

Informe de resultados de las campañas de seguimiento de cetáceos y tortugas en el área marina de la región “Bancos y gargantas del Mar de Alborán”

Octubre 2023

LIFE IP INTEMARES

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



LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

A2.3 Campañas oceanográficas para la declaración de espacios Red Natura 2000 por su importancia para la conservación de especies de interés comunitario

Autoría: Dr. Renaud de Stephanis.



Coordinación y revisión: Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Edita:

El proyecto LIFE INTEMARES avanza hacia el objetivo de lograr una gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas.

La Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico coordina el proyecto. 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 Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución del Programa LIFE de la Unión Europea.



Coordina



Socios



Fecha de edición:

Octubre 2023

INDICE

1. Resumen ejecutivo.....	6
Executive summary.....	7
2. Introducción.....	8
3. Área de estudio.....	8
4. ¿Qué datos se han utilizado?.....	9
Muestreos realizados en el área de estudio.....	9
Esfuerzo realizado.....	13
Avistamientos.....	20
Datos complementarios.....	31
4.1.1 Datos de temperaturas.....	31
4.1.2 Datos de insolación.....	33
4.1.3 Datos de registros acústicos:.....	33
4.1.4 Presiones.....	33
5. ¿Cuántos cetáceos hay en la zona?.....	38
Abundancias marcaje-recaptura vs distance sampling vs censos.....	38
Abundancia por medio de distance sampling.....	39
5.1.1 Introducción.....	39
5.1.2 Resultados.....	40
Catálogos de identificación fotográfica de delfines mulares y calderones comunes.	44
5.1.3 Catálogo de foto-identificación.....	44
5.1.4 Foto-identificación de los individuos más comúnmente identificados y por especies.....	46
Cachalotes y rorcuales comunes.....	51
5.1.5 Cachalotes.....	52
5.1.1 Rorcuales comunes.....	54
Resumen de resultados.....	54
6. Distribución espacial de cetáceos.....	55
Introducción.....	55
Material y métodos.....	55
6.1.1 Distribución espacial de especies.....	55
6.1.2 Distribución espacial, batimetría y temperatura.....	55
Resultados.....	56
6.1.3 Esfuerzo de búsqueda y avistamientos de cetáceos.....	56
6.1.4 Modelos explicativos.....	61
Modelos de predicción.....	84
6.1.5 Distribución espacial de delfines mulares.....	85
6.1.6 Distribución espacial de delfines listados.....	85
6.1.7 Distribución espacial de delfines comunes.....	86
6.1.8 Distribución espacial de calderones comunes.....	86
6.1.9 Distribución espacial de cachalotes.....	87
6.1.10 Distribución espacial de zifios de Cuvier.....	88
6.1.11 Distribución espacial de calderón gris.....	89
6.1.12 Distribución espacial rorcual común.....	89

Conclusiones y discusión final	90
7. Grado de residencia. Distribución temporal y seguimiento satelital de cetáceos	92
8. Distribución espacial de tortugas bobas	94
9. Actividades humanas	97
Introducción-metodología	97
Resultados	98
9.1.1 Actividades pesqueras en Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar	98
9.1.2 Embarcaciones de gran tonelaje en Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar.....	100
9.1.3 Embarcaciones militares y Guardia civil en Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar	103
Conclusiones sobre las actividades antropogénicas en el área de estudio	104
10. Bibliografía consultada	105



1. Resumen ejecutivo

Este informe refleja los hallazgos acumulados en los muestreos efectuados por CIRCE sobre las especies de cetáceos y tortugas marinas en el Mar de Alborán, bajo la acción A2.3 del proyecto LIFE IP INTEMARES “Campañas oceanográficas para la declaración de espacios Red Natura 2000 debido a su relevancia en la conservación de especies de interés comunitario”.

Durante las campañas realizadas, se registraron un total de 7787 km de esfuerzo en muestreos marinos, cuyo objetivo principal fue la identificación y cuantificación de cetáceos en la región del Mar de Alborán.

Resultados de Muestreo:

De las tablas proporcionadas y el análisis detallado realizado, se identificaron avistamientos de varias especies de cetáceos, entre las cuales se encuentran el delfín común, delfín listado, delfín mular, calderón gris, calderón común, cachalote, zifio de Cuvier y rorcual común. La información compilada sugiere patrones de distribución espacial distintivos para cada especie, correlacionados con variables oceanográficas como la batimetría y la pendiente del fondo marino.

Para delfines listados, delfines mulares, y calderones grises, los modelos sugieren una preferencia por áreas más cercanas a la costa. Por otro lado, el calderón común, cachalote y zifio muestran una predilección por zonas con isobatas cercanas a los 1000 metros, evidenciando una tendencia a frecuentar áreas de aguas más profundas. En contraposición, los delfines comunes parecen tener una distribución más pelágica.

El estudio también reveló patrones de distribución relacionados con factores temporales y de superficie, como la temperatura superficial del agua anual, siendo relevante especialmente para los cachalotes.

Presiones Ambientales:

Se realizó un análisis detallado de los datos AIS, para el mes de septiembre de 2022, con el objetivo de identificar y cuantificar las actividades humanas que podrían ejercer presión sobre las poblaciones de cetáceos en la región. Los resultados muestran una notable actividad pesquera, especialmente de pesca de arrastre en aguas de entre 50 y 200 metros de profundidad. A pesar de que la pesca de arrastre en aguas profundas es menos prevalente, sigue siendo una actividad relevante por sus efectos sobre la conservación de los hábitats que se encuentran en el espacio.

Además, se registró un alto tráfico de embarcaciones de gran tonelaje, incluyendo portacontenedores, ferries y, de manera prominente, petroleros. Estos últimos presentan un riesgo considerable de derrames de petróleo en la zona. Aparte del peligro de derrames, estas embarcaciones también introducen preocupaciones adicionales como posibles colisiones con cetáceos y el incremento en el ruido subacuático.

Una observación adicional importante es la presencia de actividades militares en la región, especialmente cerca de Cartagena. Estas actividades han sido anteriormente responsables de varamientos masivos, particularmente de zifios, a causa de ejercicios con sonares de baja frecuencia (LFAS).

Executive summary

This report presents the accumulated findings from samplings conducted by CIRCE on cetacean and marine turtle species in the Strait of Gibraltar and the Gulf of Cádiz. This research was conducted under action A2.3 of the LIFE IP INTEMARES project "Oceanographic campaigns for the declaration of Red Natura 2000 spaces due to their relevance in the conservation of species of community interest."

During the campaigns, a total of 7787 km of marine sampling effort was recorded, with the primary objective being the identification and quantification of cetaceans in the Alborán Sea region.

Sampling Results: From the provided tables and the detailed analysis undertaken, sightings of several cetacean species were identified. These included the common dolphin, striped dolphin, bottlenose dolphin, Risso's dolphin, pilot whale, sperm whale, Cuvier's beaked whale, and common baleen whale. The compiled information suggests distinct spatial distribution patterns for each species, correlated with oceanographic variables such as bathymetry and seabed slope. For striped dolphins, bottlenose dolphins, and Risso's dolphins, the models suggest a preference for areas closer to the coast. On the other hand, pilot whales, sperm whales, and beaked whales show a preference for zones with isobaths near 1000 meters, indicating a tendency to frequent deeper water areas. In contrast, common dolphins appear to have a more pelagic distribution. The study also revealed distribution patterns related to temporal and surface factors, such as the annual surface water temperature, which is particularly relevant for sperm whales.

Environmental Pressures: A detailed analysis of the AIS data was carried out for the month of September 2022, aiming to identify and quantify human activities that could exert pressure on cetacean populations in the region. The results show a significant fishing activity, especially trawling, in waters between 50 and 200 meters deep. Although deep-water trawling is less prevalent, it remains a significant concern. Additionally, there was a high traffic of large vessels, including container ships, ferries, and prominently, oil tankers. These tankers pose a considerable risk of oil spills in the area. Besides the spill threat, these vessels also introduce additional concerns such as potential collisions with cetaceans and an increase in underwater noise. Another important observation is the presence of military activities in the region, especially near Cartagena. These activities have previously been responsible for mass strandings, particularly of beaked whales, due to exercises with low-frequency sonar (LFAS).

2. Introducción

En este informe se recogen los resultados de los análisis de las dos campañas realizadas en el marco de la licitación FB 16/2021, Lote 1, “Realización de campañas oceanográficas para el estudio de cetáceos y tortugas para la posible declaración y gestión de espacios de la Red Natura 2000 marina en el marco del proyecto LIFE-IP INTEMARES en la región “Bancos y gargantas del Mar de Alborán”. Estas acciones forman parte de la acción A2.3 del proyecto LIFE IP INTEMARES “Campañas oceanográficas para la declaración de espacios Red Natura 2000 por su importancia para la conservación de especies de interés comunitario”,

El objetivo global de dichas campañas es recopilar datos de cetáceos y tortugas marinas para elaborar, en caso de considerarse adecuado, una propuesta de declaración de un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) en la zona, en virtud de lo recogido en la Directiva Hábitats así como en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. De igual modo, los resultados obtenidos también se utilizan para la elaboración de recomendaciones y medidas para la gestión del espacio marino propuesto. Los objetivos, por tanto, de las campañas son los siguientes:

- Descripción de especies de cetáceos presentes en el área de estudio y aguas circundantes.
- Abundancia absoluta de cetáceos y tortugas marinas en el área de estudio.
- Distribución espacial de cetáceos y tortugas marinas en el área de estudio.
- Análisis de actividades humanas que puedan afectar a cetáceos y tortugas marinas en el LIC y aguas circundantes.

Para completar los resultados de las campañas se integra la información resultante del despliegue de marcas satélite en calderones comunes, cachalotes y rorcuales comunes desarrollados a lo largo del periodo 2010-2023, datos sobre marcaje satélite de tortugas bobas realizado entre 2002 y 2006 en el marco del LIFE “Conservación de Tortugas y delfines mulares en la Región de Murcia y Andalucía”, coordinado por la SEC (Sociedad Española de Cetáceos), así como la incorporación de datos sobre presiones conseguidas a partir de datos de AIS de embarcaciones en la zona (adquiridas a la empresa Vesselfinder LD).

3. Área de estudio

El área de estudio muestreada es la zona prevista en el pliego de licitación nombrada en el resumen ejecutivo, que se adaptó a los requerimientos de las reuniones técnicas celebradas posteriormente en el marco del proyecto con el objetivo de mejorar los resultados a obtener en el mismo. En ese sentido, el área de estudio Incluye parte de los LIC del Seco de los Olivos y de la Isla de Alborán. De igual modo, se aprovechó también para muestrear la zona colindante a Motril, dado que esta zona fue puerto base del proyecto (ampliando las jornadas mínimas de 4 horas a 8 en esos casos).

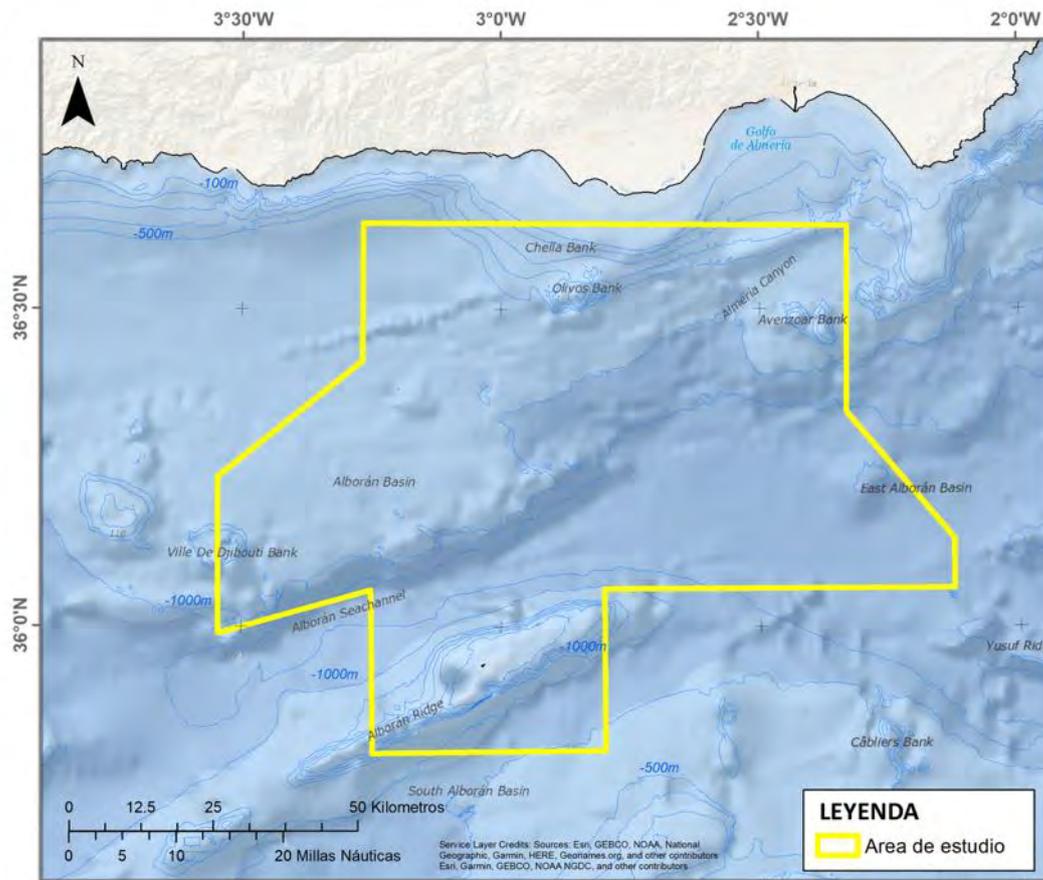


Fig. 1. Zona de estudio

4. ¿Qué datos se han utilizado?

Se recogen a continuación resumen con los datos más importante de los dos informes de campañas íntegros realizados a lo largo de 2022 y 2023.

Muestreos realizados en el área de estudio.

La metodología seguida en la realización de las campañas de investigación oceanográfica ha sido la descrita, de manera detallada, en el Plan de Campaña ya presentado a la Fundación Biodiversidad en marzo de 2022. En el apartado 4.1. se describen de manera pormenorizada los detalles de esta campaña. Para el estudio se utilizaron dos embarcaciones, el “Osprey II” y el “Nashira-Moa”. De igual modo, se pueden consultar los informes parciales de ejecución de las campañas previstas en el marco del contrato, documentos entregados a la Fundación Biodiversidad en octubre de 2022 y 2023, respectivamente.

Durante las campañas oceanográficas se barrió el área de estudio con transectos lineales y aleatorios, con direcciones perpendiculares a las isóbatas existentes. En cada una de ellas se censaron los cetáceos y las tortugas marinas observadas a lo largo de la trayectoria de la embarcación. Se tomaron datos de la distancia y del ángulo a la que se encuentra cada tortuga

o grupo de cetáceos, con respecto a la trayectoria de la embarcación, para posteriormente aplicar correcciones si la detectabilidad decrece con la distancia. Para el cálculo de estimas de abundancia se ha seguido la teoría de *Distance Sampling* (Buckland *et al.* 1993) y la propuesta por Tasker *et al.* (1984), con modificaciones para su adaptación a nuestra zona de estudio. Paralelamente a los muestreos de cetáceos y tortugas marinas, se procedió a realizar la toma de datos de actividades humanas, por medio de registros cada 20 minutos de navegación, anotando, con ayuda del radar de la embarcación (en caso de mala visibilidad) y del sistema AIS del barco, la presencia de embarcaciones, o de actividades humanas susceptibles de influenciar tanto a cetáceos como tortugas marinas. Se procedió también a medir condiciones ambientales de forma continua, a lo que se sumará el registro puntual de temperatura del agua a través de un termómetro y de la insolación a través de cálculos de azimut e incidencia respecto a los observadores, usando brújulas y niveles de nubosidad. Por otro lado, durante los muestreos se procedió también a la toma de datos acústicos con un hidrófono de arrastre de dos elementos.



Fig. 2. Embarcación Osprey II. Fuente: CIRCE.



Fig. 3. Embarcación Osprey II. Fuente: CIRCE.



Fig. 4. Embarcación Nashira. Fuente: CIRCE.



Fig. 5. Embarcación Nashira . Fuente: CIRCE.

Esfuerzo realizado

La campaña (A1) comprendió 38 jornadas de muestreo y se realizó entre los días 1 de octubre de 2022 y el 1 de diciembre de 2022. Se realizaron un total de 4878 km de esfuerzo, de los cuales se barrió un total de aproximadamente 2305 km de transectos aleatorios y 1336 km de transectos. Se realizaron también un total de 1090 kilómetros en desplazamiento sin esfuerzo (Tabla 1). Los objetivos totales de la campaña se pudieron cumplir sin ningún problema. Como se señala en el plan de campaña, el objetivo principal es alcanzar los 1500 km de esfuerzo, que se duplicaron. El promedio de duración de cada jornada de mar fue de 9 horas y 54 minutos.

Tabla 1. Datos de esfuerzo de A1. AT: transecto aleatorio; LT: transecto lineal. Fuente: CIRCE.

Campañas	Salidas	Duración	AT (km)	FW (km)	LT (km)	NE (km)	Total (km)
Total, A1	38	84:25	2 305	145	1 336	1090	4 878
Promedios C3		9:54	61	4	35	29	128

Tabla 2. Datos de esfuerzo por día, por campaña y total. AT: transecto aleatorio; LT: transecto lineal. Fuente: CIRCE.

INDICE	TRIPS_CODE	Año	Mes	Día	Salida (UTC)	Llegada (UTC)	Duración	FW (km)	NE (km)	AT (km)	LT (km)	Total (km)	
1	Alboran T001	2022	10	1	14:01	23:04	9:03	0	1	25	37	63	
2	Alboran_02	2022	10	2	5:03	10:01	4:58	0	2	80	0	82	
3	Alboran_A	2022	10	3	8:07	14:25	6:18	2	7	57	26	92	
4	Alboran T003	2022	10	4	2:45	9:52	7:07	7	43	34	0	83	
5	Alboran T004	2022	10	5	5:59	18:46	12:47	11	28	32	78	150	
6	Alboran_B	2022	10	6	7:35	22:33	14:58	3	65	83	63	213	
7	Alboran_C	2022	10	7	8:07	13:57	5:50	0	2	55	29	85	
8	Alboran T005	2022	10	8	5:12	14:12	9:00	1	8	63	45	117	
9	Alboran T006	2022	10	9	5:33	12:17	6:44	0	0	67	0	67	
10	Alboran T007	2022	10	10	4:32	22:26	17:54	0	57	49	130	236	
11	Alboran T008	2022	10	11	6:14	11:37	5:23	3	0	51	12	66	
12	Alboran T009	2022	10	12	7:16	17:21	10:05	4	13	102	0	120	
13	Alboran T010	2022	10	13	7:24	13:22	5:58	4	24	40	6	74	
14	Alboran T011	2022	10	14	5:13	21:45	16:32	8	77	32	63	180	
15	Alboran T012	2022	10	15	6:21	19:54	13:33	8	32	43	91	175	
16	Alboran T013	2022	10	16	6:34	11:41	5:07	3	0	50	12	65	
17	Alboran_D	2022	10	17	8:10	18:12	10:02	0	49	26	70	145	
18	Alboran_E	2022	10	18	8:20	13:26	5:06	0	0	77	0	78	
19	Alboran T014	2022	10	19	5:37	19:16	13:39	13	24	66	51	154	
20	Alboran T015	2022	10	20	3:17	13:47	10:30	22	58	137	42	259	
21	Alboran T016	2022	10	21	5:49	7:05	1:16	0	15	0	0	15	
22	Alboran T017	2022	10	22	5:10	21:01	15:51	2	45	44	107	198	
23	Alboran_F	2022	10	23	6:42	12:14	5:32	0	0	61	0	61	
24	Alboran T018	2022	10	24	2:38	23:13	20:35	6	121	47	78	253	
25	Alboran T019	2022	10	26	3:36	12:17	8:41	5	53	47	0	104	
26	Alboran T020	2022	10	27	11:40	16:08	4:28	0	2	45	12	58	
27	Alboran T021	2022	10	30	10:13	16:36	6:23	0	0	80	0	80	
28	Alboran T022	2022	10	31	7:07	18:30	11:23	0	0	127	0	127	
29	Alboran T023	2022	11	1	6:06	23:38	17:32	7	82	68	48	205	
30	Alboran T024	2022	11	2	8:17	23:46	15:29	4	88	51	35	178	
31	Alboran T025	2022	11	5	5:45	21:22	15:37	1	30	71	97	199	
32	Alboran T026	2022	11	6	6:21	16:45	10:24	6	0	84	42	132	
33	Alboran T027	2022	11	7	3:22	18:57	15:35	3	130	60	83	276	
34	Alboran_G	2022	11	8	7:40	12:14	4:34	0	0	43	0	43	
35	Alboran_H	2022	11	9	8:00	14:13	6:13	0	0	72	16	89	
36	Alboran_I	2022	11	29	8:20	13:02	4:42	0	2	79	0	82	
37	Alboran_J	2022	11	30	8:07	19:39	11:32	0	28	79	63	170	
38	Alboran_K	2022	12	1	5:04	15:18	10:14	22	4	80	0	105	
TOTALES								376:35	146	1 090	2 306	1 337	4 878

En las siguientes figuras se presentan los mapas de la navegación previstos durante las campañas A1. Se utilizó una selección de 1000 km y otra de 250 km (que no pudo acabarse). Se adjuntan todos los mapas en alta resolución para consulta anexos a este informe.

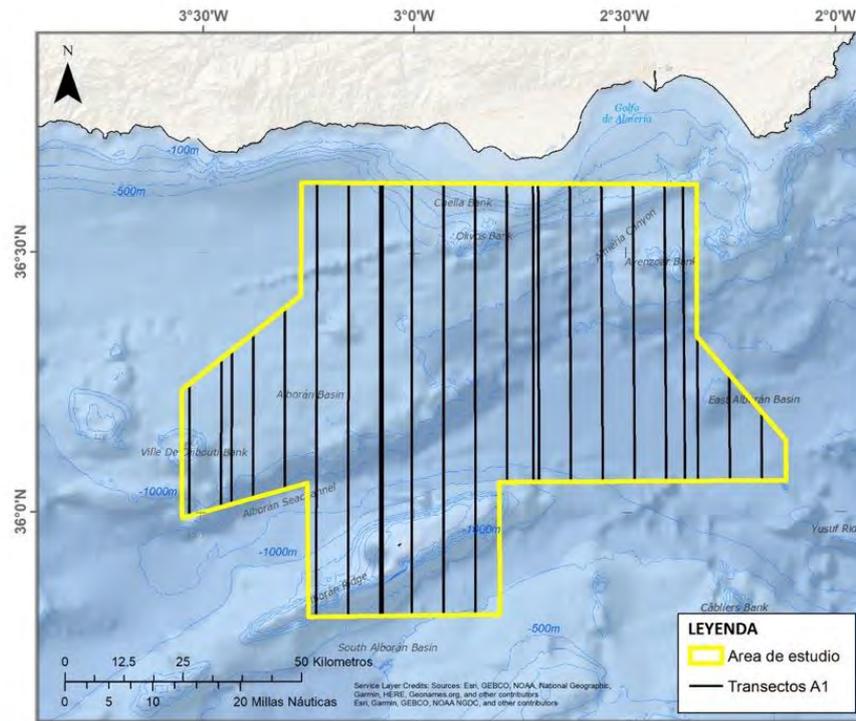


Fig. 6. Transectos lineales realizados durante la campaña A1. Fuente: CIRCE.

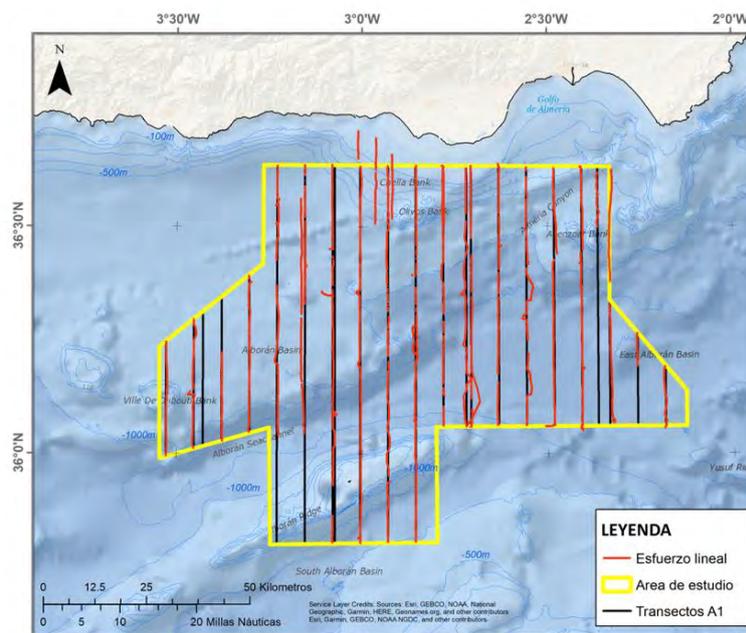


Fig. 7. Transectos lineales realizados durante la campaña A1. Fuente: CIRCE.

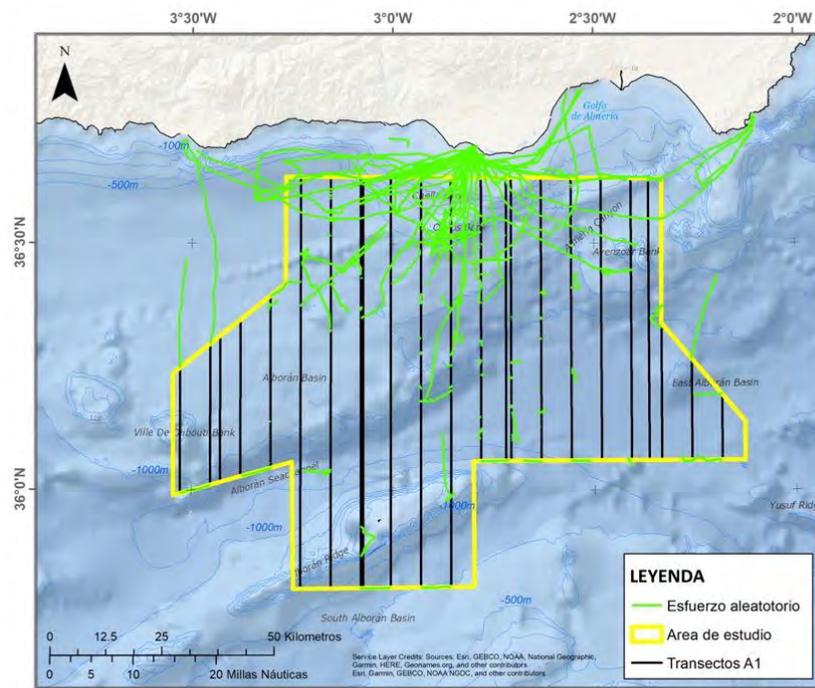


Fig. 8. Transectos aleatorios realizados durante la campaña A1. Fuente: CIRCE.

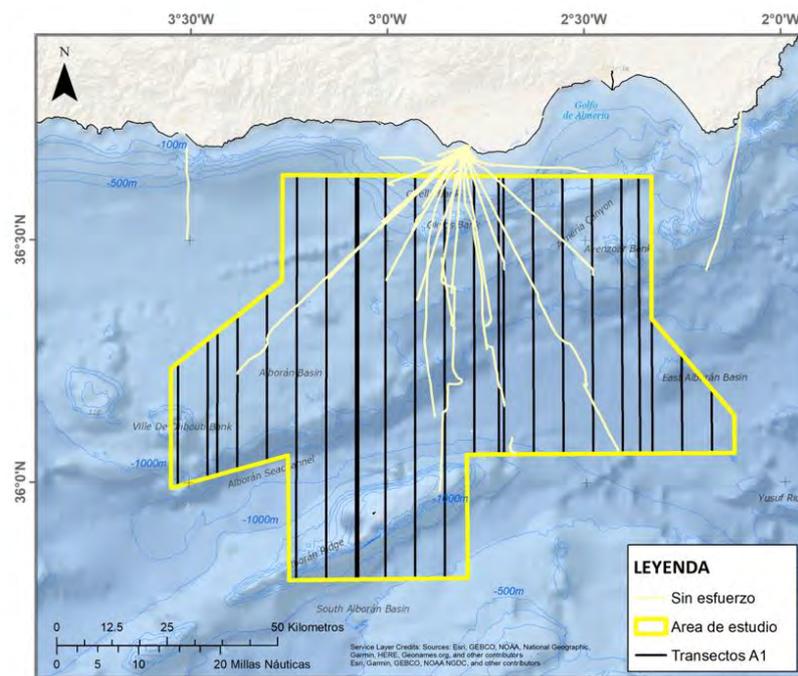


Fig. 9. Navegaciones sin esfuerzo en desplazamiento durante la campaña A1. Fuente: CIRCE.

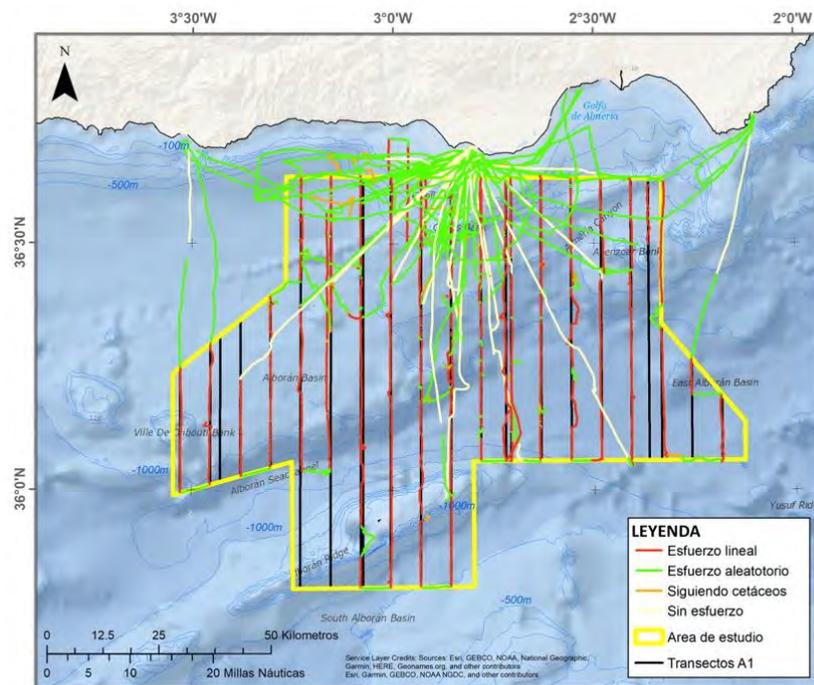


Fig. 10. Esfuerzo total durante la campaña A1. Fuente: CIRCE.

En la primera campaña (A1) se alcanzó una cobertura del esfuerzo total de muestreo del 242%, según la planificación realizada inicialmente. Estos datos son correctos, si nos atenemos a kilómetros lineales realizados. Es importante reseñar que la cobertura se debe de analizar en espacio cubierto que depende de los observadores, de las condiciones meteorológicas y de las especies observadas. Para ello se aplican análisis de funciones de detección por especies, que permiten conocer la cobertura espacial real efectiva.

La campaña (A2) comprendió 38 jornadas de muestreo y se realizó entre los días 1 de marzo de 2023 y el 19 de junio de 2023.

Se realizaron un total de 4001 km de esfuerzo, de los cuales se barrió un total de aproximadamente 2883 km de transectos aleatorios y 1118 km de transectos lineales. No se cuantificaron los kilómetros en desplazamiento sin esfuerzo, al haber cambiado el sistema de toma de datos, y no aportar realmente información científica. Como se señala en el plan de campaña, el objetivo principal (alcanzar los 1500 km de esfuerzo), fue, prácticamente triplicado. El promedio de duración de cada jornada de mar fue de 8 horas y 5 minutos.

Tabla 3. Datos de esfuerzo de A2. AT: transecto aleatorio; LT: transecto lineal. Fuente: CIRCE.

Campañas	Salidas	Duración	AT (km)	FW (km)	LT (km)	NE (km)	Total (km)
Total A2	38	307:42	2883	0	1118	N/A	4001
Promedios A2	1	8:05	76	0	29	N/A	105

Tabla 4. Datos de esfuerzo por día, por campaña y total de A2. AT: transecto aleatorio; LT: transecto lineal. Fuente: CIRCE

INDICE	TRIP CODE	AÑO	MES	DÍA	Salida (UTC)	Llegada(UTC)	Duración	FW (km)	AT (km)	LT (km)	Total (km)	
39	A2_INTEMARES_2023_03_01	2023	3	1	4:48	13:03	8:15	0	104	0	104	
40	A2_INTEMARES_2023_03_02	2023	3	2	4:33	10:43	6:10	0	82	0	82	
41	A2_INTEMARES_2023_03_03	2023	3	3	5:02	12:17	7:15	0	88	0	88	
42	A2_INTEMARES_2023_03_04	2023	3	4	8:09	15:12	7:03	0	77	0	77	
43	A2_INTEMARES_2023_03_05	2023	3	5	07:47	18:53	11:06	0	43	107	150	
44	A2_INTEMARES_2023_03_06	2023	3	6	4:33	9:07	4:34	0	32	28	60	
45	A2_INTEMARES_2023_03_10	2023	3	10	6:43	11:47	5:04	0	50	3	53	
46	A2_INTEMARES_2023_03_11	2023	3	11	07:59	12:52	4:53	0	59	3	62	
47	A2_INTEMARES_2023_03_12	2023	3	12	05:31	18:27	12:56	0	102	78	180	
48	A2_INTEMARES_2023_03_13	2023	3	13	6:00	20:55	14:55	0	121	68	189	
49	A2_INTEMARES_2023_03_14	2023	3	14	10:34	14:54	4:20	0	54	0	54	
50	A2_INTEMARES_2023_03_15	2023	3	15	07:21	15:01	7:40	0	87	0	87	
51	A2_INTEMARES_2023_03_16	2023	3	16	6:14	13:12	6:57	0	83	0	83	
52	A2_INTEMARES_2023_03_17	2023	3	17	05:26	15:44	10:18	0	92	63	155	
53	A2_INTEMARES_2023_03_19	2023	3	19	12:23	16:42	4:19	0	58	0	58	
54	A2_INTEMARES_2023_03_21	2023	3	21	05:43	20:21	14:38	0	57	152	209	
55	A2_INTEMARES_2023_03_22	2023	3	22	09:02	17:10	8:08	0	36	71	107	
56	A2_INTEMARES_2023_03_25	2023	3	25	05:24	19:28	14:04	0	49	156	205	
57	A2_INTEMARES_2023_06_01	2023	6	1	6:00	12:06	6:06	0	79	0	79	
58	A2_INTEMARES_2023_06_02	2023	6	2	10:31	16:37	6:06	0	86	0	86	
59	A2_INTEMARES_2023_06_03	2023	6	3	06:58	22:36	15:38	0	137	88	225	
60	A2_INTEMARES_2023_06_04	2023	6	4	07:08	17:57	10:49	0	101	57	158	
61	A2_INTEMARES_2023_06_05	2023	6	5	04:08	18:46	14:38	0	71	127	198	
62	A2_INTEMARES_2023_06_06	2023	6	6	6:57	11:32	4:35	0	64	0	64	
63	A2_INTEMARES_2023_06_07	2023	6	7	11:08	15:31	4:23	0	52	0	52	
64	A2_INTEMARES_2023_06_08	2023	6	8	06:30	13:45	7:15	0	75	0	75	
65	A2_INTEMARES_2023_06_09	2023	6	9	5:31	8:57	3:26	0	43	0	43	
66	A2_INTEMARES_2023_06_10	2023	6	10	7:26	10:59	3:33	0	47	0	47	
67	A2_INTEMARES_2023_06_11	2023	6	11	04:32	11:25	6:53	0	73	0	73	
68	A2_INTEMARES_2023_06_12	2023	6	12	04:33	11:59	7:26	0	77	0	77	
69	A2_INTEMARES_2023_06_13	2023	6	13	6:28	10:58	4:29	0	56	0	56	
70	A2_INTEMARES_2023_06_14	2023	6	14	03:08	18:21	15:13	0	199	12	211	
71	A2_INTEMARES_2023_06_15	2023	6	15	03:39	22:13	18:34	0	132	105	237	
72	A2_INTEMARES_2023_06_16	2023	6	16	6:28	12:44	6:15	0	83	0	83	
73	A2_INTEMARES_2023_06_17	2023	6	17	6:14	11:47	5:32	0	67	0	67	
74	A2_INTEMARES_2023_03_07	2023	3	7	7:12	11:40	4:28	0	53	0	53	
75	A2_INTEMARES_2023_03_08	2023	3	8	7:40	12:55	5:15	0	65	0	65	
76	A2_INTEMARES_2023_03_09	2023	3	9	8:09	12:34	4:25	0	49	0	49	
TOTALES								307:42:36	0	2883	1118	4001
PROMEDIO								8:05	0	75,8684	29,4211	105,2895

En las figuras siguientes se presentan los mapas de la navegación previstos durante las campañas A2. Se utilizó una selección de 1000 km y al quedar 3 días de muestreos se aprovechó para muestrear directamente en las zonas de zifios y cachalote de forma aleatoria. A continuación, se muestran los mapas de los recorridos de los transectos lineales y aleatorios recorridos durante la campaña. Los muestreos aleatorios (verde) y lineales (rojos) se presentan en diferentes colores y se han cartografiado. Se adjuntan todos los mapas en alta resolución para consulta anexos a este informe.

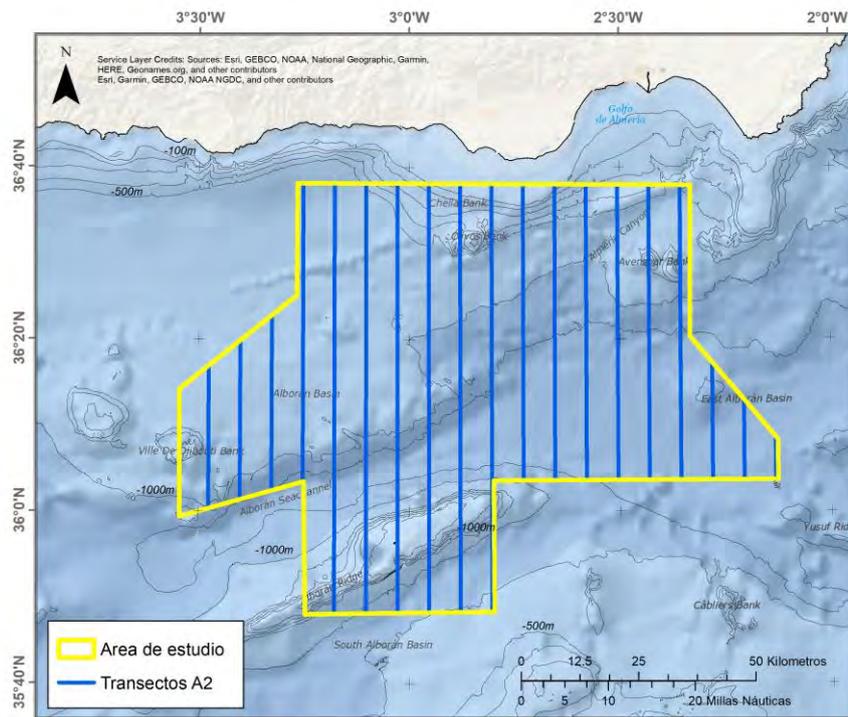


Fig. 11. Transectos lineales realizados durante la campaña A2. Fuente: CIRCE.

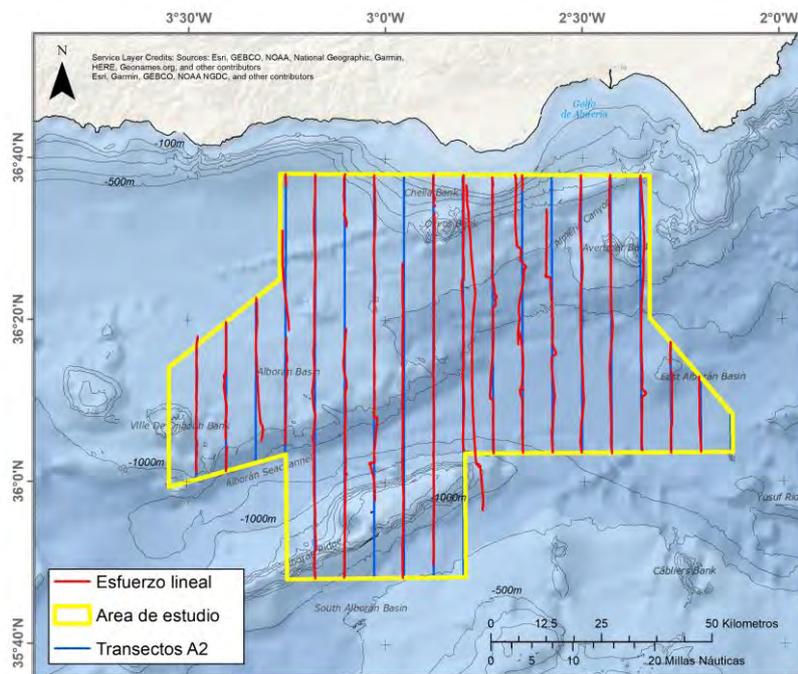


Fig. 12. Transectos lineales realizados durante la campaña A2. Fuente: CIRCE.

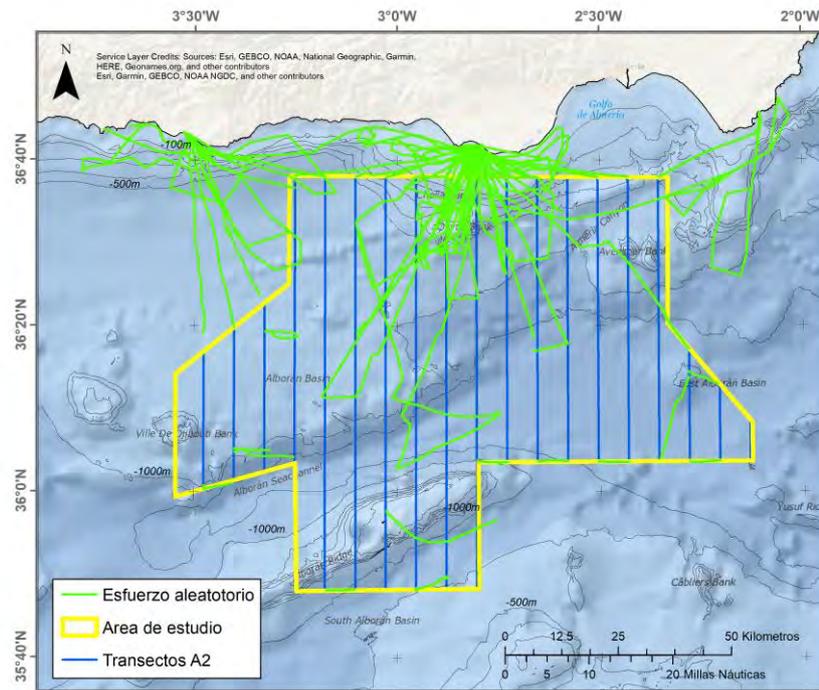


Fig. 13. Transectos aleatorios realizados durante la campaña A2. Fuente: CIRCE.

