

INFORME DE AUTOEVALUACIÓN

PARA LA OBTENCIÓN DEL SELLO INTERNACIONAL DE CALIDAD (Criterios 8 y 9)

DATOS IDENTIFICATIVOS DEL TÍTULO

- DENOMINACIÓN: **GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**
- NÚMERO DEL REGISTRO DE UNIVERSIDADES, CENTROS Y TÍTULOS: 2502494
- INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR: **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**
- CENTRO DONDE SE IMPARTE EL TÍTULO: **ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA**
- MENCIONES/ESPECIALIDADES QUE SE IMPARTEN EN CADA UNO DE LOS CENTROS DONDE SE IMPARTE EL TÍTULO:
 - **Itinerario 1: GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO (ETSIME)**
 - **Itinerario 2: TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS (ETSII)**
- MODALIDAD(ES) EN LA QUE SE IMPARTE EL TÍTULO EN CADA UNO DE LOS CENTROS: **PRESENCIAL**
- NÚMERO DE CRÉDITOS: **240 ECTS**

INTRODUCCIÓN

El presente informe recoge los aspectos más relevantes relacionados con los resultados de aprendizaje, tanto en la fase de diseño de la titulación, como en su adquisición por parte de los estudiantes, así como otras cuestiones relativas a los recursos económicos, humanos y de organización que garantizan el adecuado desarrollo y sostenibilidad temporal del Grado en Ingeniería de la Energía (GIE) que está adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía (ETSIME), en colaboración con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII), que imparte uno de los itinerarios, ambas de la Universidad Politécnica de Madrid. Todo ello, con el fin de evidenciar el cumplimiento de las directrices del modelo de evaluación del Programa Sellos Internacionales de Calidad (SIC), que gestiona ANECA, para la obtención del sello EUR-ACE, en la convocatoria de 2020.

Este informe ha sido elaborado, principalmente, por un grupo de trabajo de la ETSIME constituido por numerosos agentes de distintos colectivos:

Nombre y Apellidos	Cargo	Colectivo
José Luis Parra y Alfaro	Director	PDI
Agustín García Berrocal	Secretario Académico	PDI
Antonio Ruiz Perea	Subdirector de Ordenación Académica	PDI
Ángel Cámara Rascón	Subdirector de Relaciones con las Empresas y Empleabilidad	PDI
Natalia Fonseca González	Coordinadora del Grado en Ingeniería de la Energía	PDI
Félix de las Heras García	Coordinador del Grado en Ingeniería en Tecnología Minera	PDI
Marcelo Fabián Ortega Romero	Coordinador del Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos	PDI
José Eugenio Ortiz Menéndez	Coordinador del Grado en Ingeniería Geológica	PDI
Francisco Díaz López	Responsable Técnico de la Unidad de Calidad	PAS

Este proceso se ha desarrollado en varias etapas.

Inicialmente, llegado el momento de afrontar la participación de los títulos UPM en el programa Sellos Internacionales de calidad (SIC), la Unidad de Calidad del Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia dio de alta a los implicados de cada título del Centro que iban a participar en este proceso en un espacio de Moodle, creado por la Universidad expresamente para asesorar y ayudar a todos los implicados a preparar la documentación y sesiones de evaluación que implica el programa SIC.

En este espacio se centraliza toda la documentación relativa al programa, se pone en conocimiento de los implicados del centro los principales hitos del proceso y se comparten y se van planteando y resolviendo las dudas que van surgiendo.

En una primera etapa, se ha realizado un análisis exhaustivo del modelo de evaluación utilizado en el programa de Sellos Internacionales de Calidad (SIC) y de los requisitos de éste. Posteriormente, conviene destacar la etapa desarrollada, correspondiente al análisis de la relación de los resultados y sub-resultados de aprendizaje EUR-ACE con los establecidos en cada una de las asignaturas de la titulación y las diferentes actividades formativas que permiten su asimilación y el sistema de evaluación para medir la adquisición de los mismos. La etapa final ha consistido en la elaboración de este informe de autoevaluación y en la recopilación de todas las evidencias requeridas para justificar las valoraciones vertidas en el

mismo. En esta última etapa se ha involucrado al profesorado de la titulación, a la oficina de prácticas en empresa y a la oficina de internacionalización.

Hay que destacar, además, que todo este proceso ha sido liderado, orientado y supervisado desde el Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia de la Universidad Politécnica de Madrid, a través fundamentalmente del personal de la Unidad Técnica de Calidad.

La implantación del plan de estudios del Grado en Ingeniería de la Energía se ha desarrollado de acuerdo a lo establecido en la memoria de verificación del título (**E02_Memoria_verificación_GIE-ETSIME-UPM**). En la puesta en marcha del mismo, no se han percibido dificultades especiales, si bien ha habido aspectos de organización docente y de coordinación entre asignaturas que se han ido mejorando y afinando por varias razones, entre las que se citan las más importantes:

- 1) en primer lugar, y de manera general, debido a la experiencia acumulada a lo largo de la implantación del título,
- 2) en segundo lugar, el disponer en la ETSIME de un funcionamiento eficaz del Sistema de Garantía de Calidad (**E09_Manual_Calidad_ETSIME**), que incorpora entre otros, procedimientos para asegurar la calidad y el seguimiento de los títulos oficiales, así como con la colaboración con la ETSII.
- 3) finalmente, y en tercer lugar, la titulación del Grado en Ingeniería de la Energía por la Universidad Politécnica de Madrid está acreditada por ABET; lo que ha supuesto el sometimiento del título a varios procesos de evaluación por parte de la acreditadora americana desde sus inicios.

