.

Madrid, 19 de octubre de 2016

EL RECTOR,



Guillermo Cisneros Pérez

11.3 Solicitante

Tipo de documento

Número de documento

NIF

50822330N

Nombre

Primer Apellido

Segundo Apellido

EDUARDO

DE MIGUEL

GARCÍA

Domicilio

C/ Ríos Rosas 21

Código Postal

Municipio

Provincia

28003

Madrid

Madrid

Email

Fax

Móvil

eduardo.demiguel@upm.es

913366948

655490897

Cargo

COORDINADOR