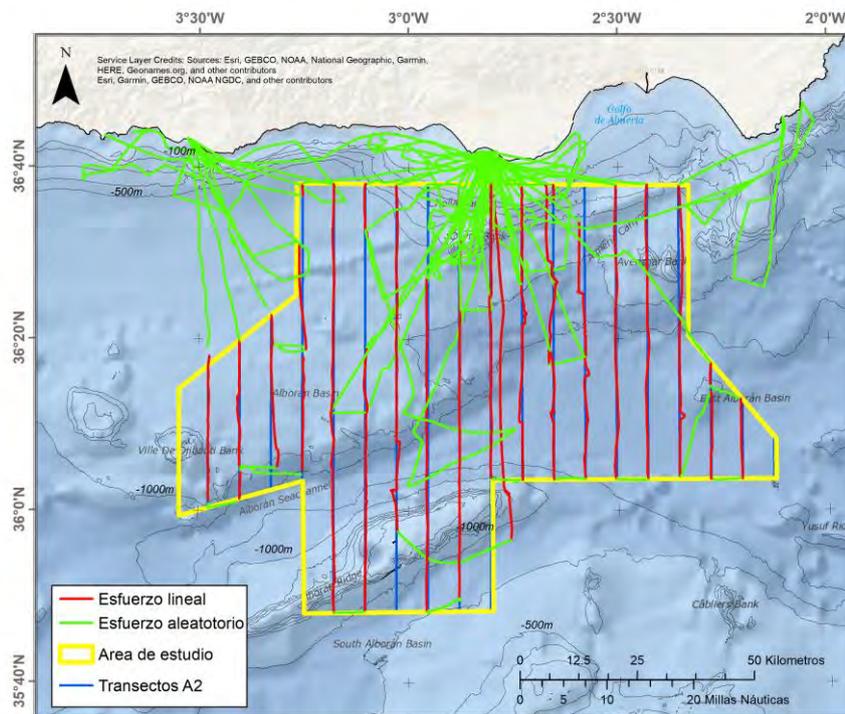


Fig. 14. Esfuerzo total durante la campaña A2. Fuente: CIRCE.

En la segunda campaña (A2) se alcanzó una cobertura del esfuerzo total de muestreo del 266%, según la planificación realizada inicialmente.

Avistamientos

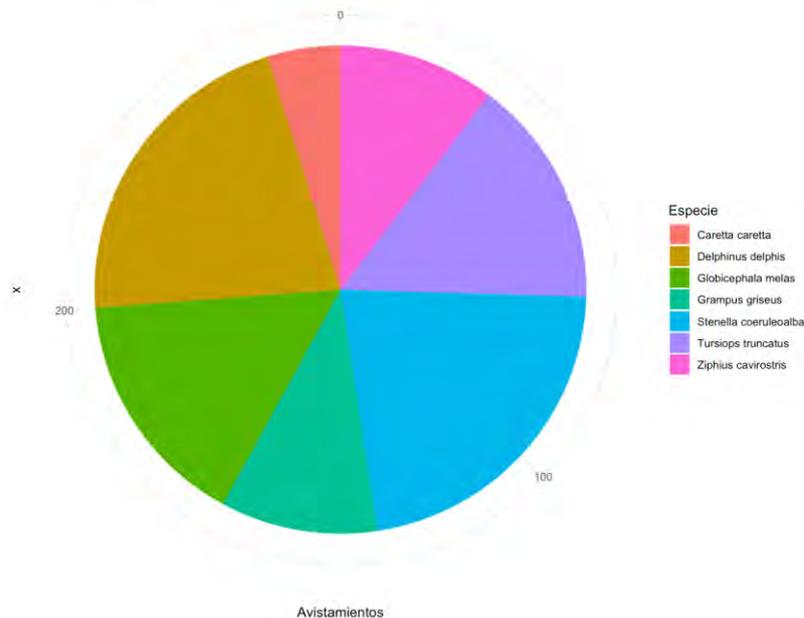
Durante la campaña A1 se han realizado un total de 325 avistamientos en esfuerzo de 6 especies de cetáceos (*Delphinus delphis*, *Grampus griseus*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Ziphius cavirostris*, y *Globicephala melas*) y 1 de tortugas (*Caretta caretta*).

En la tabla 4 se muestra un resumen de los avistamientos obtenidos, así como su localización en los mapas que se presentan a continuación.

Tabla 4. Avistamientos obtenidos en la campaña A1. Fuente: CIRCE

Campaña	Especie	Avistamientos	Total individuos	Tamaño medio de grupos	Fotos	Ratio fotos/individuo
A1	<i>Caretta caretta</i>	13	13	1		
A1	<i>Delphinus delphis</i>	58	7 758	134		
A1	<i>Globicephala melas</i>	43	853	20	12 970	15
A1	<i>Grampus griseus</i>	28	138	5	2 997	22
A1	MIXED SMALL DOLPHINS	54	4 973	92		
A1	<i>Stenella coeruleoalba</i>	60	11 044	184		
A1	<i>Tursiops truncatus</i>	41	735	18	12 648	17
A1	<i>Ziphius cavirostris</i>	28	69	2	1 384	20
A1	Total general	325	25 583		29 999	

Avistamientos por Especie - Campaña A1

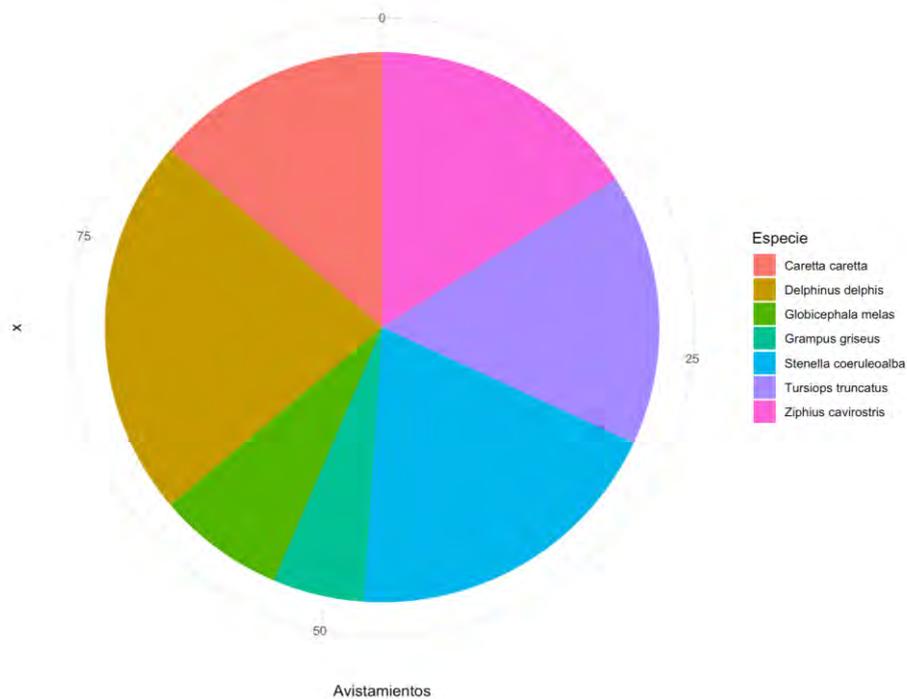


Por otro lado, durante la campaña A2 se han conseguido un total de 90 avistamientos en esfuerzo de 6 especies de cetáceos (*Delphinus delphis*, *Grampus griseus*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Ziphius cavirostris*, y *Globicephala melas*) y 1 de tortugas (*Caretta caretta*). En la tabla 3 se muestra un resumen de los avistamientos obtenidos.

Tabla 5. Avistamientos obtenidos en la campaña A2. Fuente: CIRCE

Campaña	Especie	Avistamientos	Total individuos	Tamaño medio de grupos	Fotos	Ratio fotos/individuo
A2	<i>Caretta caretta</i>	13	13	1		
A2	<i>Delphinus delphis</i>	21	2146	102		
A2	<i>Globicephala melas</i>	7	505	72	5000	10
A2	<i>Grampus griseus</i>	5	27	5	100	4
A2	<i>Stenella coeruleoalba</i>	18	1907	106		
A2	<i>Tursiops truncatus</i>	15	317	21	2000	6
A2	<i>Ziphius cavirostris</i>	11	28	3	2330	83
Total general		90	4943		9430	

Avistamientos por Especie - Campaña A2



A modo resumen, en la primera campaña, se podría decir que:

- *Delphinus delphis*: Se ha avistado esta especie en toda el área de estudio, siendo una de las especies más observada durante los muestreos y con media de tamaño de grupo de hasta 134 individuos.
- *Stenella coeruleoalba*: Este cetáceo se ha avistado en 60 ocasiones, siendo la especie más observada, con una media de tamaño de grupo de 180 individuos.
- *Tursiops truncatus*: se ha observado en 41 ocasiones, principalmente cerca de la Isla de Alborán y del Seco de los olivos. Destaca su presencia también en aguas de Granada. El tamaño medio de los grupos fue de 18 individuos.
- *Ziphius cavirostris*: Esta especie de gran tamaño ha sido 28 veces avistadas totalizando 69 individuos. Se vieron principalmente en aguas profundas de la zona de estudio, siendo su presencia muy importante, probablemente más que de lo esperado.
- *Globicephala melas*: Esta especie se ha avistado 43 veces en las áreas del Estrecho de Gibraltar con una media de tamaño de grupo de hasta 20 individuos.

- *Grampus griseus*: Se han avistado en 28 ocasiones en pequeños grupos de 5 individuos, muy tímidos.
- *Caretta caretta*: Es la única especie de tortuga marina avistada, la cual se ha observado en 13 ocasiones en superficie.



Fig. 15. Fotografía de grupo de delfines comunes. Fuente: Ramón Esteban Muros.

La localización de los avistamientos por especie y en cada una de las campañas se presenta a continuación.

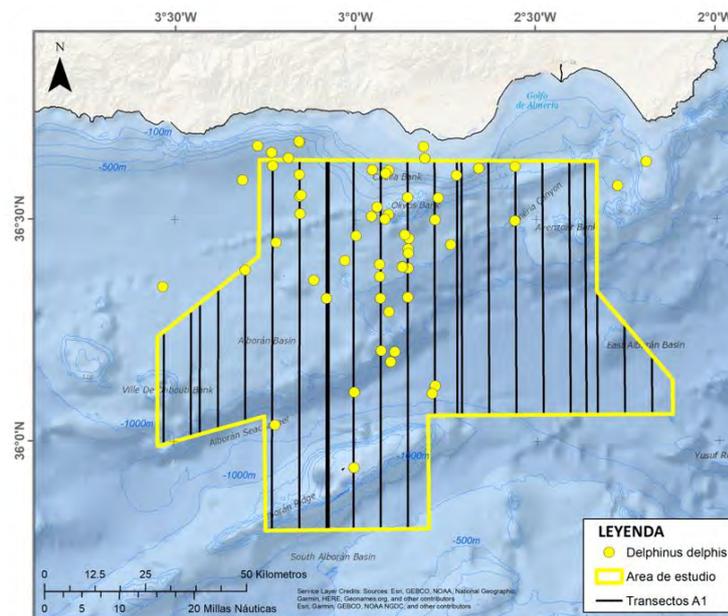


Fig. 16. Avistamientos de delfines comunes. Fuente: CIRCE.



Fig. 17. Fotografía de un delfín listado. Fuente: Ramón Esteban Muros.

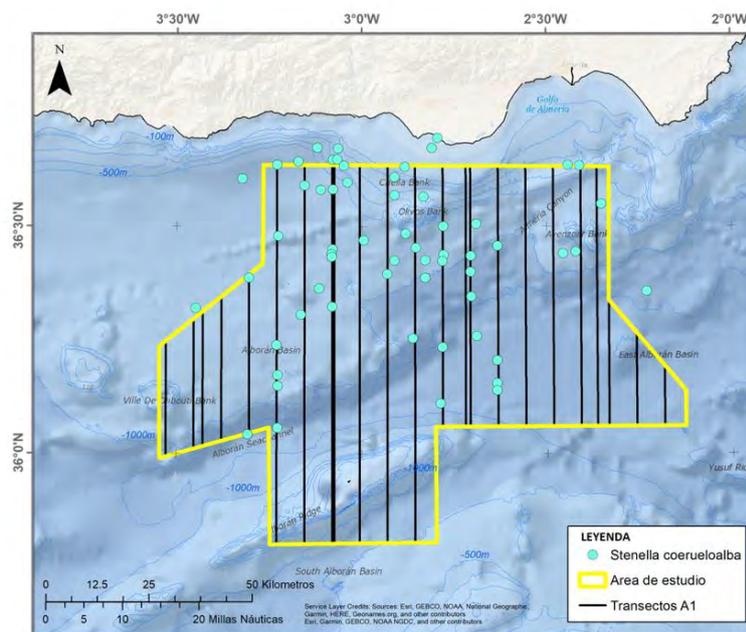


Fig. 18. Avistamientos de delfines listados. Fuente: CIRCE.



Fig. 19. Fotografía de un delfín mular. Fuente: Ramón Esteban Muros.

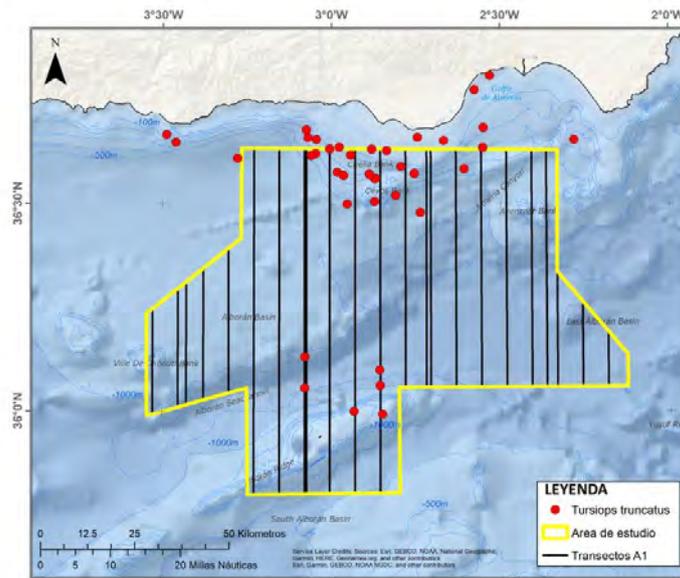


Fig. 20. Avistamientos de delfines mulares. Fuente: CIRCE.



Fig. 21. Fotografía de un grupo de calderones comunes. Fuente: Ramón Esteban Muros.

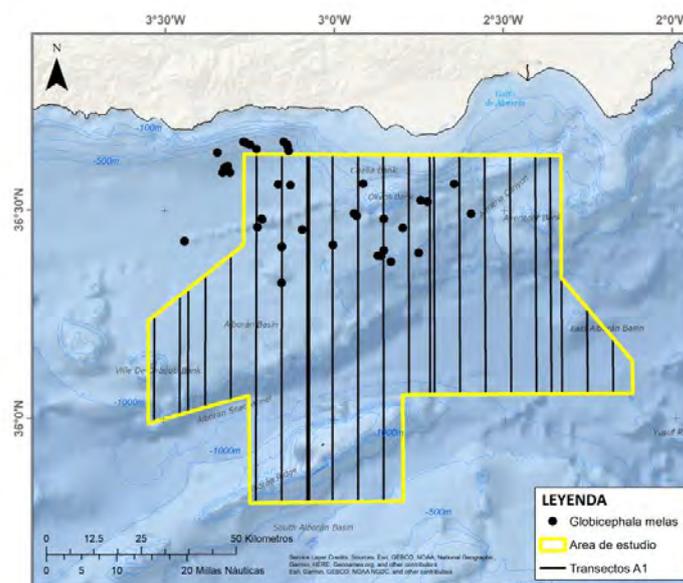


Fig. 22. Avistamientos de calderones comunes. Fuente: CIRCE.



Fig. 23. Fotografía de un grupo de calderones grises. Fuente: Ramón Esteban Muros.

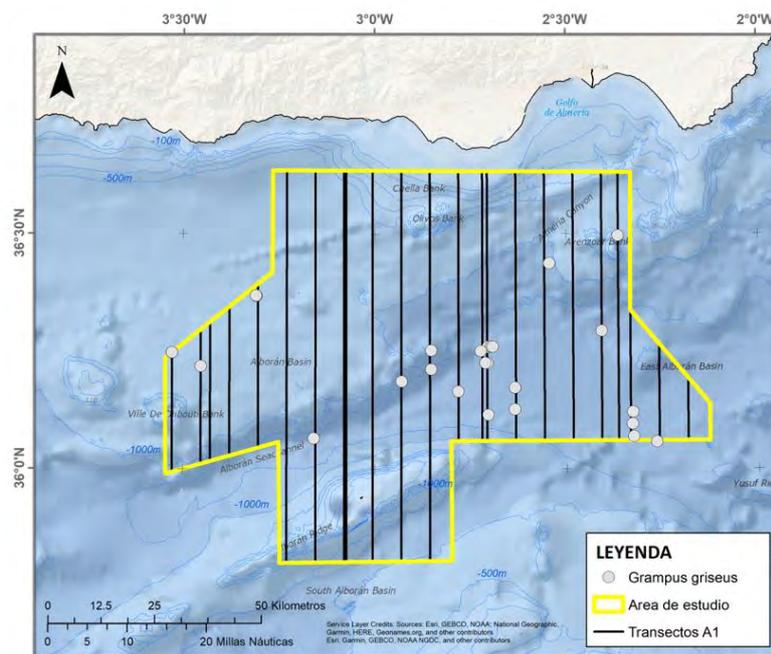


Fig. 24. Avistamientos de calderones grises. Fuente: CIRCE.



Fig. 25. Fotografía de un grupo de zifio de Cuvier. Fuente: Ramón Esteban Muros.

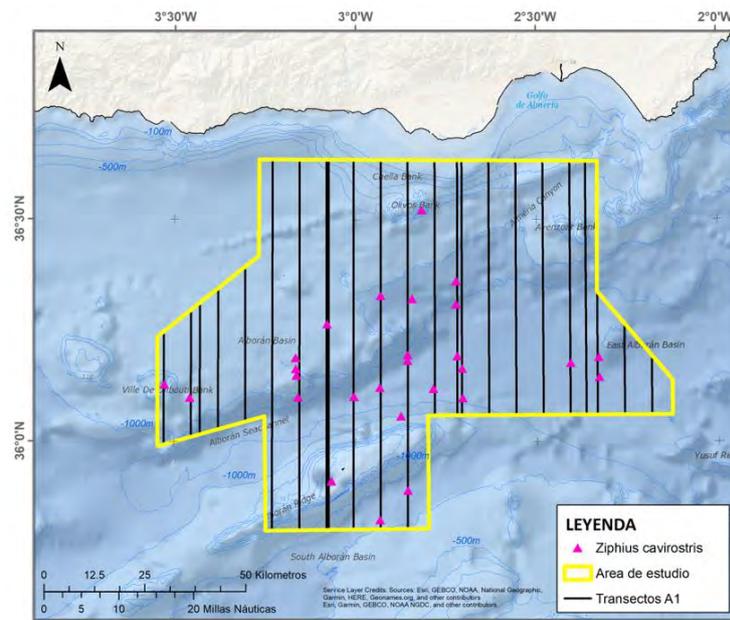


Fig. 26. Avistamientos de zifios de Cuvier. Fuente: CIRCE.



Fig. 27. Fotografía de tortuga boba. Fuente: Ramón Esteban Muros.

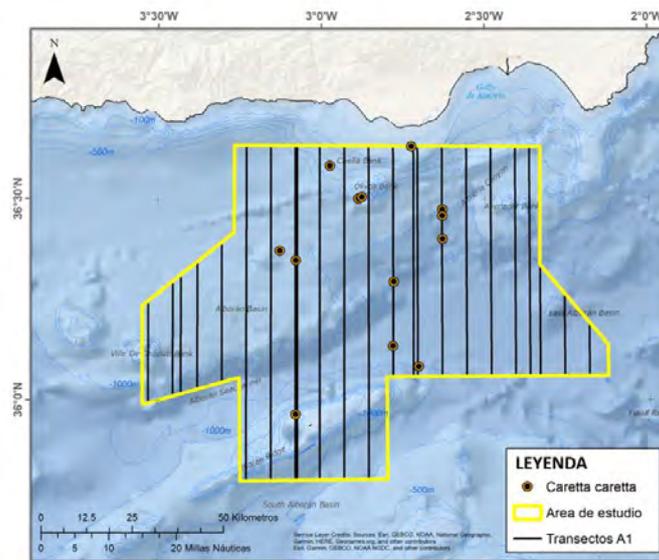


Fig. 28. Avistamientos de tortugas bobas Fuente: CIRCE.

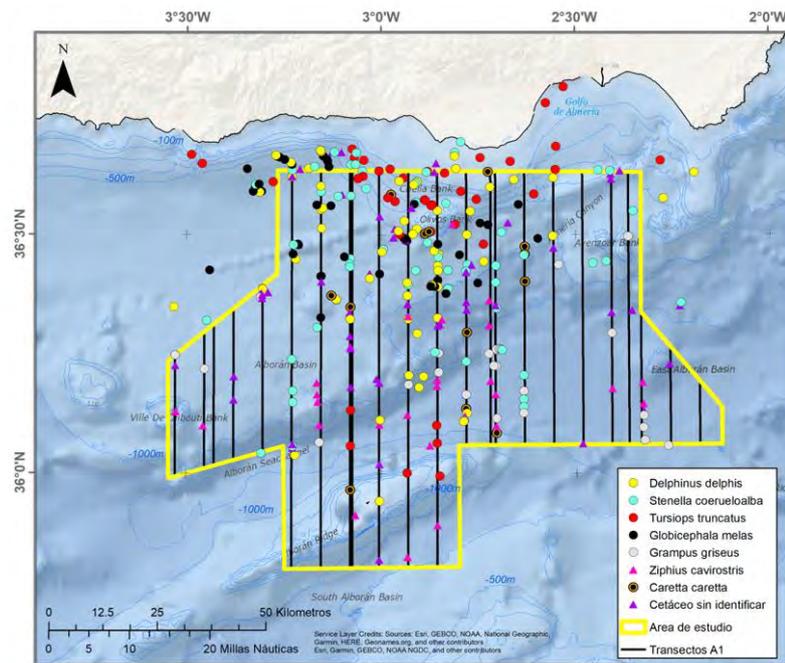


Fig. 29. Total de avistamientos conseguidos en la isla de Alborán. Fuente: CIRCE.

En los mapas de distribución de los avistamientos de cetáceos y tortugas marinas de las especies avistadas en la campaña A2, de manera general se podría indicar que:

- *Delphinus delphis*: Se ha avistado esta especie en toda el área de estudio, siendo una de las especies más observada durante los muestreos y con media de tamaño de grupo de alrededor de 102 individuos.
- *Stenella coeruleoalba*: Este cetáceo se ha avistado en 18 ocasiones, siendo la especie más observada, con una media de tamaño de grupo de 106 individuos.
- *Tursiops truncatus*: Se ha observado en 15 ocasiones, principalmente cerca de la Isla de Alborán y del Seco de los olivos. Destaca su presencia también en aguas de Granada. El tamaño medio de los grupos fue de 21 individuos.
- *Ziphius cavirostris*: Esta especie de gran tamaño ha sido 11 veces avistadas totalizando 28 individuos. Se vieron principalmente en aguas profundas de la zona de estudio, siendo su presencia muy importante, probablemente más que de lo esperado.
- *Globicephala melas*: Esta especie se ha avistado 7 veces en las áreas del Estrecho de Gibraltar con una media de tamaño de grupo de hasta 20 individuos.
- *Grampus griseus*: Se han avistado en 5 ocasiones en pequeños grupos de 5 individuos de media, muy tímidos.
- *Caretta caretta*: Es la única especie de tortuga marina avistada, la cual se ha observado en 13 ocasiones en superficie.

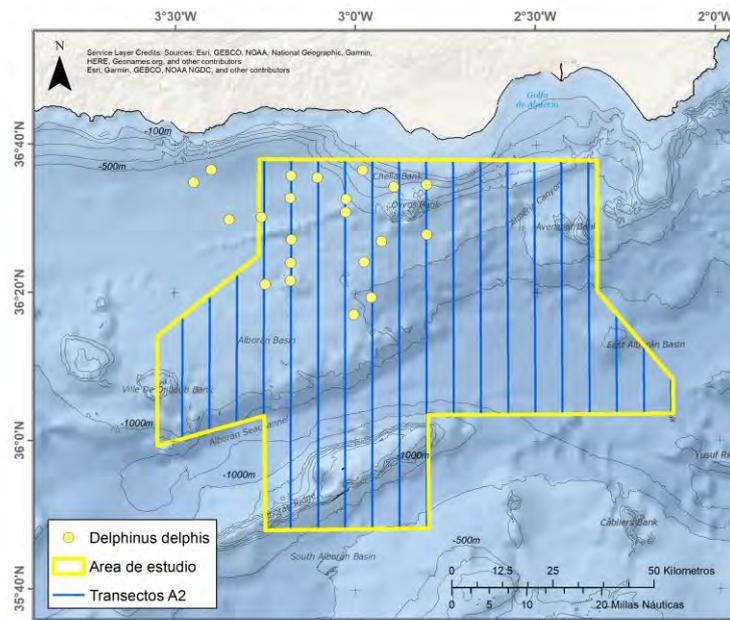


Fig. 30. Avistamientos de delfines comunes. Fuente: CIRCE.

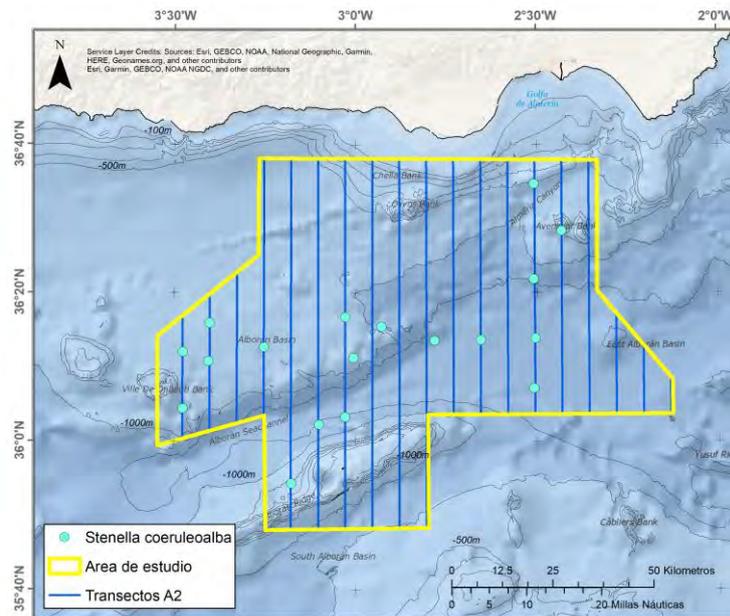


Fig. 31. Avistamientos de delfines listados. Fuente: CIRCE.

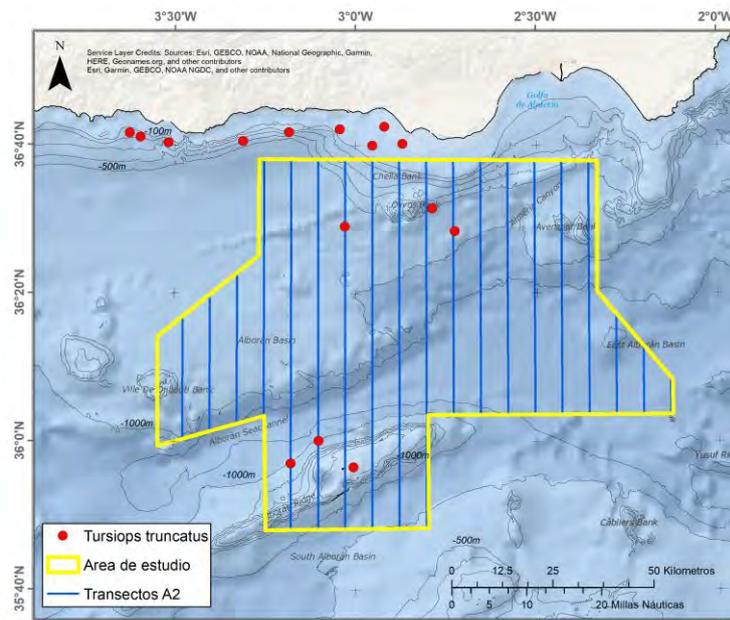


Fig. 32. Avistamientos de delfines mulares. Fuente: CIRCE.

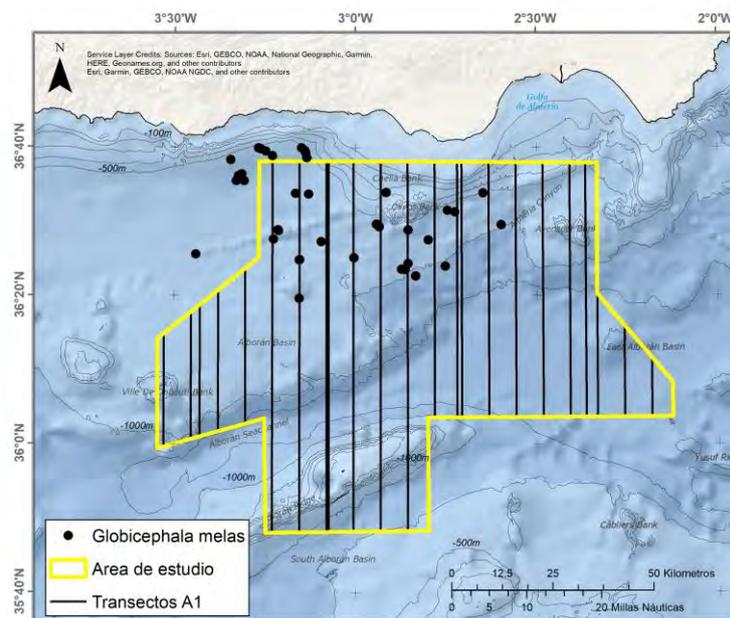


Fig. 33. Avistamientos de calderones comunes. Fuente: CIRCE.

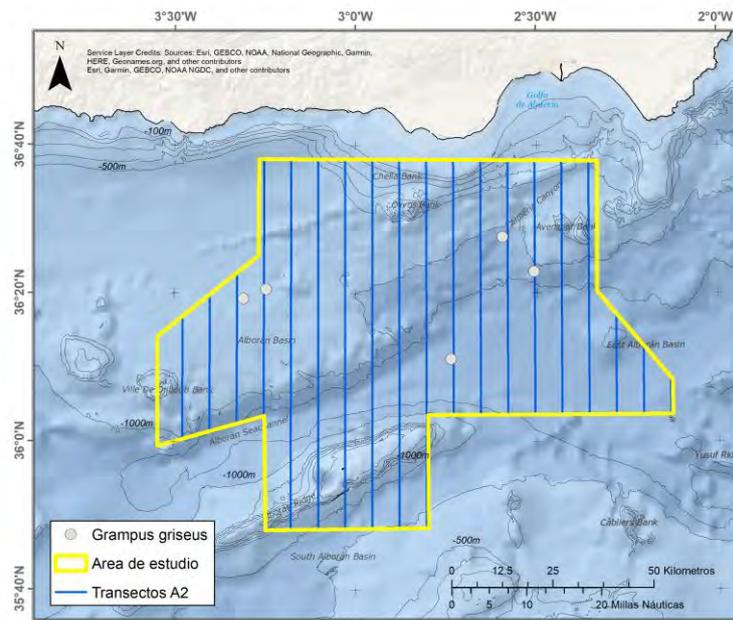


Fig. 34. Avistamientos de calderones grises. Fuente: CIRCE.

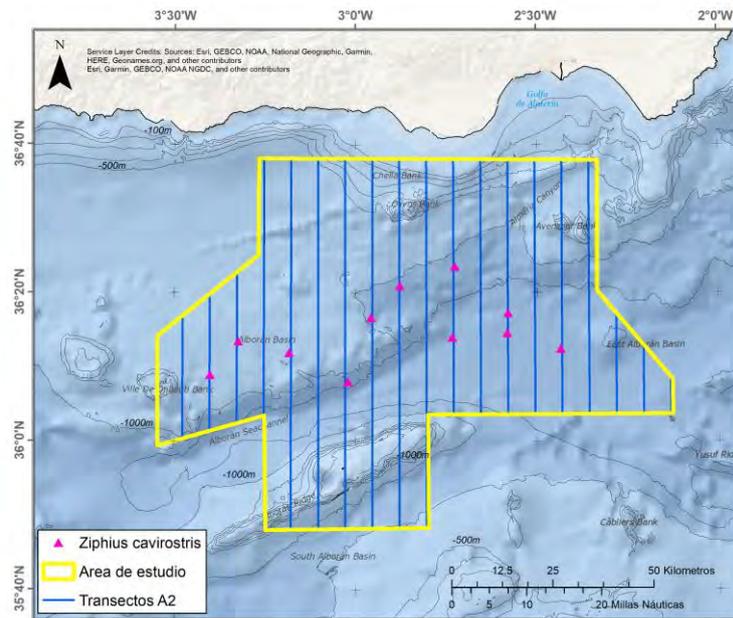


Fig. 35. Avistamientos de zifios de Cuvier. Fuente: CIRCE.

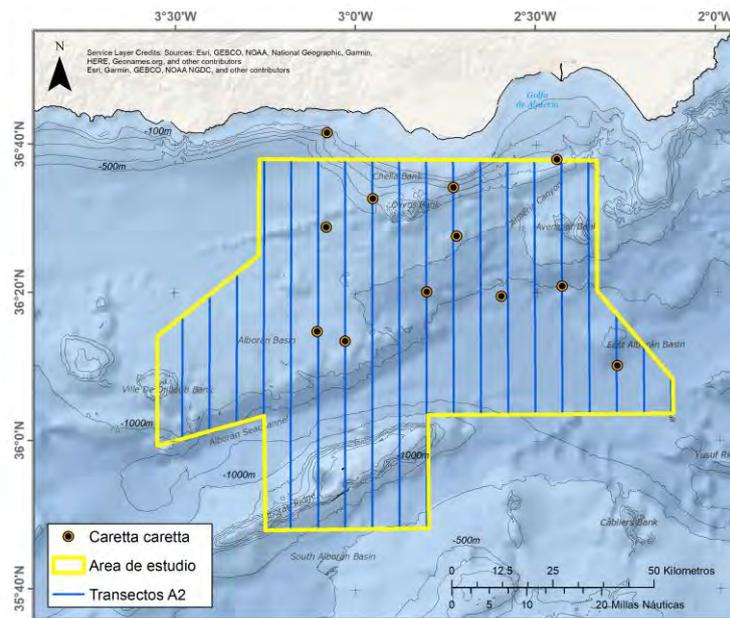


Fig. 36. Avistamientos de tortugas bobas Fuente: CIRCE.

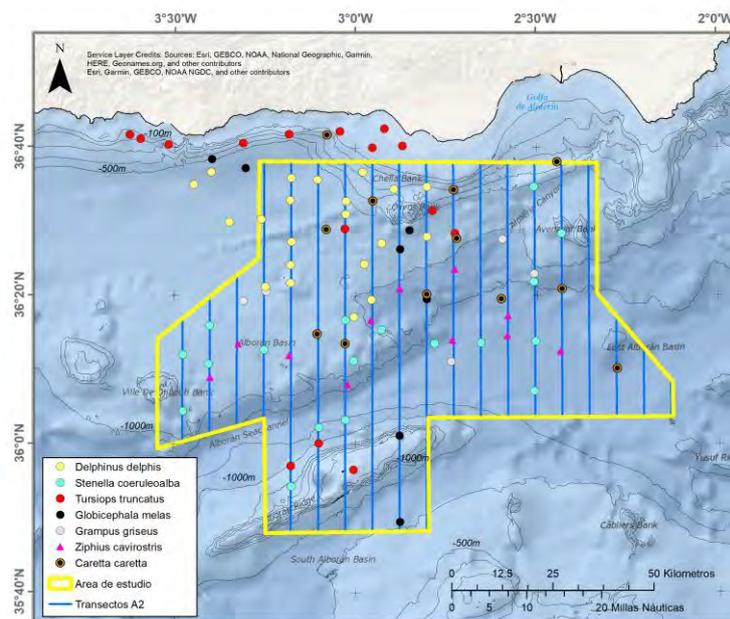


Fig. 37. Total de avistamientos conseguidos en la zona de estudio en la campaña A2. Fuente: CIRCE.

Datos complementarios

4.1.1 Datos de temperaturas

Se realizaron tomas de temperatura de forma continua a través de registradores de temperatura de tipo "Sensus Ultra", que permite tomar un registro de temperatura cada 5 minutos, a través

de arrastre. El sistema se instaló en cada despliegue de hidrófonos lo que ha permitido obtener registros continuos. Durante los avistamientos el termómetro se ha bajado hasta 40 metros de profundidad para poder tomar variaciones de temperatura en aguas más profundas. Si bien los datos profundos durante los avistamientos no fueron útiles, sí que se ha podido utilizar los datos obtenidos en superficie, y éstos se han integrado en los análisis del Punto 6, principalmente en lo que a la modelización de delfines comunes se refiere.



Fig. 38. Registradores de temperatura de tipo Sensus Ultra.



Fig. 39. Despliegue de hidrófono con registrador de temperatura Sensus Ultra

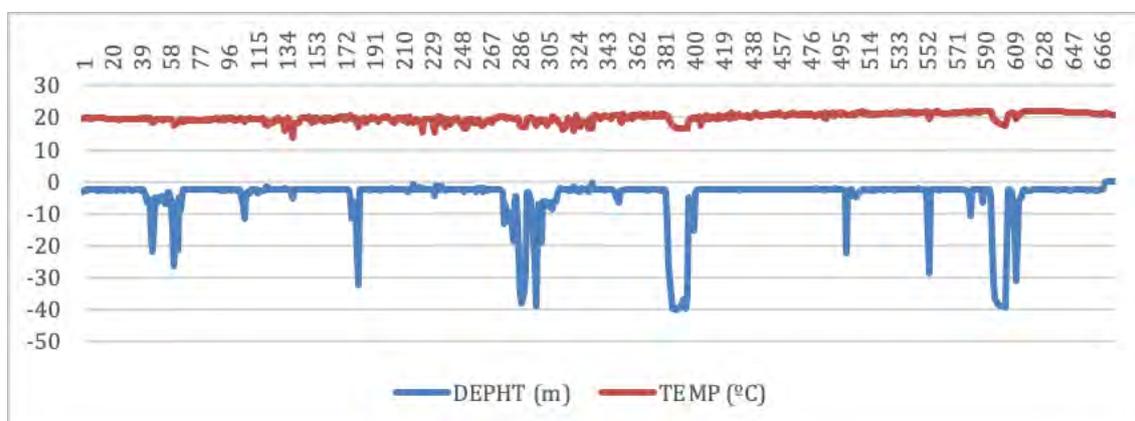


Fig. 40. Ejemplo de registro de temperaturas obtenidos durante las campañas A1. Los registros se toman cada dos minutos Fuente: CIRCE.

4.1.2 Datos de insolación

Datos de insolación:

Se tomaron un total de 623 datos absolutos sobre nubosidad, y registros continuos (191.633 datos) en la primera campaña, y un total de 430 datos absolutos sobre nubosidad, y registros continuos (41.388 datos) en la segunda campaña. Todos ellos se tomaron en la dirección de la ruta de avistamientos con un compás automatizado y visualmente, que van a permitir calcular la insolación absoluta en la ruta de cada uno de los observadores. Por otro lado, estos datos también se han utilizado para calcular las funciones de detección asociadas, no solo a tortugas marinas, sino también al resto de especies de cetáceos. En este sentido, esta toma de datos no fue relevante en los análisis, debido principalmente a las nieblas de la zona, muy importantes, y a que los muestreos se diseñaron para evitar en prácticamente todas las líneas muestreadas el sol de frente. Ninguno de los modelos de creación de funciones de detección tomó esta covariable como problemática.

4.1.3 Datos de registros acústicos:

Datos de registros acústicos:

Después de 300 horas de muestreo acústico, después de un análisis “in situ”, durante los muestreos, y a posteriori, en ningún caso se detectaron cachalotes. Este punto se comenta en el punto 6 sobre distribución espacial.

4.1.4 Presiones

A continuación, se presentan los datos conjuntos de muestreos en el mar obtenidos. Si bien este tipo de análisis resultaba interesante hasta hace unos años, tal como se verá en el punto 9, la masificación en la utilización del sistema AIS hace que los resultados recopilados tan solo se puedan utilizar como calibradores de los datos AIS adquiridos en la zona. En este sentido, en un primer lugar se presentan los datos más importantes obtenidos en el marco de los muestreos realizados y más adelante se detallan (punto 9) los tipos de presiones detectados y se calibran los datos AIS adquiridos en el marco de los trabajos con los datos obtenidos a lo largo de los muestreos. Finalmente, en el documento de delimitación del LIC se detallan los modelos realizados que han alimentado el desarrollo de estos modelos.

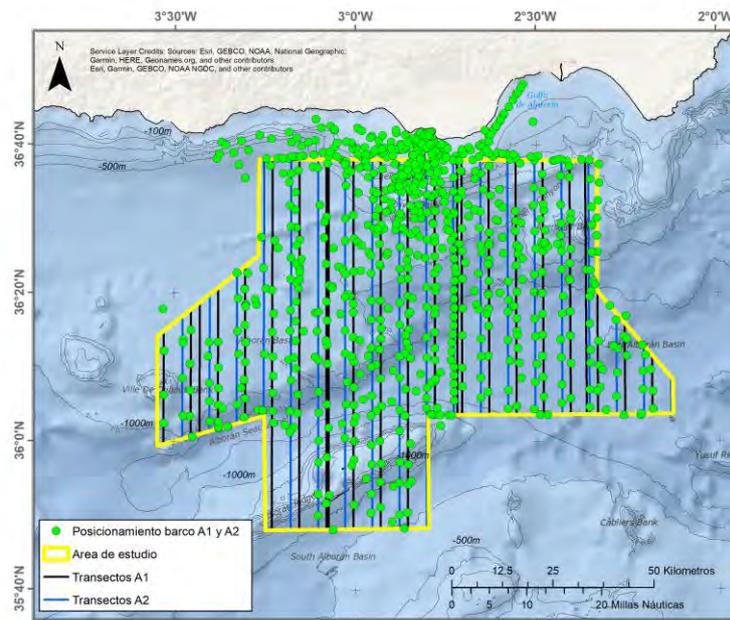


Fig. 41. Muestras realizadas a lo largo de las campañas A1 y A2

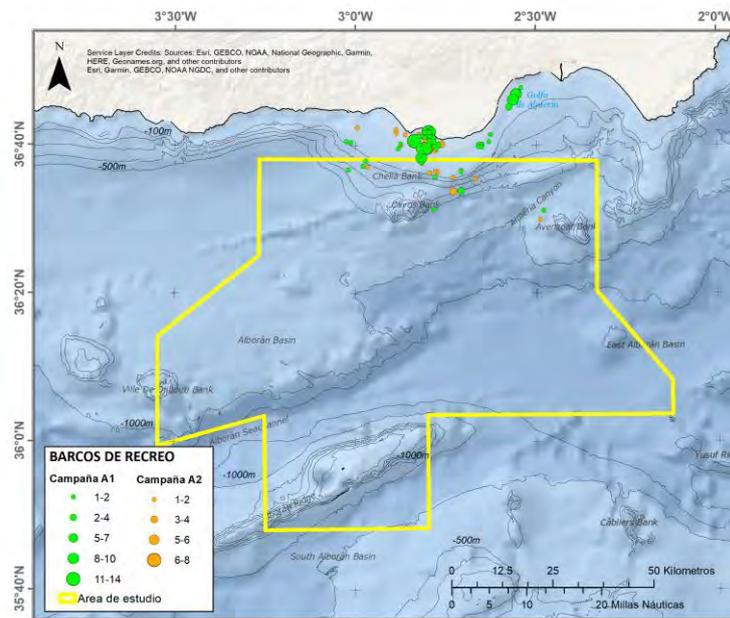


Fig. 42. Detecciones de barcos de recreo

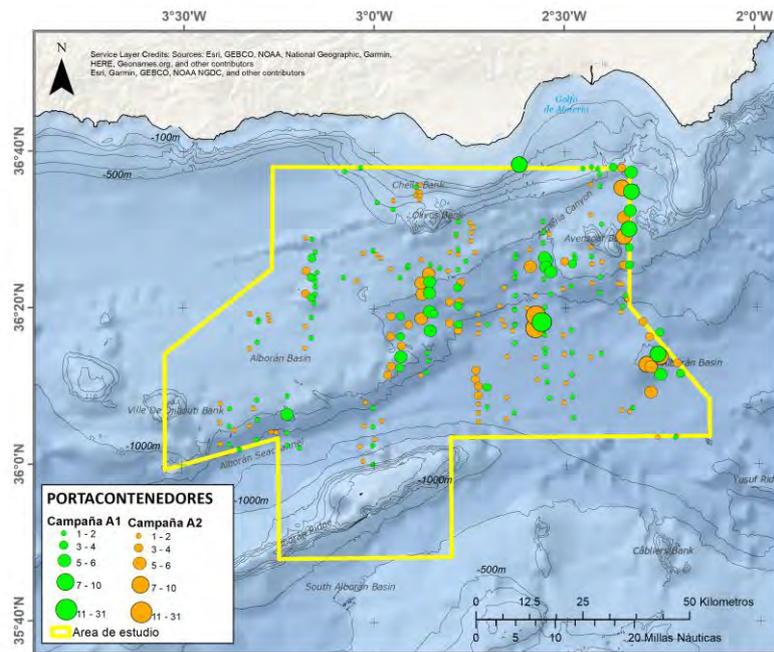


Fig. 43. Detecciones de portaccontenedores

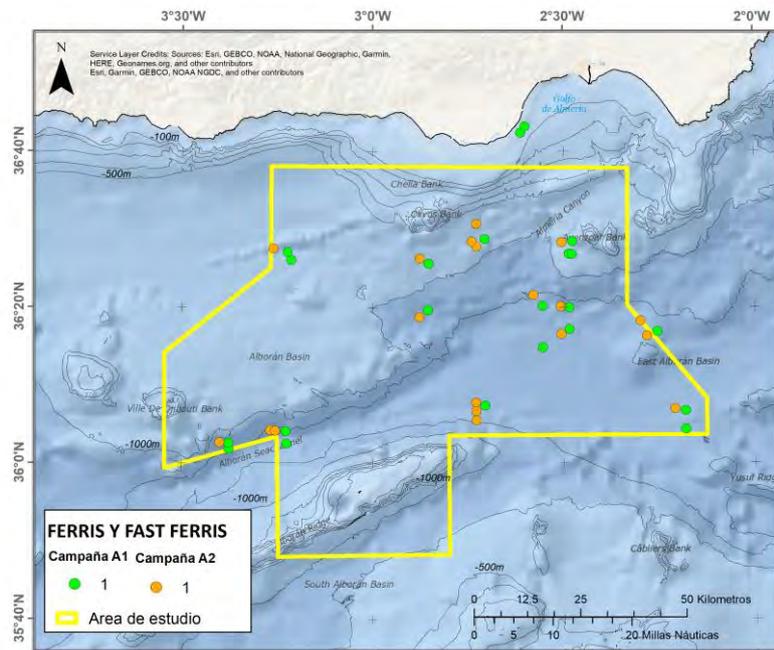


Fig. 44. Detecciones de ferries y fast ferries

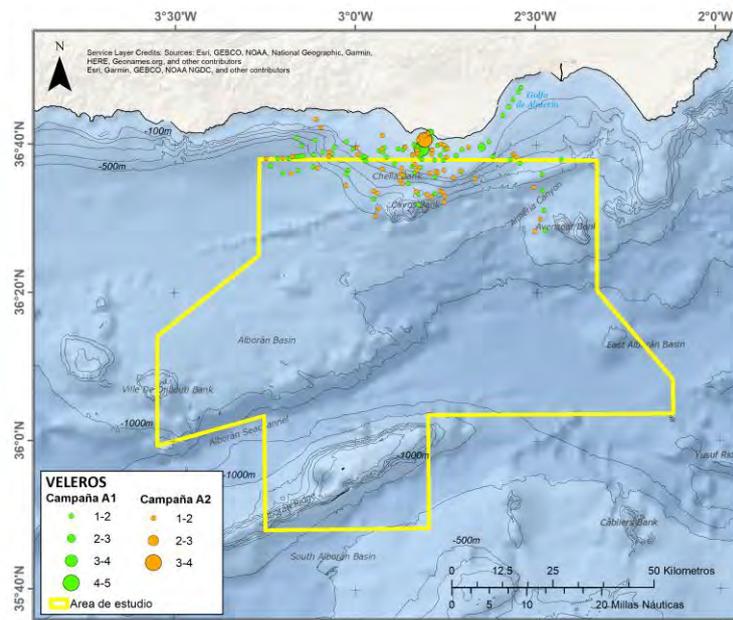


Fig. 45. Detecciones de veleros

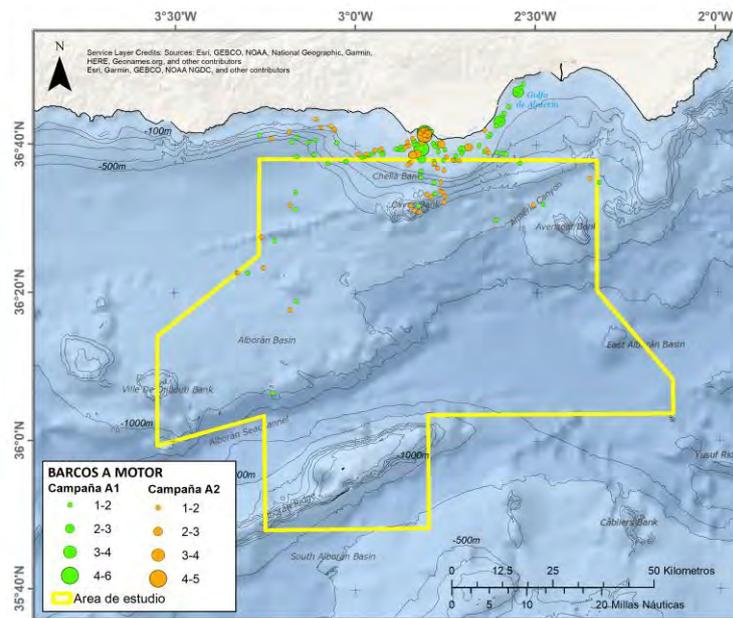


Fig. 46. Detecciones de barcos a motor

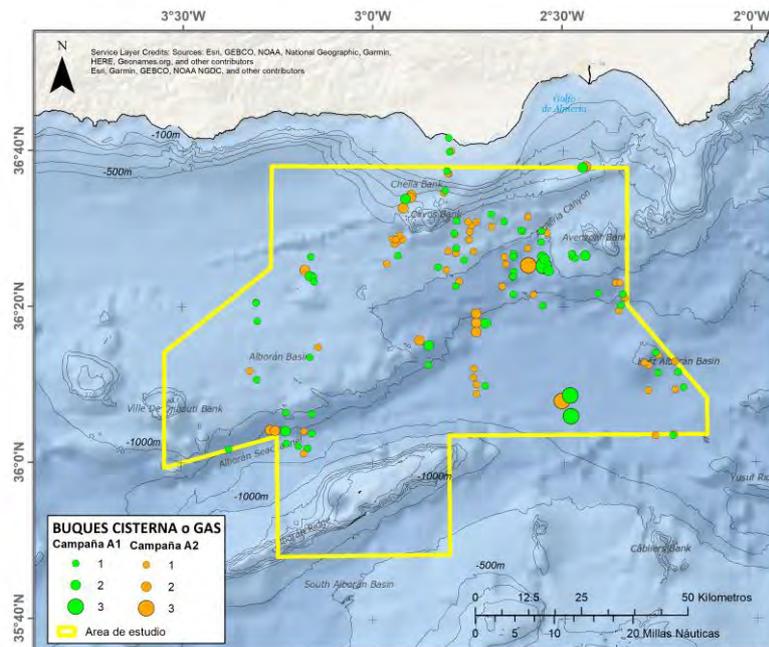


Fig. 47. Detecciones de barcos petroleros o gaseros

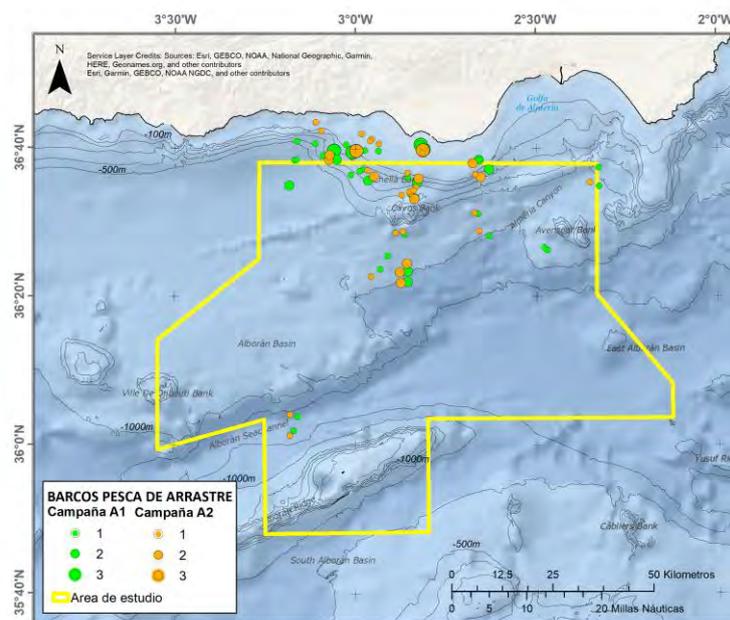


Fig. 48. Detecciones de barcos de pesca de arrastre

Como hemos dicho todos estos datos se han utilizado para calibrar los resultados obtenidos a partir de los datos AIS adquiridos en el marco de los trabajos (a la empresa Vessel Finder). Todo esto se recoge en el punto 9 del presente documento.

5. ¿Cuántos cetáceos hay en la zona?

Abundancias marcaje-recaptura vs distance sampling vs censos

Determinar la abundancia de poblaciones de especies es esencial para evaluar su estado y tomar decisiones informadas sobre su gestión, protección y conservación. Las estimas de abundancia proporcionan información crítica sobre la demografía, la estructura poblacional y la dinámica de las especies, y suelen ser el punto de partida para comprender la ecología de las poblaciones y diseñar estrategias de conservación. A lo largo de los años, los científicos han desarrollado y perfeccionado diversas técnicas para estimar la abundancia de poblaciones, y entre las más prominentes se encuentran el método de marcaje-recaptura, el distance sampling y los censos.

El método de marcaje-recaptura se basa en la premisa de marcar una serie de individuos en una población y, posteriormente, volver a muestrear la población para ver cuántos de esos individuos marcados son recapturados. A partir de estas cifras, es posible estimar la abundancia total de la población. Esta técnica es especialmente útil para especies móviles o esquivas, donde un recuento directo podría no ser factible. Lo más importante es que sientan las bases para poder realizar seguimientos de tendencia poblacional.

Por otro lado, el distance sampling es una técnica que se centra en la detección de individuos en función de su distancia respecto a un observador o línea de transecto. Estos datos se utilizan luego para construir modelos de detección, que permiten estimar la densidad y, por ende, la abundancia de la población en una zona más amplia. Esta técnica es comúnmente utilizada en estudios de aves, mamíferos y otros taxones, especialmente en hábitats amplios y abiertos.

Finalmente, los censos representan recuentos directos de individuos en una población o subconjunto de ella. Estos pueden ser totales, cuando se intenta contar a todos los individuos de una población, o parciales, cuando se toma una muestra representativa. Los censos son particularmente efectivos en áreas confinadas o cuando se trata de especies que son fácilmente visibles y detectables.

Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas, limitaciones y aplicaciones específicas, y su elección dependerá de las características biológicas de la especie en estudio, las condiciones del hábitat y los objetivos de la investigación. Sin embargo, en conjunto, estas técnicas ofrecen a los ecólogos y conservacionistas una caja de herramientas robusta para entender y proteger el mundo natural.

A continuación, se presentan los resultados de las estimas obtenidas por medio de cada uno de los medios.

En primer lugar, y para tener una estima en la zona de estudio de este proyecto, se han aplicado modelos de distance sampling a delfines comunes, listados y mulares, calderones comunes,

calderones grises, zifios y tortugas bobas. Esta estima será representativa de la zona de estudio planteada en el marco de este proyecto y por tanto de la zona que se propondrá como LIC.

De la misma forma, se han actualizado los catálogos de foto-identificación. Cabe resaltar que, al aplicar una metodología de transecto lineal, que prima los kilómetros a realizar sobre el tiempo pasado con los animales, no se han podido establecer resultados de abundancia coherentes, y tan solo se han utilizado los catálogos para poder confirmar el grado de residencia de algunas especies.

Finalmente, para cachalotes y rorcuales comunes, y debido a que son especies migradoras (final de la migración para la primera, y de tránsito para la otra), se ha obtenido un número mínimo de visitantes a la zona, por medio de censo de toda la zona (incluido el Estrecho de Gibraltar), pero en ningún momento se podrá obtener un censo final, al estar ante especies muy móviles y de población abierta, es decir, en la que no podemos hacer un seguimiento a largo plazo por residencia. Además, no se realizó ninguna observación de las especies en cuestión a lo largo del estudio.

Abundancia por medio de distance sampling

5.1.1 Introducción

En el caso de transectos lineales, el observador recorre trayectos en línea recta tomando las distancias perpendiculares del objeto de interés a la línea. Los métodos de transectos lineales, así como los de transectos por banda, pertenecen a la familia de métodos conocidos como "muestreos de distancias". En estos métodos, el observador toma una serie de datos de distancias entre el objeto de interés y el observador o la plataforma que está usando para observar (plataforma es un término genérico; puede tratarse de un barco, un avión, un vehículo terrestre, o aún uno mismo si el relevamiento se hace a pie). Con ese conjunto de distancias se calcula luego la densidad de animales en el área de estudio. Intuitivamente, cuanto mayor sea la distancia medida a los animales u objetos de interés, menor será la densidad, y viceversa. Existe una extensa literatura referida a los fundamentos de la metodología de transectos lineales y sus derivaciones. La revisión más reciente corresponde a Buckland et al. (1993) y a esa puede el lector referirse para encontrar más detalles así como una extensa serie de referencias anteriores.

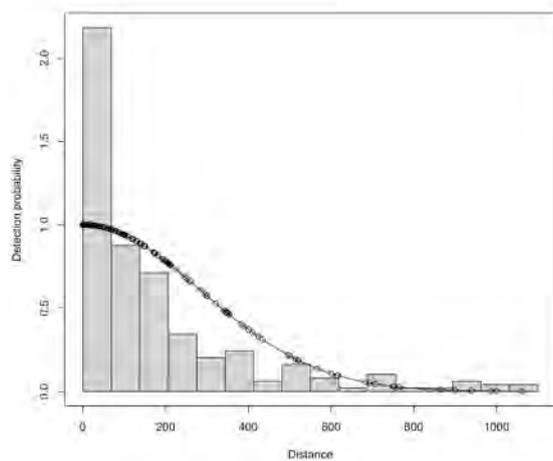
La ventaja de estos métodos es que el observador no está obligado a detectar absolutamente todos los animales que se encuentran en el área de estudio. El método asume que el observador detecta proporcionalmente menos animales a medida que se aleja de la línea, pero que la probabilidad de detectar animales cerca o en la línea es igual a uno (v.g. que todos los animales cercanos y en la línea son detectados).

De todas las alternativas existentes para la evaluación de cetáceos se han planteado la estimación de abundancia mediante transectos lineales ejecutados con la embarcación ELSA.

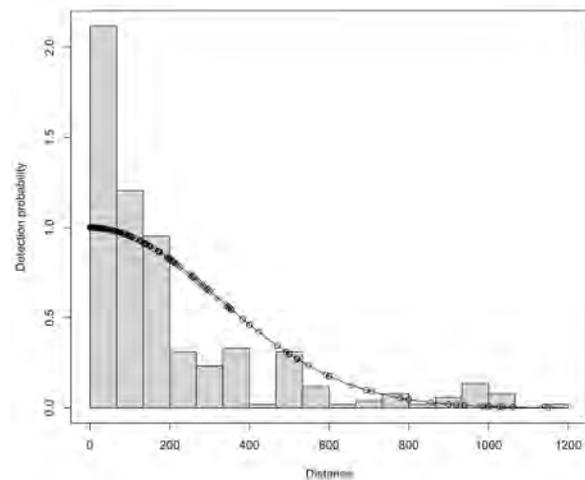
5.1.2 Resultados

Para esta parte del estudio, se han utilizado los muestreos realizados a lo largo de este programa de trabajo, así como datos de muestreos anteriores, que permiten alimentar las funciones de detección desde el tipo de plataformas desde las que trabaja el equipo de CIRCE. Esto permite tener una resolución muchísimo más importante y fina, reduciendo así considerablemente el error y por tanto los coeficientes de variación. Tan solo se ha generado una función de detección nueva para calderones grises, tortugas bobas y zifios de Cuvier, especies para las que no se tenían datos hasta la fecha. Los datos relativos a los muestreos se pueden ver en la tabla siguiente. La ESW, o ancho de banda efectivo, se puede ver a continuación, por tanto, y son parecidos a este tipo de embarcación, estando en alrededor de un kilómetro para cachalotes y rorcuales, y sobre 400 metros para el resto de las especies.

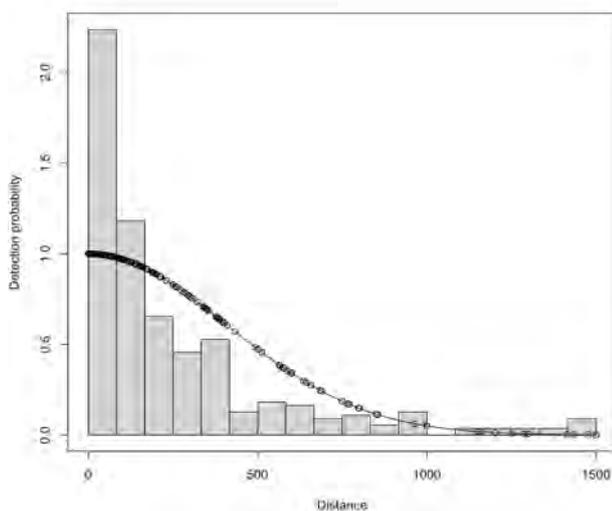
A continuación, se pueden apreciar las funciones de detección de cada una de las especies generales. Para este estudio tan solo se utilizaron las funciones de detección asociadas a estados de mar de Douglas de valor 2 hacia abajo, y se puede apreciar el bajo error estándar (SE).



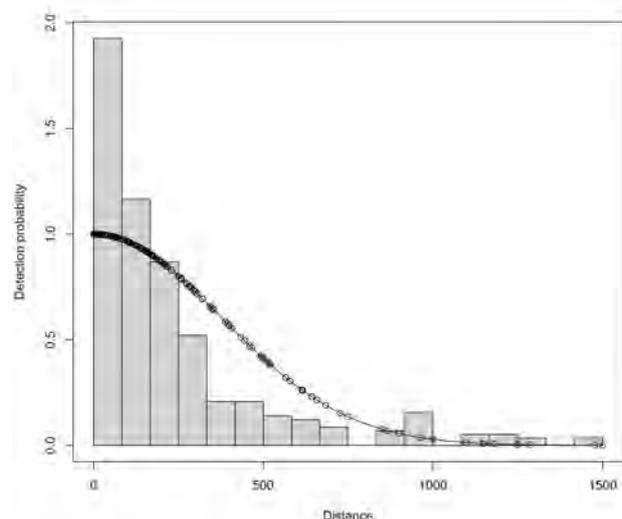
Delfines comunes



Delfines listados

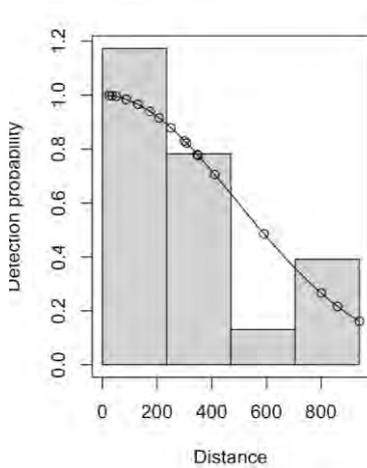


Delfines mulares

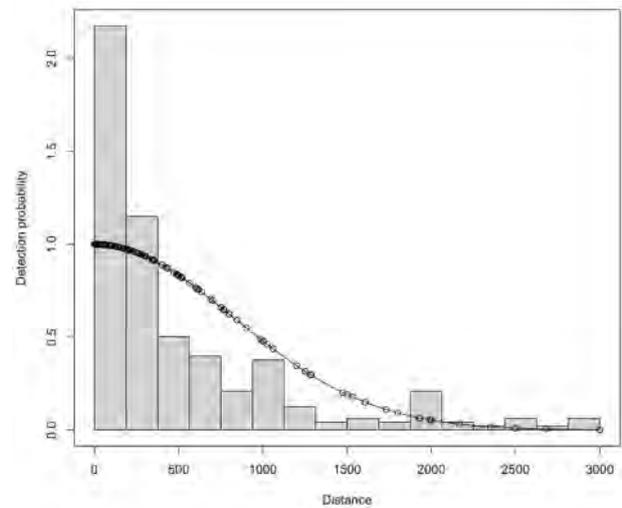


Calderones comunes

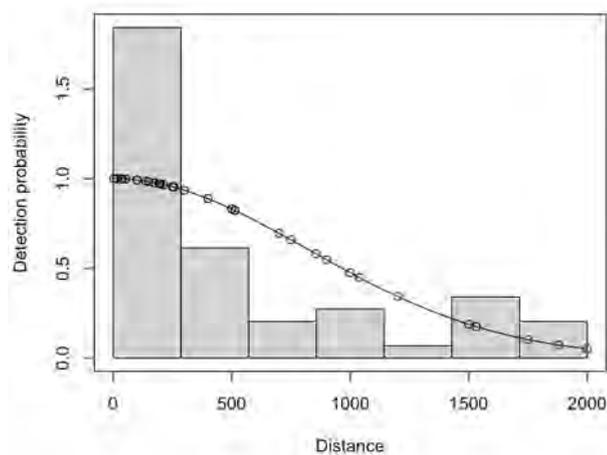
Fig. 49. Funciones de detección de especies más comúnmente observadas en el Mar de Albrán. Y Estrechoiz



Zifios de Cuvier



Cachalotes



Rorcuales comunes

Fig. 50. Funciones de detección de especies menos comunes observadas en el Mar de Albrán. Y Estrechoiz

De la misma forma, se puede observar una tabla con los resultados numéricos, y una serie de gráficos que representan las estimas, tanto al final del verano como en invierno-primavera.

Tabla 9. Resumen de resultados de abundancia de cada especie por medio de transecto lineal

campana	Especie	Km LT	Avistamientos	Total numero de individuos	Tamaño grupo	ESW95min(m)	ESW(m)	ESW95max(m)	Area (km2)	Densidad 95%km/h	point estimate	Densidad 95% max	Estima min	Estima point estimate	Estima max
A1	<i>Caretta caretta</i>	1 336	13	13	1	23	40	67	7 707	0,036669	0,021085	0,012588	283	163	97
A1	<i>Delphinus delphis</i>	1 336	58	7 758	134	246	356	566	7 707	2,045970	1,413788	0,889238	15 768	10 896	6 853
A1	<i>Globicephala melas</i>	1 336	43	853	20	320	356	466	7 707	0,172935	0,155447	0,118754	1 333	1 198	915
A1	<i>Grampus griseus</i>	1 336	28	138	5	340	420	644	7 707	0,026332	0,021316	0,013902	203	164	107
A1	<i>Stenella coeruleoalba</i>	1 336	60	11 044	184	283	403	523	7 707	2,531772	1,777895	1,369965	19 512	13 702	10 558
A1	<i>Tursiops truncatus</i>	1 336	41	735	18	298	398	498	7 707	0,160013	0,119809	0,095751	1 233	923	738
A1	<i>Ziphius cavirostris</i>	1 336	28	69	2	165	344	803	7 707	0,027130	0,013013	0,005575	209	100	43
A2	<i>Caretta caretta</i>	1 118	13	17	2	23	40	67	7 707	0,047952	0,027572	0,016461	370	213	127
A2	<i>Delphinus delphis</i>	1 118	21	2 146	102	165	344	803	7 707	0,843782	0,404721	0,173380	6 503	3 119	1 336
A2	<i>Globicephala melas</i>	1 118	7	505	72	165	344	803	7 707	0,198560	0,095240	0,040800	1 530	734	314
A2	<i>Grampus griseus</i>	1 118	5	27	5	165	344	803	7 707	0,010616	0,005092	0,002181	82	39	17
A2	<i>Stenella coeruleoalba</i>	1 118	18	1 907	106	165	344	803	7 707	0,749810	0,359647	0,154071	5 779	2 772	1 187
A2	<i>Tursiops truncatus</i>	1 118	15	317	21	165	344	803	7 707	0,124641	0,059784	0,025611	961	461	197
A2	<i>Ziphius cavirostris</i>	1 118	15	56	3	165	344	803	7 707	0,022019	0,010561	0,004524	170	81	35

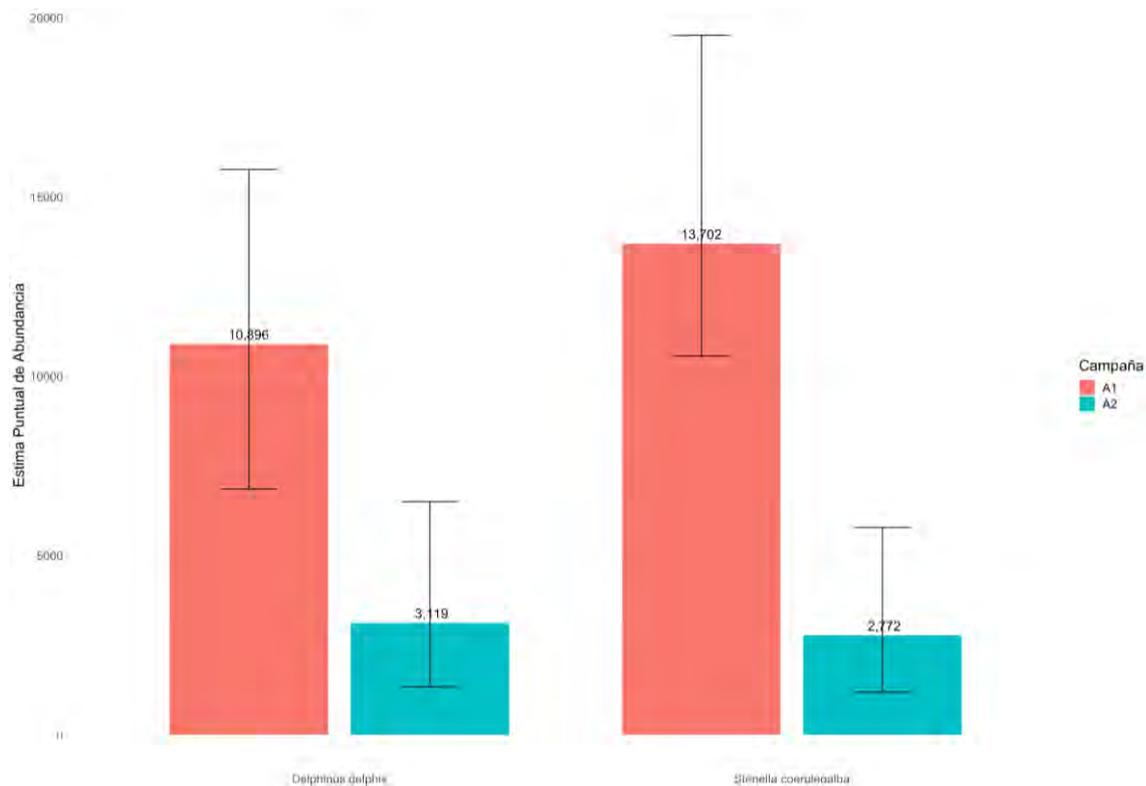


Fig. 51. Estimaciones de abundancia en las campañas A1 y A2 de delfines comunes y delfines listados comunes. Incluye intervalos de confianza al 95%

En este caso, las estimaciones de abundancia que se han obtenido coinciden notablemente con las proporcionadas por Ana Cañadas durante sus investigaciones entre 1992 y 2010 para los meses de verano. Es relevante destacar que, por primera vez, contamos con datos confiables para el periodo de finales de invierno y comienzos de primavera. **Durante este intervalo, hemos observado una reducción en la abundancia de 10,000 y 13,000 individuos para delfines comunes y listados, respectivamente, a cifras de 3,000 y 2,700 individuos.**

Durante el verano, ambas especies se asociaron con bancos de peces voladores, comportamiento similar al observado en aguas del Estrecho de Gibraltar. En este último lugar, también se ha notado una disminución en el número de individuos de estas dos especies durante las mismas épocas del año. Estos patrones sugieren un posible proceso migratorio de estas especies a lo largo de la Demarcación del Estrecho Alborán.

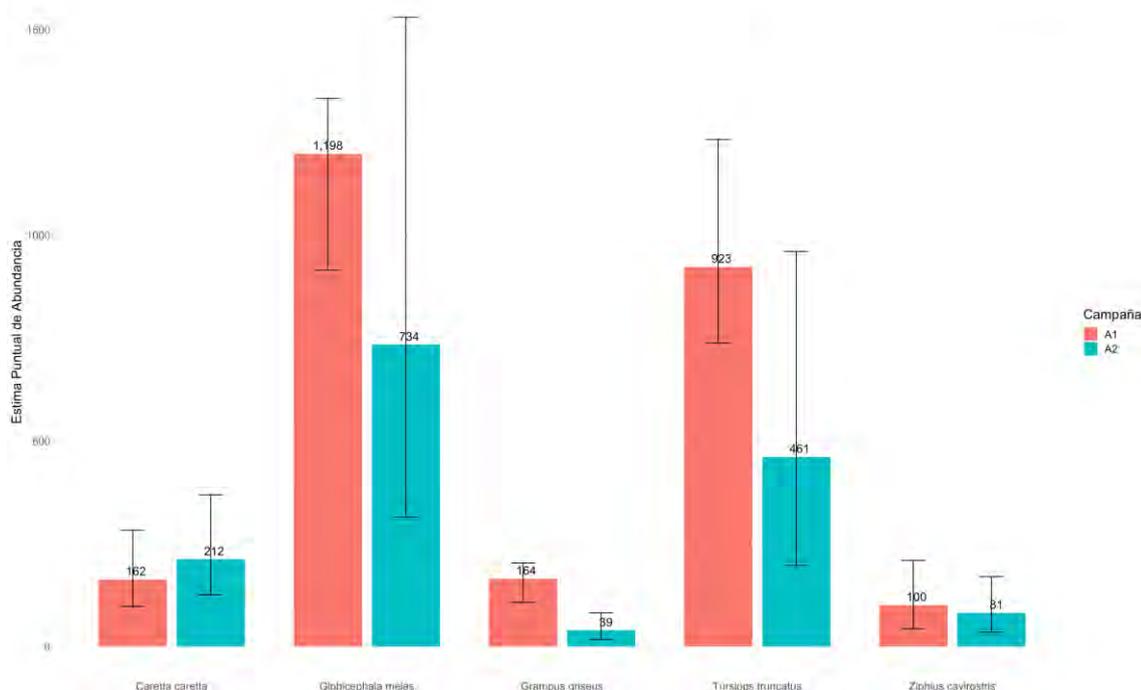


Fig. 52. Estimaciones de abundancia en las campañas A1 y A2 de tortugas bobas, calderones comunes, calderones grises, delfines mulares, y zifios de Cuvier. Incluye intervalos de confianza al 95%

En el segundo gráfico se evidencia que la abundancia de cada especie no muestra cambios significativos entre los dos periodos. En particular, destaca la abundancia de calderones comunes. Es relevante señalar que, aunque las medias puedan parecer diferentes, si los intervalos de confianza se superponen, las estimaciones no se consideran distintas.

La primera estimación de abundancia de tortugas bobas nos indica una presencia cercana a los 200 individuos en la zona estudiada.

Por otro lado, la estimación de calderones comunes es consistente con registros previos y sugiere la presencia de 3 o 4 clanes en la región, asumiendo un tamaño promedio de clan para el área. Estos clanes representarían un rango de 500 a 1300 individuos en la zona de estudio.

En cuanto a los zifios de Cuvier, la estimación de abundancia realizada resulta en un **número aproximado de entre los 80 y 100 individuos en el área de estudio.**

Tanto los calderones grises como los zifios de Cuvier tienden a pasar largos periodos de tiempo sumergidos. Debido a la ausencia de niveles de G(0) para esta área, que indicaría el porcentaje de tiempo que estas especies pasan en superficie, **es plausible que la estimación actual pueda ser dos o incluso tres veces menor que la real.** No obstante, esta estimación está en línea con estudios previos realizados por Ana Cañadas.

Para concluir, la presencia detectada de entre **400 y 1000 delfines mulares** refuerza la importancia de esta región para la especie, que está incluida en el anexo 2 de la Directiva Hábitat.

Catálogos de identificación fotográfica de delfines mulares y calderones comunes.

5.1.3 Catálogo de foto-identificación

A modo de recuerdo, se presentan las fotografías tomadas a lo largo de los muestreos tanto en la primera campaña como en la segunda.

Tabla 4. Avistamientos obtenidos en la campaña A1. Fuente: CIRCE

Campaña	Especie	Avistamientos	Total individuos	Tamaño medio de grupos	Fotos	Ratio fotos/individuo
A1	<i>Caretta caretta</i>	13	13	1		
A1	<i>Delphinus delphis</i>	58	7 758	134		
A1	<i>Globicephala melas</i>	43	853	20	12 970	15
A1	<i>Grampus griseus</i>	28	138	5	2 997	22
A1	MIXED SMALL DOLPHINS	54	4 973	92		
A1	<i>Stenella coeruleoalba</i>	60	11 044	184		
A1	<i>Tursiops truncatus</i>	41	735	18	12 648	17
A1	<i>Ziphius cavirostris</i>	28	69	2	1 384	20
A1	Total general	325	25 583		29 999	

Tabla 5. Avistamientos obtenidos en la campaña A2. Fuente: CIRCE

Campaña	Especie	Avistamientos	Total individuos	Tamaño medio de grupos	Fotos	Ratio fotos/individuo
A2	<i>Caretta caretta</i>	13	13	1		
A2	<i>Delphinus delphis</i>	21	2146	102		
A2	<i>Globicephala melas</i>	7	505	72	5000	10
A2	<i>Grampus griseus</i>	5	27	5	100	4
A2	<i>Stenella coeruleoalba</i>	18	1907	106		
A2	<i>Tursiops truncatus</i>	15	317	21	2000	6
A2	<i>Ziphius cavirostris</i>	11	28	3	2330	83
	Total general	90	4943		9430	

Una vez analizadas las fotografías, se presentan las fotografías disponibles para realizar análisis que se consiguieron para cada una de las especies.

campana	Especie	Avistamientos	Total numero de individuos	Avistamientos	Total numero de individuos	Fotografias realizadas total	Fotografias de categoria 3	Estima de abundancia	Individuos identificados	Recapturas entre A1 y A2
A1	<i>Caretta caretta</i>	13	13	13	17			163	0	0
A1	<i>Delphinus delphis</i>	58	7 758	21	2146			10 896	0	0
A1	<i>Globicephala melas</i>	43	853	7	505	12970	1483	1 198	48	3
A1	<i>Grampus griseus</i>	28	138	5	27	2997	230	164	5	0
A1	<i>Stenella coeruleoalba</i>	60	11 044	18	1907			13 702	0	0
A1	<i>Tursiops truncatus</i>	41	735	15	317	12648	2091	923	34	2
A1	<i>Ziphius cavirostris</i>	28	69	15	56	1384	20	100	3	0
A2	<i>Caretta caretta</i>	13	17	13	17			213		0
A2	<i>Delphinus delphis</i>	21	2 146	21	2 146	0	0	3 119		0
A2	<i>Globicephala melas</i>	7	505	7	505	434	303	734	23	3
A2	<i>Grampus griseus</i>	5	27	5	27	123	123	39	2	0
A2	<i>Stenella coeruleoalba</i>	18	1 907	18	1 907			2 772		0
A2	<i>Tursiops truncatus</i>	15	317	15	317	2498	2498	461	32	2
A2	<i>Ziphius cavirostris</i>	15	56	15	56	1203	201	81	3	0

En la metodología de transecto lineal, el principal objetivo es recorrer distancias predeterminadas para estimar la densidad y abundancia de las especies objetivo. Este enfoque tiene claras ventajas al permitirnos cubrir grandes áreas y obtener una imagen representativa de la distribución de los animales en un espacio determinado. Sin embargo, este método también presenta limitaciones, especialmente cuando el objetivo secundario es la recolección de datos adicionales, como fotografías de alta calidad.

Cuando se realiza un transecto lineal, el tiempo y el esfuerzo se centran en recorrer la distancia predeterminada, en lugar de detenerse y pasar tiempo prolongado con grupos específicos de animales. Esta dinámica reduce significativamente la oportunidad de tomar una gran cantidad de fotografías de individuos específicos, lo que es esencial para técnicas como la identificación fotográfica.

La identificación fotográfica es una técnica poderosa que se basa en la premisa de que cada animal tiene marcas distintivas que se mantienen a lo largo del tiempo, actuando como una "huella digital". Para que esta técnica sea efectiva y proporcione estimaciones fiables, es necesario contar con un gran volumen de fotografías de alta calidad para garantizar re-capturas y, así, poder calcular la abundancia de una población. Con el número limitado de re-capturas obtenidas a través del transecto lineal, resulta difícil obtener estimaciones de abundancia coherentes y confiables utilizando sólo la identificación fotográfica y, por ello, los resultados fotográficos se combinan con los resultados obtenidos durante el transecto lineal.

A pesar de estas limitaciones, las fotografías obtenidas durante los transectos lineales siguen siendo valiosas. Estas imágenes, aunque no sean suficientes para estimaciones de abundancia, son útiles para estudios de tasas de supervivencia. La tasa de supervivencia es un parámetro crucial en ecología de poblaciones y proporciona información sobre la longevidad y mortalidad en una población determinada. Sin embargo, es crucial entender que, debido al gran número de individuos en algunas poblaciones, para obtener variaciones estimables en las tasas de supervivencia con intervalos de confianza coherentes, es necesario un seguimiento prolongado. Específicamente, se necesitarían seguimientos de 5 a 10 años para comenzar a observar variaciones significativas.

En conclusión, aunque el transecto lineal es una herramienta valiosa para la estimación de la abundancia y distribución, su naturaleza limita la capacidad de recolectar grandes volúmenes de datos fotográficos. Por lo tanto, es esencial combinarlo con otros métodos o adaptar la estrategia para cumplir objetivos específicos.

5.1.4 Foto-identificación de los individuos más comúnmente identificados y por especies

En el marco de un programa de comparación con catálogos locales, lo que sí que se ha podido establecer son los individuos que se suelen observar más característicos de la zona que nos permiten. Se presentan una serie de ejemplos.

5.1.4.1 Delfines comunes

A continuación, se presentan algunos de los individuos más comúnmente identificados, y se relaciona los nombres comunes con que se les ha asociado en el informe de avistamiento.



Fig. 53. DD-GRA-.001



Fig. 54. DD-GRA-.002

5.1.4.2 Delfines mulares



Fig. 55. TT-GRA-001



Fig. 56. TT-GRA-002



Fig. 57. TT-GRA-003



Fig. 58. TT-GRA-004

5.1.4.3 Calderones grises



Fig. 59. GG-GRA-001



Fig. 60. GG-GRA-.002

5.1.4.4 calderones comunes

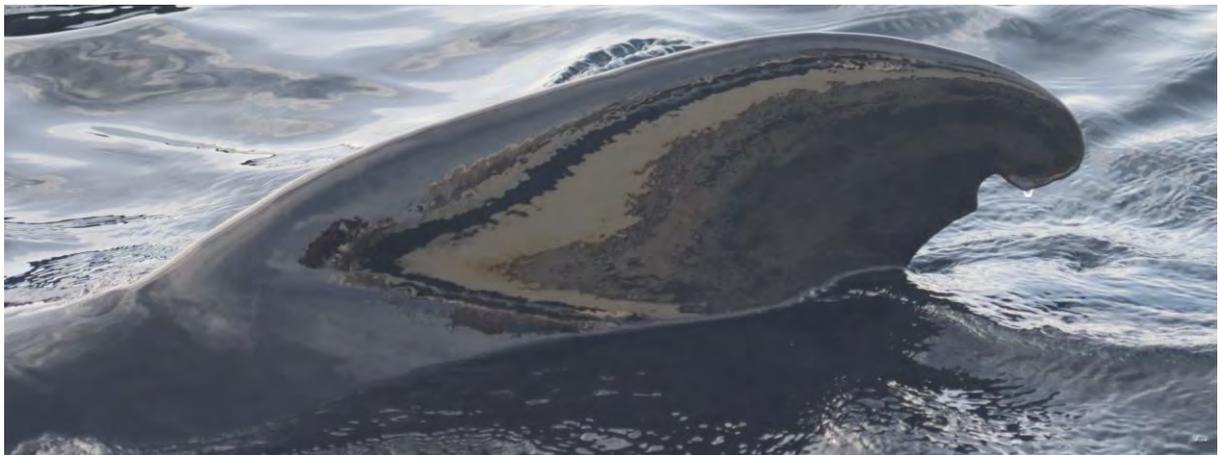


Fig. 61. GM-GRA-.001



Fig. 62. GM-GRA-.002



Fig. 63. GM-GRA-.003

5.1.4.5 Zifios de Cuvier



Fig. 64. ZC-GRA-.001



Fig. 65. ZC-GRA-.002

Todos los catálogos se pueden acceder en el siguiente link:

<https://www.dropbox.com/scl/fo/4t0h034axdyvww3zaxrni/h?rlkey=w0nwbkghmb5bkp0zhk8n5nuqi&dl=0>



Cachalotes y rorcuales comunes

Como se ha comentado, tanto cachalotes como rorcuales comunes utilizan la cuenca de forma generalizada, en el caso primero para alimentarse, pero con una movilidad que puede llegar desde el Estrecho hasta las islas baleares, y en el segundo siendo únicamente, hasta la fecha al menos, identificado como una zona de paso.

Especies como calderones grises, cachalotes y rorcuales, con una abundancia muchísimo menor para el primer caso, y una presencia de tipo abierto en el segundo y tercero, no se pueden beneficiar de modelos de marcaje recaptura al uso. Por ello, en estos casos, se han aplicado simplemente censos en el primero de los casos y número mínimo de individuos en el segundo. En el caso del rorcual, no se han obtenido datos suficientes para hacer estimas de abundancia (ver más adelante).



Fig. 66. Aleta caudal de cachalote amanita en el Estrecho



Fig. 67. Aleta dorsal de rorcual común en el Estrecho

5.1.5 Cachalotes

Se presentan seguidamente datos obtenidos tanto en el Estrecho como en el Mar de Alborán. Un total de 5449 aletas caudales y dorsales fueron analizadas entre 1999 y 2023. **Se identificaron 89 individuos en el total del catálogo. Algunos individuos han sido observados todos los años desde 1999, utilizando el Estrecho de Gibraltar y Mar de Alborán como zona de alimentación. Este hecho, unido a que no han sido observados transitando a través del Estrecho, otorga una gran fidelidad por el hábitat, sobre todo en las épocas de primavera-verano.**¹ En el caso de los análisis de cachalotes, no se puede establecer el porcentaje de residencia al no haberse realizado un estudio en profundidad. Si que se sabe que al menos el 54% de los individuos fue visto en más de una ocasión en el Estrecho, con una tasa de recaptura para esos individuos importante, es decir, que hay algún tipo de prevalencia por la zona. Sin embargo, al ser una especie con una distribución espacial tan amplia, no se puede concluir grados de residencia en profundidad. También hay nuevos individuos que se pueden ver un año y parece que no vuelven más o que sólo pasan un tiempo limitado en la zona, lo que no nos permite identificarlos si no se muestrea durante su periodo de estancia en el Estrecho cuando se alimentan. **Lo que sí se puede asegurar es que usan el área para su alimentación, ya que siempre se han visto en comportamiento de alimentación, esto es con avistamiento de menos de 10 minutos, con individuos hiperventilando e inmersiones de alrededor de 40 minutos de duración. En el Estrecho de Gibraltar y el Mar de Alborán, los cachalotes exhiben un comportamiento de alimentación característico, aprovechando las aguas profundas y productivas de la región. Estas áreas son conocidas por su diversidad biológica y abundancia de presas, lo que atrae a los cachalotes en busca de alimento. Estos mamíferos marinos, que son especialistas en la caza de calamares gigantes y otros cefalópodos, realizan inmersiones profundas y prolongadas en busca de sus presas. Para ello, utilizan ecolocación para detectar sus presas en las oscuras profundidades, emitiendo clics sonoros que les permiten mapear el entorno submarino. Su comportamiento de alimentación en estas aguas se caracteriza por inmersiones estratégicas y períodos de descanso en la superficie, donde pueden ser avistados**

¹ Los individuos identificados en el área, también lo han sido en aguas del resto del Mediterráneo a través del Catálogo de cachalotes del Mediterráneo y Atlántico Norte y el programa europeo Europhlukes ("Europhlukes: Initiating a European Network to Develop an European Cetacean Photo-id System and Database" EVR1-2001-00015)

esporádicamente mientras se recuperan y socializan. El Estrecho de Gibraltar y el Mar de Alborán sirven como hábitats fundamentales para estos magníficos cetáceos, ofreciendo condiciones óptimas para satisfacer sus necesidades alimenticias. Aunque no se observan a lo largo de todo el año, los mismos individuos se observan durante varios meses (hasta 9 meses) en la zona central del Estrecho, lo que indica que el Estrecho es una zona importante para algunos individuos de cachalotes. Es muy probable que el área del mar de Alborán también lo sea, como se podrá ver en el punto 6 sobre distribución espacial.



Fig. 68. PM-GRA-.001. Amanita



Figure 1. Individuals from the Strait of Gibraltar resighted in the Mediterranean Sea. Numbers indicate chronological order of observation.

Fig. 69. Individuos del Estrecho de Gibraltar observados en el Mediterráneo, Carpinelli et al 2014



Fig. 70. PM_GIB_021 en el Estrecho de Gibraltar



Fig. 71. PM_GIB_021 en el Mar de Liguria también avistado en el Estrecho

5.1.1 Rorcuales comunes

No se han obtenido datos suficientes para poder realizar una estima de la especie en el área de estudio, por lo que se remitirá a los resultados incorporados al primer informe relativos a estos trabajos para esta especie en lo que al diseño de medidas de gestión se refiere. **Hasta el 2022 serían alrededor de 68 los rorcuales incluidos en los catálogos.**

Resumen de resultados

A continuación, se presentan los datos obtenidos por medio de este estudio, que serán básicos para una posible declaración de un espacio protegido en la zona, y que serán niveles de base para futuros estudio de tendencias poblacionales.

Tabla 12. Resumen de estimas por medio de identificación fotográfica Fuente: CIRCE.

Especie	Abundancia o censo finales verano	Abundancia Primavera
Delfín común <i>Delphinus delphis</i>	10 896 (95%IC: 6853-15 768)	3 119 (95%IC:1336-6503)
Delfín listado <i>Stenella coeruleoalba</i>	13 702 (95%IC: 10 558-19 512)	2 772 (95%IC: 1 187-5 779)
Delfín mular <i>Tursiops truncatus</i>	923 (95%IC: 738-1 233)	461 (95%IC: 197-961)
Calderón común <i>Globicephala melas</i>	1 198 (95%IC: 915-1 333)	734 (95%IC: 314-1 530)
Calderón gris <i>Grampus griseus</i>	164 (95%IC:107-203)	39 (95%IC: 17-82)
Zifio de Cuvier <i>Ziphius cavirostris</i>	100 (95%IC: 43-209)	81 (95%IC: 35-170)
Cachalote <i>Physeter macrocephalus</i>	89 individuos en el catálogo.	89 individuos en el catálogo.
Rorcual común <i>Balaenoptera physalus</i>	68 individuos en el catálogo	68 individuos en el catálogo
Tortuga boba <i>Caretta caretta</i>	163 (95%IC: 97-283)	213 (95%IC: 127-370)

6. Distribución espacial de cetáceos

Introducción

En el siguiente apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de modelización espacial, que permitirá saber si el espacio propuesto como LIC es el idóneo para la conservación de las especies de cetáceos y tortugas marinas. Para ello, se ha contado con los datos asociados a este proyecto, y con la base de datos obtenida a lo largo del periodo 2015-2016 en el marco del proyecto CETASUR, desarrollado por CIRCE.

Material y métodos

6.1.1 Distribución espacial de especies

El área de estudio fue dividida en cuadrículas con una resolución de 2 minutos de latitud por 2 minutos de longitud. La distancia en kilómetros de búsqueda en cada cuadrícula fue entonces calculada utilizando un sistema de información geográfico. Tan sólo fueron utilizados para los análisis las cuadrículas de los transectos cubiertos con esfuerzo de al menos 1 Km en total.

Para poder comparar los datos obtenidos en cada cuadrícula de la zona de estudio se definió el parámetro Encounter Rate (ER) o tasa de encuentro como el número de avistamientos de una especie dada por cada 100 Km navegados y es definido:

$$ER=(SightEff) \times 100$$

- Sight: número de avistamientos realizados de una especie en esfuerzo de búsqueda en la zona de estudio.
- Eff: Distancia (Km) cubierta con esfuerzo de búsqueda

Sight: incluye los avistamientos de cetáceos en donde los animales fueron contactados (es decir, que se estuvo a menos de 100 metros de estos en algún momento) y los avistamientos de los cetáceos en donde los animales no fueron contactados.

Este ER fue calculado en cada cuadrícula muestreada, para normalizar todos los datos. A continuación, esta matriz de datos fue analizada por medio del sistema de información geográfico, y de la extensión Animal movement (Hooge and Eichenlaub 1997).

6.1.2 Distribución espacial, batimetría y temperatura

El Encounter Rate para cada especie fue calculado para cada cuadrícula como número de avistamientos por especies y por cada 100 Km. Sólo los avistamientos para los cuales el contacto fue establecido (de la que se tiene posición precisa) fueron usados para este análisis.

Las relaciones entre la presencia de la especie en concreto que se vaya a analizar y variables ambientales han sido estudiadas usando Modelos Generales Aditivos (GAMs). Debido a que los

datos provenían de diferentes fuentes, y para normalizar tasas de esfuerzo, se utilizó el concepto de modelo de presencia vs pseudo-ausencias. Se utilizaron modelos con una distribución tweedie y una función logit. Se usó una $\gamma=1.4$, y se probó la de 1.1, para evitar dispersión. Se han tomado en consideración todas las cuadrículas con esfuerzo de más de 1km, tomando como variable respuesta el ER de cada una de ellas para cada una de las especies. Se ajustó la cantidad de grados de libertad utilizados por el modelo a menos de 25% de las observaciones positivas en cada caso. La estructura general del modelo fue:

$$E(p_i) = \exp \left[\theta_0 + \sum_k f_k(z_{ik}) \right].$$

En donde p_i es la probabilidad de encontrar la especie en cuestión, en la i th estación de muestreo, θ_0 es el intercepto, f_k son funciones suavizadas de la covariables explicativas, y z_{ik} es el valor de la k th covariable explicativa en la i th estación de muestreo. Se utilizaron el siguiente tipo de covariables ambientales:

- Estática.
- Geográfica.
- De presión.
- Dinámica.

El mejor modelo ha sido usado posteriormente para calcular la probabilidad de presencia de la especie a estudiar en una grida de 380mx380m en base a las covariables seleccionadas por el modelo. Para validar los modelos, se han realizado 800 repeticiones de las predicciones, en base a una remuestreo de los datos, obteniendo así un coeficiente de variación para cada celda en donde se realizaron las predicciones. Tan solo se han seleccionado las celdas con menos de 0.30 como coeficiente de variación. Finalmente se ha difuminado el ráster por vecinos cercanos.

Previamente se realizó una serie de pruebas de correlación entre las covariables para evitar utilizar covariables que pudieran introducir ruido a los modelos. Para ello se calcularon los estadísticos sobre un muestreo de 100 valores de nuestra zona de estudio.

Resultados

6.1.3 Esfuerzo de búsqueda y avistamientos de cetáceos.

Se han utilizado los mismos datos de esfuerzo y avistamientos presentados en los puntos 4.2 y 4.3, sin embargo, en esta ocasión se utilizaron los datos con esfuerzo, tanto lineales como aleatorios, totalizando 7787 km navegados en el área de estudio en condiciones idóneas. En el siguiente mapa, se puede observar cómo está distribuido el esfuerzo de búsqueda en la zona de estudio. En las siguientes figuras se puede observar el conjunto de observaciones. La cantidad de avistamientos de algunas de las especies en la campaña A1 comparada a la campaña A2 se analiza a lo largo del documento.

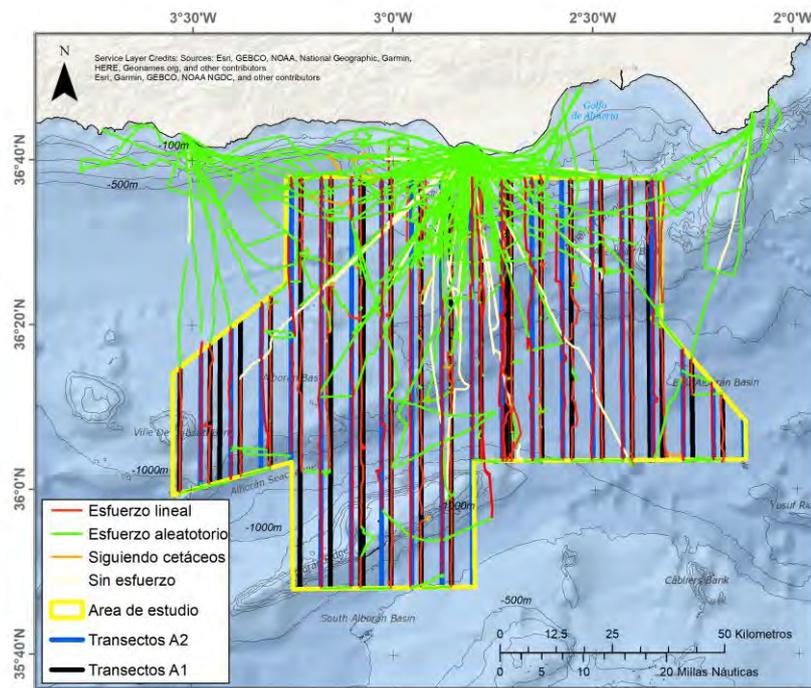


Fig. 72. Esfuerzo realizado entre 2022 y 2023 en la zona de estudio

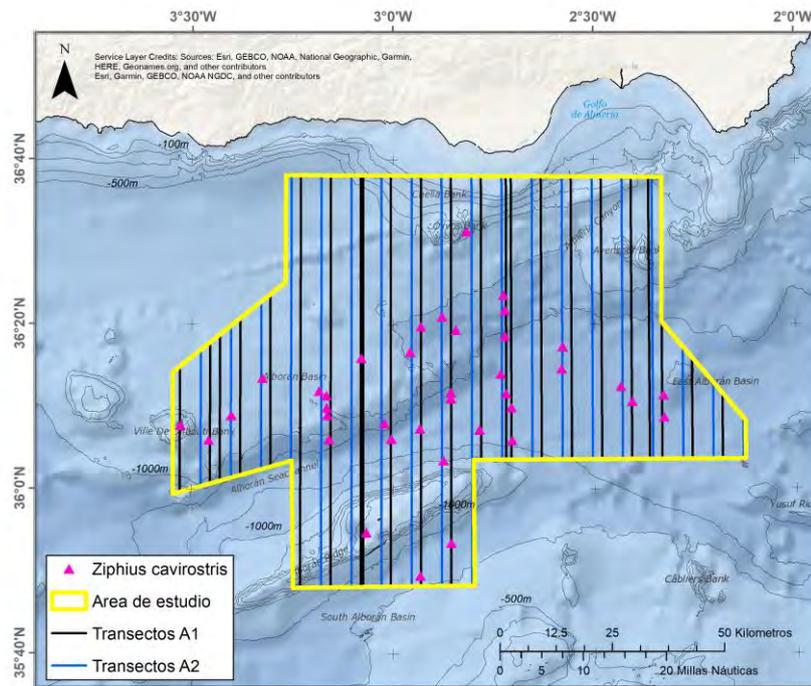


Fig. 73. Observaciones de zifios de Cuvier

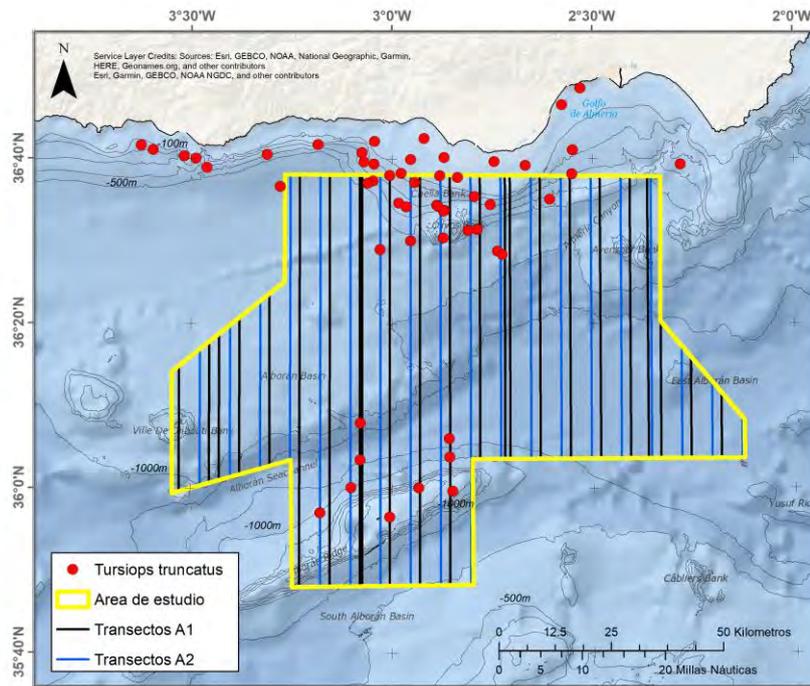


Fig. 74. Observaciones de delfín mular

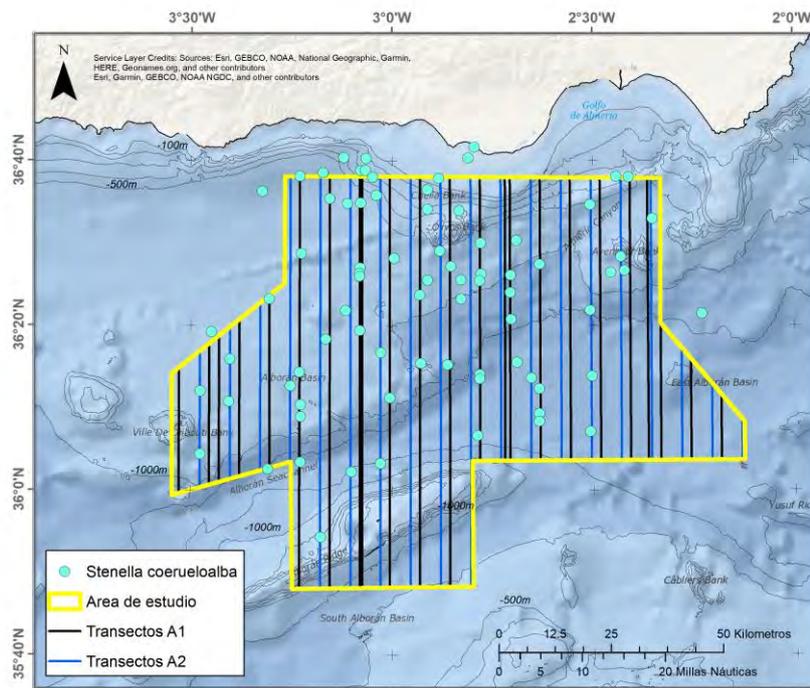


Fig. 75. Observaciones de delfín listado

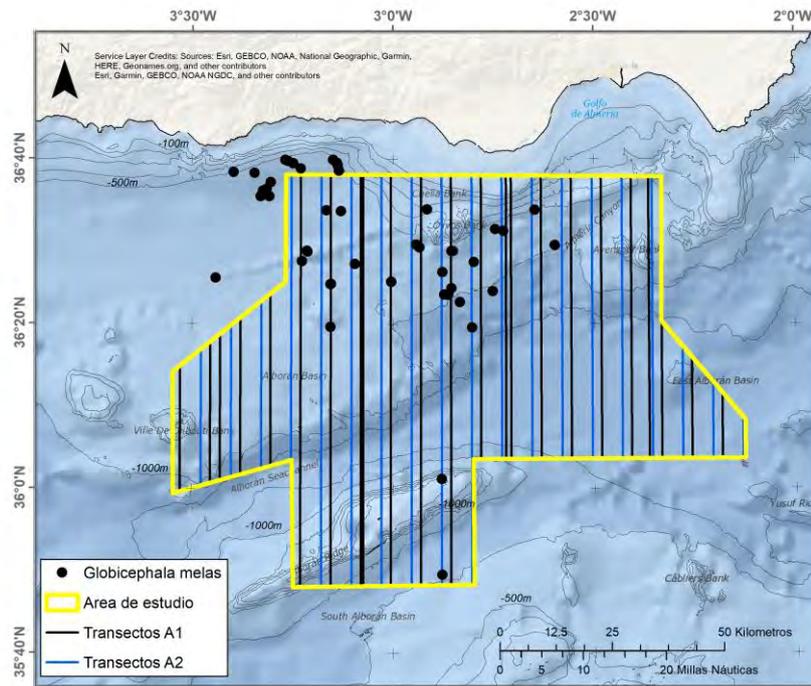


Fig. 76. Observaciones de calderones comunes

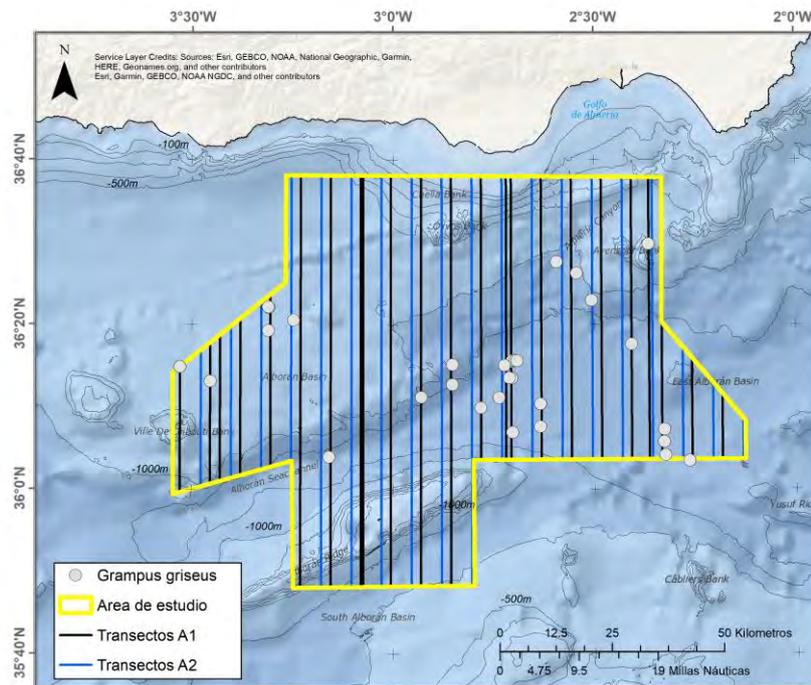


Fig. 77. Observaciones de calderones grises

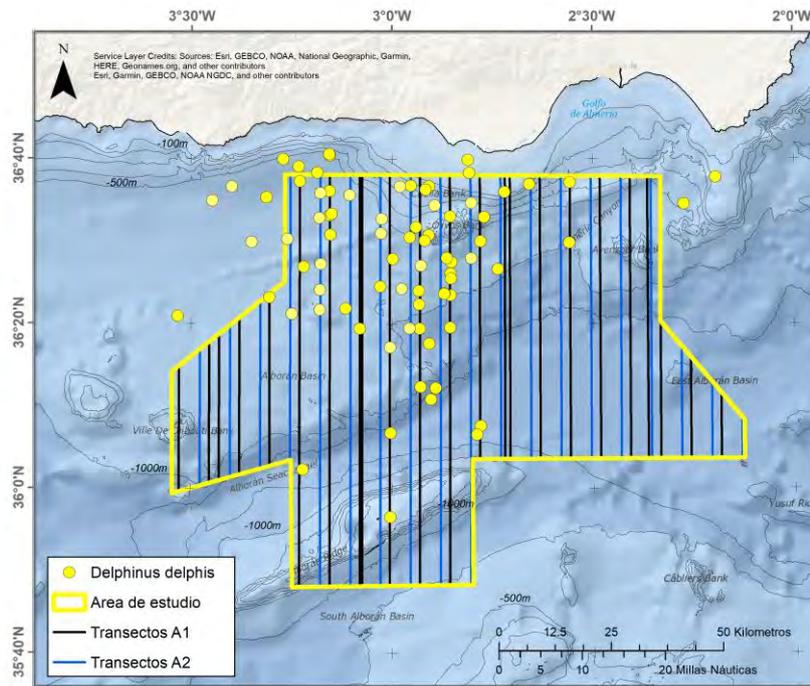


Fig. 78. Observaciones de delfines comunes

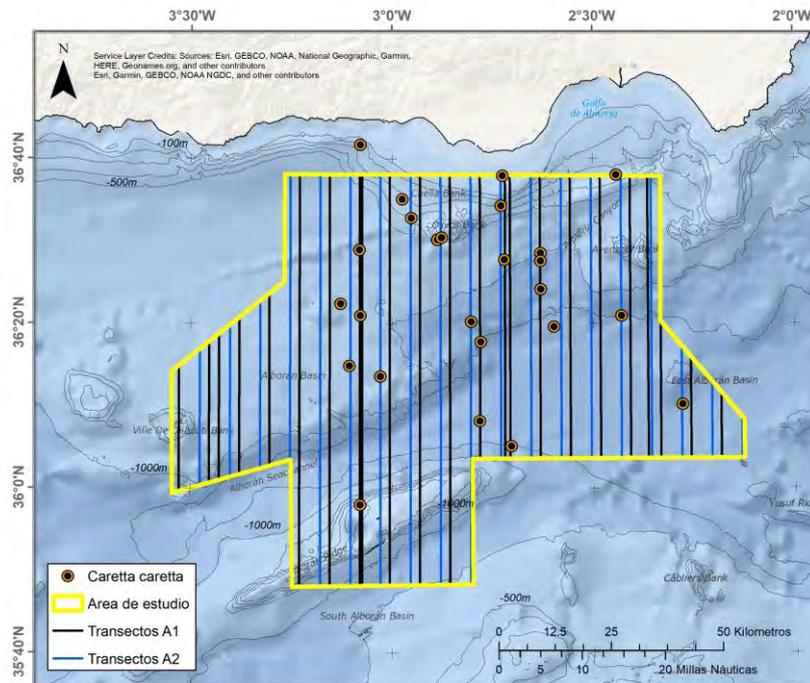


Fig. 79. Observaciones de tortuga boba

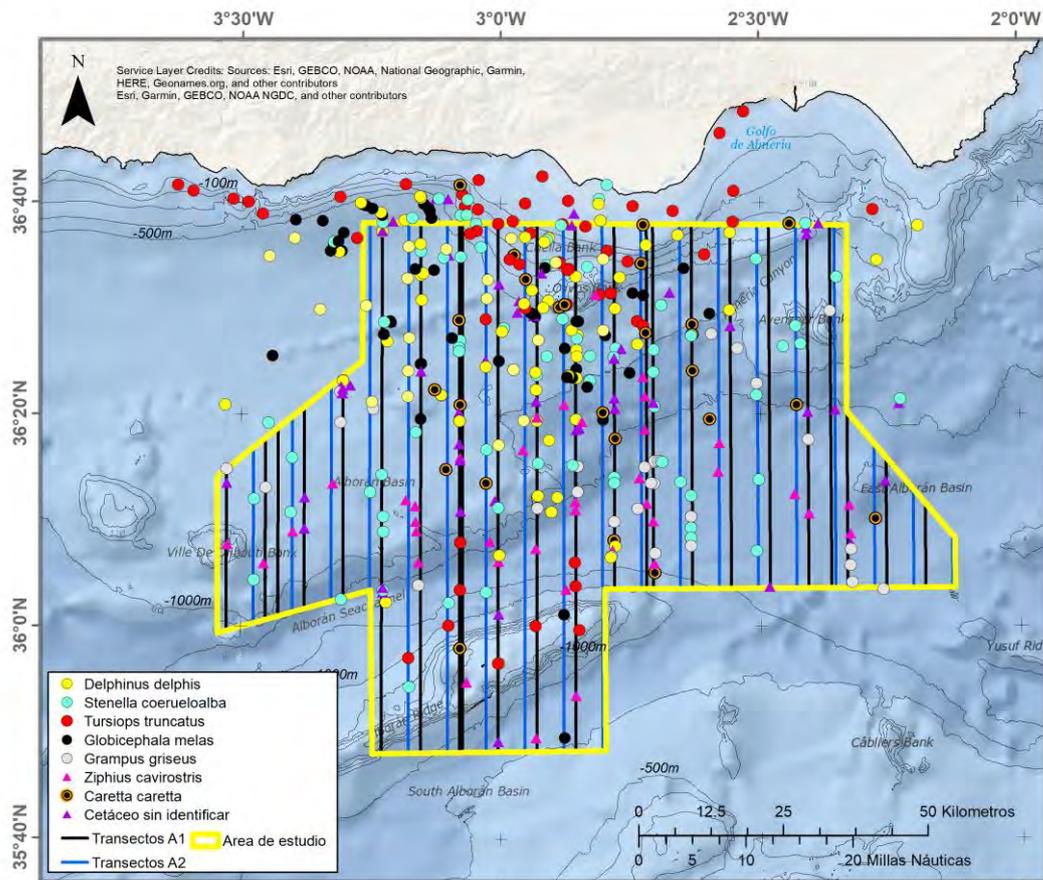


Fig. 80. Observaciones de todas las especies de cetáceos realizadas entre las campañas A1 y A2

6.1.4 Modelos explicativos

6.1.4.1 Covariables explicativas utilizadas para los modelos

Se ha utilizado una batería de covariables para intentar explicar la distribución espacial muy amplia de cada una de las especies. Entre ellas cabe destacar covariables de tipo estáticas (como la profundidad y tipo de orografía del fondo del mar, por ejemplo), como dinámicas (como puedan ser índices de fluorimetría o temperaturas superficiales del mar). En la siguiente tabla se describen cada uno de los índices utilizados en los análisis de distribución espacial.

1. **Lat:** Latitud.
 - Unidad: Grados (°).
 - Descripción: Representa la medida angular del punto respecto al ecuador terrestre, con valores que varían entre -90° (Polo Sur) y 90° (Polo Norte).
2. **Lon:** Longitud.
 - Unidad: Grados (°).

- Descripción: Representa la medida angular de un punto en relación con el meridiano de referencia (Meridiano de Greenwich), con valores que varían entre -180° y 180° .
3. **BAT:** Batimetría.
 - Unidad: Metros (m).
 - Descripción: Se refiere a la profundidad del agua en determinadas ubicaciones, usualmente medida desde la superficie del océano hasta el fondo marino.
 4. **DISTHDO:** Distancia a alguna característica relevante (repetido varias veces, asumiendo que se refiere a diferentes características o puntos de interés) (isóbatas de 0, 200, 500 y 1000 metros de profundidad).
 - Unidad: Metros (m) o kilómetros (km).
 - Descripción: Distancia desde un punto específico hasta una característica o punto de referencia geográfico.
 5. **TPI:** Índice de Posición Topográfica.
 - Unidad: Sin dimensiones o en metros (dependiendo de cómo se calcule).
 - Descripción: Mide la elevación relativa de un punto en relación con sus alrededores. Ayuda a identificar valles, crestas y laderas en un paisaje.
 6. **TRI:** Índice de Rugosidad Topográfica.
 - Unidad: Sin dimensiones.
 - Descripción: Una medida de variación o rugosidad del terreno en relación con sus alrededores.
 7. **ROUGH:** Rugosidad.
 - Unidad: Sin dimensiones o en metros.
 - Descripción: Indicador de la variabilidad o irregularidad en la superficie de un terreno o fondo marino.
 8. **DFLOW:** Dirección del flujo.
 - Unidad: Grados ($^\circ$).
 - Descripción: Indica la dirección hacia la cual el agua se desplaza o fluye en un determinado punto.
 9. **CHL:** Clorofila.
 - Unidad: mg/m^3 .
 - Descripción: Concentración de pigmento de clorofila, utilizado como indicador de la cantidad de fitoplancton en el agua.
 10. **SST:** Temperatura superficial del mar.
 - Unidad: Grados Celsius ($^\circ\text{C}$).
 - Descripción: Mide la temperatura de la superficie del agua del océano.
 11. **Fluorometría:**
 - Unidad: Unidades relativas de fluorescencia (RFU) o en concentración (como mg/m^3).
 - Descripción: Método que mide la intensidad de la fluorescencia, indicativo de la presencia de compuestos fluorescentes, como clorofila, en el agua.
 12. **PICANUAL:** Carbono Inorgánico Particulado anual promedio.
 - Unidad: Miligramos por metro cúbico (mg/m^3) o microgramos por litro ($\mu\text{g}/\text{L}$), dependiendo del contexto.

- Descripción: Representa la media anual del carbono inorgánico particulado presente en el agua, principalmente asociado con componentes minerales.
13. **POCANUAL**: Carbono Orgánico Particulado anual promedio.
- Unidad: Miligramos por metro cúbico (mg/m^3) o microgramos por litro ($\mu\text{g}/\text{L}$), dependiendo del contexto.
 - Descripción: Representa la media anual del carbono orgánico particulado en el agua. Es un indicador de la cantidad de materia orgánica, principalmente derivada de organismos vivos o en descomposición, que está presente en forma de partículas en el agua.

Adicionalmente a las variables directamente obtenidas, hemos derivado ciertas métricas con el objetivo de identificar y analizar frentes o gradientes en el medio marino. Mediante técnicas de análisis geoespacial, hemos extraído variables como la pendiente y el aspecto del fondo oceánico. Estas derivaciones permiten identificar zonas de transición y áreas con características topográficas específicas, que a menudo están asociadas con cambios en las condiciones del hábitat marino y pueden influir en la distribución y comportamiento de las especies presentes en la región. A continuación, se presentan dos ejemplos de covariables dinámicas. Para el caso de predicciones se eligió utilizar los promedios anuales climáticos, que se obtuvieron realizando un promedio de 120 imágenes mensuales obtenidas para el periodo 2013 a 2023.

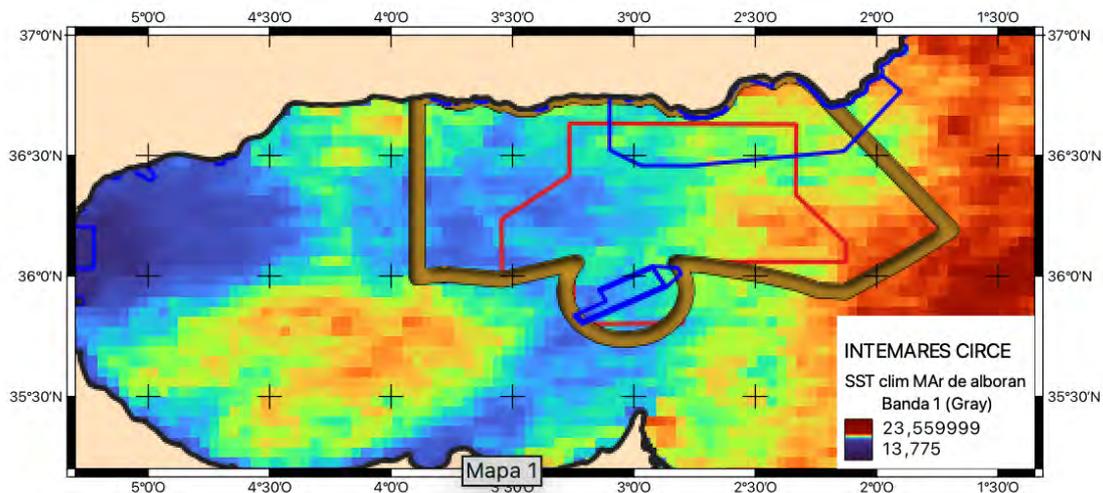


Fig. 81. Ejemplo de covariable dinámica: distribución de temperaturas superficiales del mar en el mar de Alborán (obtenido por medio de la ESA (European Space Agency, en Copernicus.eu))

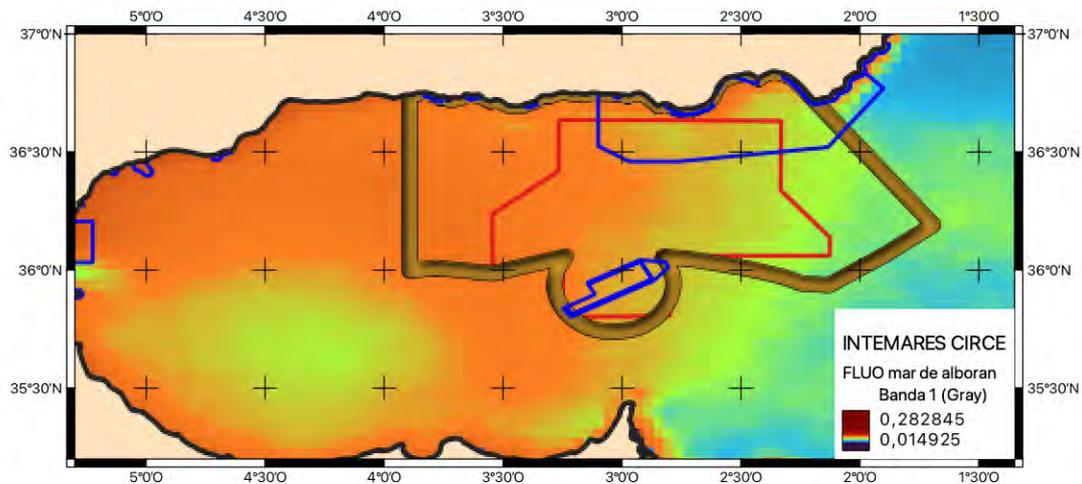


Fig. 82. Ejemplo de covariable dinámica: distribución de índice de fluorometría en el mar de Alborán (obtenido por medio de la ESA (European Space Agency, en Copernicus.eu))

En un primer lugar, a continuación, se describen los datos que se utilizaron. El siguiente gráfico describe cada uno de los datos obtenidos como covariables, que nos permiten indagar en si existen o no extremos que pudiesen producir ruido en el data set. En este caso, se observa que los datos están normalmente agrupados, por lo que no habría ningún problema.

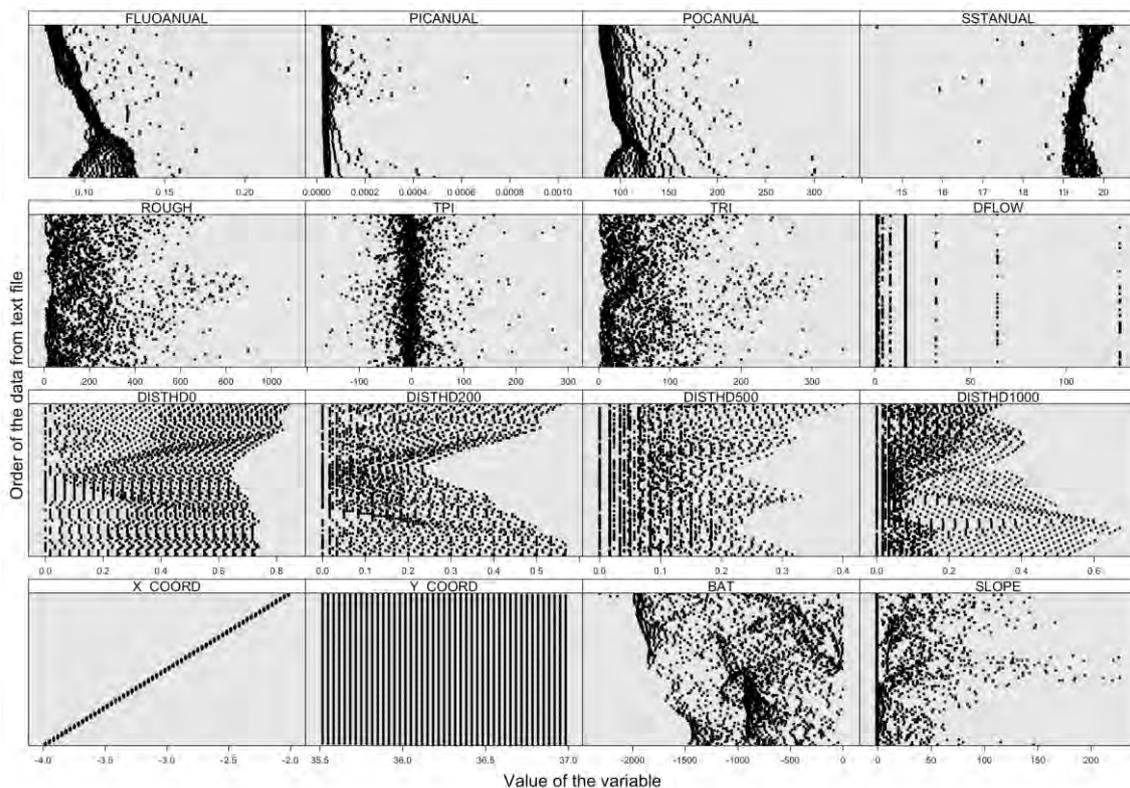


Fig. 83. Descripción de covariables disponibles para los análisis

De la misma forma se visualizan todos los datos a continuación. Estos dos gráficos han de entenderse como una exposición de forma continua de los datos, de forma que se puedan ver en un solo gráfico. En este caso habría una distribución de datos de tipo “pisson”, es decir, con muchos valores bajos y pocos altos. Esto nos indica que la familia de gams que se utiliza nunca podrá ser lineal, y se hace necesario usar una de tipo “quasipoisson”, o tipo “Tweedie”.

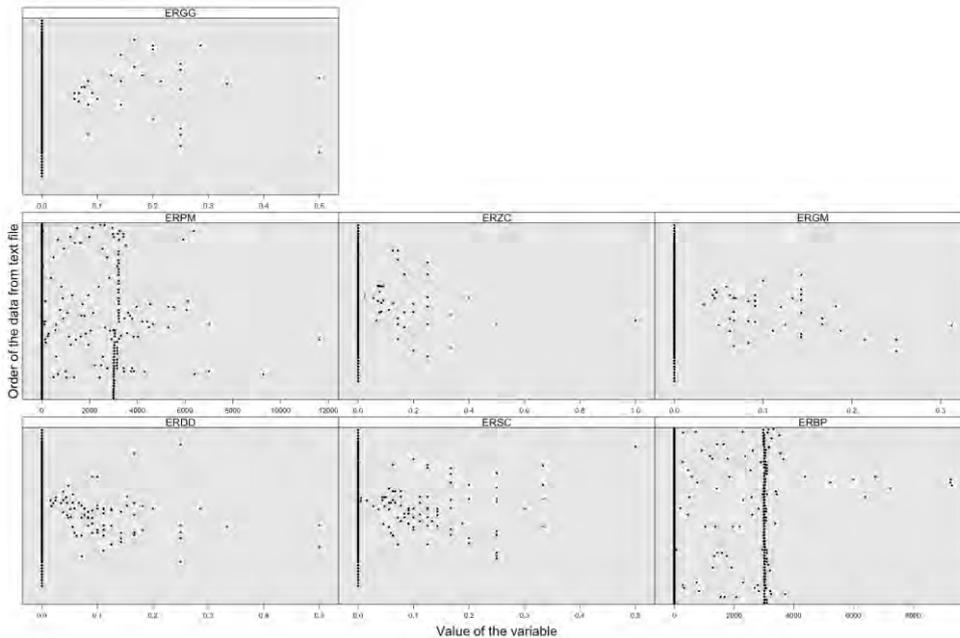
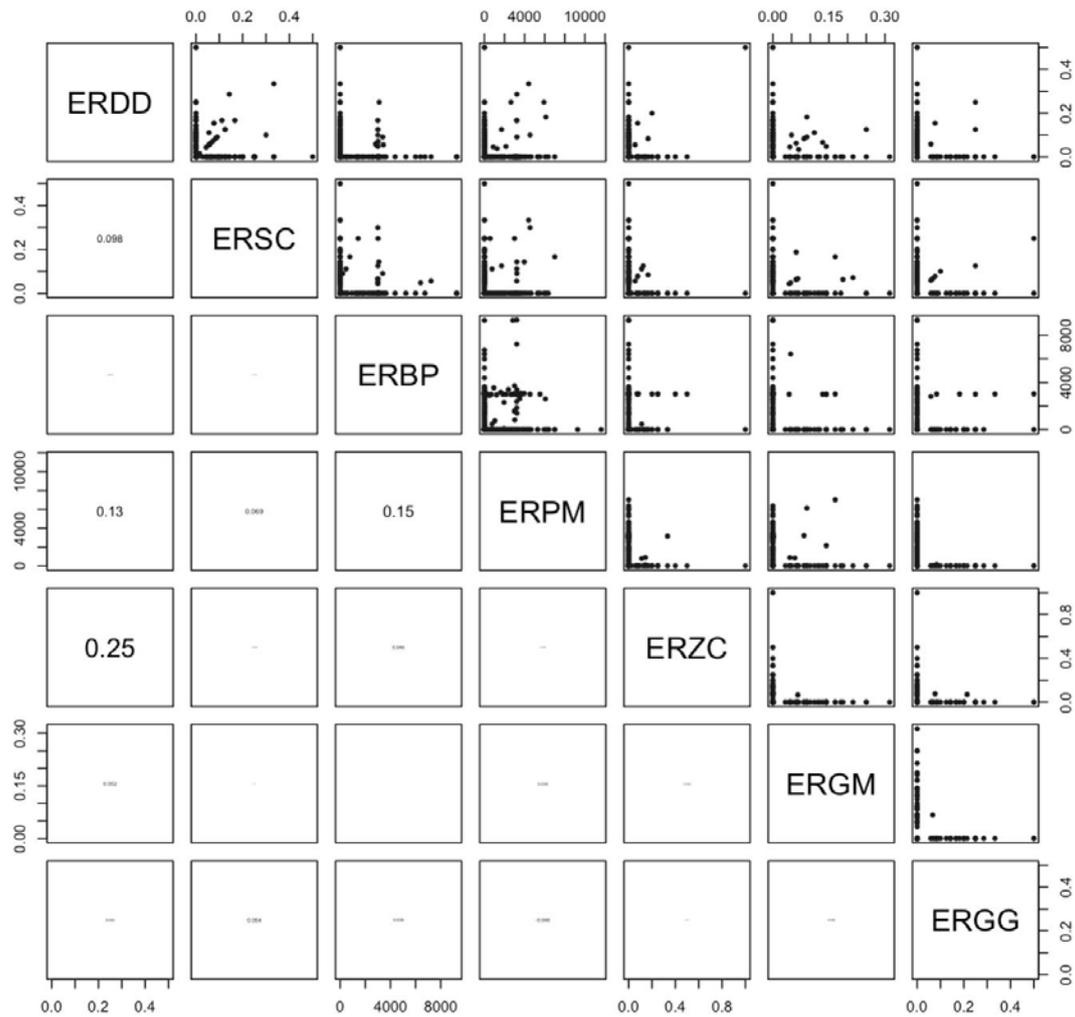
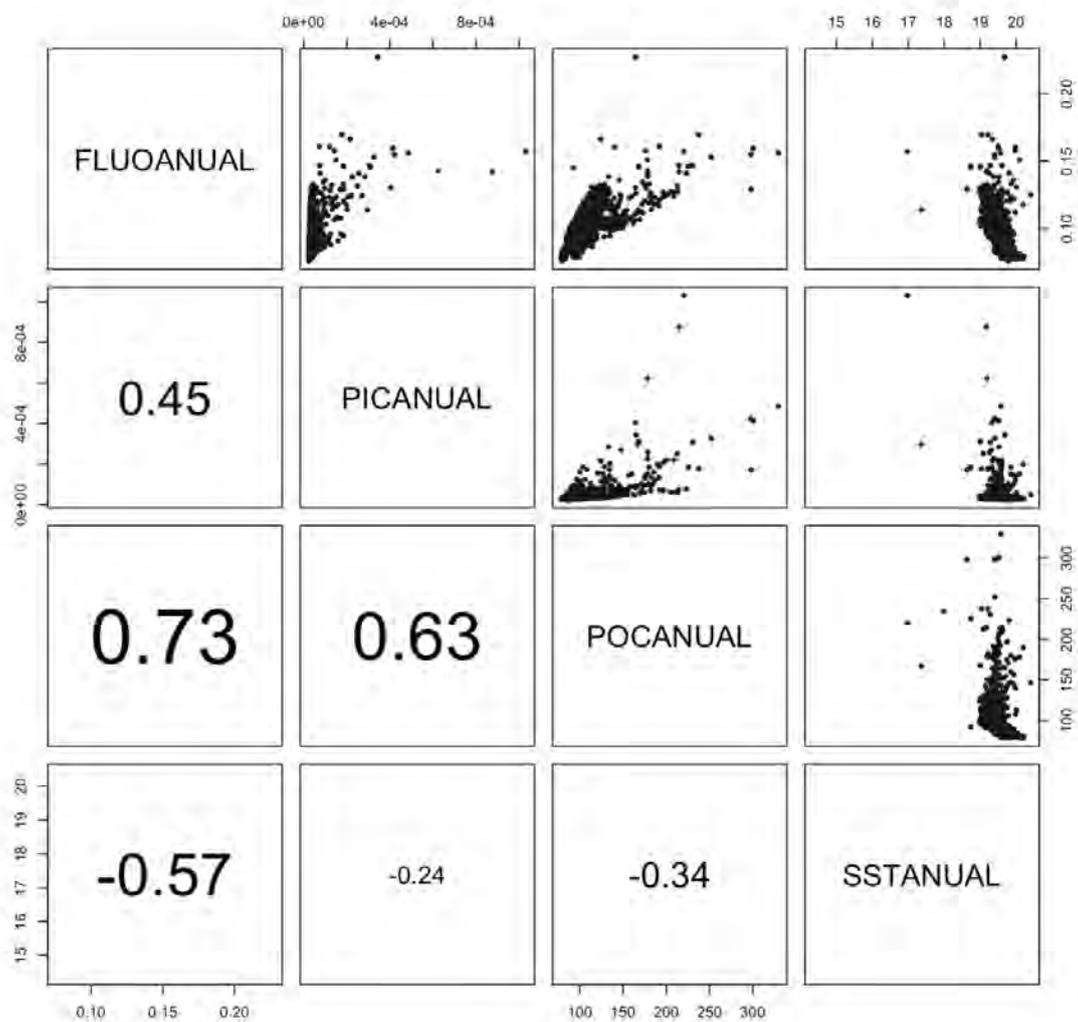


Fig. 84. Descripción de Tasas de encuentro por celda disponibles para los análisis

Seguidamente, se ha realizado una exploración para analizar si existen relaciones lineales entre las diferentes tasas de encuentro. Los índices numéricos indican el coeficiente de Pearson entre los juegos de variables respuesta. Los gráficos plotean este juego de datos. Como se ve no existe, al menos inicialmente, ruido de tipo lineal entre especies, lo que nos permite analizar cada una de las especies de forma individual. Si cualquiera de los números alcanzase 0.60-0.70 se tendrían que hacer testes adicionales para evitar problemas de correlación.



Después de esta exploración, se realiza el análisis sobre las covariables. Es importante realizar este análisis ya que podría dar problemas nuevamente de correlación. En este caso se han identificado problemas, por ejemplo, entre el POCANUAL y el FLUOANUAL., con una correlación lineal del 73%.



En este caso para reducir posible ruido decidimos aplicar un "Variance Inflation Factors" (VIFs), que son una medida para cuantificar cuánto aumenta la varianza de un coeficiente estimado debido a la colinealidad en un modelo de regresión. Zuur es conocido por sus trabajos en estadísticas aplicadas a la ecología, que es quien ha desarrollado este índice. Los VIFs se calculan a menudo cuando se está ajustando un modelo de regresión lineal múltiple para ayudar a diagnosticar colinealidad entre las variables independientes. Básicamente:

1. Para cada variable ajusta un modelo de regresión donde se modela como función de todas las demás variables.
2. Calcula R^2 para este modelo.

En general:

- Un VIF de 1 indica que no hay colinealidad.
- Un VIF por encima de 1 pero por debajo de 5 (o a veces se usa un umbral de 10, dependiendo de la fuente y el contexto) sugiere niveles moderados de colinealidad.
- Un VIF superior a 5 o 10 sugiere alta colinealidad.

En este caso se ha elegido, por experiencia de los investigadores en la zona, utilizar como umbral el 3, para el que se eliminaría la covariable con ese índice. Al final obtendríamos los siguientes números:

Variance inflation factors

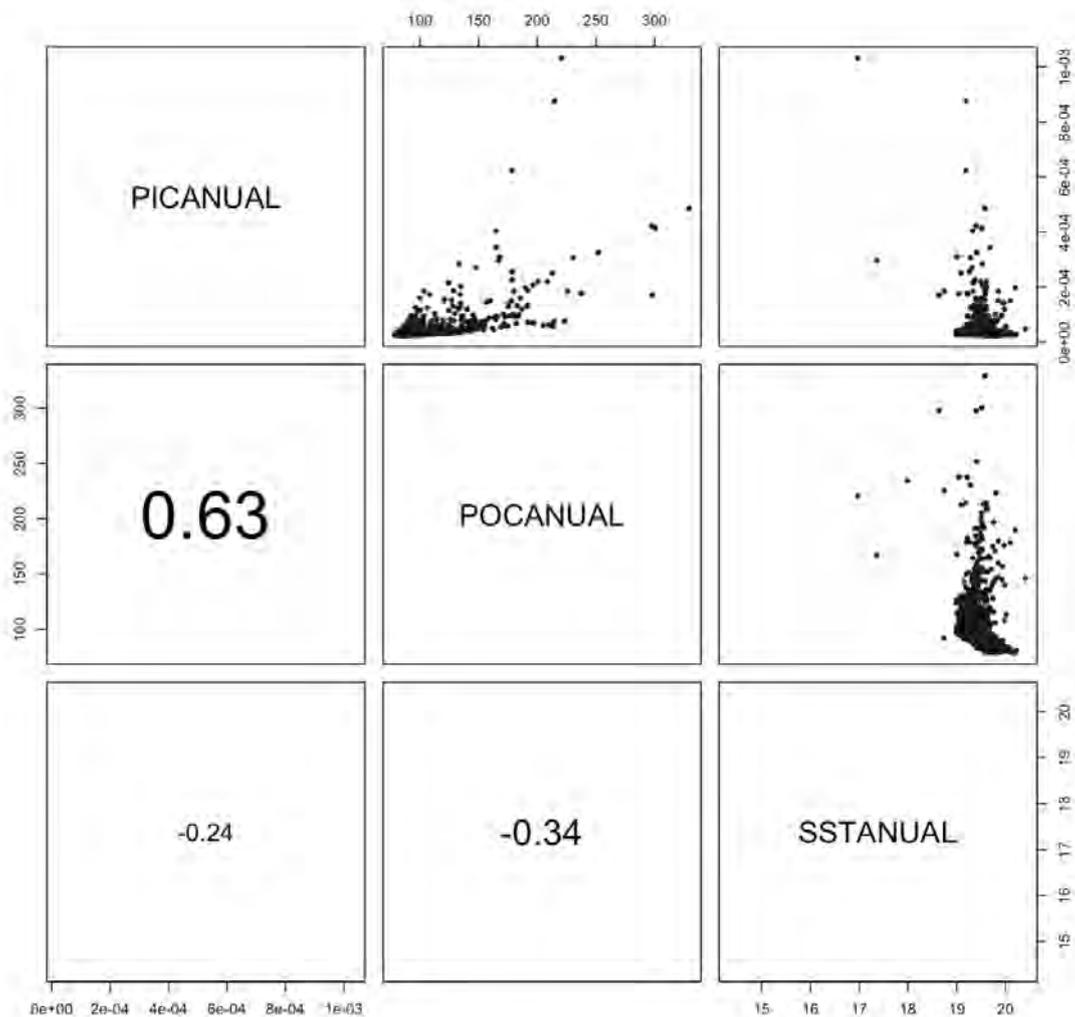
GVIF

PICANUAL: 1.675182

POCANUAL : 1.772434

SSTANUAL : 1.122310

Y los test de Pearson darían la siguiente figura

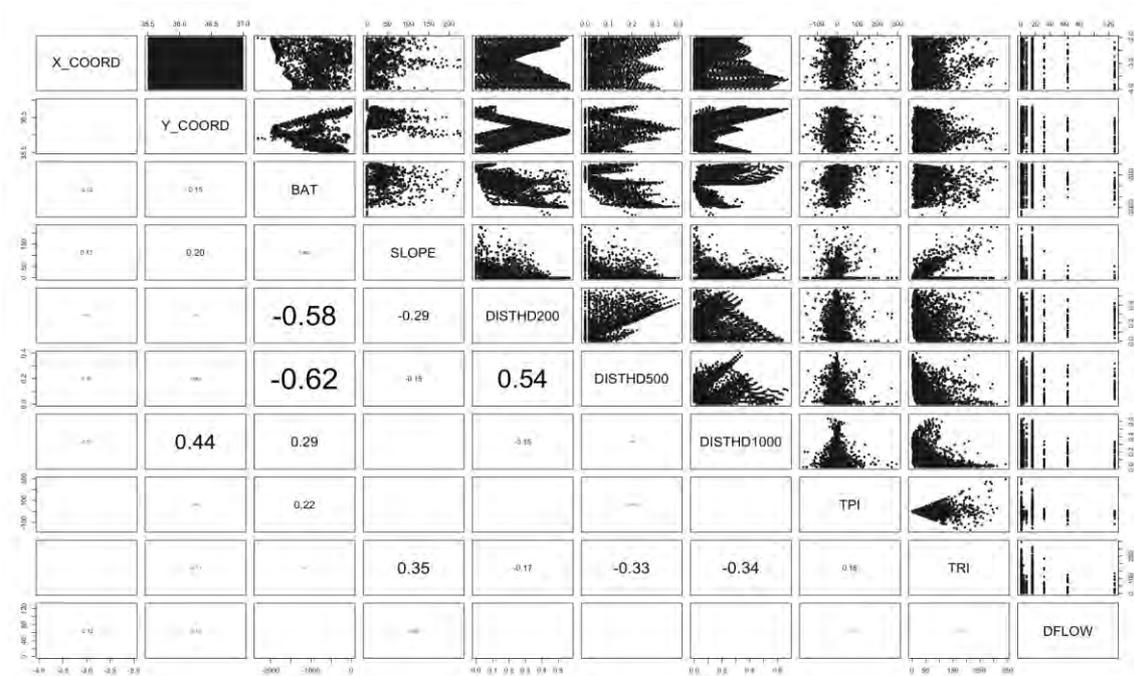


Por tanto, para poder realizar análisis sobre covariables estáticas, o utilizamos FLUOANUAL de forma independiente, o podemos utilizar una combinación de PIC, POC y SST. Para el caso de las covariables estáticas tendríamos una figura prácticamente igual. Después de la reducción de covariables obtendríamos los siguientes coeficientes, con la siguiente figura.

Variance inflation factors

GVIF

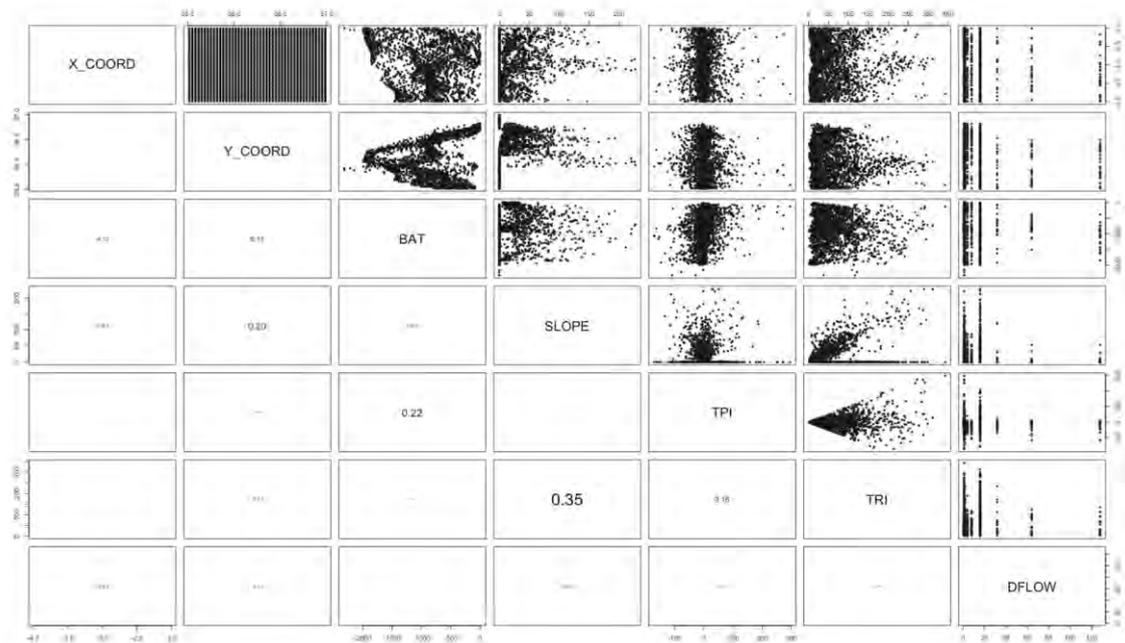
X_COORD 1.097062
Y_COORD 1.707700
BAT 2.589266
SLOPE 1.758982
DISTHD200 1.894836
DISTHD500 2.339131
DISTHD1000 1.554381
TPI 1.149590
TRI 1.532823
DFLOW 1.036583



Aunque idóneamente se eligió utilizar:

Variance inflation factors

X_COORD 1.060988
Y_COORD 1.421762
BAT 1.092605S
LOPE 1.613630
TPI 1.092829 T
RI 1.305501
DFLOW 1.032160

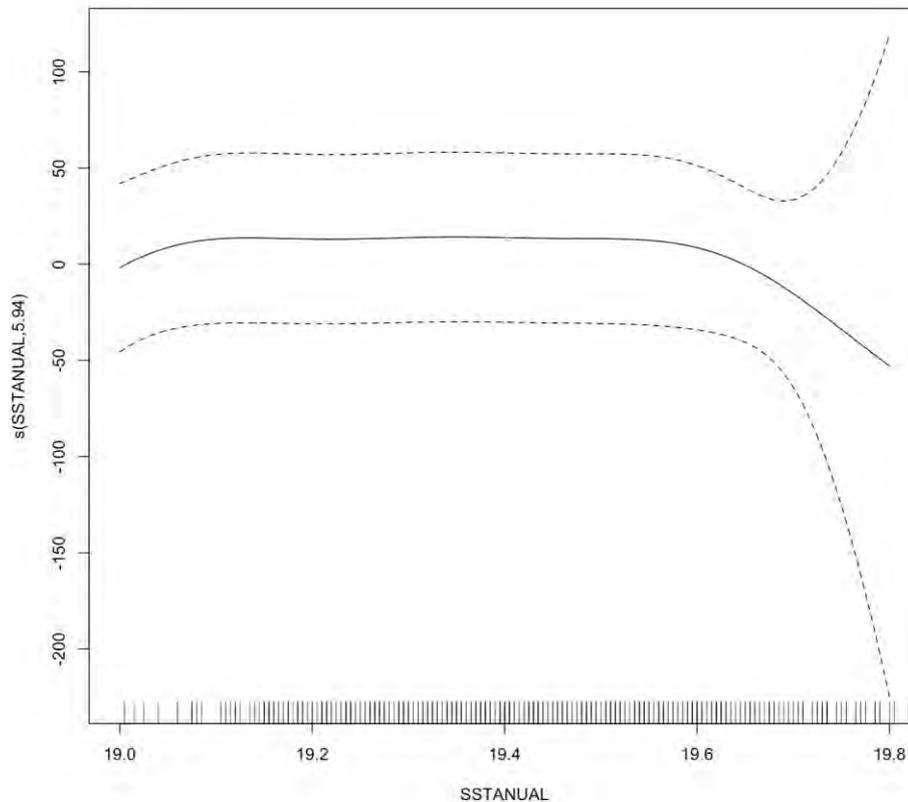


6.1.4.2 Modelos para delfines comunes

El modelo que se presenta para esta especie es una regresión generalizada usando una familia Tweedie con un parámetro de potencia de 1.1, adecuado para una combinación de datos de conteo y datos continuos. El enlace logarítmico es utilizado, lo que significa que la relación entre las variables independientes y el logaritmo del esperado valor de respuesta (ERDD) es lineal. El modelo incluye tres términos suavizados (splines) que son funciones de las variables SSTANUAL (temperatura superficial del mar anual), POCANUAL (producto orgánico de carbono anual) y PICANUAL (producto inorgánico de carbono anual).

Los resultados muestran:

1. **Término Intercepto:** El coeficiente para el intercepto es -15.21, pero no es estadísticamente significativo (p-valor = 0.29). Esto representaría la estimación logarítmica de ERDD cuando todas las otras covariables son 0, aunque en la práctica este punto no siempre tiene un significado real o interpretativo.
2. **SSTANUAL:** La relación entre ERDD y SSTANUAL es no lineal y es capturada por un spline. El valor edf (grados efectivos de libertad) de 5.899 sugiere cierta complejidad en la relación. Sin embargo, esta relación no es estadísticamente significativa (p-valor = 0.1423).



3. **POCANUAL:** La relación entre ERDD y POCANUAL es no lineal con un edf de 1.899. Esta relación está cerca de ser significativa con un p-valor de 0.0855 (indicado por el punto).
4. **PICANUAL:** La relación entre ERDD y PICANUAL es lineal (edf = 1), y es estadísticamente significativa (p-valor = 0.0364), indicada por el asterisco.

El R cuadrado ajustado es 0.0385, lo que indica que el modelo explica aproximadamente el 3.85% de la variabilidad en los datos. Sin embargo, el "Deviance explained" es del 19.7%, lo que significa que se ha explicado casi una quinta parte de la devianza total con este modelo.

El GCV (Generalized Cross Validation) es una medida de la calidad del ajuste del modelo, y su valor es 0.069566. Mientras más bajo es este valor, mejor es el ajuste. La escala estima la varianza de los residuos y es 0.22927.

Finalmente, el modelo se ajustó usando un total de 901 observaciones.

En resumen, este modelo sugiere que, de las tres covariables, PICANUAL tiene una relación lineal significativa con ERDD, mientras que las relaciones con SSTANUAL y POCANUAL son no lineales y menos claras en términos de significancia estadística. Aunque se ha capturado alguna variabilidad, hay espacio para mejorar en términos de la cantidad de variabilidad explicada.

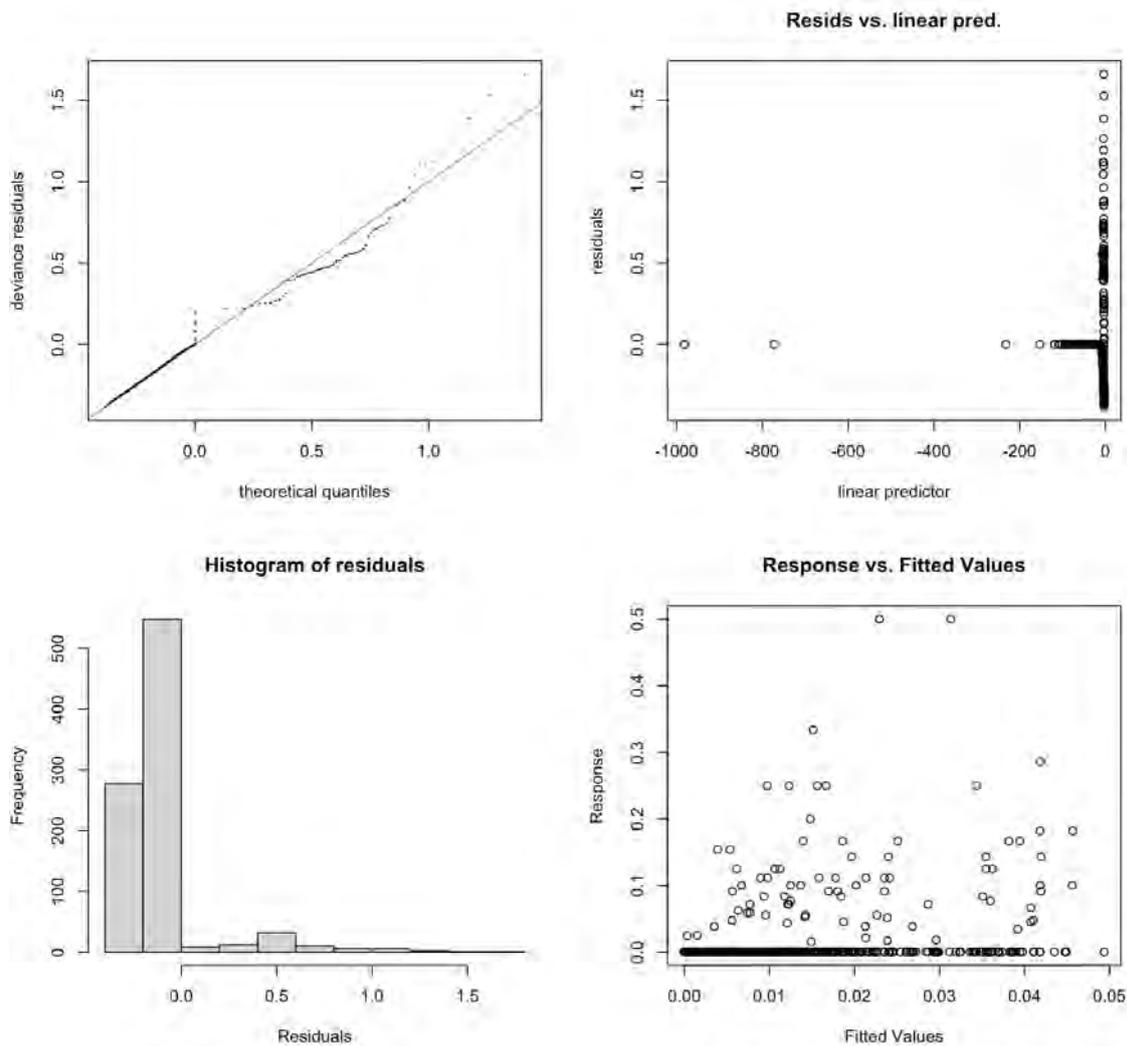
A nivel ecológico, este modelo sugiere varias interpretaciones clave para los delfines comunes:

1. **Interacción con el Carbono Inorgánico (PICANUAL):** La relación significativa entre ERDD y PICANUAL sugiere que cambios en la concentración de carbono inorgánico en el agua tienen un impacto directo en la distribución o densidad de delfines comunes en la región estudiada. El carbono inorgánico puede influir en la química del agua y, por ende, en la cadena alimenticia marina, afectando a los delfines directa o indirectamente.

2. **Temperatura Superficial del Mar (SSTANUAL):** Aunque no es significativo desde una perspectiva estadística, el hecho de que se incluya en el modelo sugiere que la temperatura superficial del mar podría tener alguna influencia en la presencia o ausencia de delfines comunes. La temperatura del agua puede afectar la distribución de las presas, los patrones migratorios y el comportamiento reproductivo de los delfines.
3. **Carbono Orgánico (POCANUAL):** Similar a la temperatura superficial, aunque su relación no es estrictamente significativa, puede ser relevante ecológicamente. Una variación en el carbono orgánico puede indicar cambios en la productividad primaria o en la disponibilidad de alimento en el ecosistema marino, lo que podría influir en la distribución de los delfines.
4. **Importancia del Contexto Ecológico:** Es fundamental tener en cuenta el entorno más amplio al interpretar estos resultados. Por ejemplo, aunque el modelo sólo explica un pequeño porcentaje de la variabilidad en los datos (3.85% R cuadrado ajustado), esto no significa que las covariables no sean importantes. Puede haber otros factores ecológicos no considerados en el modelo que también jueguen un papel crucial en la distribución de delfines comunes.
5. **Consideraciones de Comportamiento:** Las observaciones sobre las interacciones entre los delfines y su entorno pueden arrojar luz sobre su comportamiento. Por ejemplo, si se observa que los delfines prefieren áreas con ciertas concentraciones de POCANUAL, esto podría indicar áreas de importancia para la alimentación, reproducción, o descanso.

En resumen, a nivel ecológico, el modelo sugiere que la ecología química del agua, en particular las concentraciones de carbono pueden tener un papel en la presencia o densidad de delfines comunes. Sin embargo, como siempre en ecología, es esencial interpretar estos resultados en el contexto del ecosistema más amplio y considerar otros factores que pueden no estar incluidos en el modelo actual.

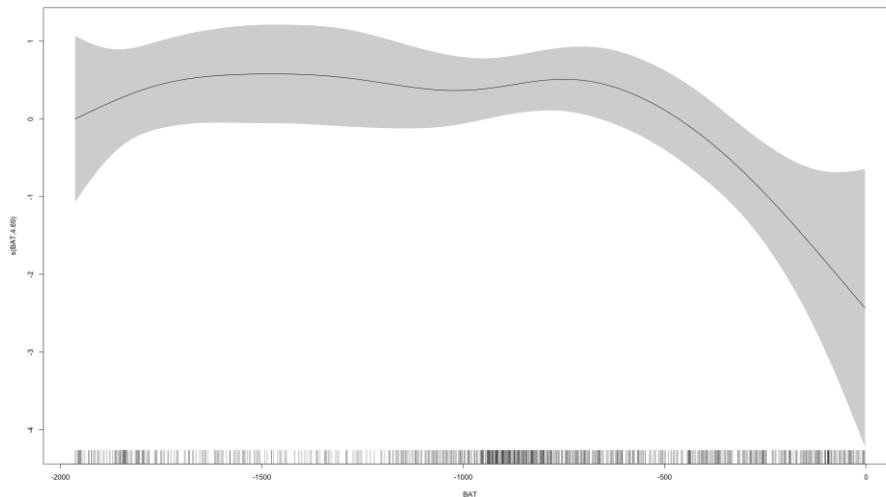
El modelo se ha chequeado y se presentan aquí los resultados de la prueba. En todo el resto del análisis se obtuvieron los mismos resultados viables por lo que no se presentarán por no cargar demasiado el texto.



6.1.4.3 Modelos para delfines listados

El modelo para los delfines listados intenta relacionar la ERSC (tasa esperada de algún comportamiento o presencia) con tres variables ambientales: la batimetría (BAT), la pendiente del fondo marino (SLOPE) y la temperatura superficial del mar anual (SSTANUAL).

1. **Intercepto:** El coeficiente del intercepto es -4.5941, y es estadísticamente significativo ($p < 2e-16$). Esto sugiere que cuando todas las otras covariables en el modelo están en su valor medio, el logaritmo de la tasa esperada de ERSC es -4.5941.
2. **Batimetría (BAT):** La relación entre BAT y ERSC es estadísticamente significativa con un valor de p de 0.0244. Es decir, la profundidad del mar parece influir en la presencia o comportamiento de los delfines listados.



3. **Pendiente del fondo marino (SLOPE):** Aunque se incluye en el modelo, no muestra una relación significativa con la tasa ERSC ($p = 0.7538$).
4. **Temperatura Superficial del Mar Anual (SSTANUAL):** Similar a la pendiente, la relación con SSTANUAL no es significativa ($p = 0.5594$), lo que indica que la temperatura superficial del mar no tiene una relación clara con la ERSC para esta especie según este modelo.

El modelo en su conjunto explica un 10.2% de la devianza, con un R cuadrado ajustado de 0.0141. Aunque estas cifras son bajas, en ecología, especialmente con datos complejos y variados, incluso estos valores bajos pueden ser informativos.

A nivel ecológico:

1. **Batimetría (BAT):** La batimetría, o profundidad del mar, juega un papel en la distribución de los delfines listados. Las zonas de diferentes profundidades podrían influir en la disponibilidad de presas, corrientes marinas y otros comportamientos. El hecho de que sea significativo sugiere que los delfines listados podrían preferir ciertas profundidades o evitar otras.
2. **Pendiente del fondo marino (SLOPE):** Aunque no fue significativo en el modelo, las características del fondo marino, como la pendiente, pueden influir en la topografía submarina, corrientes y habitats de presas.
3. **Temperatura Superficial del Mar (SSTANUAL):** A pesar de que no mostró una relación significativa en este modelo, la temperatura puede afectar muchos aspectos del ecosistema marino, desde la productividad primaria hasta los patrones migratorios de las presas. Su inclusión podría ser relevante desde una perspectiva más amplia o en relación con otras covariables no consideradas aquí.

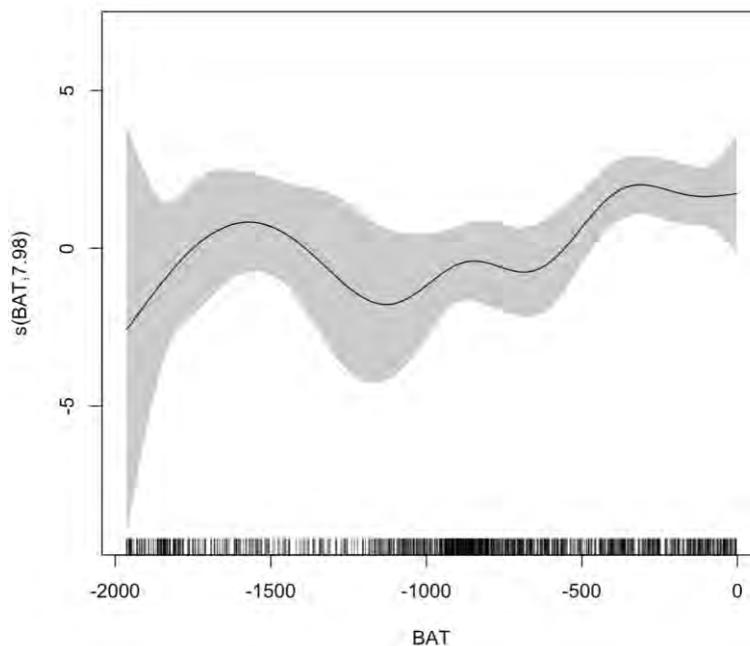
A nivel general, el modelo sugiere que, de las variables consideradas, la profundidad del mar es la más relevante para entender la presencia o comportamiento de los delfines listados en la zona estudiada. Sin embargo, es crucial tener en cuenta que, en ecología, la interpretación de estos

modelos necesita considerar el contexto más amplio, las interacciones entre variables y la complejidad inherente de los ecosistemas marinos.

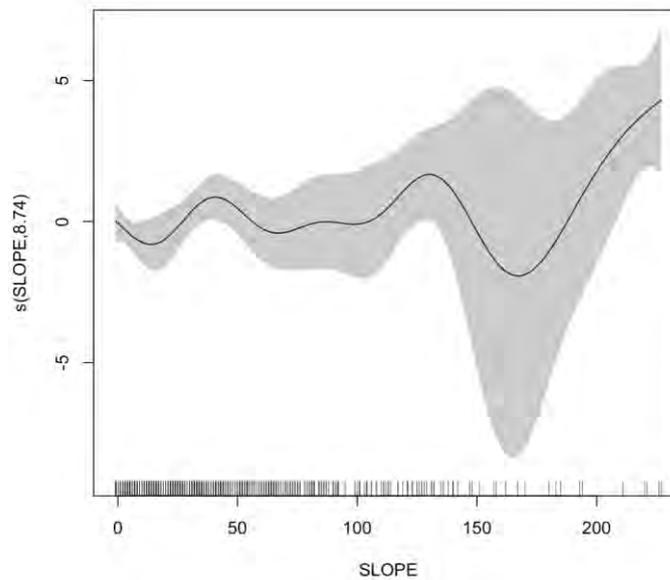
6.1.4.4 Modelos para delfines mulares

El modelo para los delfines mulares relaciona la ERTT (tasa esperada de algún comportamiento o presencia) con dos características ambientales: la batimetría (BAT) y la pendiente del fondo marino (SLOPE).

1. **Intercepto:** El coeficiente del intercepto es -6.0183 , y es estadísticamente significativo ($p < 2e-16$). Esto sugiere que cuando ambas covariables en el modelo están en su valor medio, el logaritmo de la tasa esperada de ERTT es -6.0183 .
2. **Batimetría (BAT):** Hay una relación significativa entre BAT y ERTT con un valor de p de 0.00489 . Esto implica que la profundidad del mar tiene una relación con la presencia o comportamiento de los delfines mulares.



3. **Pendiente del fondo marino (SLOPE):** Esta variable también muestra una relación significativa con la ERTT ($p = 0.00893$), sugiriendo que la topografía del fondo marino afecta la presencia o comportamiento de esta especie.



El modelo, en conjunto, explica el 28.1% de la devianza, con un R cuadrado ajustado de 0.0784. Esta proporción de varianza explicada es superior a la de los modelos previos, lo que indica una mejor capacidad predictiva.

A nivel ecológico:

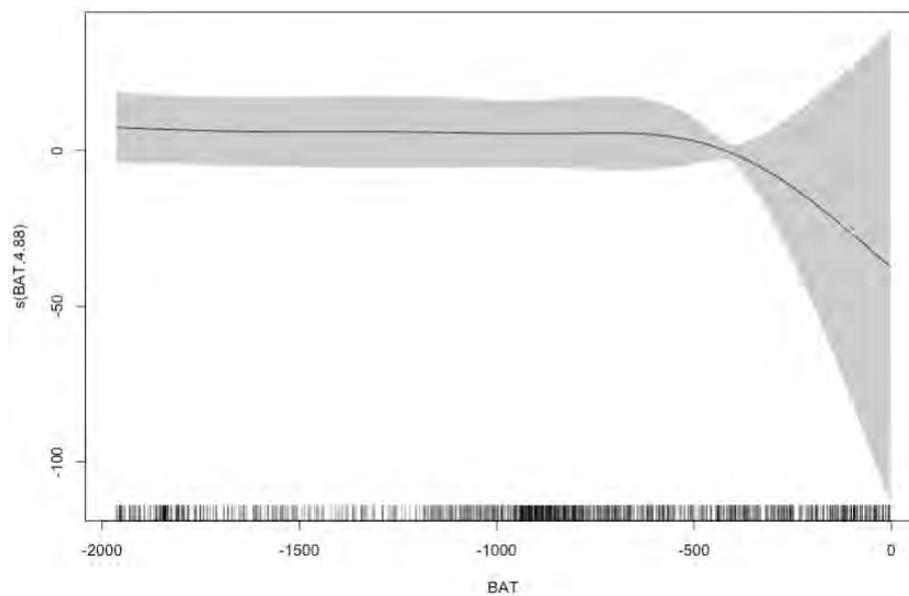
1. **Batimetría (BAT):** Similar a los delfines listados, la batimetría también juega un papel en la distribución de los delfines mulares. Las diferentes profundidades del mar pueden ofrecer distintas condiciones de alimentación, hábitat y otros factores que los delfines mulares podrían preferir o evitar.
2. **Pendiente del fondo marino (SLOPE):** La pendiente del fondo marino puede influir en la distribución de presas, corrientes marinas y otras características que podrían ser relevantes para los delfines mulares. Su significancia en el modelo sugiere que la topografía del fondo marino es crucial para entender el comportamiento o presencia de esta especie en la región.

En conjunto, el modelo señala que tanto la profundidad como la topografía del fondo marino son factores ambientales relevantes para comprender la distribución y comportamiento de los delfines mulares en la zona estudiada. Es esencial recordar que los modelos ecológicos deben interpretarse en el contexto del sistema ecológico más amplio y las interacciones potenciales entre múltiples factores.

6.1.4.5 Modelos para calderones grises

Para los calderones grises, el modelo intenta relacionar la ERGG (tasa esperada de algún comportamiento o presencia) con una característica ambiental: la batimetría (BAT).

1. **Intercepto:** El coeficiente del intercepto es -7.327 y es estadísticamente significativo con un valor p de 0.0147. Esto implica que cuando la covariable (BAT) está en su valor medio, el logaritmo de la tasa esperada de ERGG es -7.327.
2. **Batimetría (BAT):** Hay una relación no tan marcada pero aún sugestiva entre BAT y ERGG con un valor de p de 0.0846. Aunque esta relación no es tan fuerte (superando el umbral convencional de 0.05), sugiere que podría haber alguna influencia de la profundidad del mar sobre la presencia o comportamiento de los calderones grises.



El modelo, en su conjunto, explica el 18.9% de la devianza, con un R cuadrado ajustado de 0.0278.

A nivel ecológico:

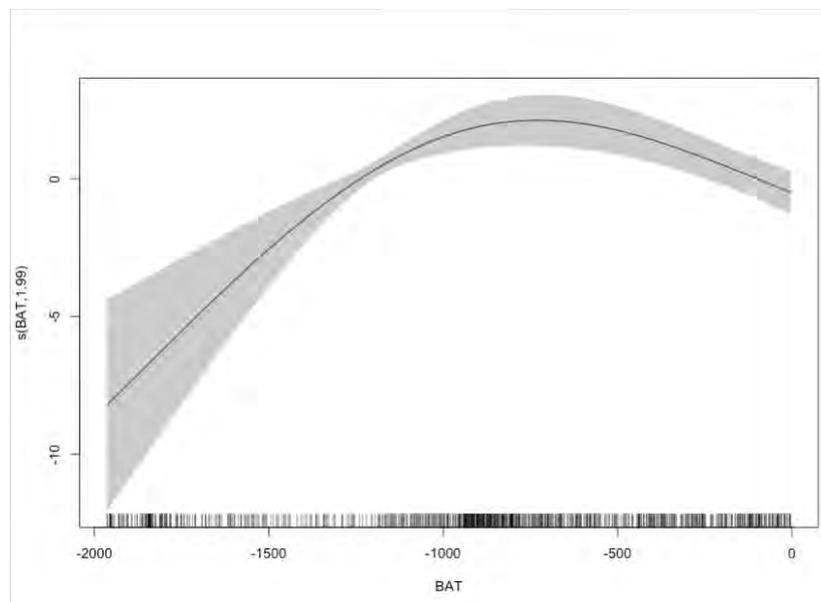
1. **Batimetría (BAT):** Los calderones grises, al igual que otras especies de cetáceos, podrían mostrar preferencias o aversiones hacia ciertas profundidades marinas. Aunque la relación no es fuertemente significativa, el modelo sugiere que la batimetría tiene algún papel en la distribución de esta especie. Las diferentes profundidades podrían influir en las condiciones de alimentación, hábitat y otros factores relevantes para los calderones grises.

En resumen, la profundidad del mar podría tener un papel en la distribución y comportamiento de los calderones grises en la zona estudiada, aunque esta relación no es tan marcada en comparación con algunas otras especies. Es vital considerar la combinación de múltiples factores ecológicos al interpretar estos resultados y planificar acciones de conservación o gestión.

6.1.4.6 Modelos para cachalotes

Para los cachalotes, el modelo intenta relacionar la ERPM (tasa esperada de algún comportamiento o presencia) con tres características ambientales: la batimetría (BAT), la pendiente (SLOPE) y la temperatura superficial del mar anual (SSTANUAL).

1. **Intercepto:** El coeficiente del intercepto es 0.04361 y no es estadísticamente significativo con un valor p de 0.994. Esto indica que cuando todas las covariables están en sus valores medios, el logaritmo de la tasa esperada de ERPM es 0.04361.
2. **Batimetría (BAT):** La relación entre BAT y ERPM es altamente significativa con un valor p extremadamente pequeño ($2.96e-05$). Esto indica una fuerte influencia de la profundidad del mar en la presencia o comportamiento de los cachalotes.



3. **Pendiente (SLOPE):** Hay una relación significativa entre SLOPE y ERPM con un valor p de 0.030, sugiriendo que la pendiente del fondo marino también influye en la distribución o comportamiento de los cachalotes.
4. **Temperatura Superficial del Mar Anual (SSTANUAL):** No hay una relación significativa entre SSTANUAL y ERPM ($p = 0.705$).
- 5.

El modelo, en su conjunto, explica el 29.9% de la devianza, con un R cuadrado ajustado de 0.111.

A nivel ecológico:

1. **Batimetría (BAT):** Los cachalotes son conocidos por bucear a profundidades extremas en busca de presas como calamares gigantes. El modelo confirma la fuerte preferencia de esta especie por ciertas profundidades del océano.
2. **Pendiente (SLOPE):** La influencia de la pendiente podría estar relacionada con la distribución de sus presas, estructuras del fondo marino o corrientes que son favorables para los cachalotes.

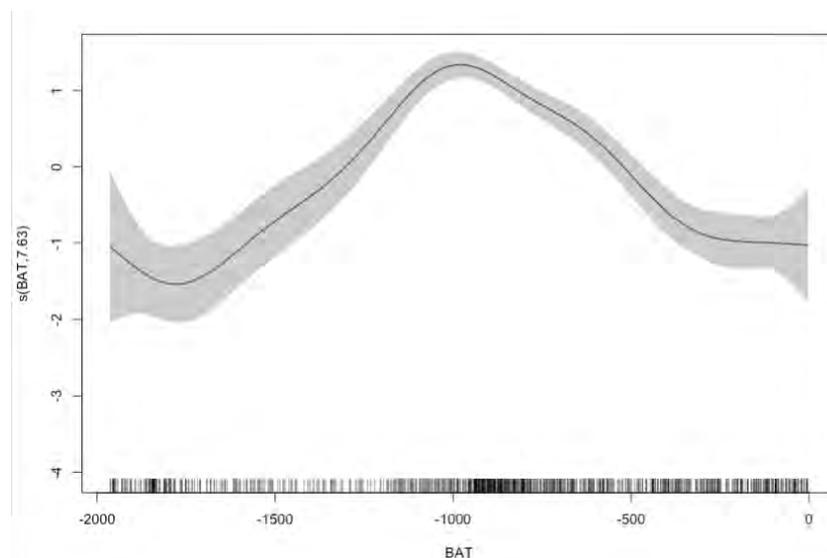
3. **Temperatura Superficial del Mar Anual (SSTANUAL):** Aunque la temperatura superficial no mostró una influencia significativa en el modelo, esto no significa que no sea relevante en otros contextos o combinaciones de factores.

Resumiendo, los cachalotes muestran preferencias claras hacia ciertas profundidades y características del fondo marino, lo cual está alineado con lo que se conoce sobre su ecología y comportamiento de alimentación. Estos insights son cruciales para entender la distribución de los cachalotes y planificar estrategias de conservación efectivas.

6.1.4.7 Modelos para calderones

Para los calderones comunes (mglobis), el modelo relaciona la tasa esperada con dos características ambientales principales: la batimetría (BAT) y la pendiente (SLOPE), ambos derivados de datos satelitales, lo que resalta la aplicación avanzada de tecnología en la investigación.

1. **Intercepto:** El coeficiente del intercepto es 8.21725 y es extremadamente significativo, lo que indica que cuando todas las covariables están en sus valores medios, el logaritmo de la tasa esperada es 8.21725.
2. **Batimetría (BAT):** Hay una relación altamente significativa entre BAT y mglobis con un p-valor prácticamente de cero. Esto refleja una fuerte influencia de la profundidad del mar en la presencia de calderones comunes.



3. **Pendiente (SLOPE):** Al igual que BAT, SLOPE también muestra una relación altamente significativa con mglobis.

Este modelo, que tiene una R-cuadrado ajustada de 0.336, explica el 39.2% de la devianza. Además, tiene el valor más alto de R-cuadrado ajustada entre los modelos presentados anteriormente, indicando una buena adaptación y predictibilidad.

A nivel ecológico:

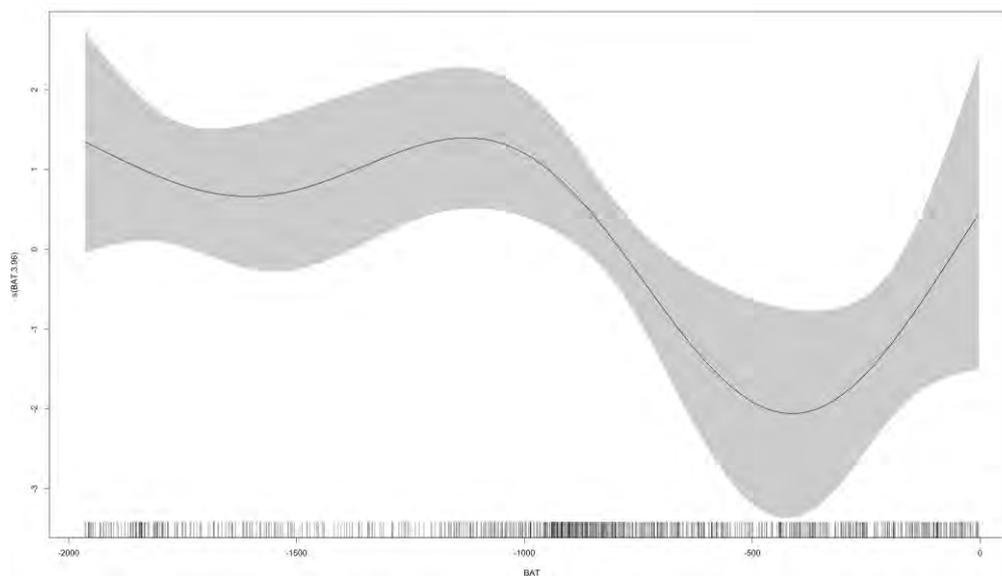
1. **Batimetría (BAT):** Los calderones comunes, conocidos por sus inmersiones profundas y comportamientos sociales en aguas profundas, muestran una clara preferencia por ciertas profundidades, como se evidencia en este modelo.
2. **Pendiente (SLOPE):** La significancia de la pendiente sugiere que estos cetáceos podrían favorecer áreas donde hay cambios en la topografía del fondo marino, posiblemente debido a la concentración de presas o características oceanográficas particulares.

El hecho de que este modelo, basado en datos satelitales, sea el más predictivo resalta el potencial de las tecnologías modernas en la ecología marina y la conservación. Estos insights sobre las preferencias de hábitat de los calderones comunes son esenciales para dirigir esfuerzos de conservación y entender mejor las interacciones entre estos animales y su entorno.

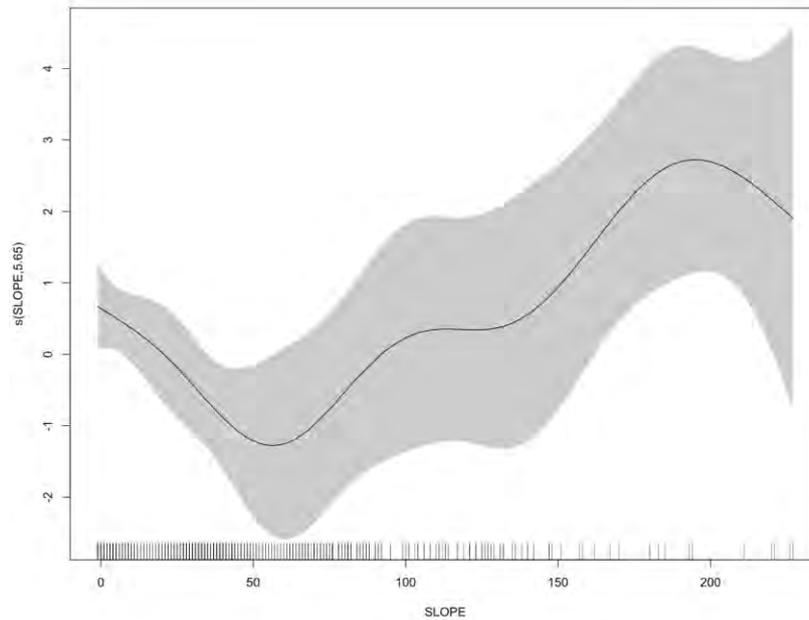
6.1.4.8 Modelos para zifios de Cuvier

El modelo para los zifios de Cuvier (ERZC) relaciona la tasa esperada con tres covariables principales: la batimetría (BAT), la pendiente (SLOPE) y la fluorimetría anual (FLUOANUAL).

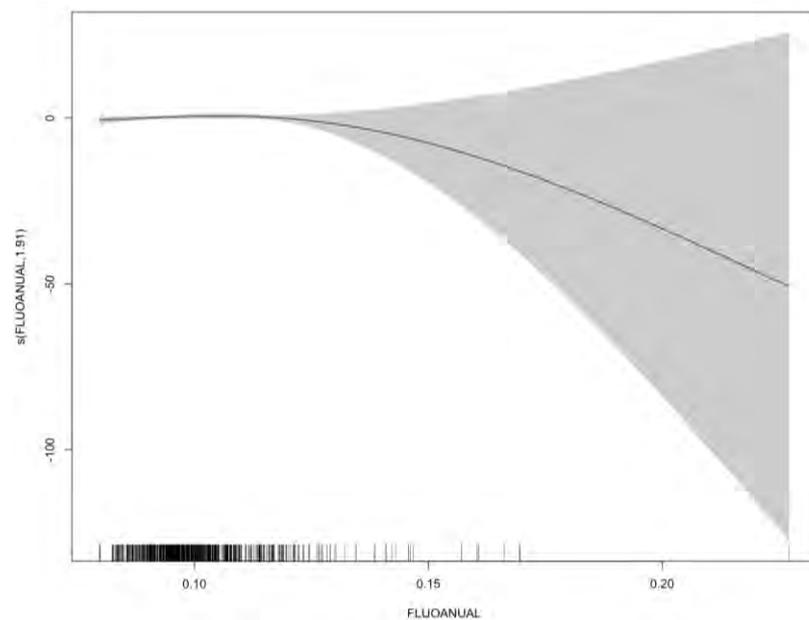
1. **Intercepto:** El coeficiente del intercepto es -65.67, pero no es estadísticamente significativo ($p = 0.25$).
2. **Batimetría (BAT):** Hay una relación altamente significativa entre BAT y ERZC ($p < 0.001$). Esto indica que la profundidad del mar influye en la presencia de zifios de Cuvier.



3. **Pendiente (SLOPE):** SLOPE muestra una relación significativa con ERZC con un p-valor de 0.0026.



4. **Fluorimetría anual (FLUOANUAL):** FLUOANUAL también es estadísticamente significativo con un p-valor de 0.0034. La fluorimetría mide la fluorescencia en el agua, que a menudo está relacionada con la presencia de fitoplancton.



Este modelo explica el 37.6% de la devianza con una R-cuadrado ajustada de 0.189.

A nivel ecológico:

1. **Batimetría (BAT):** Los zifios de Cuvier son conocidos por realizar inmersiones muy profundas, por lo que es lógico que la batimetría tenga un papel significativo en su distribución.

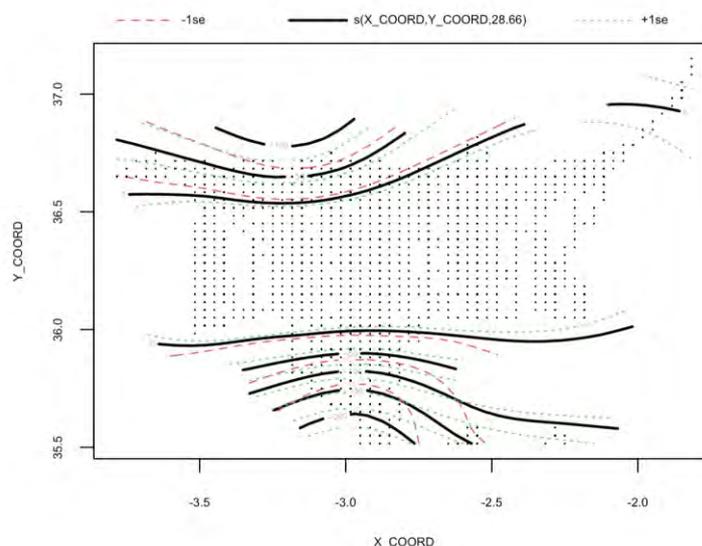
2. **Pendiente (SLOPE):** Las áreas con cambios en la topografía del fondo marino podrían estar asociadas con concentraciones de presas o corrientes que atraen a estos cetáceos.
3. **Fluorimetría anual (FLUOANUAL):** La significancia de la fluorimetría es particularmente interesante. La fluorescencia, que refleja en parte la abundancia de fitoplancton, puede ser un indicador indirecto de la productividad primaria y, por ende, de la disponibilidad de alimentos en la cadena trófica. En términos simples, un aumento en el fitoplancton podría llevar a un aumento en las poblaciones de presas que los zifios de Cuvier consumen.

La inclusión de la fluorimetría en este modelo subraya la importancia de considerar variables indirectas que puedan influir en la distribución y comportamiento de los cetáceos. Es posible que áreas con mayor fluorescencia atraigan a más presas, lo que a su vez atrae a los zifios de Cuvier.

6.1.4.9 Modelos para rorcuales comunes

El modelo para los rorcuales comunes (ERBM) relaciona la tasa esperada con una combinación de coordenadas geográficas, específicamente la latitud (X_COORD) y la longitud (Y_COORD). Esta combinación sugiere que el modelo está tratando de capturar patrones espaciales en la distribución de los rorcuales comunes.

1. **Intercepto:** El coeficiente del intercepto es -1.574 y no es estadísticamente significativo ($p = 0.332$). Esto sugiere que, sin considerar la ubicación geográfica, la tasa base esperada de avistamientos de rorcuales no es significativamente diferente de este valor.
2. **Coordenadas geográficas (X_COORD, Y_COORD):** La relación entre las coordenadas geográficas y ERBM es altamente significativa ($p < 2e-16$). Esto indica que hay ciertas áreas geográficas donde la presencia de rorcuales comunes es más probable que otras.



El modelo explica el 38.5% de la devianza con una R-cuadrado ajustada de 0.204.

A nivel ecológico:

El modelo sugiere que la presencia de rorcuales comunes no es uniforme a lo largo del área estudiada. Al utilizar coordenadas geográficas, estamos buscando identificar patrones espaciales o "puntos calientes" donde es más probable que se encuentren estos animales.

Dado que los rorcuales están de paso, es probable que estos patrones espaciales representen rutas de migración, áreas de alimentación, o zonas donde las condiciones son óptimas para ellos durante su paso.

La significancia de las coordenadas geográficas también puede indicar variabilidad en la disponibilidad de alimento, corrientes marinas favorables u otros factores ecológicos que hacen que ciertas áreas sean más atractivas para los rorcuales comunes en determinados momentos.

El uso de una combinación de latitud y longitud en el análisis es una técnica poderosa para identificar estas áreas de alta probabilidad y proporciona una comprensión más detallada de los hábitats y rutas preferidos por los rorcuales durante sus movimientos migratorios.

6.1.4.10 Resúmenes de modelos

Para conservar y gestionar de manera sostenible sus recursos, es esencial comprender la distribución y comportamiento de las especies que viven en él. Utilizando técnicas avanzadas de modelado estadístico y datos satelitales, hemos abordado esta tarea analizando varias especies marinas, incluyendo delfines, calderones, cachalotes, zifios y rorcuales.

1. Delfines:

Para los *delfines comunes*, se observó que variables como SSTANUAL, POCANUAL y PICANUAL tuvieron una influencia variada en la distribución. SSTANUAL y POCANUAL no resultaron ser significativos, mientras que PICANUAL sí lo fue, aunque el modelo en su conjunto solo explicó el 19.7% de la devianza.

Los *delfines listados* mostraron una relación significativa con la variable BAT, mientras que SLOPE y SSTANUAL no tuvieron un impacto claro. Este modelo tuvo una capacidad explicativa ligeramente inferior al de los delfines comunes.

Para los *delfines mulares*, tanto BAT como SLOPE resultaron ser factores significativos, y el modelo tuvo un mejor ajuste que los anteriores, explicando el 28.1% de la devianza.

2. Calderones:

El modelo de los *calderones grises* mostró una posible relación entre su presencia y la variable BAT, pero no fue lo suficientemente fuerte como para ser concluyente. Su capacidad explicativa fue similar a la de los delfines comunes.

Por otro lado, el modelo de los *calderones comunes* presentó un ajuste notablemente mejor. Utilizando solo datos satelitales para BAT y SLOPE, el modelo explicó el 39.2% de la devianza. Este resultado destaca la potencia de los datos satelitales en la modelización y sugiere que ciertas áreas geográficas son críticas para esta especie.

3. Cachalotes y Zifios:

El modelo para *cachalotes* mostró relaciones significativas con BAT y SLOPE, pero no con SSTANUAL. Con una devianza explicada del 29.9%, el modelo proporcionó una buena comprensión de los factores que influyen en la presencia de cachalotes.

Los *zifios de Cuvier* se relacionaron significativamente con todas las variables del modelo: BAT, SLOPE y FLUOANUAL. Es importante destacar la relación con FLUOANUAL, que se refiere a la fluorimetría. La fluorimetría se utiliza para medir la concentración de clorofila, un indicador de la productividad primaria en aguas marinas. Esto sugiere que las áreas con alta productividad son esenciales para los zifios de Cuvier.

4. Rorcuales:

Para los *rorcuales comunes*, en lugar de variables ambientales tradicionales, se usó una combinación de latitud y longitud, reconociendo que estos animales están únicamente de paso por el área estudiada. Esta elección resultó ser acertada, ya que el modelo tuvo un excelente ajuste, explicando el 38.5% de la devianza y revelando patrones espaciales en su distribución.

Conclusiones Generales:

El análisis reveló que diferentes especies marinas tienen distintos factores que determinan su distribución. Mientras que algunas especies mostraron fuertes relaciones con ciertas variables, otras no tuvieron relaciones claras. Esto subraya la complejidad del ecosistema marino y la necesidad de enfoques personalizados para la conservación de cada especie.

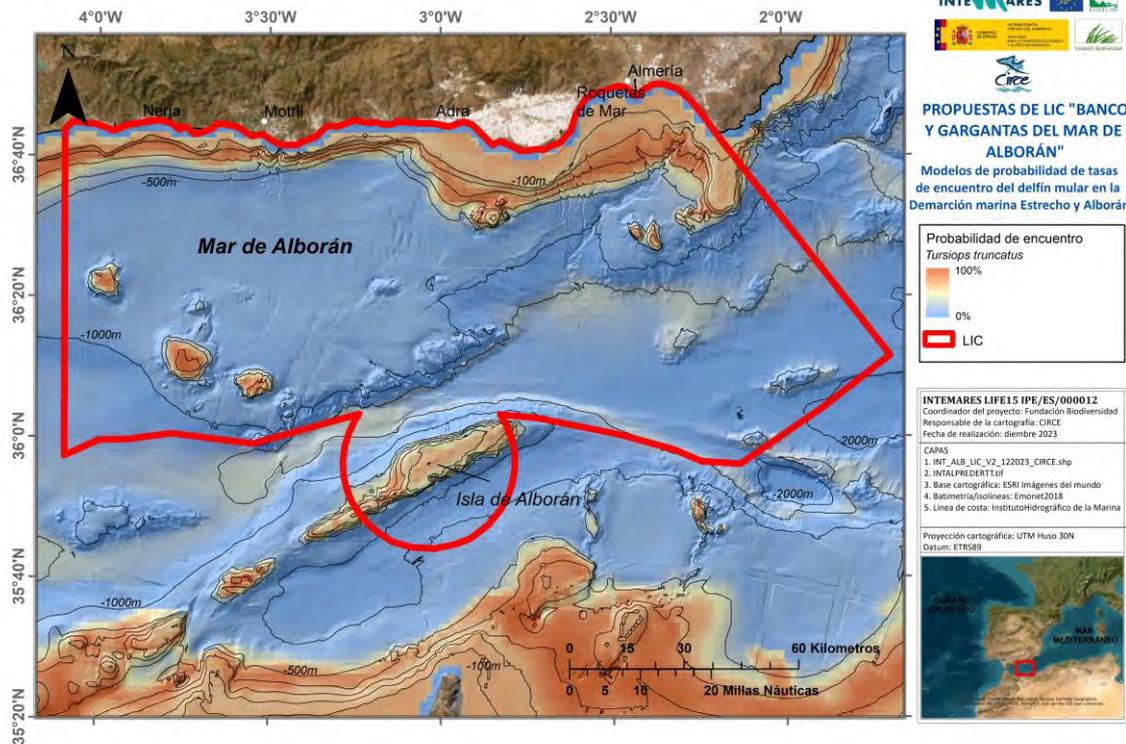
Los datos satelitales demostraron ser una herramienta valiosa en este estudio, especialmente en el caso de los calderones comunes. Proporcionan una visión detallada y actualizada de las condiciones oceánicas, lo que permite una mejor comprensión de la distribución y comportamiento de las especies.

En síntesis, este análisis proporciona información crucial para la conservación y gestión de estas especies marinas. Al comprender mejor dónde y por qué estas especies prefieren ciertas áreas, los gestores y conservacionistas están mejor equipados para proteger y preservar estos seres vitales del océano.

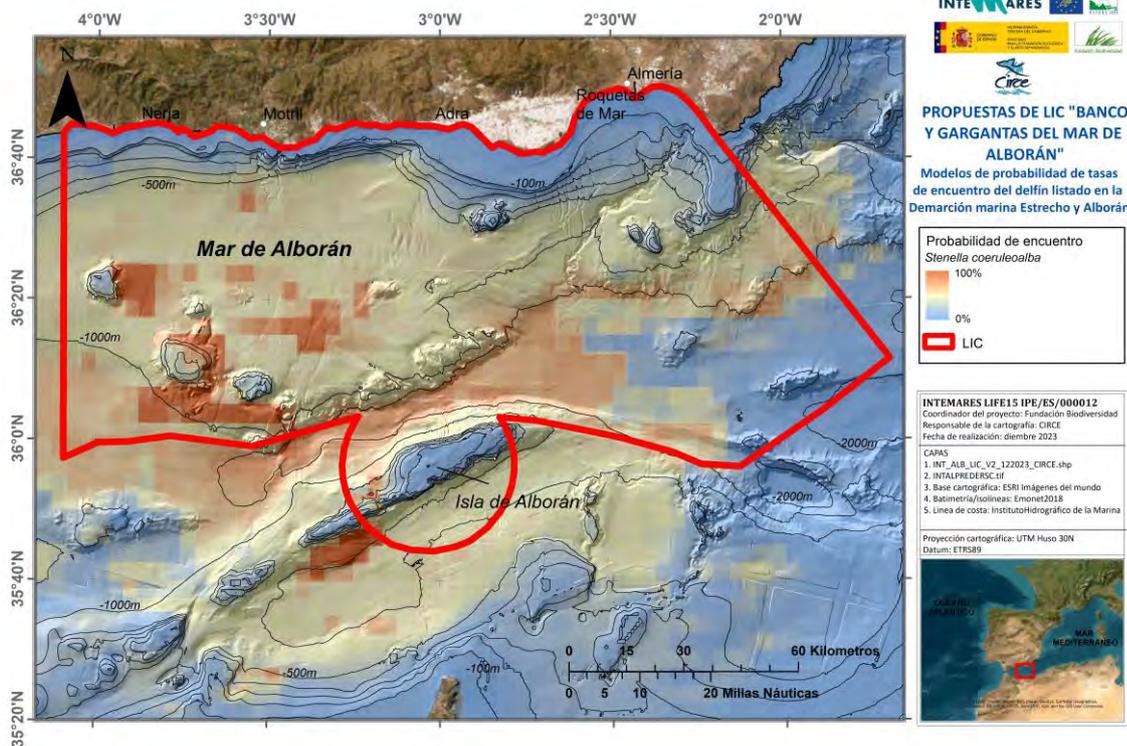
Modelos de predicción

A continuación, se presentan las representaciones gráficas de cada uno de los modelos explicativos predichos en la grida de 380m x 380 metros para el área de estudio (en rojo). Los mismos se representan con los espacios protegidos en azul, y la propuesta (en negro, que es presentada y comentada en el informe de propuesta medidas de gestión en caso de que se produzca la declaración de un espacio protegido). Se presentan las representaciones que se anexan como documentación cartográfica en este documento, que son comentadas, además, al final del punto 6.

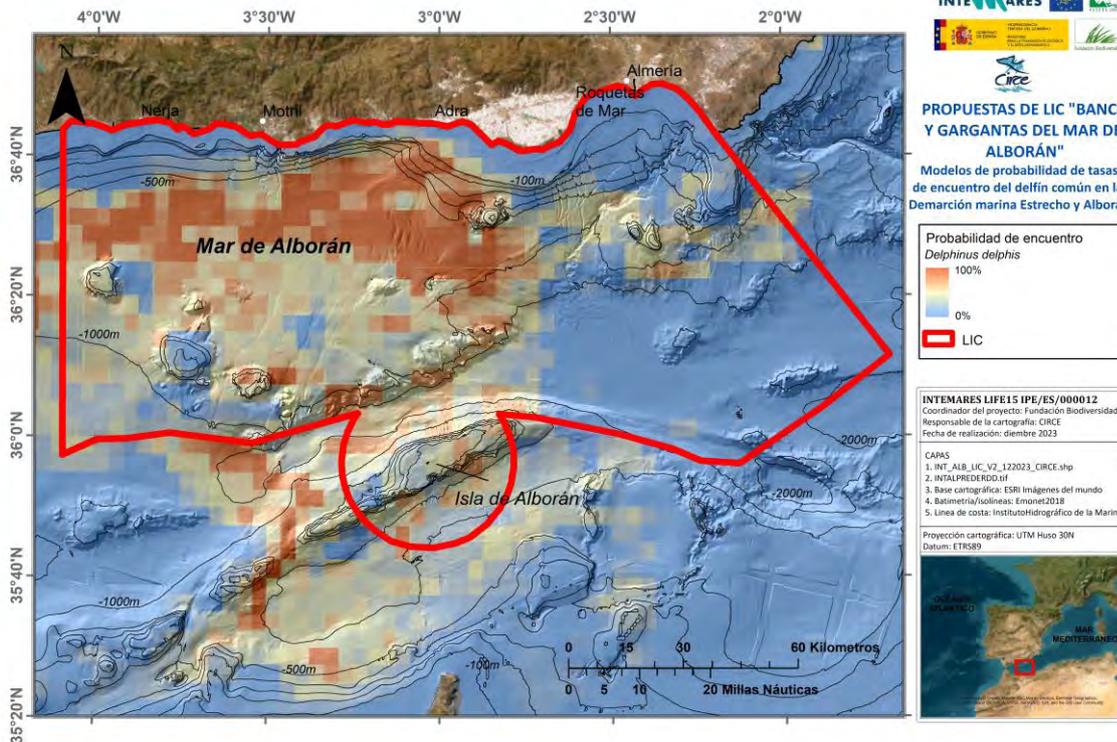
6.1.5 Distribución espacial de delfines mulares



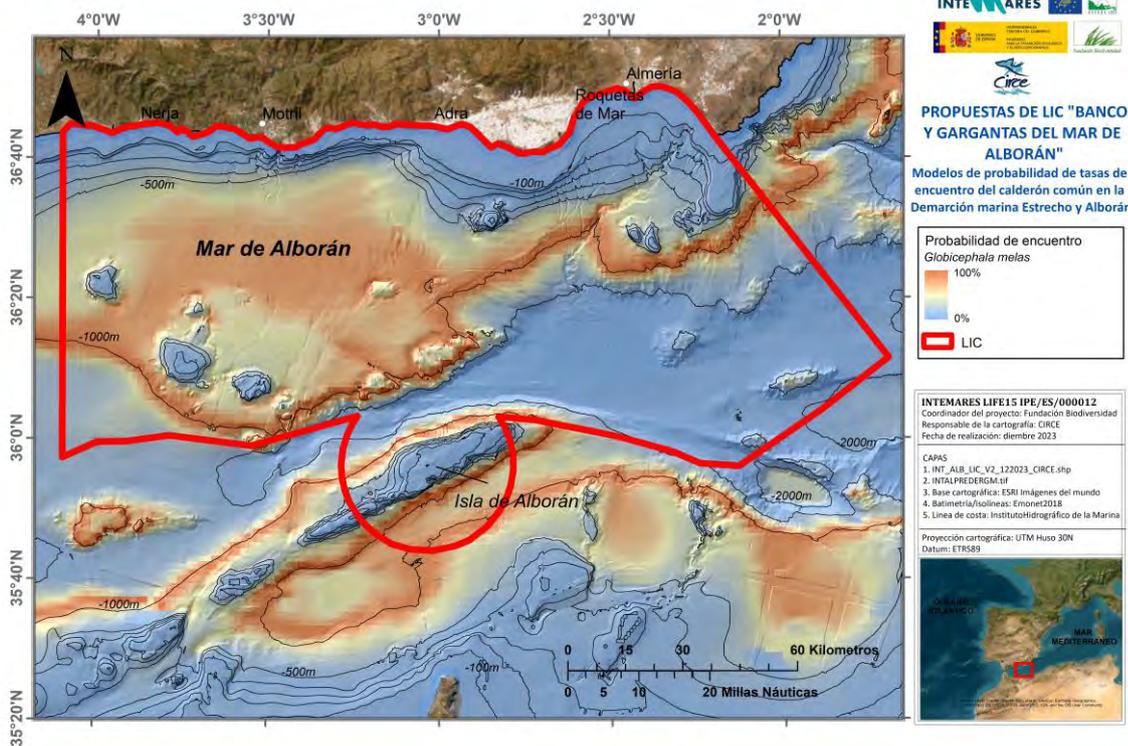
6.1.6 Distribución espacial de delfines listados



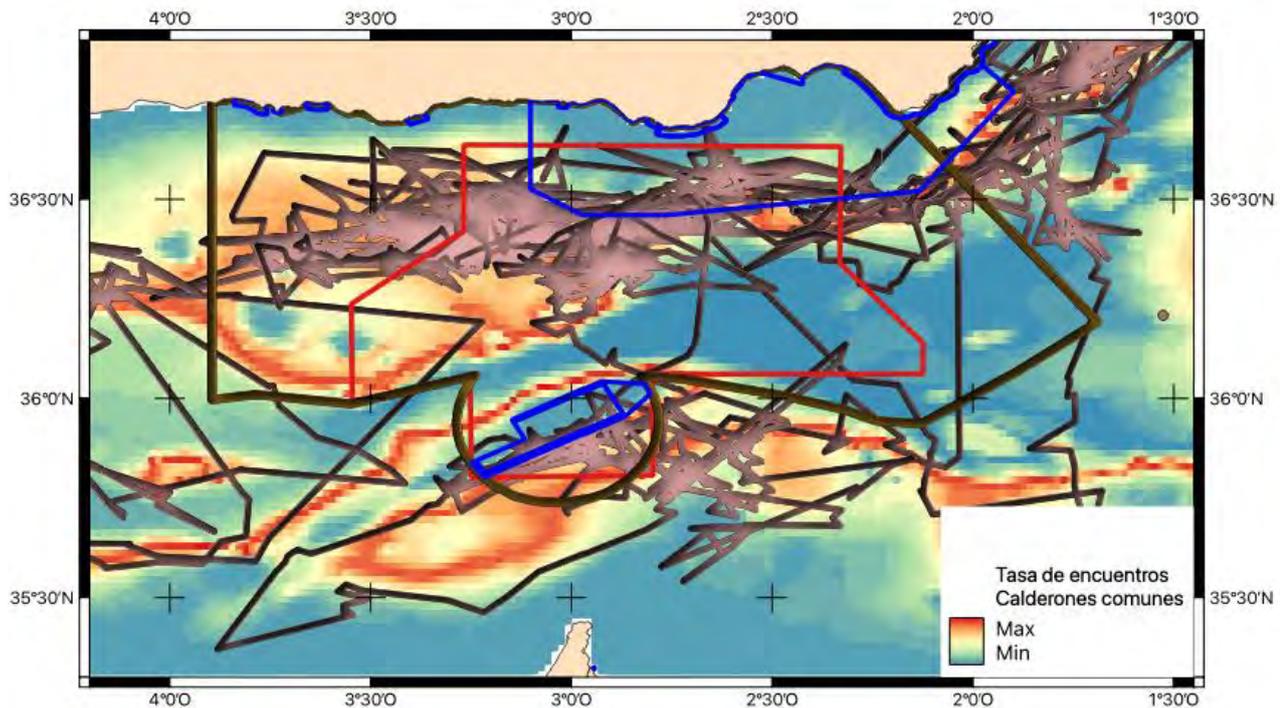
6.1.7 Distribución espacial de delfines comunes



6.1.8 Distribución espacial de calderones comunes

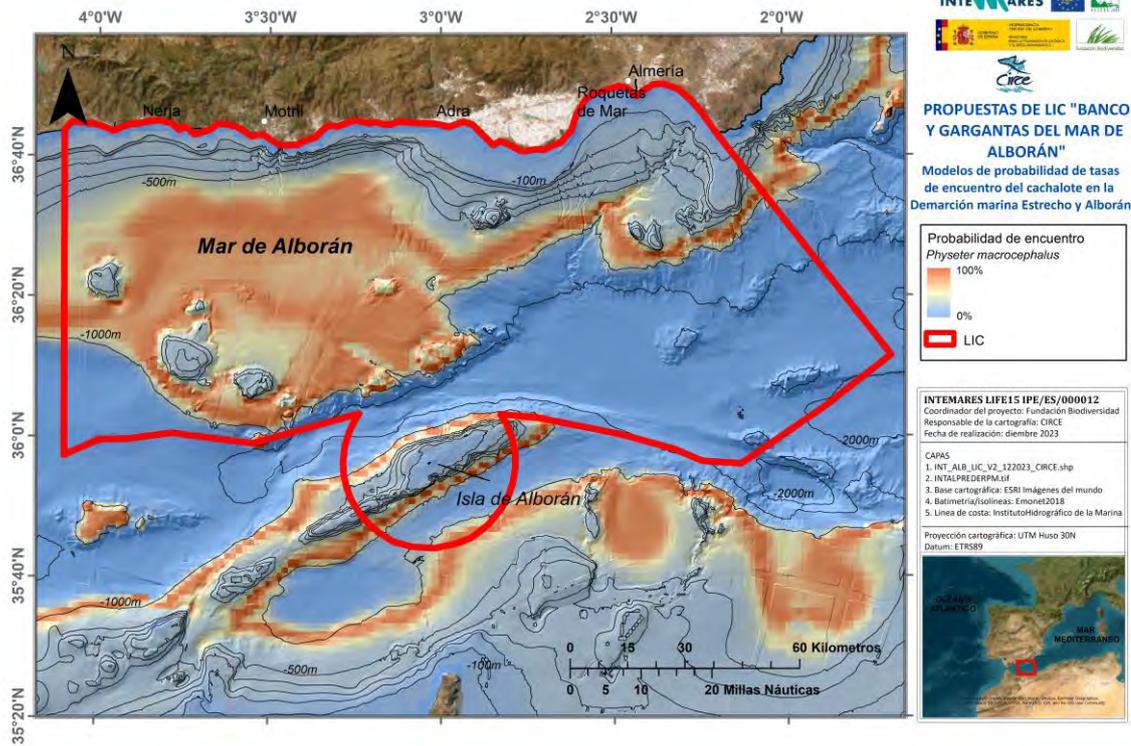


En este caso es importante recalcar que se utilizaron datos satélites de calderones comunes. Aparte se realizó el modelo con datos de ER, pero resultó ser más efectivo el modelo utilizando los resultados de CIRCE sobre marcas satélite. A continuación, se muestra en mapa de ER solapado con los resultados de los datos extraídos de las marcas satelitales de CIRCE resultantes de otros proyectos, los datos provenían de marcas satélite desplegadas entre 2011 y 2023, con el principal (4) de las marcas desplegadas entre 2012 y 2015.

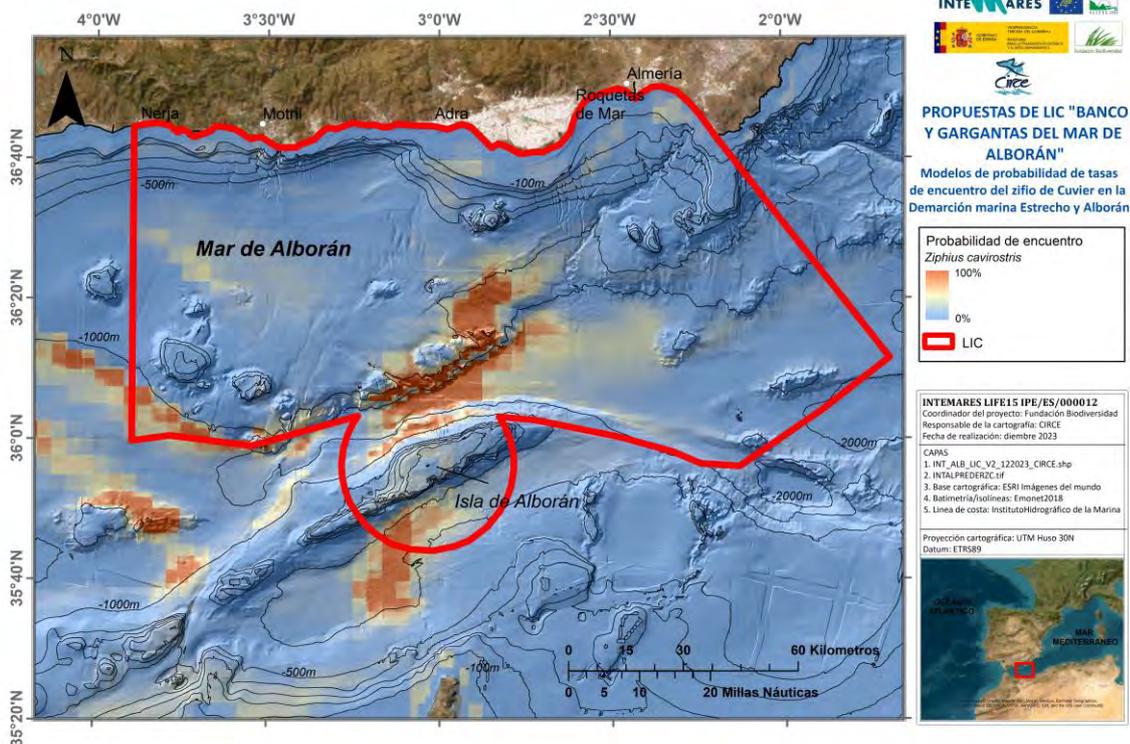


6.1.9 Distribución espacial de cachalotes

Al igual que, en el caso anterior, se utilizaron datos de dos marcas satélite desplegadas por CIRCE en 2013. Estos resultados se unieron a los datos de presencia de cachalotes de datos obtenidos gracias al equipo de Alnitak, Alnilam y Ana Cañadas., para el periodo 1989-2011



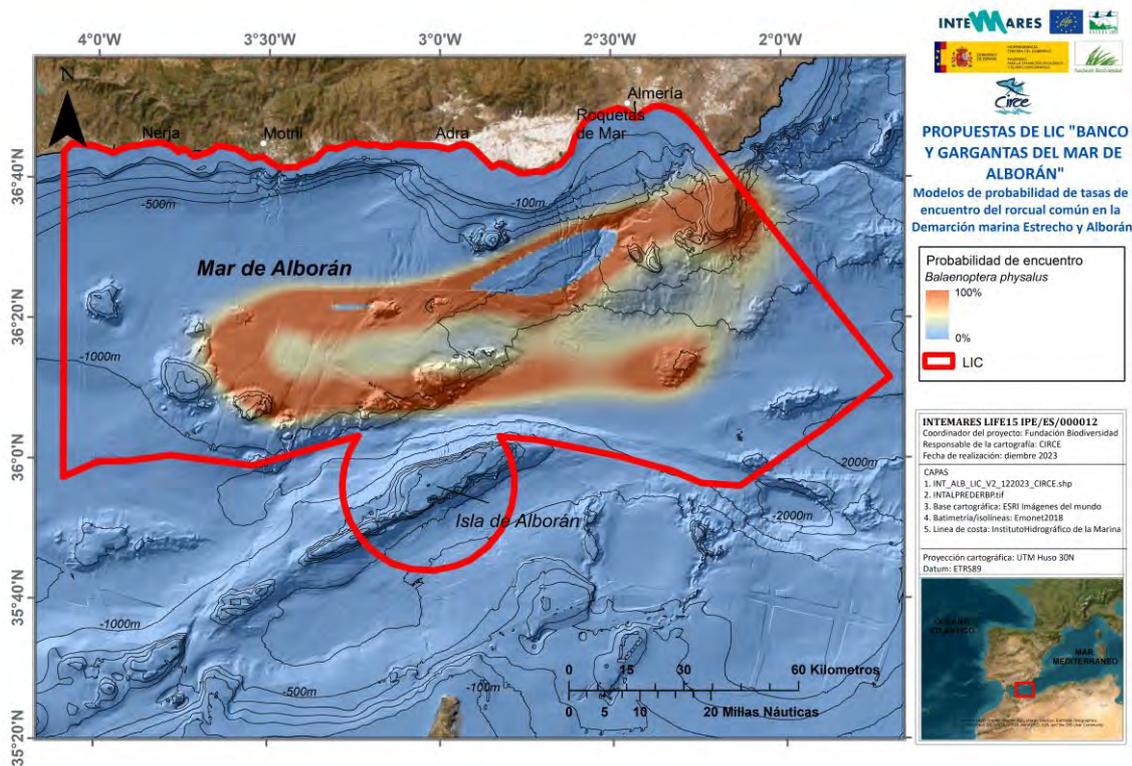
6.1.10 Distribución espacial de zifios de Cuvier



6.1.11 Distribución espacial de calderón gris

6.1.12 Distribución espacial rorcual común

El Mar de Alborán es un canal de migración para el rorcual común en sus migraciones entre el Mediterráneo y el Atlántico. Según los estudios realizados por CIRCE (Salazar Sierra et al 2004) y el CNRS, que marcó por satélite 11 rorcuales comunes en el Mediterráneo y realizó estudios de concentraciones de isótopos estables en barbas de animales varados a lo largo del Mediterráneo y el Atlántico contiguo español, estos animales entrarían al Atlántico durante la época estival (entre junio-julio), y entrarían al Mediterráneo durante el principio del invierno (diciembre-enero) (Guinet et al 2005). Estos datos también están confirmados por los varamientos registrados por la Junta de Andalucía en los últimos años. El siguiente modelo tiene en cuenta una de las macas descritas anteriormente, así como dos marcas satélites desplegadas por CIRCE (entre los años 2002 y 2019). El modelo no es idóneo por la falta de datos, pero nos da una idea clara de por donde se podrían ver los animales.