En referencia a la Acreditación ABET se aportan las siguientes evidencias:

E05_Self-Study-ABET-GIE-ETSIME-UPM

E06_Final-Statement_FOCUSED_IMMEDIATE_REVISIT-ABET_GIE-ETSIME-UPM

E07_Interim_Report_ABET_GIE-ETSIME-UPM

E08_Final-Statement-ABET_GIE-ETSIME-UPM

La primera, "**E05_Self-Study-ABET-GIE-ETSIME-UPM**", es el informe de autoevaluación presentado por la ETSIME para optar a la acreditación ABET por parte del GIE. Los siguientes documentos evidencian algunos de los pasos del proceso de acreditación hasta que el GIE logra la acreditación ABET por su máximo periodo posible. Así, en el Informe Final emitido por ABET "**E08_Final-Statement-ABET_GIE-ETSIME-UPM**" se puede comprobar que esta titulación está acreditada hasta el 30 de septiembre de 2022 (cuarta página no numerada), ya que las debilidades que presentaba el título quedaron resueltas.

En este proceso, son de destacar las acciones desarrolladas en el Centro para llevar a cabo la subsanación de la debilidad referente al Criterio 4. Mejora continua de ABET; ya que no había un proceso específico para evaluar el grado de adquisición por parte de los alumnos de cada una de las competencias ABET, sino que se hacía de forma general a nivel de cada curso, como ABET pone de manifiesto en la evidencia "**E06_Final-Statement_FOCUSED_IMMEDIATE_REVISIT-ABET_GIE-ETSIME-UPM**". Cabe destacar que esta debilidad quedó favorablemente resuelta con posterioridad, concretando en el caso de cada asignatura las competencias ABET que se evalúan,

tal como se detalla en el informe "**E07_Interim_Report_ABET_GIE-ETSIME-UPM**", que la ETSIME presentó a ABET.

Además, en 2016 el Grado renovó su acreditación nacional, como puede verse en el informe final emitido por la Fundación para el conocimiento Madri+d (**E03_Final_Renova_acreditación-GIE-ETSIME-UPM**) y en la correspondiente resolución de renovación de la acreditación del Consejo de universidades (**E04_Resoluc-CU-RA_2502494-GIE-ETSIME-UPM**). En el informe final de renovación de la acreditación, se establecieron una serie de recomendaciones de mejora relativas al Criterio 2. Información y transparencia, que ya fueron subsanadas.

El balance que se hace del desarrollo del título es positivo, aunque se reconocen aspectos en los que existe margen de mejora. Cabe reseñar que se ha trabajado de manera significativa en la mejora de la coordinación transversal y vertical, con reuniones de las Comisiones Académicas, con delegados de curso y con la Delegación de alumnos para establecer horarios, calendario de exámenes, distribución de prácticas más adecuados y llevar a cabo un seguimiento, aspecto que se trabaja dentro del proceso de Seguimiento de Titulaciones (PR/ES/003) de la ETSIME (**E09_Manual_Calidad_ETSIME**). Por otro lado, es necesario corregir algunas deficiencias detectadas por estudiantes y profesores que han sido puestas de manifiesto, principalmente, en las Comisiones de Coordinación Académica del Grado, dentro del citado proceso, que es transversal a todos los centros de la UPM y está soportado por GAUSS, una herramienta electrónica, cuyo excelente funcionamiento ha sido reconocido en 2018 con el premio Buenas Prácticas en Gestión Universitaria otorgado por Telescopi España, en colaboración con el Club de Excelencia en Gestión.

No obstante, el Título ha presentado una demanda elevada durante todos los años desde su implantación, dadas sus fortalezas: especialización, aprendizaje basado en competencias, relaciones con empresas e internacionalización.

CUMPLIMIENTO DE LOS CRITERIOS Y DIRECTRICES

DIMENSIÓN. SELLO INTERNACIONAL DE CALIDAD

Criterio 8. RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL SELLO INTERNACIONAL DE CALIDAD

Estándar:

Los/as **egresados/as del título han alcanzado** los resultados de aprendizaje establecidos por la agencia europea de calidad para la acreditación del Sello en el ámbito del título evaluado.

Directriz 8.1. Los resultados de aprendizaje definidos en el plan de estudios **incluyen** los resultados establecidos por la Agencia Europea de Calidad para la acreditación del Sello en el ámbito del título evaluado.

JUSTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTRIZ

Los resultados de aprendizaje definidos en las asignaturas que conforman el plan de estudios del Grado en Ingeniería de la Energía se definen en su memoria de verificación, ya que se trata de una titulación sin atribuciones profesionales. Igualmente, en dicha memoria se definen las competencias generales (CG) y específicas (CE) de la titulación, las competencias básicas (CB) enunciadas y recogidas en el RD 861/2010 de 2 de julio, que son comunes para titulaciones de Grado y las competencias transversales del Grado en Ingeniería de la Energía, que incorporan las competencias acordadas con carácter transversal para los títulos que se imparten en la Universidad Politécnica de Madrid (Consejo de Gobierno, julio 2008).

En concreto, en materia de capacidades, competencias y destrezas generales, se establece que la formación del Grado en Ingeniería de la Energía permite al egresado adquirir, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, las siguientes competencias (*ver E02_Memoria_verificación_GIE-ETSIME-UPM*), que constituyen los objetivos generales del título y que están contemplados en todos los resultados EUR-ACE, establecidos por la ENAEE:

- **OBJ1:** Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de la Energía y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
- **OBJ2:** Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en el desarrollo, en el ámbito de la ingeniería energética, que tengan por objeto las plantas energéticas, las plantas de carboquímica, petroquímica y gas, las redes de distribución energética y las instalaciones industriales en sus aspectos relacionados con el uso eficiente de la energía, así como la capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio

ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de las mismas.

- **OBJ3:** Capacidad para diseñar, redactar y planificar proyectos parciales o específicos de las unidades definidas en el apartado anterior, tales como instalaciones eléctricas, con su mantenimiento, redes de transporte de energía, instalaciones de transporte y almacenamiento para materiales sólidos, líquidos o gaseosos, sostenimiento y cimentación.
- **OBJ4:** Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de la Energía.
- **OBJ5:** Capacidad para diseñar, planificar, operar, inspeccionar y dirigir proyectos, plantas o instalaciones, en su ámbito.
- **OBJ6:** Capacidad para la realización de estudios de ordenación del territorio y de los aspectos medioambientales relacionados con los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito.
- **OBJ7:** Capacidad para el mantenimiento, conservación y explotación de los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito.
- **OBJ8:** Conocimiento para realizar, en el ámbito de la ingeniería energética, de acuerdo con los conocimientos adquiridos mediciones, planos y mapas, cálculos, valoraciones, análisis de riesgos, peritaciones, estudios e informes, estudios de impacto ambiental y social, sistema de control de calidad, sistema de prevención y otros trabajos análogos.
- **OBJ9:** Conocimiento y capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.

El Plan de estudios del título de Graduado/a en Ingeniería de la Energía permite al estudiante cursar dos itinerarios diferenciados, "1" y "2". El estudiante deberá elegir obligatoriamente uno de estos dos itinerarios, debiendo cursar todas las asignaturas que lo constituyen.

Se aporta la **Evidencia E01**, que incorpora dos archivos Excel que corresponden a los dos itinerarios de la titulación:

E01-I1 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSIME-UPM y

E01-I2 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSII-UPM),

Del contraste detallado entre las competencias del Título indicadas y los resultados de aprendizaje EUR-ACE que aparecen en la pestaña "Tabla 6. Resumen Correlación G" de los dos archivos de la Evidencia **E01**, se observa que todos los resultados EUR-ACE, establecidos por la ENAEE, están perfectamente integrados en las competencias del Título y que existe una correlación adecuada entre ellos. Por otra parte, en la pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos de esta misma Evidencia **E01**, se observa que las diferentes asignaturas del plan de estudios aquí recogidas incorporan la totalidad de los resultados establecidos por ENAEE para la acreditación EUR-ACE.

En esa pestaña ("Tabla 5. Correlación Grado"), se muestra que colaboran a la integración de los Sub-RA ENAEE, tanto las asignaturas de carácter específico de cada uno de los itinerarios de la titulación correspondientes a tercer y cuarto curso, como las asignaturas básicas de primero y segundo curso del Grado en Ingeniería de

la Energía. Estas últimas, de carácter básico y obligatorio, se imparten todas ellas en la ETSIME.

Además, debe tenerse en cuenta que el título ofrece a los alumnos la posibilidad de que cursen asignaturas de carácter optativo, en las que también se adquieren resultados de aprendizaje EURACE, pero que no se incluyen en la evidencia **E01**, debido a su carácter optativo.

Como se muestra en las guías docentes de las asignaturas (referenciadas y enlazadas en la columna A de la pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos de la evidencia E01, los contenidos, las actividades formativas, las metodologías docentes y los sistemas de evaluación de las asignaturas incorporan los resultados de aprendizaje establecidos para la acreditación del Sello.

En las tablas "Tabla 7. ProyectosTrabajosRA3", "Tabla 8. ProyectosTrabajosRA5" y "Tabla 9. TFG/TFM" de los archivos de la evidencia **E01**, se puede ver que los diferentes proyectos, trabajos y seminarios de las asignaturas contemplan los resultados exigidos para el Sello, particularmente en los apartados de Proyectos (RA3) y Aplicación práctica de la ingeniería (RA5).

El perfil y el número de docentes que participan en la titulación (columna B de la pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos de la evidencia **E01** son muy adecuados, dado que el profesorado pertenece a áreas de conocimiento directamente relacionadas con la titulación, como son, entre otras:

- Área Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
- Área Ingeniería Química
- Área Matemática Aplicada
- Área Ingeniería Eléctrica
- Área Ingeniería Mecánica
- Área Física Aplicada
- Área de Máquinas y Motores Térmicos
- Área de Proyectos de Ingeniería
- Área de Tecnología electrónica
- Área de Ingeniería de sistemas y automática
- Área de Ingeniería Nuclear
- Área de Tecnología del Medio Ambiente
- Área de organización de empresas

Además, dicho profesorado cuenta con una gran experiencia docente e investigadora, como demuestran los datos que se aportan al respecto en la Directriz 9 de este informe.

LISTADO DE EVIDENCIAS E INDICADORES QUE AVALEN EL CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTRIZ:

Tablas específicas para la autoevaluación del programa EUR-ACE solicitadas en la directriz 8.1. Datos correspondientes al curso académico 2018-2019.

Evidencia E01: archivos **E01-I1** 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSIME-UPM y **E01-I2** 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSII-UPM, correspondientes a los dos itinerarios de esta titulación.

- Tabla 5. Correlación entre los resultados del aprendizaje de ENAEE y las competencias del Grado en Ingeniería de la Energía (pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**).
- Tabla 6. Correlación entre los resultados del aprendizaje de ENAEE y las asignaturas del Grado en Ingeniería de la Energía (pestaña "Tabla 6. Resumen Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**).
- Tabla 7. Listado de proyectos/trabajos/seminarios/visitas por asignatura donde los estudiantes hayan tenido que desarrollar las competencias relacionadas con "Proyectos de Ingeniería (pestaña "Tabla 7. Proyectos Trabajos-RA3" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**).
- Tabla 8. Listado de proyectos/trabajos/seminarios/visitas por asignatura donde los estudiantes hayan tenido que desarrollar las competencias relacionadas con "Aplicación práctica ingeniería (pestaña "Tabla 8. Proyectos Trabajos-RA5" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**).
- Tabla 9. Trabajos Fin de Grado/Máster (pestaña "Tabla 9. TrabajosFinGradoMáster" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2** (en cada archivo se relacionan sólo los correspondientes a cada itinerario).
- CV de los profesores que imparten las asignaturas con las que se adquieren los resultados de aprendizaje (ver enlaces a CV en la columna B de la pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**).
- Guías docentes de las asignaturas que contengan actividades formativas relacionadas con los resultados de aprendizaje definidos para la obtención del Sello (ver enlaces a las guías docentes en la columna A de la pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**).

Directriz 8.2. Los resultados de aprendizaje alcanzados por los/as titulados/as **satisfacen** aquellos establecidos por la agencia europea de calidad para la acreditación del Sello en el ámbito del título evaluado, mencionados en la directriz 8.1.

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTRIZ Y/O ACLARACIONES SOBRE LAS EVIDENCIAS PRESENTADAS:

Tal y como puede apreciarse en las Guías Docentes de las asignaturas (véase columna A de la pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2** de la evidencia **E01**, correspondientes a los dos itinerarios de esta titulación, la duración, los contenidos, las actividades formativas y los sistemas de evaluación utilizados permiten alcanzar los resultados de aprendizaje establecidos en la memoria del Título.

En particular, los trabajos, seminarios, proyectos y actividades realizados en las diferentes asignaturas proporcionan a los alumnos la oportunidad de desarrollar la capacidad de resolver problemas de ingeniería, así como de diseñar y definir procesos, diseñar y construir sistemas y productos que resuelvan necesidades de la

sociedad, combinando teoría y práctica, seleccionando y utilizando los equipos y herramientas necesarios y comprendiendo las limitaciones prácticas y las implicaciones de la solución adoptada. En definitiva, todos estos trabajos permiten que el estudiante alcance el resultado de aprendizaje de "Aplicación Práctica de la Ingeniería (EUR-ACE RA5)".

Además, los trabajos, seminarios, proyectos y actividades realizados en las asignaturas del plan de estudios permiten preparar a los alumnos para ser capaces de realizar proyectos de ingeniería considerando restricciones de carácter técnico, pero también de otras índoles (social, salud y seguridad, ambiental), integrar el conocimiento adquirido en las diferentes asignaturas y desarrollar la creatividad para adaptarse a un entorno similar al profesional y encontrar soluciones originales para resolver problemas abiertos, intentando buscar la frontera del conocimiento.

Todo ello permite que los estudiantes alcancen los resultados de aprendizaje englobados en el apartado de "Proyectos de Ingeniería (EUR-ACE RA3)".

Un importante respaldo a todas estas afirmaciones lo constituye el hecho de que esta titulación este acreditada por ABET hasta 2022 (*E08_Final-Statement-ABET_GIE-ETSIME-UPM*).

Cabe resaltar que los indicadores de rendimiento de las asignaturas (véase columna BV de la "Pestaña Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2** de la evidencia **E01**) muestran que los estudiantes adquieren los contenidos necesarios a través de las actividades formativas y sistemas de evaluación establecidos, lo que demuestra la adquisición de los resultados de aprendizaje EUR-ACE exigidos por la agencia internacional de calidad que concede el Sello.

En correspondencia con la docencia recibida y la adquisición de las competencias necesarias para el desarrollo profesional de la ingeniería, los estudiantes reflejan, en general, una adecuada satisfacción con el Grado en Ingeniería de la Energía (véase columna CA de la "Pestaña Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2** de la evidencia **E01**). En este sentido, hay que mencionar que para las asignaturas que se imparten en el segundo semestre (febrero-junio) se ha considerado el grado de satisfacción global de los estudiantes con cada asignatura correspondiente al curso 2018/19, mientras que para las asignaturas que se imparten en el primer semestre (septiembre-enero) los resultados de satisfacción corresponden a los del curso 2019/2020 (se han elegido estos periodos porque para el segundo semestre del curso 2018/19 la Universidad implantó un nuevo sistema de encuesta).

Por otro lado, es necesario señalar que en algunas de las asignaturas, el dato de satisfacción en la Tabla 5 aparece como "No disponible". Ello es debido a que el número de respuestas obtenidas en la encuesta no es suficiente como para que el dato obtenido sea representativo de la totalidad de los alumnos de la asignatura. Esto puede estar relacionado con el cambio al nuevo sistema de encuestas. El seguimiento de la implantación de este nuevo sistema de encuesta es objeto de análisis por parte de los responsables del mismo en el Rectorado. Se espera que en las próximas ediciones de estas encuestas se tomen las medidas adecuadas para que el número de respuestas aumente y se disponga de datos representativos. No obstante, en los foros en los que se realiza la gestión y coordinación académica del título -a nivel de asignatura, semestre y título-, dentro del proceso de Seguimiento

de la titulación (PR/ES/003), no constan aspectos negativamente valorados, en relación a las asignaturas contenidas en la Tabla 5.

