

INFORME DE CONCLUSIONES DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO PARA LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN LA INTERFAZ TIERRA-MAR CON TECNOLOGÍA LIDAR DE LA COSTA DE ANDALUCÍA.

RETO TECNOLÓGICO: CARTOGRAFIADO MARINO MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LIDAR BATIMÉTRICO

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la junta de Andalucía convocó con fecha 16 de febrero de 2024 una consulta preliminar de mercado (en adelante CPM), con el objeto de consultar a los operadores económicos activos en el mercado determinadas cuestiones en relación a la futura licitación de un contrato de servicios para el Levantamiento de Información en la Interfaz Tierra-Mar con Tecnología LiDAR de la Costa Andaluza que garantice una correcta integración junto con otras fuentes de datos.

Los levantamientos batimétricos con tecnología LiDAR son de extraordinaria utilidad para distintas aplicaciones tanto comerciales como de las AAPP, aportando sustanciales beneficios para muchas aplicaciones medioambientales, cobrando especial importancia en la elaboración de la cartografía de hábitats marinos en la interfaz tierra-mar que mediante otros métodos resulta casi imposible completar por cuestiones técnico-económicas y de seguridad. En este sentido, el servicio para el Levantamiento de Información en la Interfaz Tierra-Mar con Tecnología LiDAR de la Costa Andaluza se considera parte esencial y complementaria de la futura contratación del servicio de Elaboración de un Mapa de Hábitats Marinos en la Comunidad Autónoma Andaluza con origen de financiación en fondos europeos (PRTR), proyecto que surge por la no disponibilidad de un mapa completo de los hábitats de interés comunitario marino en Andalucía, impulsado por la Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad, por el Servicio de Geodiversidad y Biodiversidad y en concreto en el marco del Programa de gestión Sostenible del Medio Marino. Dicho Programa tiene como objetivos la conservación de la biodiversidad marina en Andalucía, de las especies y hábitats amenazados.

Las posibles soluciones de optimización de la captura y procesado de los datos recogidas en la CPM servirán de base para establecer una metodología productiva más eficiente, aportando adicionalmente la información necesaria para establecer los mejores niveles de calidad posibles y definir económica y programáticamente el proyecto.

Como resultado de este proceso se ha elaborado un informe final de conclusiones que serán tenidas en cuenta, si procede, para la elaboración de los pliegos del expediente de contratación.

2. PROCEDIMIENTO

La realización de la CPM se realizó en las siguientes fases:

- Publicación de la resolución de la convocatoria de la CPM en la Plataforma de Contratación de la Junta de Andalucía (Referencia de publicación:2024-0001400204) el día 16 de febrero de 2024
- Ampliación de plazo de recepción de consultas el día 6 de marzo de 2024 (Referencia de publicación: 2024-0001408447)
- Finalización del plazo de recepción de consultas el día 25 de marzo de 2024
- Análisis de las propuestas
- Aclaración de las soluciones presentadas, en los casos que se estimó necesario
- Conclusiones obtenidas para la redacción de las especificaciones



FIRMADO POR	JUAN FRANCISCO MARTINEZ CARMONA	12/06/2024	PÁGINA 1/4
VERIFICACIÓN	Pk2jm3BSVBZYDGY7D83QH7PHADU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma	

3. PARTICIPACIÓN

Se indican a continuación las empresas que han participado en la CPM a través del envío de propuestas de soluciones en el plazo establecido, con el fin de ofrecerles, por un lado, una mayor visibilidad a los operadores que han participado en el proceso y por otro lado, posibilitar la cooperación de otras empresas que pudieran dar respuesta a las necesidades planteadas:

- Leica Geosystems Technology A/S
- Fugro NL Land B.V
- Airborne Hydro Mapping GmbH
- Terratec AS (Field Group)

Durante la fase de análisis se solicitó información adicional por correo electrónico a las cuatro empresas, con objeto de aclarar o ampliar la información presentada por las mismas.

4. RESULTADOS OBTENIDOS Y ELEMENTOS INNOVADORES A CONSIDERAR

De acuerdo con la información recibida y como resultado de la CPM se constata la existencia en el mercado de diversas soluciones que podrían adecuarse a las especificaciones requeridas para el reto planteado.

