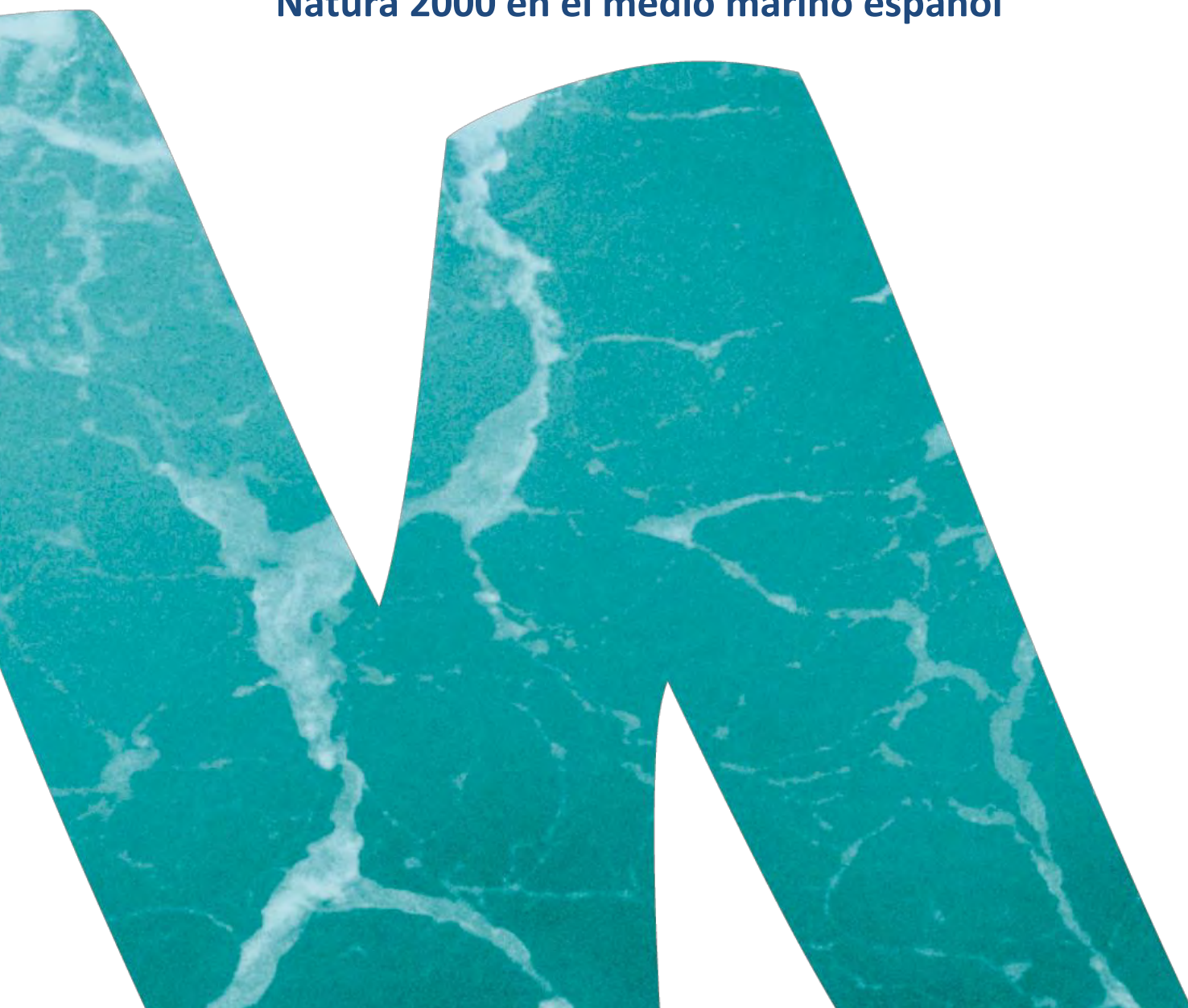


**MARCAJE SATELITAL DE CRÍAS DE TORTUGA BOBA PROCEDENTES DE NIDOS QUE
HAYAN TENIDO LUGAR EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS Y QUE HAYAN FORMADO
PARTE DE PROGRAMAS DE HEAD STARTING EN CENTROS AUTORIZADOS
INFORME FINAL**

ENERO 2025

LIFE IP INTEMARES

**Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red
Natura 2000 en el medio marino español**



LIFE15 IP ES012 - INTEMARES

MARCAJE SATELITAL DE CRÍAS DE TORTUGA BOBA PROCEDENTES DE NIDOS QUE HAYAN TENIDO LUGAR EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS Y QUE HAYAN FORMADO PARTE DE PROGRAMAS DE HEAD STARTING EN CENTROS AUTORIZADOS, EN EL MARCO DEL PROYECTO LIFE IP INTEMARES (LIFE 15 IPE ES 012) “GESTIÓN INTEGRADA, INNOVADORA Y PARTICIPATIVA DE LA RED NATURA 2000 EN EL MEDIO MARINO ESPAÑOL”

Autoría: Fundación Oceanogràfic de la Comunitat Valenciana



Coordinación y revisión:

Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Edita:

El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, avanza hacia un cambio de modelo de gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones.

Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución financiera del Programa LIFE de la Unión Europea.



Fecha de edición

5/12/2024

Agradecimientos: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. Centro de Gestión del Medio Marino Andaluz (CEGMA) del Estrecho. Seashore Environment and Fauna. Dirección General del Medio Natural, Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente, Región de Murcia. Centro de Recuperación de Fauna Silvestre “El Valle”. Servicio de Protección de Especies del Gobierno Balear. Consorcio de Recuperación de la Fauna, Islas Baleares (COFIB).

ÍNDICE DE INFORME DE ACTIVIDADES

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	4
2. RESUMEN EJECUTIVO EN INGLÉS.....	4
3. RESUMEN DE ACTUACIONES	
3.1. Antecedentes y objetivos.....	5
3.2. Resumen de las actividades previstas.....	9
3.3. Detalle de la ejecución de las actividades	9
3.4. Resultados obtenidos.....	15
3.5. Discusión y conclusiones.....	45
4. BIBLIOGRAFÍA.....	49

ANEXO I – REUNIONES DE COORDINACIÓN

- 1. Reunión de coordinación Murcia**
- 2. Reunión de coordinación Islas Baleares**
- 3. Reunión de coordinación Andalucía**

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe resume la selección de los nidos e individuos realizada de entre los eventos de nidificación de tortuga boba (*Caretta caretta*) en el litoral español durante los años 2022 y 2023 de aquellos eventos en los que se detectó la presencia de nido, este fue exitoso y se aplicó el programa de *head-starting* como herramienta para la gestión de parte de los neonatos eclosionados.

Debido a la detección de un único nido durante el verano de 2022, y el escaso éxito de eclosión de este, los nidos e individuos seleccionados tuvieron que realizarse de aquellos nidos detectados a lo largo de 2023. Estos deberían de seleccionarse en zonas infrarrepresentadas desde el punto de vista de marcajes satelitales previos en estas fases del ciclo de vida de la especie y contar con ejemplares incubados de forma natural en playa, así como de forma artificial en incubadoras. Según los requisitos técnicos y científicos acordados con la dirección de los trabajos, se llevó a cabo la selección de 30 neonatos (post neonatos) procedentes de tres nidos diferentes y mantenidos bajo un programa de *head-starting* a lo largo de los centros de recuperación de fauna marina del litoral mediterráneo español. Además, en el caso de ser posible, se seleccionarían hembras y machos en una cantidad similar tras el sexado mediante endoscopia de los ejemplares.

Atendiendo a las condiciones expuestas, se seleccionaron, en coordinación con los centros responsables de la atención y cuidado de los animales, así como administraciones locales y nacionales, ejemplares procedentes de un nido localizado en San Josep (Eivissa, Illes Balears), un nido localizado en Isla Plana (Mazarrón, Región de Murcia), y un nido localizado en Puerto Banús (Marbella, Andalucía) de entre los 29 localizados a lo largo del litoral español durante el año 2023 y que completaron el programa de *head-starting* con éxito.

El marcaje de los ejemplares se pudo llevar a cabo según el planteamiento científico establecido y se cumplieron los objetivos de seguimiento de los individuos de los tres nidos. Este seguimiento permitió verificar que la supervivencia de los ejemplares es elevada tras la suelta, por lo que se consiguen adaptar al medio y mostrar patrones aparentemente normales de distribución. Esta distribución, escasamente conocida hasta fecha, esta siendo descrita gracias a este trabajo y otros reportes anteriores, lo que ha permitido identificar áreas marinas de aparente relevancia para ejemplares nacidos en costa españolas durante determinados momentos.

1. EXECUTIVE SUMMARY

This report summarises the selection of nests and individuals from loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) nesting events along the Spanish coast during the years 2022 and 2023, among those events in which the presence of a nest was detected, the nest was successful, and the *head-starting* programme was applied as a tool for the management of part of the hatchlings.

Due to the detection of a single nest in the summer of 2022 and the poor hatching success of this nest, the nests and individuals selected had to be from the nests detected in 2023. These should be selected from areas that are underrepresented in terms of previous satellite tagging at these stages

of the species' life cycle, and include individuals hatched both naturally on the beach and artificially in incubators. According to the technical and scientific requirements agreed with the project management, 30 hatchlings (post-hatchlings) from three different nests kept under *head-starting* programs in marine rescue centers were selected. In addition, females and males were chosen in similar numbers, if possible, after endoscopic sexing of the specimens.

In accordance with the above conditions, and in coordination with the centers responsible for the animals, as well as local and national administrations, specimens were selected from a nest located in San Josep (Eivissa, Balearic Islands), a nest located in Isla Plana (Mazarrón, Region of Murcia) and a nest located in Puerto Banús (Marbella, Andalusia), among the 29 nests located along the Spanish coast in 2023 that had successfully completed the *head-starting* program.

Satellite tagging was carried out in accordance with the established scientific approach and the objectives of monitoring the individuals in the three nests were achieved. This monitoring has allowed us to verify that the minimal survival rate of the specimens after release is high, allowing them to adapt to the sea and display apparently normal distribution patterns. This distribution, little known until now, is described thanks to this work and other previous reports, which have made it possible to identify marine areas of apparent relevance for specimens born on the Spanish coast at certain times.

2. RESUMEN DE ACTUACIONES

2.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

En un contexto de aparente colonización por parte de la tortuga boba del Mediterráneo Occidental, entre las que se incluyen las playas del Mediterráneo español, el objeto principal del presente contrato persigue el marcaje satelital de crías de tortuga boba procedentes de nidos que hayan tenido lugar en las costas españolas entre 2021 y 2023, y que hayan formado parte de programas de *head-starting* en centros autorizados. De esta manera, se pretende disponer de información más detallada sobre esta etapa de la vida de la especie para su integración en la mejora de las medidas de gestión y del estado de conservación de la especie tanto en aguas españolas como a nivel internacional, en aguas del Mediterráneo.

Para el diseño de la metodología y los criterios de selección se solicita en el pliego técnico tener en cuenta las siguientes consideraciones (**Figura 1**):

- o Efectuar el marcaje de ejemplares de diferentes nidos y zonas.
- o La mínima muestra de individuos a marcar, para hacer un correcto análisis estadístico, deberá ser de 5 ejemplares por nido, siendo el máximo 10 individuos.
- o Si fuera posible, se debería marcar crías incubadas en playa e incubadas artificialmente de un mismo nido.
- o Los individuos a marcar deberán tener un peso mínimo de 900 gramos y deberán estar cercanos al año de edad.
- o Se deberá contrastar el buen estado de salud de las crías, para lo que se requerirá una evaluación veterinaria previa de cada individuo, incluyendo un análisis de las características biométricas de cada uno. Este proceso se realizará en coordinación con los servicios veterinarios de los centros de *head-starting* en los que se encuentren las crías.

Teniendo en cuenta los requisitos de la oferta presentada para la ejecución de los trabajos, el planteamiento para la selección de los nidos y el marcado de los ejemplares se llevó a cabo según los siguientes requisitos científicos técnicos adicionales:

Nidos

- **Priorización de zonas infrarrepresentadas** según los datos existentes. Desde 2015, se han marcado un total de 90 ejemplares de tortuga boba nacidos en costas españolas y mantenidos en programadas de *head-starting*. La distribución comprende:
 - 44,4% Comunitat Valenciana.
 - 20% Catalunya.
 - 13,3% Illes Balears.
 - 6,7% Región de Murcia.
 - 15,6% Andalucía.
- Se tendrán en cuenta **condiciones oceanográficas y las demarcaciones marinas**, dado que se ha llevado cabo en mayor medida en nidos comprendidos en el Mar Balear frente a los realizados en las áreas de influencia del Mar de Alborán, con escasa información en la zona más occidental del Mar Mediterráneo, en la playas y aguas al oeste del frente Almería – Orán. Hasta la fecha se han producido más fenómenos de anidación y por consiguiente se han marcado más ejemplares en la demarcación Levantino-Balear que en la demarcación Estrecho-Alborán.
- **Número de ejemplares en *head-starting***. Se priorizará aquellos nidos que tengan al menos 5 ejemplares susceptibles de ser marcados, idealmente 10 ejemplares.

Ejemplares

Los criterios de selección de los ejemplares serán:

- **Peso** en el momento del marcaje. Ejemplares de un peso mayor a los 900 gramos en el momento del marcaje.
- **Estado de salud**. Se evitarán ejemplares que presenten alteraciones de salud durante el examen veterinario y/o hayan sufrido enfermedades considerables durante el programa de cría.
- **Método de incubación**. Cuando sea posible, se incluirán en el marcaje y seguimiento nidos y ejemplares que dispongan del número suficiente de ejemplares incubados en playa y en incubadora (5:5).
- En última instancia, siempre y cuando se cumplan los requisitos anteriores objeto de la presente oferta, se llevará a cabo la selección atendiendo al **sexo de los individuos**. No existe información científica al respecto de la mortalidad por sexo en tortugas marinas, siendo una importante demanda en el ámbito científico y de gestión por responder en el estudio de las dinámicas poblacionales y en las estrategias de conservación, de relevancia principal en un contexto de cambio climático en especies como las tortugas marinas en las que el sexo se determina según la temperatura de incubación del nido. El sexado se realizará mediante endoscopia siguiendo la técnica estándar cuando los individuos hayan alcanzado el peso mínimo establecido para poder realizar el procedimiento con garantías.

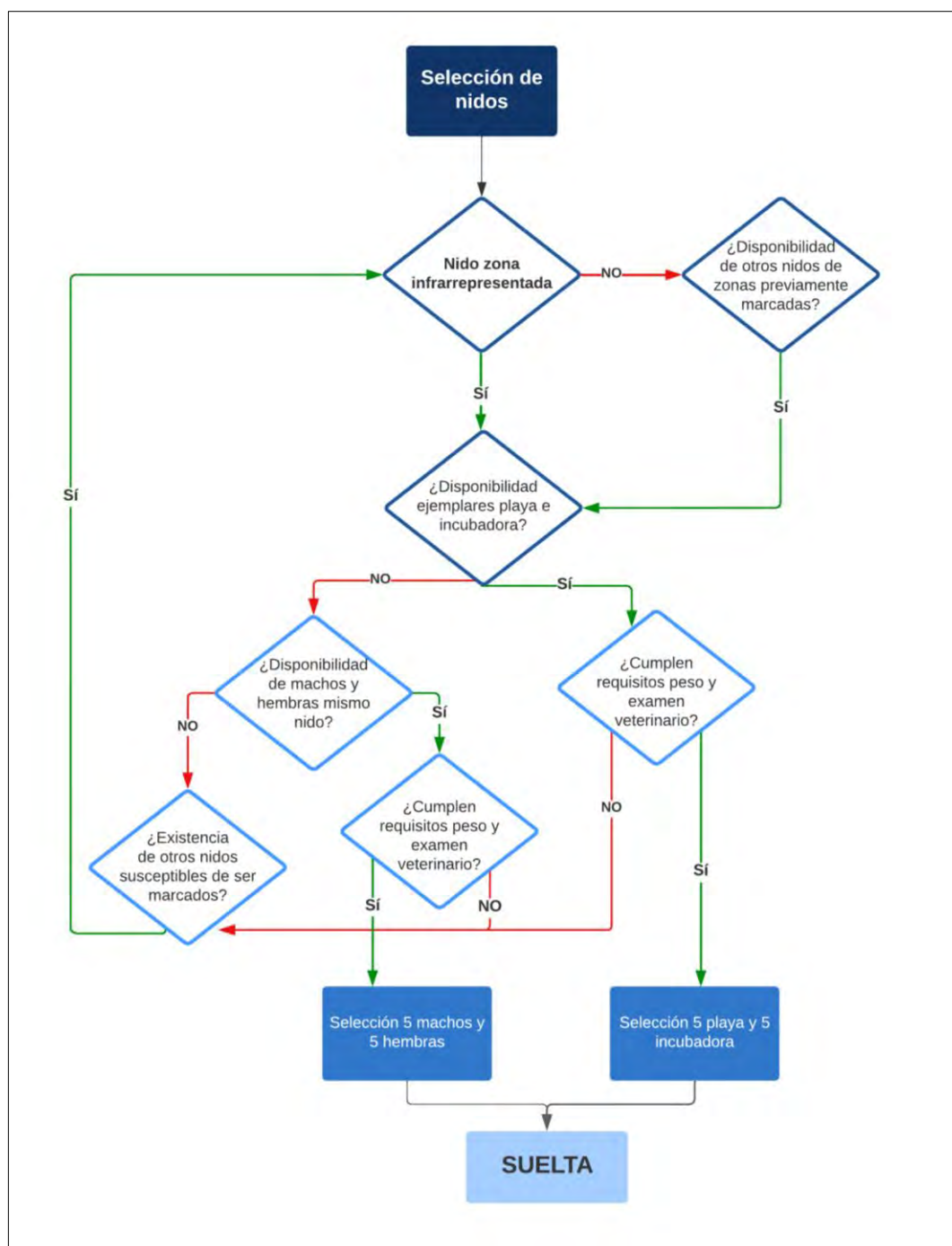


Figura 1. Diagrama criterios de selección nidos y ejemplares.

La Fundación Oceanogràfic cuenta con instalaciones veterinarias completamente equipadas y un equipo multidisciplinar para asegurar la salud y el bienestar de los ejemplares en recuperación y en los programas de *head-starting*. Desde 2014 se ha llevado a cabo dichos programas de cría anualmente, alojando individuos de otras comunidades autónomas según la capacidad del centro y bajo requerimientos de los servicios de fauna de los diferentes gobiernos autonómicos. Se han criado ejemplares de la Comunidad Valenciana, Cataluña, Islas Baleares y Región de Murcia, así como se han enviado individuos a Andalucía durante los programas mencionados, por lo que se dispone de la experiencia y autorizaciones para gestionar la cría y marcaje de fututos individuos.

Recientes estudios a nivel nacional (Fainé et al, 2022) muestran la importancia de la coordinación entre los centros de cría y las diferencias en el cuidado pese a los intentos de homogenizar instalaciones y procedimientos. En base a esto y el historial previo de colaboración con otras regiones del Mediterráneo español, se propuso en la oferta de trabajos el mantenimiento de los 30 ejemplares susceptible de marcaje (en base a los criterios descritos con anterioridad) en las instalaciones de cría de la Fundación Oceanogràfic a efectos de homogenización de cuidados, tratamientos y reducción de factores que puedan condicionar la comparación de los resultados. Además, tal y como se ha realizado en ejercicios anteriores, los ejemplares serían liberados en las zonas de origen del nido en coordinación con las autoridades y centros de *head-starting* locales, así como en coordinación con el MITECO.

En cualquiera de los dos escenarios, tanto si los ejemplares fueran criados durante todo el proceso o si únicamente se lleva a cabo el examen veterinario y sexado por el equipo de la Fundación Oceanogràfic, los individuos seleccionados permanecerían en instalaciones pre-suelta durante las semanas previas a la liberación. Dichas instalaciones, ubicadas en el exterior, permiten acceso de luz solar directo, control de temperatura y un mayor volumen de agua. Los ejemplares pasarían por un periodo de aclimatación a las condiciones del mar en un ambiente que permite adquirir habilidades previo a la suelta en un ambiente naturalizado y en presencia de múltiples estímulos y especies. Durante este periodo, se las marcaría con los emisores satélite varios días previo a la suelta para observar el posible efecto sobre los ejemplares con el objetivo de poder detectar cualquier efecto contraproducente en algún ejemplar en particular y corregirlo.

Por último, la inclusión de la variable del sexo de los individuos en la selección persigue empezar a recopilar información acerca de patrones de distribución y supervivencia por sexos y analizar cualquier posible diferencia. En las tortugas marinas la temperatura de incubación de los huevos determina el sexo de los ejemplares, por lo que el rápido aumento de las temperaturas en el mundo pone de manifiesto la necesidad de evaluar cómo se ven afectadas las proporciones de los sexos en estos animales, sin embargo, esto supone un importante reto al carecer de dimorfismo externo hasta la edad adulta y de cromosomas sexuales heteromórficos, por lo tanto el sexaje ha de realizarse mediante la visualización directa de las gónadas mediante laparoscopia. La información sobre los sexos de las tortugas es especialmente relevante para el estudio del impacto del aumento de las temperaturas y para la gestión de los eventos de anidación que se han estado observando durante los últimos años en las playas españolas y los programas de conservación asociados.

2.2. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS

Para poder acometer los objetivos establecidos en este primer entregable, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1. **Coordinación con administraciones y entidades locales.**
2. **Selección de nidos.**
3. **Selección de los ejemplares.**
 - a. Exploración general.
 - b. Exploración física.
 - c. Exploración neurológica.
 - d. Analítica sanguínea.
 - e. Biometría.
 - f. Sexaje.
4. **Identificación y marcaje**
 - a. Identificación individual
 - b. Marcaje satélite
5. **Suelta**
6. **Seguimiento satélite**

2.3. DETALLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

COORDINACIÓN CON ADMINISTRACIONES Y ENTIDADES LOCALES

Se realizaron las pertinentes reuniones de coordinación en conjunto con el equipo técnico de la dirección y seguimiento del contrato (Área de especies y hábitats marinos protegidos, SG de Biodiversidad Terrestre y Marina, DG de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y Fundación Biodiversidad), con las administraciones autonómicas en las regiones susceptibles de eventos de anidación de tortuga boba. Se incluyeron en dichas reuniones el personal técnico de los centros donde se desarrollan los programas de *head-starting*.

- Andalucía
 - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía.
 - Centro de Gestión del Medio Marino Andaluz (CEGMA) del Estrecho.
 - Seashore Environment and Fauna.
- Región de Murcia
 - Dirección General del Medio Natural. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente.

- Centro de Recuperación de Fauna Silvestre “El Valle”. Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente.
- Islas Baleares
 - Servicio de Protección de Especies del Gobierno Balear.
 - Consorcio de Recuperación de la Fauna, Islas Baleares (COFIB).
 - Centro de rescate de Fauna marina, Fundación Palma Aquarium.
- Catalunya
 - Servicio de Fauna y Flora de la Generalitat de Cataluña.
 - Red de Rescate de Fauna Marina y Agentes rurales.
 - Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales Marinos (CRAM).
 - Beta Tech Center, Universitat de Vic.
- Comunitat Valenciana
 - Subdirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad. Servicio Vida Silvestre, Generalitat Valenciana.

SELECCIÓN DE NIDOS

Durante el ejercicio 2022, pese a la detección de numerosos eventos de anidación, únicamente se localizó un nido en Guardamar del Segura (Alicante) que permitió la gestión y protección de este. Pese a ello, el porcentaje de desarrollo embrionario fue marcadamente bajo, obteniéndose únicamente 4 ejemplares de los 132 huevos puestos por la hembra. Dichos ejemplares se mantuvieron en el programa de *head-starting* llevado a cabo por la Fundación Oceanogràfic en las instalaciones del Arca del Mar, sin embargo, no cumplían con la gran mayoría de los criterios de selección del nido, por lo que no se consideraron para el marcaje. Además, se solicitó el marcaje de esos cuatro animales por otro proyecto participado por la Universitat de València.

En este contexto, la selección de los nidos se tuvo que posponer a aquellos detectados durante la temporada de anidación de 2023, temporada excepcionalmente numerosa en comparación al histórico registrado en costas españolas. En el siguiente apartado se indican los criterios y nidos seleccionados. Dicha selección se llevó a cabo de entre los siguientes nidos (**Tabla 1**):

Localización nido	Nº huevos	Fecha
CATALUNYA		
El Serrallo, Delta de l'Ebre (Tarragona)	96	13/06/2023
Sa Riera (Begur)	130	18/06/2023
El Serrallo, Delta de l'Ebre (Tarragona)	84	25/06/2023
De la Conca (Malgrat de Mar)	130	26/06/2023
Coma-ruga (Tarragona)	119	02/07/2023
Eucaliptus, Delta de l'Ebre (Tarragona)	76	07/07/2023
Migjorn, Delta de l'Ebre (Tarragona)	36	30/07/2023
San Antoni, Delta de l'Ebre (Tarragona)	86	08/08/2023
Calafell (Tarragona)	18	11/08/2023
Francés (Viladecans)	103	14/08/2023
COMUNITAT VALENCIANA		
Marieta Cassiana (Dénia)	80	17/06/2023
Gandía Norte (Gandía)	62	19/06/2023
Les Marines (Dénia)	111	23/06/2023
Arenales del Sol - Carabassí (Elx)	78	25/06/2023
Marieta Cassiana (Dénia)	85	10/07/2023
El Saler (Valencia)	79	13/07/2023
Playa de los Astilleros - Varadero (Santa Pola)	97	14/07/2023
Marieta Cassiana (Dénia)	89	21/07/2023
La Torre (Almassora)	114	24/09/2023
BALEARS		
Can Pere Toni (Mallorca)	106	07/06/2023
Cala Millor (Mallorca)	82	06/07/2023
Es Figeral (Eivissa)	12	10/07/2023
Riu de Santa Eulalia (Eivissa)	81	10/07/2023
Ses Salines (Eivissa)	116	19/07/2023
Can Pastilla (Mallorca)	19	19/10/2023
REGIÓN DE MURCIA		
Grande de Isla Plana (Mazarrón)	117	04/07/2023
Negrete (Cartagena)	117	10/08/2023
ANDALUCÍA		
Puerto Banús (Marbella)	69	08/07/2023
El Descargador (Mojácar)	92	29/08/2023

Tabla 1. Relación de nidos aparecidos en el litoral español durante la temporada de anidación de 2023.

Fuente: Caretta a la Vista!, Beta Tech Center, Universitat de Vic y elaboración propia.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE EJEMPLARES

Los ejemplares, para su posterior marcaje y liberación una vez alcanzado el peso adecuado, deberán cumplir las siguientes características.

▪ Exploración general

Evaluación visual fuera del agua en el momento de la admisión en el centro, se evaluó y registró la siguiente información:

- Nivel de actividad. Natación y posición de aletas.

- Condición corporal.
- Respiración (frecuencia y sonidos respiratorios).
- Localización y severidad de cualquier herida externas u otras anomalías.
- Signos compatibles con presencia de enfermedad.

▪ Exploración física

Realizada de manera estandarizada de craneal a caudal, empezando por la cabeza y descendiendo hasta la cola. Comprendió las siguientes estructuras o sistemas:

- Cabeza (ojos y estructuras periorbitales, región timpánica, fosas nasales y ranfoteca).
- Cavidad oral.
- Región cervical.
- Sistema cardiorrespiratorio.
- Piel.
- Caparazón y Plastrón.
- Epibiota.
- Sistema musculoesquelético.
- Cola y cloaca

▪ Exploración neurológica

Adaptada en base al protocolo de evaluación neurológica propuesto por Chrisman et al. 1997. Evaluación tanto del estado motor como sensorial de los individuos.

▪ Pesaje y biometrías

Registro de medidas standard (cm) y el pesaje de los individuos.

- Peso (kg)
- Longitud en recto del caparazón (LRC).
- Ancho en recto del caparazón (ARC).
- Longitud en curvo del caparazón (LCC).
- Ancho en curvo del caparazón (ACC).

▪ Analítica sanguínea

Incluyó el estudio de múltiples parámetros de diferentes mediciones tanto a nivel hematológico como bioquímico, entre las que se incluyen:

Hematología

Hematocrito, hemoglobina, recuento total estimado de la serie blanca, morfología celular en el frotis sanguíneo.

Bioquímica

BUN (nitrógeno ureico en sangre), Ácido úrico (UA), Proteínas totales (PT), Lactato deshidrogenasa (LDH), Aspartato aminotransferasa (AST), Fosfatasa alcalina (FA), Creatina quinasa (CK), Colesterol (Cho), Triglicéridos (Tri), Albúmina (ALB), Calcio (Ca), Iones (Sodio, Cloro, Potasio).

▪ Sexaje

Para llevar a cabo el sexaje por laparoscopia (celioscopia) se procedió a la preparación del campo quirúrgico mediante el lavado de la zona ventral de la tortuga y de ambas fosas inguinales con povidona yodada. Posteriormente se aplicó anestesia local, en este caso lidocaína, vía intradérmica. El proceso se realizó bajo anestesia general mediante la administración de Propofol vía intravenosa a una dosis de 2-4 mg/kg. A continuación, se realizó una incisión de aproximadamente 0,1 – 0,3 cm en ambas fosas para poder introducir la aguja de Veress en el lado derecho y el trocar y la óptica en el lado izquierdo. A través de la aguja de Veress se introdujo CO₂ para distender la cavidad celómica y permitir la visualización directa de la gónada. Una vez diferenciada la gónada se procedió a realizar una inspección general de la cavidad celómica en busca de posibles alteraciones y una vez retirada la óptica se suturaron ambas incisiones con material reabsorbible.

- Fosa inguinal derecha: incisión del espesor de la piel de 0,1 cm, para la Aguja de Veress.
- Fosa inguinal izquierda: incisión del espesor de la piel de 0,3 cm para el acceso del trocar y lente de la cámara (2,7mm diámetro).

El proceso completo desde que se anestesió al ejemplar hasta que comenzaron a recuperar los reflejos fue de entre 5 y 8 minutos. Los animales permanecieron en la sala de quirófano hasta la completa recuperación aproximadamente a los 20 minutos y en el área veterinaria durante las siguientes dos horas. Transcurrido este tiempo, si no se observó ninguna alteración, los ejemplares volvieron a los tanques.

IDENTIFICACIÓN Y MARCAJE

Identificación individual

Se procedió a la identificación definitiva individual mediante microchip. Para ello se implantó de forma subcutánea en la región cervical izquierda un transponder pasivo FDX-B de Global-Ident®, XS 1.4.

Emisores satélite

Se propuso el uso de emisores de la casa comercial Lotek®, empresa con amplia experiencia en el diseño de tecnología para el seguimiento de fauna silvestre, con una línea de trabajo específica para el medio marino.

En concreto, el modelo K2G 173A, de la serie KiwiSat® Glue-On, con unas dimensiones de 60 x 27 x 17 mm y un peso de 34g. Está diseñado para ser compactos con un área frontal mínima para reducir la resistencia en el agua. A pesar de su pequeño tamaño, estos transmisores están diseñados para soportar el duro entorno marino.

La ventaja que ofrece esta marca satélite, frente a otras disponibles en el mercado y utilizadas con anterioridad, es el hecho de disponer de batería pese a su pequeño tamaño frente a marcas similares dotadas de paneles solares para la alimentación. De esta manera, el envío de señales para conectar con el satélite no depende del estado de carga de las baterías solares que en última instancia dependían de las condiciones del mar, climatológicas y del patrón de buceo de los individuos marcados. Estas marcas se han utilizado en 2021 y 2022 en neonatos de nidos españoles con excelentes resultados en la calidad y el seguimiento diario, tanto por nuestra institución como por otros grupos.

Metodología

Una vez seleccionados los ejemplares y secos fuera del agua, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Retirada manual de elementos (restos de algas o cualquier otro material) sobre el caparazón, en especial sobre la zona de marcaje.
- Delimitación de la zona de marcaje: área más dorsal y craneal de caparazón, generalmente los escudos vertebrales (1º, 2º y en caso de ser necesario, el 3º) y parte de los escudos costales adyacentes.
- Eliminación del exceso de queratina acumulada en la zona con papel de lija de grano fino.
- Limpieza con acetona, retirada del polvo generado y cualquier aceite presente en la zona. Secado al aire.
- Desinfección con solución iodada o clorhexidina y secado.
- Aplicación de una base acrílica sobre los escudos (Technovit®6091).
- Colocación del emisor en la zona seleccionada y aplicación de un sellador poliuretano monocomponente específico de uso marino (Sikaflex® 291i) para el fijado final.
- Corrección de la posición final si fue preciso y secado al aire.

3.4 RESULTADOS OBTENIDOS

COORDINACIÓN CON ADMINISTRACIONES Y ENTIDADES LOCALES

Se llevaron a cabo las citadas reuniones de coordinación en las que se expuso el motivo de la licitación, los objetivos y se discutieron las vías de aplicación en el caso de la aparición de nidos y su potencial para ser marcado. Se dispone del acta y memoria de seguimiento de las reuniones detalladas con anterioridad, detalladas en el Anexo I.

Los días de las reuniones y el personal asistente fueron:

o **Catalunya** (martes 30 de mayo de 2023, vía Microsoft Teams)

- Jordi Ruiz (Direcció general de Medi Natural i Biodiversitat, Generalitat Catalunya).
- Elena Abella (Investigadora en Universidad de Vic).
- Lucía Garrido (Jefa de área clínica y rescate de la Fundació CRAM).
- Silvia Giralt (Oceanógrafa de la Fundació CRAM).
- Elvira García-Bellido Capdevilla (Jefa de área, Área de especies y hábitats marinos protegidos, SG de Biodiversidad Terrestre y Marina, DG de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- Helena Moreno Colera (Jefa de Sección Técnica, Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- María de la Cita López y Elena Ruiz de la Torre (Técnicas LIFE INTEMARES del Área de Conservación y Restauración de Ecosistemas de la Fundación Biodiversidad).
- José Luis Crespo (Responsable del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).
- Mariana Saubidet (Veterinaria del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).

o **Illes Balears** (viernes 23 de junio de 2023, vía Microsoft Teams)

- Lluís Parpal (Director del Consorcio de Recuperación de fauna de las Islas Baleares (COFIB)).
- Guillem Félix (Técnico veterinario del Consorcio de Recuperación de fauna de las Islas Baleares (COFIB)).
- Xisca Pujol (Responsable de los programas de conservación y del centro de rescate de la Fundación Palma Aquarium).
- Elvira García-Bellido Capdevilla (Jefa de área, Área de especies y hábitats marinos protegidos, SG de Biodiversidad Terrestre y Marina, DG de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- Helena Moreno Colera (Jefa de Sección Técnica, Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- María de la Cita López y Elena Ruiz de la Torre (Técnicas LIFE INTEMARES del Área de Conservación y Restauración de Ecosistemas de la Fundación Biodiversidad).
- José Luis Crespo (Responsable del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).
- Mariana Saubidet (Veterinaria del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).

o **Andalucía** (martes 26 de junio de 2023, vía Microsoft Teams)

- Soledad Vivas Navarro (Técnica de medio ambiente en Agencia de Medio Ambiente y Agua. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía).
- Jose Eugenio Montes (Asesor Técnico Medio Litoral y Marino, Coord. Reg. Plan Recup. y Conserv. Invertbr. Amenazados y Fanerógamas Medio Marino, Servicio de Geodiversidad y Biodiversidad, Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad, Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Junta de Andalucía).
- Fernando Sanz (Analista en Agencia de Medio Ambiente y Agua. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía).
- Carolina Fernández Maldonado (Presidenta Seashore Environment and Fauna).
- Elvira García-Bellido Capdevilla (Jefa de área, Área de especies y hábitats marinos protegidos, SG de Biodiversidad Terrestre y Marina, DG de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- Helena Moreno Colera (Jefa de Sección Técnica, Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- María de la Cita López y Elena Ruiz de la Torre (Técnicas LIFE INTEMARES del Área de Conservación y Restauración de Ecosistemas de la Fundación Biodiversidad).
- José Luis Crespo (Responsable del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).

o **Región de Murcia** (miércoles 5 de julio de 2023, vía Microsoft Teams)

- María José Gens Abujas (Directora de la Dirección General del Medio Natural. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente).
- Fernando Escribano Cánovas (Veterinario del Centro de Recuperación de Fauna Silvestre “El Valle”. Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente).
- Helena Moreno Colera (Jefa de Sección Técnica, Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- María de la Cita López y Elena Ruiz de la Torre (Técnicas LIFE INTEMARES del Área de Conservación y Restauración de Ecosistemas de la Fundación Biodiversidad).
- José Luis Crespo (Responsable del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).
- Mariana Saubidet (Veterinaria del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).

o **Comunitat Valenciana** (martes 18 de julio de 2023, vía Microsoft Teams)

- Juan Jiménez (Subdirector General de Espacios Naturales y Biodiversidad. Servicio Vida Silvestre Generalitat Valenciana).
- Covadonga Viedma Gil (Técnico del Servicio Vida Silvestre Generalitat Valenciana).
- Helena Moreno Colera (Jefa de Sección Técnica, Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- María de la Cita López y Elena Ruiz de la Torre (Técnicas LIFE INTEMARES del Área de Conservación y Restauración de Ecosistemas de la Fundación Biodiversidad).
- José Luis Crespo (Responsable del Área de Conservación de la Fundación Oceanogràfic).

SELECCIÓN DE NIDOS

En base a los criterios anteriormente expuestos y en un escenario inusual, con presencia de anidación en todas las comunidades autónomas del litoral mediterráneo español, se aplicaron los criterios de selección atendiendo:

1. Zona con menores acciones de marcado en el pasado (menor información), y/o demarcación infrarrepresentada en los estudios de telemetría de tortugas marinas en esta fase del ciclo.
2. Disponibilidad de suficientes ejemplares para el programa de *head-starting*.
3. Disponibilidad de crías procedentes de incubación en playa e incubación artificial.

Los nidos seleccionados en coordinación con administraciones e instituciones locales y nacionales fueron:

- o San Josep (Eivissa, **Illes Balears**). Pese a que con anterioridad se marcaron algunos ejemplares de tortuga boba nacidos en Ibiza (6 individuos en 2019), el nido localizado en la playa de Ses Salines fue seleccionado por los siguientes criterios:
 - Pertenencia a una Comunidad Autónoma con poca información en cuanto a la distribución de tortugas marinas en esta fase del ciclo.
 - Tras consulta con el personal técnico local encargado de la gestión de nidos, de todos aquellos los nidos localizados en Baleares, este nido cumplía con el requisito de disponer del número suficiente de individuos disponibles en *head-starting* de ambos orígenes (playa e incubadora) para ser incluidos en el grupo de marcaje.
- o Isla Plana (Mazarrón, **Región de Murcia**). La Región de Murcia, al igual que lo ocurrido en Baleares, suponía una de las prioridades en la selección de nidos por la escasa información existente de la distribución de ejemplares nacidos en sus costas. El nido de Isla Plana fue seleccionado siguiendo los siguientes criterios:
 - Pertenencia a una Comunidad Autónoma con poca información en cuanto a la distribución de tortugas marinas en esta fase del ciclo.
 - Ser el único nido de la región con nacimiento de neonatos y la existencia de ejemplares suficiente para la inclusión en el programa de *head-starting* y su posterior selección, así como presencia de individuos incubados en playa y en incubadora.
- o Puerto Banús (Marbella, **Andalucía**). Pese a que en Andalucía se ha realizado el marcaje de un mayor número de ejemplares procedentes de nidos localizados en sus costas en comparación con la Comunidades Autónomas anteriores, el número de individuos seguía siendo escaso, así como la pertenecer a la demarcación marina Estrecho-Alborán, claramente carente de información respecto a los movimientos y distribución de tortugas nacidas en nidos de la zona. El nido de Puerto Banús fue seleccionado siguiendo los siguientes criterios:

- Pertenencia a una Comunidad Autónoma y a una demarcación marina con poca información en cuanto a la distribución de tortugas marinas en esa fase del ciclo.
- Ser el único nido con eclosión de neonatos en Andalucía y disponer de suficientes ejemplares en el programa de *head-starting* como para llevar a cabo la selección de individuos entre ejemplares nacidos en playa y en incubadora.

Parte de los ejemplares destinados al programa de *head-starting* de los nidos de Illes Balears y Región de Murcia se incluyeron en el programa desarrollado en la Fundación Oceanogràfic, por lo que se contó con un grupo de ejemplares elevado para poder asegurar la disponibilidad de ejemplares y su selección para el marcaje.

Los ejemplares del nido de Andalucía fueron criados en las instalaciones del CEGMA del Estrecho, Algeciras, Junta de Andalucía.

SELECCIÓN DE EJEMPLARES

Siguiendo los criterios mencionados con anterioridad y en coordinación con la dirección del contrato por parte de MITECO y Fundación Biodiversidad, se seleccionaron los siguientes ejemplares de los nidos indicados:

- San Josep (Eivissa, Illes Balears)
 - Selección de 5 ejemplares de playa y 5 de incubadora (**Tabla 2**).
 - Sin alteraciones detectadas en los exámenes veterinarios realizados.
 - Todos los ejemplares fueron hembras al no disponer de machos en el nido tras el sexado de todos los ejemplares.

Origen Nido	Método incubación	ID Origen	ID Fundación Oceanogràfic	Sexo
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	40*	L40	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	41*	L41	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	44*	L44	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	45*	L45	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	48*	L48	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	59*	L59	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	63*	L63	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	64*	L64	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	66*	L66	Hembra
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	67*	L67	Hembra

Tabla 2. Relación de los ejemplares seleccionados del nido de San Josep, Eivissa, Illes Balears. Origen, método de incubación, identificación asignada por centro y sexo de los individuos.



Figura 2. Celioscopia para el sexado de uno de los ejemplares post-neonatos de tortuga marina dentro del programa de *head-starting*.

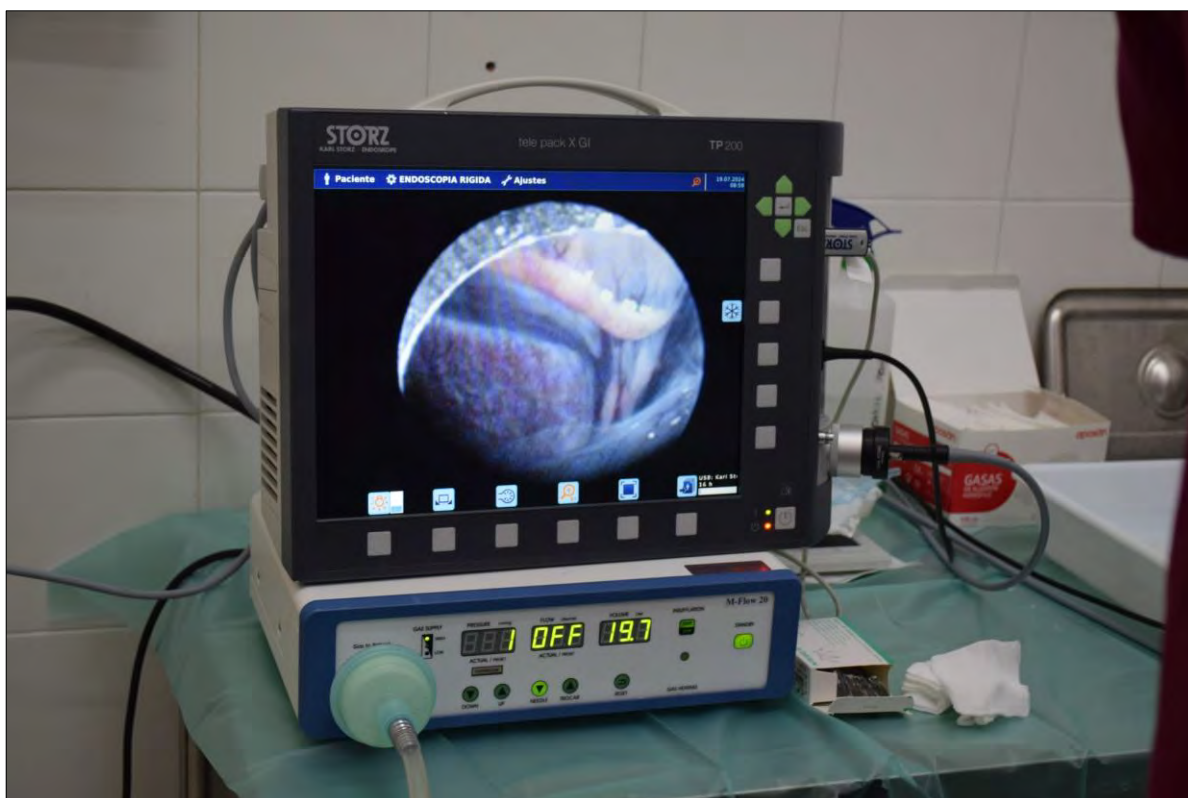


Figura 3. Identificación de la gónada (testículo) durante la celioscopia para el sexado de uno de los ejemplares post-neonatos de tortuga marina dentro del programa de *head-starting*.

- Isla Plana (Mazarrón, Región de Murcia)
 - Selección de 7 ejemplares de playa y 3 de incubadora al no disponer de un mayor número de ejemplares de incubadora (**Tabla 3**).
 - Sin alteraciones detectadas en los exámenes veterinarios realizados.
 - Se incluyeron 8 hembras y 2 machos tras el sexaje de todos los ejemplares del nido en el que se observó una mayor presencia de hembras.

Origen Nido	Método incubación	ID Origen	ID Fundación Oceanográfica	Sexo
Isla Plana (Murcia)	Playa	37	X4	Hembra
Isla Plana (Murcia)	Playa	40	X7	Macho
Isla Plana (Murcia)	Incubadora	50	X17	Hembra
Isla Plana (Murcia)	Incubadora	51	X18	Hembra
Isla Plana (Murcia)	Incubadora	53	X20	Hembra
Isla Plana (Murcia)	Playa	18	X21	Macho
Isla Plana (Murcia)	Playa	21	X24	Hembra
Isla Plana (Murcia)	Playa	24	X27	Hembra
Isla Plana (Murcia)	Playa	26	X29	Hembra
Isla Plana (Murcia)	Playa	27	X30	Hembra

Tabla 3. Relación de los ejemplares seleccionados del nido de Isla Plana, Cartagena, Región de Murcia. Origen, método de incubación, identificación asignada por centro y sexo de los individuos.



Figura 4. Detalle instalación interior para el mantenimiento de los ejemplares destinados al marcaje dentro del programa de head-starting.

- Puerto Banús (Marbella, Andalucía)
 - Selección de 5 ejemplares de playa y 5 de incubadora.
 - Sin alteraciones detectadas en los exámenes veterinarios realizados.
 - Todos los ejemplares fueron machos al no disponer de hembras en el nido tras el sexado de todos los ejemplares.

Origen Nido	Método incubación	ID Origen	ID Fundación Oceanográfica	Sexo
Marbella (Andalucía)	Incubadora	1	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Incubadora	2	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Incubadora	5	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Incubadora	6	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Incubadora	7	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Playa	15	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Playa	35	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Playa	42	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Playa	43	-	Macho
Marbella (Andalucía)	Playa	50	-	Macho

Tabla 4. Relación de los ejemplares seleccionados del nido de Puerto Banús, Marbella, Andalucía. Origen, método de incubación, identificación asignada por centro y sexo de los individuos.



Figura 5. Instalaciones exteriores en el CEGMA del Estrecho, Algeciras, Andalucía, para el mantenimiento de ejemplares de tortuga boba en el programa de *head-starting*.

MARCAJE

Identificación individual

La identificación individual de los ejemplares se llevó a cabo a lo largo del desarrollo del programa de *head-starting* una vez los ejemplares alcanzaron un peso superior a los 300gr. Se utilizaron microchips FDX-B de Global-Ident®, XS 1.4 de forma subcutánea en la zona cervical izquierda. La numeración asignada por individuo está incluida en la **Tabla 5**.

Emisores satélite

Se llevó a cabo la compra de 30 emisores satélite del modelo K2G 173A, KiwiSat® Glue-On (**Figura 6**). La identificación asignada a cada marca satélite (Plataforma) para su seguimiento a través del sistema de satélites Argos se detalla en la **Tabla 5**.



Figura 6. Detalle de las marcas satélite K2G 173A, KiwiSat® Glue-On.

Los ejemplares fueron marcados según el protocolo y planteamiento descrito con anterioridad sin contratiempo alguno (**Figuras 7-11**). A su vez, la natación de estos tras el marcaje no mostró alteración alguna en ninguno de los ejemplares el día del marcaje ni el día posterior.

Con el objetivo de generar la suficiente cantidad de información para su análisis, así como el de evaluar los movimientos, distribución y uso de hábitat de los ejemplares en un contexto de mayor disponibilidad de temperatura del agua elevada, los individuos se marcaron y liberaron a principios de verano una vez alcanzados los requisitos de peso y talla. Las fechas de marcaje y las de suelta fueron:

Nido	Fecha marcaje	Fecha suelta
San Josep (Eivissa, Illes Balears)	12/06/2024	14/06/2024
Isla Plana (Mazarrón, Región de Murcia)	15/07/2024	17/07/2024
Puerto Banús (Marbella, Andalucía)	22/07/2024	23/07/2024

Origen Nido	Método incubación	ID Origen	ID Fundación Oceanográfica	Sexo	Microchip	ID Argos emisor
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	40*	L40	Hembra	978101084816324	265182
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	41*	L41	Hembra	978101084813437	265183
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	44*	L44	Hembra	978101084813345	265184
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	45*	L45	Hembra	978101084813839	265185
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Incubadora	48*	L48	Hembra	978101084816331	265187
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	59*	L59	Hembra	978101084813537	265189
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	63*	L63	Hembra	978101084816707	265190
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	64*	L64	Hembra	978101084816248	265191
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	66*	L66	Hembra	978101084816234	265192
Ses Salines (Sant Josep, Eivissa)	Playa	67*	L67	Hembra	978101084815761	265193
Origen Nido	Método incubación	ID Origen	ID Fundación Oceanográfica	Sexo	Microchip	ID Argos emisor
Isla Plana (Murcia)	Playa	37	X4	Hembra	978101084813833	265212
Isla Plana (Murcia)	Playa	40	X7	Macho	978101084813506	265213
Isla Plana (Murcia)	Incubadora	50	X17	Hembra	978101084815854	265214
Isla Plana (Murcia)	Incubadora	51	X18	Hembra	978101084813430	265215
Isla Plana (Murcia)	Incubadora	53	X20	Hembra	978101084813709	265202
Isla Plana (Murcia)	Playa	18	X21	Macho	978101084813619	265203
Isla Plana (Murcia)	Playa	21	X24	Hembra	978101084816579	265204
Isla Plana (Murcia)	Playa	24	X27	Hembra	978101084816348	265205
Isla Plana (Murcia)	Playa	26	X29	Hembra	978101084815873	265206
Isla Plana (Murcia)	Playa	27	X30	Hembra	978101084816044	265207
Origen Nido	Método incubación	ID Origen	ID Fundación Oceanográfica	Sexo	Microchip	ID Argos emisor
Marbella (Andalucía)	Incubadora	1	-	Macho	978101084186283	265222
Marbella (Andalucía)	Incubadora	2	-	Macho	978101084195441	265223
Marbella (Andalucía)	Incubadora	5	-	Macho	978101084189620	265224
Marbella (Andalucía)	Incubadora	6	-	Macho	978101084195447	265225
Marbella (Andalucía)	Incubadora	7	-	Macho	978101084178800	265226
Marbella (Andalucía)	Playa	15	-	Macho	978101084196200	265227
Marbella (Andalucía)	Playa	35	-	Macho	978101084186078	265228
Marbella (Andalucía)	Playa	42	-	Macho	978101084174076	265229
Marbella (Andalucía)	Playa	43	-	Macho	978101084184661	265230
Marbella (Andalucía)	Playa	50	-	Macho	978101084181650	265231

Tabla 5. Relación de los ejemplares seleccionados del nido de Puerto Banús, Marbella, Andalucía. Origen, método de incubación, identificación asignada por centro y sexo de los individuos.



Figuras 7 y 8. Detalle materiales para la fijación de la marca y marcas satélite (Izquierda). Aplicación de la base de acrílico sobre los primeros escudos vertebrales de uno de los ejemplares (Derecha).



Figuras 9 y 10. Centrado de la marca sobre el caparazón (Izquierda). Aspecto final tras el marcaje (Derecha).



Figura 11. Imagen de los animales tras el marcaje. Tiempo de secado del material fijador.

Lugar de suelta de los ejemplares

En coordinación con los técnicos y administraciones locales, se llevó a cabo la suelta de los individuos marcados teniendo en cuenta las características de la zona y tratando de primar en la selección el punto de localización original de la puesta. Las playas seleccionadas para la suelta fueron:

Platja d'es Cavallet, Sant Josep, Eivissa: Se encuentra ubicada en el Parque Natural Ses Salines (Figuras 12 y 13), por lo que se considera que posee un alto nivel de protección, se limita la construcción y asegura que el área permanezca mayoritariamente natural. Playa de 1.100 metros de longitud y entre 30 - 40 metros de anchura. Se caracteriza por su arena fina y algunas áreas rocosas. Zona de traslocación de nidos de otras zonas menos adecuadas y lugar idóneo para las acciones de sensibilización ambiental.



Figura 12. Imagen satélite del Parque Natural de Ses Salines donde se ubica la playa d'es Cavallet.

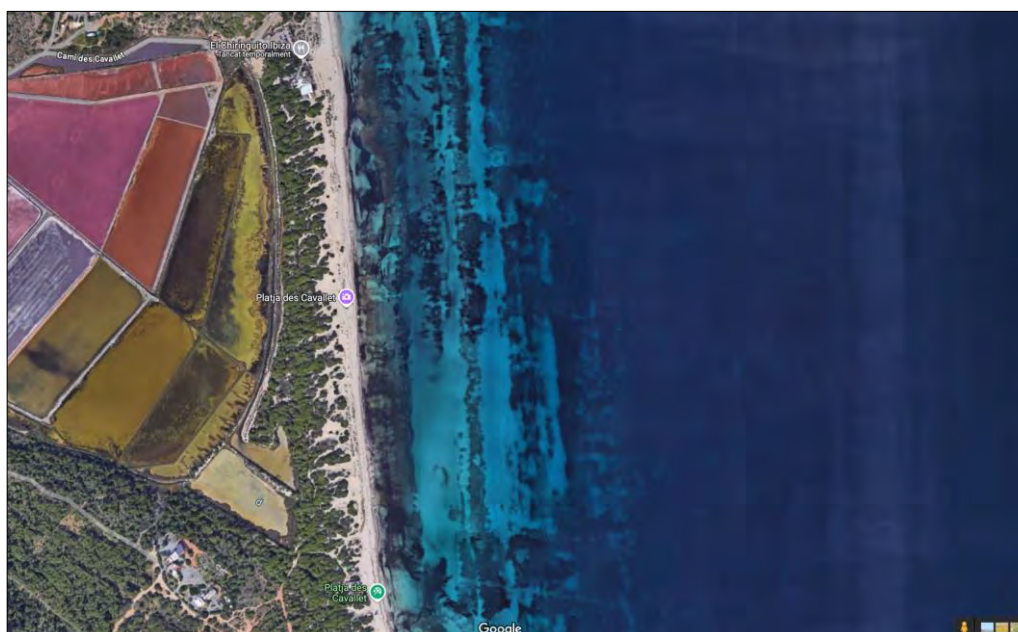


Figura 13. Imagen satélite del Parque Natural de Ses Salines. Detalle playa d'es Cavallet.

Isla Plana, Mazarrón, Murcia: playa semiurbana, con arena fina y algunas áreas de grava. Su entorno tiene construcciones residenciales cercanas, pero no cuenta con una urbanización densa, lo que permite que sea bastante tranquila. Playa de 800 metros de longitud y 22 metros de anchura. Aunque no es una playa protegida oficialmente como parte de un parque natural, su menor urbanización en comparación con otras playas cercanas la hace favorable para futuras anidaciones (**Figuras 14 y 15**).



Figura 14. Imagen satélite de parte de la Bahía de Mazarrón donde se ubica la playa de Isla Plana.



Figura 15. Imagen satélite de la playa de Isla Plana (Mazarrón).

Puerto Banús, Marbella, Andalucía: playa semiurbana en un área altamente alterada, con múltiples usos por diferentes actividades humanas en toda el área costera, tanto diurnas como nocturnas, adyacente al puerto deportivo. Playa de arena regenerada blanca con una longitud de 100 metros y una anchura de 40 metros (**Figuras 16 y 17**). En la selección de la playa se ha tenido en cuenta la ausencia de otras áreas cercanas de mayor idoneidad para futuras posibles anidaciones, así como el hecho de ser un nido exclusivamente compuesto por machos por lo que no se da la posibilidad de retornar a la misma playa para desovar en futuro. Se han primado las acciones de sensibilización en la zona de puesta original.

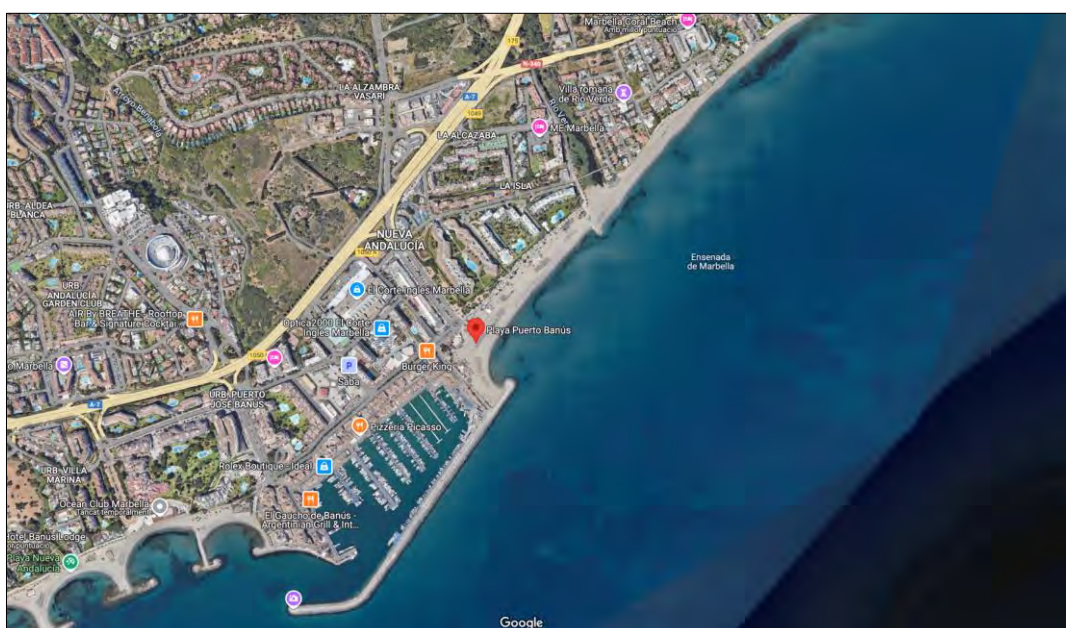


Figura 16. Imagen satélite parcial de la ensenada de Marbella.

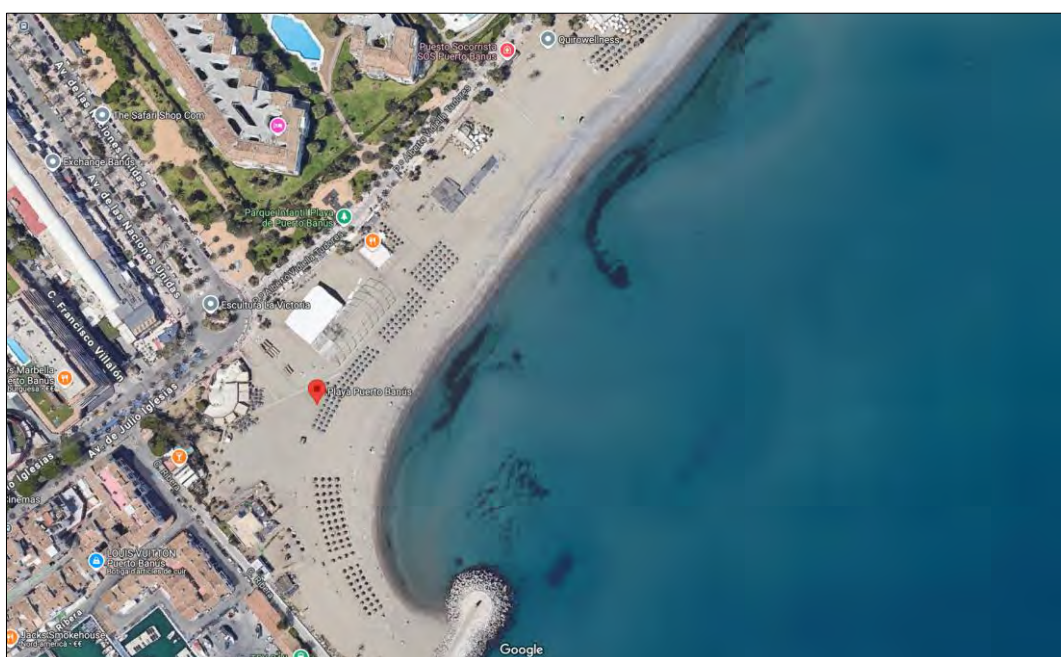
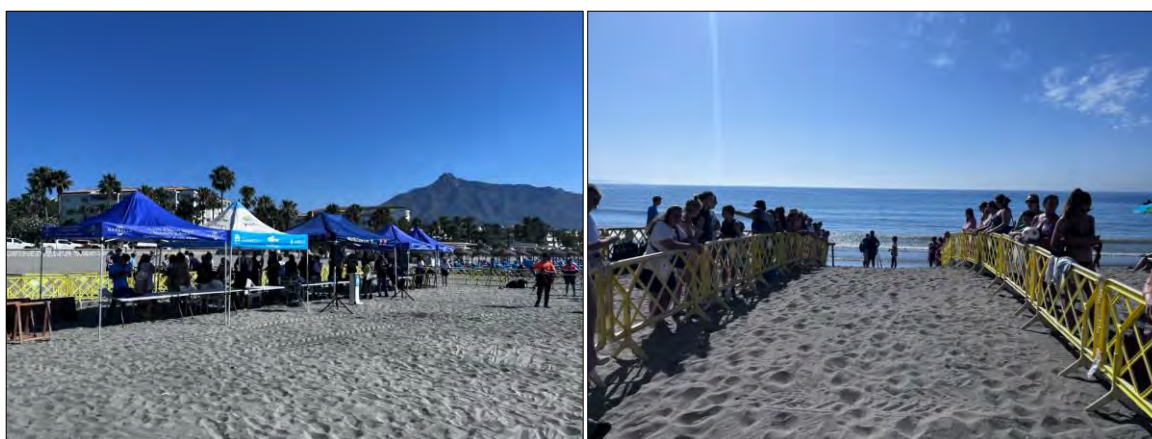


Figura 17. Imagen satélite, detalle de la playa de Puerto Banús.

Acciones de sensibilización asociadas

En coordinación con las autoridades locales, técnicos e instituciones, se llevó a cabo la delimitación de las zonas de suelta para facilitar el manejo, seguridad y bienestar de los animales, así como facilitar trabajo del personal. Se habilitaron espacios para proveer sombra y tranquilidad a las tortugas mientras se realizaron las labores de divulgación y sensibilización.

Previo a la suelta de los animales se llevaron a cabo pequeñas sesiones informativas con el público asistente y autoridades en las que se cubrieron aspectos de la biología y amenazas de las tortugas marinas, reproducción, eventos de anidación y el presente proceso de colonización del Mediterráneo. Se remarcó la importancia de seguir el protocolo de aviso frente a eventos de anidación, así como se explicó el contexto y marco del seguimiento satélite de parte de los ejemplares (Figuras 18-23).



Figuras 18 y 19. Actuaciones de divulgación y sensibilización asociadas a la suelta de los ejemplares en Puerto Banús.



Figuras 20, 21 y 22. Actuaciones de divulgación y sensibilización asociadas a la suelta de los ejemplares en Ses Salines, Eivissa.



Figura 23. Actuaciones de divulgación y sensibilización asociadas a la suelta de los ejemplares en Isla Plana, Murcia.

SEGUIMIENTO SATÉLITE – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan y analizan los datos del seguimiento satélite de las tortugas marcadas desde el 14 de junio de 2024, cuando se liberaron los 10 ejemplares marcados en Ibiza, hasta el 2 de noviembre de 2024 para la elaboración de este informe, aunque el seguimiento satelital continuará hasta que no se reciban más señales de los emisores. El seguimiento de los ejemplares del nido de Murcia comenzó el 17 de julio, así como el día 23 de julio para el nido de Andalucía tras llevarse a cabo las respectivas sueltas.

Todos los emisores transmitieron datos de localización a través del sistema de satélites Argos (Maryland, EE.UU.). Primero se llevó a cabo el filtrado de los datos de localización brutos para eliminar las localizaciones erróneas que mostraban una velocidad de movimiento poco realista ($> 100 \text{ km d}^{-1}$). Seguidamente, se utilizó la metodología descrita en Jonsen et al. 2023 (Hierarchical State Space Model within a Correlated Random Walk Framework) para:

- (1) homogenizar los tracks.
- (2) obtener una única estimación de localización por día de seguimiento.

El modelo se ejecutó con 2 cadenas para 10000 muestras Markov chain Monte Carlo con un burn-in de 7000 (thin = 5).

Se han generado datos de seguimiento de las 30 tortugas durante una media de $64,2 \pm 35,5$ días (Tabla 6). Durante este tiempo, las tortugas recorrieron hasta $1.652,40 \pm 956,88 \text{ km}$ con una velocidad media de $25,423 \pm 6,46 \text{ km d}^{-1}$.

ID emisor	Nido	Playa/Incubadora	Sexo	Inicio	Final	Nº días seguimiento	Velocidad media	Distancia
265182	Baleares: San Josep (Eivissa)	I	Hembra	06/14/24	11/01/24	140	23,4	3294,9
265183	Baleares: San Josep (Eivissa)	I	Hembra	06/14/24	07/12/24	28	24,9	721,4
265184	Baleares: San Josep (Eivissa)	I	Hembra	06/14/24	07/16/24	32	22,2	733,3
265185	Baleares: San Josep (Eivissa)	I	Hembra	06/14/24	10/07/24	115	18,5	2141,1
265187	Baleares: San Josep (Eivissa)	I	Hembra	06/14/24	09/09/24	87	23,6	2078,0
265189	Baleares: San Josep (Eivissa)	P	Hembra	06/14/24	08/03/24	50	22,4	1140,4
265190	Baleares: San Josep (Eivissa)	P	Hembra	06/14/24	07/13/24	29	31,5	944,4
265191	Baleares: San Josep (Eivissa)	P	Hembra	06/14/24	07/25/24	41	21,3	892,8
265192	Baleares: San Josep (Eivissa)	P	Hembra	06/14/24	08/05/24	52	20,0	1060,5
265193	Baleares: San Josep (Eivissa)	P	Hembra	06/14/24	07/15/24	31	18,9	605,4
265202	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	I	Hembra	07/18/24	08/02/24	15	18,4	312,1
265203	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	P	Macho	07/18/24	08/12/24	25	24,6	664,9
265204	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	P	Hembra	07/18/24	08/15/24	28	21,7	650,3
265205	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	P	Hembra	07/18/24	11/02/24	107	20,3	2214,7
265206	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	P	Hembra	07/18/24	10/16/24	90	23,4	2149,3
265207	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	P	Hembra	07/18/24	10/22/24	96	26,7	2616,0
265212	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	P	Hembra	07/18/24	10/04/24	78	23,5	1853,5
265213	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	P	Macho	07/18/24	10/31/24	105	26,9	2846,8
265214	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	I	Hembra	07/18/24	07/28/24	10	21,7	239,0
265215	Murcia: Isla Plana (Cartagena)	I	Hembra	07/18/24	08/22/24	35	19,2	691,9
265222	Andalucía: Marbella (Málaga)	I	Macho	07/22/24	11/01/24	102	28,3	2917,1
265223	Andalucía: Marbella (Málaga)	I	Macho	07/22/24	11/02/24	103	14,7	1533,0
265224	Andalucía: Marbella (Málaga)	I	Macho	07/22/24	11/01/24	102	39,4	4056,2
265225	Andalucía: Marbella (Málaga)	I	Macho	07/22/24	10/27/24	97	26,3	2574,4
265226	Andalucía: Marbella (Málaga)	I	Macho	07/22/24	09/13/24	53	29,9	1612,3
265227	Andalucía: Marbella (Málaga)	P	Macho	07/22/24	09/18/24	58	29,5	1738,6
265228	Andalucía: Marbella (Málaga)	P	Macho	07/22/24	10/11/24	81	30,0	2461,1
265229	Andalucía: Marbella (Málaga)	P	Macho	07/22/24	09/22/24	62	33,4	2101,1
265230	Andalucía: Marbella (Málaga)	P	Macho	07/22/24	08/23/24	32	43,4	1433,7
265231	Andalucía: Marbella (Málaga)	P	Macho	07/22/24	08/27/24	36	35,0	1294,3

Tabla 6. Relación de los ejemplares seleccionados de los diferentes nidos, fecha de suelta y última emisión recibida, días de seguimiento satélite hasta la redacción del presente informe, velocidad media diaria y distancia recorrida.

Dispersión de los ejemplares

El siguiente mapa (**Figura 24**) muestra las trayectorias de los ejemplares marcados durante el periodo de seguimiento. Los movimientos abarcaron gran parte de la cuenca occidental del Mediterráneo, extendiéndose desde el estrecho de Gibraltar hasta el noroeste de Italia. La localización de las tortugas incluyó, durante el tiempo de estudio, el mar de Alborán, mar Balear, y mar de Liguria, con escasa o nula presencia en el Golfo de León y el Golfo de Valencia. Se observa presencia también de ejemplares de los tres nidos en la cuenca argelina occidental, así como frente a las costas de Cataluña. Ninguno de los ejemplares cruzó a aguas atlánticas a través del Estrecho de Gibraltar.

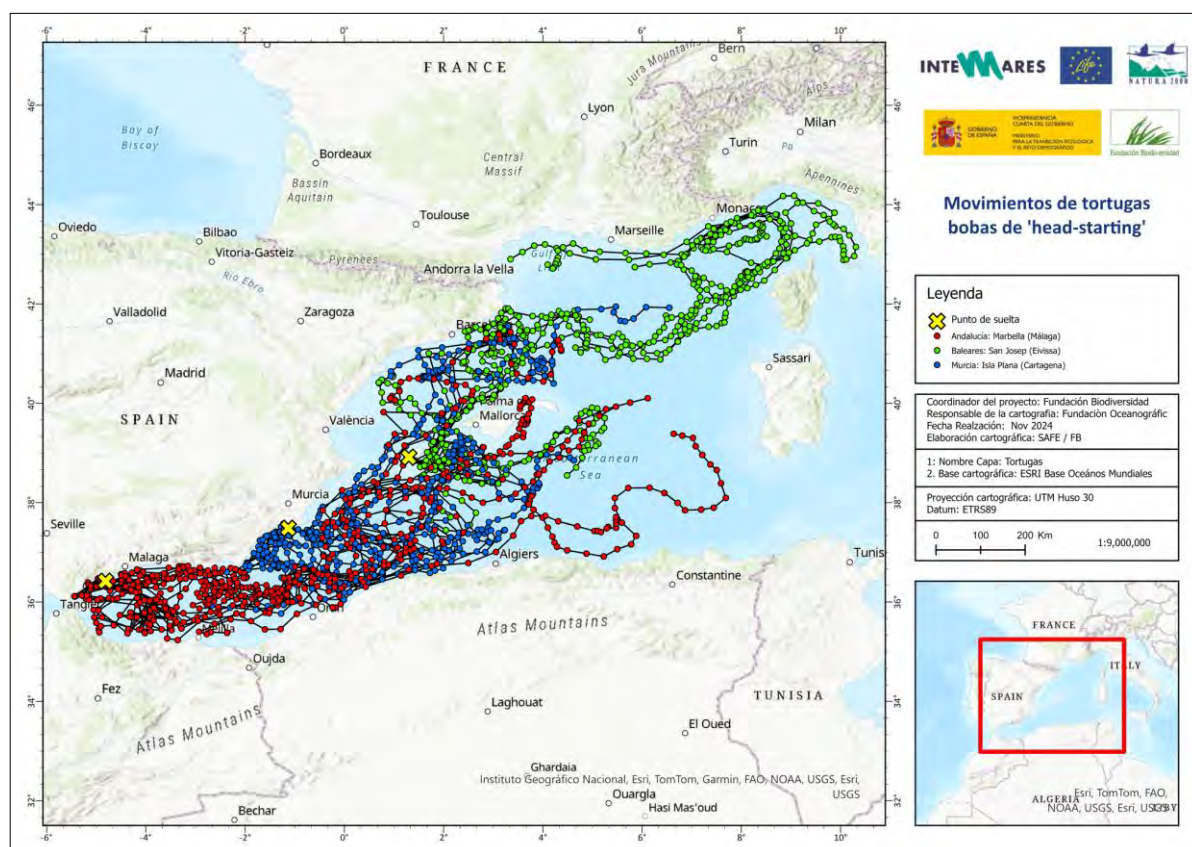


Figura 24. Trayectoria de las 30 tortugas marcadas y liberadas en los puntos de localización del nido, Sant Josep (Ibiza), Mazarrón (Región de Murcia) y Marbella (Andalucía).

Algunos aspectos interesantes de los movimientos de estas tortugas incluyen:

- Ninguno de los individuos se aproximó a menos de 100 km de la ciudad de Valencia, evitando el Golfo de Valencia en su totalidad.
- Ninguna de las tortugas abandonó el Mediterráneo, apoyando la hipótesis de Revelles et al. (2007) de que las tortugas de menos de 36 cm de longitud de caparazón no tienen la suficiente capacidad física como para nadar contra las corrientes superficiales que fluyen de oeste a este en el Estrecho de Gibraltar.
- Ninguna tortuga migró hacia el Mediterráneo oriental. Sin embargo, esta última observación podría deberse a la duración del seguimiento satélite y a la fecha de suelta de los ejemplares, ya que este comportamiento se observó anteriormente en otros trabajos en el área con ejemplares de las mismas características (Ábalo-Morla et al. 2018; Belda & Ábalo-Morla 2018; Feliu-Tena & Rodilla 2022).

Las trayectorias de los ejemplares muestran una tendencia diferenciada por nido, pero con desplazamientos de individuos de los tres nidos hacia el norte del Mediterráneo. Los ejemplares del nido de Ibiza se dispersaron principalmente hacia el norte del mar Balear y mar de Liguria. Las tortugas del nido de Mazarrón se dispersaron a lo largo de toda la zona oeste del Mediterráneo occidental, incluyendo mar Balear, mar de Liguria, mar de Alborán, y cuenca argelina. Y los individuos del nido de Marbella se desplazaron principalmente en el mar de Alborán y cuenca argelina. En el mar balear se observaron ejemplares de los tres orígenes.

El lugar de liberación tiene, aparentemente, un gran impacto en los movimientos de estos individuos, aunque sólo durante los primeros meses (**Figura 24**). A partir de ese momento parece que los ejemplares están lo suficientemente mezclados como para que una ubicación concreta no sea un indicador fiable de su lugar de origen.

Existen evidencias claras de que muchas de las tortugas liberadas en cada playa de origen siguen pautas de movimiento similares (**Figuras 25, 27 y 30**). Por lo tanto, es probable que los movimientos de estos animales estén determinados por características oceanográficas dinámicas a gran escala, como las corrientes. En base a las trayectorias obtenidas, las tortugas liberadas entre el Estrecho de Gibraltar y Murcia parecen tener una tendencia a reintegrarse en las grandes corrientes circulares a meso escala que se extienden desde el sur de España hasta el norte de África (**Figuras 27-32**). Mientras se encuentran en estos hábitats, las tortugas realizan grandes movimientos en bucle similares a los patrones de las corrientes predominantes en la región hasta que finalmente llegan al oeste de Alicante, punto en el que sus movimientos se vuelven menos circulares (véase también la **Figura 33**).



Figura 25. Mapa de las trayectorias de las 10 tortugas marcadas y liberadas en Sant Josep (Ibiza).

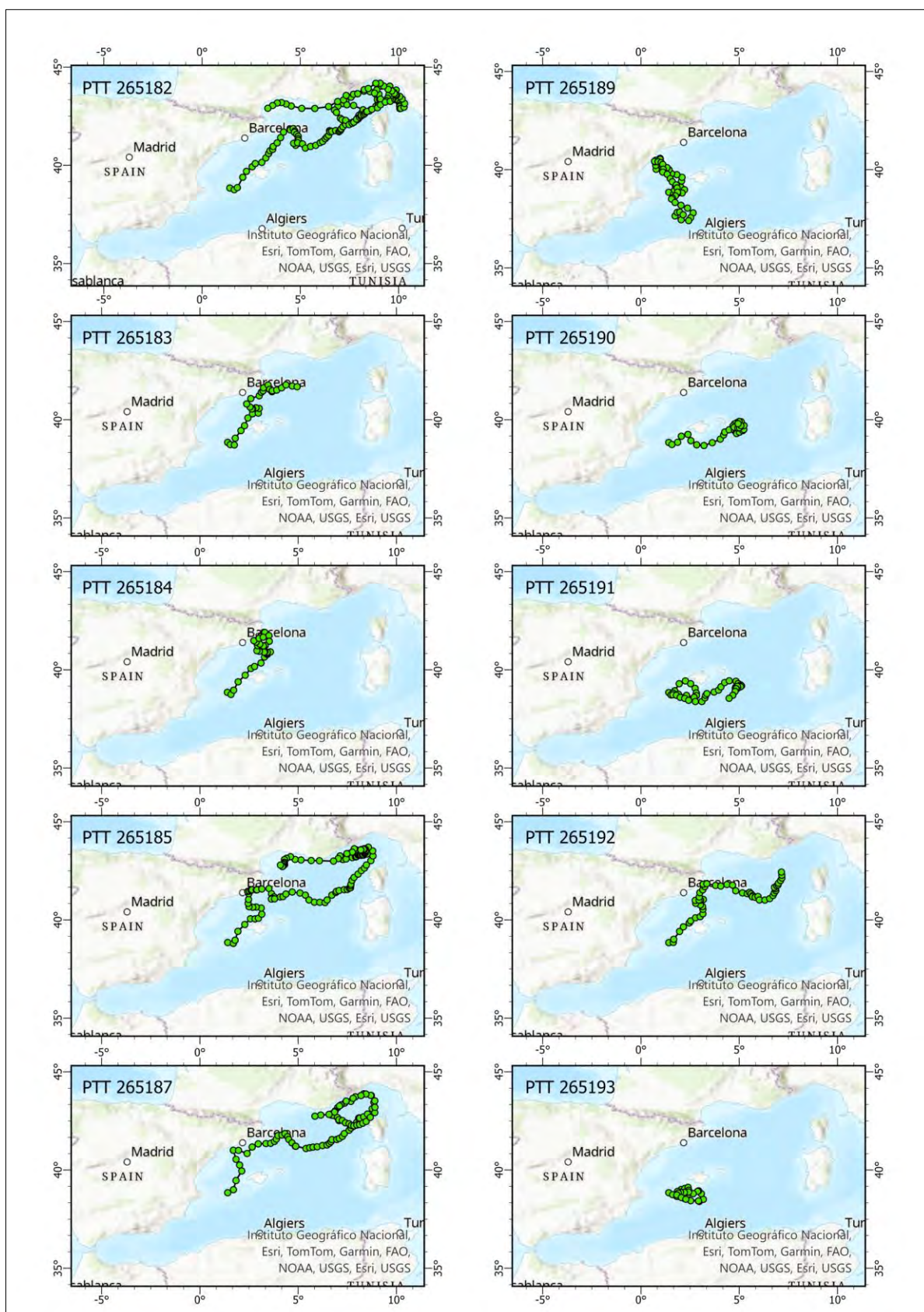


Figura 26. Mapas individuales de las trayectorias de las 10 tortugas marcadas y liberadas en Sant Josep (Ibiza). Plataformas número: 265182, 265189, 265183, 265190, 265184, 265191, 265185, 265192, 265187 y 265193.

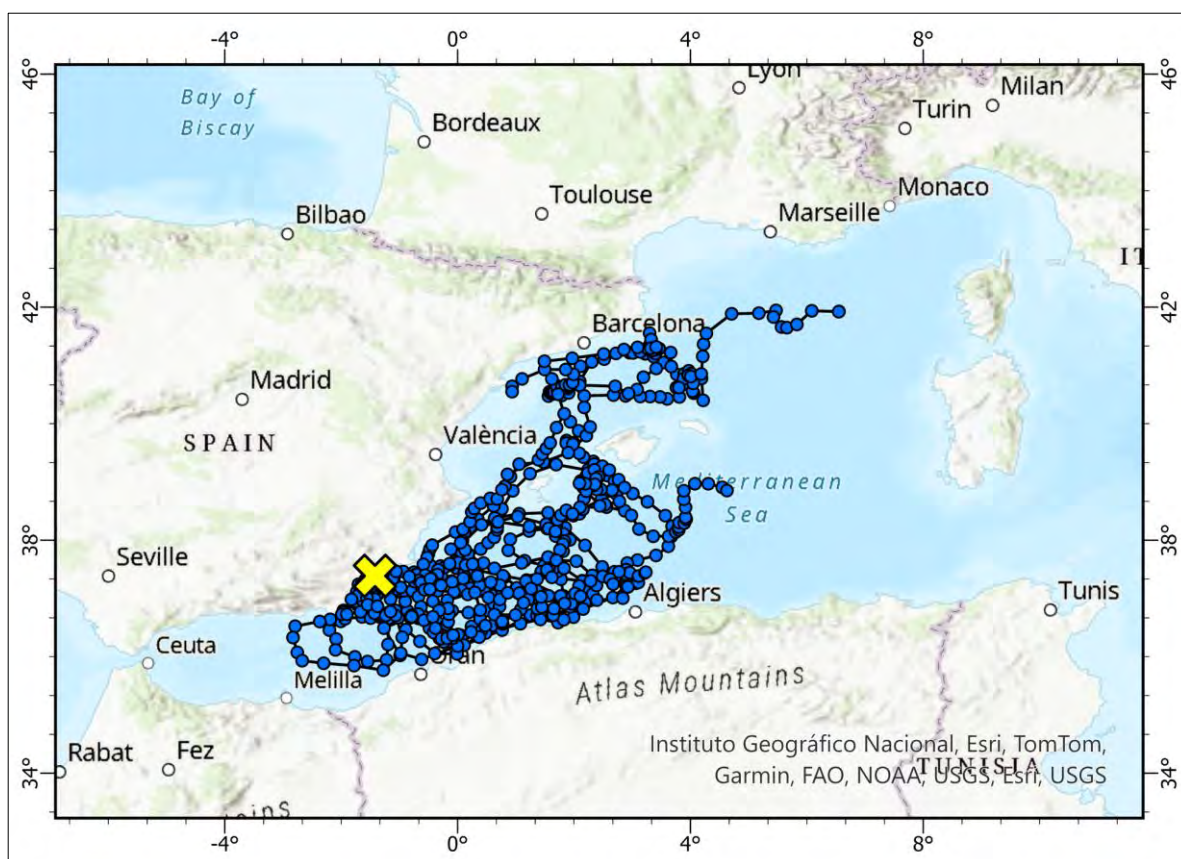


Figura 27. Mapa de las trayectorias de las 10 tortugas marcadas y liberadas en Isla Plana (Mazarrón).

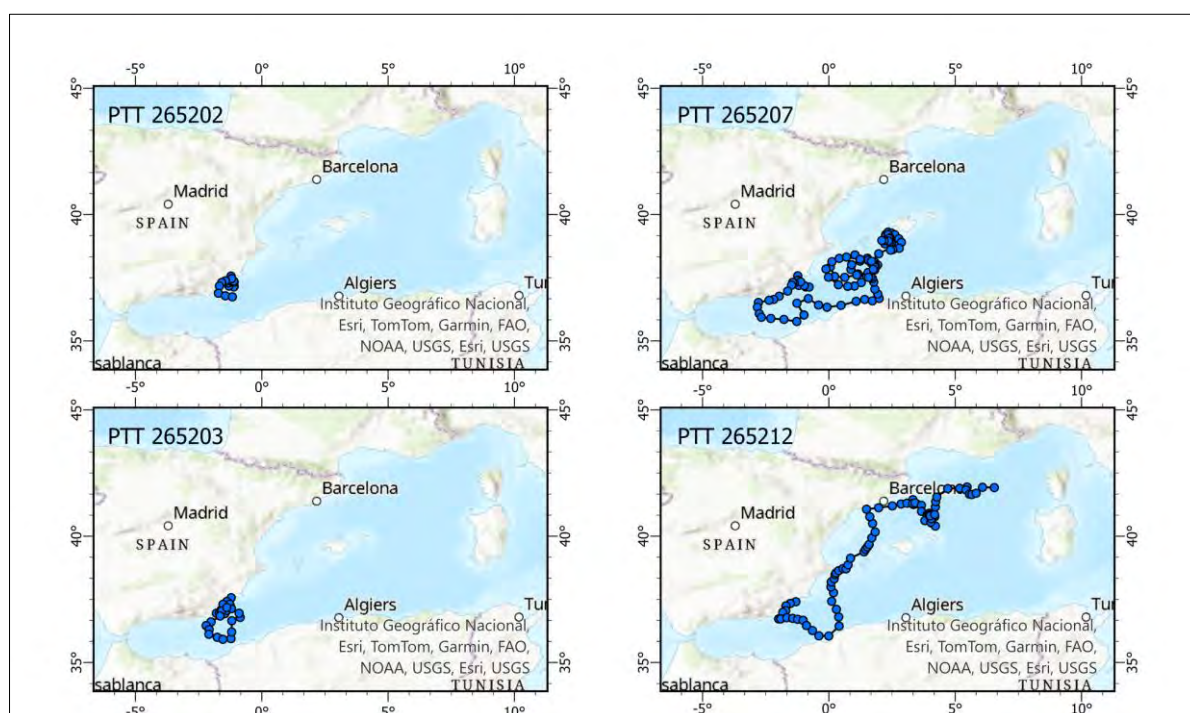


Figura 28. Mapas individuales de las trayectorias de 4 de las tortugas marcadas y liberadas en Isla Plana (Mazarrón). Plataformas número: 265202, 265207, 265203 y 265212.

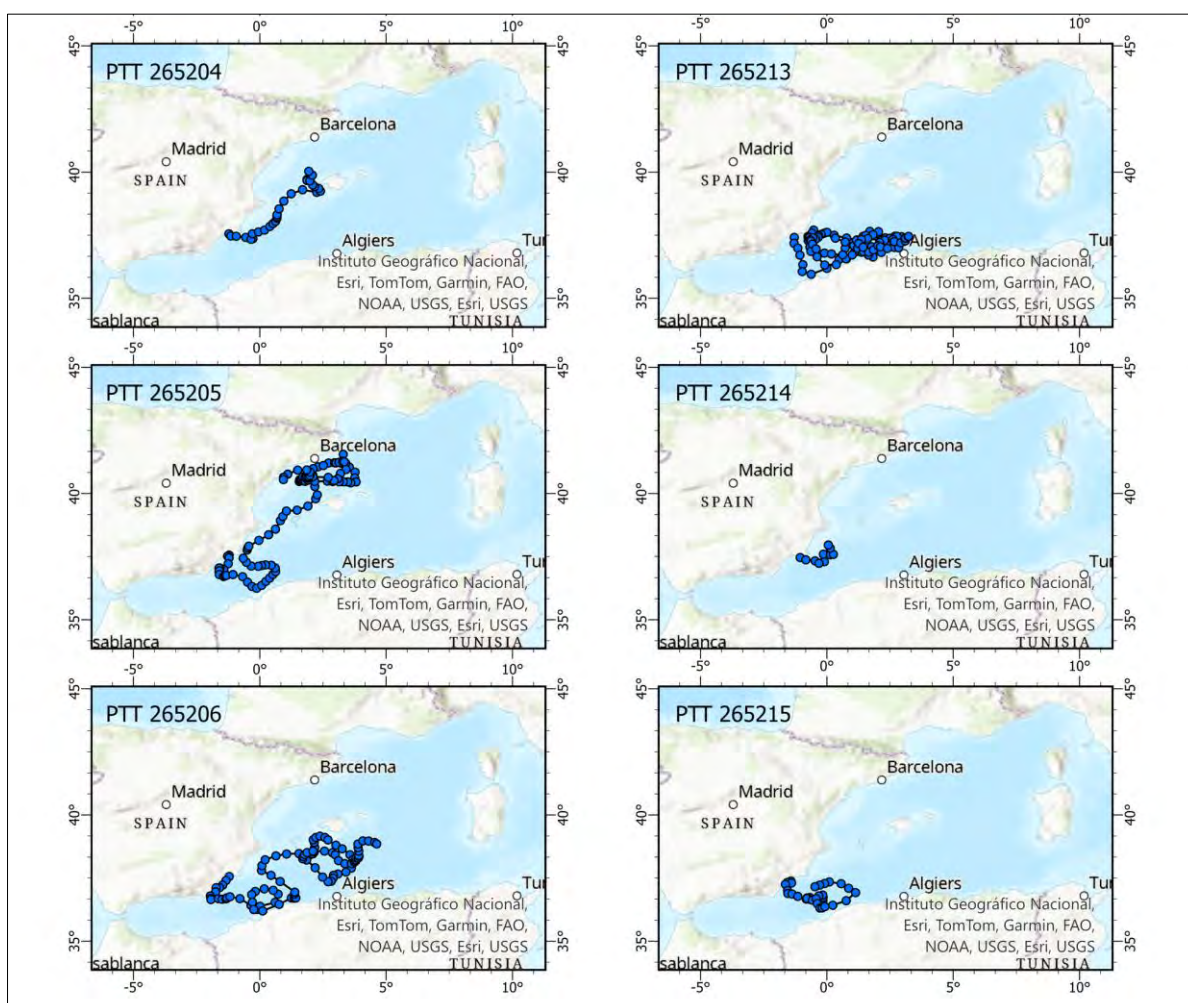


Figura 29. Mapas individuales de las trayectorias de 6 de las tortugas marcadas y liberadas en Isla Plana (Mazarrón). Plataformas número: 265204, 265213, 265205, 265214, 265206 y 265215.

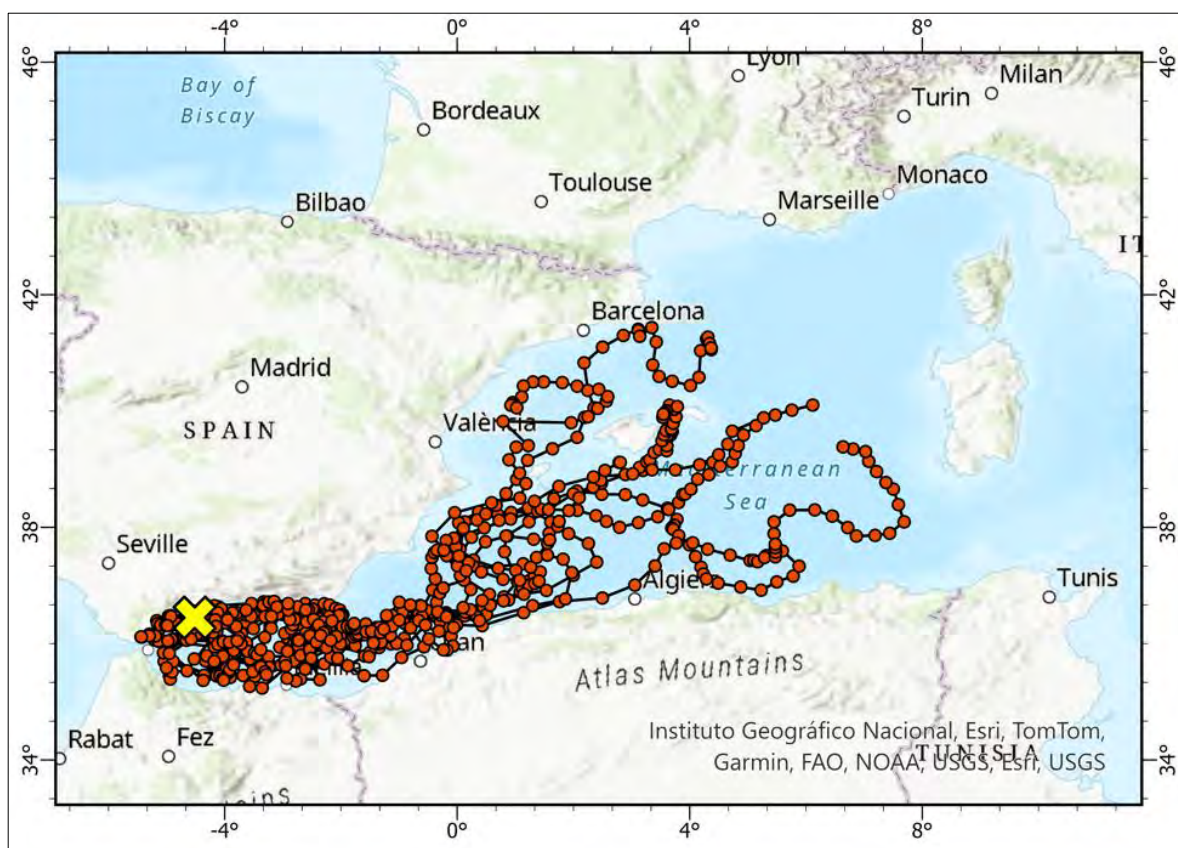


Figura 30. Mapa de las trayectorias de las 10 tortugas marcadas y liberadas en Puerto Banús (Marbella).

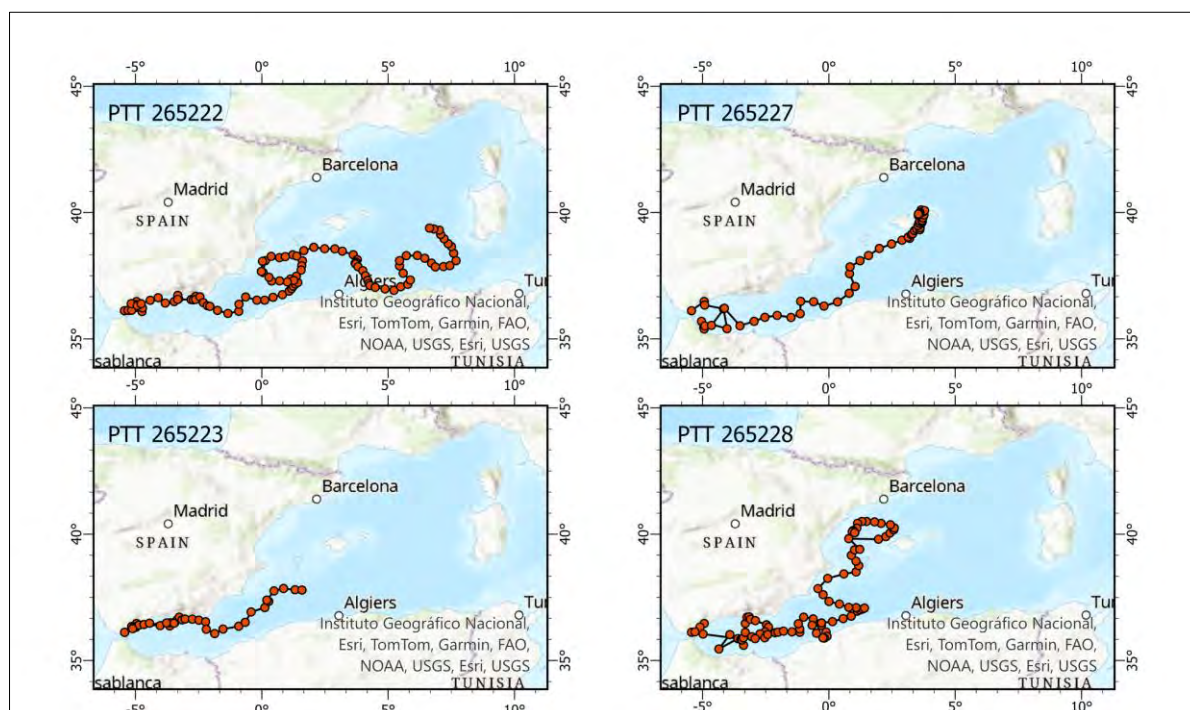


Figura 31. Mapas individuales de las trayectorias de 4 de las tortugas marcadas y liberadas en Puerto Banús (Marbella). Plataformas número: 265222, 265227, 265223 y 265228.

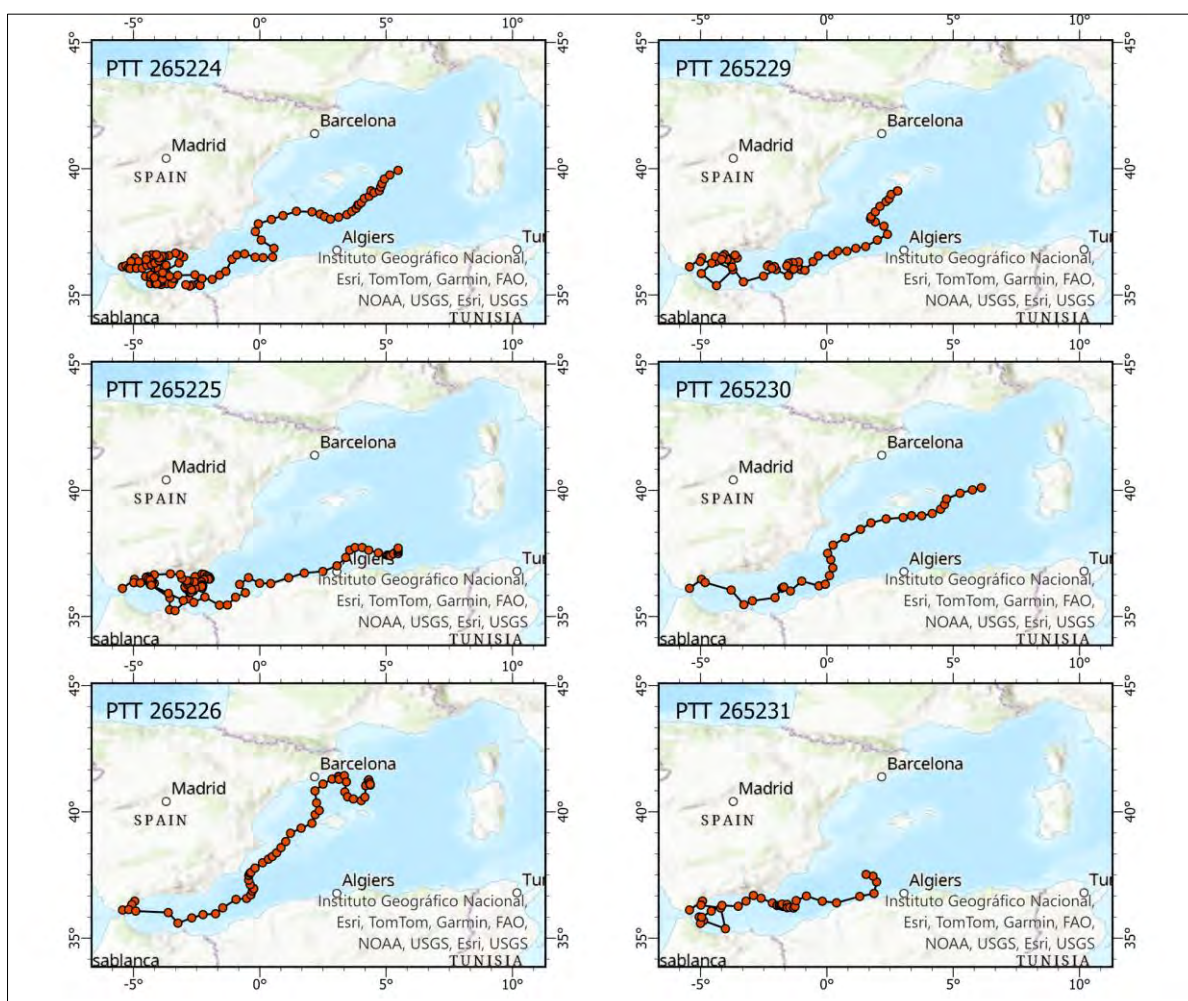


Figura 32. Mapas individuales de las trayectorias de 6 de las tortugas marcadas y liberadas en Puerto Banús (Marbella). Plataformas número: 265224, 265229, 265225, 265230, 265226 y 265231.

La siguiente figura (**Figura 33**) muestran las principales corrientes superficiales indicadas con flechas según la dirección y velocidad en la zona norte y sureste del área de distribución de los individuos marcados. En la zona norte se observa claramente que los movimientos de varios individuos siguen el flujo de la corriente predominante de oeste a este (norte de Córcega) antes de alcanzar las costas de Francia e Italia y luego volver de este a oeste (**Figura 33** superior). Sin embargo, en la región más al sur, la relación entre las corrientes y las trayectorias de las tortugas es un poco más difícil de interpretar (**Figura 33** inferior). En esta región, hay masas de agua giratorias más grandes que rotan lentamente a medida que se desplazan de oeste a este y se adentran en el Mediterráneo más amplio. Las tortugas parecen seguir estas masas de agua giratorias y también siguen grandes círculos desde la costa meridional de España hasta las costas septentrionales de Marruecos y Argelia, y viceversa.

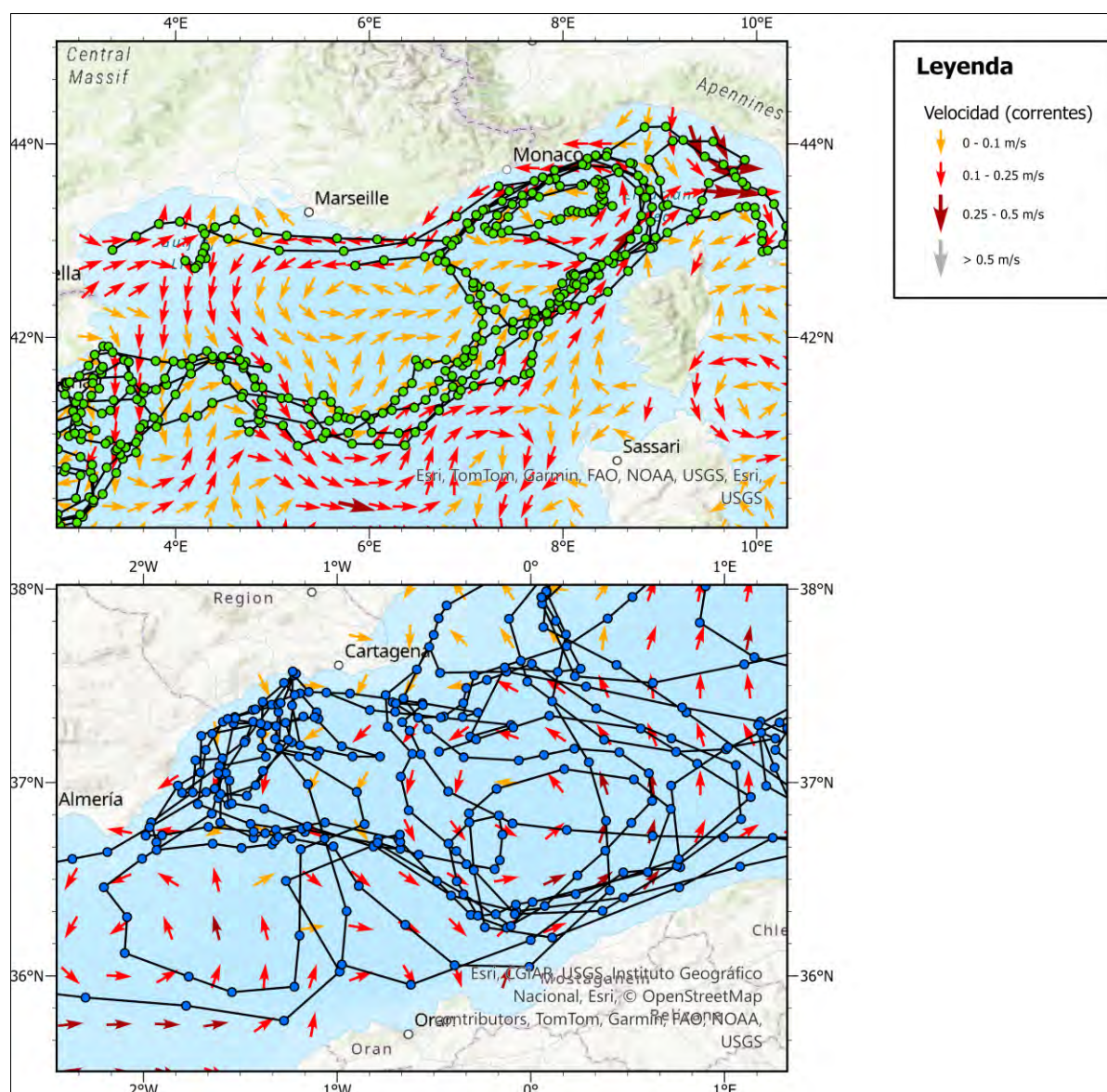


Figura 33. Principales corrientes superficiales en la zona norte (mapa superior) y zona suroeste (mapa inferior) del área de distribución de las tortugas marcadas.

El estudio del uso de hábitat de los ejemplares marcados se ha realizado mediante Kernel Density Analysis, está representado en el siguiente gráfico (**Figura 34**). Mediante este método, los colores más oscuros representan las formas más pequeñas posibles que podrían abarcar un determinado porcentaje de localizaciones. Esto se traduce en que los porcentajes más bajos reflejan hábitats de mayor utilización (por ejemplo, el 90% es el polígono más pequeño que incluye el 90% de los datos y, por tanto, éste será mayor que el polígono del 10%, que sólo incluye el 10% de los datos).

En el mapa obtenido (**Figura 34**), se diferencian claramente cuatro puntos calientes, dos de ellos se identifican junto a las áreas de suelta de los ejemplares, en Murcia e Ibiza, mientras que, de los otros dos, uno se ubica al sur de Granada y el otro junto a Barcelona. La razón más evidente para explicar los puntos calientes cercanos a la zona de suelta en Murcia e Ibiza es quizá el hecho del tiempo

empleado por las tortugas en dispersarse de la zona, en un momento de adaptación a mar abierto tras el programa de *head-starting*. Sin embargo, es curiosa la ausencia de un punto caliente similar en el punto de suelta en Andalucía. Este hecho podría sugerir que las fuertes corrientes superficiales de la región arrastran rápidamente a las tortugas fuera de esa región, hacia el Mediterráneo.

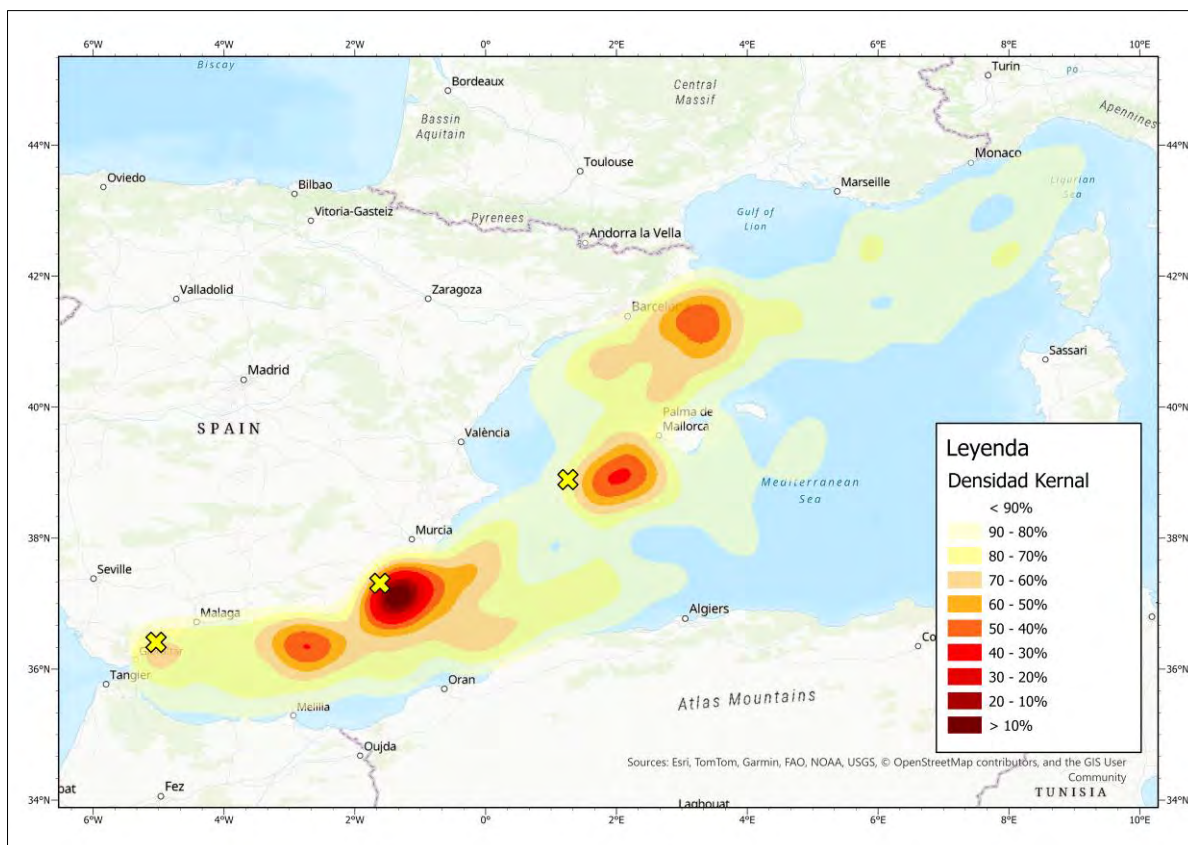


Figura 34. Probabilidad de uso de hábitat de los ejemplares marcados en los nidos de Sant Josep (Ibiza), Mazarrón (Región de Murcia) y Marbella (Andalucía).

Los otros dos puntos de interés detectados sugieren posibles zonas de relevancia para tortugas marinas, al menos en esa época del año. Por un lado, la cuenca oriental de la demarcación marina Estrecho – Alborán muestra un área de mayor uso por parte de las tortugas marcadas. Esto podría deberse a una variación de la influencia de las fuertes corrientes de entrada de agua atlántica al Mediterráneo, en la confluencia de las masas de agua atlántica y mediterránea, en una zona con una alta biodiversidad y de aguas profundas. La influencia del Frente Almería-Omán y la formación de *eddies* a nivel de mesoescala asociados a la corriente argelina es posible que condicionen la dispersión de las tortugas. Este hallazgo ya fue descrito con los ejemplares marcados y liberados también en Marbella en 2021 (Feliu-Tena & Rodilla 2022). Por otro lado, al norte de las Islas Baleares y frente a las costas de Cataluña, se identifica otra zona de hábitat oceánico de mayor uso por parte de las tortugas marcadas y fuera de la influencia de la corriente descendente procedente del norte del Mediterráneo. En esta zona se han observado ejemplares procedentes de los tres nidos marcados. Esta zona de mayor concentración de localizaciones de tortuga solapa espacio temporalmente con el Corredor de Cetáceos del Mediterráneo (Figura 35) en la zona norte de este, declarada área marina protegida.

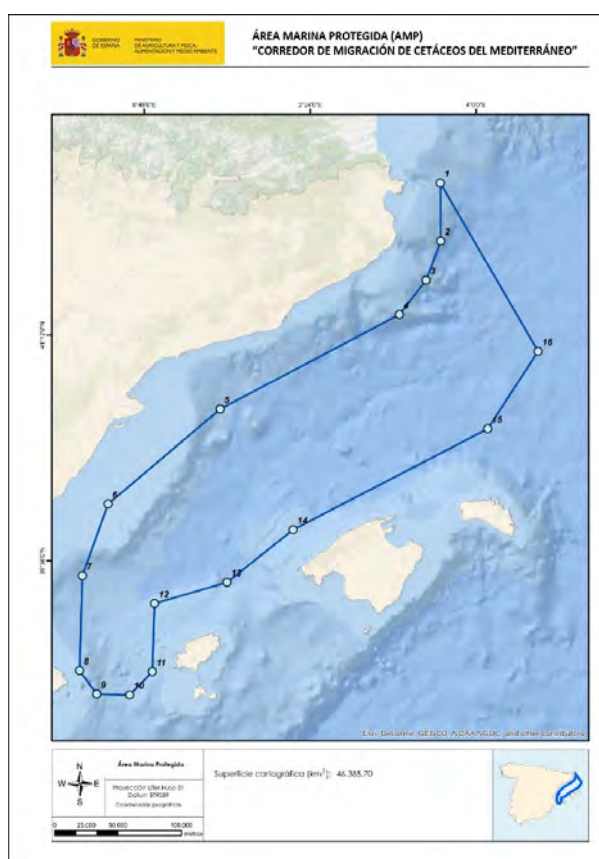


Figura 35. Corredor de cetáceos del Mediterráneo. Fuente: MITECO.

Otros factores analizados comprenden la dispersión de los ejemplares según el método de incubación (Figura 36), o según el sexo de los individuos (Figura 37).

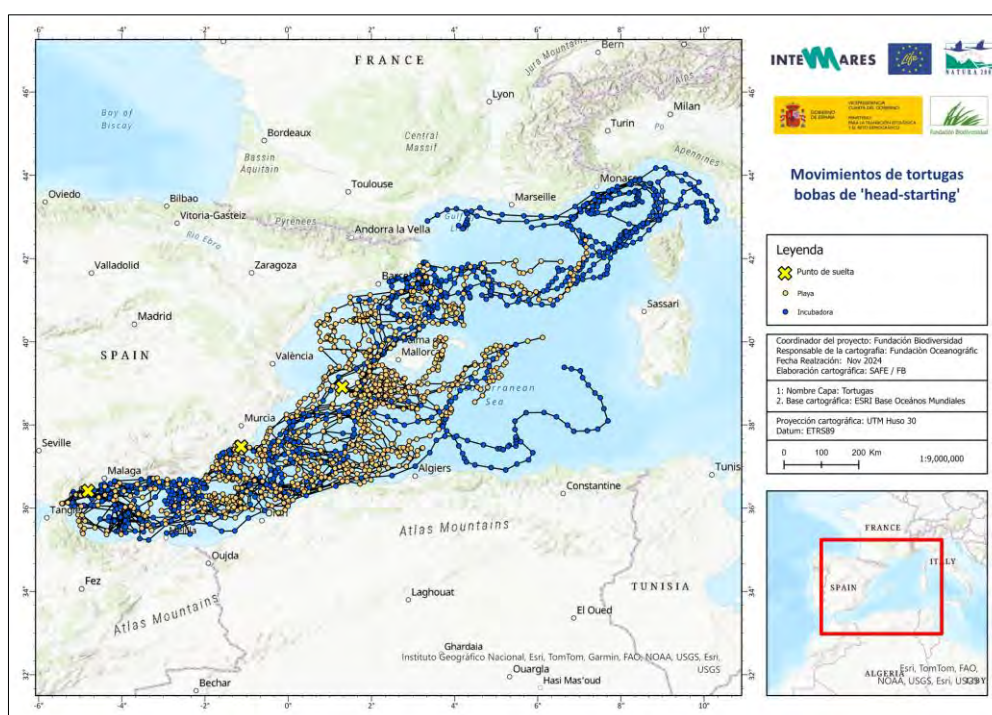


Figura 36. Mapa de los movimientos de las tortugas según el método de incubación (playa vs incubadora).

No se observaron diferencias en los patrones de distribución asociadas al método de incubación. Así como no se pudo analizar de manera fiable el patrón de distribución según el sexo y zona de origen, ya que no se dispuso de ejemplares de ambos sexos, o no en el mismo porcentaje, en todos los nidos. La mayor distribución de hembras en la zona norte y la mayor presencia de machos en la zona sur seguramente estén fuertemente condicionados por la composición de sexos del nido (todas hembras en el nido de Ibiza vs todas machos en el nido de Marbella).

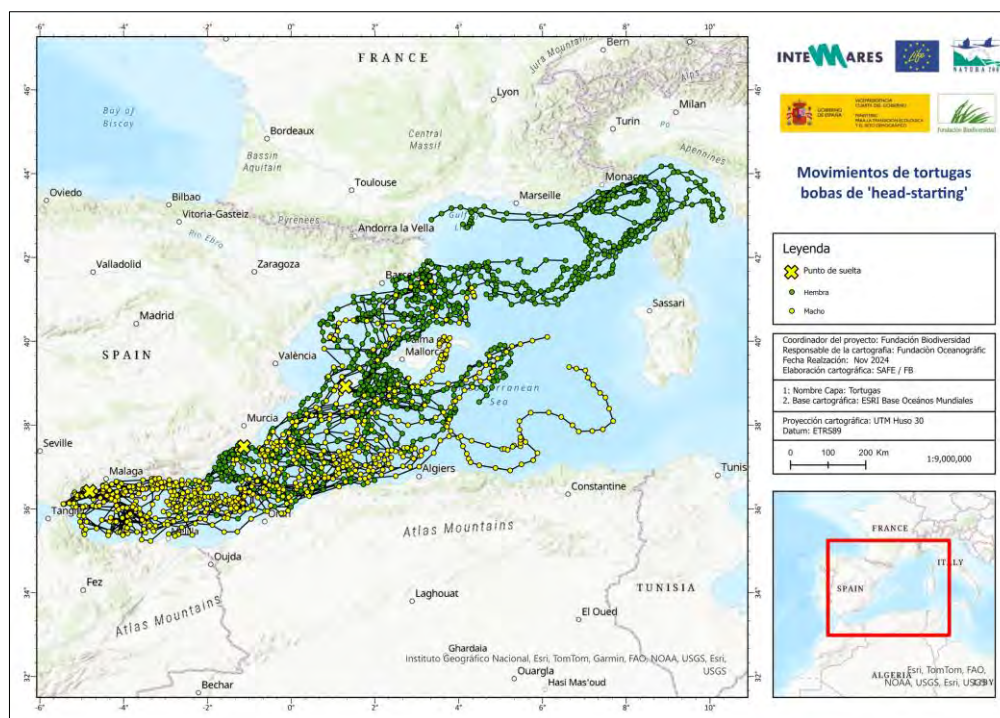


Figura 37. Mapa de movimientos de las tortugas según el sexo de los individuos.

Supervivencia de los ejemplares

Utilizando la duración del satélite, podemos estimar las probabilidades de supervivencia de cada tortuga con una gran salvedad, cuando un satélite deja de transmitir datos no necesariamente implica la muerte del animal. Existen numerosos factores que condicionan la emisión/recepción de señales como el estado de la batería, daño/desgaste de la marca o elementos vitales (antena, sensores...), desprendimiento de la marca del animal, crecimiento de organismos epibiontes, etc., por consiguiente, al calcular las tasas de supervivencia utilizando datos de telemetría es importante reconocer que las estimaciones de supervivencia serán estimaciones de supervivencia mínima y probablemente subestimen enormemente las verdaderas probabilidades de supervivencia.

Mediante un análisis de supervivencia de Kaplan-Meier, se obtuvo que la probabilidad de supervivencia fue de 0,967 (intervalos de confianza del 95%: 1 a 0,906) a los 10 días, o de 0,800 a los 30 días (intervalos de confianza del 95%: 0,957 - 0,669) (**Figura 38**). Estos datos son casi idénticos a las tasas de supervivencia obtenidas por Abalo-Morla et al. (2018) de 0,78 a los 30 días.

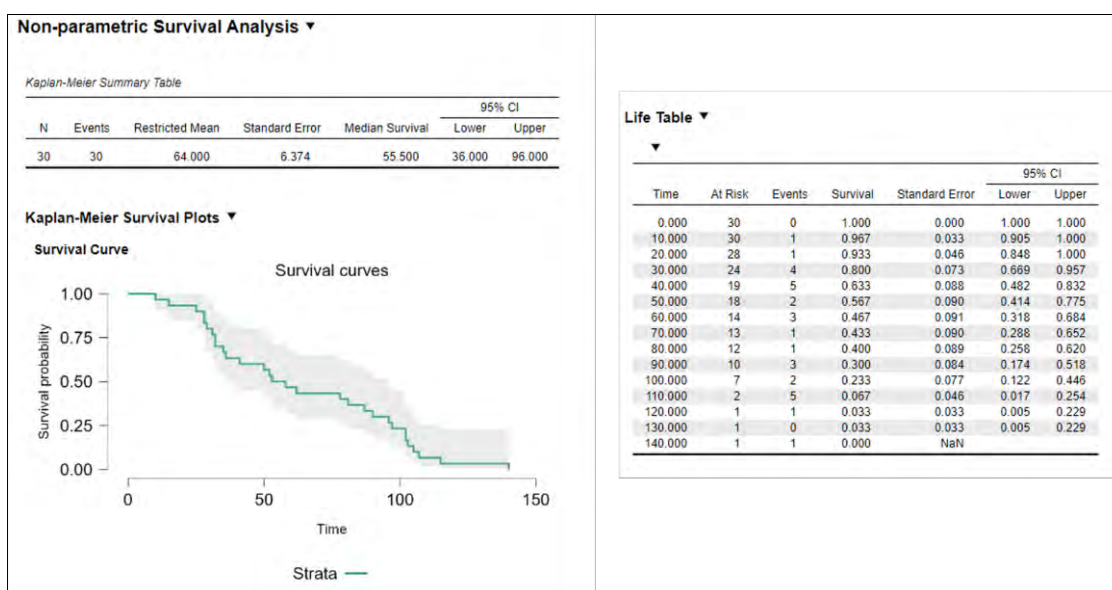


Figura 38. Curva del cálculo de supervivencia. Análisis Kaplan-Maier.

Mediante una prueba Log-rank, se comparó si el método de incubación o el sexo de los ejemplares tuvo influencia sobre la supervivencia (Figura 39). Ninguno de los factores afectó las probabilidades de supervivencia, (playa/incubadora: $X^2=1.708$ $p=0.191$; macho/hembra: $X^2=0.119$, $p = 0.730$).

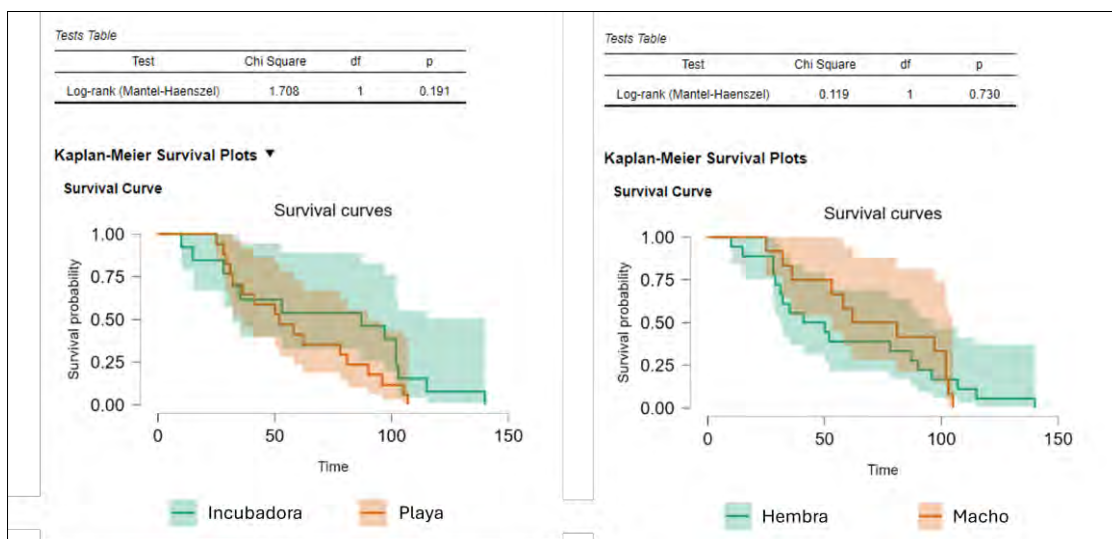


Figura 39. Curva del cálculo de supervivencia según método de incubación (Izquierda) y sexo de los individuos (Derecha). Análisis Log-rank.

Algunos de los aspectos más relevantes de los datos obtenidos en el presente análisis y de su comparativa con los reportados en estudios anteriores se han ido cubriendo a lo largo del documento junto al análisis de los datos del presente informe. A modo resumen es importante destacar las diferencias observadas en la distribución y uso de hábitat de los datos disponibles (Abalo-Morla et al. 2018, Belda & Ábalo-Morla 2018; Feliu-Tena & Rodilla 2022), en los que las tortugas se dirigieron principalmente hacia el este en lugar de hacia el norte, aunque algunas trayectorias sí que mostraron distribuciones similares, así como datos de fuentes propias no publicadas. Estas principales divergencias en la distribución podrían explicarse en parte por las diferencias en el momento de suelta de las tortugas, ya que las tortugas seguidas con anterioridad fueron liberadas varios meses más tarde en sus años correspondientes (principalmente en septiembre y octubre), mientras que las de este estudio fueron liberadas entre junio y julio. Por lo tanto, es posible que las tortugas del estudio hayan podido explotar aguas más septentrionales, ya que las temperaturas estacionales fueron más altas durante los primeros meses de seguimiento.

En la siguiente figura se pueden observar las diferencias entre el uso de hábitat de los tres nidos analizados en el presente reporte (**Figura 40** superior), frente al observado en los ejemplares marcados entre 2015 y 2018 (Abalo-Morla et al. 2018, Belda & Ábalo-Morla 2018; Abalo-Morla et al. 2022) (**Figura 40** inferior).

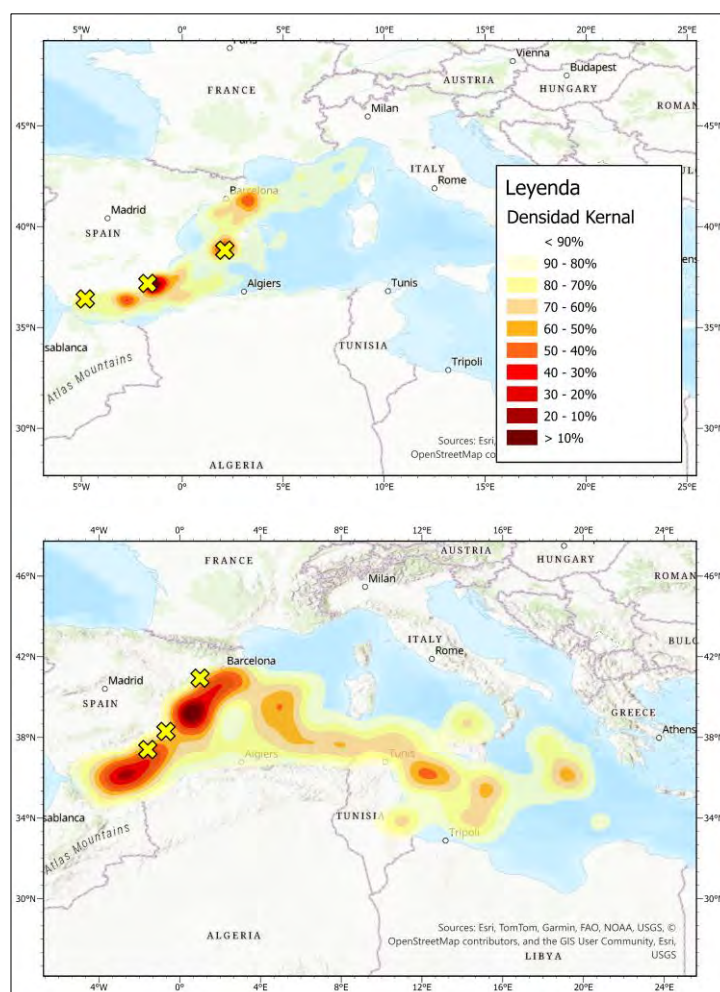


Figura 40. Uso de hábitat de los ejemplares marcados en 2024 (arriba), versus uso de hábitat de los ejemplares marcados entre 2015 y 2018 (abajo).

En general, la duración del seguimiento del presente informe fue 10 días menor que la reportada en Abalo-Morla et al. (2018), y entre dos y tres meses menor al obtenido en estudios previos (Belda & Ábalo-Morla 2018; Feliu-Tena & Rodilla 2022). En estos estudios, los dispositivos de seguimiento empleados fueron distintos, adquiridos de una casa comercial diferente con una fuente de alimentación basada en placas solares. El cambio de modelo del emisor priorizando la calidad de señal y autonomía (batería versus placas solares) es posible que mejore la cantidad y calidad de señales obtenidas, pero ha podido reducir seguramente el tiempo de seguimiento por razones aún desconocidas.

Otro aspecto detectado es el reporte de distancias de movimiento más cortas y velocidades medias más lentas que Abalo-Morla et al. (2018); sin embargo, debe tenerse en cuenta que utilizamos un modelo estadístico de espacio de estado tanto para suavizar los tracks como para proporcionar estimaciones diarias, mientras que Abalo-Morla et al. (2018) utilizaron datos brutos con intervalos de tiempo irregulares que eran típicamente más cortos de un día. Por estas razones, es probable que las distancias de viaje y las velocidades medias de Abalo-Morla et al. (2018) sobrestimen en gran medida los valores reales.

ACCIONES DE DIFUSIÓN

Además de las acciones de concienciación y divulgación asociadas a las sueltas de los ejemplares, se llevaron a cabo otras actuaciones con el objetivo de reportar, informar y divulgar las actuaciones por otras vías y a otros sectores objetivo de la población.

- El seguimiento de los ejemplares se realizó vía ARGOS CLS, a través del programa específico para tortugas marinas generado por la Fundación Oceanogràfic y del que se compartieron las contraseñas con la dirección técnica del presente contrato (Fundación Biodiversidad y MITECO) para disponer de acceso directo a los datos de seguimiento. A su vez, se generaron cuentas invitadas para permitir el acceso a las administraciones locales y centros de procedencia de los ejemplares.
- Para la difusión al público general y acceso al seguimiento de los ejemplares, se creó una sección específica en la página web de la Fundación Oceanogràfic (www.fundacionoceanografic.org) donde se especificó los detalles del proyecto, procedencia de los ejemplares y se mostraron los mapas en conjunto, por nido y por individuo de las tres sueltas (**Figuras 41 y 42**).



Figuras 41 y 42. Capturas de pantalla de la web de seguimiento de las tortugas (Izquierda) y de uno de los nidos (Derecha).

0 Medios de comunicación

- Se anexa un documento con la relación de medios de radio, televisión, prensa convencional y online que se hicieron eco de las noticias.

0 Redes sociales

- A través de las vías de divulgación en redes sociales del Oceanogràfic (Facebook, Instagram, Tiktok, LinkedIn), se alcanzó 28.543 visualizaciones de las publicaciones relacionadas con el marcaje.

3.5 CONCLUSIONES

Gracias al conjunto de las diferentes acciones realizadas, se ha conseguido cumplir con el objetivo principal del seguimiento satélite de 30 neonatos de tortuga *Caretta caretta* procedentes de programas de mantenimiento en cautividad (*head-starting*) durante el primer año de vida.

El seguimiento de los ejemplares ha permitido ampliar el escaso conocimiento existente de la dispersión, uso de hábitat y supervivencia de tortugas nacidas en la costa mediterránea española dentro del contexto de fenómeno de colonización del Mediterráneo occidental por parte de la especie.

De los datos obtenidos y del conjunto de información disponible hasta la fecha, se pueden extraer algunas conclusiones relevantes para los planes de conservación y manejo de la especie dentro de los objetivos del LIFE IP INTEMARES para la mejora de la gestión de la biodiversidad marina:

- La alta supervivencia de los ejemplares mantenidos en programa de *head-starting* y su adaptación al medio tras la suelta queda de nuevo patente tras el análisis de esta. De igual forma, el análisis del patrón de distribución y uso de hábitat permiten afirmar que los ejemplares se desarrollan aparentemente en las condiciones adecuadas para sobrevivir y migrar a lo largo del Mediterráneo. La información adquirida a lo largo de la última década en los programas de *head-starting* y la actual situación del incremento de nidos en el litoral español junto a la información existente de estos, permitiría orientar los programas de *head-starting* al mantenimiento de individuos procedentes de nidos concretos con objetivos concretos. Entre estos se sugiere:
 - El mantenimiento de ejemplares procedentes de nidos incubados en zonas o franjas temporales de temperaturas productoras de hembras. Esto persigue destinar los recursos a maximizar la supervivencia de hembras y favorecer el reclutamiento de un mayor número de hembras a una zona actualmente productora de un mayor número de machos.
 - Inclusión de ejemplares procedentes de nidos de regiones de alto interés por el nivel de protección, condiciones propias del área o aspectos concretos de la hembra nidificante (relativos a la genética, ejemplares reemigrantes, nuevas especies...), favoreciendo la supervivencia y posible reclutamiento o transmisión genética de esos ejemplares.
- Viabilidad de acortar los programas de *head-starting* y realizar las sueltas a principio del verano. Esta posibilidad se consideró como una de las oportunidades a valorar para la flexibilización de los programas de mantenimiento de tortugas marinas en centros españoles. Si el objetivo de aumentar la supervivencia durante los meses de vida se cumple y las condiciones del mar lo permiten, la posibilidad de reducir los tiempos de mantenimiento permitiría:
 - Liberar espacio y recursos en los centros de recuperación, según las necesidades de cada institución, para atender la temporada de nidificación.
 - Realizar acciones de sensibilización *in situ* asociadas a la suelta de los ejemplares para reforzar las campañas de detección de nidos y protocolo de aviso, al inicio de la temporada.

- Proporcionar a los ejemplares un mayor periodo de adaptación al mar junto con un mayor y mejor periodo de condiciones ambientales en la zona para facilitar su supervivencia.
- Dispersión de los individuos. La dispersión de los ejemplares y la representación del uso de hábitat obtenido, exclusivamente en zonas pelágicas de mar abierto fuera de la plataforma continental, complementan los datos obtenidos en estudios anteriores sobre la necesidad de aplicar medidas efectivas en las zonas de interés detectadas. Pese a la evidente influencia del lugar de suelta de los ejemplares, existen ciertas consideraciones a tener en cuenta en las medidas de gestión de la especie:
 - El área marina protegida reconocida como Corredor de Cetáceos del Mediterráneo podría ser una zona de especial interés en la dispersión de neonatos y post-neonatos de tortuga boba nacidos en el litoral español, especialmente aquellos procedentes de la demarcación marina levantino-balear.
 - Pese a la existencia de zonas de áreas marinas protegidas, es necesario el desarrollo de planes que contemplen medidas de detección, control y seguimiento de amenazas para las tortugas marinas de este grupo poblacional en esas áreas de dispersión, fundamentalmente frente al impacto de la basura marina, el tráfico marítimo o los vertidos.
 - Las medidas regulatorias y de control a aplicar podrían tener un carácter temporal y dinámico adaptado a ecología, fragmento poblacional y distribución de la especie.
- En base a las consideraciones anteriores sobre la dispersión y distribución de los ejemplares, se recomienda:
 - La incorporación de modelos de movimiento activo en las medidas de protección que puedan llevarse a cabo de manera que puedan simular la dispersión de neonatos y juveniles en esta zona, así como los potenciales cambios. Estos modelos incorporan el efecto de las corrientes y los movimientos de natación hacia hábitats favorables, incorporando velocidad y dirección de las corrientes, temperatura del agua, y productividad primaria.
 - La identificación activa del impacto de las potenciales amenazas en esta zona, así como de las estrategias para eliminarlas, reducirlas o mitigarlas, incluyendo:
 - **Pesca en alta mar.** Las vías de interacción con las tortugas marinas, el impacto sobre la salud y/o la ecología de estas.
 - **Ruido submarino de origen antropogénico.** Afección de las tortugas marinas del ruido provocado por diferentes actividades humanas incluyendo:
 - Transporte marítimo. De las principales rutas de transporte de pasajeros y mercancías.
 - Combustibles fósiles. De las fases de prospección y explotación de potenciales yacimientos, así como de sus rutas de transporte.
 - Parques eólicos. Tanto de las fases de instalación como del impacto de los potenciales cambios ecológicos en la zona y su afección sobre las tortugas marinas.

- **Tráfico marítimo.** Impacto de las potenciales colisiones de los buques en una zona de dispersión de neonatos y juveniles, con el establecimiento de modelos de reducción del impacto en base al establecimiento de nuevas rutas o la reducción de la velocidad en áreas y épocas sensibles.
- **Contaminación.** Seguimiento de la presencia de contaminación en el área, su evolución en el tiempo y patrones de interacción con la fauna marina, incluidas las tortugas marinas. Entre ellos:
 - Vertidos de hidrocarburos. Constituidos tanto por grandes derrames, así como por la presencia de pequeños vertidos o productos derivados del tráfico marítimo. Evaluación de la presencia en área de distribución, alimentación y refugio de las fases iniciales de las tortugas altamente dependientes de zonas pelágicas de alta productividad.
 - Residuos industriales (pellets...). Contaminación derivada de productos industriales frecuentemente perdidos durante el transporte marítimo. La dificultad de su detección y la presencia de estas partículas de pequeño tamaño en hábitats preferentes para las tortugas marinas suponen un potencial peligro que requiere de profunda evaluación y seguimiento.
 - Residuos plásticos. La presencia de contaminación en forma de pequeños fragmentos de basura marina arrastrada por las corrientes supone una de las principales fuentes de exposición a este potencial peligro, fundamentalmente durante las fases pelágicas del ciclo de vida de las tortugas marinas.
- Para la evaluación del impacto real de las diferentes amenazas sobre la población de tortugas existentes en las áreas detectadas, así como de especial relevancia para la supervivencia de las primeras fases del desarrollo de las tortugas marinas, se considera imprescindible la realización de campañas oceanográficas no sólo para la monitorización y seguimiento de las amenazas, sino también para la evaluación del estado de salud de las tortugas presentes en el área. A través del muestreo de tortugas en alta mar, se recomienda la evaluación completa del estado de salud, parámetros biológicos y uso de sistemas de seguimiento, de forma periódica, para evaluar de forma fehaciente el impacto sobre estos fragmentos poblacionales y su evolución en el tiempo. Estas campañas deben mantenerse en el tiempo con una periodicidad no mayor de los cinco años, así como frente a cualquier cambio detectado a nivel ambiental o en la especie.
- De forma complementaria a las actuaciones en las zonas de distribución y desarrollo, dada la heterogeneidad de los nidos disponibles para la realización de los estudios hasta el momento y el aparente periodo de cambio que se está observando, se recomienda la implementación de un programa científico de monitorización de la especie, en concreto de la anidación y de aspectos asociados como la dispersión de adultos y crías. Este debería realizarse de forma periódica, con un máximo de intervalo de cinco años, y mantenido en el tiempo para que permita comprender mejor el fenómeno, confirmar los hallazgos obtenidos

y detectar cambios a medio y largo plazo. De igual manera, se debería de reforzar los estudios antes cualquier cambio o tendencia detectado.

- Se recomienda la creación de un comité científico asesor que pueda recomendar sobre las actuaciones realizadas en base a los resultados del seguimiento de las poblaciones, tanto del incipiente evento de colonización de la costa española, así como de los impactos en las zonas de distribución y desarrollo de esta población. Este comité, junto al órgano gestor de las zonas de interés, sería el encargado de evaluar y asesorar sobre la efectividad de las medidas establecidas, tanto de evaluación como de mitigación, así como la estacionalidad e intensidad de las mismas acorde al seguimiento de la población y el impacto, estableciendo una aplicación dinámica de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abalo-Morla S, Marco A, Tomás J, Revuelta O, Abella E, Marco V, Crespo-Picazo JL, Fernández C, Valdés F, Arroyo MD, Montero S. Survival and dispersal routes of head-started loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) post-hatchlings in the Mediterranean Sea. *Marine Biology*. 2018 Mar;165:1-7.
- Abalo-Morla, S., Belda, E. J., March, D., Revuelta, O., Cardona, L., Giralt, S., ... & Tomás, J. (2022). Assessing the use of marine protected areas by loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) tracked from the western Mediterranean. *Global Ecology and Conservation*, 38, e02196.
- Abalo-Morla, S., Belda, E. J., Tomás, J., Crespo-Picazo, J. L., Marco, A., & Revuelta, O. (2022). Satellite-tracking dataset of loggerhead sea turtles tracked from western Mediterranean. *Data in Brief*, 43, 108432.
- Belda, E.J. & Abalo-Morla, S. 2018. Seguimiento mediante marcaje satelital de 10 crías de tortuga boba (*Caretta caretta*) nacidas en el litoral valenciano en el marco del proyecto LIFE IP PAF INTEMARES (LIFE15 IPE ES 012), “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”. Informe final contrato 28-5296.
- Feliu-Tena, B. y Rodilla, M., 2022. Marcaje Satelital y monitorización de 10 drías de tortuga boba nacidas en el litoral mediterráneo en 2020. en el marco del proyecto LIFE IP PAF INTEMARES (LIFE15 IP ES 012), “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”. Informe final.
- Jonsen, I. D., Grecian, W. J., Phillips, L., Carroll, G., McMahon, C., Harcourt, R. G., Hindell, M. A., Patterson, T. A. (2023). aniMotum, an R package for animal movement data: Rapid quality control, behavioural estimation and simulation. *Methods in Ecology and Evolution*, 14(3), 806–816.
- Revelles M, Carreras C, Cardona L, Marco A, Bentivegna F, Castillo JJ, de Martino G, Mons JL, Smith MB, Rico C, Pascual M. Evidence for an asymmetrical size exchange of loggerhead sea turtles between the Mediterranean and the Atlantic through the Straits of Gibraltar. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2007 Oct 19;349(2):261-71.