De forma adicional, tenemos el Proyecto Fin de Grado (PFG), que está contemplado en la memoria de verificación del título (**E02_Memoria_verificación_GIE-ETSIME-UPM**) como una materia de 12 ECTS de carácter obligatorio para todos los alumnos del GIE (pág. 54). En el itinerario 2 es posible desarrollar, de manera optativa una mayor dedicación al PFG, cursando la materia adicional "Ampliación del PFG", de 12 ECTS. Es de notar que esta asignatura es coordinada directamente por el Jefe de Estudios de la ETSIME (**E10_Cargos_organos_comisiones_responsabilidad_grados_ETSIME-UPM**).

El PFG, consiste en un proyecto que realiza cada estudiante de forma individual, en el ámbito de la ingeniería energética y de naturaleza profesional. El alumno para el desarrollo del PFG es aconsejado por uno o varios tutores y es evaluado mediante la presentación (oral y escrita) del proyecto ante un tribunal evaluador (Ver *E13_Guía_PFG_2018-19_GIE-ETSIME-UPM*). El PFG tiene como finalidad el proyectar una solución capaz de satisfacer adecuadamente una necesidad real, de suficiente nivel y complejidad como para requerir la aplicación de los conocimientos y formación adquiridos a lo largo de sus estudios, sintetizando e integrando las competencias adquiridas durante los años de estudios.

El desarrollo del PFG, así mismo, es una actividad docente del tipo PBL (Aprendizaje Basado en Proyectos) que permite al alumno desarrollar y reforzar todas las competencias generales y competencias específicas asignadas a la titulación de Graduado en Ingeniería de la Energía (ver *E02_Memoria_verificación_GIE-ETSIME-UPM* páginas 21 y 24) y por lo tanto permite valorar el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes de modo global (pág. 111).

Por lo anterior, la asignatura "Proyecto Fin de Grado" puede ser considerada un elemento que facilita de manera extraordinaria la integración y logro de los resultados de aprendizaje EURACE, si bien es evidente que cada estudiante elabora un proyecto único, por lo que las temáticas son muy diversas y no siempre pueden el PFG puede cubrir todos los sub-resultados EURACE al mismo tiempo, aunque siempre dentro del ámbito de la ingeniería energética. De manera general se comenta la forma en que el PFG puede contribuir a cada sub-resultado:

SUB-RESULTADO 1.1: En el desarrollo de un PFG se hace imprescindible la adquisición de una formación específica en un campo de la ingeniería energética, la cual se apoya ineludiblemente en la formación básica recibida, cuyo conocimiento y comprensión es por tanto fundamental.

SUB-RESULTADO 1.2: El PFG es un proyecto que el alumno debe desarrollar dentro del campo de la Ingeniería energética, integrando diferentes conocimientos y disciplinas adquiridas a lo largo de sus estudios, enfocados a temas novedosos o de tecnologías actualmente en desarrollo o en auge.

SUB-RESULTADO 1.3: Por su naturaleza, el PFG permite a los alumnos comprender la complejidad de los problemas reales de ingeniería y les hace ser conscientes de la necesidad de abordarlos de modo multidisciplinar, haciendo uso de conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas.

SUB-RESULTADO 2.1: Un PFG, por su naturaleza, es un proyecto en el que se desarrolla plenamente este sub-resultado, pues debe incluir el análisis de productos, procesos y/o sistemas complejos en el campo energético, así como elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y/o experimentales.

SUB-RESULTADO 2.2: Un PFG de forma general incluye un análisis económico y ambiental, que permite reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales.

SUB-RESULTADO 3.1: Un PFG permite adquirir, desarrollar y evaluar este sub-resultado, puesto que el proyecto individual que realiza cada estudiante debe cumplir requisitos establecidos, sean de tipo social, de salud y seguridad, ambientales, económicos y/o industriales.

SUB-RESULTADO 3.2: En la evaluación de los PFGs se valora positivamente la innovación tecnológica, puesta de manifiesto en la originalidad del proyecto.

SUB-RESULTADO 4.1: En la realización de los PFGs se incluye un capítulo de antecedentes que precisa de una recopilación bibliográfica sobre el estado de la técnica en el tema que se trate.

SUB-RESULTADO 4.2: Dado que los PFGs se llevan a cabo preferentemente sobre casos reales de la industria, se hace imprescindible la aplicación de códigos de buena práctica y de seguridad.

SUB-RESULTADO 4.3: Una parte significativa de los PFGs incluyen la adquisición y tratamiento de datos experimentales sobre procesos industriales en el campo de la tecnología energética, a partir de los cuales se elaboran las conclusiones de los mismos.

SUB-RESULTADO 5.1: En la realización de los PFGs es preciso llevar a cabo un estudio previo sobre las técnicas y métodos más adecuados al caso que se trate, tomando en consideración las limitaciones que dicho caso les imponga.

SUB-RESULTADO 5.2: Por su propia naturaleza, los PFGs tienen por objetivo la resolución de problemas de ingeniería mediante la realización de proyectos o investigaciones.

SUB-RESULTADO 5.3: Los PFGs incluyen en su desarrollo el estudio y optimización de materiales, equipos y herramientas, así como las diversas tecnologías y procesos que puedan ser aplicación al problema planteado.

SUB-RESULTADO 5.4: El desarrollo de los PFGs precisa ineludiblemente del conocimiento de la normativa técnica aplicable al caso de estudio.

SUB-RESULTADO 5.5: En los PFGs es condición necesaria la toma en consideración de los aspectos sociales (incluyendo la prevención de riesgos laborales), ambientales y económicos de los problemas de ingeniería.

SUB-RESULTADO 5.6: Es requisito de los PFGs llevar a cabo un estudio económico y de gestión en relación al tema estudiado.

SUB-RESULTADO 6.1: Ante la relevancia adquirida en el ámbito empresarial por la responsabilidad social, estos temas se están incorporando de forma creciente al desarrollo de los PFGs.

SUB-RESULTADO 6.2: Por la propia naturaleza de los PFGs, desde el planteamiento de los objetivos hasta el enunciado de las conclusiones, se desarrolla un proceso de análisis que lleva a la toma de la mejor decisión en función de los datos disponibles.

SUB-RESULTADO 7.1: La evaluación de los PFGs incluye un documento técnico escrito y una presentación oral ante tribunal, los cuales deben abarcar todos los aspectos del proyecto realizado.

SUB-RESULTADO 7.2: Una parte significativa de los PFGs se desarrollan en entornos empresariales, por su propia naturaleza multidisciplinarios y crecientemente de ámbito internacional, lo cual se ve potenciado en los casos de estudiantes que han desarrollado su PFG en el marco de un intercambio académico internacional.

SUB-RESULTADO 8.1: El diseño de los PFGs implica para el estudiante la necesidad de adquirir una formación específica, como sucede en la actualidad en todas las actividades tecnológicas.

SUB-RESULTADO 8.2: El PFG constituye un entrenamiento eficaz que desarrolle la capacidad para adquirir conocimientos ulteriores de forma autónoma.

Como evidencia de todo lo anteriormente expuesto, en la pestaña "Tabla 9. TrabajosFinGradoMáster" de los archivos **E01-I1 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSIME-UPM** y **E01-I2 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSII-UPM**, se muestra la relación de los PFGs presentados durante el curso 2018-19 en ambos itinerarios, con sus respectivas calificaciones (columna D de esta tabla).

Por tanto, a partir del análisis de esta información se puede afirmar que los exámenes, trabajos y pruebas, así como los Proyectos Fin de Grado realizados por los/as egresados/as constatan que los egresados adquieren los resultados de aprendizaje exigidos por ENAEE. Dicha adquisición queda ratificada a través de los indicadores de rendimiento de las asignaturas en las que se trabajan dichos resultados.

LISTADO DE EVIDENCIAS E INDICADORES QUE AVALEN EL CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTRIZ:

Tablas específicas para la autoevaluación del programa EUR-ACE solicitadas en la directriz 8.2. Datos correspondientes al curso académico 2018-2019.

Evidencia 1: **E01-I1 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSIME-UPM** y **E01-I2 4.b.Tablas_Grado_EURACE_GIE-ETSII-UPM**, correspondientes a los dos itinerarios de esta titulación, que incorporan las tablas 5, 6, 7, 8 y 9 descritas en el LISTADO DE EVIDENCIAS E INDICADORES QUE AVALAN EL CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTRIZ 8.1

- Tasas de resultados de las asignaturas del Grado en Ingeniería de la Energía con las que se adquieren los resultados de aprendizaje de EUR-ACE, establecidos por la ENAEE (pestaña "Tabla 5. Correlación Grado" de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**).

- Resultados de satisfacción de las asignaturas en las que se trabajan los resultados de aprendizaje de EUR-ACE, establecidos por la ENAEE (pestaña "*Tabla 5. Correlación Grado*") de los archivos **E01-I1** y **E01-I2**.

Evidencia 13: Guía de la asignatura Proyecto Fin de Grado, correspondiente al curso 2018-19. Archivo: **E13_Guía_PFG_2018-19_GIE-ETSIME-UPM**.

Criterio 9. SOPORTE INSTITUCIONAL DEL TÍTULO

Estándar:

El título cuenta con un **soporte institucional adecuado** para el desarrollo del programa formativo que garantiza su sostenibilidad en el tiempo.

Directriz 9.1. Los objetivos del título son consistentes con la misión de la universidad y su consecución se garantiza a través de un adecuado soporte en términos económicos, humanos y materiales y de una estructura organizativa que permite una apropiada designación de responsabilidades y una toma de decisiones eficaz.

JUSTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTRIZ

La misión de la UPM recogida en sus estatutos, entre cuyos propósitos está la de educar a sus estudiantes, preparándolos para el ejercicio profesional e inculcándoles los valores éticos, la responsabilidad y la sensibilidad por los problemas sociales y los retos de la humanidad, es consistente con los objetivos generales de las titulaciones de la ETSIME y, concretamente, con los del Grado en Ingeniería de la Energía. Estos objetivos se describen en el Manual de Calidad del Centro. Todo ello es compatible con las competencias de la titulación, recogidas en su memoria verificada (**E02_Memoria_verificación_GIE-ETSIME-UPM** y **E09_Manual_Calidad_ETSIME**).

