




# Actividades investigadoras enmarcadas en los Trabajos Fin de Grado del curso 2021-2022

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar



MINISTERIO DE DEFENSA



El Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar (CUD-ENM) prepara a los futuros oficiales del Cuerpos General e Infantería de Marina de la Armada. Para finalizar sus estudios han de presentar Trabajos de Fin de Grado (TFG); cuyos resúmenes se presentan en este volumen. Los trabajos, dirigidos por profesores de CUD-ENM, son fruto de investigaciones que pueden ser interesantes no solo para las Fuerzas Armadas, sino también para la sociedad en general. Con este fin se edita esta obra que recoge en resumen breve de los objetivos de cada TFG así como su metodología, resultados y una explicación gráfica.

# **Actividades investigadoras enmarcadas en los Trabajos Fin de Grado del curso 2021-2022**

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar



MINISTERIO DE DEFENSA



Catálogo de Publicaciones de Defensa  
<https://publicaciones.defensa.gob.es>



Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado  
<https://cpage.mpr.gob.es>

publicaciones.defensa.gob.es

cpage.mpr.gob.es

Edita:



Paseo de la Castellana 109, 28046 Madrid

© Autores y editor, 2022

NIPO 083-22-275-9 (impresión bajo demanda)  
ISBN 978-84-9091-706-0 (impresión bajo demanda)

Fecha de edición: noviembre de 2022  
Maqueta e imprime: Imprenta Ministerio de Defensa

Edición científica: Rocío Maceiras Castro

No se admite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, reprográfico, gramofónico u otro, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad de los autores de la misma. Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del copyright ©.

En esta edición se ha utilizado papel 100% libre de cloro procedente de bosques gestionados de forma sostenible.

NIPO 083-22-276-4 (edición en línea)



## Prólogo

El Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar (CUD-ENM) es un centro universitario público del Ministerio de Defensa, adscrito a la Universidad de Vigo, que comenzó su actividad en el curso académico 2010-2011, en virtud de lo dispuesto en el Real Decreto 1723/2008, de 24 de octubre, por el que se crea el sistema de centros universitarios de la defensa. Su objetivo prioritario es la impartición del título de grado en Ingeniería Mecánica (intensificación en Tecnologías Navales), título oficial de dicha universidad, a los futuros oficiales de la Armada de los cuerpos General e Infantería de Marina que ingresan en las Fuerzas Armadas sin titulación previa.



El plan de estudios del grado mencionado, contempla la realización de un Trabajo de Fin de Grado (TFG) dirigido por profesores del centro universitario, que, aunque se trata de una actividad académica, conlleva una parte de investigación en campos que pueden ser de interés no solo para las FAS, sino para la sociedad en general. Con el fin de dar difusión a estas actividades, se edita el presente volumen que recoge, para cada TFG realizado durante el curso académico 2021-2022, un *Resumen* breve de sus objetivos, metodología empleada y resultados obtenidos, así como una explicación esquemática en forma gráfica. Los trabajos completos

se encuentran accesibles en el siguiente repositorio del centro: <http://calderon.cud.uvigo.es>, al que se puede acceder libremente.

Información adicional sobre el CUD-ENM o su actividad, tanto académica como de investigación o administrativa, se encuentra accesible en la página web: <https://cud.uvigo.es>.

*José Martín Davila*

*Director del Centro Universitario de la Defensa*

## Índice de contenidos

Las memorias completas de los Trabajos Fin de Grado están disponibles en el repositorio institucional de este Centro Universitario de la Defensa y se pueden descargar a través del siguiente enlace:



<http://calderon.cud.uvigo.es/handle/123456789/507>





## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
<b>Prólogo</b> .....	5
<b>Trabajos Fin de Grado. Cuerpo General</b> .....	17
Evaluación del comportamiento de un mortero acumulador de energía mediante la aditivación con parafina.....	18
Diseño de escenario bélico para simulación táctica de combate mediante realidad virtual.....	20
Optimización de un reactor electroquímico para potabilización y producción simultánea de hidrógeno a partir de agua de mar	22
Dispositivo de fabricación de filamentos, basados en sub-productos textiles, para impresión 3D .....	24
Análisis y mejoras del plan de gestión de residuos en barcos de la Armada.....	26
Aplicación de modelos de gestión y reflexión estratégica a un caso empresarial .....	28
Prueba de concepto de un modelo de sistema de información para su implantación en un gemelo digital oceanográfico .....	30
Sistema de simulación y evaluación de maniobras compatibles con la regulación COLREG en escenarios con múltiples barcos	32
Análisis matemático de las variables geofísicas que afectan a la concentración de radón en el suelo de la ENM .....	34
Valorización de residuos textiles para la obtención de ácido poliláctico (PLA) y su utilización en la impresión 3D .....	36
Análisis funcional de <i>OpenProject</i> como herramienta para la gestión online de proyectos en ingeniería .....	38

	Página
Estimación de canal de comunicaciones inalámbrico para despliegues de <i>array</i> de antenas masivos.....	40
Localización de imágenes subidas por usuarios de redes sociales mediante utilización de herramientas de búsqueda visual de imágenes.....	42
Diseño del casco de un submarino de propulsión humana para competición.....	44
Residuos generados en la ENM: cuantificación y posibilidades de tratamiento.....	46
Análisis de los parámetros de impresión 3D del ácido poliláctico ligero (LW-PLA) sobre las características finales del producto.....	48
Desarrollo de una herramienta para análisis y diseño de sistemas de balanceo de barcos mediante aletas móviles .....	50
Estudio de un sistema de autoabastecimiento energético solar para ACS, calefacción y refrigeración del cuartel de alumnos Francisco Moreno .....	52
Simulación de sistemas de propulsión anaeróbica (AIP) para buques submarinos mediante pilas de combustible, baterías e hidruros metálicos.....	54
Identificación de emisiones radar mediante técnicas de inteligencia artificial .....	56
Estudio estadístico de la fiabilidad de dispositivos de un solo uso ...	58
Detección de actividades sospechosas de buques en tiempo real mediante datos AIS .....	60
Herramientas de OSINT para la obtención de información en Twitter sobre el conflicto Ucrania-Rusia.....	62
Buque de acción marítima (BAM): análisis de mejoras contra amenazas asimétricas, en operaciones SAR de grupo naval de flota .....	64
Influencia de la composición del combustible en las emisiones y la generación de residuos en sistemas de combustión de biomasa de baja potencia .....	66
P-63 Arnomendi: análisis de mejoras aplicables a sistemas energéticos embarcados .....	68
Optimización y aplicabilidad de la impresión 3D con resina en buques antiguos.....	70
Diseño básico de un sistema de elevación para Zodiac 470 en las lanchas de instrucción Rodman66.....	72

	Página
Simulación del proceso de obtención de bioetanol celulósico como combustible alternativo en Unidades de la Armada.....	74
Sistema de posicionamiento solar para buques .....	76
Caracterización de los principales focos de inmisión de gas radón en despachos de la planta baja del CUD .....	78
Evaluación de combustibles alternativos y tecnologías para la reducción de emisiones en la propulsión de fragatas.....	80
Diseño de un dispositivo para la monitorización de las condiciones de confort utilizando técnicas de prototipado rápido e impresión 3D.....	82
Control de emisiones de $\text{NO}_x$ y $\text{SO}_x$ en buques de la Armada española para la navegación en zonas ECA .....	84
Prototipado, análisis y estimación de producción energética en baldosas piezoeléctricas para el edificio Isaac Peral.....	86
Aplicación de métodos y herramientas de logística sanitaria a pequeñas unidades desplazadas a zonas de combate lejanas: Líneas estratégicas de actuación para la respuesta médica temprana.....	88
Optimización de sistemas auxiliares y propulsión en el velero escuela Arosa .....	90
Predicción de tipo de buque utilizando datos AIS y técnicas de inteligencia artificial .....	92
Evaluación experimental de un sistema de ventilación mecánica controlada para minimizar la concentración de radón en un despacho del CUD-ENM.....	94
Análisis experimental y estudio de posibles usos de supercapacitores en los submarinos de la Armada .....	96
Análisis de la tendencia de formación de turbulencias haciendo uso de los resultados de los modelos de proyección climática del CMIP6 .....	98
Maquetas para el aprendizaje de redes de ordenadores .....	100
Evaluación de un biorreactor para la eliminación de compuestos farmacéuticos y nutrientes en aguas residuales .....	102
Diseño conceptual de un patrullero de altura .....	104
Diseño de un sistema de energía y control de la orientación para un planeador submarino .....	106
Diseño preliminar de una planta OTEC para la producción de energía eléctrica en las islas Canarias .....	108

	Página
<b>Trabajos Fin de Grado. Infantería de Marina .....</b>	<b>111</b>
Aplicación de un sistema de oxidación fotoquímica y ozono a la degradación de pesticidas en aguas .....	112
Diseño y aplicación de un sistema de monitorización para la optimización de simulaciones térmicas en aulas docentes.....	114
Elaboración de una base de datos con información oceanográfica para la evaluación de la vulnerabilidad costera en Galicia	116
Caracterización batimétrica en aguas someras mediante fotogrametría subacuática.....	118
Diseño de atalaje para la sujeción de visores nocturnos al casco Cobat mediante ingeniería inversa .....	120
Despliegue y configuración de plataforma web para geolocalización y seguimiento de alumnos CIM .....	122
Evaluación de la estanqueidad al aire de las fachadas de recintos del edificio del CUD .....	124
Sistema de seguimiento y evaluación de alumnos en el área de topografía mediante una red inalámbrica LoRaWAN .....	126
Diseño e impresión 3D de un dispositivo físico para simulación de disparo con arma de fuego.....	128

# ÍNDICE DE AUTORES

## Cuerpo General

	Página
Alegre Sacristán, Carlos .....	18
Álvarez Díaz, Carlos .....	20
Antezana Coronado, Jhoseph Alessandro .....	22
Arcila Pérez, Félix.....	24
Aycart Celdrán, Guillermo.....	26
Babé Pérez de Villar, Álvaro.....	28
Barahona Peláez, Enrique.....	30
Barón Argos, Pablo .....	32
Cardenal Echevarría, Pablo .....	34
Cervera Sáenz de Santa María, Guillermo .....	36
Cordero de la Puente. Álvaro .....	28
Delgado Martínez, David.....	40
Duque Arce, Pablo .....	42
Elejabeitia Moreno, Iván .....	44
Fontán González-Aller, Jesús .....	46
Gallego Veiga, Jorge .....	48
Gandarillas Carrara, Alejandro de .....	50
García-Puente Navarro, Julio.....	52

	Página
Gil Carbonell, Jose María.....	54
González de Canales Martínez, Fernando.....	56
González Guitart, Jorge.....	58
Hernández de Armijo Jáudenes, Ignacio.....	60
Hernández Ruiz, Álvaro.....	62
Hierro López, Diego del.....	64
Hitos Chacón, Emilio.....	66
Huertas Roldán, Francisco.....	68
Huertas Roldán, Javier.....	70
Ivorra Martín, M.ª Teresa.....	72
Liarte Cabrera, Pedro.....	74
Marcos González, Pedro de.....	76
Marín Alonso, Andrea.....	78
Mercado Caballero, Federico.....	80
Moreno García, Allan Douglas.....	82
Navarro González, Francisco Javier.....	84
Navarro Otero, Pablo.....	86
Núñez Carrasco, Blanca.....	88
Posada Balanzat, Álvaro.....	90
Rodríguez Casajús, Gonzalo.....	92
Rojo Rodríguez, Sergio.....	94
Romero Aguilar, Álvaro.....	96
Ruiz Antón, Diego Justino.....	98
Salafranca Francés, Iael Pilar.....	100
Togores de Vicente, Emilio.....	102
Ugarte Zarco, Mariano.....	104
Vidal Medina, Ignacio.....	106
Zebensuí Riquelme García, Hugo.....	108

### **Infantería de Marina**

Aláez Pérez, Fernando.....	112
Díez Álvarez, Jorge Donato.....	114

	Página
Gómez Núñez, Santiago .....	116
González Baiges, Manuel .....	118
López Rey, Yago .....	120
Muñoz Hernández, Joaquín B. ....	122
Rosano Bernal, Pablo .....	124
Tellado Moreno, Jesús María .....	126
Troya Morales, Isaac .....	128





**Trabajos Fin de Grado  
Cuerpo General**

# **Evaluación del comportamiento de un mortero acumulador de energía mediante la aditivación con parafina**

*Autor: Carlos Alegre Sacristán*

*Directores: Jorge Feijoo Conde (jfeijoo@tud.uvigo.es) y Miguel Ángel Álvarez Feijoo (alvarezfeijoo@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – La búsqueda de la eficiencia energética y la reducción del consumo energético en todos los campos de la ciencia se ha convertido cada vez más en una de las grandes preocupaciones de la sociedad; más aún con la reciente situación. En la construcción, la mejora del aislamiento térmico en edificaciones de todo tipo es uno de los principales objetivos a cumplir para una construcción sostenible. Es precisamente en este sector donde se están desarrollando principalmente sistemas de almacenamiento de energía para mejorar la eficiencia energética. Entre los materiales empleados para almacenar energía se encuentran los materiales de cambio de fase (PCM), que almacenan energía al cambiar de estado.

En el presente trabajo se pretende analizar el comportamiento energético y mecánico de los morteros de cal aditivados con PCM de naturaleza parafínica, con distintas dosificaciones. Los resultados obtenidos demuestran que la adición de PCM incrementa la capacidad de almacenamiento de energía térmica de este material de construcción (31,43  $\mu\text{Vs}/\text{mg}$ ), al tiempo que lo convierte en un material más duradero frente a las condiciones adversas que se encontrará una vez puesto en servicio.

*Palabras clave* – Mortero de cal, energía térmica, material de cambio de fase, edificación, eficiencia energética.

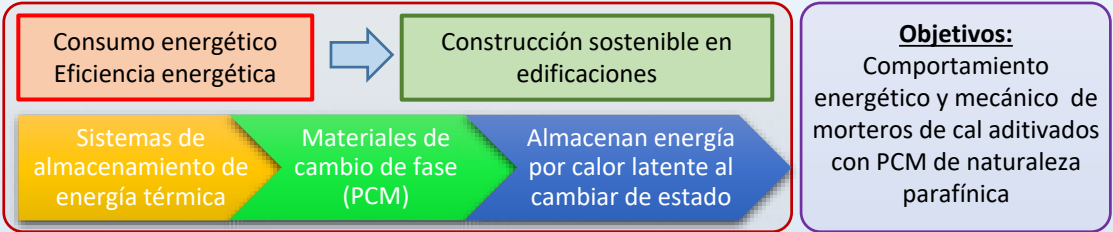


# Evaluación del comportamiento de un mortero acumulador de energía mediante la aditivación con parafina



Autor: Carlos Alegre Sacristán

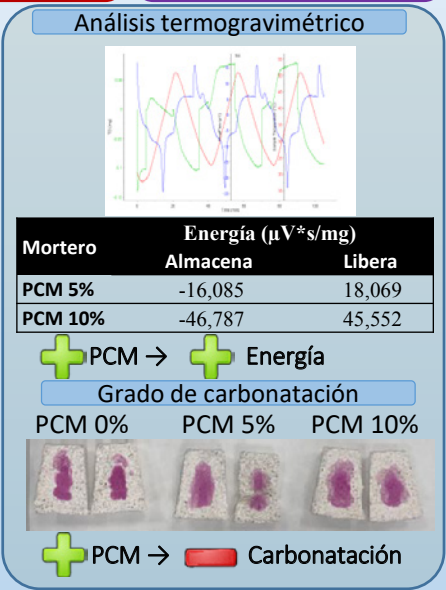
Directores: Jorge Feijoo Conde y Miguel Angel Álvarez Feijoo



**Caracterización del mortero de cal**

Propiedades	PCM 0%	PCM 5%	PCM 10%
Porosidad accesible al H <sub>2</sub> O (%)	37,06	35,31	33,97
Porosidad accesible al Hg (%)	30,10	22,93	21,84
Porosidad capilar (%)	28,28	28,56	28,06
Tortuosidad	1,35	1,34	1,73
Velocidad Ultrasonidos (m/s)	1154	1123	1159
Grado de anisotropía dM (%)	3,10	1,80	3,01
Densidad aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	1645,13	1632,08	1607,05
Dureza superficial (HLD)	201,72	201,26	211,63
Resistencia a compresión (MPa)	6,39	6,82	7,59

+ PCM → Porosidad y + Resistencia



**1) Hielo/deshielo**

PCM0 PCM5 PCM10

PCM reduce poros de tamaño pequeño  
↓  
Pérdida de Material

**2) Choque Térmico**

PCM0 PCM5 PCM10

PCM genera tensiones internas con el cambio continuo de fase  
↓  
Pérdida de Material

**3) Alteración por sales**

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

NaCl

Agua de mar filtrada

PCM reduce poros de tamaño pequeño susceptibles de un mayor daño por presiones internas de cristalización/hidratación  
↓  
Pérdida de Material

# **Diseño de escenario bélico para simulación táctica de combate mediante realidad virtual**

*Autor: Carlos Álvarez Díaz*

*Directores: Xavier Núñez Nieto (xnnieto@tud.uvigo.es) y Miguel Rodelgo Lacruz (mrodelgo@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – La llegada de la Industria de Cuarta Generación (i4.0) a nuestras Fuerzas Armadas ha consolidado un dominio híbrido, que entremezcla cada vez más el mundo real con el digital. Dentro de este marco operativo, se cuenta con la presencia de técnicas y metodologías orientadas a la simulación virtual para el adiestramiento militar, que se ve reflejada en múltiples proyectos de gamificación. Estas nuevas metodologías pueden suponer una revolución en los procesos de enseñanza de los tres ejércitos: Armada, Tierra y Aire. Este trabajo hace uso de dicha tecnología para desarrollar una plataforma operativa de adiestramiento táctico. Sirviéndose de diferentes técnicas de cuarta generación, se ha modelado un escenario bélico fotorrealista, cuyo objetivo busca poner en práctica una situación de combate. A través de la programación de inteligencia artificial y del uso de la realidad virtual, el simulador plantea una experiencia realista/inmersiva de la que se puede extraer un análisis individualizado de cada usuario, para su posterior seguimiento y evaluación.

*Palabras clave* – Realidad virtual, Blueprints, inteligencia artificial, simulación de combate, gamificación.



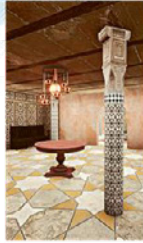
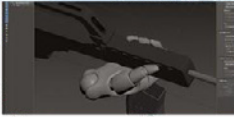
# Diseño de escenario bélico para simulación táctica de combate mediante realidad virtual

*Autor:* Carlos Álvarez Díaz

*Directores:* Xavier Núñez Nieto y Miguel Rodelgo Lacruz



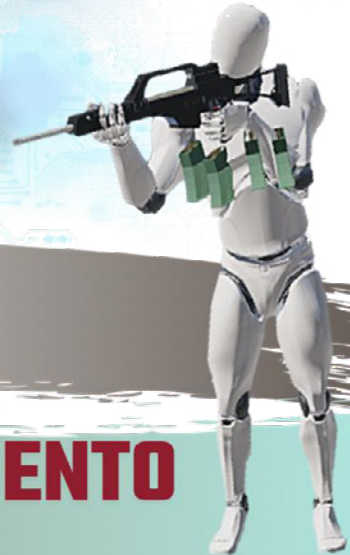
## DISEÑO Y MODELADO DEL ESCENARIO Y EL FUSIL HKG36



## USO DE LA REALIDAD VIRTUAL



## INTELIGENCIA ARTIFICIAL ENEMIGA



# SIMULADOR VIRTUAL DE ADIESTRAMIENTO TÁCTICO

Grado en Ingeniería Mecánica 2021/2022



# Optimización de un reactor electroquímico para potabilización y producción simultánea de hidrógeno a partir de agua de mar

*Autor: Jhoseph Alessandro Antezana Coronado*

*Directores: Jorge Feijoo Conde (jfeijoo@tud.uvigo.es), Rocío Maceiras Castro (rmaceiras@tud.uvigo.es) y Víctor Alfonsín Pérez (valfonsin@tud.uvigo.es)*

**Resumen** – En la actualidad, la escasez de agua y la demanda energética mundial van ganando más notoriedad en la sociedad debido a las altas exigencias que generan las necesidades básicas humanas. Estos problemas representan un desafío a superar, ya que, los recursos no renovables se continúan agotando a medida que el consumo mundial se agudiza. Por lo que, el objetivo de recientes estudios profundiza en la búsqueda de un método que pueda satisfacer aquellas necesidades humanas, a la vez que, acredite un mayor protagonismo a las energías renovables.

El propósito del presente trabajo es la optimización del método de electrólisis en el que, mediante el uso de un reactor, conlleve a la producción de agua potable e hidrógeno simultáneamente. Los resultados obtenidos muestran una clara reducción de sulfatos y cloruros, siendo este último el compuesto complicado de reducir; además, se observó una gran capacidad de producción de hidrógeno a medida que incrementaba la intensidad eléctrica.

Las conclusiones generales deducidas de los resultados obtenidos en la fase experimental señalan que, se debería continuar con el estudio del presente método electroquímico para encontrar un equilibrio que satisfaga la problemática hídrica y favorezca el uso de las energías renovables sostenibles en un futuro próximo.

**Palabras clave** – Electrólisis, agua de mar, reactor, hidrógeno, agua potable.



# Optimización de un reactor electroquímico para potabilización y producción simultánea de hidrógeno a partir de agua de mar



Autor: Jhoseph Alessandro Antezana Coronado

Directores: Jorge Feijoo Conde, Rocío Maceiras Castro, Víctor Alfonsín Pérez

**Problemática**

- Carencia de agua
- Demanda energética

**Proceso estudiado → Electrólisis**

**Objetivo**

Configuración óptima para obtener hidrógeno y agua potable a partir de agua de mar

**Metodología**

- Pretratamiento del agua de mar
- Caracterización de membranas
- Obtención y análisis del agua potable
- Obtención y registro de caudales del hidrógeno

**Agua Potable**

- pH ✘
- Sulfatos ✔
- Cloruros ✘

**Hidrógeno**

- Obtención ✔

- Máximo caudal producido: 11,69 mL/min a 2,2 A
- Ecuación entre caudal ( $Q_{H_2}$ ) e intensidad eléctrica (I):  

$$Q_{H_2} = 2,1056 \cdot I^2 + 0,5236 \cdot I$$

**Configuración Óptima**

## **Dispositivo de fabricación de filamentos, basados en sub-productos textiles, para impresión 3D**

*Autor: Félix Arcila Pérez*

*Directores: Rosa Devesa Rey (rosa.devesa.rey@ cud.uvigo.es ) y  
Jesús del Val García (jesusdv@cud.uvigo.es)*

*Resumen* – En la actualidad, uno de los retos a los que se enfrenta la sociedad es la gestión, optimización, y en especial, el reciclaje de los residuos generados por la industria. Dentro de los sectores que utilizan más recursos y que tienen un elevado potencial de circularidad, se encuentran los que trabajan con plásticos y productos textiles. Debido a que estos materiales pueden tardar en degradarse centenares de años, con el consiguiente impacto ambiental, y que además su fabricación tiene un alto coste en términos energéticos y de huella de CO<sub>2</sub>, han sido objeto en los últimos años de múltiples esfuerzos de cara a su reciclaje y reutilización en productos de alto valor añadido.

Por otro lado, la fabricación aditiva es una técnica que ha cobrado gran interés durante las últimas décadas, debido a que aporta una gran cantidad de ventajas, entre las cuales se puede destacar el reciclado de material y una menor generación de residuos en los procesos productivos. Es por ello por lo que con este TFG se pretende desarrollar y optimizar un sistema, portable, modular y de bajo coste para llevar a cabo la extrusión de filamentos de base polimérica, sintetizados a partir del reciclaje de residuos de origen textil.

*Palabras clave* – Extrusión, fabricación aditiva, reciclaje, módulo, impresión 3D.



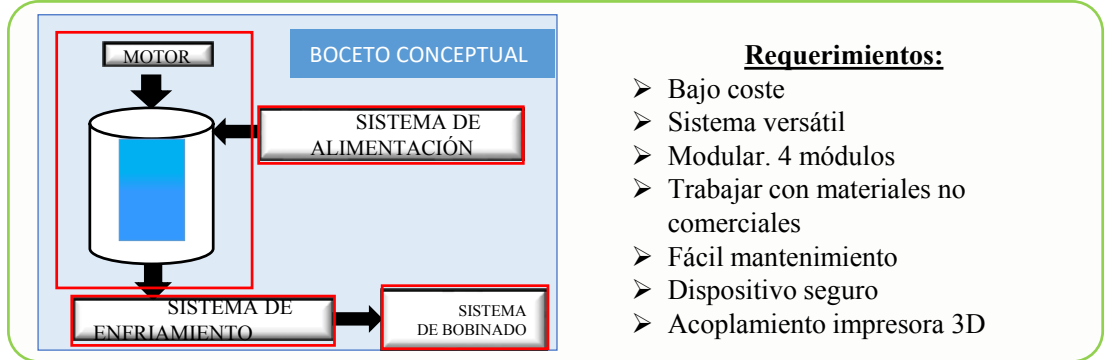


# Dispositivo de fabricación de filamentos, basados en subproductos textiles, para impresión 3D



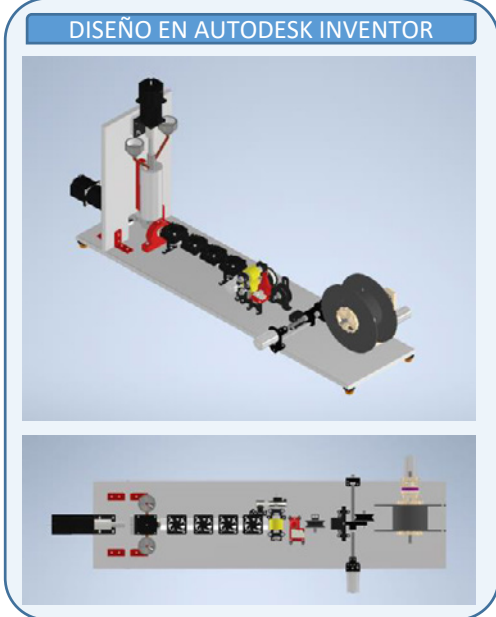
Autor: Félix Arcila Pérez

Directores : Rosa Devesa Rey y Jesús del Val García



### Requerimientos:

- Bajo coste
- Sistema versátil
- Modular. 4 módulos
- Trabajar con materiales no comerciales
- Fácil mantenimiento
- Dispositivo seguro
- Acoplamiento impresora 3D



# **Análisis y mejoras del plan de gestión de residuos en barcos de la Armada**

*Autor: Guillermo Aycart Celdrán*

*Directoras: Rocío Maceiras Castro (rmaceiras@tud.uvigo.es ) y Leticia Pérez Rial (leticia@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Los buques de la Armada son instrumentos que, por su permanente actividad marítima en colaboración con instituciones representantes de otros países, constituyen un papel fundamental como escaparate y embajada flotante representando a España a nivel internacional. En este sentido, la principal fuente de motivación de este trabajo es el posicionamiento de la Armada y de España a la vanguardia del desarrollo sostenible ante la comunidad internacional. El ambicioso objetivo de este estudio consiste, por tanto, en llevar a cabo un innovador sistema de tratamiento de los residuos sólidos generados, tanto en las fragatas F-100 como el día de mañana en las futuras fragatas F-110. Para ello, se propone la utilización de una briquetadora para buques, optimizando de esta manera el funcionamiento del incinerador en el que se introducirán posteriormente las briquetas conformadas, además de la implementación de un proceso de aprovechamiento energético del calor liberado durante el proceso de incineración para conformar un sistema auxiliar de calentamiento de agua que sirva como apoyo al sistema principal de calderas existentes en este tipo de buques. Para conseguir las metas marcadas se ha llevado a cabo un análisis tipológico y una cuantificación de los residuos sólidos generados en los diferentes buques que integran la Armada española, así como un estudio en profundidad de las actuales alternativas de tratamiento existentes en las fragatas F-100.

*Palabras clave* – Residuos sólidos, Incineración, valorización energética, buque, sistema de tratamiento.



# Análisis y mejoras del plan de gestión de residuos en barcos de la Armada



Autor: Guillermo Aycart Celdrán

Directoras: Rocío Maceiras Castro y Leticia Pérez Rial



**CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LOS BUQUES**

## SISTEMA PROPUESTO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS



Reducción del volumen de residuos



# TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN BUQUES DE LA ARMADA



# Aplicación de modelos de gestión y reflexión estratégica a un caso empresarial

*Autor: Álvaro Babé Pérez de Villar*

*Directores: Jorge Feijoo Conde (jfeijoo@tud.uvigo.es) y Francisco Javier Rodríguez Rodríguez (fjavierrodriguez@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – El sistema público de pensiones constituye uno de los pilares fundamentales en los que se asienta nuestro Estado del bienestar. Sin embargo, el efecto que ha ocasionado sobre nuestra economía las recientes crisis vividas, así como factores estructurales tales como la inversión de nuestra pirámide poblacional o la precariedad laboral, está ocasionando que su sostenibilidad se esté poniendo en entredicho. Cada vez son más numerosas las opiniones de reputados economistas, tales como Daniel Lacalle o Carlos Rodríguez Braun, que coinciden en que las pensiones del futuro serán más bajas y abogan por la necesidad de complementarlas con un sistema de ahorro o de capitalización.

El presente trabajo se centra en analizar un sistema de ahorro que complemente las pensiones, basado en la inversión conjunta en activos bursátiles e inmobiliarios. En concreto, se centra en desarrollar el plan de negocio relativo a la inversión inmobiliaria, empleando para ello diferentes herramientas de análisis (PESTEL, 5 fuerzas de Porter, Cadena de Valor de Porter, DAFO, VAN, TIR, etc.) que permitan desarrollar el modelo de negocio, estableciendo partes tan importantes como el plan de marketing (dentro del cual se lleva a cabo el desarrollo de la web de la empresa) y el plan financiero (complementado con pruebas de estrés).

*Palabras clave* – Previsión, inversión, apalancamiento, bolsa, inmuebles.

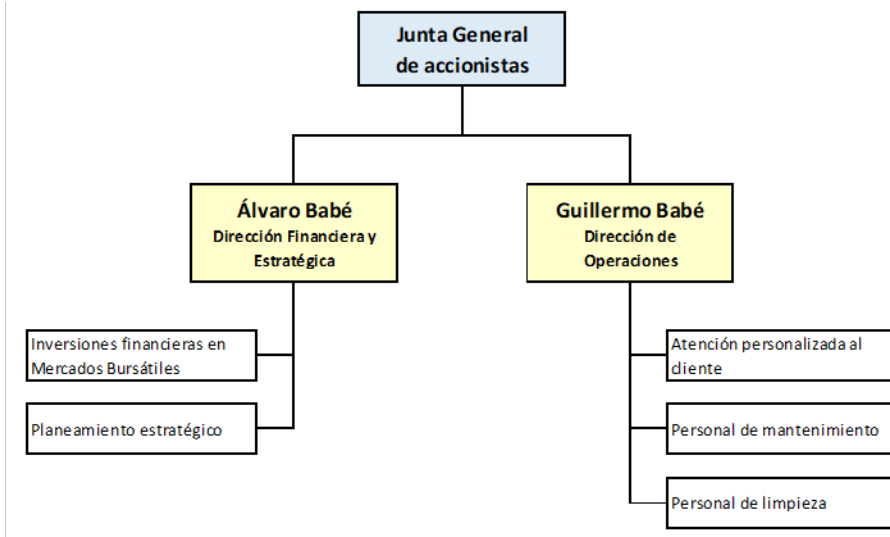


# Aplicación de modelos de gestión y reflexión estratégica a un caso empresarial



*Autor:* Álvaro Babé Pérez de Villar

*Directores:* Jorge Feijoo Conde y Francisco Javier Rodríguez Rodríguez



EL  
**Meridiano**  
Cero



**450€ / dormitorio**

# Prueba de concepto de un modelo de sistema de información para su implantación en un gemelo digital oceanográfico

*Autor: Enrique Barahona Peláez*

*Directores: Carlos Pérez Collazo (carlos.perez.collazo@ cud.uvigo.es) y  
Milagros Fernández Gavilanes (mfgavilanes@ cud.uvigo.es)*

*Resumen* – La implantación de las tecnologías 4.0 constituye una de las prioridades básicas en investigación tanto de la Armada como de la sociedad civil. Así, la definición de gemelos digitales avanzados que permitan una óptima gestión son clave para adaptarse a un entorno cambiante y dinámico. En este sentido la hibridación de la metodología Building Information Modelling (BIM) con la gestión de datos tanto en tiempo real como de series históricas, da lugar a los denominados BIM Digital Twin. En este trabajo se busca generar el entorno para un gemelo digital oceanográfico acerca de los datos relevantes para la navegación dentro de las rías de Pontevedra y Vigo. Para ello, este trabajo podría dividirse en dos secciones: en la primera se hace una recogida de datos de diferentes fuentes oficiales para a continuación, darles una estructura utilizando el lenguaje de código Python para su posterior inserción en una base de datos no estructurada; mientras que la segunda trata de todo el apartado referente a la semántica, en esta se establecen todas las relaciones entre los datos para que, posteriormente, se puedan realizar consultas SPARQL accediendo a dicha base de datos.

*Palabras clave* – Gemelo digital, base de datos semántica, Python, RDF, SPARQL.

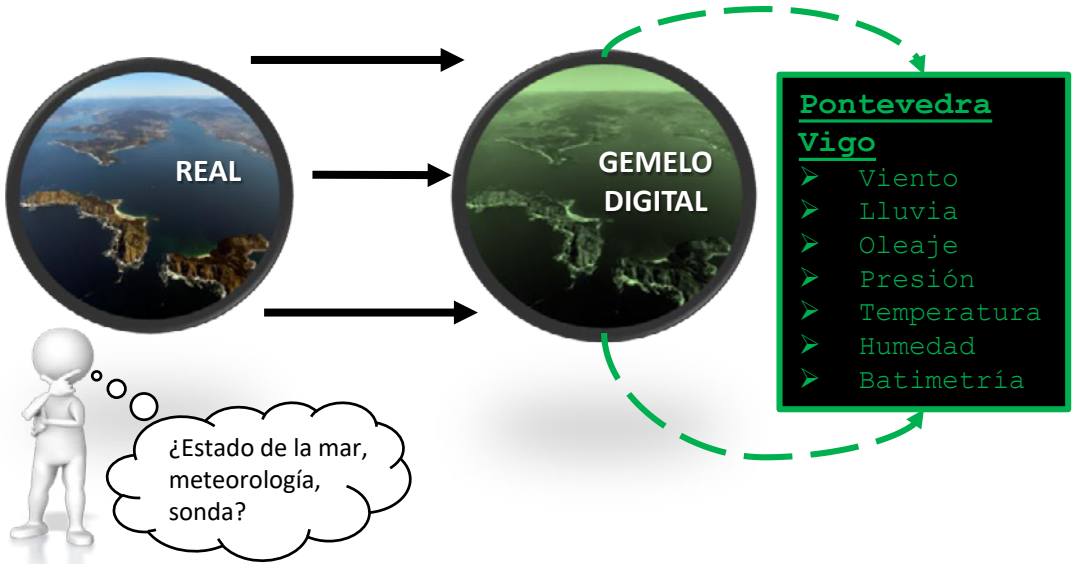


# Prueba de concepto de un modelo de sistema de información para su implantación en un gemelo digital oceanográfico

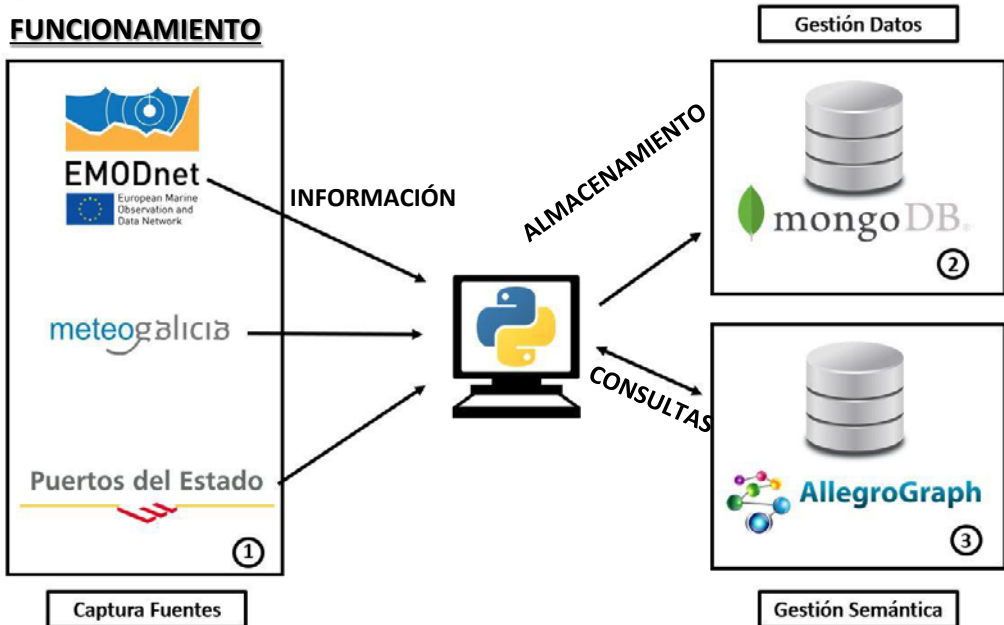


Autor: Enrique Barahona Peláez

Directores: Carlos Pérez Collazo y Milagros Fernández Gavilanes



## FUNCIONAMIENTO



# **Sistema de simulación y evaluación de maniobras compatibles con la regulación COLREG en escenarios con múltiples barcos**

*Autor: Pablo Barón Argos*

*Director: José Antonio González Prieto (jose.gonzalez@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Las colisiones continúan siendo una de las fuentes de accidentes más importantes que involucran barcos en entornos marítimos, por lo que su prevención mediante el cumplimiento de las normas de navegación, COLREG, es de vital importancia. De esta forma, una parte importante asociada a la investigación de este tipo de normativas, consiste en la creación de herramientas que permitan realizar simulaciones de encuentros entre múltiples barcos en donde se evalúe el cumplimiento de las normas COLREG. Desde un punto de vista formativo, interesa el caso en el que es un usuario/alumno el que maneja el barco objetivo que debe maniobrar mediante el manejo de un joystick. Para ello, inicialmente se ha procedido a proponer un algoritmo que analiza situaciones de cruce entre dos barcos para establecer, mediante unos índices normalizados  $(0, 1)$ , la probabilidad de estar incumpliendo una norma relativa a la posible colisión o al cruce de dos barcos. Una vez validado el algoritmo se preparan los escenarios empleando modelos cinemáticos para los barcos a simular, es decir, sin tener en cuenta las dinámicas asociadas a las masas, fuerzas hidrodinámicas o las acciones generadas por el oleaje y el viento.

*Palabras clave* – Gemelo digital, simulación, navegación segura, COLREG, algoritmo de evaluación.



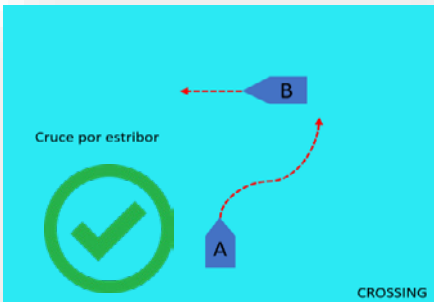


# Sistema de simulación y evaluación de maniobras compatibles con la regulación COLREG en escenarios con múltiples barcos

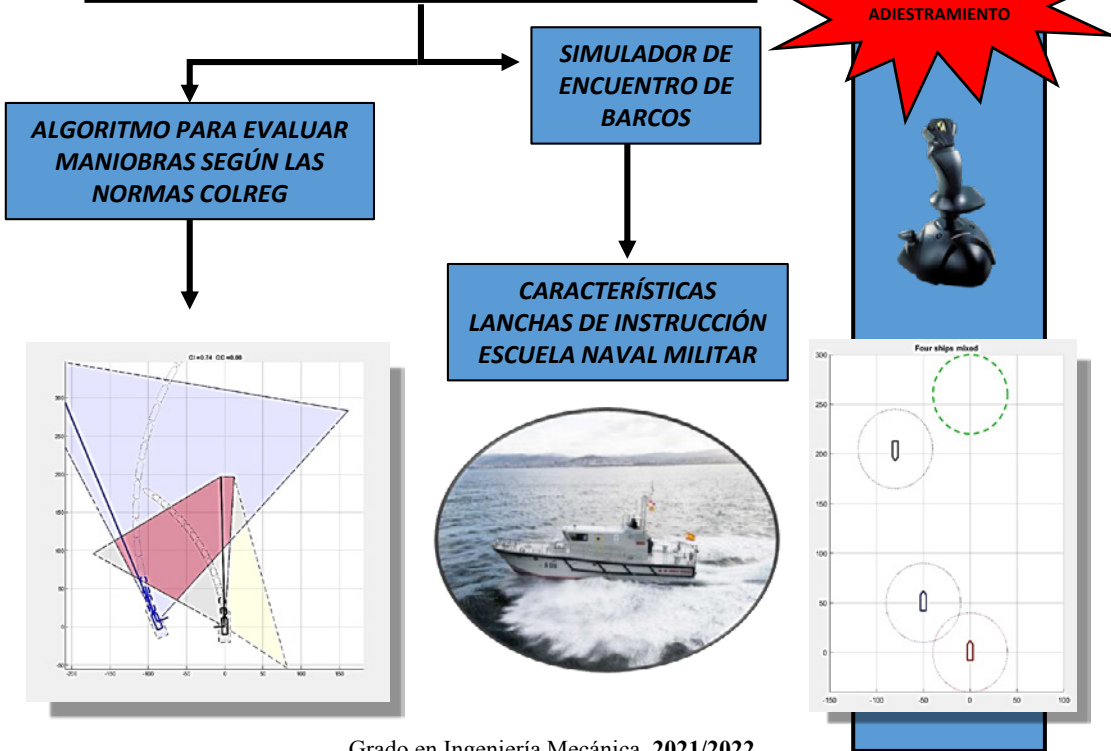


*Autor:* Pablo Barón Argos  
*Director:* José Antonio González Prieto

## COLREG = NAVEGACIÓN SEGURA



## CREACIÓN DE ESCENARIOS



# **Análisis matemático de las variables geofísicas que afectan a la concentración de radón en el suelo de la ENM**

*Autor: Pablo Cardenal Echevarría*

*Directores: Lorena González Gil (lorena.gonzalez@tud.uvigo.es) y  
Jorge Eiras Barca (jeiras@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – La convivencia con elevadas concentraciones de radón puede llegar a ser perjudicial para la salud, pues como ya se ha comprobado, es el segundo causante de cáncer de pulmón. Este hecho ha provocado un crecimiento en la preocupación social y, por consiguiente, en la comunidad científica. El presente trabajo fin de grado trata de estudiar si existe alguna correlación entre las diferentes variables geofísicas y la concentración de radón en la Escuela Naval Militar. Los patrones de concentración registrados en años anteriores motivan a investigar si existe alguna influencia de cambios meteorológicos o fenómenos cíclicos. Para el desarrollo del presente estudio, se llevaron a cabo mediciones en distintos puntos del centro militar con el objetivo de observar el comportamiento de la señal de radón. Los registros han sido analizados, buscando posibles correlaciones con fenómenos geofísicos. Se concluye que existen distintos grados de correlación entre las variables y la concentración, siendo las más significativas la correlación negativa con la presión y la correlación positiva con la temperatura. Además, tras realizar el análisis espectral, se observa la influencia de dos frecuencias relevantes en las señales. Una de 24 h correspondiente al ciclo diurno y la otra de 12 h relacionada con el ciclo semidiurno y la influencia de las mareas.

*Palabras clave* – Radón, densidad de desintegración, fenómenos meteorológicos, ciclos, correlación.

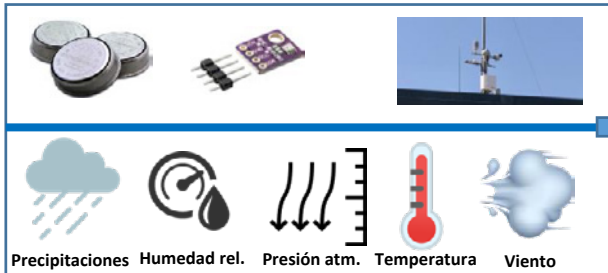


# Análisis matemático de las variables geofísicas que afectan a la concentración de radón en el suelo de la ENM

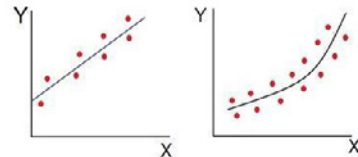


Autor: Pablo Cardenal Echevarría

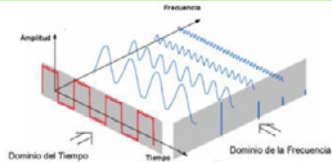
Directores: Lorena González Gil y Jorge Eiras Barca



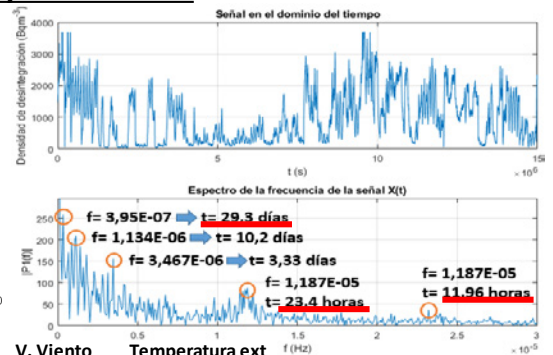
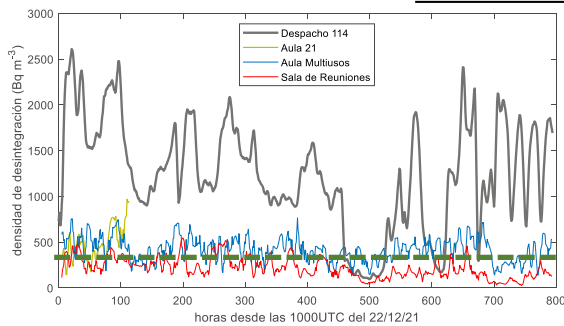
## MÉTODOS DE CORRELACIÓN



## TRANSFORMADA DE FOURIER



## Resultados y conclusiones



	Precipitaciones	Humedad rel.	Presión	V. Viento	Temperatura ext
Aula 21	0,338	0,385	-0,486	0,043	0,256
Despacho 114	0,179	0,099	-0,430	0,402	0,330
Multiusos	0,178	0,198	-0,251	0,256	0,364
Reuniones	0,601	0,557	-0,576	0,333	0,567

Grado en Ingeniería Mecánica, 2021/2022

# Valorización de residuos textiles para la obtención de ácido poliláctico (PLA) y su utilización en la impresión 3D

*Autor: Guillermo Cervera Sáenz de Santa María*

*Directores: Rosa Devesa Rey (rosa.devesa.rey@ cud.uvigo.es) y  
Jesús del Val García (jesusdv@cud.uvigo.es)*

*Resumen* – El presente trabajo de fin de grado, consiste en hacer un estudio de la gestión de los residuos textiles, ya que la reforma de ley de residuos y de suelos contaminados prevé la prohibición de la destrucción de los textiles no vendidos y establece unos nuevos objetivos en el reciclado y la reutilización de los desechos. Con esta nueva normativa vigente las empresas se responsabilizan más allá de la fabricación y el consumo de su producto. Con el objetivo de cumplir con dicha norma, se propone la valorización de dichos residuos para obtener un producto de relleno y su utilización como agente llenante en materiales utilizados impresión 3D. Con estas nuevas técnicas de reciclaje, se conseguirá la disminución del uso de materiales fósiles para la creación de plásticos, asimismo se obtendrá un material con mejores características y más sostenible. Para ello se realizará una previa selección de los posibles materiales que se podrán usar para la obtención material de relleno para ácido poliláctico (PLA). Una vez seleccionado el material, se procederá a realizar el proceso químico para tratar los residuos y obtener el producto de relleno que fusionaremos con el PLA. Por último, se confeccionará este nuevo material y se estudiarán tanto sus propiedades como su posible uso en la industria 3D.

*Palabras clave* – Ácido poliláctico (PLA), residuos textiles, impresión 3D, reciclado, agente llenante.



## Valorización de residuos textiles para la obtención de ácido poliláctico (PLA) y su utilización en la impresión 3D



*Autor:* Guillermo Cervera Sáenz de Santa María  
*Directores:* Rosa Devesa Rey y Jesús del Val García

La nueva **ley de residuos y suelos contaminados** prevé nuevos objetivos relacionados con los residuos textiles.

El **principal desafío**: será la valorización de estos con el objetivo de generar un mayor volumen de PLA.

Para ello, se tratarán con procesos químicos utilizando un proceso de optimización **Box-Behnken**.

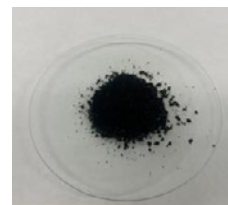
### Evaluación del nuevo material

Dureza

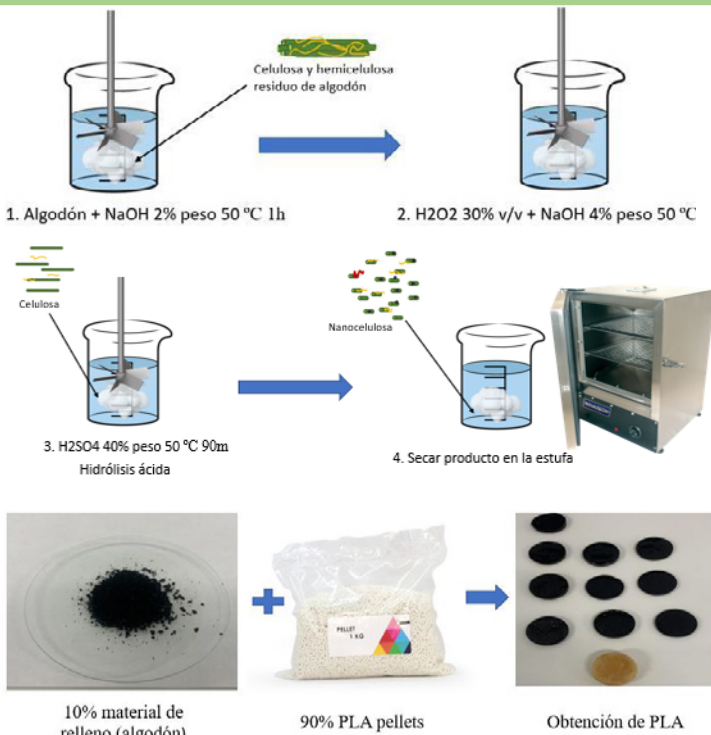


Valor muy similar a PLA convencional

Cantidad de material obtenido



Por cada gramo de textil se obtuvieron 6 gramos de producto



# **Análisis funcional de OpenProject como herramienta para la gestión online de proyectos en ingeniería**

*Autor: Álvaro Cordero de la Puente*

*Director: Xavier Núñez Nieto (xnnieto@tud.uvigo.es)*

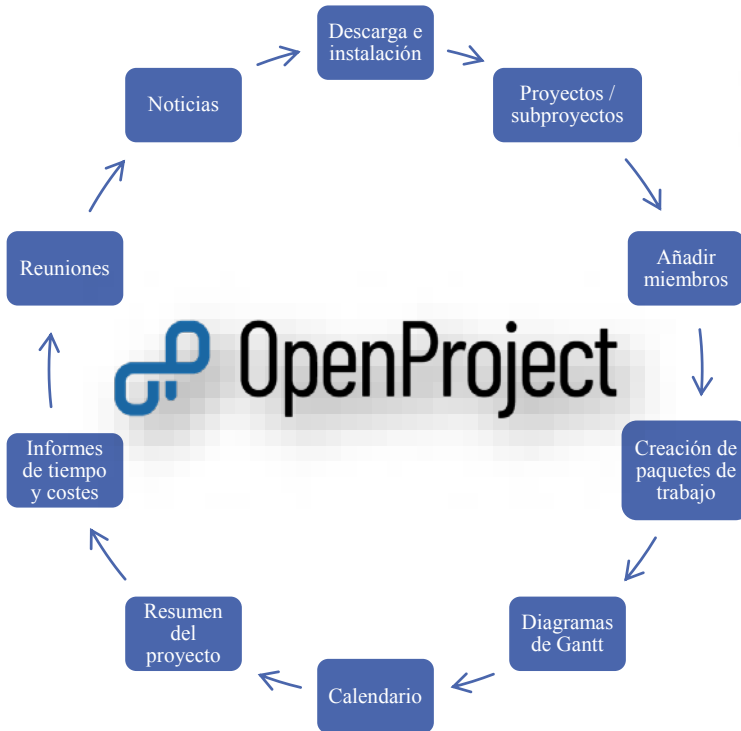
*Resumen* – La actual situación de pandemia, provocada por el Covid-19, da lugar a que cada vez sean más los casos en los que resulta complicado trabajar debido a la imposibilidad de compartir espacio físico. Los departamentos de trabajo técnico, se han visto muy afectados a causa de esta situación, ya que su función principal no es otra que la de desarrollar proyectos. La gestión de proyectos, así como la creación del equipo que va a formar parte de estos, no es ni mucho menos tarea sencilla y la no presencialidad agrava esta dificultad, debido a la necesidad de gestionar numerosos recursos. En este trabajo de fin de grado, se ha llevado a cabo el análisis del software específico para la gestión online de proyectos OpenProject. A lo largo de este, se llevará a cabo un recorrido bibliográfico enfocado en la situación de la gestión de proyectos, desembocando en la gestión online de estos. Así pues, se ha generado un manual de usuario de forma detallada, incluyendo desde la descarga e instalación, hasta la realización de un análisis de los diferentes comandos que componen este software. Además, se ha desarrollado una página web de fácil acceso, para mostrar al usuario medio de manera visual y cercana, los comandos que lo componen, así como las posibles aplicaciones en ingeniería de proyectos.

*Palabras clave* – OpenProject, Linux, ciclo de vida, gestión de proyectos, Wix.



# Análisis funcional de OpenProject como herramienta para la gestión online de proyectos en ingeniería

Autor: Álvaro Cordero de la Puente  
 Director: Xavier Núñez Nieto



**El Lugar del Ingeniero**  
 Manual del usuario

Home    Manual    Análisis del software

## Contenido del manual



# Estimación de canal de comunicaciones inalámbrico para despliegues de array de antenas masivos

*Autor: David Delgado Martínez*

*Directores: José Pablo González Coma (jose.gcoma@tud.uvigo.es) y  
María Álvarez Hernández (maria.alvarez@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – El mundo se encuentra inmerso en una nueva etapa de desarrollo tecnológico, la revolución 4.0. Los principios de esta nueva era digital se fundamentan en aumentar la capacidad de conexión entre los usuarios y dispositivos y, de esta forma, automatizar diferentes procesos y tareas para mejorar la eficiencia de la actividad empresarial y de la vida cotidiana. Uno de los pilares que sustenta la viabilidad de la implementación de estos nuevos avances, es el desarrollo de una nueva red de móvil para las comunicaciones inalámbricas, el conocido como 5G. Sin embargo, existen aún ciertas limitaciones que impiden la puesta en marcha de este gran cambio en la infraestructura de las telecomunicaciones y, entre ellos, destaca la necesidad de estimar el comportamiento del canal de comunicaciones inalámbrico.

En esta línea de estudio, se concibe este trabajo de fin de grado como un análisis de los principales factores que condicionan la respuesta del canal de comunicaciones, así como, una propuesta de diferentes mecanismos de estimación que sean capaces de generar un modelo acorde a las características reales del mismo. Además, se generaliza este estudio para los innovadores sistemas de comunicaciones que llegan paralelamente con esta revolución industrial: los sistemas de array de antenas masivos.

*Palabras clave* – Canal de comunicaciones, array, frente de ondas, MIMO, estimador.





# Estimación de canal de comunicaciones inalámbrico para despliegues de array de antenas masivos



*Autor:* David Delgado Martínez  
*Directores:* José Pablo González Coma  
 María Álvarez Hernández

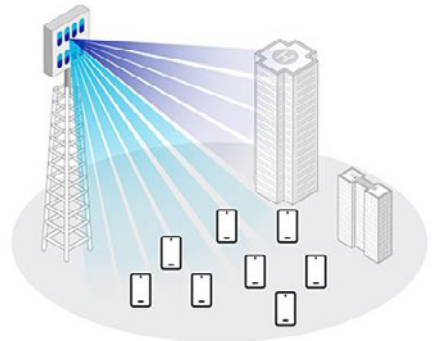
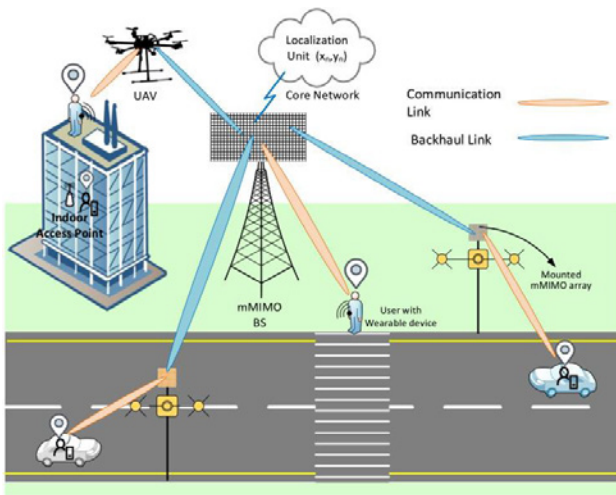
La red móvil 5G es el elemento troncal de la Industria 4.0.

El principal desafío: la **estimación del canal** de comunicaciones inalámbrico.

La única infraestructura válida, los despliegues de **array masivos**

## Sistemas de array de antenas masivos

Empleo de múltiples antenas para mejorar el rendimiento y aumentar la conectividad.

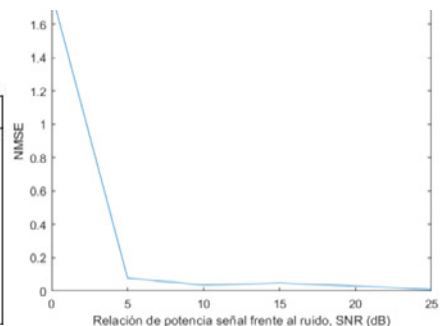
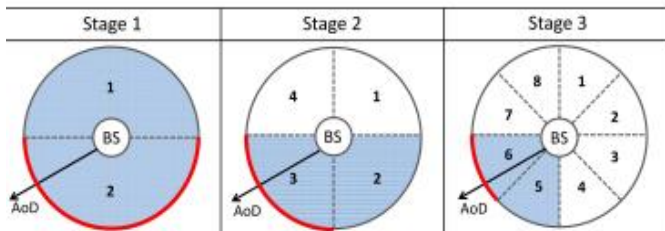


## Beamtraining

Estimador mediante una formación de haces que cubren las posibles posiciones en las que se encuentre un usuario.

## Validación del estimador

Múltiples simulaciones de *beamtraining* en función del error cuadrático medio.



# Localización de imágenes subidas por usuarios de redes sociales mediante utilización de herramientas de búsqueda visual de imágenes

*Autor:* Pablo Duque Arce

*Directora:* Milagros Fernández Gavilanes (mfgavilanes@tud.uvigo.es)

*Resumen* – Hoy en día, las redes sociales constituyen un pilar básico de la sociedad. Los usuarios publican imágenes en sus publicaciones, pero son muy pocos los que indican la localización de las mismas. Conocer esa ubicación tiene un gran interés en muchos ámbitos, como por ejemplo, el social, el político, el económico, pero también el de seguridad.

Durante el desarrollo de este trabajo de fin de grado, se explicarán las aplicaciones y buscadores que realizan búsqueda inversa de imágenes que están disponibles en el mercado actual. Posteriormente, explicaremos las diferentes herramientas y librerías que utilizaremos para la confección de nuestros algoritmos.

Una vez definidas estas herramientas, introduciremos las tres arquitecturas en las que se basa GeoApi, nombre del sistema creado. En la primera arquitectura, tendremos tres algoritmos de búsqueda distintos que presentarán las diferentes localizaciones en función a diversos criterios. En la segunda, se ha desarrollado un cuarto algoritmo que presenta las posibles localizaciones en las que se ha ubicado el usuario durante un espacio temporal. En la tercera parte, introduciremos unas mejoras en el tratamiento de imágenes de forma a detectar, localizar y eliminar objetos e individuos. Por último, someteremos a pruebas a nuestro sistema y presentaremos los resultados.

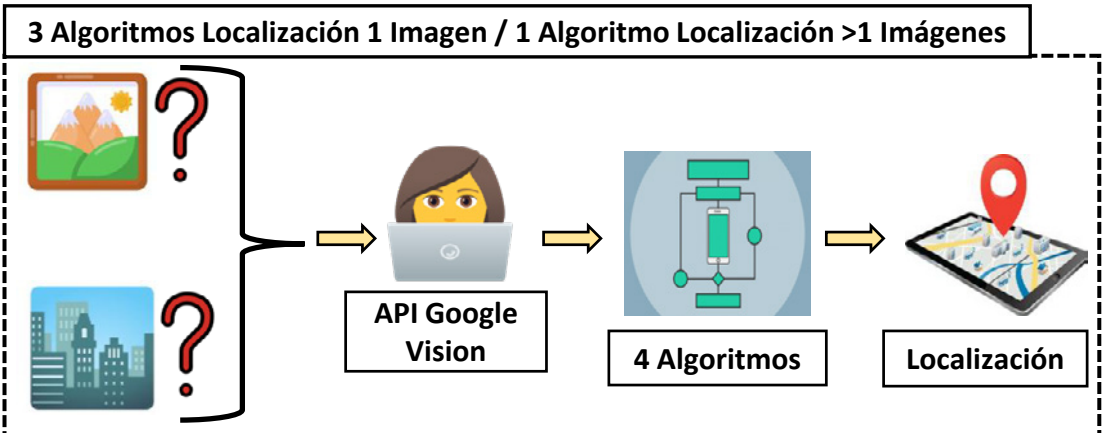
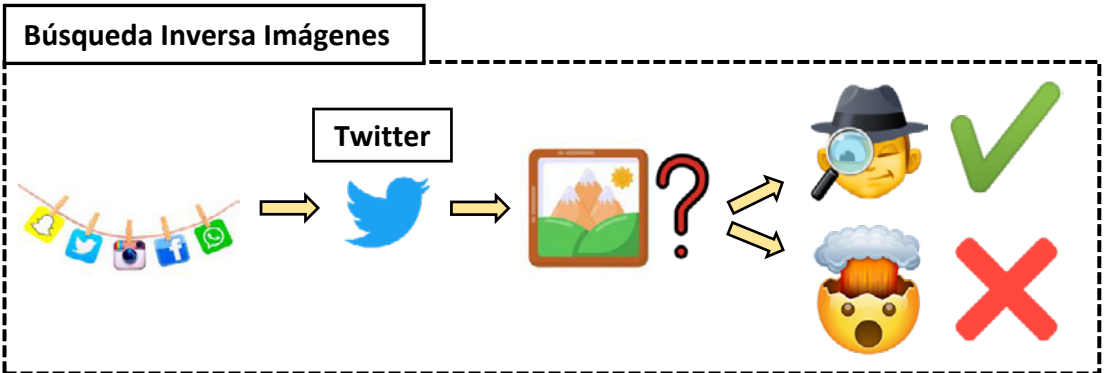
*Palabras clave* – Geolocalización, coordenadas, GeoApi geocodificación, API Google Vision.



# Localización de imágenes subidas por usuarios de redes sociales mediante utilización de herramientas de búsqueda visual de imágenes



*Autor:* Pablo Duque Arce  
*Directora:* Milagros Fernández Gavilanes



# Diseño del casco de un submarino de propulsión humana para competición

*Autor: Iván Elejabeitia Moreno*

*Directores: Carlos Pérez Collazo (carlos.perez.collazo@ cud.uvigo.es) y  
Pedro Carrasco Pena (pedrocarrasco@ cud.uvigo.es)*

*Resumen* – Desde los años 90, diferentes instituciones han venido organizando carreras de submarinos de propulsión humana que enfrentan a estudiantes universitarios de todo el mundo. Estas son la International Submarine Race y la European International Submarine Race, regatas que tienen lugar en los Estados Unidos y en el Reino Unido respectivamente. En estas regatas, los estudiantes deben ser capaces de diseñar y construir un submarino de propulsión humana completamente inundado para competir contrarreloj a través de un recorrido predefinido contra el resto de equipos. El objetivo de este trabajo es dar el primer paso hacia la futura construcción de un submarino de propulsión humana capaz de participar en estas competiciones representando al CUD-ENM. Para ello se revisará en primera instancia el estado del arte para identificar características comunes de diseños anteriores y se valorarán las necesidades de propulsión y ergonomía del piloto dentro de la cabina. Estas necesidades posteriormente serán tenidas en consideración para el diseño de la carena, que será posteriormente analizada empleando el software CFD Ansys FLUENT con el fin de optimizarla mediante el empleo de perfiles hidrodinámicos.

*Palabras clave* – Submarino de propulsión humana, hidrodinámica, coeficiente de arrastre, diseño, dinámica de fluidos computacional.



# Diseño del casco de un submarino de propulsión humana para competición



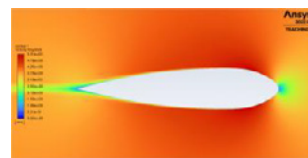
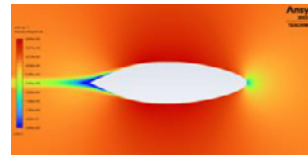
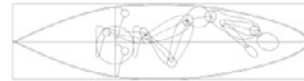
*Autor:* Iván Elejabeitia Moreno

*Directores:* Carlos Pérez Collazo y Pedro Carrasco Pena

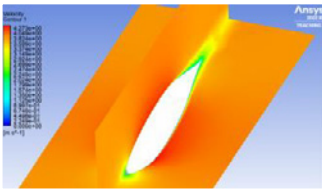
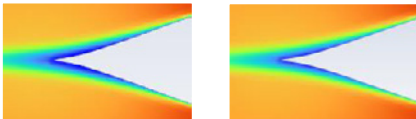
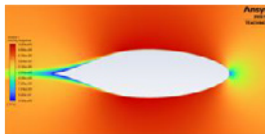
Primer paso hacia la creación de un equipo del CUD-ENM para participar en las *International Submarine Races* y la *European International Submarine Races*



## Primer boceto:



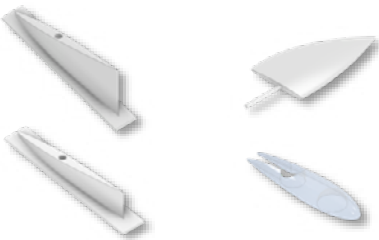
## Optimización:



## Diseño de los apéndices:



## Resultado:



## **Residuos generados en la ENM: cuantificación y posibilidades de tratamiento**

*Autor: Jesús Fontán González-Aller*

*Directoras: Rocío Maceiras Castro (rmaceiras@tud.uvigo.es) y  
Leticia Pérez Rial (leticia@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – En la actualidad, uno de los principales problemas asociados es la enorme generación de residuos que se produce y que, en caso de carecer del tratamiento adecuado, se convierten en una fuente importante de contaminación. Las políticas cada vez más restrictivas y la mayor concienciación ciudadana está llevando a una mejora en la gestión y tratamiento de los residuos.

Las Fuerzas Armadas, al igual que otras instituciones públicas, no son ajenas a este panorama y es por ello que el presente trabajo se ha centrado en la identificación y cuantificación de los residuos producidos en la Escuela Naval Militar de Marín, así como en la gestión o tratamiento que reciben. En base a los datos obtenidos se ha realizado un análisis de las alternativas de tratamiento de residuos sólidos más adecuadas, seleccionando aquellas que se consideran más viables de acuerdo a diferentes criterios (económicos, viabilidad técnica, complejidad, etc.). Las opciones finalmente seleccionadas, el compostaje y la instalación de una caldera de biomasa, permitirían la transformación de determinadas tipologías de residuos generados en la escuela en recursos de valor contribuyendo a la denominada economía circular, eje central de muchas de las políticas ambientales que actualmente se encuentran en vigor.

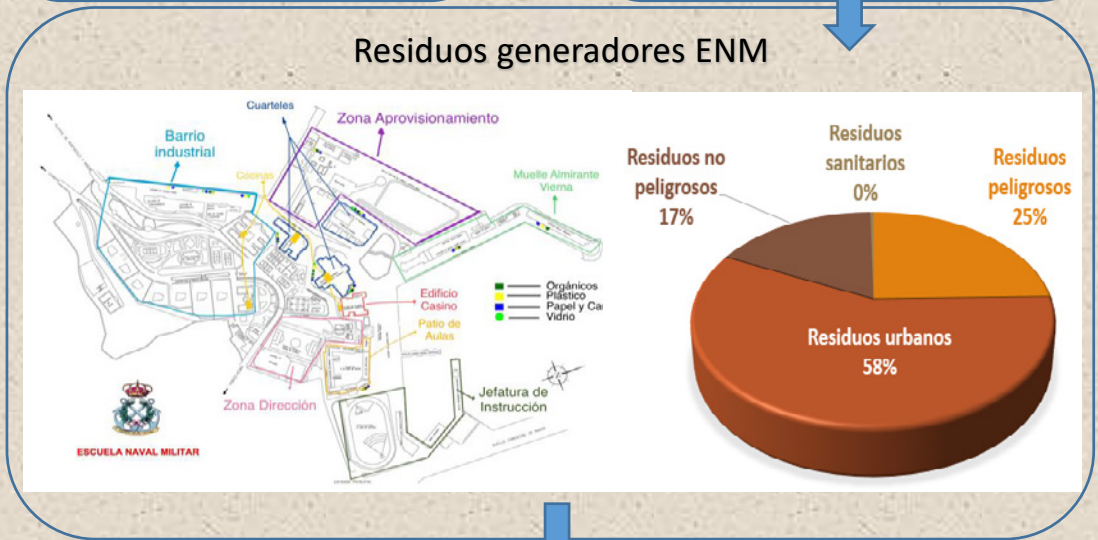
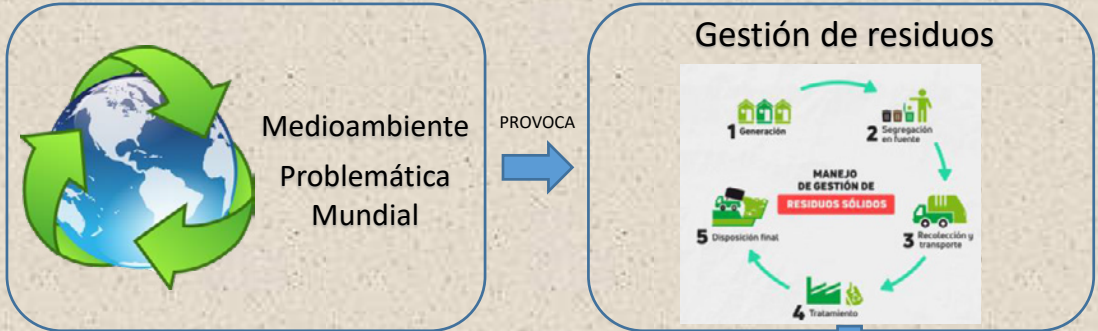
*Palabras clave* – Residuo, tratamiento, cuantificación, Escuela Naval Militar, gestión.



# Residuos generados en la ENM: cuantificación y posibilidades de tratamiento.



*Autor :* Jesús Fontán González-Aller  
*Directoras:* Rocío Maceiras Castro y Leticia Pérez Rial



# **Análisis de los parámetros de impresión 3D del ácido poliláctico ligero (LW-PLA) sobre las características finales del producto**

*Autor: Jorge Gallego Veiga*

*Directores: Andrés Suárez García (andres.suarez@tud.uvigo.es) y  
Carlos Casqueiro Placer (ccasqueiro@tud.uvigo.es)*

**Resumen** – Este trabajo consistió en el estudio del efecto de los parámetros de impresión del LW-PLA y cómo afectan a las propiedades de las piezas una vez impresas.

La característica de expansión de este material, que a priori permite trabajar con flujos bajos, facilita la realización de piezas ligeras, útiles en sectores como el de los UAV que a la vez requiere prestaciones estructurales. Por este motivo se analizaron probetas impresas con diferentes valores para los parámetros de alto de capa, temperatura y flujo de impresión en combinaciones definidas mediante el diseño de Box-Behnken, que permitió obtener buenas conclusiones a partir de un número de ensayos limitado. La bondad de esta técnica permitió definir parámetros que lograron obtener una dureza Shore de 27, una expansión superior al 260 % (un incremento del 900 %), una fiabilidad dimensional respecto al modelo inferior al 20 % (una mejora del 536 %) y una resistencia a tracción de hasta 633N (un incremento del 66 %), de mejora respecto los del peor caso.

Los resultados y conclusiones a las que se llegan en este documento pretenden ser y convertirse en una guía fiable y al alcance de cualquiera que tenga dudas acerca de cuál debería de ser la configuración en función del uso al que se destinen las piezas impresas.

*Palabras clave* – LW-PLA, ensayo, experimentación, FDM, impresión 3D.





# Análisis de los parámetros de impresión 3D del ácido poliláctico ligero (LW-PLA) sobre las características finales del producto



Autor: Jorge Gallego Veiga

Directores: Andrés Suárez García y Carlos Casqueiro Placer

## OBTENCIÓN DE DATOS



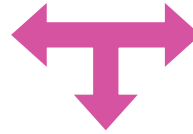
Probeta Fases 1, 2 y 3



Durometro



Probetas Fase 4



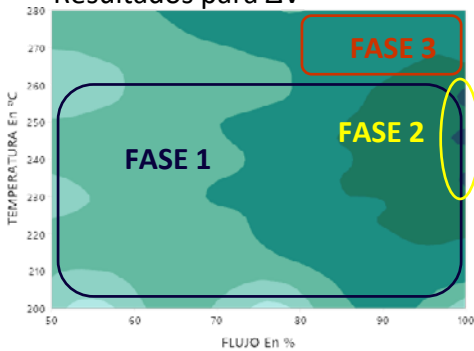
Sensor FSR



Máquina de tracción

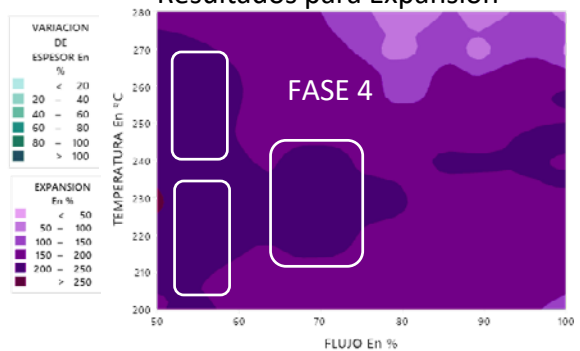
### ENSAYO DIMENSIONAL

Resultados para  $\Delta V$



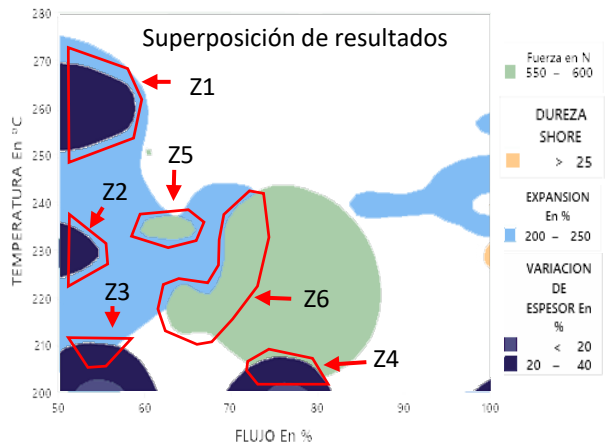
### ENSAYO DE TRACCIÓN

Resultados para Expansión



## CONCLUSIONES

- No existe superposición entre la dureza y otro parámetro.
- En Z1, Z2 y Z3 es donde hay alta fiabilidad en el espesor y expansiones elevadas.
- En Z5 y Z6 gran expansión con altas resistencias a tracción.
- En Z4 alta resistencia a tracción y una alta fiabilidad en el espesor.



# **Desarrollo de una herramienta para análisis y diseño de sistemas de balanceo de barcos mediante aletas móviles**

*Autor: Alejandro de Gandarillas Carrara*

*Director: José Antonio González Prieto (jose.gonzalez@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – El tráfico marítimo es uno de los medios de transporte de mercancías más importante del mundo, siendo la seguridad en la navegación su elemento clave que permite que los barcos cumplan con su misión. La seguridad depende de muchos factores, sistemas y de la tripulación, por eso, durante las últimas décadas la estabilización de balanceo de los barcos se ha convertido en uno de los sistemas básicos que mejora la eficacia del transporte, el confort de los pasajeros y la seguridad de la carga. De esta forma, por medio de un sistema de estabilización adecuado se pueden lograr mejoras en la maniobrabilidad, permitiendo operar en condiciones climáticas adversas a través de la reducción de riesgos asociados a la degradación de la estabilidad.

Este trabajo de fin de grado realiza un estudio de las diferentes medidas empleadas para reducir el balanceo incluyendo tanques de lastre, quillas de balanceo, giroestabilizadoras, aletas estabilizadoras y técnicas de estabilización que emplean el timón. Tras su análisis, se desarrolla el modelo matemático dinámico de balanceo de un barco, para desarrollar una herramienta que permita realizar simulaciones dinámicas de un sistema de control de balanceo de barcos empleando aletas móviles en el entorno de Matlab/Simulink.

*Palabras clave* – Modelo dinámico no lineal, grados de libertad (DOF), aleta estabilizadora, algoritmo de control de balanceo, simulación.



# **Estudio de un sistema de autoabastecimiento energético solar para ACS, calefacción y refrigeración del cuartel de alumnos Francisco Moreno**

*Autor: Julio García-Puente Navarro*

*Directoras: Lara Febrero Garrido (lfebrero@ cud.uvigo.es) y Araceli Regueiro Pereira (regueiro@cud.uvigo.es)*

*Resumen* – El presente trabajo fin de grado pretende estudiar la incorporación de un sistema básico de autoabastecimiento energético en el cuartel de alumnos Francisco Moreno, mediante un campo de colectores solares que contribuya porcentualmente al sistema de agua caliente sanitaria y calefacción. Tras realizar un estudio del cuartel donde alrededor de 350 alumnos conviven, haciendo uso de estos servicios durante un periodo medio de 5 años, se realiza un predimensionamiento básico del sistema solar en base a la demanda estimada según los estándares mínimos recogidos en el Código Técnico de la Edificación. A mayores, se estima la demanda de refrigeración de la sala sureste de la biblioteca del cuartel, mediante una máquina de absorción basada en el proceso térmico de frío solar. Tras las estimaciones previas, se realizan los cálculos pertinentes y se analizan los resultados obtenidos. Posteriormente, se realiza un estudio económico y comparativo del conjunto, reflejando el posible ahorro y amortización alcanzados. Por último, se presentan las conclusiones y se promueve a futuras líneas de acción complementar y precisar la investigación realizada con este trabajo, ya que podría ser, en algún momento, una posible inversión por parte de la Escuela Naval Militar.

*Palabras clave* – Autoabastecimiento, captador solar, agua caliente sanitaria, calefacción, frío solar.



# Estudio de un sistema de autoabastecimiento energético solar para ACS, calefacción y refrigeración del cuartel de alumnos Francisco Moreno



Autor: Julio García-Puente Navarro

Directoras: Lara Febrero Garrido y Araceli Regueiro Pereira



Calentamiento global  
Armada sostenible



Energía renovable en sus centros



- OBJETIVOS**
- Apoyo solar a ACS y calefacción
  - Refrigeración mediante frío solar
  - Viabilidad a largo plazo

A través de



FRÍO SOLAR



- Estimación de demanda ACS y pre-dimensionado básico de instalación solar según CTE
- Estimación de demanda de refrigeración de la biblioteca
- Estudio económico y comparativo

$$Q_{TOTAL} = Q_{SENSIBLE} + Q_{LATENTE}$$

**CONCLUSIÓN**



ACTUAL	PROPUESTA
Sistema de calderas de gas <b>No sostenible</b>	Sistema mixto de calderas y captadores solares <b>Sostenible</b>
Calefacción y ACS	Calefacción, ACS y refrigeración
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 43.000 € anuales energía primaria</li> <li>• Precio energía</li> <li>• Dependencia energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50.000 € inversión</li> <li>• Amortización &lt; 10 años</li> <li>• Ahorro mínimo 5.000 € – 6.000 € anuales</li> </ul>

# **Simulación de sistemas de propulsión anaeróbica (AIP) para buques submarinos mediante pilas de combustible, baterías e hidruros metálicos**

*Autor: José María Gil Carbonell*

*Director: Víctor Ángel Alfonsín Pérez (valfonsin@tud.uvigo.es)*

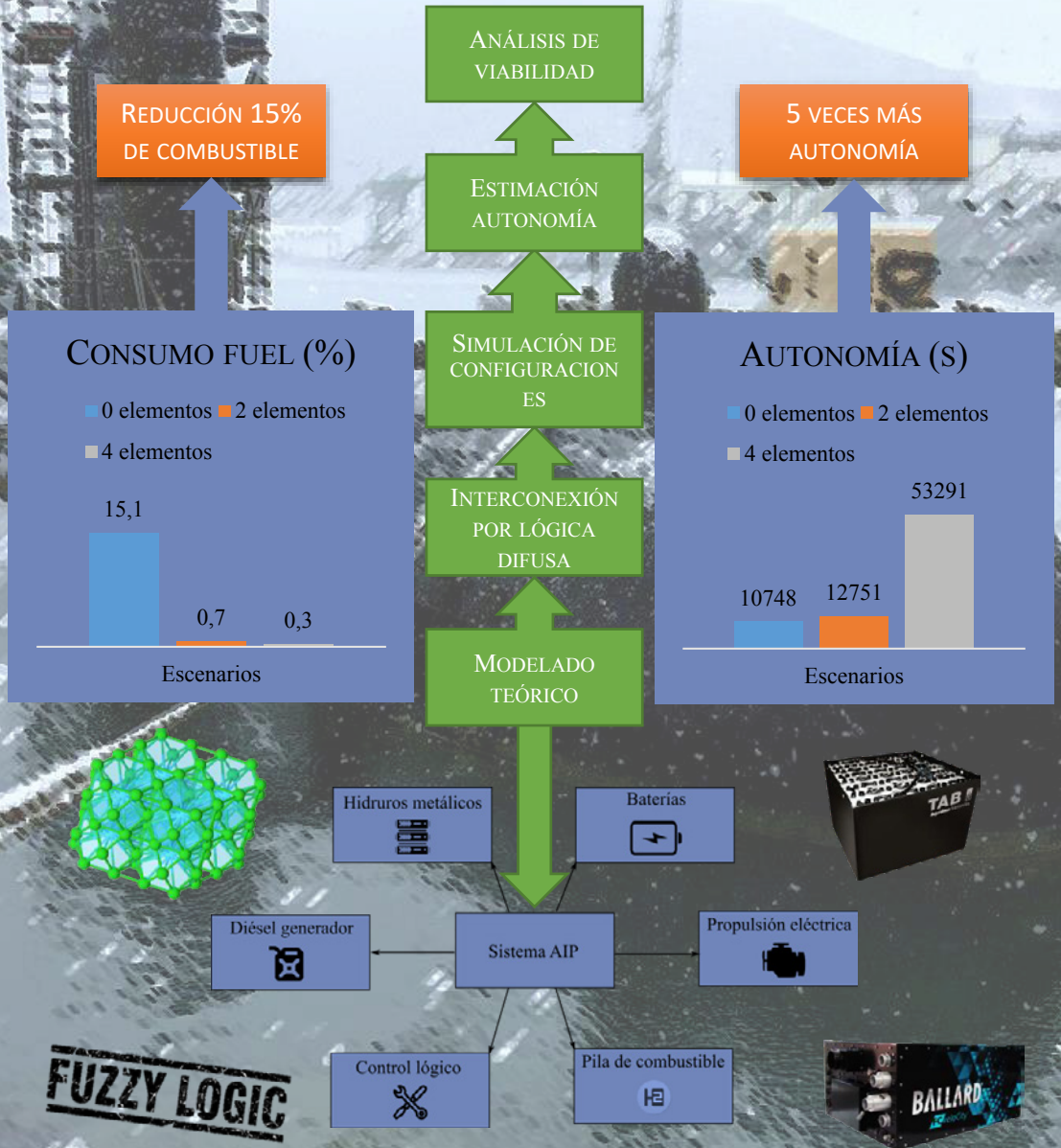
*Resumen* – A efectos prácticos, AIP se define como una tecnología que permite a los submarinos no nucleares aumentar su tiempo de permanencia en inmersión sin la necesidad de emerger a la superficie o permanecer a cota periscópica para obtener aire de la atmósfera. Con el auge en el desarrollo de estos sistemas en el ámbito militar, numerosas empresas apuestan por la innovación en multitud de áreas relacionadas con los procesos de generación de hidrógeno, el almacenamiento del recurso energético, la eficiencia de las pilas de combustible, y muchas otras que han propiciado el impulso de ambiciosos proyectos militares como los submarinos S-80 y sus prototipos de sistema AIP basados en el reformado de bioetanol. Por ello en las últimas décadas el concepto del hidrógeno como vector energético se ha extendido notablemente, con importantes mejoras en los métodos de obtención y almacenamiento. El presente trabajo fin de grado propone un paso más en la investigación y desarrollo mediante el uso de hidruros metálicos para el almacenamiento de hidrógeno y su posterior uso en sistemas AIP. El empleo de hidruros metálicos supone una propuesta de vanguardia, permitiendo un aprovechamiento eficiente del hidrógeno en pilas de combustible para la obtención de importantes mejoras del tiempo de inmersión en submarinos, así como una mayor adaptabilidad en cuanto a los requerimientos operativos que dichos vehículos suponen.

*Palabras clave* – AIP, hidruros metálicos, hidrógeno, pila de combustible, submarinos, baterías, lógica difusa.



# Simulación de sistemas AIP para submarinos mediante pilas de combustible, baterías e hidruros metálicos

Autor: Jose María Gil Carbonell  
 Director: Víctor Ángel Alfonsín Pérez



# Identificación de emisiones radar mediante técnicas de inteligencia artificial

*Autor: Fernando González de Canales Martínez*

*Director: José María Núñez Ortuño (jnunez@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – En este trabajo se estudia la viabilidad de identificar y clasificar emisiones electromagnéticas en el espectro radar mediante técnicas de inteligencia artificial para su posterior correlación con posibles plataformas emisoras.

En el trabajo se implementa un sistema de recepción de señal para radares marinos en banda X y unos algoritmos para la obtención de la paramétrica de las emisiones. La adquisición de señal se ha realizado para los radares de diferentes buques como las lanchas de instrucción de la Escuela Naval Militar (ENM), patrulleras de la Guardia Civil y Aduanas, A-41 Intermares, BS-14 María Pita y otras embarcaciones en diversos modos de transmisión recopilando sus características en una base de datos.

Tras haber analizado y comprobado los valores obtenidos, se ha entrenado una red neuronal con los parámetros almacenados, obteniéndose conclusiones sobre la capacidad de identificación y clasificación de las señales radar de las distintas embarcaciones.

*Palabras clave* – Guerra electrónica, inteligencia artificial, radar, emisión, red neuronal.



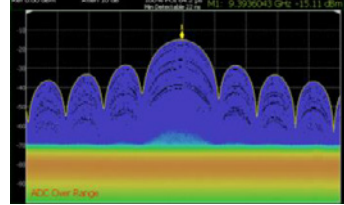


# Identificación de emisiones radar mediante técnicas de inteligencia artificial



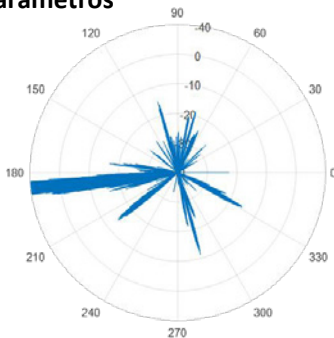
*Autor:* Fernando González de Canales Martínez  
*Director:* José María Núñez Ortuño

**Desarrollo de un modelo de Inteligencia Artificial para clasificación e identificación de emisiones electromagnéticas en el espectro radar**



## RECEPCIÓN Y PROCESADO DE SEÑAL

- Sistema de recepción de emisiones radar
- Procesado de señal y obtención de parámetros



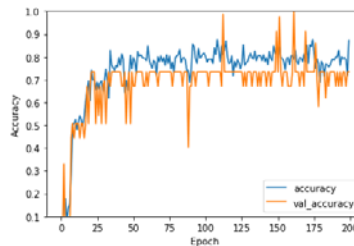
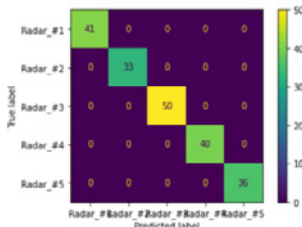
## BASE DE DATOS

- Recopilación de los parámetros de las señales de buques
- Señal recibida de 11 buques y 6 modelos de radar diferentes



## DESARROLLO DEL MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- Implementación de una red neuronal convolucional alimentada por la base de datos de emisiones
- Los parámetros almacenados forman los set de entrenamiento y validación
- Pruebas de clasificación de señales para observar el comportamiento de la red



# Estudio estadístico de la fiabilidad de dispositivos de un solo uso

*Autor: Jorge González Guitart*

*Directora: María Álvarez Hernández (maria.alvarez@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Para que las Fuerzas Armadas puedan llevar a cabo de manera satisfactoria sus misiones en pos de la defensa nacional, es necesario que el equipamiento militar incorpore los últimos avances tecnológicos. Sin embargo, el éxito del soldado en el campo de batalla depende, en gran medida, de contar con sistemas de ataque y defensa fiables junto a un correcto adiestramiento de los operadores.

Este trabajo se centra en los dispositivos de un solo uso. Como su propio nombre indica, permanecen todo su ciclo de vida a la espera y el momento en el que se les da uso, son de vital importancia. Granadas, torpedos, extintores o los chaff que se lanzan cuando un misil acecha nuestro buque, son algunos ejemplos que ayudan a entender su importancia en el mundo castrense.

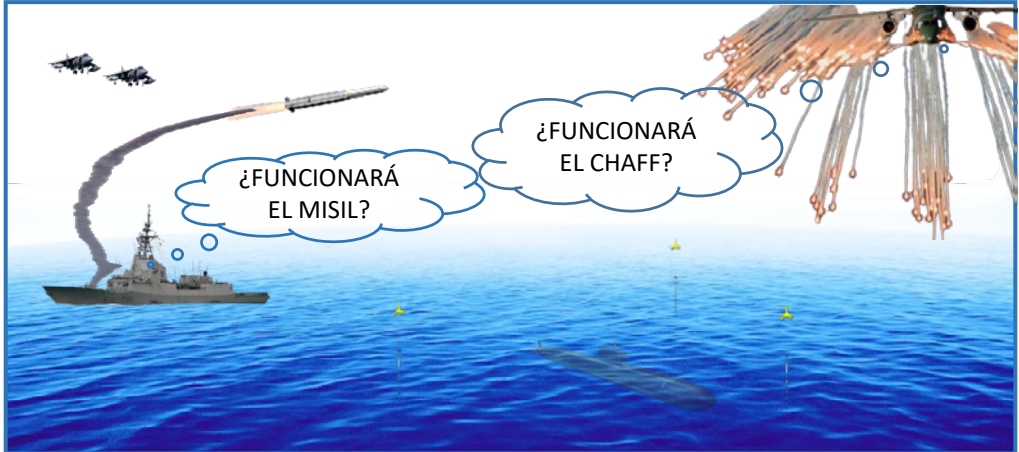
En este trabajo se va a realizar un análisis de los fundamentos estadísticos que permiten evaluar la fiabilidad de los dispositivos de un solo uso. La problemática reside en que, debido a su naturaleza, no es posible observar el momento en el que falla, lo que dificulta todo el proceso. Para resolver este inconveniente, se va a hacer uso del algoritmo EM, que permite maximizar la verosimilitud en presencia de datos faltantes. Partiendo del estudio realizado, se va a programar una aplicación que permita evaluar la fiabilidad y el tiempo de vida media de este tipo de dispositivos a partir de los datos obtenidos de un test de vida acelerado.

*Palabras clave* – algoritmo EM, censura, exponencial, fiabilidad, test de vida acelerado.



# Estudio estadístico de la fiabilidad de dispositivos de un solo uso

Autor : Jorge González Guitart  
Directora : María Álvarez Hernández



## DISPOSITIVOS DE 1 SOLO USO

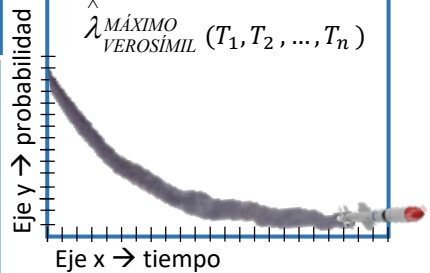


- EXTINTOR
- MISIL
- GRANADA
- TORPEDO

## BUEN EQUIPAMIENTO: FIABLE

TIEMPO DE FALLO  
 $T \sim \exp(\lambda)$

$$\hat{\lambda}^{\text{MÁXIMO VEROSÍMIL}}(T_1, T_2, \dots, T_n)$$



## TEST DE VIDA ACCELERADO



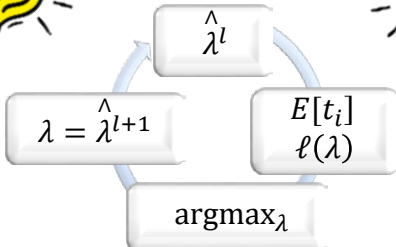
$$\lambda_i = \alpha_0 e^{\alpha_1 W_i}$$

## CENSURA $\rightarrow \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ ?

FIRE  $\rightarrow T(0, \text{Inspección})$

FIRE  $\rightarrow T(\text{Inspección}, +\infty)$

## ALGORITMO EM



## IMPLEMENTACIÓN MATLAB

### + SIMULACIONES DE MONTECARLO

- ✓ CONVERGENCIA MÁXIMO VEROSÍMIL
- ✓ PRECISO Y EFICIENTE
- ✓ RESOLUCIÓN DE CASO GENÉRICO

# **Detección de actividades sospechosas de buques en tiempo real mediante datos AIS**

*Autor:* Ignacio Hernández de Armijo Jáudenes

*Director:* Miguel Rodelgo Lacruz (mrodelgo@tud.uvigo.es)

*Resumen* – A raíz del continuo cambio y adaptación de la Armada española a las exigencias de las nuevas tecnologías (Armada 4.0), el almirante jefe del Estado Mayor de la Armada (AJEMA), en 2019, propuso la apertura de un proyecto de investigación para ser realizado conjuntamente por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) y el Centro de Operaciones y Vigilancia de Acción Marítima (COVAM). El objetivo de dicho proyecto es la aplicación de la inteligencia artificial y el procesado de grandes flujos de información (Big Data) para mejorar el conocimiento del entorno marítimo (CEM).

Enmarcado en este proyecto, este trabajo de fin de grado es propuesto para el desarrollo de un algoritmo que permita detectar actividades sospechosas de buques en tiempo real (online), a partir de datos indirectos de los mensajes AIS como la cinemática, zona de actividad o el tipo de barco y datos registrales de los buques. Para ello, se analiza una base de datos enriquecida recogida durante 15 días de mayo de 2021. El análisis se realiza para identificar indicadores de comportamiento de actividades sospechosas de ilegalidad y establecer umbrales para desarrollar un algoritmo capaz de detectar dichos buques. Los resultados muestran que es posible detectar en tiempo real posibles actividades sospechosas.

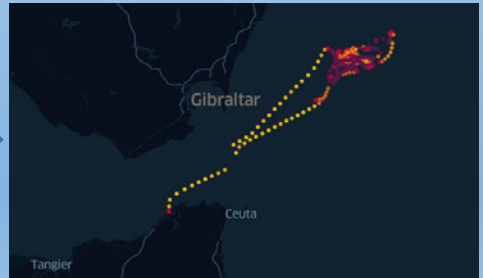
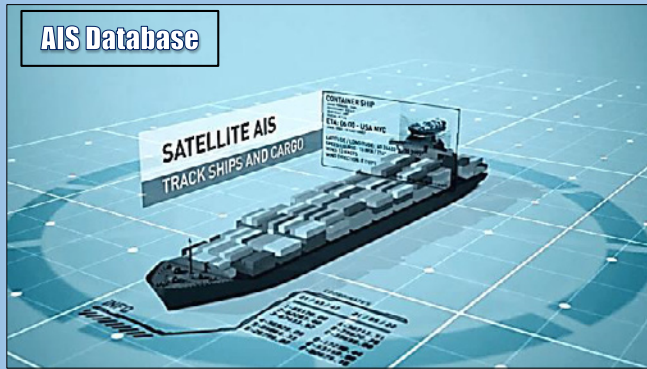
*Palabras clave* – AIS, COVAM, tiempo real, analítica, CEM.



# Detección de actividades sospechosas de buques en tiempo real mediante datos AIS



*Autor:* Ignacio Hernández de Armijo Jáudenes  
*Director:* Miguel Rodelgo Lacruz



# Herramientas de OSINT para la obtención de información en Twitter sobre el conflicto Ucrania-Rusia

*Autor: Álvaro Hernández Ruiz*

*Director: Norberto Fernández García (norberto@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Hoy en día, las redes sociales son una de las aplicaciones más populares en Internet, estimándose que el 53.6 % de la población mundial las utiliza activamente. Es por ello que, en los últimos años han cobrado interés las herramientas de inteligencia de fuentes abiertas (OSINT) que pretenden extraer información relevante (inteligencia) de este tipo de fuentes de información pública. En este trabajo se pretende hacer un estudio de las herramientas OSINT existentes y aplicar alguna de ellas a un caso de estudio de interés en el ámbito de la defensa. En particular, se ha decidido trabajar con datos de la red social Twitter (la tercera en popularidad en España) utilizando la herramienta T-hoarder para capturar información sobre el reciente (febrero 2022) conflicto entre Ucrania y Rusia. La información capturada se analiza estadísticamente y mediante la herramienta Gephi de análisis de grafos. Aunque el estudio realizado tiene un alcance limitado, los resultados obtenidos permiten concluir el interés de usar este tipo de técnicas para la obtención de información de utilidad.

*Palabras clave* – Twitter, OSINT, T-hoarder, Rusia, Ucrania.



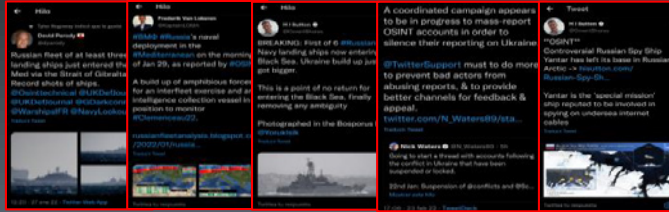
# Herramientas de OSINT para la obtención de información en Twitter sobre el conflicto Ucrania – Rusia



Autor: Álvaro Hernández Ruiz

Director: Norberto Fernández García

## Información de redes sociales desaprovechada



Obtención de información y procesado



OSINT

Resultados

Estadísticas



Grafo de interacciones



Información de perfiles

Usuario	Columna	Retweets	Columna	Retweets	Columna
@ukraineonline	284	kyivindependent	47677	POTUS	3737
@ukraineonline	274	Ukraineonline	18556	ukraineonline	1794
@ukraineonline	245	POTUS	14489	Ukraine	1090
@ukraineonline	223	news_uk	10824	RussiaToday	1082
@ukraineonline	205	news_uk	10283	kyivindependent	1016
@ukraineonline	197	Reuters	9301	Reuters	999
@ukraineonline	197	spicetwitter	8354	Twitter	908
@ukraineonline	183	ABC	6861	Zemskyia	813
@ukraineonline	177	nytimes	6444	marcorob	670
@ukraineonline	171	Zemskyia	5978	nytimes	588
@ukraineonline	164	Ukraineonline	5437	CNN	564
@ukraineonline	162	Bjorn-CHN	5344	taurenloebert	543
@ukraineonline	156	janosgerfelters	5249	JackPosobiec	511
@ukraineonline	151	Frankfurt	4913	RussiaandUkraine	502
@ukraineonline	152	ABC	4818	ABC	487
@ukraineonline	151	KapoorV3	4336	Jim Jordan	418
@ukraineonline	151	BRNNews	4114	DonaldTrump	404
@ukraineonline	147	anwar	4113	KremliRussia_E	400
@ukraineonline	146	Ukraineonline	3888	netta_ry	421
@ukraineonline	146	ParosReport	3805	ry_om	392

Conclusiones y líneas futuras

Astroturfing



Sencillez y viabilidad



Volumen de datos



# **Buque de acción marítima (BAM): análisis de mejoras contra amenazas asimétricas, en operaciones SAR de grupo naval de flota**

*Autor: Diego del Hierro López*

*Directores: Pedro Carrasco Pena (pedrocarrasco@tud.uvigo.es) y Gerardo González-Cela Echevarría (gerarcela@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Las unidades navales militares y el tráfico de buques mercantes se hallan expuestos a numerosas amenazas como ataques con embarcaciones teledirigidas o suicidas cargadas de explosivos, o por la acción de la piratería, además de otro tipo de amenazas asimétricas. Las unidades navales están expuestas a sufrir otro tipo de incidentes en alta mar, como incendios, explosiones, u operaciones SAR.

La evolución tecnológica y la complejidad de riesgos en el medio marítimo, obliga a un análisis permanente de las amenazas, y consecuentemente a las respuestas que han de darse a las mismas.

Ser eficientes en el desarrollo e investigación de nuevas capacidades de actuación, o, en su defecto mejorar las actuales, puede suponer la diferencia entre ser una marina a la vanguardia, o quedarse atrás con medios que no hagan frente a los riesgos del actual y el futuro panorama mundial.

Este TFG presenta un análisis de mejoras contra amenazas asimétricas y operaciones SAR de grupo naval de flota, para proponer posible solución a los problemas planteados en la adaptación de los buques de acción marítima o BAM.

*Palabras clave* – Buques de guerra, amenazas, análisis de mejoras, nuevas tecnologías.



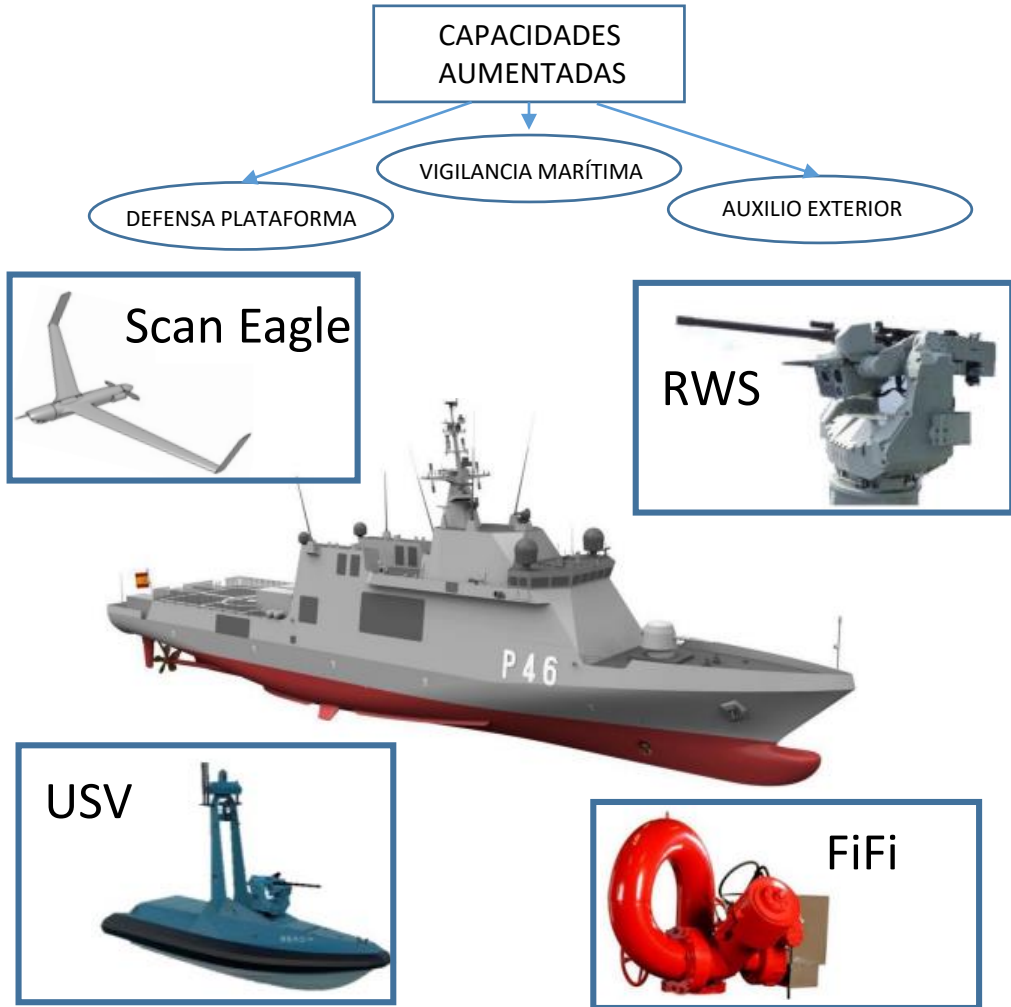


# Buques de acción marítima (BAM): análisis de mejoras contra amenazas asimétricas en operaciones SAR de grupo naval de flota.



*Autor :* Diego Del Hierro López

*Directores:* TN Pedro Carrasco Pena y Gerardo González-Cela Echevarría



# **Influencia de la composición del combustible en las emisiones y la generación de residuos en sistemas de combustión de biomasa de baja potencia**

*Autor: Emilio Hitos Chacón*

*Directoras: Araceli Regueiro Pereira (regueiro@tud.uvigo.es) y  
Raquel Pérez Orozco (rporozco@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Los combustibles sólidos de biomasa son una importante fuente de energía renovable por su potencial para desplazar a los tradicionales combustibles fósiles en instalaciones de combustión ya existentes, así como por proporcionar una salida para una gran cantidad de subproductos y residuos no valorizados de industrias agrícolas y silvícolas. En este contexto, la búsqueda continua de nuevas fuentes de energía exige un trabajo continuo de experimentación y mejora de diversos combustibles novedosos, que deben ser sometidos a numerosos análisis composicionales y estructurales, así como a pruebas en entornos controlados, para determinar su viabilidad en instalaciones reales. En este trabajo fin de grado se busca determinar los efectos en las emisiones de partículas y gases de ensayos utilizando diferentes combustibles no comerciales, así como estudiar los efectos en su composición, densidad energética y otras características. El combustible de referencia será el pellet de madera convencional del cual serán expuestos sus datos anteriores y comparados con otros tres pellets en ensayos parametrizados en una instalación de combustión de biomasa de laboratorio. Por lo que para obtener una visión más completa del proceso se llevará a cabo una explicación de cada una de las partes de la planta experimental y de su funcionamiento.

*Palabras clave* – Pellet, biomasa, quemador, partículas, Slagging, Fouling, emisiones.



# Influencia de la composición del combustible en las emisiones y generación de residuos en sistemas de combustión de biomasa de baja potencia



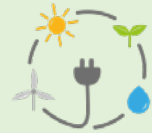
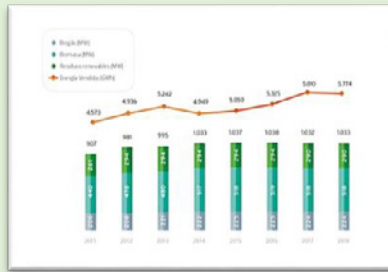
Autor: Emilio Hitos Chacón

Directoras: Araceli Regueiro Pereira y Raquel Pérez Orozoco

ENERGÍA RENOVABLE



## INTRODUCCIÓN



- A NIVEL GLOBAL
- A NIVEL EUROPEO
- A NIVEL NACIONAL

## COMBUSTIBLE

BIOMASA

PELLET



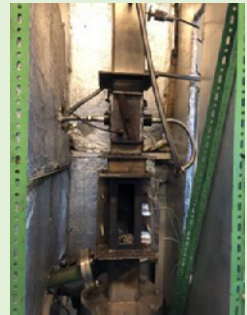
## INSTALACIÓN Y MEDICIÓN



Instalación Óptima

PARTES :

- Sistema de alimentación
- Quemador
- Panel de control



## ANÁLISIS Y RESULTADOS

I. COMPOSICIÓN DEL COMBUSTIBLE:

Análisis elemental, inmediato y de ceniza.

II. COMPORTAMIENTO ANTE LA COMBUSTIÓN:

Estabilidad de la planta, emisiones, ensuciamiento.

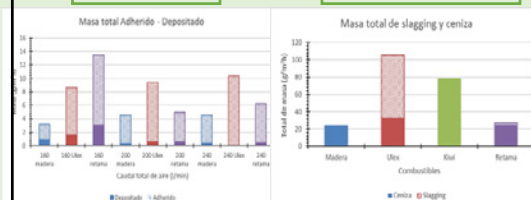
ELEMENTOS DE MEDICIÓN :

- Impactador de 13 escalas
- Tubo intercambiador
- Medidor de gases SERVOMEX



FOULING

SLAGGING Y CENIZAS



## **P-63 Arnomendi: análisis de mejoras aplicables a sistemas energéticos embarcados**

*Autor: Francisco Huertas Roldán*

*Directores: Miguel Ángel Álvarez Feijoo (alvarezfeijoo@ cud.uvigo.es) y  
Pedro Carrasco Pena (pedrocarrasco@ cud.uvigo.es)*

*Resumen* – La evidente corroboración del impacto medioambiental de los combustibles fósiles, ha derivado en el estudio y mejora de la eficiencia energética de las plantas de propulsión. Los motores diésel marinos son uno de los sistemas más empleados en este cometido. Están sometidos a restricciones sobre emisiones recogidas en la normativa civil y militar.

El patrullero de altura Arnomendi, de uso conjunto de la Armada y de la Secretaría General de Pesca (SEGEPESCA), consta de un motor diésel. Por sus labores junto a la flota pesquera, necesita internarse en zonas medioambientalmente protegidas. Por ello se plantea realizar un estudio sobre las mejoras que se pueden implementar sobre los sistemas embarcados.

Tras repasar la normativa, se repasarán las opciones que más se utilizan en la actualidad. Viendo sus diferencias, así como sus puntos fuertes y débiles. Con un análisis del régimen operacional es posible conocer el tipo de propulsión que mejor se ajusta a sus características.

También se expondrán otras modificaciones que, aunque de primeras tengan un origen más simplificado pueden terminar dando muy buenos resultados resultando ser la mejor opción aplicable.

*Palabras clave* – Análisis, mejora de sistemas embarcados, normativa de aplicación, medioambiente y eficiencia energética.



# P-63 ARNOMENDI: análisis de mejoras aplicables a sistemas energéticos embarcados



Autor : Francisco Huertas Roldán

Directores : Miguel Ángel Álvarez Feijoo y Pedro Carrasco Pena

## Revisión bibliográfica

Tipos de propulsión, normativa que los regula, valores máximos de emisiones y zonas con mayores restricciones.

## Objetivos

- Estudio bibliográfico
- Descripción de la plataforma
- Cálculos, evaluación económica
- Estudio posibilidades

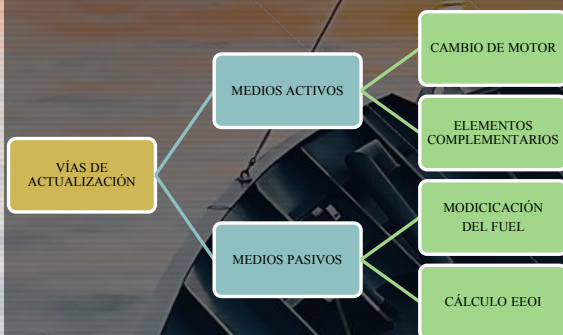
## Plataforma

Para una correcta elección de las alternativas hay que conocer cómo es y qué hace el buque:

- Dimensiones
- Motor principal
- Generadores eléctricos
- Auxiliares
- Planta de ósmosis
- Hélice de maniobra



## Análisis de resultados



## Conclusiones

Mantener el motor. Será viable una emulsión del combustible y la instalación de un PBCF.

## Líneas futuras

Modificación del bulbo, instalar un SICP y un sistema de agua nebulizada.

# Optimización y aplicabilidad de la impresión 3D con resina en buques antiguos

*Autor: Javier Huertas Roldán*

*Director: Guillermo Lareo Calviño (glareo@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – La cuarta revolución industrial ha llevado a la inclusión de diferentes tecnologías entre las que se encuentra la impresión en 3D, en multitud de ámbitos de la industria naval y de defensa. En este TFG se estudiará la aplicabilidad de utilizar la impresión 3D con resina fotocurable para apoyo de las unidades y buques de la Armada, especialmente aquellos más antiguos que cuentan con mayor déficit de repuestos y necesidades de sustitución al encontrarse en puntos avanzados de su ciclo de vida útil.

Para llevarlo a cabo se tendrán en cuenta diferentes unidades con características únicas y distintas fechas de construcción, de las que se obtendrá información a partir de un formulario elaborado con tal fin, y posteriormente, analizar las respuestas obtenidas, con las que modelar, diseñar e imprimir las propuestas que resulten viables para probar esta tecnología. Durante el proceso se testearán diferentes prototipos con distintos materiales para obtener prototipos finales que poder utilizar en las unidades que solicitaron dicho repuesto en sus propios equipos con la finalidad de definir su validez como piezas reales y funcionales para la Armada española.

*Palabras clave* – Impresión 3D con resina, MSLA, repuestos, buques, Armada española.



# Optimización y aplicabilidad de la impresión 3D con resina en buques antiguos



*Autor:* Javier Huertas Roldán  
*Director:* Guillermo Lareo Calviño

## 1. Introducción y objetivos

Obtener piezas funcionales para distintos buques antiguos de la Armada a partir de repuestos que necesiten impresas con resina.

## 2. Metodología

ELABORACIÓN  
DEL  
FORMULARIO

ENVÍO DEL  
FORMULARIO  
A UNIDADES

RECEPCIÓN  
DEL  
FORMULARIO

ANÁLISIS DE  
PROPUESTAS

MODELADO  
3D DE PIEZAS  
VIABLES

## 3. Equipamiento de impresión

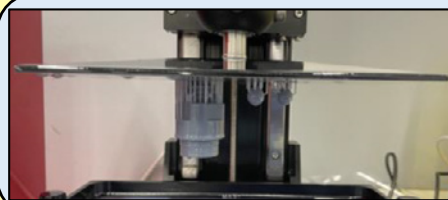
- Impresora 3D MSLA.
- Estación de lavado y curado.
- Software CAD.
- Software "slice".
- Resina resistente para piezas funcionales.

## 4. Obtención y análisis de propuestas

- Viabilidad en base a:
- Tamaño.
  - Función.
  - Material.
  - Temperatura.
  - Resistencia.



## 5. Impresión de piezas viables



## 6. Prueba a bordo las unidades



## 7. Conclusiones

- Nº de propuestas depende de contacto con unidades.
- Impulsar proyecto Armada para más piezas.
- Técnica de aprendizaje sencillo.
- Componentes limitados por tipos de resina.

## 8. Líneas futuras

- Empleo de resinas de distintos tipos (flexibles y cerámicas).
- Base de datos para piezas ya fabricadas (STL).
- Escáneres tridimensionales para facilitar medidas al crear modelos digitales.
- Inclusión en otros tipos de unidades (por ejemplo aeronaves o submarinos).

## **Diseño básico de un sistema de elevación para Zodiac 470 en las lanchas de instrucción Rodman66**

*Autora: M.ª Teresa Ivorra Martín*

*Directores: Carlos Casqueiro Placer (ccasqueiro@ cud.uvigo.es) y  
Pedro Carrasco Pena (pedrocarrasco@ cud.uvigo.es)*

*Resumen* – El plan de instrucción y adiestramiento de las lanchas de instrucción de los alumnos de la Escuela Naval Militar contempla numerosos ejercicios, entre los que se encuentran los desembarcos anfibios. Las operaciones anfibias dentro del marco de aplicación de la Armada española se realizan conjuntamente: Cuerpo General e Infantería de Marina. Para su ejecución, se lleva a cabo el arriado e izado de la embarcación que infantería utiliza, la Zodiac 470 desde las lanchas de instrucción (LLII) Rodman 66.

Estas operaciones se realizan de manera manual mediante un pescante ya integrado en las LLII y con la ayuda de la dotación tirando de boza y codera. Se trata de una maniobra que pone en riesgo la seguridad de las personas y del material que no está preparado para la mencionada tarea y puede sufrir daños.

El trabajo consiste en diseñar un sistema que permita elevar la Zodiac 470 en las LLII Rodman 66. Para ello se estudiará la normativa correspondiente para su implementación, asimismo los diferentes parámetros que la estructura sea capaz de resistir el peso de la embarcación aplicando sus respectivos coeficientes de seguridad. Se realizará el diseño gráfico digital del modelo mediante el programa de Autodesk Inventor y cálculo de solicitaciones y esfuerzos.

*Palabras clave* – Sistema de elevación, embarcaciones de asalto, diseño 3D, operaciones anfibias, I+A.





# Diseño básico de un sistema de elevación para Zodiac 470 en las lanchas de instrucción Rodman66



*Autora:* M<sup>a</sup> Teresa Ivorra Martín

*Directores:* Carlos Casqueiro Placer y Pedro Carrasco Pena

## 1. MOTIVACIÓN

Operaciones Anfibias  
Maniobra de izado y arriado  
**MANUAL**

## 2. OBJETIVOS

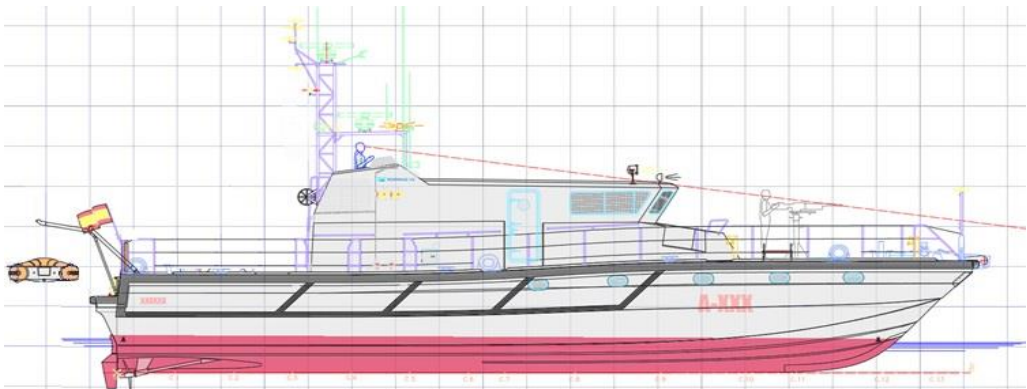
- **MEJORA** de la maniobra
- Incremento de la **SEGURIDAD OPERATIVA**

## 3. MODELADO 3D



## 4. CONCLUSIONES

- Sistema mejorado:
  - **Motor incorporado** en la Zodiac 470
  - **Espacio en toldilla** no restringido
  - **Bajo coste**
- Revisión bibliográfica
- Análisis de propuestas
- Dimensionamiento
- Modelado 3D
- Generación de planos



Grado en Ingeniería Mecánica, 2021/2022

# **Simulación del proceso de obtención de bioetanol celulósico como combustible alternativo en Unidades de la Armada**

*Autor: Pedro Liarte Cabrera*

*Directores: Rocío Maceiras Castro (rmaceiras@tud.uvigo.es),  
Víctor Alfonsín Pérez (valfonsin@tud.uvigo.es) y  
Leticia Pérez Rial (leticia@tud.uvigo.es)*

**Resumen** – En este trabajo fin de grado se presenta la simulación de una planta completa para la obtención de bioetanol de tercera generación. La obtención del bioetanol se realizará a partir de residuo algal procedente de un proceso industrial de extracción de la carragenina de diferentes variedades de algas. Para ello, se ha utilizado el software de libre distribución para procesos químicos industriales DWSIM. Para realizar la simulación se ha analizado el contenido celulósico del residuo algal para así tomarlo como punto de partida, para posteriormente comparar con los resultados obtenidos en anteriores trabajos fin de grado y así verificar la simulación. Con el fin de analizar la influencia del pretratamiento en la obtención de bioetanol, se ha realizado el proceso con y sin pretratamiento químico, y además se han estudiado dos tipos de hidrólisis: ácida y enzimática. Asimismo, con la intención de optimizar el proceso, se estudia la variación del rendimiento del proceso en los distintos modos de operación variando la relación de mL de corriente ácida o enzimática a utilizar por g de muestra de residuo algal a tratar. Finalmente, se analizan los resultados de la simulación y se comparan con los obtenidos de manera experimental, con el fin de validar dicha simulación.

**Palabras clave** – Bioetanol, macroalgas, energía renovable, simulación, transición ecológica.



## Sistema de posicionamiento solar para buques

*Autor: Pedro de Marcos González*

*Directores: José González Coma (jose.gcoma@tud.uvigo.es) y  
José Ignacio Valles Cancela (jvalc11@fn.mde.es)*

*Resumen* – Ante un evento de fallo o ausencia de disponibilidad de los medios comunes de posicionamiento en alta mar, como el GPS o los facilitados por medio de satélites, surge la necesidad de disponer de un sistema automático alternativo. Dicho sistema tiene como finalidad proporcionar la latitud y longitud del barco mediante la observación de la altura del Sol con el sextante, y está basado en la resolución del problema astronómico de la meridiana, definido como el momento donde el Sol alcanza la altura máxima durante su trayectoria diaria.

El presente trabajo comprende el estudio de los métodos matemáticos basados en trigonometría esférica que permiten el posicionamiento mediante la observación del Sol, y la implementación de los mismos en una aplicación software, que lo muestra de forma clara y didáctica. Como producto final se proporciona una interfaz que, con los valores de altura del Sol en la mañana y la meridiana, obtenga la posición del buque automáticamente, sin necesidad de tener que hacer uso de otros medios como el almanaque náutico. Este software podrá ser de utilidad para los barcos tanto civiles como de la Armada en navegaciones transoceánicas, ya que en alta mar no es posible situarse mediante referencias costeras.

*Palabras clave* – Astronomía, Sol, navegación, situación y recta de altura.



# Sistema de posicionamiento solar para buques



Autor: Pedro de Marcos González  
Directores: José González Coma y José Ignacio Valles Cancela

La interfaz "Meridiana" obtiene la posición del barco de forma rápida y automática con la observación del Sol gracias al sextante. Para ello, debes seguir los siguientes pasos:

1 Seleccionamos la fecha de la observación.  
Introducimos la situación inicial.  
Introducimos rumbo y velocidad.

2 Introducimos los valores de la observación de la mañana.

3 Introducimos los valores de la observación de la meridiana.

4

Simular

5 Obtenemos los valores intermedios de la mañana y la meridiana.

6 Obtenemos las situaciones de estima y observada finales.

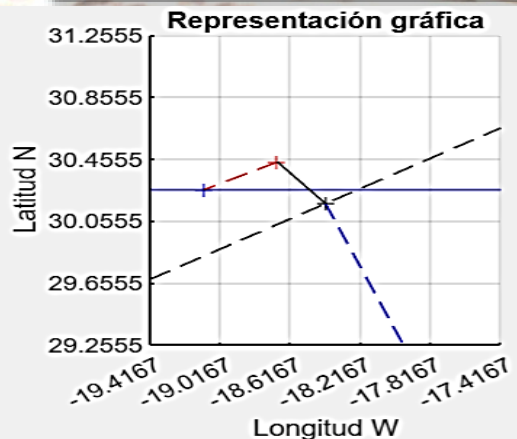
7 Obtenemos la representación gráfica.



## Meridiana

Características de la interfaz:

1. Mejora de la seguridad en la navegación.
2. Independiente de otros sistemas de posicionamiento.
3. Explicación didáctica y sencilla del problema de la meridiana.



# Caracterización de los principales focos de inmisión de gas radón en despachos de la planta baja del CUD

*Autora: Andrea Marín Alonso*

*Directores: Lara Febrero Garrido (lfebrero@ cud.uvigo.es) y Arturo González Gil (arturogg@cud.uvigo.es)*

*Resumen* – Debido a los efectos perjudiciales que el gas radón produce sobre la salud, resulta de vital importancia diseñar e implementar medidas eficaces que limiten su concentración en espacios cerrados. Para ello, es necesario conocer con la mayor precisión posible los mecanismos de entrada de radón al interior de los edificios.

En el presente trabajo de fin de grado se ha realizado un estudio de la tasa de exhalación de radón en dos despachos de la planta baja del CUD mediante el método de acumulación basada en la norma EN ISO 11665-7:2015. Para ello, se ha realizado un mapeado completo de la superficie de ambos despachos con el fin de identificar los principales focos de inmisión de cada uno de ellos.

Se concluye que el despacho 114 tiene una tasa media de exhalación de radón de un 21,8 % más que la del despacho 110. Además, de ser en ambos casos superior a la tasa media mundial, 20 mBq/m<sup>2</sup>·s. Asimismo, se han localizado y cuantificado aquellas zonas con elevadas tasas de exhalación de radón.

Con este TFG se progresa en el conocimiento de entrada de gas radón en la planta baja del edificio del CUD, paso fundamental para definir e implantar las medidas de mitigación más idóneas.

*Palabras clave* – Radón, tasa de exhalación de radón, inmisión, método de acumulación, CUD-ENM.



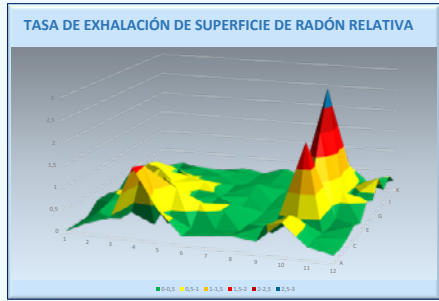
# Caracterización de los principales focos de inmisión de gas radón en despachos de la planta baja del CUD

*Autor: Andrea Marín Alonso*  
*Directores: Arturo González Gil*  
*Lara Febrero Garrido*

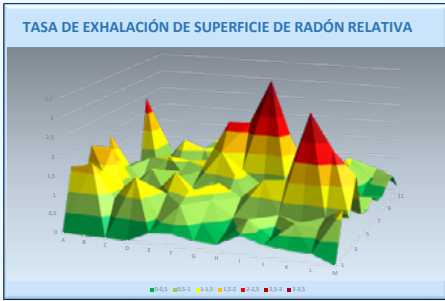
Este trabajo tiene como principales objetivos conocer la tasa de exhalación media de los despachos 114 y 110 del CUD, localizar los principales focos de inmisión en cada uno de ellos y establecer una correlación entre ambos. El desarrollo del proyecto se ha basado en la Norma UNE-EN ISO 11665-7: Método de acumulación para estimar la tasa de exhalación en superficie.

## Fases:

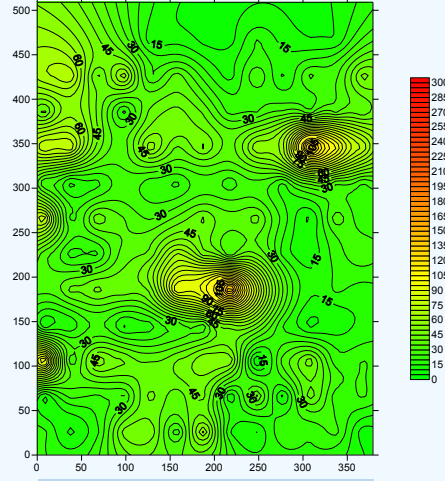
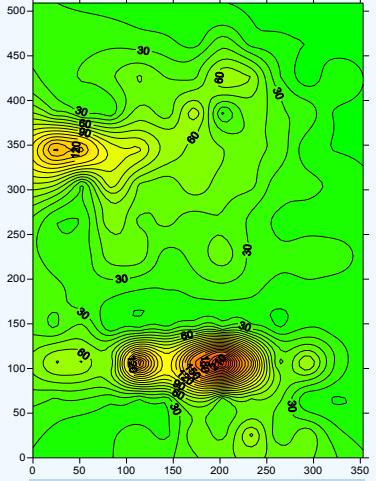
### 1. Mediciones en el despacho 114



### 2. Mediciones en el despacho 110



### 3. Relación entre ambos despachos



# **Evaluación de combustibles alternativos y tecnologías para la reducción de emisiones en la propulsión de fragatas**

*Autor: Federico Mercado Caballero*

*Directoras: Lorena González Gil (lorena.gonzalez@tud.uvigo.es) y  
Lara Febrero Garrido (lfebrero@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – La emisión de sustancias perjudiciales para el medio ambiente y para la salud humana, es un factor que no pasa desapercibido. Por ello, la OMI impone restricciones a través del convenio MARPOL, obligando a cumplirlas a todo aquel que transite por la vía marítima. Aunque los buques de guerra no tienen la obligación de cumplirlo, estos deberían de actuar con responsabilidad, adaptando sus sistemas de propulsión al cumplimiento de estos exigentes requisitos. Por esta razón, las diferentes armadas del mundo deberían comprometerse a incorporar sistemas que permitan navegar con niveles de contaminación mínimos, para así alcanzar un entorno marítimo sostenible. En este trabajo, se pretende realizar un análisis de emisiones, en concreto de las fragatas F-100 españolas, evaluando tanto combustibles alternativos que tengan un apoyo científico contrastado, como sistemas de tratamiento de gases de exhaustación para el cumplimiento de la normativa. Buscando a través de este objetivo, alternativas que sean viables ambientalmente, pero también en términos económicos, de consumos y técnicos. Finalmente, en base a lo anterior, se proponen tres tipos de soluciones: adición de biodiesel, reducción catalítica selectiva y scrubber y biometano, consiguiendo así cumplir con la normativa y haciendo que España forme parte de este movimiento.

*Palabras clave* – F-100, propulsión, emisiones, biometano, tratamiento gases de escape.





# Evaluación de combustibles alternativos y tecnologías para la reducción de emisiones en la propulsión de fragatas

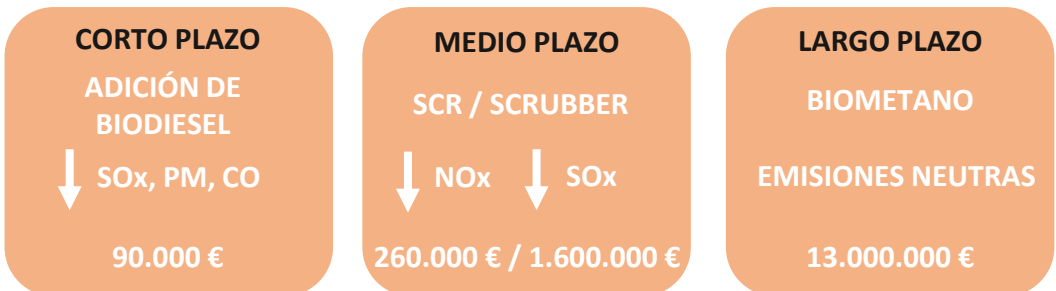
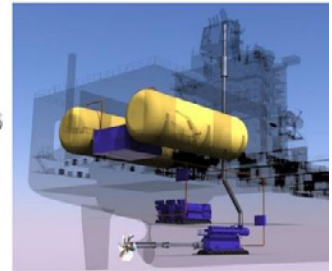
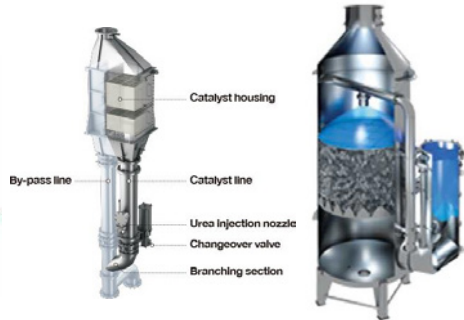


Autor: Federico Mercado Caballero

Directoras: Lorena González Gil y Lara Febrero Garrido



Tomar medidas para cumplir con la normativa y conseguir el objetivo de emisiones 0 en el año 2050



# **Diseño de un dispositivo para la monitorización de las condiciones de confort utilizando técnicas de prototipado rápido e impresión 3D**

*Autor: Allan Douglas Moreno García*

*Director: Francisco Manuel Troncoso Pastoriza (fftroncoso@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – El objetivo de este trabajo fin de grado es el diseño de un dispositivo compacto y de bajo consumo para la monitorización de las condiciones de confort en un espacio concreto de un edificio. Para ello, en primer lugar, se ha realizado un estudio del estado del arte para la selección de las métricas más apropiadas para el cálculo de confort, así como los parámetros ambientales necesarios para la obtención de estos valores y los dispositivos más adecuados para su adquisición. A continuación, se ha realizado el montaje, configuración y programación de todos los dispositivos electrónicos necesarios para el funcionamiento del sistema, tanto de medición como de procesamiento, comunicación y visualización. Se ha optado por una arquitectura cliente-servidor, en el que uno o varios nodos cliente se encargan de la recogida y el envío de los datos, y otro nodo servidor gestiona los cálculos y la monitorización final del estado de confort. El cliente es capaz de almacenar los datos medidos en un archivo de formato CSV que posteriormente puede ser fácilmente exportado a un formato Excel para la manipulación y consulta de dichos datos. Por último, se ha diseñado el soporte físico que albergará los componentes de forma adecuada para su correcto funcionamiento mediante impresión 3D.

*Palabras clave* – Confort, impresión 3D, monitorización, diseño, selección de parámetros.



# Diseño de un dispositivo para la monitorización de las condiciones de confort utilizando técnicas de prototipado rápido e impresión 3D)



*Autor:* Allan Douglas Moreno García  
*Directores:* Francisco Manuel Troncoso Pastoriza

Selección de parámetros de confort

comfort {  
Calidad del aire  
Confort térmico  
Confort lumínico

Elección de los plataforma y sensores

Elección del sistema de comunicaciones

Diseño del encapsulado

# Control de emisiones de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> en buques de la Armada española para la navegación en zonas ECA

*Autor: Francisco Javier Navarro González*

*Directores: Miguel Ángel Álvarez Feijoo (alvarezfeijoo@tud.uvigo.es) y  
Guillermo Lareo Calviño (guillermo@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – El continuo crecimiento de la contaminación generada por el ser humano ha derivado en una profunda preocupación por parte de las principales organizaciones y gobiernos. El cambio climático es un problema que lleva generando polémica desde hace décadas, y para evitar consecuencias irremediables están surgiendo e implementándose normativas y convenios para regular o restringir aquellas actividades que generan dicha contaminación.

El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio sobre tecnologías que permiten reducir las emisiones que producen los motores marinos de ciclo diésel, ya que actualmente existen zonas marítimas con control de emisiones de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> que restringen la entrada de buques contaminantes. Para ello, se analizará la normativa del Convenio Marpol que concierne a las emisiones contaminantes producidas por el uso de combustibles fósiles en los buques. Además, se realizará un estudio sobre cuáles son los sistemas actuales de reducción de emisiones más idóneos para que puedan ser instalados en buques de la Armada española que necesiten cumplir con la normativa.

*Palabras clave* – Diésel, motor, emisiones, combustible, Marpol.

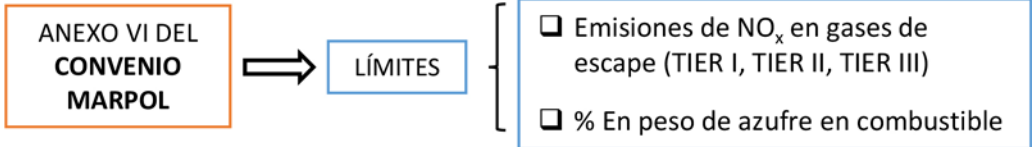


# Control de emisiones de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> en buques de la Armada Española para la navegación en zonas ECA



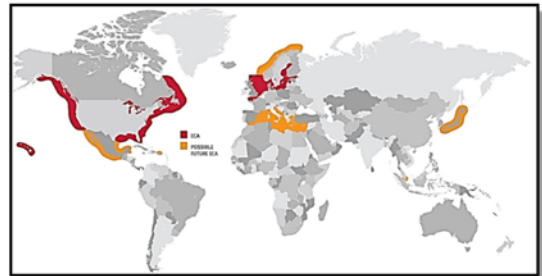
Autor: Francisco Javier Navarro González

Directores: Miguel Ángel Álvarez Feijoo; Guillermo Lareo Calviño



## PARA NAVEGAR EN ECA's

- Afecta todos los buques → 0,1% de azufre en combustible
- Sólo afecta buques construidos a partir de 01/01/2016 → TIER III



ECA'S actuales ↔ Posibles ECA'S



Combustibles con 0,1% de azufre ✓



- TECNOLOGÍA SCR  
TECNOLOGÍA MADURA
- INYECCIÓN DE AGUA  
ALTERNATIVA VIABLE ✓

AUDAZ y FUROR no cumplen con TIER III

Necesita tecnologías de reducción de emisiones

# **Prototipado, análisis y estimación de producción energética en baldosas piezoeléctricas para el edificio Isaac Peral**

*Autor: Pablo Navarro Otero*

*Director: Andrés Suárez García (andres.suarez@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Este trabajo de fin de grado nace bajo la idea del funcionamiento de los materiales piezoeléctricos enfocado en el aprovechamiento de la energía residual a partir de la cerámica piezoeléctrica.

Para el desarrollo del trabajo, se imprimió un prototipo tridimensional a modo de baldosa para aplicarlo sobre discos de cerámica piezoeléctricos. El objetivo principal fue llevar a cabo un análisis de la señal generada por medio de la fuerza de una pisada, permitiendo calcular la potencia y la energía correspondientes al impacto. Mediante lenguaje Arduino y Python, se elaboró una base de más de 200.000 datos, tomados bajo intervalos del orden de 50 milisegundos durante 10 experimentos diferentes.

Posteriormente, se hizo un análisis de la respuesta de la señal a fuerzas aplicadas en diferentes zonas de la baldosa para elaborar un gráfico tridimensional de la distribución de la tensión de una pisada sobre la superficie del prototipo.

Finalmente, para darle un enfoque funcional al proyecto, se adaptaron los resultados obtenidos a la entrada principal del edificio docente Isaac Peral de la Escuela Naval Militar, en Marín. Considerando el área total del pasillo central de la planta baja, se podrían llegar a obtener casi 200 Wh al día si se consiguiera maximizar la eficacia del sistema.

*Palabras clave* – Energía residual, piezoeléctrico, impresión 3D, PZT.

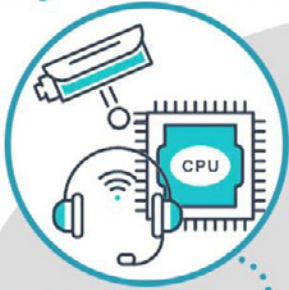


# Prototipado, análisis y estimación de producción energética en baldosas piezoeléctricas para el edificio Isaac Peral

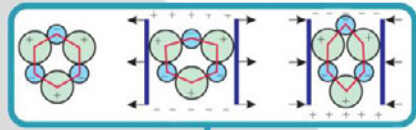


*Autor:* Pablo Navarro Otero  
*Director:* Andrés Suárez García

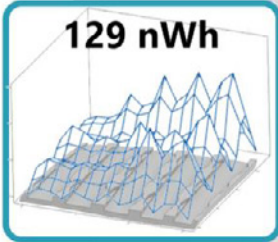
## Dispositivos de baja demanda



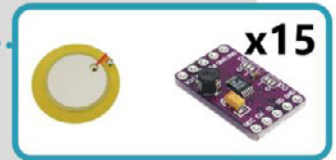
## Efecto dipolar



## Distribución de esfuerzos



## Rectificación y estabilización



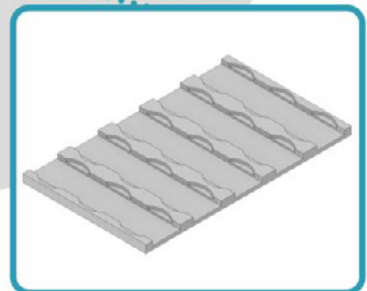
## Impresión 3D



## Propiedades de la resina



## Diseño del prototipo



# **Aplicación de métodos y herramientas de logística sanitaria a pequeñas unidades desplazadas a zonas de combate lejanas: Líneas estratégicas de actuación para la respuesta médica temprana**

*Autora: Blanca Núñez Carrasco*

*Directores: Gerardo González-Cela Echevarría (gerarcela@ cud.uvigo.es),  
Francisco Javier Rodríguez Rodríguez (fjavierrodriguez@ cud.uvigo.es) y  
Antonio Güemes Sánchez (aguemes@ unizar.es)*

*Resumen* – Una de las líneas de I+D+i de Defensa se centra en la mejora de la respuesta médica temprana del combatiente (Documento ETID 2020). El presente TFG pretende abordar la aplicación de principios de logística sanitaria a pequeñas unidades militares desplegadas en operaciones a miles de kilómetros, incrementando la eficiencia en la atención sanitaria en situación de combate. Para ello, es necesario conocer las principales técnicas y herramientas de ingeniería logística empresarial: previsión de demanda; gestión de inventarios; principios Lean aplicados a procesos sanitarios. Así, conseguir afrontar un conjunto de necesidades detectadas en el ámbito sanitario militar, como: Requerimientos de material de sanidad y transporte; necesidades de personal médico, especialistas y formación mínima; evacuación de bajas y la aplicación de telemedicina. Finalmente, las lecciones aprendidas se aplicarán a un ejemplo práctico de un despliegue militar en zona de operaciones con la necesidad del apoyo militar de un contingente español, con el objetivo de optimizar y aportar líneas de actuación para una primera atención médica eficiente a bajas producidas en situación de combate, gracias a principios de organización de empresas y del Lean Manufacturing.

*Palabras clave* – Logística, sanidad militar, ROLE 1 y 2, Lean Manufacturing, bajas de combate, eficiencia.





# Aplicación de métodos y herramientas de logística sanitaria a pequeñas unidades desplazadas a zonas de combate lejanas: Líneas estratégicas de actuación para la respuesta médica temprana

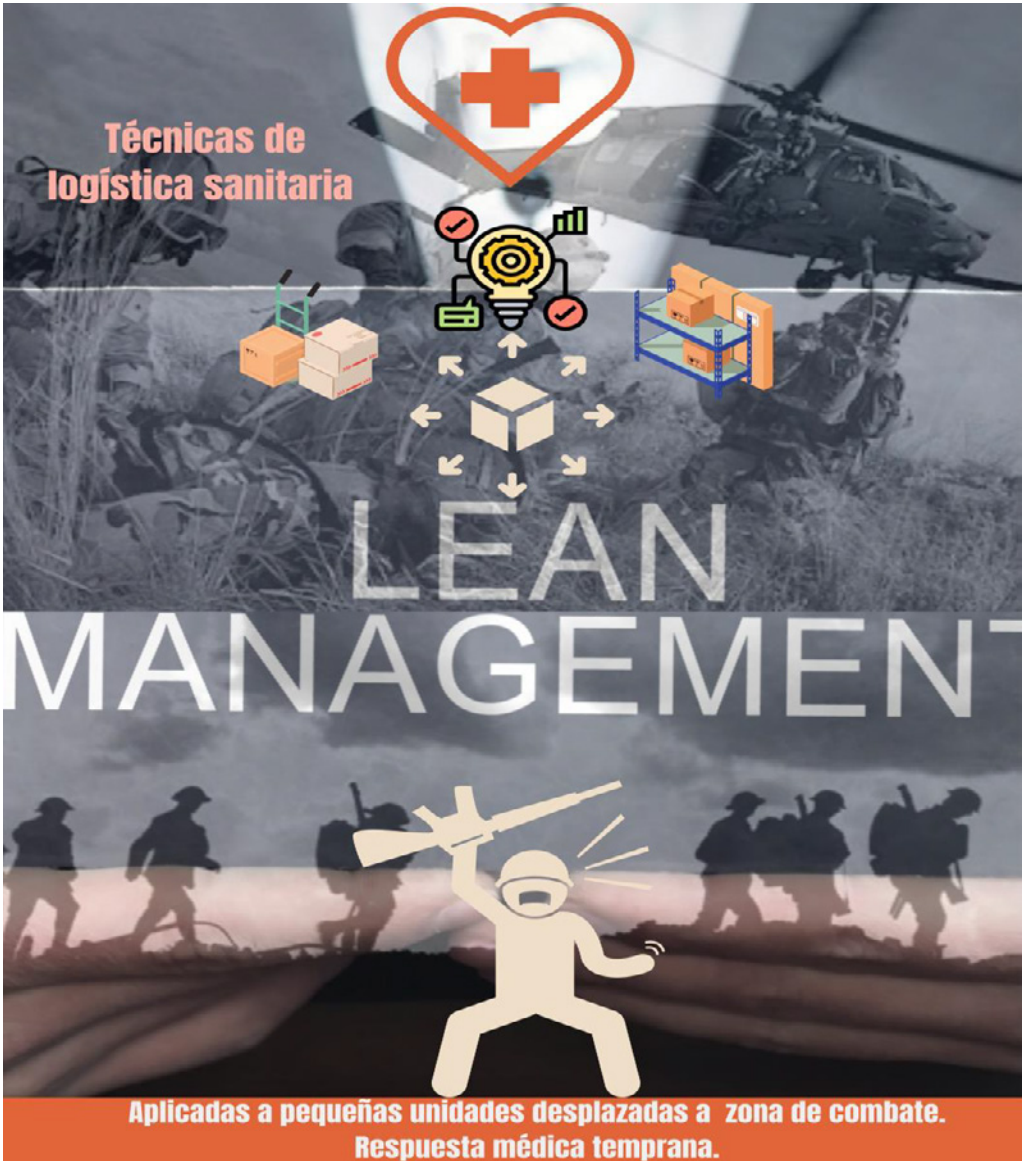


*Autora:* Blanca Núñez Carrasco

*Directores:* Gerardo González-Cela Echevarría

Francisco Javier Rodríguez Rodríguez

Antonio Güemes Sánchez



Grado en Ingeniería Mecánica, 2021/2022

## **Optimización de sistemas auxiliares y propulsión en el velero escuela Arosa**

*Autor: Álvaro Posada Balanzat*

*Directores: Guillermo Lareo Calviño (guillermo@tud.uvigo.es) y Miguel Ángel Álvarez Feijoo (alvarezfeijoo@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – La navegación a vela es una de las claves en la formación de los alumnos de la Escuela Naval debido al aprendizaje del entorno marítimo, el cual será su futuro ambiente de trabajo. Dentro de los veleros que posee la Escuela Naval, el velero/escuela Arosa, como segundo barco más antiguo de la Armada española, constituye una plataforma flotante excelente para el aprendizaje de los alumnos.

Debido a sus 91 años de antigüedad y al estado en que se encuentra actualmente, se requiere de una reforma en su propulsión y en sus sistemas auxiliares que permita alargar su vida operativa para poder seguir siendo de gran utilidad en la formación de los alumnos. Este trabajo se centra en las posibles propuestas de actuación que necesita el velero. En primer lugar, se hace una descripción de la plataforma, a continuación, se expone el estado actual del mismo donde se observa las carencias que presenta. Por último, se exponen las diferentes líneas de actuación propuestas, tanto en su propulsión como en sus sistemas auxiliares de forma detallada, donde se adjunta un presupuesto aproximado de la reforma.

*Palabras clave* – Instrucción marinera, Arosa, propulsión, mantenimiento, sistemas auxiliares.



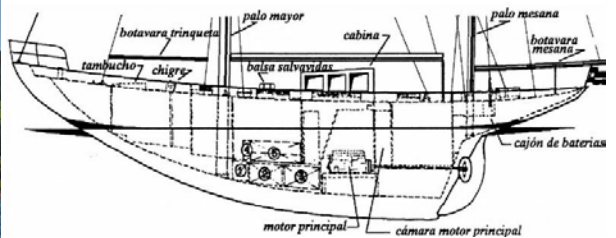
# Optimización de sistemas auxiliares y propulsión en el velero escuela Arosa



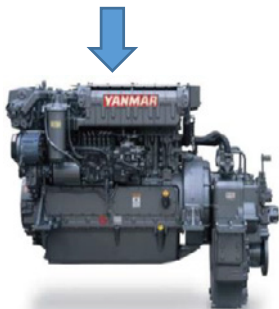
Autor: Álvaro Posada Balanzat

Directores: Miguel Ángel Álvarez Feijóo y Guillermo Lareo Calviño

Tanto la antigüedad como la larga trayectoria operativa del velero escuela Arosa, destinado a la formación de los futuros oficiales de la Armada en la ENM, justifican un análisis del estado actual de sus instalaciones, de modo que se pueda alargar su vida útil.



**Opciones posibles en el mercado**



**Yanmar 6HA2M-WHT**

	Consumo	Emissiones	Dimensiones	Peso	Regulación	Coste
Volvo Penta D4-270	28 litros/hora	Tier 3	1234 x 848 mm	660 kg	Electrónica	43.042 €
Yanmar 4LV250	33 litros/hora	Tier 3	1151 x 755 mm	634 kg	Electrónica	49.936 €
Yanmar 6CH-WUT	35 litros/hora	Tier 2	1202 x 736 mm	940 kg	Electrónica	55.321 €
Yanmar 6HA2M-WHT	35 litros/hora	Tier 3	1585 x 1016 mm	1155 kg	Mecánica	53.256 €
Motor actual	46.8 litros/hora	Tier 2	1141 x 701 mm	730 kg	Mecánica	

Potencia	273 cv
Revoluciones	1880 rpm
Cilindrada	13.1 Litros
Número de cilindros	6 en línea
Aspiración	Turboalimentado
Sistema de inyección	Inyección directa
Peso	1155 kg
Consumo a rpm óptimas	35 Litros/Hora

# Predicción de tipo de buque utilizando datos AIS y técnicas de inteligencia artificial

*Autor: Gonzalo Rodríguez Casajús*

*Directores: Belén Barragáns Martínez (belen@ cud.uvigo.es) y  
Pablo Sendín Raña (pablo@ cud.uvigo.es)*

*Resumen* – Este TFG se enmarca en un proyecto de investigación que el CUD-ENM está desarrollando a petición de la Armada española con el objetivo de aplicar técnicas de inteligencia artificial para la mejora del conocimiento del entorno marítimo y, más concretamente, ayudar en la detección de anomalías en el comportamiento de los buques.

Analizados los flujos AIS que identifican a cada barco (tipo, zona, cinemática, etc.), se detecta que muchos buques no envían información del tipo de barco, campo clave en la identificación de anomalías de interés.

Para solucionar este problema, en este TFG se propone la aplicación de técnicas de aprendizaje automático supervisado con objeto de predecir el valor de dicho campo, teniendo en cuenta otro tipo de información que sí transmite el barco. Para ello, se entrenarán diferentes modelos, a partir de un conjunto de datos históricos de flujo marítimo mundial (previamente preprocesado y adaptado), empleando el algoritmo Random Forest. Se realizan variaciones al algoritmo y se emplean funciones de tratamiento de datos para tratar de mejorar los resultados. Dichos modelos serán validados convenientemente, de modo que este TFG termina proponiendo el modelo construido a partir de determinados atributos que consiguen maximizar la calidad de la predicción.

*Palabras clave* – Inteligencia artificial, Machine Learning, Random Forest, AIS, tipo de buque.



## Predicción de tipo de buque utilizando datos AIS y técnicas de inteligencia artificial

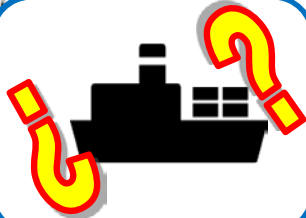


Autor: Gonzalo Rodríguez Casajús

Directores: Belén Barragáns Martínez y Pablo Sendín Raña

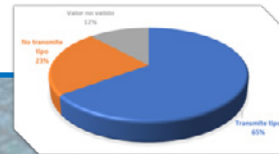
El Centro de Operaciones y Vigilancia de Acción Marítima (COVAM) es el organismo de la Armada encargado de la vigilancia marítima.

En su misión trata de buscar anomalías en el comportamiento de los buques que vienen definidas por tres factores: tipo de buque, zona y cinemática.



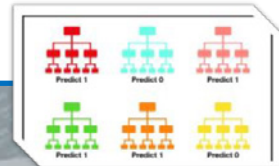
Extracción de información del sistema AIS de los buques para la detección de anomalías.

Problema: Aproximadamente un tercio de los buques no transmiten el tipo de buque



Los contactos sin identificar pasan por un modelo que trata de determinar el tipo de buque a partir de la información AIS transmitida.

Algoritmo seleccionado: **Random Forest**



Se desarrolla un modelo capaz de predecir el tipo de buque de los barcos que ocultan dicha información utilizando datos estáticos y dinámicos procedentes de los mensajes AIS.



# **Evaluación experimental de un sistema de ventilación mecánica controlada para minimizar la concentración de radón en un despacho del CUD-ENM**

*Autor: Sergio Rojo Rodríguez*

*Directores: Arturo González Gil (arturogg@ cud.uvigo.es) y  
Pablo Falcón Oubiña (pfalcon@cud.uvigo.es)*

*Resumen* – En diversos estudios anteriores se ha determinado la existencia de radón en los despachos de la planta baja del edificio del CUD, en particular en el despacho 114. Según la bibliografía, una de las técnicas más idóneas para renovar el aire contaminado y mantener unos adecuados niveles de radón en edificios existentes es la ventilación. El objetivo fundamental de este trabajo de fin de grado es realizar una caracterización experimental del sistema de ventilación instalado en la planta baja del edificio del CUD con el fin de evaluar la capacidad de renovación del aire en el despacho objeto de estudio, y determinar si esta es adecuada para mantener los niveles recomendados de radón. Se han analizado los resultados atendiendo a las siguientes actividades realizadas: determinación experimental de los caudales de funcionamiento del sistema de ventilación, estudio de la capacidad de renovación del aire y evaluación del comportamiento del radón frente al sistema de ventilación; concluyéndose que, el sistema de ventilación no es suficiente para renovar el aire adecuadamente. Sin embargo, se realizaron ciertas pruebas experimentales en las que se mantuvieron los márgenes recomendados del radón, según distintas configuraciones de ventilación. Finalmente, se han establecido una serie de recomendaciones para mejorar las condiciones de ventilación del sistema existente para los usuarios del edificio.

*Palabras clave* – Radón, ventilación, renovaciones de aire, UTA, Fancoil, extractor.



# Evaluación experimental de un sistema de ventilación mecánica controlada para minimizar la concentración de radón en un despacho del CUD-ENM



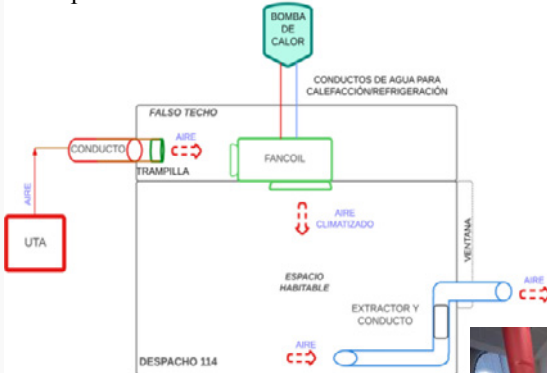
Autor: Sergio Rojo Rodríguez

Directores: Arturo González Gil, Pablo Falcón Oubiña

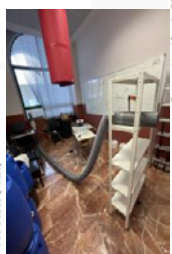
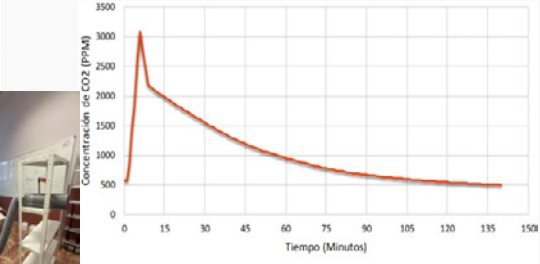
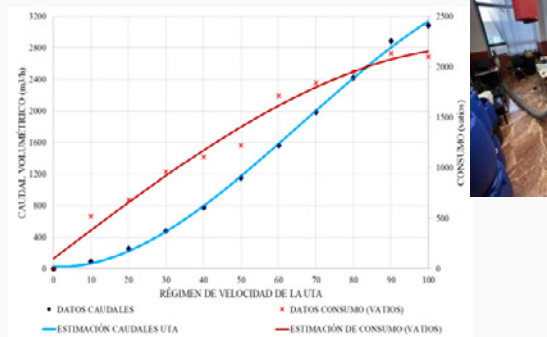
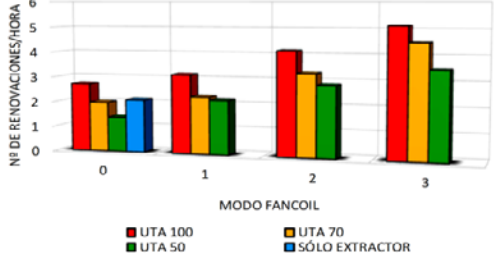
Ventilación → Calidad del aire  
↓  
Reducir niveles de radón

**Documentación Técnica**  
OMS, EURATOM, CTE, RITE...

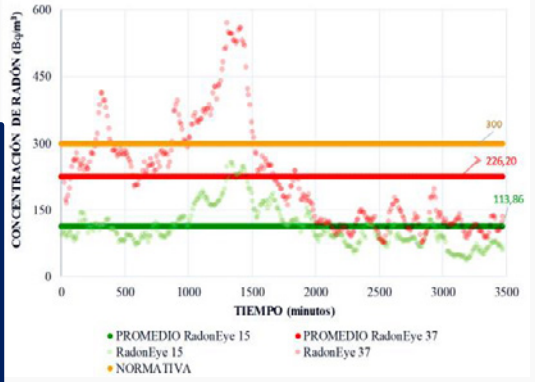
➤ Descripción técnica y evaluación experimental del sistema de ventilación



➤ Capacidad de renovación de aire del sistema



➤ Estudio del comportamiento del radón bajo efectos de ventilación



**CONCLUSIONES/LÍNEAS FUTURAS**

- ✓ Estudiar y mejorar el funcionamiento del actual sistema de ventilación
- ✓ Uso recomendable del extractor y fancoil
- ✓ Ciertas configuraciones del sistema son aparentemente capaces de mantener los adecuados niveles de radón

# **Análisis experimental y estudio de posibles usos de supercapacitores en los submarinos de la Armada**

*Autor: Álvaro Romero Aguilar*

*Directores: Andrés Suárez García (andres.suarez@tud.uvigo.es) y  
Pablo Falcón Oubiña (pfalcon@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Actualmente, pese al aumento de la demanda de submarinos convencionales alrededor del mundo, la capacidad de poder construirlos no ha variado, pues solamente unos pocos países actualmente pueden, por lo que existe una gran oportunidad de beneficio. Esto, añadido a las continuas restricciones de emisiones debidas al cambio climático y a la crisis por la escasez de semiconductores, implica una situación muy compleja, en la que España debe adaptarse buscando mejores alternativas que su competencia.

Ante esto, el presente trabajo propone una alternativa a las baterías convencionales usadas en los submarinos españoles, mediante el uso de supercapacitores. Estos, emplean materiales abundantes en el entorno, de obtención sencilla y económica, y con reducido impacto medioambiental. Para ello, tras una introducción al submarino y los supercapacitores, mediante un análisis experimental con dos prototipos formados con grafito y cloruro de sodio el primero, y con grafito, carbón activo y sulfato de zinc el segundo; y tras un dimensionamiento general adaptado a los requerimientos de la plataforma, se concluirá con una reflexión sobre la viabilidad como alternativa a las actuales baterías, buscando igualar la eficiencia y reducir los desechos y el impacto medioambiental, tratando de mantener el mismo tiempo de operatividad de los equipos.

*Palabras clave* – Submarino, supercapacitor, capacitancia, densidad energética, potencia específica.





# **Análisis de la tendencia de formación de turbulencias haciendo uso de los resultados de los modelos de proyección climática del CMIP6**

*Autor: Diego Justino Ruiz Antón*

*Director: Jorge Eiras Barca (jeiras@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Se espera que el incremento gradual de temperatura refuerce las cizalladuras verticales del viento en las altitudes de crucero que generan las turbulencias.

Las turbulencias atmosféricas son una de las principales causas de incidentes de aviación relacionados con la meteorología. Por esta razón, resulta fundamental analizar estos cambios para poder observar cómo el cambio climático afectará a la aviación y poder buscar medidas de adaptación al respecto.

En el presente estudio se utilizan simulaciones de modelos climáticos del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (CMIP6) para estudiar el impacto que el cambio climático podría tener en la turbulencia para un periodo histórico que va de 1950 a 2015, y el que podría tener para un periodo futuro, de 2015 a 2100. Para ello, se hace uso de un índice frecuentemente utilizado, conocido como índice T1, en el nivel de presión de 250hPa, coincidente con las altitudes de crucero habituales.

El resultado del estudio permite predecir un aumento significativo de la turbulencia de aire claro en el espacio aéreo internacional más transitado, así como en las zonas de interés geopolítico para España a lo largo del siglo XXI. Los resultados muestran con claridad que la previsión de incremento de turbulencias es mayor al considerar los escenarios de mayor emisión de CO<sub>2</sub>.

*Palabras clave* – Aeronave, cambio climático, turbulencia, índice T1, ruta aérea.



# Análisis de la tendencia de formación de turbulencias haciendo uso de los resultados de los modelos de proyección climática del CMIP6



*Autor:* Diego Justino Ruiz Antón  
*Director:* Jorge Eiras Barca

Análisis del impacto del cambio climático sobre la aviación

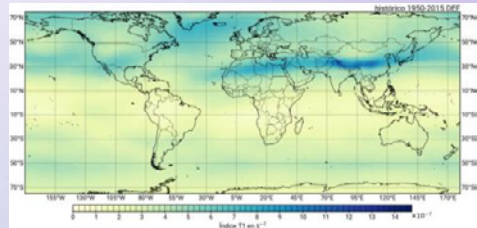


Estudio de 1950 a 2100

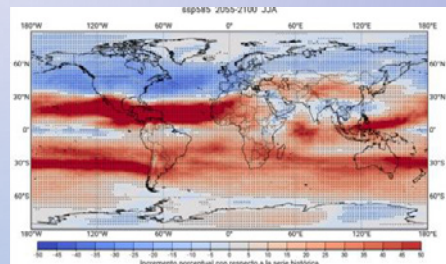
Uso del índice de previsión T1

$$T11 = VWS \times DEF = \sqrt{\left[\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2\right]} \times \sqrt{\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right]}$$

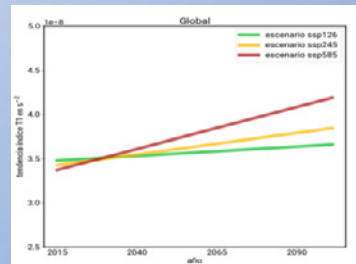
Valor actual del índice



Porcentaje de cambio en el futuro



Tendencia en zonas de interés nacional



## Maquetas para el aprendizaje de redes de ordenadores

Autora: Iael Pilar Salafranca Francés

Directores: Norberto Fernández García (norberto@tud.uvigo.es) y Miguel Rodelgo Lacruz (mrodelgo@tud.uvigo.es)

*Resumen* – La enorme importancia de las redes de ordenadores en el panorama militar actual conlleva la necesidad de formar al personal de la Armada en este ámbito. Sin embargo, los estudiantes de la asignatura de Redes de Ordenadores que se imparte en quinto curso del Grado en Ingeniería Mecánica en la ENM no disponen de un escenario de pruebas de laboratorio desde el punto de vista experimental de construcción física de redes. Este es el porqué de construir diversas maquetas de redes con la finalidad de obtener un instrumento con el que fomentar el aprendizaje activo y complementar el aprendizaje teórico de una asignatura de redes.

En este TFG se proponen cinco montajes (maquetas) con equipos reales: rúteres MikroTik, conmutadores y equipos finales Raspberry Pi 3B con el fin de comprobar físicamente el funcionamiento de protocolos como ARP, HTTP, DHCP, 802.1q y OSPF. Se utilizan también herramientas auxiliares en el ámbito de la gestión y análisis de redes como el GNS3 y Cisco Packet Tracer a la hora de planificar el diseño, además de Wireshark para capturar e inspeccionar el intercambio de paquetes de los protocolos.

*Palabras clave* – Maquetas, protocolos, analizadores de paquetes, simuladores de redes, aprendizaje activo.



# Maquetas para el aprendizaje de redes de ordenadores

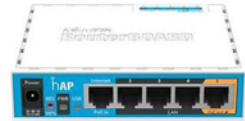


*Autor:* Iael Pilar Salafranca Francés

*Directores:* Norberto Fernández García y Miguel Rodelgo Lacruz

## Equipamiento

- Rúteres MikroTik
- Conmutadores
- Raspberry Pi 3B
- Cables Ethernet



## Diseño

Herramientas de gestión y análisis de redes para diseñar la maqueta a construir en el laboratorio:

- GNS3
- Cisco Packet Tracer



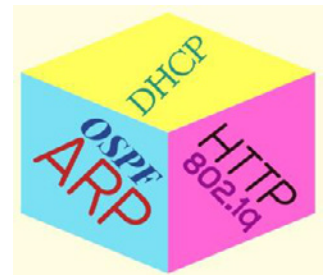
## Implementación

Maqueta física construida en el laboratorio y código de configuración del sistema operativo MikroTik OS en los rúteres



## Validación

Wireshark para capturar e inspeccionar intercambio de paquetes de los protocolos



# **Evaluación de un biorreactor para la eliminación de compuestos farmacéuticos y nutrientes en aguas residuales**

*Autor: Emilio Togores de Vicente*

*Directoras: Rosa Devesa Rey (rosa.devesa.rey@ cud.uvigo.es) y  
Lorena González Gil (lorena.gonzalez@cud.uvigo.es)*

*Resumen* – Entre las principales líneas de investigación de la depuración de aguas se encuentran la eliminación de nutrientes (N y P), responsables de la eutrofización, y los contaminantes emergentes, más concretamente los compuestos farmacéuticos y de cuidado personal. Estos últimos, además, no son contemplados en el tratamiento de aguas residuales convencional. Se evidencia así la necesidad de implantar nuevos procesos de tratamiento capaces de satisfacer los, cada vez más exigentes, niveles de calidad del agua.

Se presenta el montaje y evaluación de un biorreactor para la eliminación de microcontaminantes emergentes y nutrientes en aguas residuales mediante el uso de las microalgas. Para conseguirlo, en primer lugar, se favorece el crecimiento de biomasa compuesta principalmente por microalgas en suspensión, pero también por bacterias heterotróficas. Posteriormente, haciendo uso de esta biomasa, se ponen en marcha cuatro reactores con diferentes características operacionales, que permitirán estudiar la capacidad de eliminar diferentes tipos de contaminantes, como son el nitrógeno, fósforo y el ibuprofeno, y los mecanismos y microorganismos responsables de dichas eliminaciones. Por último, tras la fase experimental, se evalúan y se concluye la eficacia de los biorreactores de microalgas para eliminar dichos contaminantes.

*Palabras clave* – Microalgas, biorreactor, nutrientes, Ibuprofeno, aguas residuales.



# Evaluación de un biorreactor para la eliminación de compuestos farmacéuticos y nutrientes en aguas residuales



Autor: Emilio Togores de Vicente

Directores: Rosa Devesa Rey y Lorena González Gil

## Objetivos:

- Desarrollo de un biorreactor capaz de eliminar compuestos farmacéuticos y nutrientes
- Análisis de los mecanismos de eliminación

Fitoplancton Vivo

Abono para plantas



R. TODO

R. MUERTAS

R. OSCURO

R. ABIÓTICO



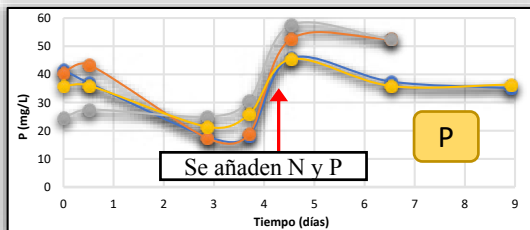
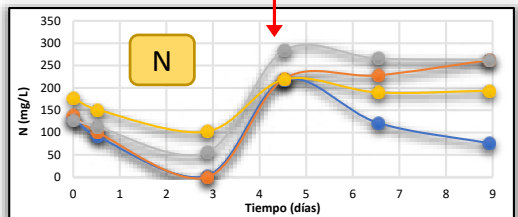
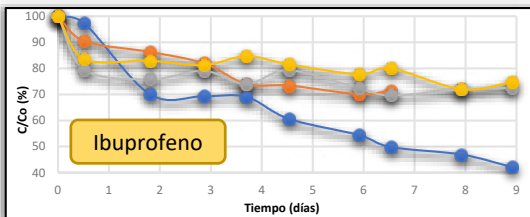
16 días de cultivo

9 días de estudio



## RESULTADOS

Se añaden N y P



## Conclusiones:

- Viabilidad de los sistemas basados en microalgas en la eliminación de ibuprofeno y nitrógeno
- Eliminación del fósforo en menor medida de la esperada
- Disminución de la fitotoxicidad 35% → 91%

● R. TODO      ● R. MUERTAS  
● R. OSCURO    ● R. ABIÓTICO

Grado en Ingeniería Mecánica, 2021/2022

## Diseño conceptual de un patrullero de altura

*Autor: Mariano Ugarte Zarco*

*Directores: Pedro Jesús Carrasco Pena (pedrocarrasco@tud.uvigo.es) y Gerardo González-Cela Echevarría (gerarcela@tud.uvigo.es)*

**Resumen** – El diseño conceptual de un buque de guerra es el primer escalón en el análisis industrial de una plataforma que sea capaz de cumplir con sus objetivos tácticos (ONST). Esta evaluación puede hacerse de distintas formas y sobre distintas herramientas de análisis entre las que se encuentran los métodos multicriterio, el análisis directo de plataformas o la evaluación de parámetros típicos de este tipo de buques.

Debido a los criterios actuales relativos a determinados conceptos como eficiencia energética, cuidado medioambiental, reducción de costes, etc., es necesario incluir, de forma paralela al diseño de las nuevas construcciones, un estudio relativo a los mismos, además de tener presentes las posibilidades que ofrece el mercado que puedan facilitar la obtención de la plataforma de forma más rápida.

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental elaborar un estudio conceptual para valorar la posible plataforma o plataformas partiendo del necesario análisis de la base de datos creada a tal efecto que nos ayudará a obtener los datos necesarios para nuestra plataforma siguiendo los métodos tradicionalmente aceptados en ingeniería naval para esta etapa del proyecto.

**Palabras clave** – Objetivos tácticos, patrullero de altura, buque de guerra, diseño conceptual, dimensionamiento general.

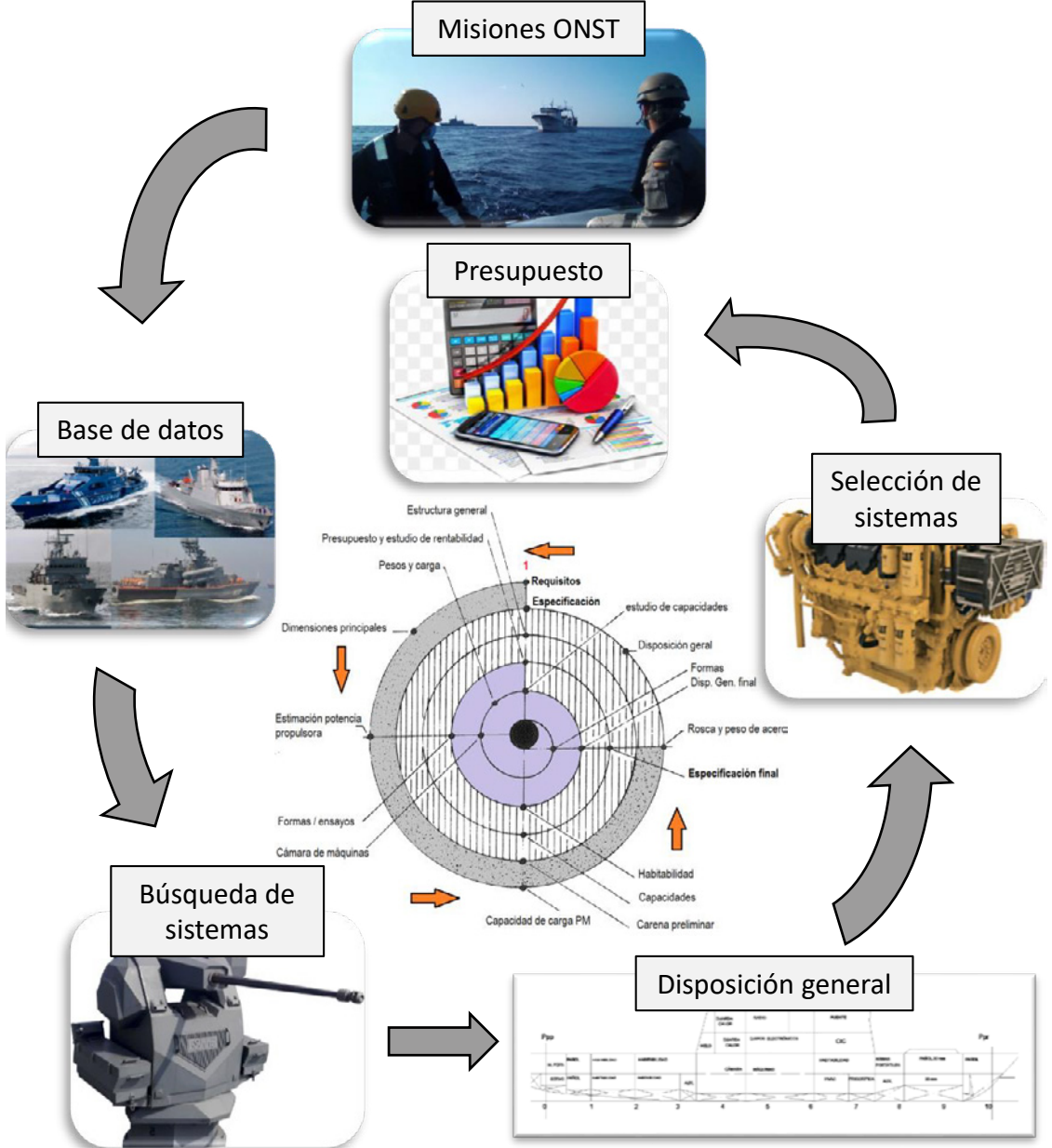




# Diseño conceptual de un patrullero de altura



*Autor: Mariano Ugarte Zarco*  
*Directores: Pedro Jesús Carrasco Pena*  
*Gerardo González-Cela Echevarría*



# Diseño de un sistema de energía y control de la orientación para un planeador submarino

*Autor: Ignacio Vidal Medina*

*Director: Carlos Pérez Collazo (carlos.perez.collazo@tud.uvigo.es)*

**Resumen** – La Revolución tecnológica 4.0 en la que nos vemos inmersos, ha hecho evolucionar el concepto de la guerra. La incorporación de vehículos autónomos capaces de operar sin intervención humana se hace resaltar en la guerra antisubmarina, donde la recolección de datos del entorno es una actividad de vital importancia para operar con seguridad y lograr el dominio del mar. El glider submarino es un vehículo autónomo capacitado para realizar esta misión mientras se desplaza planeando sigilosamente por el agua. Este movimiento se produce cambiando la flotabilidad del sistema para crear un desplazamiento vertical el cual, gracias a las alas que posee, genera a su vez uno horizontal. Este vehículo es comúnmente empleado en el ámbito de la investigación científica para la recolección de datos relativos a las aguas en las que navega. En el caso de este proyecto, el enfoque que se le desea dar es dentro de su incorporación en las Fuerzas Armadas como batitermógrafo autónomo, para la recolección de datos de forma masiva. El trabajo que se va a realizar a continuación consiste en el diseño de una sección de 120 mm para aplicarla a un glider modular, compuesta por el sistema de energía, y por el control de orientación en el plano horizontal contra el balance y cabezada.

**Palabras clave** – Underwater Glider, vehículo autónomo, diseño digital, impresión 3D.



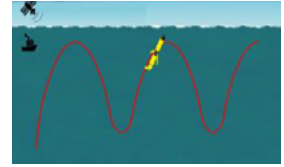
# Diseño de un Sistema de Energía y Control de la Orientación para un Planeador Submarino



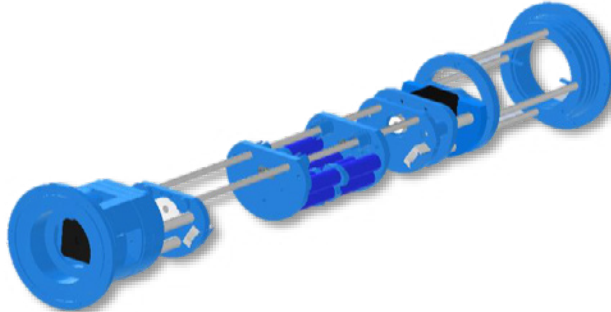
*Autor:* Ignacio Vidal Medina  
*Director:* Carlos Pérez Collazo



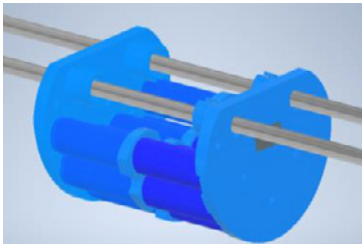
El **Glider** se desplaza sin motor  
**Planeando** durante meses  
 Potencial **Empleo** en **Guerra Antisubmarina**



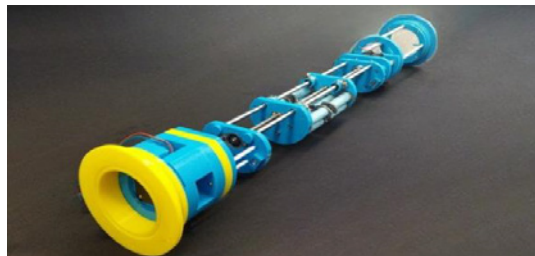
**Diseño Digital e Impresión 3D** de un **Módulo** capaz de corregir el **Plano Horizontal**



Empleo de la **Fuente de Alimentación** como **Contrapeso**



**Funcional**  
**Económico**  
**Sencillo**



# Diseño preliminar de una planta OTEC para la producción de energía eléctrica en las islas Canarias

*Autor: Hugo Zebensuí Riquelme García*

*Directores: Antón Cacabelos Reyes (acacabelos@tud.uvigo.es) y Arturo González Gil (arturogg@tud.uvigo.es)*

*Resumen*—El océano, gracias a su extensión y características, es el colector solar y el sistema de almacenamiento de energía térmica más grande del planeta. Se estima que anualmente absorbe 4.000 veces la demanda energética mundial actual en forma de calor.

Los sistemas OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) aprovechan el gradiente térmico entre el agua superficial y profunda de los entornos marinos para producir una serie de recursos muy diversificados, como son energía eléctrica, agua potable o alimento entre otros. Además, lo realizan de forma renovable, ininterrumpida y sin necesidad de combustibles fósiles.

El presente trabajo, dividido en cuatro fases bien diferenciadas aborda la posibilidad de desarrollar una planta OTEC en el archipiélago de las islas Canarias. Se desarrolla el ciclo a implementar con sus posibles aumentos de rendimiento. La segunda parte estudia los diferentes emplazamientos en donde es viable su ubicación. Posteriormente se analizan los impactos medioambientales y sociales que su introducción conlleva y por último se realiza un breve estudio económico de la planta en cuestión.

*Palabras clave* – OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion), SOTEC (Solar boosted Ocean Thermal Energy Conversion), ciclo Rankine, energía maremotérmica, energía renovable, islas Canarias.



# Diseño preliminar de una planta OTEC para la producción de energía eléctrica en las Islas Canarias



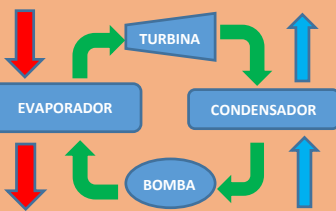
Autor: Hugo Zebensuí Riquelme García

Directores: Antón Cacabelos Reyes y Arturo González Gil

## ¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA OTEC?

*Ocean Thermal Energy Conversion*

La temperatura del océano no es uniforme. Es más cálida en la superficie que en las profundidades. La energía OTEC aprovecha este gradiente térmico para la obtención de energía eléctrica mediante un Ciclo Rankine.



AMONIACO (R717)  
AGUA SALADA FRÍA  
AGUA SALADA CÁLIDA

El océano es considerado **el mayor colector solar del mundo**. Almacena una cantidad de energía en forma de calor equivalente a **4000 x DEMANDA MUNDIAL**

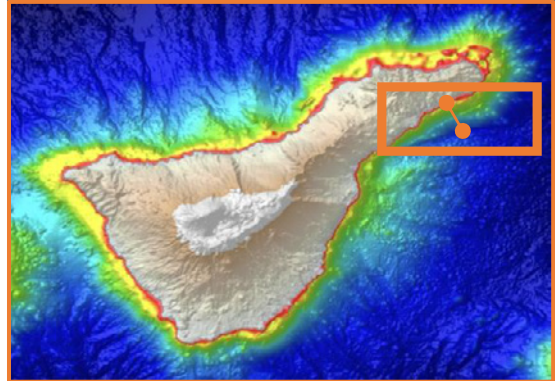


## ¿QUÉ BENEFICIOS APORTA OTEC?

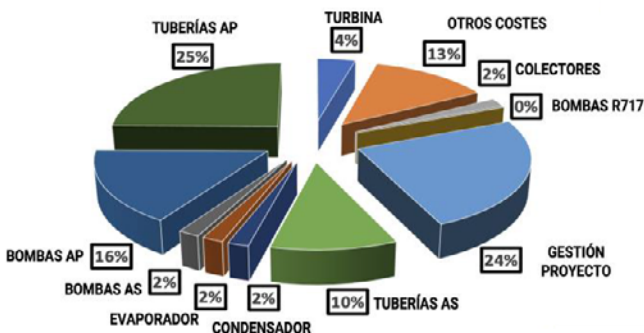


## ¿A QUÉ PREGUNTAS SE LE BUSCAN RESPUESTA?

- Estado del Arte: ¿Qué es la tecnología OTEC y cuál es su estado actual?
- Fase I - Estudio del ciclo de trabajo: ¿Qué características tiene el ciclo de trabajo a instalar? ¿Cómo puede ser optimizado?
- Fase II - Elección del emplazamiento: ¿Cuál es el mejor lugar para instalar la planta?
- Fase III - Impacto social y medioambiental: ¿Cómo afecta al medio y a la sociedad?
- Fase IV - Estudio económico: ¿Cuánto cuesta? ¿Es competitivo?



**COSTE TOTAL : 171,1 M€**



PLANTA NUCLEAR.....22,78 €/MWh  
 PLANTA FÓSIL.....44,19 €/MWh  
 PLANTA OTEC.....78 €/MWh  
 PLANTA SOTEC.....54,6 €/MWh

## ¿QUÉ CONCLUSIONES SE OBTIENEN?

La energía OTEC es:

**VIABLE      POSIBLE**  
**COMPETITIVA**



**Trabajos Fin de Grado  
Infantería de Marina**

## **Aplicación de un sistema de oxidación fotoquímica y ozono a la degradación de pesticidas en aguas**

*Autor: Fernando Aláez Pérez*

*Directores: Santiago Javier Urréjola Madriñán (urrejola@tud.uvigo.es),  
Claudio Cameselle Fernández (claudio@tud.uvigo.es) y  
Susana Margarida Ferreira de Gouveia (gouveia@tud.uvigo.es)*

**Resumen** – Los procesos convencionales de tratamiento de aguas no son eficaces ante los contaminantes emergentes por su persistencia en los efluentes y su baja reactividad, sin embargo, los procesos avanzados de tratamiento de aguas presentan las características adecuadas para su eliminación. Por ello, se puso a prueba una planta piloto a escala laboratorio con el objetivo de degradar pesticidas disueltos en agua con procedimientos de oxidación avanzada (POA). Para ello, se trató agua contaminada de pesticidas con cuatro procesos diferentes: el primero fue una oxidación fotoquímica con luz ultravioleta, el segundo se trató de una ozonización directa, en el tercero se combinaron los procesos de oxidación fotoquímica y de la ozonización. En el cuarto y último se le añadió al tercer experimento un tercer elemento oxidante, el persulfato de sodio. Durante los experimentos se tomaron muestras en instantes concretos para poder comparar los distintos parámetros que dan información sobre los procesos de degradación. Finalmente se sacaron unas conclusiones sobre la efectividad de los distintos experimentos.

**Palabras clave** – Procesos de oxidación avanzados, luz ultravioleta, ozono, pesticidas, contaminantes emergentes.



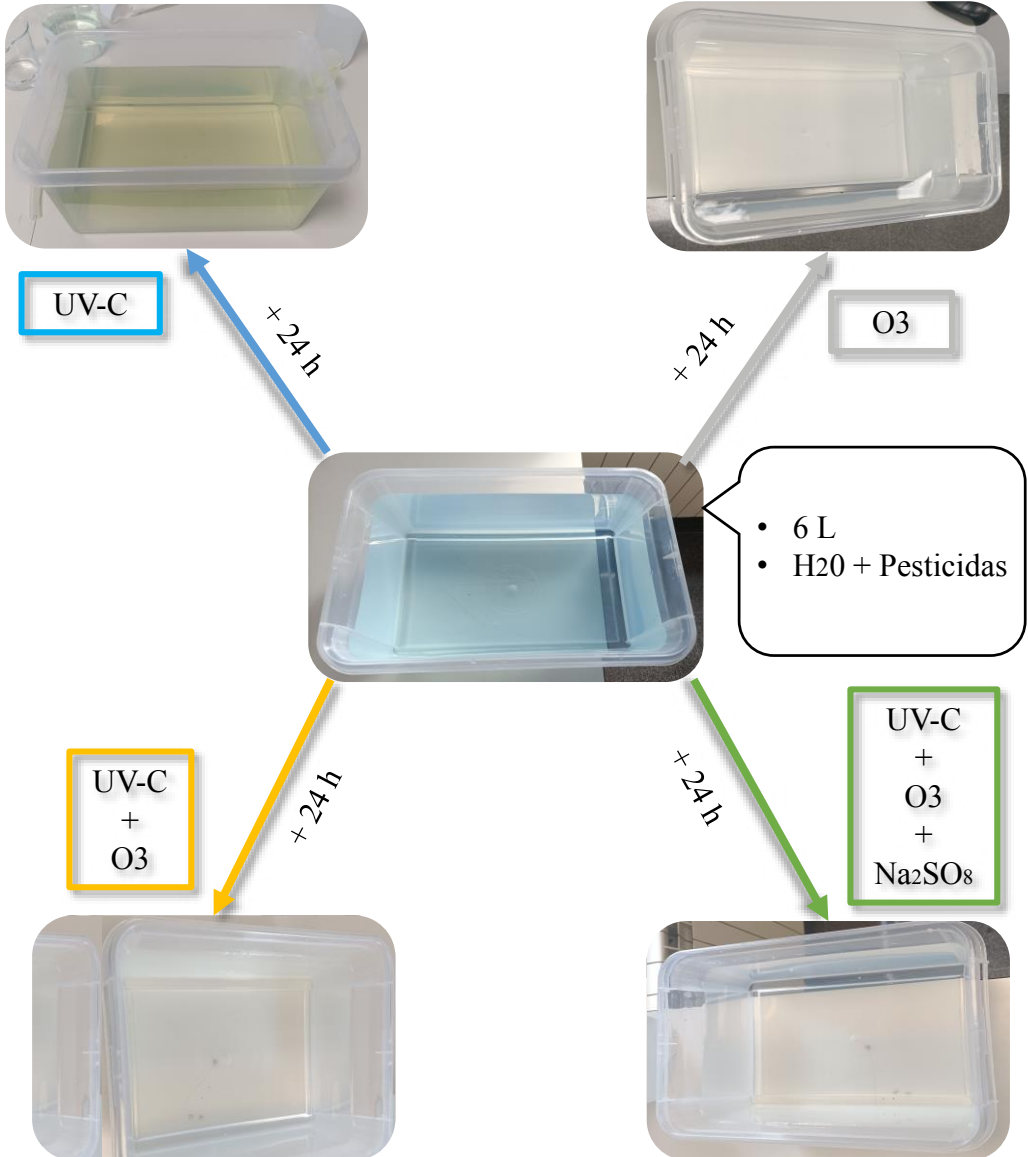


# Aplicación de un sistema de oxidación fotoquímica y ozono a la degradación de pesticidas en aguas



Autor: Fernando Aláez Pérez

Directores : Santiago Javier Urréjola Madriñán, Claudio Cameselle Fernández y Susana Margarida Ferreira de Gouveia



# **Diseño y aplicación de un sistema de monitorización para la optimización de simulaciones térmicas en aulas docentes**

*Autor: Jorge Donato Díez Álvarez*

*Directores: Lara Febrero Garrido (lfebrero@tud.uvigo.es) y  
Francisco Manuel Troncoso Pastoriza (ftroncoso@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – El presente Trabajo Fin de grado (TFG) tiene como principal objetivo el diseño y la aplicación de un sistema de monitorización para la optimización de simulaciones térmicas en aulas docentes. Para ello, primero se ha desarrollado un sistema experimental de monitorización de temperatura y humedad relativa que registra estos datos cada 10 minutos empleando dos raspberrys con sensores SHT31-D que se han programado en Python. En segundo lugar, se ha realizado la simulación térmica en EnergyPlus del modelo energético del edificio modelado con OpenStudio.

A continuación, se han comparado los resultados experimentales extraídos de las raspberrys con los datos simulados del modelo. Sin embargo, el ajuste de los datos reales y los datos simulados no suele ser satisfactorios debido a las numerosas fuentes de error que intervienen en la simulación térmica. Una solución para esto es la calibración del modelo. Por lo tanto, en último lugar, se realiza una calibración del modelo energético para que la simulación adquiera mayor precisión utilizando el software GenOpt. Con este software se modifica un material de construcción utilizado para la simulación, realizando una serie de iteraciones hasta llegar a encontrar el valor necesario que nos permita la calibración óptima de la función error.

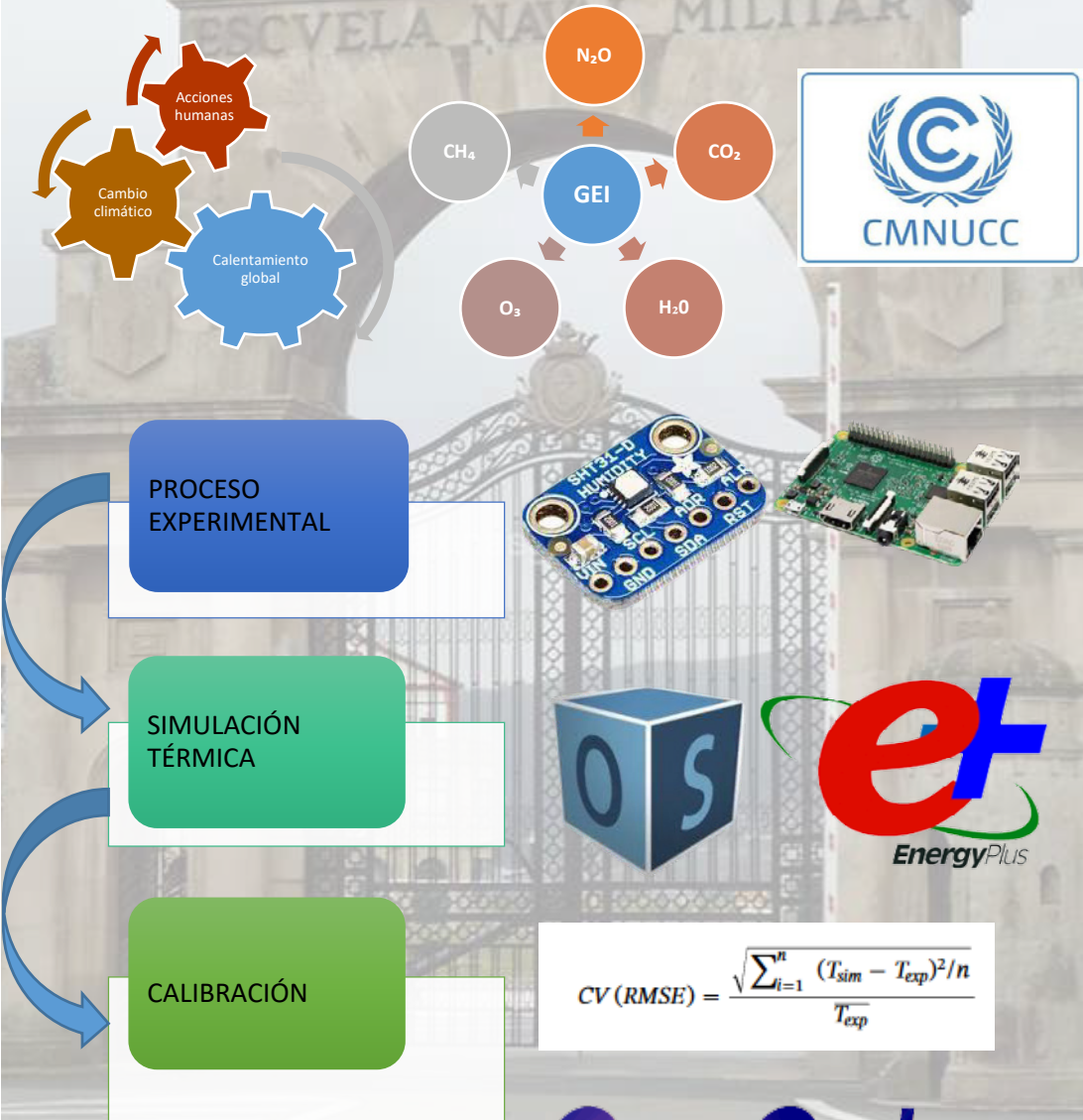
*Palabras clave* – Eficiencia energética, modelado térmico, simulación, calibración, GenOpt.



# Diseño y aplicación de un sistema de monitorización para la optimización de simulaciones térmicas en aulas docentes



Autor : Jorge Donato Diez Álvarez  
 Directores : Lara Febrero Garrido y Francisco Manuel Troncoso Pastoriza



**GenOpt**  
 Generic Optimization Program

# **Elaboración de una base de datos con información oceanográfica para la evaluación de la vulnerabilidad costera en Galicia**

*Autor: Santiago Gómez Núñez*

*Director: Iván Puente Luna (ipuente@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Las zonas costeras se ven amenazadas por los efectos del cambio climático, con un incremento progresivo del nivel del mar que provoca inundaciones y una mayor vulnerabilidad de sus poblaciones. El presente trabajo fin de grado está orientado a la elaboración de una base de datos con información oceanográfica para la evaluación local del grado de vulnerabilidad costera en Galicia. Para ello, se identifican y se recopilan las variables oceanográficas que más afectan a la costa, tales como la dirección y velocidad del viento, el oleaje, el nivel del mar o la dirección y velocidad de la corriente. Estos datos se descargan de forma gratuita a través de diferentes fuentes abiertas como Puertos del Estado, el Instituto Geográfico Nacional o la página oficial de la Xunta de Galicia.

Junto a la información de la pendiente costera y utilizando herramientas SIG que permiten un manejo eficiente de la información, se calculará el índice de vulnerabilidad costera (IVC) considerando seis variables en conjunto, en cuatro zonas de estudio de la costa gallega. Bajo este criterio, se intentará evaluar la susceptibilidad del espacio costero gallego ante esas variables, constituyendo un valioso instrumento para la gestión costera.

*Palabras clave* – IVC, base de datos, SIG, Galicia, cartografía costera.



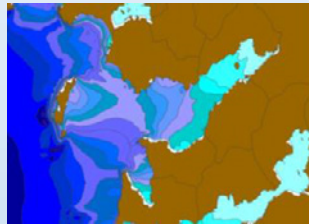
# Elaboración de una base de datos con información oceanográfica para la evaluación de la vulnerabilidad costera en Galicia



*Autor:* Santiago Gómez Núñez

*Director:* Iván Puento Luna

**Clasificación  
según la  
vulnerabilidad**



**GENERACIÓN DE PRODUCTOS**

**ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CON HERRAMIENTAS SIG**

**OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN OCEANOGRÁFICA**

# Caracterización batimétrica en aguas someras mediante fotogrametría subacuática

*Autor: Manuel González Baiges*

*Director: Iván Puente Luna (ipuente@tud.uvigo.es)*

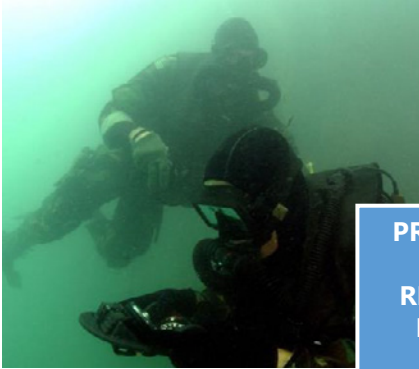
*Resumen* – La determinación de información batimétrica de detalle es clave para actividades cercanas a la costa y estudios hidrológicos, así como para aplicaciones en ingeniería costera, procesos sedimentarios, cartografía arqueológica o investigación biológica. Además, resulta de especial interés en las misiones de reconocimiento de fondos que realizan las unidades de Infantería de Marina como parte de las operaciones anfibas y que, en la actualidad, se realizan de forma manual con buceadores. En este trabajo se utiliza un vehículo de superficie no tripulado (Unmanned Surface Vehicle o USV) de bajo coste, que integra cámara fotográfica y sistema de posicionamiento y cuya finalidad será la elaboración de modelos fotogramétricos subacuáticos a escala que permitan la obtención de información tridimensional precisa y ortoimágenes. La metodología se ensayará en dos casos de estudio distintos, y en base a los resultados obtenidos se estudiarán las posibilidades y limitaciones derivadas de esta técnica.

*Palabras clave* – USV, fotogrametría subacuática, batimetría, GoPro Hero 5, operaciones anfibas.



# Caracterización batimétrica en aguas someras mediante fotogrametría subacuática

Autor: Manuel González Baiges  
Director: Iván Puento Luna



PROPUESTA DE MEJORA DE LOS RECONOCIMIENTOS DE PLAYA MEDIANTE EL EMPLEO DE USV



Zona de Pruebas II



Zona de Pruebas I

PROCESO DE TOMA DE IMÁGENES

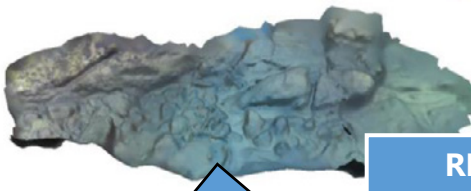


PROCESAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO

Metashape



RESULTADOS



# Diseño de atalaje para la sujeción de visores nocturnos al casco Cobat mediante ingeniería inversa

*Autor: Yago López Rey*

*Directores: Carlos Casqueiro Placer (ccasqueiro@tud.uvigo.es) y  
Diego Páramo Berzosa (dparber@fn.mde.es)*

*Resumen* – En la actualidad, un gran número de unidades militares son incapaces de desarrollar operaciones de combate nocturnas de manera eficaz. Esto se debe a que los atalajes existentes fueron diseñados en su día para el casco Marte. El objetivo de este TFG es modificar, mediante técnicas de ingeniería inversa, el atalaje de dicho casco, de manera que permita acoplar correctamente los distintos visores nocturnos que poseen las Fuerzas Armadas españolas al casco Cobat 01. Para alcanzar este objetivo, primero se escaneará la superficie del casco con el fin de generar un modelo 3D del sólido. Posteriormente, se importará dicho sólido a un software CAD para poder diseñar las piezas en base a las dimensiones y geometrías del casco. Una vez se hayan obtenido las piezas necesarias para que el atalaje sea compatible con el casco Cobat 01, se imprimirán mediante tecnología 3D.

Todo esto, requerirá el aprendizaje del uso de software de escaneado, postprocesado y diseño, la generación de archivos STL y la correcta elección del material de impresión. El resultado será un atalaje compatible con el casco Cobat 01, que pretende devolver a las unidades la capacidad de realizar operaciones nocturnas con la máxima eficacia.

*Palabras clave* – Escaneado 3D, impresión 3D, ingeniería inversa, atalaje, visor nocturno.





# Diseño de atalaje para la sujeción de visores nocturnos al casco COBAT mediante ingeniería inversa



*Autor:* Yago López Rey

*Directores:* Carlos Casqueiro Placer y Diego Páramo Berzosa



**Problema:** el casco COBAT 01 es actualmente incompatible con la mayoría de los intensificadores de luz de la Fuerza de Infantería de Marina (FIM).

**Solución propuesta:** crear un atalaje compatible mediante ingeniería inversa.

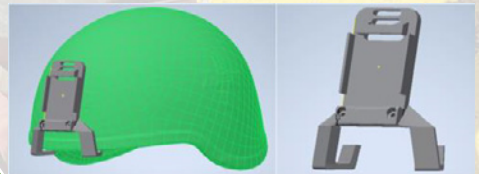
## PROCESO DE INGENIERÍA INVERSA

### • TAREAS A REALIZAR:

#### 1. ESCANEADO 3D



#### 2. DISEÑO DEL MODELO



#### 3. IMPRESIÓN 3D



### RESULTADO:

- Nuevo diseño de atalaje que permite el correcto empleo de los visores nocturnos de la FIM y recuperar la capacidad de realizar con eficacia un combate nocturno.



# Despliegue y configuración de plataforma web para geolocalización y seguimiento de alumnos CIM

*Autor: Joaquín B. Muñoz Hernández*

*Directores: Belén Barragáns Martínez (belen@ cud.uvigo.es) y  
Pablo Sendín Raña (pablo@ cud.uvigo.es)*

*Resumen* – El reciente desarrollo de tecnologías de localización ha impactado también en el ámbito militar, especialmente en la función táctica C2 o mando y control, para la conducción y ejecución de operaciones, aunque también cobra gran importancia en el adiestramiento, aportando mayor control y seguridad en los ejercicios.

En este TFG se propone el despliegue y configuración de una plataforma web con el objetivo de geolocalizar y seguir a los alumnos del Cuerpo de Infantería de Marina de la Escuela Naval Militar durante sus ejercicios de adiestramiento semanales realizados a lo largo de la geografía gallega.

Con él se pretende mejorar de manera exponencial la seguridad del alumnado durante la realización de estos ejercicios, así como dotar al profesorado de una herramienta que permita su seguimiento durante los mismos. Además, debe permitir una evaluación rápida, eficaz y sencilla del desempeño del alumno durante el ejercicio.

Para conseguirlo se ha hecho uso de diferentes dispositivos GPS portados por los alumnos durante la ejecución de los ejercicios, y de las aplicaciones de software libre OpenGTS y Traccar para el tratamiento y representación de los datos obtenidos. La plataforma desplegada se ha validado con éxito realizando el seguimiento y evaluación de los alumnos en un ejercicio topográfico.

*Palabras clave* – GPS, geolocalización, OpenGTS, Traccar, Infantería de Marina.



# Despliegue y configuración de plataforma web para geolocalización y seguimiento de alumnos CIM



*Autor:* Joaquín B. Muñoz Hernández

*Directores:* Belén Barragáns Martínez y Pablo Sendín Raña



Despliegue y configuración de plataforma web para seguimiento y localización de alumnos CIM

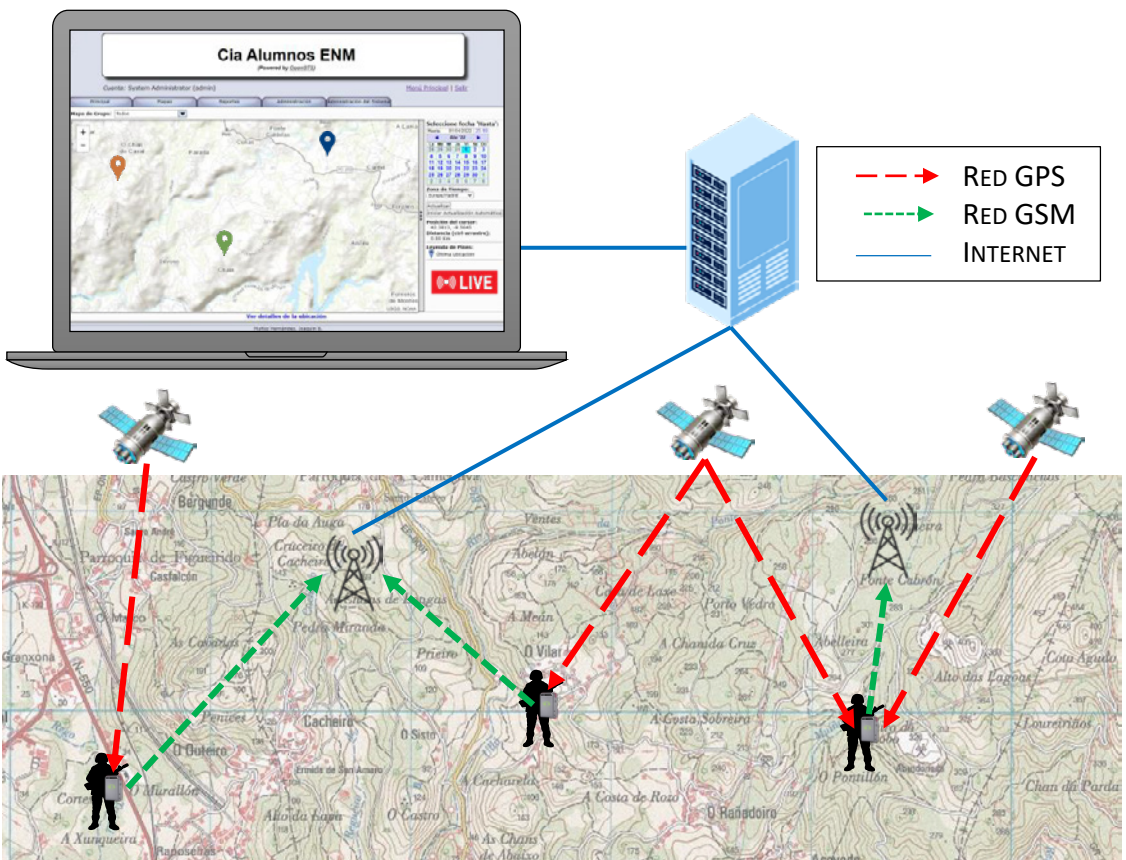
Prueba y comparación de dispositivos

Seguimiento y visualización simultánea de dispositivos

Pruebas para validación del sistema

Seguimiento en tiempo real de los alumnos

Sistema multiplataforma (diversos dispositivos, gestión usuarios, etc.)



Grado en Ingeniería Mecánica, 2021/2022

# Evaluación de la estanqueidad al aire de las fachadas de recintos del edificio del CUD

*Autor: Pablo Rosano Bernal*

*Directores: Arturo González Gil (arturogg@ cud.uvigo.es) y Francisco Javier Rodríguez Rodríguez (fjavierrodriguez@ cud.uvigo.es)*

*Resumen* – La ventilación no controlada de los edificios representa uno de los parámetros de mayor impacto en el diseño de los equipos de climatización y de su consumo energético. Con este trabajo se pretende evaluar de forma experimental el intercambio de aire entre el interior y el exterior de dos despachos de la planta baja del Centro Universitario de la Defensa. Para ello, primeramente, se estimarán las renovaciones totales en las salas objeto de estudio con los equipos de ventilación apagados a partir de la concentración de CO<sub>2</sub>. En segundo lugar, se evalúan las renovaciones de aire por hora a través de la ventana y otros elementos en uno de los despachos. Además, se empleará el equipo de acústica avanzada Scan & Paint para determinar cualitativamente las zonas donde la estanqueidad es más deficiente. De los resultados obtenidos se deduce que los dos despachos analizados presentan en torno a 0,65 renovaciones por hora y se ha estimado que el 30 % de estas se produce a través de la ventana. Las mediciones realizadas con el equipo de acústica avanzada muestran que aquellas zonas donde existen mayores infiltraciones de aire son los raíles superiores e inferiores de la ventana. A partir de estos resultados, se podrán proponer una serie de medidas con la intención de reducir las infiltraciones y de esta manera optimizar la ventilación reduciendo así el consumo energético.

*Palabras clave* – Infiltraciones, estanqueidad, acústica avanzada, velocidad de partículas, renovaciones por hora.



# Evaluación de la estanqueidad al aire de las fachadas de recintos del edificio del CUD



Autor: Pablo Rosano Bernal

Directores: Arturo González Gil y Francisco Javier Rodríguez Rodríguez

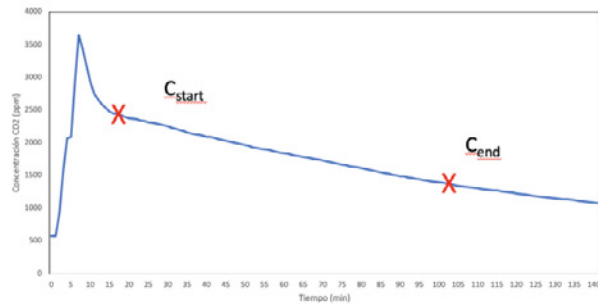
OPTIMIZACIÓN VENTILACIÓN



CÁLCULO DE INFILTRACIONES

MAXIMIZAR LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

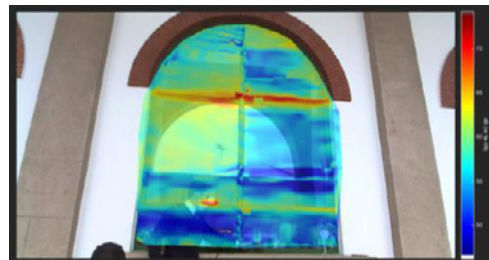
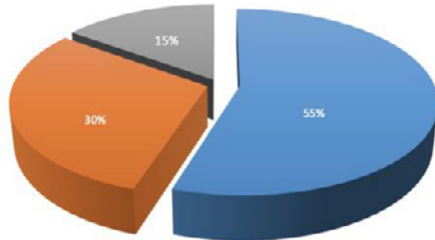
MINIMIZAR CONSUMO ENERGÉTICO



1º Fase:  
Determinación renovaciones totales por hora

2º Fase:  
Determinación renovaciones parciales por hora

3º Fase:  
Implementación Técnica Acústica Avanzada



# Sistema de seguimiento y evaluación de alumnos en el área de topografía mediante una red inalámbrica LoRaWAN

*Autor: Jesús María Tellado Moreno*

*Director: José María Núñez Ortuño (jnunez@tud.uvigo.es)*

**Resumen** – Este trabajo surge de la necesidad de disponer en la Escuela Naval Militar de un sistema de seguimiento y evaluación de los recorridos topográficos, encuadrados dentro del área de evaluación de Topografía, que realizan los alumnos de Infantería de Marina durante sus prácticas de campo. En la actualidad, hay gran variedad de dispositivos de localización que podrían solventar parte de este problema, sin embargo, la mayoría requieren de un gasto periódico aparte del gasto inicial de adquisición. Además, estos suelen tener una gran dependencia a redes externas que pueden llegar a ser una limitación en las zonas dónde típicamente se desarrollan los ejercicios. El sistema que se propone tiene como objetivo dar una solución basada en la tecnología LoRaWAN, consolidada como una tecnología abierta al mercado, la cual cuenta con dispositivos de geolocalización económicos, sin necesidad de suscripción, con un alcance medio y gran autonomía. Para ello, se desarrolla a lo largo del proyecto un diseño que, amoldado a las características inherentes de los recorridos topográficos, proporcione de una herramienta eficaz y fiable al profesorado para la evaluación del alumnado. Se ha utilizado una red inalámbrica, que emplea un dispositivo pasarela que recoge la información de una serie de nodos móviles dotados con capacidad de posicionamiento GPS. Finalmente, la información recopilada por los distintos nodos se presenta mediante diferentes herramientas gráficas.

**Palabras clave**–LoRaWAN, Dragino, localizadorGPS, topografía, redinalámbrica mallada.



## Sistema de seguimiento y evaluación de alumnos en el área de topografía mediante una red inalámbrica LoRaWAN



*Autor:* Jesús María Tellado Moreno

*Director:* José María Núñez Ortuño

### SISTEMA PARA RECORRIDOS TOPOGRÁFICOS BASADO EN RED INALÁMBRICA TIPO LoRaWAN QUE OFRECE:

- Dispositivos con capacidad GPS que emiten paquetes con datos de UBICACIÓN cuando el alumno requiera mediante pulsador.
- Herramientas GRÁFICAS para el visionado de los recorridos topográficos.
- COBERTURA de 3,5 kilómetros (6,5 km en espacios libres de obstáculos).
- PRECISIÓN de 11 metros.
- AUTONOMÍA mayor de 42 horas.
- Configurado para advertir INCIDENTES.
- Sistema con un PESO y DIMENSIONES reducido.



# Diseño e impresión 3D de un dispositivo físico para simulación de disparo con arma de fuego

*Autor: Isaac Troya Morales*

*Directores: Pablo Falcón Oubiña (pfalcon@tud.uvigo.es) y  
Xavier Núñez Nieto (xnnieto@tud.uvigo.es)*

*Resumen* – Los simuladores de combate son cada día más utilizados para el adiestramiento de las unidades militares. Estos simuladores se diseñan partiendo de la premisa de recrear un entorno virtual con unas condiciones lo más parecidas a una situación real.

Para recrear las condiciones de combate, no sólo es necesario simular un entorno 3D realista, también es necesario dotar a los simuladores de dispositivos que permitan al usuario interactuar con el entorno virtual. Estos dispositivos permiten realizar el ejercicio simulado del mismo modo que se haría en el entorno real, proporcionando al usuario una mayor sensación de inmersión en el entorno virtual.

En este proyecto se expone la fabricación y diseño de un dispositivo físico para la simulación del uso de un arma de fuego mediante técnicas de fabricación aditiva. El dispositivo fabricado simula fielmente el fusil HK G36E, arma que utilizan los alumnos en la Escuela Naval Militar para hacer los ejercicios de disparo.

Además de cumplir las dimensiones fielmente, el dispositivo fabricado permite interactuar con un simulador para recrear virtualmente situaciones en las que un combatiente requiere el uso del arma, adquiriendo una experiencia real y minimizando los riesgos a los que el usuario se expone.

*Palabras clave* – Dispositivo VR, fusil HK G36E, impresión 3D, simulador, diseño CAD.





# Diseño e impresión 3D de un dispositivo físico para simulación de disparo con arma de fuego

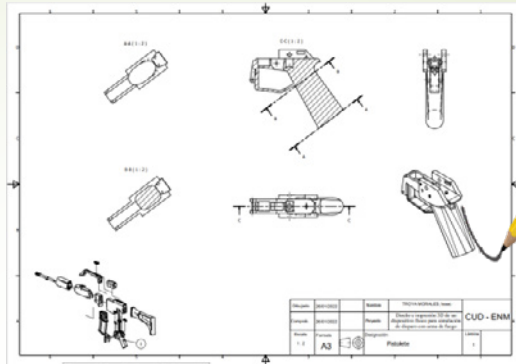
*Autor:* Isaac Troya Morales

*Directores:* Pablo Falcón Oubiña y Xavier Núñez Nieto

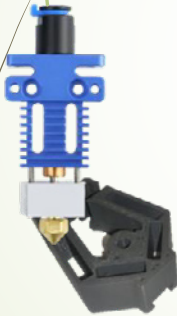
**INGENIERIA  
INVERSA**



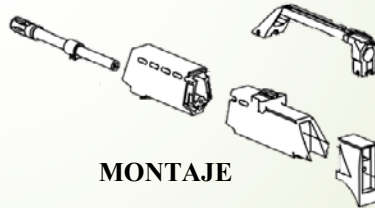
**DISEÑO**



**FABRICACIÓN**



**MONTAJE**



## FUSIL PARA LA SIMULACIÓN







GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE DEFENSA

SUBSECRETARÍA DE DEFENSA  
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES Y PATRIMONIO CULTURAL