Analizadas las propuestas, se determina que la captura de datos de todo el ámbito de trabajo se podría realizar en un 1-2 meses, incluyendo un margen de seguridad por las posibles condiciones meteorológicas adversas. El periodo recomendado se sitúa entre los meses de mayo a septiembre. El procesamiento de datos y generación de productos duraría 4-5 meses. El precio de referencia medio es de 1.230 €/km², siendo necesario determinar con más precisión el ámbito de los trabajos necesarios en ambas vertientes (mediterránea y atlántica) y el alcance de los trabajos.

Después de analizar las ideas proporcionadas y extraer las consideradas más relevantes por su idoneidad con la necesidad expuesta, se concluye que la solución debe contemplar las siguientes especificaciones y condicionantes:

1. Captura a realizar con aeronaves de ala fija, a velocidades en torno a 120 Kts, y altura media de 400 m. sobre el terreno, capturando simultáneamente datos LiDAR e imágenes. Las densidades de puntos LiDAR pueden oscilar de una solución a otra entre 25-2,5 pto. /m² e imágenes con GSD 3-10 cm, siendo necesario determinar la densidad adecuada para nuestro caso de uso.
2. La profundidad de penetración está muy condicionada por la turbidez del agua en el momento de la captura y la reflexión de cada fondo marino según sus características. Las soluciones presentadas oscilan entre 1,5 y 3,7 veces la profundidad de Secchi. Los meses más adecuados para la captura son mayo-septiembre por las condiciones marinas. Para nuestro caso de uso, registro de los primeros 10 metros de profundidad, son necesarios equipos con profundidad de al menos 2,5 veces la profundidad de Secchi.
3. Las precisiones alcanzables son coherentes con los valores estándar establecidos en las ordenes 1A y 1B de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI).
4. Existen limitaciones logísticas y físicas que deben ser consideradas en la planificación de la campaña de vuelo, garantizando tanto los requisitos de penetrabilidad para alcanzar la profundidad objetivo, como las condiciones de seguridad ocular del láser con las personas en tierra (distancia nominal de peligro ocular NOHD). Las principales limitaciones vienen determinadas por la turbidez del agua, ausencia de viento y lluvia en el momento de la captura, tipo de reflectividad del fondo marino, mínimo oleaje, máxima luminosidad, altura de vuelo y velocidad de la plataforma.

FIRMADO POR	JUAN FRANCISCO MARTINEZ CARMONA	12/06/2024	PÁGINA 2/4
VERIFICACIÓN	Pk2jm3BSVBZYDGY7D83QH7PHADU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma	

5. Se debe estudiar en detalle la posible necesidad de obtener permisos especiales de vuelo a la altura planteada (aproximadamente 400 m.), por la presencia de zonas aéreas restringidas, áreas con protección medioambiental, zonas de especial protección para las aves (ZEPA), épocas de nidificación y tránsito de aves, etc.
6. Conveniencia de incluir en la planificación pasadas transversales para el correcto ajuste altimétrico del vuelo en su conjunto.
7. Necesidad de disponer de puntos de control geométrico, bien obtenidos en campañas de captura de datos en campo: apoyo fotogramétrico y puntos de control altimétrico, o procedentes de bases de datos externas de calidad suficientemente contrastada. Además, sobre todo en las áreas con aguas más turbias (como puede ser la desembocadura del Guadalquivir) es muy recomendable realizar mediciones locales precisas de Secchi.
8. Es necesario establecer rigurosos procesos de control de calidad sobre la captura de datos, tanto in situ en tiempo real (con seguimiento en línea de los parámetros de condiciones marinas y meteorológicas) como a posteriori sobre las nubes de puntos capturas. Estos últimos se deben realizar mediante comprobación respecto a datos externos independientes de calidad contrastada, así como contar con procedimientos de gestión del riesgo: planes de mitigación y contingencia, redundancia de recursos humanos, soporte técnico componentes hardware/software 7 x 24.
9. Todas las soluciones analizadas ofrecen amplias referencias en proyectos similares, lo cual constata la existencia proyectos previos de similares características en todo el mundo.
10. La clasificación de las nubes de puntos se realiza de forma supervisada, mediante una primera clasificación automática basada en algoritmos de filtrado, detección de ruido y cálculo de la refracción, y una edición manual con software convencional de procesamiento de datos LiDAR. El proceso de forma general se basa en clasificar la superficie del agua, el terreno (sumergido y emergido) y otros elementos presentes en él, la vegetación y el ruido. Las clases a obtener están tipificadas según el estándar LAS 1.4 ASPR. En todas las soluciones analizadas el número de clases posibles de identificar mediante esta tecnología oscila entre 6 y 11.
11. Existe consenso en la industria en cuanto a las métricas a utilizar, la metodología de validación y la fiabilidad alcanzable para cada clase (95% para las clases principales: suelos y lámina de agua) y 85%-90% para el resto de clases.
12. La plataforma tecnológica para el procesamiento de datos (hardware y software) es estándar, correctamente dimensionada para el gran volumen de datos a manejar, tanto en su componente desktop como servidor, con procesamiento CPU y GPU para los procesos basados en IA.
13. Productos derivados: modelos digitales, ortofotos, imágenes georreferenciadas de reflectancias y cartografía derivada del fondo marino identificado.
14. En cuanto a la catalogación de fondos marinos, la intensidad/reflectancia de la señal de retorno continuo del LiDAR puede dar al menos una indicación del fondo marino, sin embargo, requieren de una combinación con otras fuentes de datos y de un entrenamiento con datos de campo para distinguir diferentes tipos suelo y de vegetación. La utilización de algoritmos basados en aprendizaje profundo sobre los datos LiDAR capturados, bien con un entrenamiento/aprendizaje previo o utilizando modelos preentrenados en proyectos anteriores, es una técnica conocida y aplicable para caracterizar con mayor detalle los fondos marinos. Además, es posible mejorar la clasificación del fondo consiguiendo más precisión mediante la captura, de forma complementaria y/o simultánea a la campaña de batimetría LiDAR aérea, de imágenes RGB (en determinadas condiciones de transparencia), hiperespectrales o multispectrales.