El documento que se adjunta, "**E12_Carta-apoyo-institucional_GIE-ETSIME-UPM**", evidencia que los objetivos del título son consistentes con la misión y objetivos de la UPM. Así mismo, la Misión de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid recoge textualmente: "Formar Ingenieros en los ámbitos de la Energía, Geología, Metalurgia, Minería e Ingeniería Ambiental, proporcionando una oferta educativa de calidad que atienda a los retos y desafíos del conocimiento y que dé respuesta a las necesidades de la sociedad, no sólo a través de la transmisión del conocimiento sino demostrando su compromiso con el progreso *social*". Y así, los objetivos de la titulación (ver **E02_Memoria_verificación_GIE-ETSIME-UPM**) responden a esta misión, en este caso, en el ámbito de la Energía de forma primordial todos ellos y también en el de la Ingeniería Ambiental (Objetivos 2, 4, 6 y 8).

Igualmente, la totalidad de los objetivos responden a la primera parte de su formulación, con calidad y un nivel de conocimiento suficiente en lo referente a la formación de profesionales en este campo. Y más específicamente en lo relativo a la última parte de su formulación, relativa a su compromiso con el progreso social, fundamentalmente en los objetivos 2, 6, 8 y 9.

Aunque tanto la UPM, como la ETSIME y sus Departamentos, aún no disponen de contabilidad analítica desglosada por titulaciones, el presupuesto de los Departamentos (para Inventariable y Fungible) y el del Centro (tanto para Reparaciones, Mantenimiento y Seguridad, como el Global), son adecuados (**E11_Notificacion-adequación-RRHH-RRMM_GIE-ETSIME-UPM**), permitiendo la actualización y mantenimiento de unas instalaciones muy destacables.

Respecto a los recursos humanos, además de contar con una plantilla de gran experiencia docente e investigadora. Asimismo, hay otras figuras docentes no permanentes (Ayudantes, Ayudantes Doctores y Asociados), que, aún siendo minoritarias en número, diversifican la plantilla y complementan la experiencia del gran núcleo estable, enriqueciendo la docencia (**E11_Notificación-adequación-RRHH-RRMM_GIE-ETSIME-UPM**). La satisfacción por parte de los estudiantes respecto a este personal, es alta.

Según se puede consultar en la evidencia "**E10_Cargos_organos_comisiones_responsabilidad_grados_ETSIME-UPM**", el programa cuenta con un conjunto amplio de cargos, órganos de gobierno y comisiones para asegurar la consecución de los objetivos del programa, para evaluar sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, así como proponer un conjunto de acciones que contribuyen a su mejora continua.

Además de la Junta de Escuela (que aprueba definitivamente, si procede, el Plan Anual de Calidad, los informes anuales de las titulaciones, las programaciones docentes y las normativas generales), para la gestión de este programa se cuenta con los siguientes órganos colegiados:

- Una Comisión de Ordenación Académica, que revisa y aprueba, si procede, los informes anuales de las titulaciones, las programaciones docentes, las normativas generales..., antes de que éstos pasen a su revisión y aprobación por parte de la Junta de Escuela.
- Comisiones de Coordinación Académica de Semestre (de las que forman parte los coordinadores de las asignaturas del semestre correspondiente) que son las encargadas de redactar y aprobar, de forma colegiada, los informes semestrales de la titulación, que deberán ser finalmente aprobados por el Subdirector de Ordenación Académica/Jefe de Estudios.
- Una Comisión de Calidad que revisa y aprueba, si procede, el Plan Anual de Calidad, que incluye la medición de indicadores y una propuesta de mejoras generales del Centro y sus titulaciones.

En la gestión de este programa intervienen los siguientes cargos unipersonales:

- Un Director del Centro, que preside la Junta de Escuela.
- Un Secretario Académico, que es responsable de la Secretaría del Centro (y de la titulación), y es Secretario de la Junta de Escuela y de la Comisión de Ordenación Académica, además de ser responsable de la Gestión del Personal, Servicio de Gestión Administrativa y Biblioteca.
- Un Subdirector de Ordenación Académica/Jefe de Estudios responsable de la Jefatura de Estudios del Centro y que preside la Comisión de Ordenación Académica del Centro y de la titulación, conjuntamente con otras titulaciones de Grado que se imparten en la ETSIME (Grado en Ingeniería Geológica, Grado en Ingeniería en Tecnología Minera, Grado en Ingeniería en Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos y Grado en Ingeniería de la Energía).
- Un Subdirector de Postgrado, que es el Coordinador de los Másteres Universitarios de la ETSIME, que preside la Comisión de Ordenación Académica de estas titulaciones

y que revisa y aprueba, si procede, los informes de las asignaturas y de los semestres.

- Un Subdirector de Relaciones con la Empresas y Empleabilidad que es responsable de Prácticas Externas y de las Cátedras-Empresa, además de contar con las competencias de Calidad y Acreditación, por lo que es presidente delegado de la comisión de Calidad del Centro (y de la titulación).
- Una Subdirectora de Internacionalización que es responsable de la gestión de los programas de movilidad internacional estudiantil.
- Un Subdirector de Asuntos Económicos e Infraestructuras, que es responsable de la UTIC-Unidad Tecnológica de Información y Comunicación, Administración del Centro y Servicios de Mantenimiento.
- Una Adjunta a Dirección para Investigación y Doctorado, responsable de los programas de doctorado y que preside las Comisiones de Doctorado.
- Un Adjunto a Dirección para Estudiantes y Extensión Universitaria.
- Coordinadores de las Titulaciones de Grado.
- Directores de Departamento, que revisan y aprueban, si procede, los informes y las guías de aprendizaje de las asignaturas asignadas a su Departamento.

El proceso de toma de decisiones sigue una estructura organizativa jerárquica que asegura la calidad de éstas. Por ejemplo, los docentes y coordinadores/as de las asignaturas redactan los informes académicos de las mismas, que deben ser sometidos a aprobación por parte de su Departamento y del Subdirector de Ordenación Académica/Jefe de Estudios. A partir de estos informes y de las correspondientes reuniones de coordinación entre coordinadores que comparten semestre, se elaboran los informes semestrales, que deben ser aprobados por las comisiones de Semestre y el Subdirector de Ordenación Académica/Jefe de Estudios.

A partir de los informes semestrales, el Subdirector de Ordenación Académica/Jefe de Estudios redacta el informe anual de la titulación, el cual debe ser aprobado por la Comisión de Ordenación Académica del centro y la Junta de Escuela.

Las mejoras de más amplio alcance son incorporadas al Plan Anual de Calidad, que redacta el Responsable de Calidad y es aprobado por la Comisión de Calidad y también por la Junta de Escuela.

El proceso PR/ES/003 de Seguimiento de titulaciones, incluido en el Sistema de Garantía Interna de Calidad del Centro, soportado por la herramienta informática online GAUSS, es una pieza clave para la coordinación, revisión y mejora de este y todos los títulos de nuestra Universidad. Este procedimiento describe las acciones de planificación y seguimiento de la docencia que se han descrito más arriba, a través de la elaboración de las guías de aprendizaje y los informes de asignatura, semestre y titulación citados.

Por tanto, a partir de las evidencias presentadas, se puede afirmar que:

- Los objetivos del título son consistentes con la misión de la Universidad.

- Su consecución se garantiza a través de un adecuado soporte en términos económicos, humanos y materiales.
- La estructura organizativa permite una apropiada designación de responsabilidades y una toma de decisiones eficaz.

Con todo lo expuesto en el presente informe y en las evidencias aportadas que soportan las valoraciones vertidas en el mismo, se espera que quede evidenciado que la titulación da cumplimiento a las directrices del modelo de evaluación del Programa *Sellos Internacionales de Calidad (SIC)*, que gestiona la ANECA, para la obtención del sello EUR-ACE, en la convocatoria en vigor, de 2020.

LISTADO DE EVIDENCIAS E INDICADORES QUE AVALEN EL CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTRIZ:

- **Evidencia 2:** Memoria de verificación del Grado en Ingeniería de la Energía, fichero *E02_Memoria_verificación_GIE-ETSIME-UPM*.
- **Evidencia 9:** Manual de Calidad de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, centro al cual está adscrito el Grado en Ingeniería de la Energía, fichero *E09_Manual_Calidad_ETSIME*.
- **Evidencia 10:** Relación de cargos, órganos y comisiones con responsabilidad en los grados ETSIME, fichero *E10_Cargos_organos_comisiones_responsabilidad_grados_ETSIME-UPM*.
- **Evidencia 11:** Notificación de adecuación de Recursos humanos y materiales asignados al GIE, fichero *E11_Notificacion-adecuación-RRHH-RRMM_GIE-ETSIME-UPM*.
- **Evidencia 12:** apoyo institucional al título y su compromiso con la calidad, presupuesto de la institución y relación entre la misión de la Universidad/Escuela con los objetivos del título, fichero *E12_Carta-apoyo-institucional_GIE-ETSIME-UPM*.

OTRAS EVIDENCIAS APORTADAS QUE AVALAN EL CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS DEL PROGRAMA SIC

(Todas estas evidencias están en la carpeta de informes de la nube de ANECA).

- **Evidencia 3:** *E03_Final_Renova_acreditación-GIE-ETSIME-UPM*. Informe final de renovación de la acreditación del Grado en Ingeniería de la Energía por la Universidad Politécnica de Madrid, emitido por la Fundación para el conocimiento Madri+d.
- **Evidencia 4:** *E04_Resoluc-CU-RA_2502494-GIE-ETSIME-UPM*. Resolución del 4 de octubre de 2016, del Consejo de Universidades, en relación con la renovación de la acreditación del título oficial del Grado en Ingeniería de la Energía por la Universidad Politécnica de Madrid (2502494).
- **Evidencia 5:** *E05_Self-Study-ABET-GIE-ETSIME-UPM*. Informe de autoevaluación para la acreditación por ABET del Grado en Ingeniería de la Energía por la Universidad Politécnica de Madrid.

- **Evidencia 6:** *E06_Final-Statement_FOCUSED_IMMEDIATE_REVISIT-ABET_GIE-ETSIME-UPM*. Informe Final Primero por el que ABET identifica las fortalezas y debilidades de los títulos que participan en el proceso de acreditación, entre ellos, el Grado en Ingeniería de la Energía por la Universidad Politécnica de Madrid.
- **Evidencia 7:** *E07_Interim_Report_ABET_GIE-ETSIME-UPM*. Informe presentado por la ETSIME ante ABET, de subsanación de la debilidad referida al Criterio 4. Mejora continua.
- **Evidencia 8:** *E08_Final-Statement-ABET_GIE-ETSIME-UPM*. Informe Final Segundo recibido, en el que ABET da por resueltas las debilidades identificadas en el Informe Final Primero de ABET