

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Ingeniería del Agua para la transición ecológica: Análisis y optimización hidrodinámica mediante modelización y simulación numérica

### Contextualización

Son varios los retos ecológicos a los que debe enfrentar la sociedad en las próximas décadas, entre los que destacan el Cambio Climático, la pérdida de biodiversidad o el agotamiento y degradación de recursos naturales como el suelo fértil o el agua. En el caso concreto del agua, en el último siglo, la sobreexplotación de este recurso sin restricción a causa del incremento demográfico, la urbanización desmedida, la contaminación y su gestión deficiente han ocasionado una presión excesiva sobre este recurso esencial. Así, es crucial desarrollar soluciones innovadoras en el ámbito de la Ingeniería del Agua que den lugar a una gestión adecuada de los recursos hídricos.



Los diferentes TFGs abajo descritos tienen como objetivo principal la modelización y simulación de la fluidodinámica compleja que presentan diferentes sistemas innovadores mediante técnicas CFD (Computational Fluid Dynamics) empleando software de código abierto OpenFOAM® para estudiar su viabilidad técnica y optimizar diferentes parámetros operacionales (geometría, caudales de diseño, sistemas auxiliares, etc).

### Descripción

Se ofertan 3 TFGs, para desarrollar dentro de las líneas de trabajo del Área de Mecánica de Fluidos de la Escuela de Ingeniería de Bilbao con las siguientes características generales:

- **Sistemas de tratamiento de agua residual urbana mediante microalgas.** El cultivo de microalgas presenta un gran potencial para el tratamiento de aguas residuales urbanas, obteniendo en dicho proceso productos de alto valor añadido (fertilizantes, biocombustible). Sin embargo, estos sistemas de depuración de agua muestran un comportamiento hidrodinámico complejo que interfiere en el funcionamiento óptimo del proceso, el cual debe estudiarse y optimizarse en detalle para la implantación viable de estas tecnologías.
- **Humedales artificiales para el control, tratamiento y reutilización de escorrentía urbana.** Las superficies impermeables urbanas modifican el ciclo hidrológico natural dando lugar a un aumento considerable del caudal de la red de saneamiento (problema intensificado por las lluvias torrenciales derivadas del Cambio Climático). Los humedales artificiales son Sistemas Basados en la Naturaleza construidos en entornos urbanos para almacenar, tratar y reutilizar el exceso de escorrentía urbana previniendo inundaciones y reduciendo la contaminación asociada. Sin embargo, la hidrodinámica de los humedales es compleja, la cual interfiere en el funcionamiento óptimo del sistema y debe estudiarse y optimizarse para asegurar la construcción de estas tecnologías.
- **Ecosistemas naturales para la protección costera.** Las zonas costeras están sufriendo cambios drásticos debido a la presión antropogénica y al Cambio Climático que, de forma combinada, conducen a un incremento del riesgo de daños catastróficos en los sistemas naturales y socioeconómicos ubicados en estos entornos. En este contexto, los ecosistemas naturales y vegetales costeros (manglares, arrecifes, vegetación sumergida...) tienen la ventaja de contribuir tanto a la reducción de riesgos frente a eventos extremos como favorecer la adaptación al Cambio Climático. Este TFG pretende avanzar en el análisis de la protección costera proporcionada por la vegetación a partir de la cuantificación de la capacidad que tienen estos ecosistemas en atenuar la energía del oleaje reproduciendo la fluidodinámica (viento, oleaje) compleja generada alrededor de los mismos.

### Directores de TFG:

Ricardo Blanco Aguilera

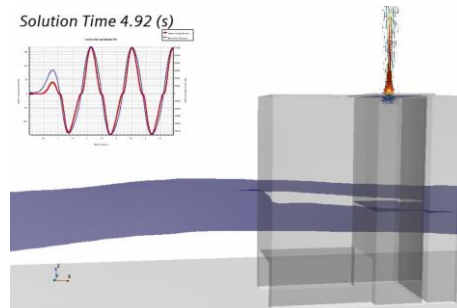
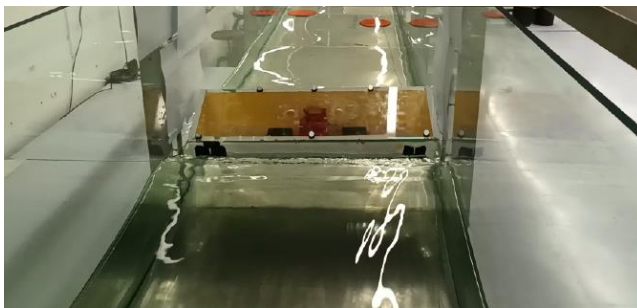
Gontzal López Ruiz, [gontzal.lopez@ehu.eus](mailto:gontzal.lopez@ehu.eus), 946 01 4923, P8M12 (Edificio II)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Energías Renovables Marinas: energía undimotriz (olas)

### Contextualización

Se conoce como dispositivos de extracción de energías marina al conjunto de tecnologías que aprovechan la energía de los océanos. El mar tiene un gran potencial energético, que se manifiesta principalmente en las olas, las mareas y las corrientes. Además, tanto la energía eólica y la fotovoltaica offshore empiezan a ganar terreno, aunque deban seguir desarrollándose tecnológicamente. El aprovechamiento de la energía marina no genera impactos ambientales ni visuales considerables y constituye un recurso energético con gran capacidad de predicción.



Tanque de olas del laboratorio de investigación ITSAS-REM y simulación de cámara de Mutriku

ODS

Se dispone de un tanque de olas de 25m con capacidad para generar un amplio espectro de estados de mar con sus correspondientes elementos de medida. En esta instalación se reproducen situaciones reales a escala de laboratorio para el estudio y caracterización de diferentes tipos de estructuras de energía renovable marina. Además, se disponen varias Workstation destinadas a simulación computacional con licencias de software especializado.

### Descripción de los trabajos ofertados

Se ofertan TFG, a nivel experimental y de simulación computacional CFD, para ser desarrollados dentro de las líneas de trabajo del Grupo de Investigación ITSAS-REM:

- Estructuras flotantes para soportar paneles fotovoltaicos.
- Plataformas flotantes para aerogeneradores offshore.
- Dispositivos de extracción de energía de las olas (Flotantes y/o integrados en rompeolas).
- Análisis de estructuras como protección frente a oleaje.
- Generación de energía eléctrica proveniente del mar.

### Posibles Directores:

Jesús María Blanco, [jesusmaria.blanco@ehu.eus](mailto:jesusmaria.blanco@ehu.eus), 94 601 4250, S1C5 (Edificio I)  
Gustavo Adolfo Esteban, [gustavo.esteban@ehu.eus](mailto:gustavo.esteban@ehu.eus), 94 601 4272, S1C4 (Edificio I)  
Urko Izquierdo, [urko.izquierdo@ehu.eus](mailto:urko.izquierdo@ehu.eus), 94 601 7280, S1C13 (Edificio I)  
Alberto Peña, [alberto.bandres@ehu.eus](mailto:alberto.bandres@ehu.eus), 94 601 4275, S1C14 (Edificio I)  
Iñigo Bidaguren, [i.bidaguren@ehu.eus](mailto:i.bidaguren@ehu.eus), 94 601 4395, P7i33 (Edificio II)  
Iñigo Albaina, [i.albaina@ehu.eus](mailto:i.albaina@ehu.eus), 94 601 4393, P7i34 (Edificio II)  
Gontzal López, [gontzal.lopez@ehu.eus](mailto:gontzal.lopez@ehu.eus), 94 601 4923, P8M12 (Edificio II)  
Kontxi Olondo, [kontxi.olondo@ehu.eus](mailto:kontxi.olondo@ehu.eus), 94 601 4045, S1C14 (Edificio I)

### Página web ITSAS-REM



# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Energías Renovables: energía eólica y eólica offshore

### Contextualización

Las energías renovables atesoran innumerables y reconocidos beneficios que se alinean a la perfección con los objetivos de seguridad, sostenibilidad y accesibilidad de la energía. En este sentido, la Estrategia Europea de Energías Renovables Offshore coloca a la energía eólica marina y las energías oceánicas en el centro del futuro suministro. No obstante, el medio marino plantea grandes retos para garantizar la vida de los dispositivos.



Tanque de olas en laboratorio de investigación ITSAS-REM y aerogenerador a operar en laboratorio ODS

Para el estudio de los diferentes retos, disponemos de un tanque de olas de 25 m con capacidad para generar un amplio espectro de estados de mar con sus correspondientes elementos de medida. En esta instalación se reproducen situaciones reales a escala de laboratorio para el estudio y caracterización de diferentes tipos de estructuras de energía renovable marina. Además, se disponen de un aerogenerador de nueva adquisición para el estudio de las diferentes condiciones de operación. En él, se pueden probar nuevos conceptos de perfiles de álabes, a imprimir en nuestra impresora 3D.

### Descripción de los trabajos ofertados

Se ofertan TFG, a nivel experimental y de simulación computacional CFD, para ser desarrollados dentro de las líneas de trabajo del Grupo de Investigación ITSAS-REM:

- Plataformas flotantes para aerogeneradores offshore.
- Puesta a punto de un aerogenerador de laboratorio y pruebas experimentales.

### Posibles Directores:

Jesús María Blanco, [jesusmaria.blanco@ehu.es](mailto:jesusmaria.blanco@ehu.es), 94 601 4250, S1C5 (Edificio I)  
Gustavo Adolfo Esteban, [gustavo.esteban@ehu.es](mailto:gustavo.esteban@ehu.es), 94 601 4272, S1C4 (Edificio I)  
Urko Izquierdo, [urko.izquierdo@ehu.es](mailto:urko.izquierdo@ehu.es), 94 601 7280, S1C13 (Edificio I)  
Alberto Peña, [alberto.bandres@ehu.es](mailto:alberto.bandres@ehu.es), 94 601 4275, S1C14 (Edificio I)  
Iñigo Bidaguren, [i.bidaguren@ehu.es](mailto:i.bidaguren@ehu.es), 94 601 4395, P7i33 (Edificio II)  
Iñigo Albaina, [i.albaina@ehu.es](mailto:i.albaina@ehu.es), 94 601 4393, P7i34 (Edificio II)  
Gontzal López, [gontzal.lopez@ehu.es](mailto:gontzal.lopez@ehu.es), 94 601 4923, P8M12 (Edificio II)

### Página web ITSAS-REM

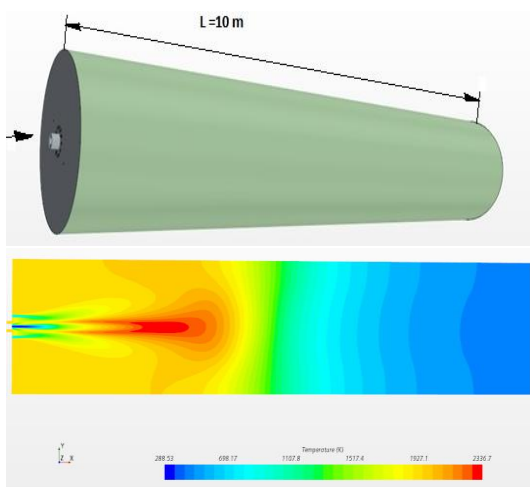


# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Empleo del hidrógeno en quemadores industriales, motores de embarcaciones y transporte de hidrógeno a gran escala

### Contextualización

El hidrógeno está llamado a ser el combustible del futuro y a día de hoy se están llevando a cabo esfuerzos significativos para empezar a emplear este vector energético en diversos sectores industriales. En concreto, en la industria de transformación se emplean grandes consumos de energía y en los procesos en los que se requiere de quemadores de hornos, deben llevarse a cabo estudios que permitan conocer cómo sería el comportamiento de los mismos empleando hidrógeno, o mezclas hidrógeno-gas natural.



Modelización de la atmósfera de un horno cilíndrico y distribución de temperaturas en función de la mezcla de combustible utilizado.

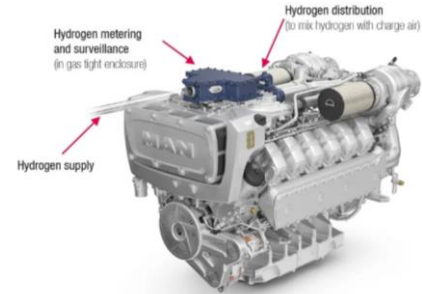


Imagen del Suiso Frontier, primer barco en transportar LH<sub>2</sub>, y motor MAN que emplea H<sub>2</sub>.

ODS

Otro de los sectores llamados a sufrir una transformación profunda es el sector naval. Por un lado, con el objetivo de satisfacer la creciente demanda de hidrógeno en un futuro cercano, se deberán establecer maneras en las cuales el transporte, ya sea de hidrógeno o de cualquiera de sus derivados, sea viable. Por el otro, este sector debe descarbonizarse, para lo que se están desarrollando motores de barco capaces de operar con diversos combustibles, más limpios que los empleados hoy en día: hidrógeno, metanol...

### Descripción de los trabajos ofertados

Se ofertan TFG, a nivel de simulación computacional CFD y de desarrollo teórico, para ser llevados a cabo dentro de las líneas de trabajo del Grupo de Investigación ITSAS-REM:

- Uso de hidrógeno como combustible en quemadores de horno, modelización de las características de llama y formación de NO<sub>x</sub>.
- Uso del hidrógeno en aplicaciones marinas: transporte de hidrógeno y/o empleo como combustible.

### Posibles Directores:

- Jesús María Blanco, [jesusmaria.blanco@ehu.eus](mailto:jesusmaria.blanco@ehu.eus), 94 601 4250, S1C5 (Edificio I)  
 Gustavo Adolfo Esteban, [gustavo.esteban@ehu.eus](mailto:gustavo.esteban@ehu.eus), 94 601 4272, S1C4 (Edificio I)  
 Urko Izquierdo, [urko.izquierdo@ehu.eus](mailto:urko.izquierdo@ehu.eus), 94 601 7280, S1C13 (Edificio I)  
 Alberto Peña, [alberto.bandres@ehu.eus](mailto:alberto.bandres@ehu.eus), 94 601 4275, S1C14 (Edificio I)  
 Iñigo Bidaguren, [i.bidaguren@ehu.eus](mailto:i.bidaguren@ehu.eus), 94 601 4395, P7i33 (Edificio II)  
 Iñigo Albaina, [i.albaina@ehu.eus](mailto:i.albaina@ehu.eus), 94 601 4393, P7i34 (Edificio II)  
 Gontzal López, [gontzal.lopez@ehu.eus](mailto:gontzal.lopez@ehu.eus), 94 601 4923, P8M12 (Edificio II)

### Página web ITSAS-REM



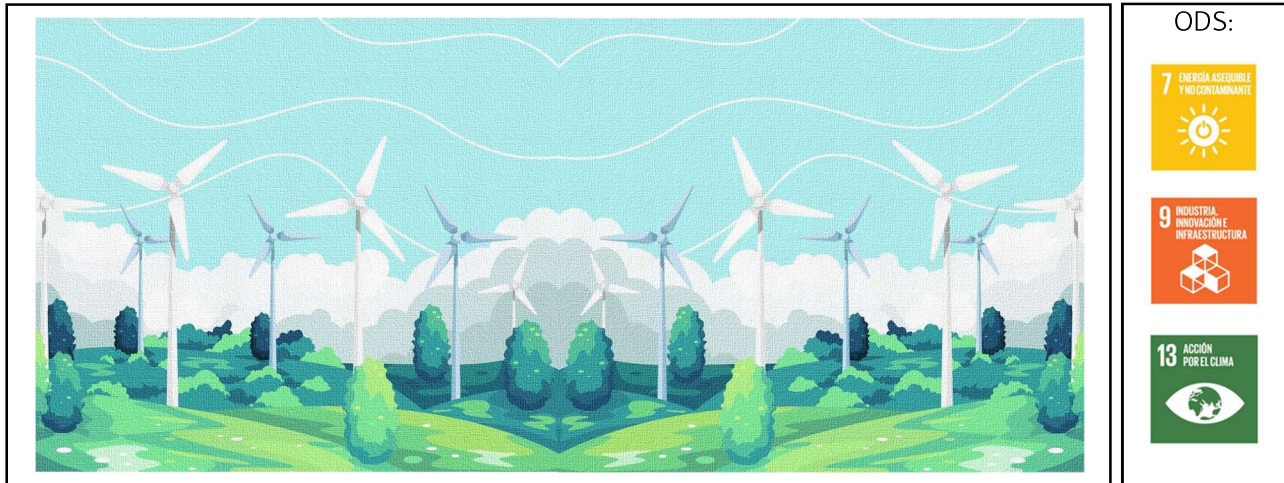


# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Energía eólica: aprovechamiento de la energía del viento

### Contextualización

Actualmente, distintos planes a nivel europeo y estatal prevén, en los próximos años, un incremento de la potencia total instalada en el sector eléctrico, sustentada por energías de origen renovable. La energía eólica, tratándose de una energía renovable, limpia y consolidada, se posiciona como uno de los principales constituyentes del sistema energético futuro, conquistando tierra y mar.



### Descripción

Se ofertan Trabajos Fin de Grado (TFGs), relacionados entre sí, que permitirán desarrollar los conceptos sobre energía eólica tratados en la asignatura **Energías Alternativas**, integrada en la pre intensificación en Técnicas Energéticas del grado en Ingeniería en Tecnología Industrial, en los siguientes temas:

1. **Diseño** de un parque eólico en **tierra o mar** (p. e.: elección del **emplazamiento** y análisis del recurso eólico (viento); elección del **aerogenerador** y configuración del parque; estudio de la **viabilidad** técnica, económica, social y ambiental; etc.).
2. **Repotenciación** de un parque eólico: (p. e.: elección del parque y **diagnóstico** de su estado; reconfiguración del parque con elección del **aerogenerador**; estudio de la **viabilidad** técnica, económica, social y ambiental; etc.).
3. Alternativas para el **autoconsumo** energético:
  - a. **Mini eólica** en viviendas o instalaciones con baja demanda de energía.
  - b. Prototipos de aerogeneradores de **eje vertical**.
4. **Hibridación** entre energías renovables:
  - a. Energía **eólica** y energía **solar** térmica o fotovoltaica.
  - b. Energía **eólica** y energía **hidráulica**: sistemas de bombeo.
  - c. Energía **eólica** y sistemas para la producción de **hidrógeno**.
5. Estudio sobre el rol de los **minerales críticos** en el sector eólico.

### Posibles tutores de TFG:

Susana Petisco Ferrero, [susana.petisco@ehu.eus](mailto:susana.petisco@ehu.eus), 946 01 4392, S1C10 (Edificio 1-C).

Ainara Mira Medina, [ainara.mira@ehu.eus](mailto:ainara.mira@ehu.eus), S1C10 (Edificio 1-C).

Pedro Arriaga Bayo, [pedro.arriaga@ehu.eus](mailto:pedro.arriaga@ehu.eus), 946 01 4481, P7135 (Edificio 2-I).

Saróa Rozas Guinea, [saroa.rozas@ehu.eus](mailto:saroa.rozas@ehu.eus), 946 01 7204, S1C13 (Edificio 1-C).

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Aplicación de las Energías Renovables al Autoabastecimiento

### Contextualización

La necesidad energética es una realidad y por ello toda la producción descentralizada ayuda. En las casas individuales puede ser factible autoabastecerse con energías renovables e incluso abastecer vehículos eléctricos como coches, patinetes, etc. por ello, se van a plantear estudios de casa individuales en diferentes enclaves geográficos, tras estudiar las condiciones meteorológicas de la zona y las necesidades de abastecimiento.

### Ejemplo de casa autosostenible



### ODS



### Descripción

Se ofertan 3 tipos de TFGs de los cuales se pueden hacer muchos, con las siguientes características:

- Casa autosostenible situada en XX: En cualquier casa individual, es posible realizar el estudio de demanda eléctrica e hidráulica, y tratar de que sea sostenible mediante la implantación de diferentes tipos de energía: minihidráulica, minieólica, solar, biomasa, etc. Se estudiará una casa existente y se tratará de hacerla autosostenible.
- Recarga del coche eléctrico mediante energías renovables: En cualquier casa individual, es posible realizar el estudio de la minigeneración para poder recargar uno o varios coches eléctricos mediante la implantación de diferentes tipos de energía: minihidráulica, minieólica, solar, etc.
- Recarga del patinete eléctrico mediante energías renovables: En cualquier casa individual, es posible realizar el estudio la minigeneración para poder recargar uno o varios patinetes eléctricos mediante la implantación de diferentes tipos de energía: minihidráulica, minieólica, solar, etc.
- Mejoras de los aparatos de miden las variables meteorológicas: viento, humedad relativa y lluvia: El viento es un fluido gaseoso y el agua de lluvia o el rocío son fluidos líquidos. Como tales, se pueden estudiar los aparatos de medida correspondientes y proponer mejoras en la cuantificación de las variables que entran en juego durante la medida.

### Directores de TFG:

Igor Peñalva, [igor.penalva@ehu.eus](mailto:igor.penalva@ehu.eus), 94 601 4277, S1C2 (Edificio I)

Natalia Alegría, [natalia.alegría@ehu.eus](mailto:natalia.alegría@ehu.eus), 94 601 7279, S1C3 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Estudios relativos a Centrales Hidroeléctricas

### Contextualización

Las centrales hidroeléctricas son un tipo de central renovable. Debido al consumo responsable de agua, muchas de las centrales se están rehabilitando e incluso se está incorporando bombeo a las instalaciones para preservar el agua que no se destina al consumo. Además, la microhidráulica es una posible alternativa para el autoabastecimiento y por ello se están estudiando nuevos modelos y prototipos.



### Descripción

Se ofertan 4 tipos de TFGs de los cuales se pueden hacer muchos, con las siguientes características:

- Análisis y propuesta de mejora de la Central hidroeléctrica de XX: Existen muchas Centrales Hidroeléctricas, que se instalaron a principios de los 50 y que siguen funcionando. El TFG consistiría en estudiar la central, identificando sus componentes y proponer mejoras para aumentar la producción.
- Hibridación de la central Hidroeléctrica de xx con Energía Eólica: En la actualidad son muchas las Centrales Hidroeléctricas convencionales que se convierten en centrales de bombeo y combinan la necesidad de bombeo a partir de la energía suministrada por parques eólicos cercanos, cuyo excedente nocturno permite reducir el consumo. El TFG consistiría en estudiar esta posibilidad su aplicación en una central.
- Microturbinas: estudio de los prototipos existentes: En la actualidad existen muchos prototipos de microturbinas, pero aún no se han determinado los rangos de operación. En este TFG se estudiarán los diferentes modelos comparando estableciendo sus rangos de operación y las posibles instalaciones.
- Mejoras de los aparatos de miden las variables meteorológicas: viento, humedad relativa y lluvia: El viento es un fluido gaseoso y el agua de lluvia o el rocío son fluidos líquidos. Como tales, se pueden estudiar los aparatos de medida correspondientes y proponer mejoras en la cuantificación de las variables que entran en juego durante la medida.

### Directores de TFG:

Igor Peñalva, [igor.penalva@ehu.eus](mailto:igor.penalva@ehu.eus), 94 601 4277, S1C2 (Edificio I)

Natalia Alegría, [natalia.alegría@ehu.eus](mailto:natalia.alegría@ehu.eus), 94 601 7279, S1C3 (Edificio I)

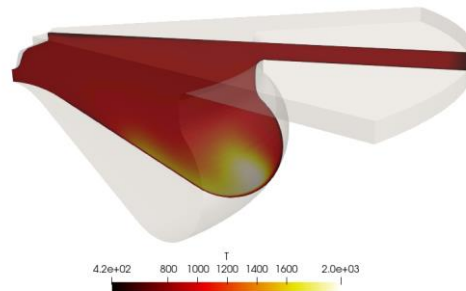
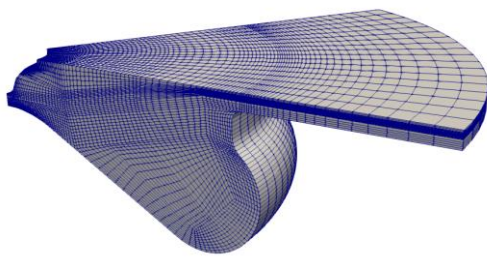


# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Modelización del uso de combustibles alternativos en motores de combustión interna marinos

### Contextualización

El transporte marítimo internacional es la columna vertebral de la economía mundial. Entre un 70-80% de las mercancías se transportan por mar. El Cuarto Estudio de Gases de Efecto Invernadero de la Organización Marítima Internacional (OMI) publicado en 2021 ha calculado que el transporte marítimo internacional representaba aproximadamente el 2,76% del total mundial de emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> en 2012 y que hasta el año 2018 se han visto incrementadas un 9,6%, pasando a suponer un 2,89% de las emisiones globales en el año 2018. Ante esta situación, es necesario implementar nuevas soluciones tecnológicas, en especial aquellas que se centran en los sistemas de propulsión de los buques: los motores de combustión interna. Por lo tanto es imprescindible investigar sobre el uso de combustibles alternativos como el metanol, el metano, el hidrógeno o el amoníaco con el fin de descarbonizar el sector y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.



### Descripción

Se ofertan 2 TFGs, interrelacionados entre sí, para desarrollar dentro de las líneas de trabajo del área de Investigación BEMA (Barne errekontzako motor alternatiboak), con las siguientes características:

- Estudio del proceso de combustión a diferentes potencias: Se simulará un sector del conjunto cilindro-pistón a diferentes potencias empleando diesel o mezclas diesel-hidrógeno con el objetivo de conocer la evolución de las emisiones de NO<sub>x</sub>, CO y CO<sub>2</sub>. Las simulaciones se llevarán a cabo mediante el software de dinámica de fluidos computacional OpenFOAM.
- Estudio crítico del estado del arte de sistemas de combustión avanzados para el uso de combustibles alternativos: Se analizarán los avances que se están dando en relación a los sistemas de inyección de combustibles alternativos, retos y oportunidades de investigación. También se estudiarán las tendencias en relación a los modelos computacionales empleados para simular la interacción químico-turbulenta.

### Posibles Directores de TFG:

Naiara Romero Antón, [naiara.romero@ehu.eus](mailto:naiara.romero@ehu.eus), 94 601 3908, P1C24 (Edificio I)  
Gontzal López Ruiz, [gontzal.lopez@ehu.eus](mailto:gontzal.lopez@ehu.eus), 946 01 4923, P8M12 (Edificio II-M)  
Zigor Uriondo Arrue, [zigor.uriondo@ehu.eus](mailto:zigor.uriondo@ehu.eus), 946 01 4075, P1C5 (Edificio I)



# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Análisis exergético de centrales termoeléctricas diseñadas por la empresa SENER

### Contextualización

La empresa SENER diseña y construye diferentes tipos de centrales termoeléctricas en todo el mundo: centrales termosolares, ciclos combinados, centrales de biomasa, todo tipo de plantas de cogeneración, ciclos ORC (Organic Rankine Cycle) para producción eléctrica desde calores residuales industriales etc. La primera parte del diseño de estas plantas radica en la concepción del ciclo termodinámico que llevarán a cabo estas centrales.



### Descripción

Se ofertan hasta 8 TFGs, interrelacionados entre sí, para analizar una misma planta en diferentes modos de operación, con las siguientes características:

- SENER entregará al alumnado el esquema detallado del ciclo que sigue alguna planta ya diseñada, y el alumnado, deberá aplicarle los balances de masa, energía, entropía y exergía a todos los equipos de la planta. Del análisis de destrucciones de exergía por equipos, se identificarán los equipos que mayor destrucción de exergía generan y se propondrán una serie de posibles mejoras para minimizar dichas destrucciones y, por tanto, mejorar el rendimiento térmico de dichas centrales.
- Para realizar los cálculos se utilizará el software Engineering Equation Solver (EES). El alumnado será capaz de obtener los rendimientos energéticos y exergéticos de todos los equipos que componen la planta y de la propia planta en su conjunto.

### Posibles Directores de TFG:

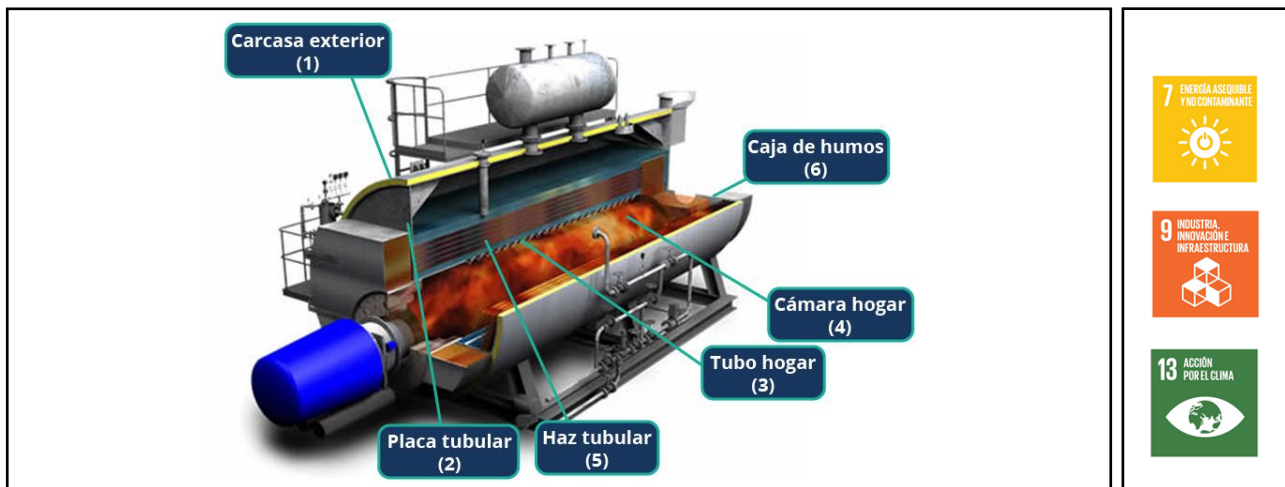
Aitor Erkoreka Gonzalez, [aitor.erkoreka@ehu.eus](mailto:aitor.erkoreka@ehu.eus), 94 601 7359, P1C25 (Edificio I)  
Ivan Flores Abascal, [ivan.flores@ehu.eus](mailto:ivan.flores@ehu.eus), 94 601 8412, P1C3 (Edificio I)  
Estíbaliz Perez Iribarren, [estibaliz.perezi@ehu.eus](mailto:estibaliz.perezi@ehu.eus), 94 601 4402, P1C23 (Edificio I)  
Pello Larrinaga Alonso, [pello.larrinaga@ehu.eus](mailto:pello.larrinaga@ehu.eus), 94 601 7783, P7M13 (Edificio II)  
Gonzalo Diarce Belloso, [gonzalo.diarce@ehu.eus](mailto:gonzalo.diarce@ehu.eus), 94 601 4952, P7M12 (Edificio II)  
Naiara Romero Antón, [naiara.romero@ehu.eus](mailto:naiara.romero@ehu.eus), 94 601 3908, P1C24 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Auditorías energéticas a grandes equipos industriales o procesos industriales intensivos en uso de energía térmica

### Contextualización

El sector industrial, representa aproximadamente el 25% de la riqueza o PIB de Euskadi (unos 18.000 M€ al año) y su factura energética anual es de unos 2.500 M€; esto es, un 14%. Gran parte de esa factura energética se debe al consumo de unos pocos equipos principales de dichas industrias: grandes hornos, calderas industriales, secaderos, procesos de calentamiento/enfriamiento de productos etc. La industria suele disponer de mediciones limitadas de la operación de estos grandes equipos/procesos que les suponen una elevada factura energética.



### Descripción

Se ofertan hasta 8 TFGs, para analizar y auditar energéticamente distintos equipos reales de diferentes plantas industriales de Euskadi, con las siguientes características:

- El equipo de profesores proporcionará al alumnado los datos de operación real de un determinado equipo o proceso térmico. Partiendo de estos datos, el alumnado deberá modelar energéticamente dichos equipos y obtener no sólo los rendimientos reales de dichos equipos, sino que también obtendrá los calores residuales disponibles en humos y en forma de diferentes tipos de pérdidas.
- Partiendo de los cálculos previos de calores residuales disponibles, el alumnado deberá estudiar diversos sistemas para recuperarlos y aprovecharlos para algún otro proceso de la propia planta o para generación eléctrica mediante la instalación de un ORC (Organic Rankine Cycle). El alumnado, con ayuda del profesorado, deberá realizar un análisis económico de dichas propuestas de mejora. Para realizar los cálculos se utilizará el software Engineering Equation Solver (EES).

### Posibles Directores de TFG:

Aitor Erkoreka Gonzalez, [aitor.erkoreka@ehu.eus](mailto:aitor.erkoreka@ehu.eus), 94 601 7359, P1C25 (Edificio I)  
Koldo Martin Escudero, [koldobika.martin@ehu.eus](mailto:koldobika.martin@ehu.eus), 94 601 7379, P1C11 (Edificio I)  
Ivan Flores Abascal, [ivan.flores@ehu.eus](mailto:ivan.flores@ehu.eus), 94 601 8412, P1C3 (Edificio I)  
Iker Gonzalez Pino, [iker.gonzalezp@ehu.eus](mailto:iker.gonzalezp@ehu.eus), 94 601 7364, P1C10 (Edificio I)  
Zalao Azkorra Larrinaga, [zalao.azkorra@ehu.eus](mailto:zalao.azkorra@ehu.eus), 94 601 7780, P1C22 (Edificio I)  
Gonzalo Diarce Belloso, [gonzalo.diarce@ehu.eus](mailto:gonzalo.diarce@ehu.eus), 94 601 4952, P7M12 (Edificio II)  
Jon Terés Zubiaga, [jon.teres@ehu.eus](mailto:jon.teres@ehu.eus), 94 601 7782, P1C6 (Edificio I)  
Pello Larrinaga Alonso, [pello.larrinaga@ehu.eus](mailto:pello.larrinaga@ehu.eus), 94 601 7783, P7M13 (Edificio II)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Análisis de consumos eléctricos y propuestas de mejora

### Contextualización

La eficiencia energética es un aspecto clave en la gestión de los edificios de la UPV/EHU. Un análisis detallado del consumo eléctrico horario puede revelar patrones y oportunidades para mejorar la eficiencia energética. Este trabajo se centrará en el análisis de los consumos eléctricos de uno de los centros de la UPV/EHU, identificando áreas de mejora y proponiendo soluciones para reducir el consumo de energía.



### Descripción

Este TFG se centrará en el análisis de los consumos eléctricos de uno de los centros de la UPV/EHU. Se recogerán y analizarán los datos de consumo eléctrico horario, identificando patrones y áreas de alto consumo. A partir de este análisis, se propondrán medidas de mejora para reducir el consumo de energía, como la optimización de los horarios de uso de la electricidad, la implementación de tecnologías de ahorro de energía o la mejora de la eficiencia de los equipos existentes. Un análisis específico sería el del consumo residual que se da en los centros cuando éstos se encuentran cerrados de cara al público. Además, se considerarán aspectos como la viabilidad económica de las propuestas de mejora y su impacto en la sostenibilidad del centro. El objetivo final es proporcionar una hoja de ruta para mejorar la eficiencia energética del centro estudiado, contribuyendo a la sostenibilidad de la UPV/EHU.

### Posibles Directores de TFG:

Koldo Martin Escudero, [koldobika.martin@ehu.eus](mailto:koldobika.martin@ehu.eus), 94 601 7379, P1C11 (Edificio I)  
Aitor Erkoreka Gonzalez, [aitor.erkoreka@ehu.eus](mailto:aitor.erkoreka@ehu.eus), 94 601 7359, P1C25 (Edificio I)  
Ivan Flores Abascal, [ivan.flores@ehu.eus](mailto:ivan.flores@ehu.eus), 94 601 8412, P1C3 (Edificio I)



# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Análisis de Comunidades Energéticas Renovables

### Contextualización

Las comunidades energéticas están experimentando un fuerte desarrollo en España, con 382 registradas en todo el territorio. Estas comunidades, que representan al 4% de los municipios en España, son una herramienta de transformación social y ambiental, contribuyendo a la transición energética y al cambio de modelo energético. Este trabajo se centrará en el análisis de estas comunidades energéticas, estudiando sus modelos, impactos y propuestas de mejora.



### Descripción

Este TFG se centrará en el análisis de las comunidades energéticas en España, con un enfoque particular en la producción y consumo de energía. Se examinarán los modelos de producción de energía utilizados por estas comunidades, incluyendo fuentes renovables como la solar y la eólica, y se analizará cómo estos modelos contribuyen a la soberanía energética y a la independencia del mercado eléctrico. Se estudiará el consumo de energía dentro de las comunidades, identificando patrones y proponiendo estrategias para mejorar la eficiencia energética y el autoconsumo de forma local. Además, se considerarán los aspectos sociales de las comunidades energéticas, incluyendo la participación de los miembros de la comunidad en la toma de decisiones y optimizando la distribución equitativa de los beneficios energéticos a través de los coeficientes de reparto, el almacenamiento o técnicas de transacción energética como el P2P (peer-to-peer). El objetivo final es proporcionar una visión integral de las comunidades energéticas en España y sugerir formas de maximizar su impacto positivo en la producción y consumo de energía, así como en la sociedad en general.

### Posibles Directores de TFG:

Koldo Martin Escudero, [koldobika.martin@ehu.eus](mailto:koldobika.martin@ehu.eus), 94 601 7379, P1C11 (Edificio I)  
Jon Terés Zubiaga, [jon.teres@ehu.eus](mailto:jon.teres@ehu.eus), 94 601 7782, P1C6 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Certificación energética de vivienda y propuesta de mejora

### Contextualización

En la actualidad, la eficiencia energética es un aspecto crucial en la construcción y rehabilitación de viviendas. Un 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial se originan en el sector de la edificación. La certificación energética proporciona una medida de lo eficiente que es una vivienda en términos de consumo de energía, y es obligatoria en la compraventa o alquiler de viviendas, así como para solicitar subvenciones públicas para llevar a cabo rehabilitaciones energéticas en edificios.



### Descripción

Este TFG se centrará en la certificación energética de una vivienda existente, utilizando el software CE3x para recopilar y analizar datos sobre la geometría de la vivienda, las características de su envolvente y sus instalaciones térmicas. Una vez obtenida la calificación energética inicial, se identificarán y propondrán mejoras para aumentar esta calificación. Estas mejoras pueden incluir la instalación de aislamiento térmico, la actualización de los sistemas de calefacción y refrigeración, o la incorporación de energías renovables. Cada propuesta de mejora será evaluada tanto desde el punto de vista económico como medioambiental, considerando factores como el coste de implementación, el ahorro energético esperado y la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El objetivo final es proporcionar una hoja de ruta clara para mejorar la eficiencia energética de la vivienda estudiada.

### Posibles Directores de TFG:

Koldo Martin Escudero, [koldobika.martin@ehu.eus](mailto:koldobika.martin@ehu.eus), 94 601 7379, P1C11 (Edificio I)  
Jon Terés Zubiaga, [jon.teres@ehu.eus](mailto:jon.teres@ehu.eus), 94 601 7782, P1C6 (Edificio I)  
Zalóa Azkorra Larrinaga, [zalóa.azkorra@ehu.eus](mailto:zalóa.azkorra@ehu.eus), 94 601 7780, P1C22 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Integración de sistemas renovables y de alta eficiencia en edificios

### Contextualización

Los Edificios son responsables del 40 % del consumo energético de la Unión Europea y del 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Un 80 % de este consumo se debe al suministro de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. No obstante, la Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios marca como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de energía en el sector de edificación para el año 2030, y hacerlo climáticamente neutro a partir de 2050. El alcance de estos objetivos requiere, además de una rehabilitación de la envolvente de los edificios existentes para reducir su demanda energética, integrar sistemas renovables y/o de alta eficiencia para abastecer dicha demanda con un menor impacto medioambiental.



### Descripción

Los TFGs que se pueden realizar en esta temática están orientados a analizar la integración e hibridación de tecnologías renovables y/o de alta eficiencia -bombas de calor aire-agua (aeroterminia) y agua-agua (geoterminia), solar térmica, solar fotovoltaica, calderas de biomasa, sistemas de almacenamiento térmico, sistemas de recuperación de calor, etc- en edificios, garantizando la viabilidad técnica, económica y medioambiental, y contemplando las diferentes fases de análisis de dichas tecnologías. Los TFGs propuestos están relacionados con las siguientes líneas:

- Rehabilitación de instalaciones térmicas para la mejora de la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental en los edificios.
- Estudio de la hibridación y electrificación de sistemas térmicos para el abastecimiento de demandas de ACS, calefacción y refrigeración en edificios de consumo de energía casi nulo y en edificios cero emisiones.
- Caracterización, modelado, simulación y validación en entorno de laboratorio de sistemas renovables y/o alta eficiencia empleados en edificios.
- Análisis del comportamiento térmico de instalaciones híbridas en planta experimental y optimización de la estrategia de control.

### Posibles Directores/as de TFG:

Estibaliz Pérez Iribarren, [estibaliz.perezi@ehu.eus](mailto:estibaliz.perezi@ehu.eus), 94 601 7346, P1C23 (Edificio I)  
Iker González Pino, [iker.gonzalezp@ehu.eus](mailto:iker.gonzalezp@ehu.eus), 94 601 7364, P1C10 (Edificio I)  
Iván Flores Abascal, [ivan.flores@ehu.eus](mailto:ivan.flores@ehu.eus), 94 601 8214, P1C3 (Edificio I)  
Jon Terés Zubiaga, [jon.teres@ehu.eus](mailto:jon.teres@ehu.eus), 94 601 7782, P1C6 (Edificio I)  
Álvaro Campos Celador, [alvaro.campos@ehu.eus](mailto:alvaro.campos@ehu.eus), 94 601 7322, P1C7 (Edificio I)



# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Monitorización de edificios

### Contextualización

Los edificios, junto la industria y el transporte, son uno de los grandes consumidores de energía en la UE. Por ello, desde hace unos años se está realizando un gran esfuerzo en reducir el consumo de los edificios mediante diferentes medidas: rehabilitación de la envolvente, sustitución de equipos por sistemas más eficientes, integración de energías renovables, etc. Para analizar realmente el efecto de estas medidas, resulta imprescindible medir los consumos y monitorizar las condiciones de las viviendas. Este trabajo se centrará en el análisis bajo diferentes enfoques de los datos recogidos en diferentes monitorizaciones de edificios de Euskadi.



### Descripción

Esta temática de Trabajo de Fin de Grado permite realizar diferentes trabajos a partir de los datos monitorizados (condiciones interiores, exteriores y consumos) de diferentes edificios de Euskadi. Algunos de ellos podrían ser:

- Evaluación de la mejora en la eficiencia energética de un edificio rehabilitado, mediante el análisis de los consumos antes y después de rehabilitar.
- Elaboración y calibración de modelos de edificios o de sistemas energéticos mediante simulación.
- Evaluación del nivel del confort de los usuarios a lo largo del año, a partir de las condiciones de temperatura, humedad y concentración de CO2 de las viviendas.
- Viabilidad de la electrificación total de los consumos energéticos en viviendas sociales.
- Análisis del riesgo de vulnerabilidad energética (pobreza energética) en viviendas sociales.
- Integración de sistemas de contabilización de consumos individuales en instalaciones de calefacción y ACS colectivas, y análisis del reparto de los costes entre los usuarios.

### Posibles Directores de TFG:

Ivan Flores Abascal, [ivan.flores@ehu.eus](mailto:ivan.flores@ehu.eus), 94 601 8214, P1C3 (Edificio I)  
 Estibaliz Pérez Iribarren, [estibaliz.perezi@ehu.eus](mailto:estibaliz.perezi@ehu.eus), 94 601 7346, P1C23 (Edificio I)  
 Koldo Martin Escudero, [koldobika.martin@ehu.eus](mailto:koldobika.martin@ehu.eus), 94 601 7379, P1C11 (Edificio I)  
 Jon Terés Zubiaga, [jon.teres@ehu.eus](mailto:jon.teres@ehu.eus), 94 601 7782, P1C6 (Edificio I)  
 Iker González Pino, [iker.gonzalezp@ehu.eus](mailto:iker.gonzalezp@ehu.eus), 94 601 7364, P1C10 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Estudio de la correlación entre el bienestar y el confort de las personas de edad avanzada en entornos públicos y privados

### Contextualización:

En los próximos años, el desafío de mejorar la calidad de vida de las personas mayores en entornos urbanos y residenciales será crucial. Este Trabajo de Fin de Grado te ofrece la oportunidad única de investigar cómo el diseño urbano y el confort ambiental en las viviendas pueden influir positivamente en el bienestar físico y emocional. A través de este proyecto, no solo podrás desarrollar habilidades en investigación aplicada y análisis estadístico, sino que también contribuirás a construir comunidades más inclusivas y sostenibles. Formar parte de este esfuerzo te permitirá marcar una diferencia significativa en la sociedad, mientras adquieres experiencia valiosa en un contexto de Proyecto de Innovación Educativa (PIE) que enriquecerá tu formación académica y profesional.



### Descripción

Se ofertan TFGs interrelacionados entre sí, para desarrollar dentro de las líneas de trabajo de los Proyectos Kalelagun y Etxelagun, en colaboración con la Diputación de Gipuzkoa. Cada TFG abordará un aspecto específico del estudio, permitiendo una visión integral del impacto del entorno en el bienestar. Estos TFGs estarán incluidos en un Proyecto de Innovación Educativa (PIE), lo que proporcionará a los alumnos cursos de formación complementaria y recursos adicionales.

### Objetivos:

- Realizar un estudio exhaustivo de las características del diseño urbano y del confort ambiental en las viviendas que afectan al bienestar y confort de las personas mayores.
- Identificar las características más valoradas por las personas mayores en entornos públicos y privados y su impacto en la salud y bienestar.
- Desarrollar propuestas de mejora para entornos urbanos y viviendas, enfocadas en maximizar el bienestar y confort.
- Validar las propuestas mediante estudios piloto y talleres participativos con expertos en urbanismo y confort ambiental.

### Posibles Directores de TFG:

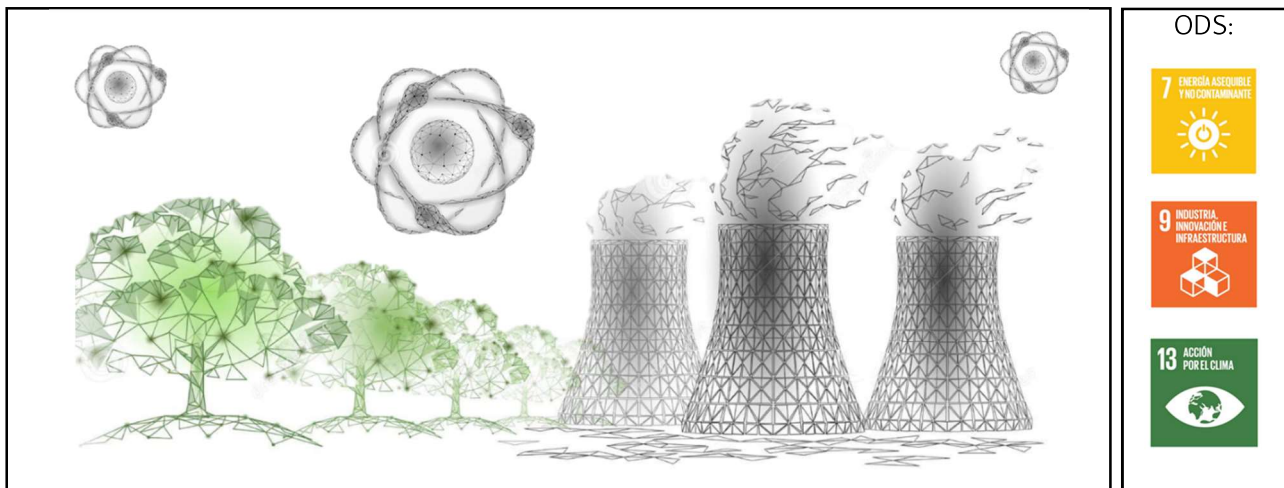
Zaloe Azkorra Larrinaga [zaloe.azkorra@ehu.eus](mailto:zaloe.azkorra@ehu.eus), 94 601 7780, P1C22 (Edificio I)  
Naiara Romero Antón, [naiara.romero@ehu.eus](mailto:naiara.romero@ehu.eus), 94 601 3908, P1C24 (Edificio I)  
Antonio Serra, [antonio.serra@ehu.eus](mailto:antonio.serra@ehu.eus), 94 601 7780, P1C22 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Aplicaciones de la energía nuclear ante los retos para la humanidad presente y futura

### Contextualización

Actualmente, la humanidad se enfrenta a grandes desafíos que pueden comprometer su futuro, como el cambio climático y la generación de energía no contaminante. La energía nuclear, tratándose de una energía libre de emisiones de gases de efecto invernadero y con múltiples aplicaciones, se posiciona como la posible solución para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).



### Descripción

Se ofertan 3 líneas de trabajo, entre otras y relacionadas entre sí, a desarrollar con la ayuda de profesores de **Ingeniería Nuclear** que forman parte del grupo de investigación Seguridad Nuclear y Radiológica (**SEnYRAD**) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) o de la empresa de ingeniería **IDOM**:

- Aplicaciones eléctricas** de la energía nuclear:
  - Fusión nuclear**: análisis de la viabilidad de posibles combustibles y materiales para lograrla.
  - Fisión nuclear**: estudio de reactores actuales, avanzados o modulares pequeños en sus distintas fases.
- Aplicaciones no eléctricas** de la energía nuclear:
  - Industriales**: integración de reactores y sistemas para obtener calor, hidrógeno o agua dulce.
  - Sanitarias**: estudio de la instrumentación para el diagnóstico o tratamiento de enfermedades.
  - En el **transporte**: empleo de la tecnología nuclear en misiones espaciales y marítimas.
- Protección radiológica** de los trabajadores, el público y el medio ambiente:
  - Investigaciones** en el Laboratorio de Medidas de Baja Actividad (LMBA).
  - Evaluación de la **exposición** y aplicación de medidas (por ejemplo, **blindajes**) para prevenirla.
  - Estudio de la **dispersión** de radioisótopos en distintos escenarios (por ejemplo, accidentes).

### Posibles tutores de TFG:

Raquel Idoeta Hernandez, [raquel.idoeta@ehu.eus](mailto:raquel.idoeta@ehu.eus), 946 01 4278, S1C11 (Edificio 1-C).  
Saroa Rozas Guinea, [saroa.rozas@ehu.eus](mailto:saroa.rozas@ehu.eus), 946 01 7204, S1C13 (Edificio 1-C).  
César Hueso Ordóñez, [cesar.hueso@ehu.eus](mailto:cesar.hueso@ehu.eus), S1C10 (Edificio 1-C).  
Susana Petisco Ferrero, [susana.petisco@ehu.eus](mailto:susana.petisco@ehu.eus), 946 01 4392, S1C10 (Edificio 1-C).  
Pedro Arriaga Bayo, [pedro.arriaga@ehu.eus](mailto:pedro.arriaga@ehu.eus), 946 01 4481, P7135 (Edificio 2-I).  
Ainara Mira Medina, [ainara.mira@ehu.eus](mailto:ainara.mira@ehu.eus), S1C10 (Edificio 1-C).



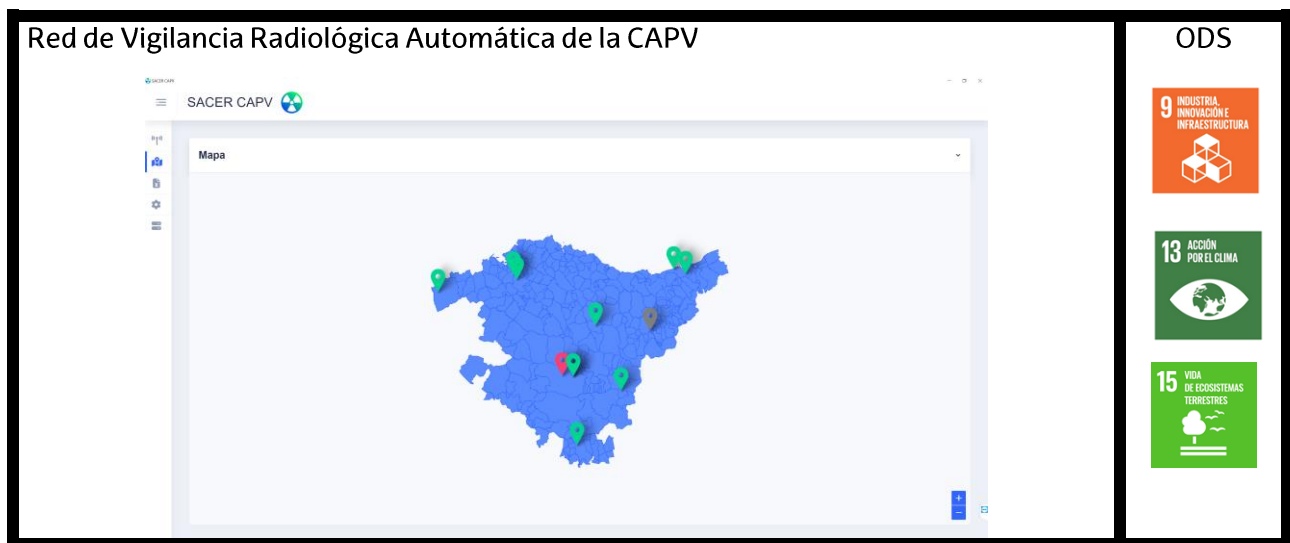


# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Estudios relativos a Red de Vigilancia Radiológica Automática

### Contextualización

La Red de Vigilancia Radiológica Automática de la Comunidad del País Vasco se gestiona desde el Laboratorio de Vigilancia Radiológica Ambiental (LVR) situado en la Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB/BIE). La vigilancia ante un posible accidente o incidente de índice radiológico es necesaria para preservar a los seres vivos. Por ello, necesita seguir estudiando e implementando mejoras para poder disponer de las herramientas necesarias para realizar el control y en caso de necesidad evaluar una posible situación crítica.



### Descripción

Se ofertan 3 TFGs, con las siguientes características:

- Estudio de las redes de vigilancia radiológica del mundo y posibles mejoras de la red vasca: El accidente de Fukushima impulsó la renovación de las redes de vigilancia radiológica ambiental instaladas tras el accidente de Chernóbil. Este trabajo consistiría en actualizar el inventario de redes a nivel mundial, analizando los detectores instalados en las mismas, la frecuencia de muestreo, etc.
- Sistema Drone-detector: un avance en la vigilancia radiológica. Además de las estaciones fijas de las redes de vigilancia, desde hace unos años se están desarrollando sistemas drone-detectores. Este trabajo consistiría en actualizar el inventario de redes a nivel mundial para implementarlo en el que se está desarrollando en colaboración con ENUSA.
- Simulaciones mediante RASCAL-HYSPLIT del inventario de radionucleidos resultado de una explosión nuclear: Si ocurriese un accidente o incidente nuclear se podría estimar los radionucleidos que se emitirían y con retrotrayectorias se podría predecir el montante que llegaría a las estaciones de la Red de Vigilancia, predicciones que se tratarían en este TFG.

### Directores de TFG:

Igor Peñalva, [igor.penalva@ehu.eus](mailto:igor.penalva@ehu.eus), 94 601 4277, S1C2 (Edificio I)

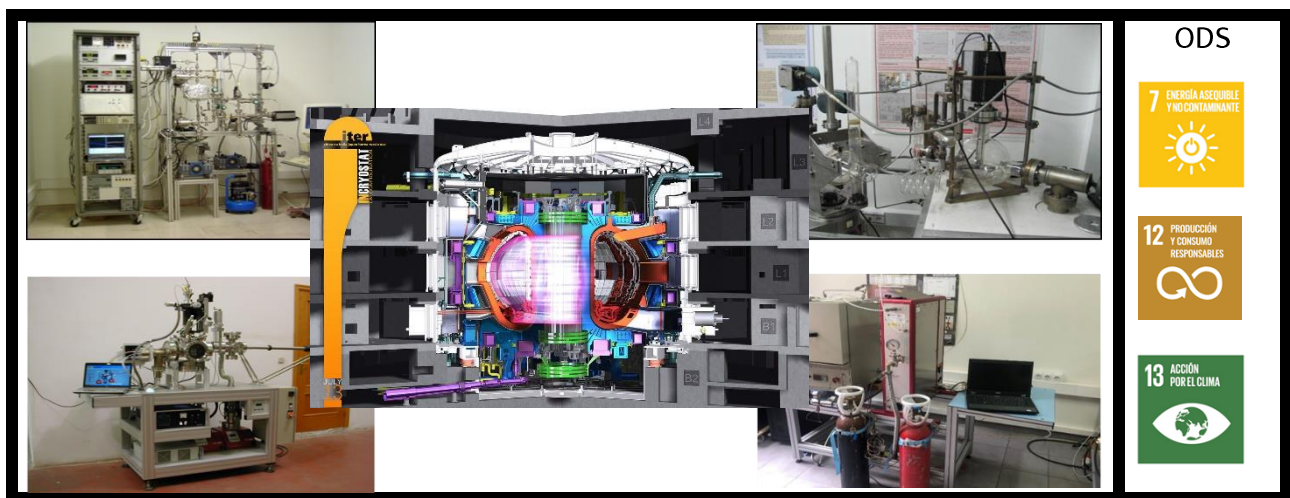
Natalia Alegría, [natalia.alegría@ehu.eus](mailto:natalia.alegría@ehu.eus), 94 601 7279, S1C3 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

## Estudios relativos al Laboratorio de Materiales de Fusión

### Contextualización

Durante más de 60 años, los científicos han estado persiguiendo la posibilidad de aprovechar la fusión nuclear, similar a la que ocurre en las estrellas, para generar energía limpia en la Tierra. Recientemente, se ha logrado un hito importante: por primera vez, un reactor de fusión produjo más energía de la que se utilizó para desencadenar la reacción. Aunque aún queda camino por recorrer, este avance acerca al sueño de disponer de una fuente de energía limpia, sostenible e inagotable. Además, proyectos como el ITER (Reactor Termonuclear Experimental Internacional) están contribuyendo a investigar y desarrollar la fusión como una opción prometedora para el futuro energético. El Laboratorio de Materiales de Fusión (LMF) está situado en la Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB/BIE) y participa en la caracterización de materiales que formarán parte los futuros reactores de fusión.



### Descripción

Se ofertan 2 TFGs, con las siguientes características:

- Análisis de los diferentes tipos de reactores de fusión termonuclear en desarrollo y estudio de su viabilidad tecnológica a corto plazo: El desarrollo de la tecnología de fusión termonuclear se encuentra actualmente en una etapa muy interesante al haberse añadido capital privado a las tradicionales investigaciones de carácter público. Si bien las líneas de investigación convencionales se basan en confinamientos magnéticos e inerciales, existen otra serie de posibilidades tecnológicas que se encuentran actualmente en estudio. En este TFG se identificarían y describirían de forma bibliográfica dichas tecnologías actualmente en desarrollo.
- Identificación de las características que deben cumplir los diferentes materiales candidatos a formar parte de un reactor de fusión termonuclear: En un reactor de fusión termonuclear se alcanzan condiciones críticas en lo que se refiere a características térmicas, mecánicas, de presión e irradiación neutrónica. En este sentido, la ciencia de los materiales se enfrenta a un gran reto tecnológico. En este TFG se documentaría el estado del arte actual en cuanto a los materiales propuestos para hacer frente a dichas solicitudes.

### Directores de TFG:

Igor Peñalva, [igor.penalva@ehu.eus](mailto:igor.penalva@ehu.eus), 94 601 4277, S1C2 (Edificio I)

Natalia Alegría, [natalia.alegria@ehu.eus](mailto:natalia.alegria@ehu.eus), 94 601 7279, S1C3 (Edificio I)

# TRABAJOS FIN DE GRADO

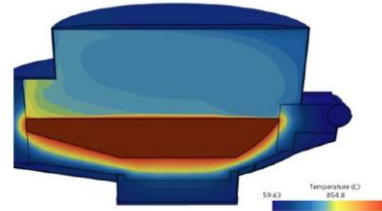
## Aulas de empresa

### Contexto

Un Aula de empresa es un espacio de colaboración entre la Escuela de Ingeniería de Bilbao y distintas entidades colaboradoras que patrocinan las Aulas. El objetivo de las Aulas es fomentar el aprendizaje y la investigación conjunta entre la UPV/EHU y las entidades colaboradoras, potenciando la formación del alumnado y la transferencia de conocimientos a las empresas, centros de investigación y a la sociedad.

Parte del profesorado del Departamento de Ingeniería Energética está involucrado en las siguientes Aulas de empresa de la Escuela de Ingeniería de Bilbao, donde se pueden desarrollar TFGs relacionados con:

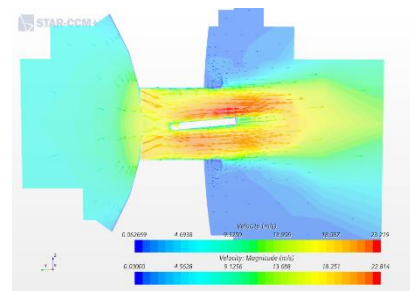
**ROOM4STEEL**: Aplicación de conceptos de Ingeniería Termoenergética a la industria y la edificación.



**Aula TECNALIA**: Energías renovables marinas e Ingeniería Termoenergética aplicada a la industria y la edificación.



**Aula del Agua "CABB"**: Ingeniería Hidráulica, gestión de recursos hidráulicos, abastecimiento, saneamiento, análisis de sistemas de bombeo, aplicación de CFD a diversas aplicaciones...



El alumnado interesado deberá ponerse en contacto con las aulas de empresa, pudiendo para ello informarse a través de sus páginas webs (pinchar en el nombre de las mismas).