FIRMADO POR	JUAN FRANCISCO MARTINEZ CARMONA	12/06/2024	PÁGINA 3/4
VERIFICACIÓN	Pk2jm3BSVBZYDYGXY7D83QH7PHADU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma	

5. CONCLUSIONES

Todas las propuestas recibidas se consideran de gran interés y aportan datos muy valorables para la definición técnica y estimación económica del proyecto. Las soluciones innovadoras propuestas se tendrán especialmente en cuenta en la preparación del pliego de la futura licitación.

La utilización de la tecnología LiDAR batimétrico embarcada en plataformas aerotransportadas, así como los métodos de procesado para la obtención de las nubes de puntos LiDAR ajustadas y clasificadas, presentan un grado de madurez suficiente para su utilización como alternativa a los métodos convencionales para el análisis de la morfología del fondo marino considerando una clasificación básica de los datos (terreno, superficie del mar y fondo marino), que se puede ver reforzada con la utilización de sensores RGB en determinadas condiciones de transparencia (vegetación y objetos sumergidos), si bien para lograr un nivel de caracterización equivalente del tipo de sustrato y de vegetación con tecnología SBL, resulta imprescindible combinar la tecnología LiDAR, analizando el registro de onda completa (FWF), con sensores multi/hiperespectrales y datos de verdad terreno diferenciando el tipo de vegetación y de fondo marino con sus correspondientes firmas espectrales. Y aquí hay que indicar que, en general, la tecnología no está lo suficientemente madura ni probada en un entorno de producción, por la complejidad de la captura simultánea de datos de calidad LiDAR/hiperespectrales, y de la caracterización de los datos de campo. Existen numerosas iniciativas de I+D en marcha y experiencias piloto que posibilitarían su utilización como metodología de producción alternativa a corto plazo si el nivel de exigencia del proyecto no es muy elevado, pero requerirían de un mayor presupuesto y un plazo superior no contemplados en las propuestas.

La difusión de este informe se realizará mediante publicación en la Plataforma de Contratación de la Junta de Andalucía, asegurando que esté al alcance de cualquier proveedor potencial, garantizando la transparencia y libre competencia en el eventual proceso de licitación pública.

El Jefe del Servicio de
Geodiversidad y Biodiversidad

Fdo. electrónicamente: Juan Francisco Martínez Carmona

FIRMADO POR	JUAN FRANCISCO MARTINEZ CARMONA	12/06/2024	PÁGINA 4/4
VERIFICACIÓN	Pk2jm3BSVBZYDGY7D83QH7PHADU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma	