



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Detección y monitorización espacio-temporal de floraciones de cianobacterias en embalses mediterráneos mediante teledetección satelital

Descripción general (resumen y metodología):

Los embalses de la cuenca mediterránea son infraestructuras críticas que enfrentan presiones sin precedentes debido al cambio global. La combinación de sequías prolongadas, altas temperaturas y el aporte continuo de nutrientes (eutrofización) genera las condiciones idóneas para el desarrollo masivo de cianobacterias (cyanoHABs). Estas floraciones algales nocivas comprometen gravemente la calidad del agua, dificultando su potabilización y generando riesgos de toxicidad por cianotoxinas. Tradicionalmente, la monitorización de estas masas de agua se ha basado en muestreos puntuales que resultan costosos y limitados en su cobertura espacial. En este escenario, la teledetección satelital, impulsada por programas de acceso abierto como el europeo Copernicus, emerge como una herramienta fundamental. Permite obtener una visión sinóptica y continua de los ecosistemas lénticos, facilitando la creación de sistemas de alerta temprana vitales para la gestión sostenible y segura de los recursos hídricos.

Metodología y Diseño Experimental: Este proyecto tiene un enfoque eminentemente computacional y analítico. El o la estudiante trabajará con un entorno de sistemas de información geográfica (SIG) y plataformas de procesamiento de datos satelitales, estructurando el flujo de trabajo en las siguientes fases:

- **Adquisición de imágenes:** Selección y descarga masiva de datos multiespectrales de las constelaciones Sentinel-2 (alta resolución espacial) y Sentinel-3 (alta resolución temporal y espectral) sobre un catálogo seleccionado de embalses.
- **Procesamiento bio-óptico:** Aplicación de algoritmos de corrección atmosférica para aislar la reflectancia real del agua (eliminando el ruido atmosférico) y aplicación de modelos empíricos o semi-analíticos para estimar la concentración de ficocianina, el pigmento biomarcador inequívoco de la presencia de cianobacterias.

Tipología: Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

Objetivos planteados:

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado (TFG) es implementar y evaluar el uso de herramientas de teledetección espacial para la detección, cuantificación y seguimiento de proliferaciones de cianobacterias (cyanoHABs) en embalses estratégicos de la cuenca mediterránea. A través de este proyecto, se busca establecer un marco metodológico que utilice la observación de la Tierra como una alternativa eficiente, de alta resolución y de gran cobertura espacial para predecir y alertar sobre el deterioro temporal de la calidad del agua.

Para alcanzar la meta principal y adquirir competencias clave en Ciencias Ambientales, el estudiante desarrollará las siguientes tareas y objetivos específicos:

1. **Adquisición y Procesamiento Satelital (Remote Sensing):** Descargar de forma sistemática imágenes de las misiones europeas Copernicus, aplicar correcciones atmosféricas, y aplicar los algoritmos bio-ópticos pertinentes para mapear las concentraciones de ficocianina en las masas de agua estudiadas.

2. **Gestión de Datos y Ciencia Abierta (Open Science):** Compilar, organizar y estructurar los resultados de las estimaciones satelitales en una base de datos geoespacial unificada. Se documentará esta información siguiendo los estándares internacionales de metadatos de la EDI (Environmental Data Initiative), garantizando que el TFG cumpla con los principios FAIR (datos Encontrables, Accesibles, Interoperables y Reutilizables).
3. **Análisis Ecológico e Interpretación de Dinámicas:** Caracterizar la distribución espacio-temporal de las floraciones cianobacterianas. El estudiante elaborará una discusión crítica ("cuándo, dónde y por qué"), identificando los forzamientos ambientales, hidrológicos y climáticos específicos del entorno mediterráneo que favorecen el éxito competitivo de las cianobacterias en unos embalses frente a otros.
4. **Transferencia y Recomendaciones de Gestión:** Traducir los hallazgos científicos en herramientas de decisión. Se formularán recomendaciones aplicadas para los gestores de cuenca, tales como la identificación de "hotspots" (zonas calientes o de alto riesgo) para priorizar campañas de muestreo in situ orientadas a evaluar toxicidad, o la selección de ubicaciones óptimas para fondear futuras boyas de monitorización en continuo.

Bibliografía básica:

- Simis, S. G. H., Peters, S. W. M., & Gons, H. J. (2005). Remote sensing of the cyanobacterial pigment phycocyanin in turbid inland water. *Limnology and Oceanography*, 50(1), 237-245. <https://doi.org/10.4319/lo.2005.50.1.0237>
- Wynne, T. T., Stumpf, R. P., Tomlinson, M. C., & Dyle, J. (2010). Characterizing a cyanobacterial bloom in Western Lake Erie using satellite imagery and meteorological data. *Limnology and Oceanography*, 55(5), 2025-2036. <https://doi.org/10.4319/lo.2010.55.5.2025>

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Nota de Orientación Académica: Este TFG presenta un marcado perfil tecnológico y ambiental. Está especialmente dirigido a estudiantes con motivación por las ciencias ambientales cuantitativas, la teledetección satelital, la ecología espacial y el tratamiento informático de grandes volúmenes de datos.

- **Requisitos y capacidades previas recomendadas:** Es altamente aconsejable que el estudiante posea nociones básicas o interés en el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y lenguajes de programación orientados al análisis técnico y cálculo numérico, como R, Python, o MATLAB, para agilizar el procesamiento masivo de la serie temporal de imágenes y la automatización de algoritmos de corrección y bio-ópticos.
- **Planificación del trabajo sugerida:**
- **Apoyo y tutorización:** El estudiante no trabajará de forma aislada; se integrará en las líneas de investigación activas de un equipo multidisciplinar consolidado, contando con amplia experiencia en limnología física, ecología acuática y modelado para asegurar el correcto enfoque hidrológico y ambiental del análisis geoespacial.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ALICIA CORTÉS CORTÉS

Ámbito de conocimiento/Departamento: TECNOLOGÍAS DEL MEDIO AMBIENTE

Correo electrónico: aliciacortes@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: Sergio López Padilla

Ámbito de conocimiento/Departamento: TECNOLOGÍAS DEL MEDIO AMBIENTE

Correo electrónico: sergiolp@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: