

# MÁSTER EN NUEVAS TECNOLOGÍAS ELECTRÓNICAS Y FOTÓNICAS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - CURSO 2022-2023

## PROPUESTA

<b>Título:</b>	Monitorización eficiente de aguas embalsadas mediante vehículos no tripulados de superficie y técnicas de inteligencia artificial
<b>Título en inglés</b>	Efficient monitoring of lentic water using unmanned surface vehicles and artificial intelligence techniques
<b>Tutor/es</b>	Eva Besada Portas (50%), José Antonio López Orozco (50%)
<b>Correos-e:</b>	<a href="mailto:ebesada@ucm.es">ebesada@ucm.es</a> , <a href="mailto:jalopez@ucm.es">jalopez@ucm.es</a>
<b>Lugar de realización:</b>	Facultad de Ciencias Físicas, Sección Departamental de Arquitectura de Computadores y Automática

### Resumen:

Las aguas continentales son un recurso limitado y protegido por la legislación Europea y Nacional, que deben ser analizadas frecuentemente para asegurar unos niveles de calidad y salubridad adecuados para su consumo y uso recreativo. Los vehículos no tripulados de superficie (USVs, del inglés Unmanned Surface Vehicles) son embarcaciones autónomas, que pueden ser utilizados para desplegar y trasladar las sondas de medida a las localizaciones más adecuadas para detectar una sustancia contaminante. La forma de desplegar los sensores y recoger los datos no es única y puede ser determinada automáticamente por un algoritmo de control/planificación del comportamiento del USV, especialmente diseñado para tener en cuenta diferentes objetivos de la misión (detectar las zonas de contaminación máxima, reducir la incertidumbre sobre el estado del embalse, etc).

Los elementos anteriores (medidas de calidad de agua, modelos de predicción de contaminación, controladores y planificadores de la trayectoria de los USVs) constituyen los diferentes ingredientes de este Trabajo Fin de Máster sobre los que el alumno puede aplicar diferentes técnicas de inteligencia artificial con el objeto de colaborar en el desarrollo de alguno de los subsistemas de un sistema más complejo que permita un despliegue inteligente de un conjunto de USVs que llevan a cabo labores de monitorización de sustancias contaminantes en aguas embalsadas. Más concretamente, para lograrlo, se explorará la posibilidad de utilizar técnicas de inteligencia artificial para 1) modelar el estado de la calidad del agua, 2) integrar las medidas proporcionadas por los sensores, y/o 3) determinar la mejor estrategia de guiado del USV, teniendo en cuenta sus restricciones dinámicas, hacia las localizaciones sugeridas por las medidas y/o los modelos.

### Metodología:

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un nuevo modelo de predicción de contaminantes, controlador o planificador para USVs que deben monitorizar la evolución de una sustancia contaminante en un embalse. Para lograrlo, se deben realizar las siguientes tareas:

1. Realización de un estudio del arte sobre el uso de técnicas de inteligencia artificial en el subsistema bajo estudio. Por ejemplo, aquellas que sirven para modelar la distribución de la contaminación en una masa de agua o para guiar a un USV hacia las zonas donde la contaminación sea más probable.
2. Especificación y modelado del problema: definición de los modelos necesarios en caso. Por ejemplo, aquellas que permitan determina la

- distribución de la sustancia contaminante y su simulación bajo diferentes condiciones, o aquellas que permitan modelar la dinámica de los USVs
3. Desarrollo del subsistema correspondiente. Por ejemplo, en el subsistema de guiado, navegación y control de los USVs: implementación de la técnica que determinará las localizaciones a las que debe desplazarse el USV, incorporación de dicha técnica en el lazo externo de control del USV, adaptación de la navegación y el control para el problema de monitorización de la calidad del agua, sintonización del comportamiento del sistema completo.
  4. Pruebas del subsistema mediante simulación sobre diferentes escenarios de contaminación.

**Conocimientos previos recomendados:**

Se necesitan conocimientos básicos de programación (preferiblemente Matlab).

**Bibliografía:**

- T. Wilson and S. B. Williams, "Adaptive path planning for depth-constrained bathymetric mapping with an autonomous surface vessel," *Journal of Field Robotics*, vol. 35, no. 3, pp. 345–358, 2018. DOI: [10.48550/arXiv.1603.06324](https://doi.org/10.48550/arXiv.1603.06324)
- J. Zhao, H. Guo, M. Han, H. Tang, X. Li. "Gaussian Process Regression for Prediction of Sulfate Content in Lakes of China". *Journal of Engineering and Technological Sciences*. Vol 51, No 2, 2019. DOI: [10.5614/j.eng.technol.sci.2019.51.2.4](https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2019.51.2.4)
- M. Jang, D. Seo, J. Kim, K. Kim "Spatiotemporal algal bloom prediction of geum river, Korea using the deep learning models in company with the EFDC model". *Summer Simulation Conference*. 2020
- G. Carazo-Barbero, E. Besada-Portas, J. M. Giron-Sierra, and J. A. Lopez-Orozco. "EA-based ASV Trajectory Planner for Pollution Detection in Lentic Waters". *EvoStar*, 2021 DOI: [10.1007/978-3-030-72699-7\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-030-72699-7_51)
- E. Besada Portas, J.M. Girón-Sierra, J. Jimenez, J.A. Lopez-Orozco, "Data-driven exploration of lentic water bodies with ASVs guided by gradient-free optimization/contour dection algorithms". *WinterSim 2021* DOI: [10.1007/978-3-030-72699-7\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-030-72699-7_51)