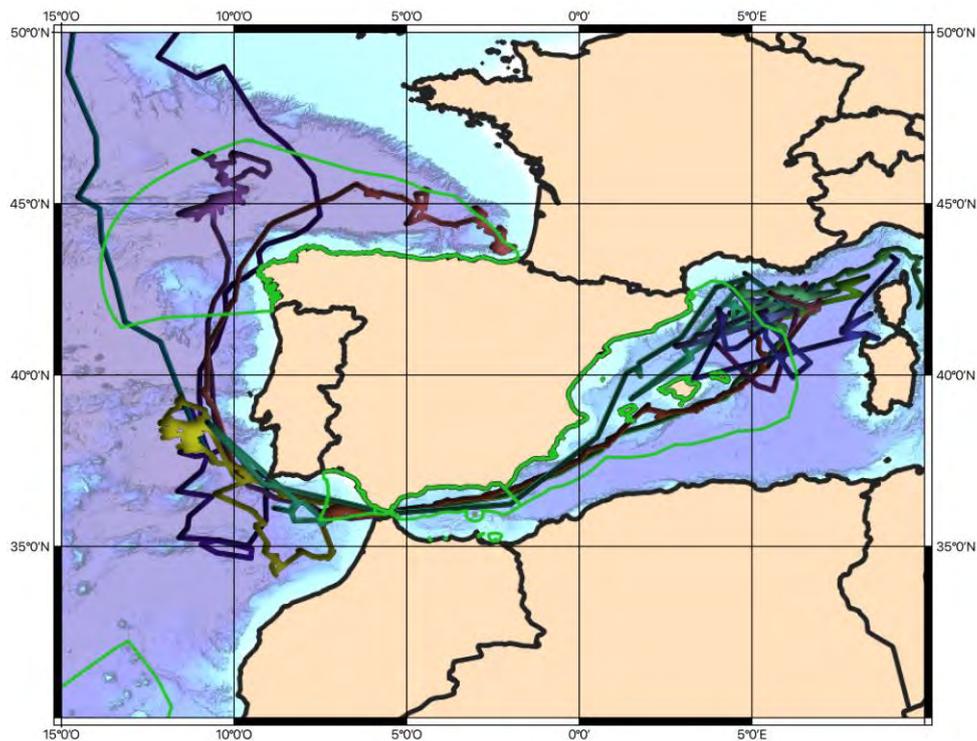


Figura 1. Marcajes satélites realizados en España que se pondrán a disposición del proyecto. En total son 18 marcas puestas en el periodo 2002-2019. En verde se presentan los límites de las demarcaciones marinas españolas.

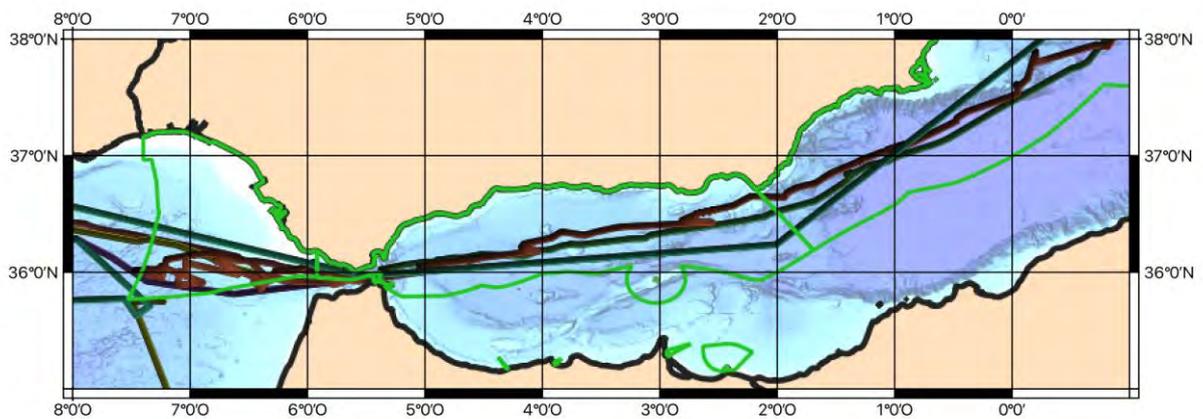


Figura 2. Movimientos de rocales comunes en el Mar de Alborán y cercanías del Golfo de Cádiz. En base a marcaje satélite. En verde se indican los límites de las demarcaciones marinas españolas

Conclusiones y discusión final

El océano es un vasto y complejo entorno que presenta variaciones significativas tanto en su topografía como en sus características ambientales. Estas variaciones juegan un papel crucial en la determinación de la distribución de las diferentes especies marinas. Un aspecto particularmente revelador de nuestros análisis en la zona de estudio es la relación entre la

distribución de las especies y las profundidades oceánicas, específicamente en relación con la isóbata de 1000 metros.

1. Profundidades oceánicas y la isóbata de 1000 metros:

La isóbata de 1000 metros marca una frontera importante en el océano, separando las zonas de la plataforma continental de las profundidades abisales. Es una profundidad que a menudo se asocia con cambios en las características del agua, la disponibilidad de alimentos y la presión, entre otros factores. Resulta que esta isóbata también es crucial para determinar la distribución de varias especies marinas que estudiamos.

- **Cachalotes:** Estos gigantes del océano prefieren las profundidades asociadas con la isóbata de 1000 metros. Los cachalotes son conocidos por realizar inmersiones profundas en busca de presas y esta región les proporciona acceso a una gran variedad de alimentos, incluidos calamares gigantes y peces de grandes profundidades.
- **Calderones (grises y comunes):** Al igual que los cachalotes, los calderones muestran una preferencia por las regiones cercanas a la isóbata de 1000 metros. Estas áreas ofrecen las condiciones ideales de alimentación y protección contra posibles depredadores.
- **Zifios de Cuvier:** Estos cetáceos, especializados en inmersiones profundas, también muestran una afinidad por la isóbata de 1000 metros. Las curvas de respuesta indican que las regiones cercanas a esta profundidad son vitales para su supervivencia y comportamiento alimenticio.

2. Especies más costeras y pelágicas:

- **Delfines mulares:** A diferencia de las especies antes mencionadas, los delfines mulares tienden a preferir regiones más costeras. A menudo se les encuentra cerca de la costa, donde las aguas son más someras y hay abundancia de alimentos. Estas áreas costeras ofrecen condiciones óptimas para su alimentación y reproducción.
- **Delfines (listados y comunes):** Estos delfines presentan un comportamiento más pelágico, prefiriendo aguas abiertas lejos de la costa. Aunque pueden encontrarse ocasionalmente en áreas costeras, su distribución se inclina hacia regiones oceánicas más profundas, pero no necesariamente tan profundas como la isóbata de 1000 metros.

Conclusiones Generales:

El patrón de distribución de estas especies marinas refleja una adaptación específica a sus respectivos nichos ecológicos. La isóbata de 1000 metros emerge como una frontera natural importante, con varias especies mostrando una marcada preferencia por las áreas que la rodean. Esto subraya la importancia de conservar y gestionar estas regiones, dada su importancia para la biodiversidad oceánica.

Por otro lado, las diferencias entre las especies costeras y pelágicas ilustran la diversidad de hábitats dentro del vasto océano y la necesidad de enfoques de conservación diferenciados. Cada especie, ya sea que prefiera las profundidades, las zonas costeras o las aguas abiertas, tiene requisitos únicos que deben ser considerados en las estrategias de gestión y conservación marina.

7. Grado de residencia. Distribución temporal y seguimiento satelital de cetáceos

Cuando se quiere analizar la idoneidad de un espacio a proteger y la afección que puedan tener las actividades antropogénicas en una zona, es importante por un lado ver y analizar la presencia temporal de las especies que pretendemos proteger, y por otro lado si existe un grado de residencia a lo largo de todo el año, lo que nos ayudará a, posible establecimiento de medidas de gestión espacio-temporales, en función de la relación de esta temporalidad con la temporalidad de las presiones en el área de estudio. En el caso de los delfines comunes y listados, una parte residiría durante todo el año en aguas de la zona de estudio. En este sentido, una gran parte de los animales parecen tener una tendencia a migrar hasta aquí en verano.

En el caso de los cachalotes, **la presencia se advierte claramente durante finales del otoño, invierno y primavera en el Estrecho, con una pequeña presencia durante el principio del verano.** Si nos atenemos a 3 marcas desplegadas en los cachalotes en primavera, está claro que esta especie estaría “pastando” por aguas del mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar durante este periodo, y **se moverían a finales de primavera, principio de verano a aguas de las islas Baleares.**

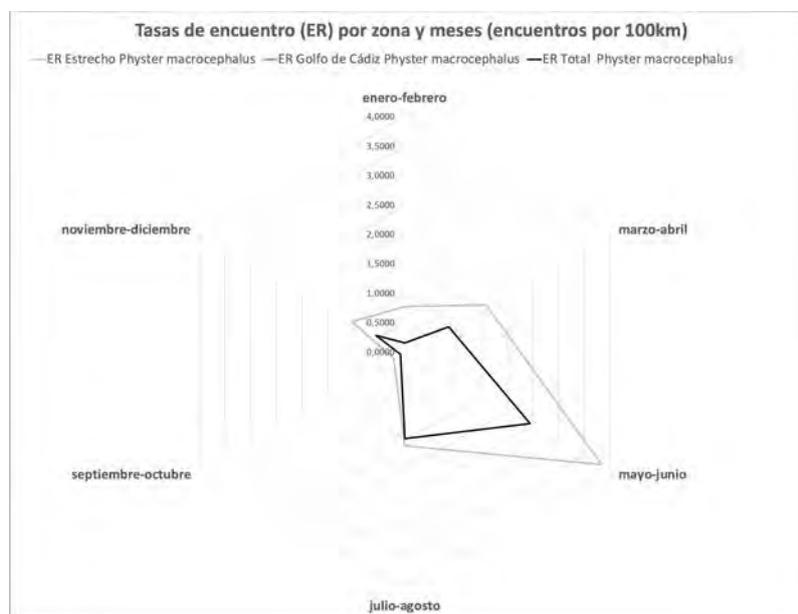


Figura 1. Distribución de tasas de encuentro bimensual para cachalotes en el Estrecho de Gibraltar

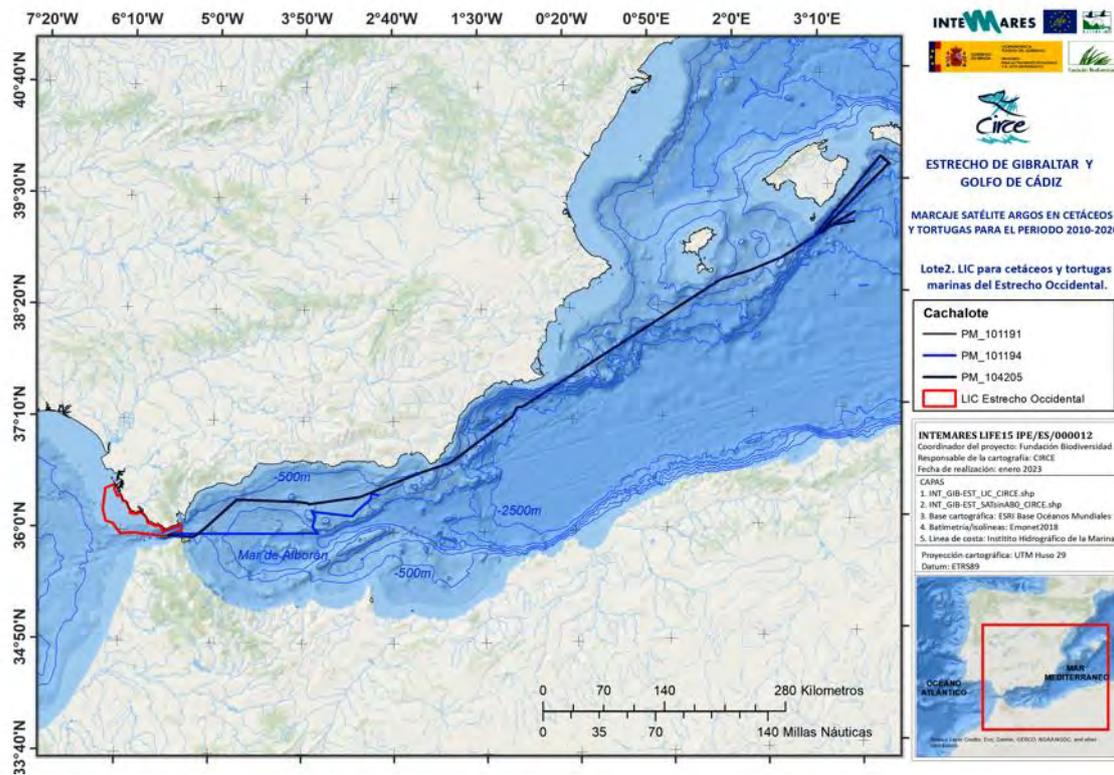


Figura 2. Seguimiento satelital de cachalotes a través del Mar de Alborán

Finalmente, para el caso de los rorcuales comunes, y aunque no se hayan tenido avistamiento de la especie, si nos fijamos en lo que pasa en el Estrecho de Gibraltar, embudo natural y por tanto sitio perfecto para poder hacerles seguimiento, se pueden ver los gráficos de distribución temporal de rorcuales comunes. En este caso, se puede apreciar como existe una bimodalidad en las distribuciones temporales.

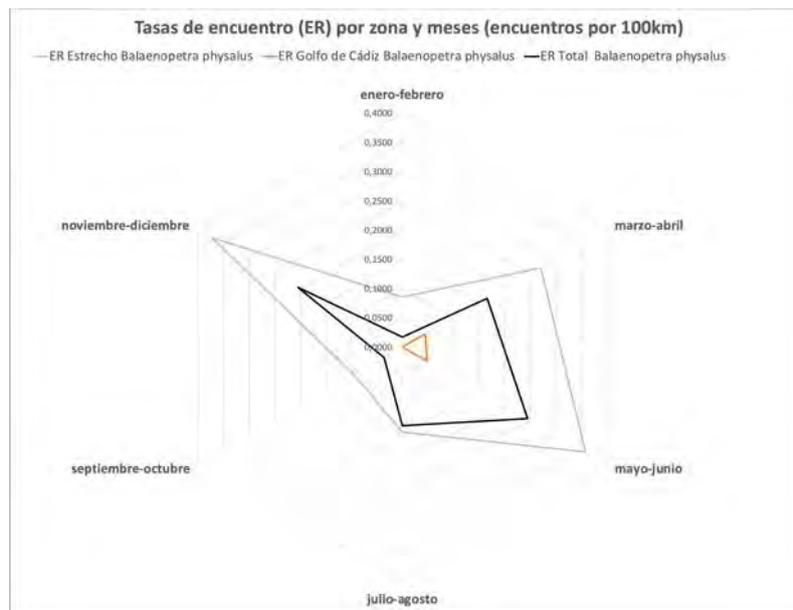


Figura 3. Distribución de tasas de encuentro bimensual para rorcuales comunes

Esta información es crucial si queremos actuar en medidas específicas en estas especies. En el caso de rorcuales comunes, además resulta importante para regularizar el tráfico marítimo.

Los rorcuales comunes tendrían por tanto en el mar de Alborán, y en particular la zona de estudio, una zona de paso importante en ciertas temporadas (final otoño y final primavera).

8. Distribución espacial de tortugas bobas.

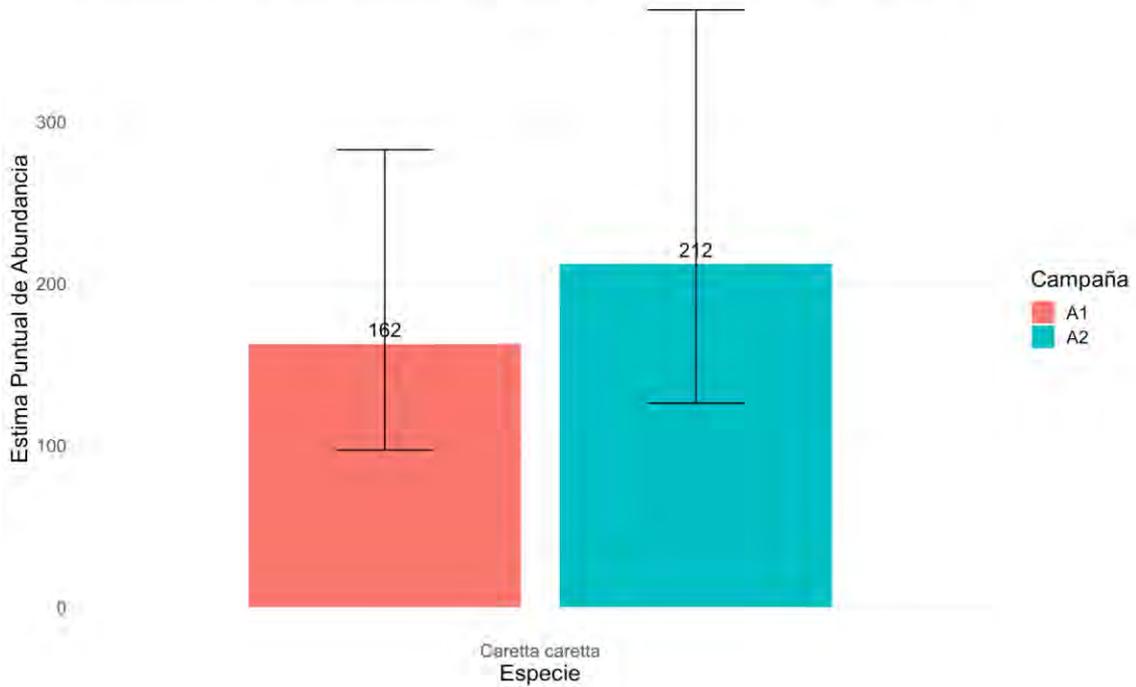
Dados los conocimientos existentes de tortugas marinas en la zona, el Estrecho podría ser confluencia de dos tipos de tortugas bobas. Si nos atenemos a las tortugas bobas observadas en el Mediterráneo occidental, éstas procederían de dos áreas geográficas diferentes:

- i) las playas de puesta del Mediterráneo central y oriental (URM Mediterránea) y
- ii) las del Atlántico occidental (URM Atlánticas) (Argano & Baldari, 1983).

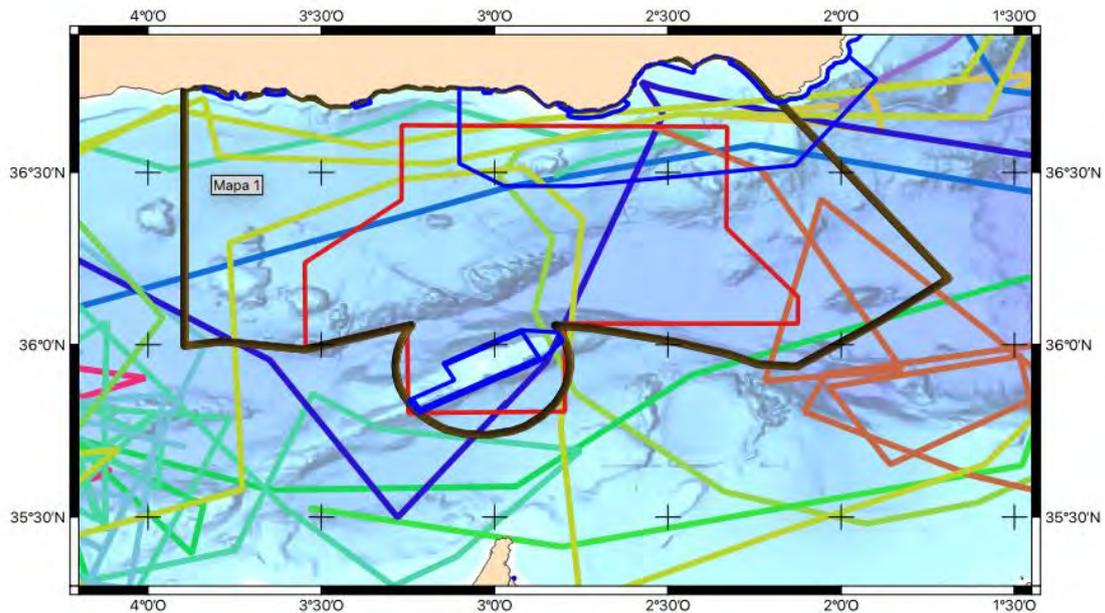
Con este estudio, buscamos determinar si hay alguna distribución espaciotemporal predecible para estas tortugas, evaluar la viabilidad de realizar estimaciones de abundancia y discernir si existen desafíos antropogénicos particulares para la especie dentro del área de estudio. Dado la poca disponibilidad de datos sobre tortugas bobas en la zona, se volverá a comprar con una zona cercana, el Estrecho de Gibraltar, datos que se combinarán con los obtenidos a lo largo de este estudio.

Cuando observamos los datos de abundancia, podemos ver claramente como la abundancia es muy muy pequeña. Incluso si tenemos en cuenta que la $G(0)$ es desconocida y que probablemente sea mayor a lo pensado, estaríamos lejos de las abundancias que esperamos. En total podemos ver cómo podría haber alrededor de entre 100 y 400 tortugas presentes a lo largo del año en la zona de estudio.

Comparación de Estimaciones Puntuales de Abundancia entre A1 y A2



Si nos atenemos también a marcajes satélite realizados en el marco del LIFE02 NAT/008610 (Todos por la mar), vemos claramente como, la zona de estudio tiene una tendencia a albergar tortugas durante sus tránsitos.



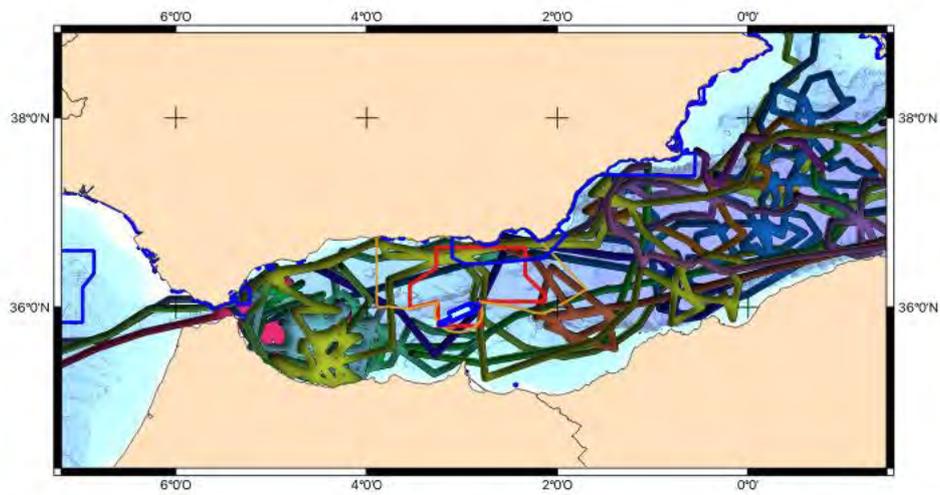


Figura 1. Seguimiento satelital de tortugas bobas a través del Estrecho de Gibraltar

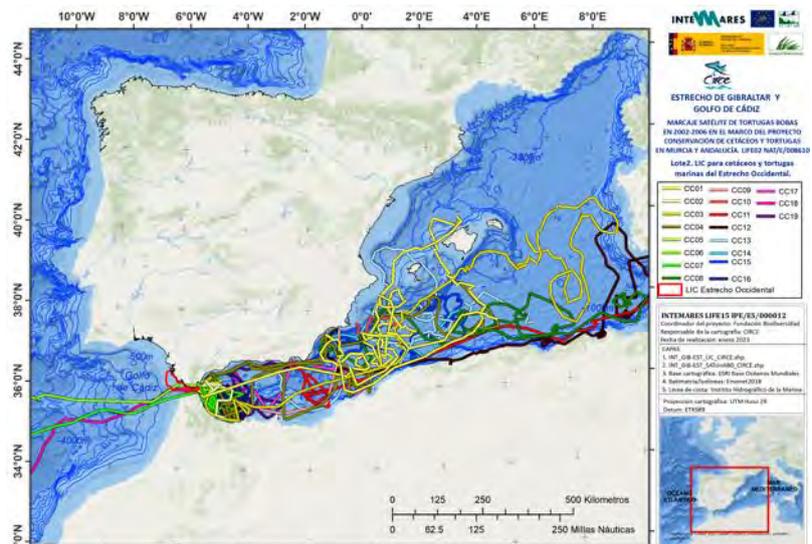


Figura 2. Seguimiento satelital de tortugas bobas a través en el Mar de Alborán

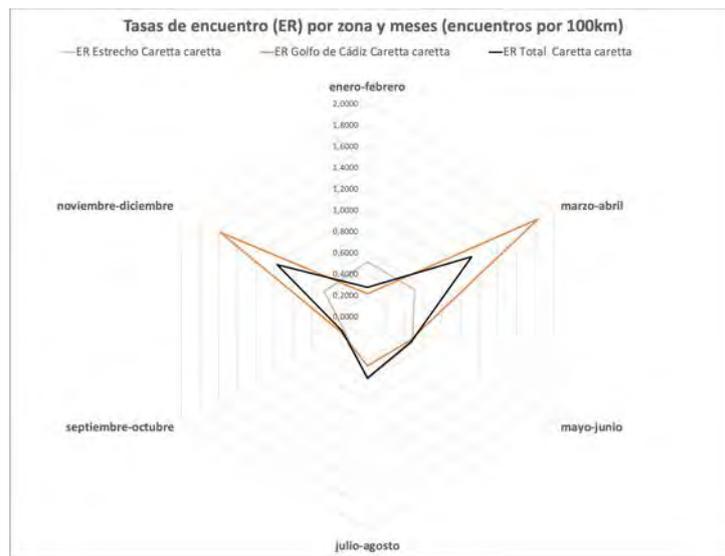


Figura 1. Distribución de tasas de encuentro bimensual para tortuga boba o común

Al pararnos a analizar la distribución de tasas de encuentro temporal del Estrecho, **sí que se evidencia una bimodalidad en cuanto a la presencia de esta, estando presentes en aguas del Golfo de Cádiz y en la zona costera cercana a la zona de estudio en el Mar de Alborán en el periodo noviembre-diciembre y marzo abril, con un descenso importante el resto de los meses.** Si bien no se observan en la zona de estudio en gran cantidad, sí que es esperable observarlas en aguas cercanas.

9. Actividades humanas

Introducción-metodología

En los siguientes dos apartados, se hace un sobrevuelo sobre actividades antropogénicas en la zona de estudio. Por un lado, se presenta el análisis de 3.419 actividades detectadas.

Al utilizar datos AIS para analizar el tráfico en el Mar de Alborán durante un mes, con una resolución de una hora, se obtiene una visión detallada y precisa del movimiento y comportamiento de las embarcaciones en la zona. Esta resolución temporal permite identificar patrones diurnos y nocturnos en la navegación, tiempos pico de tráfico y potenciales puntos de congestión.

Aunque el AIS es una herramienta poderosa, no está exento de desafíos. Los barcos pueden apagar o manipular sus transpondedores, lo que podría llevar a la falta de datos o a datos erróneos. Además, en áreas de alto tráfico, las señales AIS pueden saturarse, lo que puede dificultar la recepción de datos claros.

Además, la concentración de tráfico en ciertas horas o días podría indicar la presencia de actividades específicas, como pesca, transporte de mercancías o tránsito de ferries entre continentes. A su vez, el análisis podría revelar áreas donde se reduce la velocidad de las

embarcaciones, lo que podría sugerir la necesidad de una mayor vigilancia o de implementar medidas de seguridad adicionales.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del análisis de los datos de tráfico de AIS para el periodo septiembre de 2022. Los datos se calibraron con los datos descritos en el punto 4.1.4, lo que permite estar seguros de que representan la realidad. Lo más importante a tener en cuenta es que debido a la lejanía de la costa de la zona de estudio, es muy poco probable que las presiones clásicas que suelen afectar en espacios marinos protegidos más costeros afecten a cetáceos de la zona. Se analiza por un lado el posible impacto pesquero, que será más desarrollado en el plan de gestión para la zona, el tráfico marítimo de gran tonelaje, y embarcaciones de tipo militar.

Resultados

9.1.1 Actividades pesqueras en Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar

Para poder analizar el esfuerzo pesquero, se filtraron los datos (adjuntos en los datos GIS de este documento) para pesqueros, y se aplicó un filtro de velocidad, con velocidades de menos de 3 nudos. Esto unido a que durante los muestreos descritos en el punto 4.1.4 solamente se detectaron arrastreros en la zona deja claro que estas serían las zonas de arrastre durante un mes de la flota pesquera de arrastre colindante.

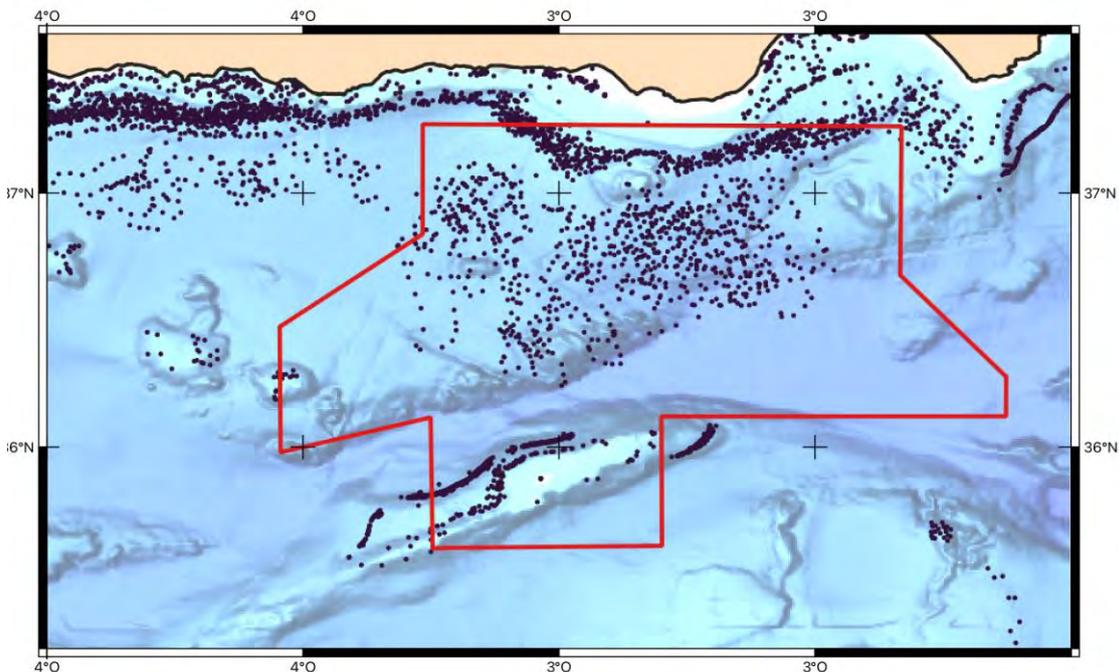


Figura 2. Pesqueros de arrastre en la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

A continuación, se detallan las embarcaciones que navegaron en arrastre de fondo, Como se puede ver tan solo 3 embarcaciones representan el 100% del esfuerzo pesquero en la zona profunda, incluida en este estudio, con base en Motril, y base en Roquetas de mar.

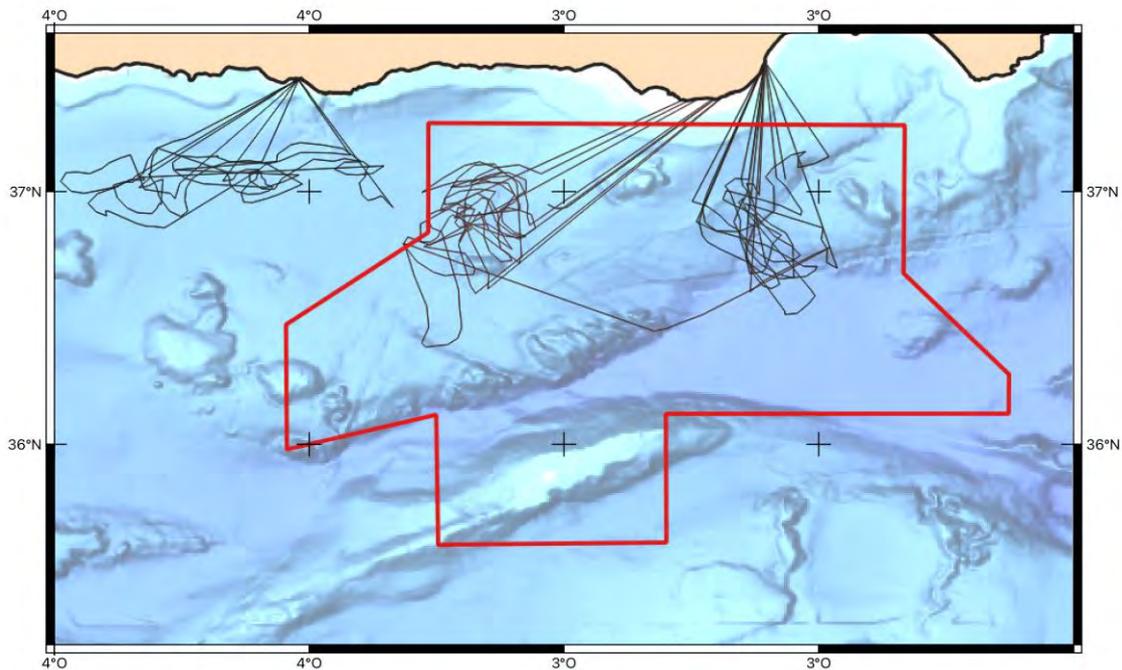


Figura 1. Pesqueros de arrastre en aguas profundas en la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

Por otro lado, se aplicó un filtro de menos de 2 nudos en embarcaciones deportivas. Si bien no será del todo fiable, sí que nos da una indicación de presencia de posibles embarcaciones de pesca recreativa. A continuación, se pueden ver las posiciones de las embarcaciones. Cabe resaltar un poco presencia en la zona de estudio, confirmada por los datos obtenidos en el punto 4.1.4.

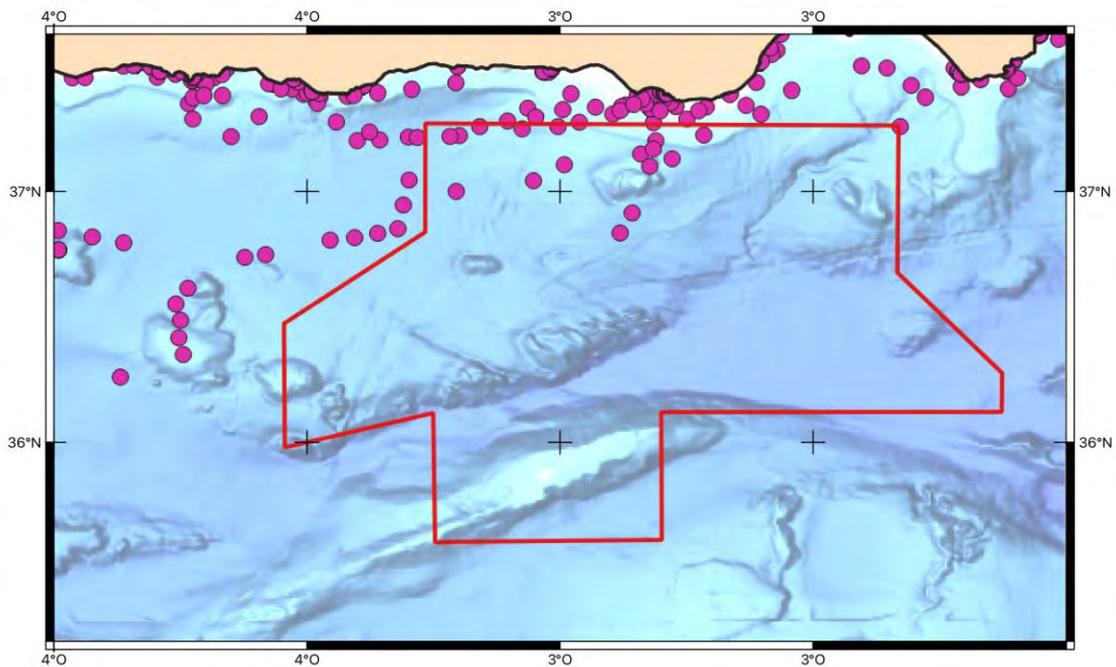


Figura 1. Pesqueros recreativa en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

9.1.2 Embarcaciones de gran tonelaje en Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar

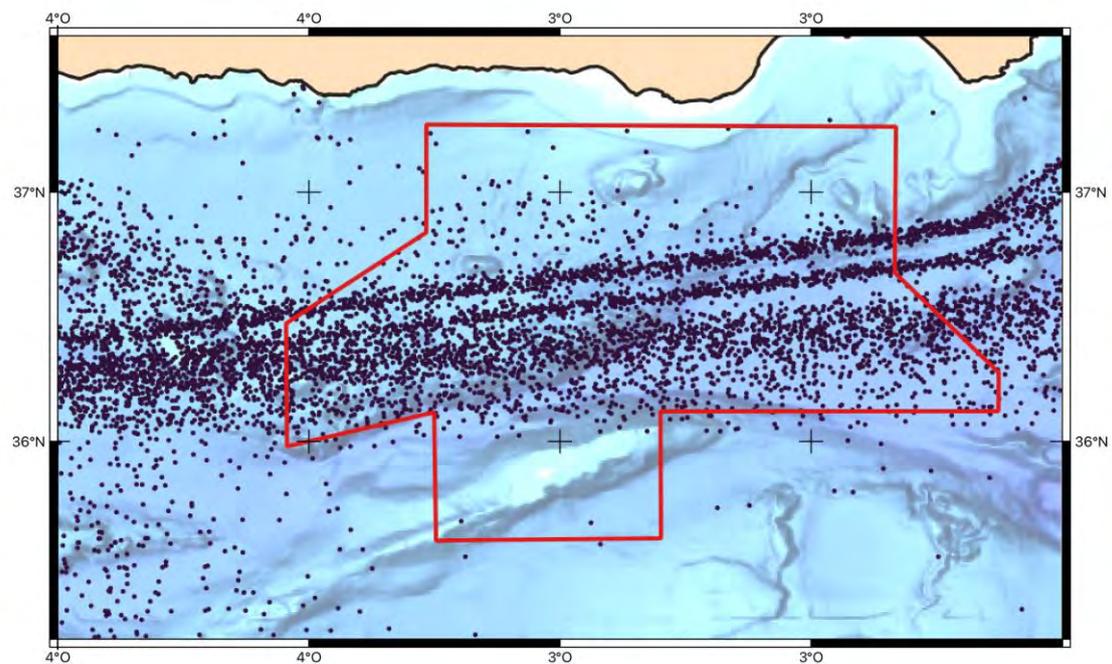


Figura 1. Petroleros en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

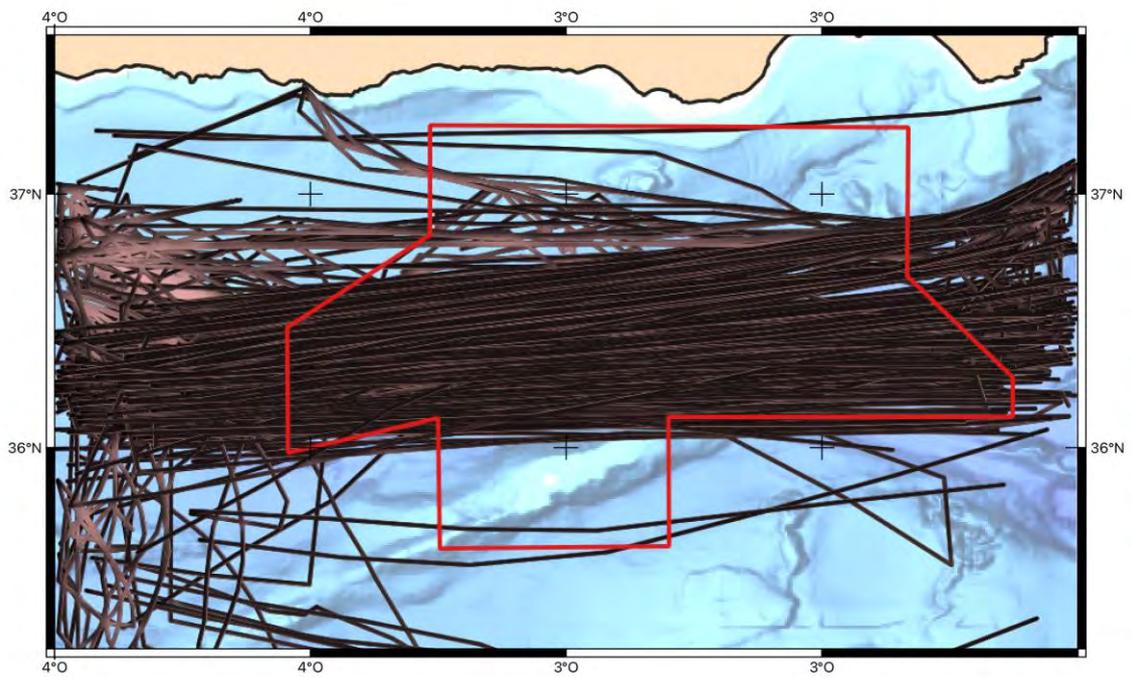


Figura 1. Petroleros en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

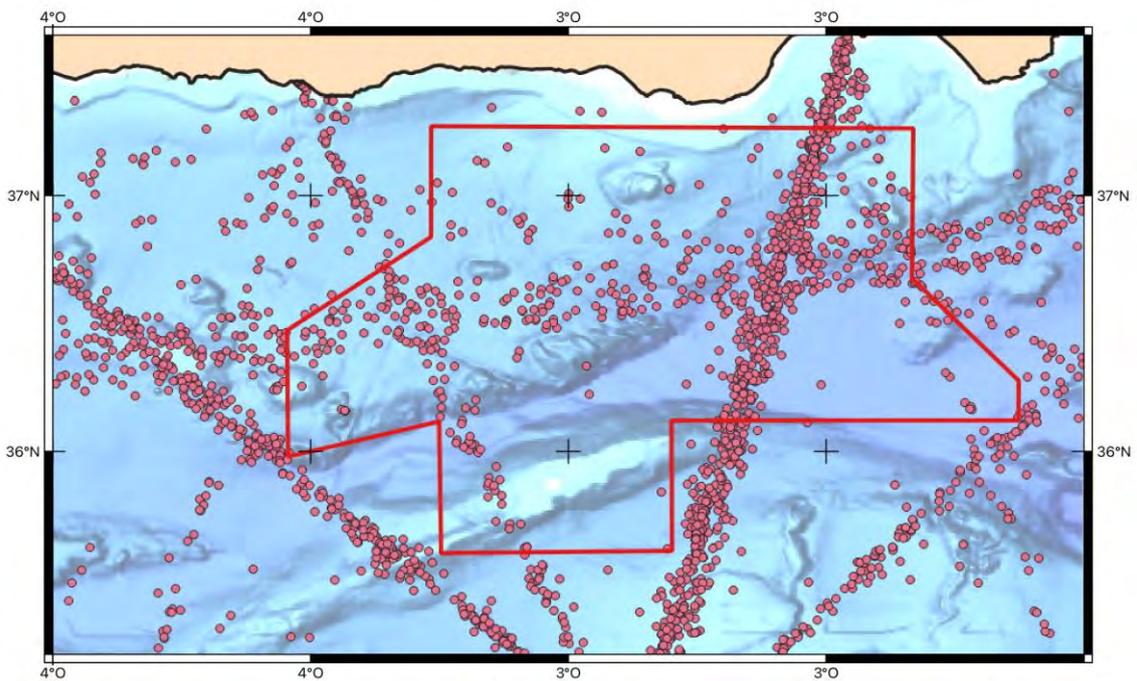


Figura 1. Ferries y fast-ferries en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

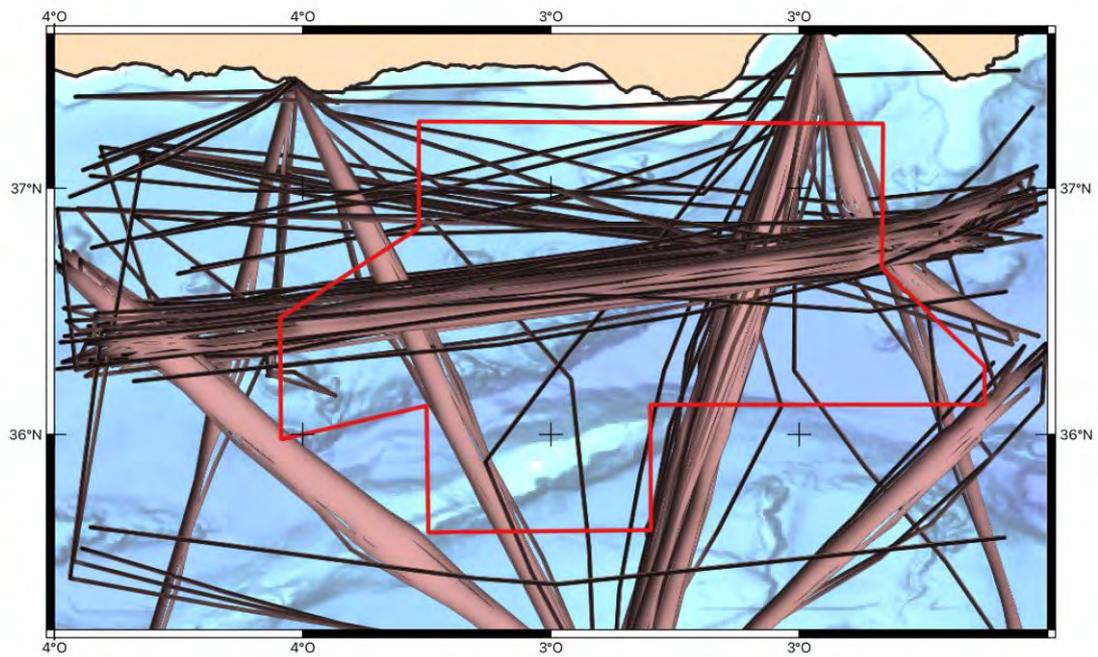


Figura 1. Ferries y fast-ferries en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

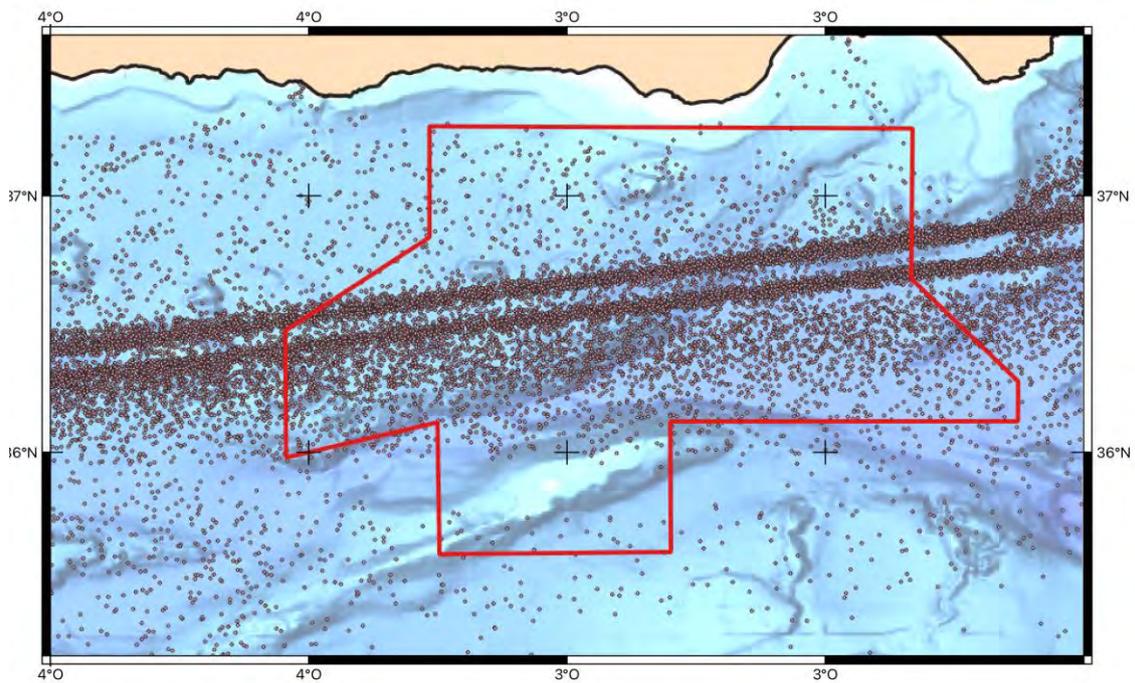


Figura 1. Portacontenedores en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022



Figura 1. Portacontenedores en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

9.1.3 Embarcaciones militares y Guardia civil en Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar

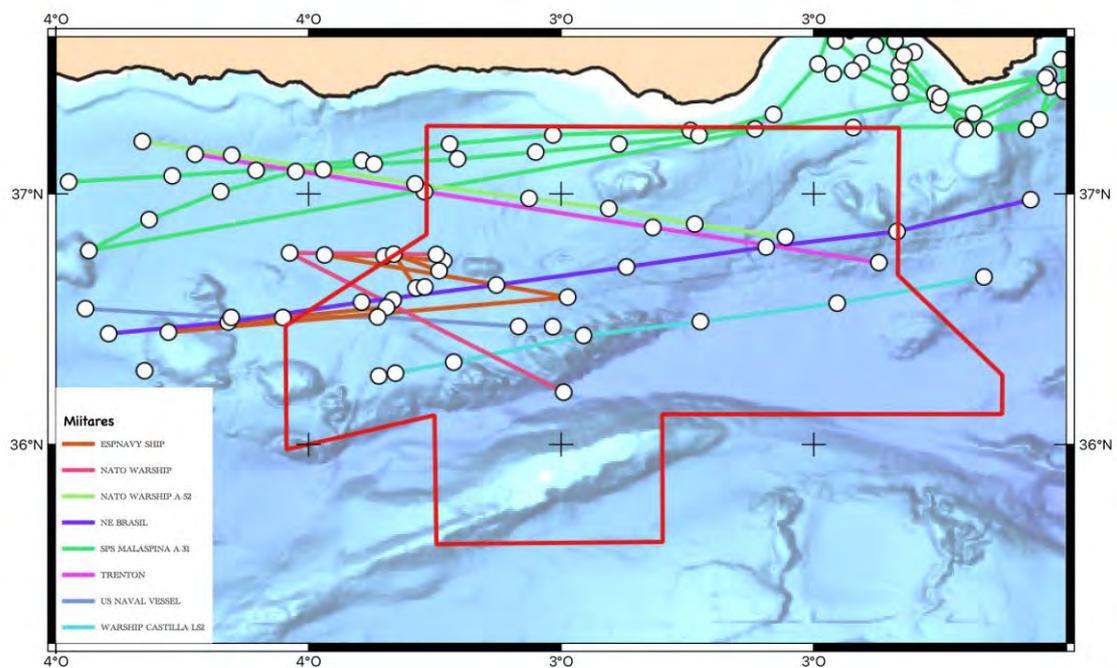


Figura 1. Embarcaciones militares o de la Guardia Civil en aguas de la zona de estudio durante el mes de septiembre de 2022

Conclusiones sobre las actividades antropogénicas en el área de estudio

Tras un meticuloso análisis de los datos del Sistema de Identificación Automática (AIS) en la zona de estudio, se han podido identificar patrones claros y concretos en relación con las actividades marítimas en la zona, los cuales tienen significativas implicaciones para la fauna marina y la gestión de los recursos naturales.

1. **Pesca de arrastre:** Se observa una marcada diferencia en la intensidad de la pesca de arrastre dependiendo de la profundidad. Si bien en aguas profundas (más allá de 200 metros) la actividad es notablemente escasa, en las zonas de profundidades intermedias, especialmente entre los 50 y 200 metros, se registra una concentración significativamente alta de pesca de arrastre. Esta forma de pesca, conocida por su capacidad para alterar los ecosistemas marinos, tiene potenciales implicaciones en la estructura y función de las comunidades bentónicas de la región.
2. **Pesca deportiva:** En contraste con la pesca de arrastre, los datos revelan una presencia casi insignificante de pesca deportiva en la zona de estudio. A pesar de que este tipo de actividad tiende a tener un impacto menor comparado con la pesca industrial, su casi nula presencia subraya una característica distintiva del paisaje marítimo de la región.
3. **Tráfico de grandes embarcaciones:** Uno de los aspectos más preocupantes es la alta densidad de grandes embarcaciones, específicamente portacontenedores, ferries y, de manera destacada, petroleros. La presencia regular de estos grandes buques no solo incrementa el riesgo de colisiones con especies marinas, sino que también eleva el potencial de desastres medioambientales como derrames de petróleo. Un incidente de esta naturaleza tendría repercusiones devastadoras para el ecosistema marino y las economías locales. Además, estas embarcaciones contribuyen significativamente al ruido submarino, que puede interferir con las comunicaciones y comportamientos de diversas especies, incluidos cetáceos que dependen del sonido para su orientación, alimentación y comunicación.
4. **Actividades militares:** La proximidad de Cartagena, un punto neurálgico en términos de operaciones militares se traduce en una frecuente actividad naval en el Mar de Alborán. Los ejercicios que utilizan sonar de frecuencia baja activa (LFAS) son especialmente problemáticos. En el pasado, la región ya ha sido testigo de varamientos masivos de zifios, que se correlacionaron directamente con actividades militares que emplearon este tipo de sonar. La sensibilidad de los zifios y otros cetáceos al sonar activo es un área de preocupación que requiere medidas de gestión y monitoreo rigurosas.

En conclusión, el Mar de Alborán presenta una amalgama de actividades humanas que, en su conjunto, plantean desafíos y amenazas significativos para la integridad del ecosistema marino. La coexistencia de áreas intensamente explotadas por la pesca de arrastre con rutas marítimas densamente transitadas por grandes embarcaciones y zonas de operaciones militares configura un escenario que requiere una gestión integrada y basada en evidencia científica. Las conclusiones derivadas de este análisis son cruciales para informar y orientar las estrategias de

conservación y gestión en el Mar de Alborán, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de sus recursos y la protección de su biodiversidad marina.

En el informe relativo a las medidas de gestión del espacio propuestas exclusivamente como resultado de los estudios científicos mantenidos (y que no contemplan, por tanto, un análisis de la actividad socioeconómica de la zona se analizan las potenciales consecuencias de las distintas actividades humanas presentes en el área de estudio sobre las especies de cetáceos y tortugas analizadas.

10. Bibliografía consultada

- Aguilar A, Lens S (1981) Preliminary report on spanish whaling activities. Rep Int Whal Commn 31:639-643.
- Akamatsu, T., Hatakeyama, Y. and Takatsu, N. (1993) Effect of Pulse Sounds on Escape Behaviour of False Killer Whales.
- Akamatsu, T., Hatakeyama Y., Kojima, T. and Soeda, H. 1994. Echolocation rates of two harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). Marine Mammal Science 10: 401-411.
- ALNITAK (2001) Proyecto de identificación de áreas de especial interés para la conservación de cetáceos en el Mediterráneo español, Grupo de Investigación de Cetáceos de la UAM.
- Aloncle H (1964) Premières observations sur les petits Cétacés des côtes marocaines. Bull Inst Pech Maroc 12:21-42.
- Amundin, M. (1991). Sound production in odontocetes with emphasis on the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*. Doctoral Dissertation, Department of Zoology, Division of Functional Morphology, University of Stockholm.
- Andersen, S. (1970). Auditory sensitivity of the harbour porpoise *Phocoena phocoena*. In: G. Pilleri (ed.). Investigations on Cetacea, Vol II. - Institute of Brain Anatomy, Bern, 255-259.
- Anderson, D. R. and Burnham, K. P. (1999) Understanding information criterion for selection among capture-recapture or ring recovery models. Bird Study, 46: 14-21.
- André, M. and Degollada, E. 2003 Effects of shipping noise on sperm whale populations. Poster presented at the European Cetacean Society Conference, Las Palmas de Gran Canaria, March 2003.
- Anónimo (2001) San Francisco–Oakland Bay Bridge, East Span Seismic Safety Project, Pile Installation Demonstration Project, Fisheries Impact Assessment. PIDP EA 01208, Caltrans contract 04A0148, Task Order 205.10.90, PIDP 04-ALA-80–0.0/0.5, p 1–32
- Anónimo (2001), "Proyecto de "Identificación de las áreas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español" ", Dirección General para la Conservación de la Naturaleza.
- Anónimo (2002) Horns Reef—noise in the sea during piledriving of a turbine foundation. Report from Tech-Wise A/S, Fredericia, p 1–49 (in Danish)
- Anónimo (2002). Informe de las actuaciones del centro de recuperación de especies marinas amenazadas (C.R.E.M.A.) durante el año 2002. 10pp
- Anónimo (2003). Informe de las actuaciones del centro de recuperación de especies marinas amenazadas (C.R.E.M.A.) durante el año 2003. 14pp

- Anónimo. 1990. Decline of the Sea Turtles. Causes and Prevention. National Academy Press. Washinton, D.C. 259 pp.
- Argano, R., & F. Baldari. 1983. Status of western Mediterranean sea turtles. Rapport et Proces Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée, 28(5): 233-235.
- Arveson PT, Vendittis DJ (2000) Radiated noise characteristics of a modern cargo ship. J Acoust Soc Am 107:118–129 293.
- Au WWL, Ford JK, Horne JK, Allman KAN (2004) Echolocation signals of free-ranging killer whales (*Orcinus orca*) and modeling of foraging for Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). J Acoust Soc Am 115:901–909.
- Au WWL, Moore PWB (1990) Critical ratio and critical bandwidth for the Atlantic bottlenose dolphin. J Acoust Soc Am 88:1635–1638.
- Au, W.W.L. 1993. The sonar of dolphins. Springer-Verlag, New York. 277pp.
- Au, W.W.L., Floyd, R.W., Penner, R.H. and Murchison, A.E. 1974. Measurement of echolocation signals of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* Montagu, in open waters. Journal of the Acoustical Society of America 56: 1280-1290.
- Au, W.W.L., Nachtigall, P.E. and Pawloski, J.L. 1997. Acoustic effects of the ATOC signal (75Hz; 195 dB) on dolphins and whales. Journal of the Acoustical Society of America 104: 2273-2275.
- Awbrey, F.T., Thomas, J.A. and Kastelein, R.A. 1988. Low frequency underwater hearing sensitivity in belugas; *Delphinapterus leucas*. Journal of the Acoustical Society of America 84: 2273-2275.
- Awbrey, F.T., Thomas, J.A., Evans, W.E. and Leatherwood, S. 1982. Ross Sea killer whale vocalizations: Preliminary description and comparison with those of some Northern Hemisphere killer whales. Reports of the International Whaling Commission 32: 667-670.
- Backus, R.H. and Schevill, W.E. 1966. Physeter clicks. In Whales, Dolphins and Porpoises (ed. K.S. Norris), pp. 510- 527. University of California Press, Berkeley, California.
- Banner, P.J. and Hyatt, M. 1973. Effects of noise on eggs and larvae of two estuarine fishes. Transactions of the American Fisheries Society 108: 134-6.
- Baran, I. 1988. Marine turtles in Turkey. Status survey 1988 and recommendations for conservation and management. W.W.F. for Nature. Gland. 24 pp.
- Barret-Lennard, L.G (2000). Population structure and mating strategies patterns of killer whales (*Orcinus orca*) as revealed by DNA analysis. Zoology. Vancouver, British Columbia, Univeristy of British Columbia : 97.
- Basso, R. 1996. Primi documentati casi di schiusa sull litorale del Mare Adriatico di tartaruga comune (*Caretta caretta*) con l'auxilio di unità cinofile. In Atti del Convegno sulla fauna degli Iblei, 153-157. Noto, Italy: Ente Fauna Siciliana.
- Bayed A, Beaubrun PC (1987) Les mammifères marins du Maroc: Inventaire préliminaire. Mammalia 51(3):437-446.
- Best. P.B. and Underhill, L.G. (1990). Estimating population size in southern right whales (*Eubalaena australis*) using naturally marked animals. Report of the International Whaling Commission 12: 183-190.
- Betke, K., Schultz-von Glahn, M. and Matuschek, R. (2004). Underwater noise emissions from offshore wind turbines. Paper presented on CFA/DAGA 2004, 2 pp. (<http://www.itap.de/Itap.htm>)
- Bjorndal, K.A, A. B. Bolten, J. Gordon & J.A. Camiñas. 1994. *Caretta caretta* (Loggerhead) growth and pelagic movements. Herpetological Review, 25(1): 23-24.
- Blackwell SB, Lawson JW, Williams JT (2004) Tolerance by ringed seals (*Phoca hispida*) to impact pipe-driving and construction sounds at an oil production island. J Acoust Soc Am 115:2346–2357.

- Bolten, A., H. Martins, K.A. Bjorndal, M. Cocco, & G. Gerosa. 1992. *Caretta caretta* (Loggerhead) pelagic movement and growth. *Herpetological Review*, 23(4): 116.
- Bowen, W.B., J.C. Avise, J.I. Richardson, A.B. Meylan, D. Margaritoulis & S.R. Hopkins-Murphy. 1993. Population structure of Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) in the Northwestern Atlantic Ocean and Mediterranean Witherington. Washington D.C., Smithsonian Institution Books. *Sea. Conservation Biology*, 7 (4): 834-844.
- Bradai, M.N. 1995. Nidification de la caouanne *Caretta caretta* sur les plages surest de la Tunisie. Rapport et Proces Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée 34:237.
- Broderick, A.C. & B.J. Goodley, 1996. Population and nesting ecology of the green turtle, *Chelonia mydas*, and the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Northern Cyprus. *Zoology In The Middle East*, 13:27-46.
- Broderick, A.C., B.J. Goodley, A. Kelly & A. McGowan. 1997. Glasgow University turtle conservation expedition to northern Cyprus 1995. Expedition report. Swansea: Marine Turtles Research Group, University of Wales. 37 pp.
- Brodie, D.A. and Hanson, H.M. 1960. A study of the factors involved in the production of gastric ulcers by the restraint technique. *Gastroenterology* 38: 353-360.
- Brongersma, L.D. 1972. European Atlantic Turtles. *Zoologische Verhandlingen*, 121:318.
- Bryden, M.M. and Molyneux, G.S. 1986. Ultrastructure of encapsulated mechanoreceptor organs in the region of the nares. In *Research on Dolphins* (ed. M.M. Bryden and R. Harrison), pp. 99-107. Clarendon Press, Oxford.
- Buisson L. (2004). Evaluation des effectifs, de la distribution spatiale et de l'organisation sociale de l'orque (*Orcinus orca*) dans la région du détroit de Gibraltar. DEA Thesis, Université de Strasbourg, France.
- Busnel, R.-G. and Dziedic, A. 1966. Acoustic signals of the pilot whale *Globicephala melaena* and of the porpoises *Delphinus delphis* and *Phocoena phocoena*. In *Whales, dolphins and porpoises* (ed. K.S. Norris), pp. 607-646. University of California Press, Berkeley.
- Busnel, R.G., Dziedic, A. and Andersen, S. 1965. Rôle de l'impédance d'une cible dans le seuil de sa détection par le système sonar du marsouin *P. phocaena*. *C.R. Séances Soc. Biol.* 159: 69-74.
- Caldwell, D.K., Caldwell, M.C. and Miller, J.F. 1969. Three brief narrow-band sound emissions by a captive male Risso's dolphin, *Grampus griseus*. Los Angeles County Museum Natural History Foundation Technical Report 5. 6pp.
- Caldwell, M.C. and Caldwell, D.K. 1967. Intraspecific transfer of information via pulsed sound in captive odontocete cetaceans. In *Animal Sonar Systems: Biology and Bionics II* (ed. R.-G. Busnel), pp. 879-937. Laboratoire de Physiologie Acoustique, Jouy-en-Josas, France.
- Caldwell, M.C. and Caldwell, D.K. 1968. Vocalizations of native captive dolphins in small groups. *Science* 159: 1121-1123.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K., and Tyack, P.L. 1990. Review of the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In *The Bottlenose Dolphin* (ed. S. Leatherwood and R.R. Reeves), pp. 199-234. San Diego: Academic Press. 653pp.
- Camiñas J.A., (2005), Biología y comportamiento migratorio de la tortuga boba (*Caretta caretta* Linnaeus, 1758) en el Mediterráneo occidental. Análisis de las interacciones con las flotas pesqueras españolas y propuestas para mejorar la gestión de la especie. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 267pp.
- Camiñas, J.A. & J. Valeiras. 2000. Datos preliminares sobre la captura accidental de tortugas marinas en las pesquerías de palangre de superficie en el Mediterráneo occidental en 1999. Libro de

Resúmenes del VI Congreso Luso-Español y X Congreso Español de Herpetología. Universidad de Valencia. 160

- Camiñas, J.A. & J.M. de la Serna. 1995a. The loggerhead distribution in the western Mediterranean Sea as deduced from captures by the spanish long line fishery. In Llorente et al. (Eds.). *Scientia Herpetologica* 1995: 316-323.
- Camiñas, J.A. 1992. Hipotesis migratoria de la Tortuga Boba (*Caretta caretta*) en el Mediterráneo occidental a partir de datos procedentes de pesquerías de superficie. *Actas del 1er Congreso Nacional de Reptiles Marinos*. Bagur (Gerona). 22-23 Octubre de 1992.
- Camiñas, J.A. 1995a. The loggerhead *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) pelagic movements through the Gibraltar Strait. *Rapport et Proces Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée*, 34:238.
- Camiñas, J.A. 2004b. Tortuga Boba recuperada en Cuba tras ser marcada en el Mediterráneo. *Quercus*, 219:14-15.
- Camiñas, J.A., J. Valeiras & J.P. del Árbol, 2003a. Epibiotic occurrence on Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in the western Mediterranean and applications on biogeography. In Margaritoulis D. & A. Demetropoulos (editors), 2003. *Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles*. Barcelona Convention – Bern Convention – Bonn Convention (CMS). Nicosia, Cyprus, 270pp.:87
- Camiñas, J.A., J. Valeiras, & J. M. de la Serna. 2003b. Spanish surface longline gear types and effects on marine turtles in the western Mediterranean sea. In Margaritoulis D. & A. Demetropoulos (editors), 2003. *Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles*. Barcelona Convention – Bern Convention – Bonn Convention (CMS). Nicosia, Cyprus, :88-93.
- Cañadas A, Fernández Casado M, De Stephanis R, Sagarminaga R (2000) Sperm whales (*Physeter macrocephalus*) at the gates of the Mediterranean Sea. In: Evans PGH, Pitt-Aiken R, Rogan E (eds) *European Research on Cetaceans 14: Fourteenth annual conference of the European Cetacean Society*, Cork, Ireland, p 320-322
- Cañadas, A., R. Sagarminaga, R. de Stephanis, E. Urquiola, P.S. Hammond 2003, Habitat selection models as a conservation tool: proposal of marine protected areas for cetaceans in southern Spain, *Biological Conservation* Submitted.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R., De Stephanis, R. Urquiola, E. and Hammond, P.S. (2005). Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 495–521.
- Carr, A.F. 1987. New perspectives on the pelagic stages of sea turtle development. *Conservation Biology*, 1(2): 103-121.
- Carr, A.F., M.H. Carr & A.B. Meylan. 1978. The ecology and migrations of sea turtles, 7. The west Caribbean green turtle colony. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 162:1-46.
- Chao, A. (1989). Estimating population size for sparse data in capture-recapture experiments. *Biometrics*, 45: 427-438.
- Chao, A., Lee, S.M. and Jeng, S.L. (1992). Estimating population size for capture-recapture data when capture probabilities vary by time and individual animal. *Biometrics*, 48: 201-216.
- Charlesworth, B. (1980). *Evolution in age structured populations*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.
- Choquet R., Reboulet A.-M., Pradel R., Gimenez O. and Lebreton J.D. (2003). U-care version 2.0 user's guide. Mimeographed document, CEFE-CNRS, Montpellier, France.

- Clark, C.W. 1990. Acoustic behavior of mysticete whales. In *Sensory Abilities of Cetaceans. Laboratory and Field Evidence* (ed. J.A. Thomas and R.A. Kastelein), pp. 571-584. Plenum Press, New York. 710pp.
- Clarke, M, A.C. Campbell, W.S. Hameis, & S. Ghoneim. 2000. Preliminary report on the status of marine turtles nesting populations on the Mediterranean coasts of Egypt. *Biological Conservation*, 94:363-371.
- Clusa, M., Carreras, C., Pascual, M., Gaughran, S. J., Piovano, S., Giacoma, C., ... & Cardona, L. (2014). Fine-scale distribution of juvenile Atlantic and Mediterranean loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. *Marine biology*, 161(3), 509-519.
- Cocco, M. & G. Gerosa, 1990. Progetto tartarughe marine. Rapporto attività 1990. WWF-Italy. Rome:Dipartimento di Biologia Animal e dell’Uomo; Università La Sapienza. Unpublished report
- Cohn, L.A. 1991. The influence of corticosteroids on host defence mechanisms. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 5: 95-104.
- Conesa Fernandez-Vitoria (1995): Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ed. Mundiprensa. Madrid.
- Corbett, K. 1989. Conservation of European Reptiles and Amphibians. Christopher Helm. London. 274pp.
- CREMA. 2002. Seguimiento, vigilancia y estudio del primer nido de tortuga boba (*Caretta caretta*) registrado en las costas de Andalucía. En: Informe de varamientos de tortugas marinas en el litoral andaluz. Año 2001, 12pp.
- Cummings, J. (2003). Seismic Surveys: What we don’t know may hurt – Report prepared for Greenpeace. Acoustic Ecology Institute Santa Fe, USA.
- Cummings, W.C. and Thompson, P.O. 1994. Characteristics and seasons of blue and finback whale sounds along the U.S. west coast as recorded at SOSUS stations. *Journal of the Acoustical Society of America* 95: 2853.
- Cummings, W.C., Thompson, P.O. and Ha, S.J. 1986. Sounds from Bryde’s, *Balaenoptera edeni*, and finback, *Balaenoptera physalus*, whales in the Gulf of California. *Fishery Bulletin* 84: 359-370.
- Dalen, J. and Knutson, G.M. 1986. Scaring effects in fish and harmful effects on eggs, larvae and fry by offshore seismic explorations. In *Progress in Underwater Acoustics* (ed. H.M. Merklinger), pp. 93-102. London: Plenum Press. 835 pp.
- Dalheim, M.E. and Ljungblad, D.K. 1990. Preliminary hearing study on gray whales *Eschrichtius robustus* in the field. In *Sensory Abilities of Cetaceans. Laboratory and Field Evidence* (ed. J.A. Thomas and R.A. Kastelein), pp. 335-346. Plenum Press, New York. 710pp.
- Darroch, J.N. (1958). The multiple recapture census: I. Estimation of a closed population. *Biometrika* 45(3/4): 336-351.
- David, J.A. (2006). Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water and Environment*
- De Stephanis R, Fernández Casado M, Gonzalbez Aparicio P, Ocaña O, Salazar Sierra JM, Perez Gimeno N, De los Ríos y los Huertos A (2001a) Consultoría y asistencia técnica relativa al estudio de las poblaciones de cetáceos y de tortugas marinas de las aguas adyacentes al litoral de la ciudad autónoma de Ceuta, Biosfera XXI. Estudios Ambientales, S.L.
- De Stephanis R, Perez Gimeno N, Salazar Sierra J, Poncelet E, Guinet C (2002) Interactions between killer whales (*Orcinus orca*) and red tuna (*Thunnus thynnus*) fishery in the Strait of Gibraltar Fourth International Orca Symposium and Workshop, France, p 138-142.
- De Stephanis R., Perez Gimeno N., Salazar Sierra J.M., Fernández Casado M., Guinet C., (2003) Summer spatial distribution of cetaceans in the strait of gibraltar in relation to the oceanographic context, *Marine Ecology Progress Series*, Submitted.

- De Stephanis, Cañadas, Villalba, Perez-Gimeno, Sagarminaga, Segura, Fernández-Casado, Guinet, (2001b) "Fin whale (*Balaenoptera physalus*) migration through the strait of Gibraltar?", In European Research on Cetaceans 15. Proc. 15 th Ann. Meeting European Cetacean Society, Roma, Italia 6-10 May 2001.
- Degn U (2000) Offshore wind turbines—VVM, underwater noise measurements, analysis, and predictions. Ødegaard & Danneskiold-Samsøe A/S, Rep No 00-792 rev. 1. p 1–230 (also available at: <http://uk.nystedhavmoellepark.dk>)
- Demetropoulos, A. & M. Hadjichristophorou. 1989. Sea Turtles Conservation in Cyprus. Marine Turtle Newsletter, 44:4-6.
- Di Palma, M.G. 1978. Notizie sulle tartarughe marine in Sicilia. Naturalista Siciliano, ser. 4, 2 (1-2):1-6.
- Diercks, K.J. 1972. Biological sonar systems: A bionics survey. Applied Research Laboratories, ARL-TR-72-34. University of Texas, Austin, Texas.
- Diercks, K.J., Trochta, R.T., Greenlaw, C.F. and Evans, W.E. 1971. Recording and analysis of dolphin echolocation signals. Journal of the Acoustical Society of America 49: 1729-1732.
- Dodd, C. K, 1988. Synopsis of the biological data on the Loggerhead Sea Turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report, 88(14), 1-110.
- Douglas-Hamilton, I.1973. On the ecology and behaviour of the Lake Manyara elephants. E.Afr.Wildl.J. 11:401-3.
- Edds, P.L. 1988. Characteristics of finback *Balaenoptera physalus* vocalizations in the St. Lawrence Estuary. Bioacoustics 1: 131-149.
- Edrén, S.M.C., Teilmann, J., Dietz, R. and Carstensen, J. (2004). Effects from the construction of Nysted Offshore Wind Farm on seals in Rødsand seal sanctuary based on remote video monitoring. Report request. Commissioned by ENERGI E2 A/S. National Environmental Research Institute. 31 p.
- Engas, A., Lokkeborg, S., Ona, E. and Soldal, A.V. 1993. Effects of seismic shooting on catch and catch availability of cod and haddock. Fiskerog Havet 9: 117.
- Erbe, C. (2002). Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. Mar. Mamm. Sci. 18, 394-419.
- Erk'arkan, F. 1993. Nesting biology of loggerhead turtles *Caretta caretta* L. on Dalyan Beach, Mugla-Turkey. Biological Conservation, 66 (1): 1-4.
- Evans, W.E. 1973. Echolocation by marine delphinids and one species of freshwater dolphin. Journal of the Acoustica Society of America 54: 191-199.
- Evans, W.E. and Prescott, J.H. 1962. Observations of the sound production capabilities of the bottlenose porpoise: a study of whistles and clicks. Zoologica 47: 121-128.
- Fernández Casado M, De Stephanis R, Perez Gimeno N (2000)b Cetacean populations in the Strait of Gibraltar: a first approach. In: Evans PGH, Pitt-Aiken R, Rogan E (eds) European Research on Cetacenas 14: Fourteenth annual conference of the European Cetacean Society, Cork, Ireland, p 324-328
- Fernández Casado M, Fernández EJ, García E, Mons JL (1999) Record of stranded cetaceans on the Andalusian coast (southern Iberian Peninsula), Ceuta and Melilla (northern Africa) during the period (1996-1998). In: Evans PGH, Cruz J, Raga JA (eds) European Research on Cetacenas 13: Thirteenth annual conference of the European Cetacean Society, Valencia, Spain, p 201-205
- Fernández Casado M, Ploner R, Vargas F, De Stephanis R (2000)a Aproximación al estudio de las poblaciones de las diferentes especies de cetáceos en el estrecho de Gibraltar: Resultados preliminares IV Jornadas de Flora, Fauna y Ecología del Campo de Gibraltar. Almoraima-Revista de Estudios Campogibraltareños, Tarifa, p 209-218

- Fernández, A., Edwards, J.F., Rodríguez, F., Espinosa de los Monteros, A., Herráez, P., Castro, P., Jaber, J.R., Martín, V., & Arbelo, M. (2005) "Gas and fat embolic syndrome" involving a mass stranding of beaked whales (Family Ziphiidae) exposed to antropogenic sonar signals. *Vet Pathol*, 42, 446-457.
- Filella i Subirá, E. & I. Esteban-Guinea. 1992. ¿Cría *Caretta caretta* en las costas Mediterráneo españolas?. II Congreso Luso Español y VI Congreso Español de Herpetología. Poster. Granada.
- Fisher, W., M.L. Bauchot, & M. Schneider (rédacteurs). 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noir. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organizations. Rome, FAO, Vol. 2: 761-1530.
- Ford, J.K.B. and Fisher, H.D. 1983. Group-specific dialects of killer whales (*Orcinus orca*) in British Columbia. In *Communication and Behaviour of Whales* (ed. R. Payne), pp. 129-161. AAAS Selected Symposia 76. Westview Press, Boulder, Colorado. 643pp.
- Frantzis A (1998) Does acoustic testing strand whales? *Nature* 392:29
- Freggi, D. 1997. Tartarughe marine a Lampedusa: Osservazione sulle stagioni riproduttive 1994-1996. In *Fauna del Mediterraneo: Immagini e note di ecologia marina*, 12-48. Quaderni dell'Acquario di Livorno 3. Livorno, Italy: Acquario di Livorno.
- Geldiy, R., T. Koray, & S. Balik. 1982. Status of sea turtle population (*Caretta caretta* and *Chelonia mydas*) in the northern Mediterranean sea, Turkey. In: *Biology and conservation of sea turtles*. Bjorndal, K. (ed.) pp. 425-433. Smithsonian Institutions Press, Washington D.C.
- Georges, A., C.J. Limpus, & R. Stontjesdijk. 1994. Hatchling sex in the marine turtle *Caretta caretta* is determined by proportion of development at temperature, net daily duration of exposure. *Journal of Experimental Zoology*, 270: 432.
- Gordon and Tyack 2001 Sound and cetaceans In: *Marine mammals: biology and conservation* (Ed by P.G.H Evans and J.A. Raga), pp 139-197, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmons, M., Swift, R. and Thompson, D. (2004). A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. *Marine Technology Society Journal* 37, 16-34.
- Gramentz, D. 1989. Marine turtles in the central Mediterranean Sea. *Centro* 1:4-56.
- Guinet C., Mate B., Bentaleb I., André J.-M., Mayzaud P., de Stephanis R. 2005. Where are the Mediterranean fin whales when the Summer is over? Abstracts, 19th Annual Conference of the European Cetacean Society, La Rochelle, France, 2-7 April 2005:24
- Haddoud, D.A. & H. El Gomati. 1997. The coast survey of marine turtle activity along the coast of Libya. Phase 2. Between Sirte and Misratah. Deuxieme Journées Maghrébienes des Sciences de la Mer. Aghezdis, Agadir, Morocco: ISTPM. Unpublished report.
- Hammond, P.S (1990). Heterogeneity in the Gulf of Maine? Estimating humpback whale population size when capture probabilities are not equal. Report of the International Whaling Commission 12: 135-140.
- Henriksen OD, Teilmann J, Carstensen J (2003) Effects of the Nysted offshore wind farm construction on harbour porpoises the 2002 annual status report for the acoustic TPOD monitoring programme. National Environmental Research Institute, Roskilde
- Hirth, H.F. & L. Hollingworth. 1973. Report to the Government of the People's Democratic Republic of Yemen on marine turtles management. United Nations Development Program n° TA3178. FAO, Rome. 12 pp.

- Hooge PN, Eichenlaub B, (2000) Animal movement extension to Arcview, ver 2.0. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA (<http://www.absc.usgs.gov/glba/gistools/index.htm#ANIMAL MOVEMENT>)
- Hughes, G.R. 1974. The Sea turtles of South-East Africa I. Status, morphology and distributions. II. The biology of the Tongaland loggerhead turtle *Caretta L.* with comments on the leatherback *Dermochelys coriacea L.* and the green turtles *Chelonia mydas L.* in the study region. Oceanographical Research Institute (2 West Street, Durban, South Africa), Investigational Reports: 35 and 36.
- Hurvich, C.M. and Tsai, C.-L. (1989). Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika* 76:297-307.
- Ingemansson Technology AB (2003) Utgrunden offshore wind farm measurements of underwater noise. Report 11-00329-03012700. Ingemansson Technology A/S, Gothenburg
- Ingram. S (2000). The Ecology and Conservation of Bottlenose Dolphins in the Shannon Estuary, Ireland. PhD Thesis, University College Cork. 170 pp.
- International Whaling Commission (2001). Report of the Workshop on Status and Trends of Western North Atlantic Right Whales. *Journal of Cetacean Research and Management* 2:61-87.
- ITAP – Institut für technische und angewandte Physik GmbH (2005). Ermittlung der Schalldruck-Spitzenpegel aus Messungen der Unterwassergeräusche von Offshore-WEA und Offshore-Ramarbeiten. Report commissioned by biola (biologisch-landschaftsökologische Arbeitsgemeinschaft)
- Jepson, P.D., Arbelo, M., Deaville, R., Patterson, I.A.P., Castro, P., Barkers, J.R., Degollada, E., Ross, H.M., Herráez, P., Pocknell, A.M., Rodriguez, F., Howie, F.E., Espinosa, A., Reid, R.J., Jabert, J.R., Martin, V., Cunningham, A.A., & Fernández, A. (2003) Gas-bubble lesions in stranded cetaceans. *Nature*, 425.
- Johnson CS (1967) Sound detection thresholds in marine mammals. In: Tavalga WN (ed) *Marine Bioacoustics II*. Pergamon, Oxford, p 247–260
- Johnson CS, McManus MW, Skaar D (1989) Masked tonal hearing thresholds in the beluga whale. *J Acoust Soc Am* 85:2651–2654
- Kammaing, C. and Wiersma, H. 1981. Acoustical similarities and differences in odontocete sonar signals. *Aquatic Mammals* 8: 41-62.
- Kaska, Y., R. Downie, R. Tippet & R.W. Furness. 1998. Natural temperature regimes for loggerhead and green turtle nests in the eastern Mediterranean. *Canadian Journal of Zoology*; 76:723-729.
- Kasperek, M. 1993. Marine Turtles Conservation in the Mediterranean. *Marine Turtles in Egypt. Phase I, Survey on the Mediterranean coast between Alexandria and El-Salum*. Report founded by MEDASET, RAC/SPA and NIOF (Egypt), London U.K.
- Kasperek, M. 1995. The nesting of marine turtles on the coast of Syria. *Zoology in the Middle East*, 11:52-62.
- Kastak D, Schusterman RJ (1999) Underwater temporary threshold shift induced by octave-band noise in three species of pinniped. *J Acoust Soc Am* 106:1142–1148
- Kastak, D. and Schusterman, R.J. (1998). Low-frequency amphibious hearing in pinnipeds: methods, measurements, noise and ecology. *J. Acoust. Soc. Am.* 103, 2216-2228.
- Kastelein RA, Bunskoek P, Hagedoorn M, Au WWL, de Haan D (2002) Audiogram of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency modulated signals. *J Acoust Soc Am* 112:334–344
- Kastelein, R.A., Hagedoorn, M., Au, W.W.L. and de Haan, D. (2003). Audiogram of a striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *J. Acoust. Soc. Am.* 113, 1130-1137.

- Kastelein, R.A., Nieuwstraten, S.H., Stall, C., van Ligtenberg, C.L. and Versteegh, D. 1997. Low-frequency aerial hearing of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). In *The Biology of the Harbour Porpoise* (ed. A.J. Read et al.). De Spil Publishing, Woerden, The Netherlands.
- Kastelein, R.A., van der Heul, S., Verboom, W.C., Triesscheijn, R.J.V. and Jennings, N. (2006). The influence of underwater data transmission sounds on the displacement behaviour of captive harbour seals (*Phoca vitulina*). *Mar. Env. Res.* 61, 19-39.
- Kastelein, R.A., Verboom, W.C., Muijsers, M., Jennings, N.V. and van der Heul, S. (2005). The influence of acoustic emissions for underwater data transmission on the behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in a floating pen. *Mar. Env. Res.* 59, 287-307.
- Katona, S., Baxter, B., Brazier, O., Kraus, S., Perkins, J. and Whitehead, H. 1979. Identification of humpback whales by fluke photographs. Pp 33-44. In: H.E Winn and B.L.Olla (eds.), *Behavior of Marine Mammals, Vol. 3: Cetaceans*. Plenum Press, New York, London. 438 pp.
- Knust R, Dalhoff P, Gabriel J, Heuers J, Hüppop O, Wendelin H (2004) Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen der Meeresumwelt durch Offshore- Windenergieanlagen in küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee. 62/03. Umweltbundesamt, BÜS
- Kolchin, S.P. and Bel'kovich, V.M. 1973. Tactile sensitivity in *Delphinus delphis*. *Zoologicheskii zhurnal* 52: 620-622.
- Koschinski S, Culik BM, Henriksen OD, Tregenza N, Ellis G, Jansen C, Kathe C (2003) Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. *Mar Ecol Prog Ser* 265:263–273
- Krahn, M.M., Wade, P.R., Kalinowski, S.T., Dahlheim, M.E., Taylor, B.L., Hanson, M.B., Ylitalo, G.M., Angliss, R.P., Stein, J.E. and Waples, R.S. (2002). Status review of Southern Resident killer whales (*Orcinus orca*) under the Endangered Species Act. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-54, 133 p.
- Kuller, Z. 1999. Current status and conservation of marine turtles on the Mediterranean coasts of Israel. *Marine Turtle Newsletter*, 86:3-5.
- Lagadere, J.P. 1982. Effects of noise on growth and production of shrimp (*Crangon crangon*) in rearing tanks. *Marine Biology* 71: 177-185.
- Laurent, L. 1990a . L'origine des tortues Caouannes *Caretta caretta* de Méditerranée occidentale. Rapport et Procès Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée, 32(1):240.
- Laurent, L. 1990b. Les tortues marines en Algérie et au Maroc (Méditerranée). *Bulletin Société Herpetologique France*, 55: 1-23.
- Laurent, L., M.N. Bradai, D.A. Hadoud, & H.E. El Gomati. 1995. Marine turtle nesting activity assesment on Libyan coast. Phase 1: survey of the coasts between the Egyptian border and Sirte. Joint project of (in alphabetical order): Marine Biology Research Centre (Tajura, Lybia), MEDASSET, RAC/SPA (MAP-UNED), Technical Centre for Environment Protection (TCEP, Tripoli), WWF International Programme. 35 pp.
- Laurent, L., M.N. Bradai, D.A. Hadoud, H.E. El Gomati & A.A. Hamza. 1999. Marine turtles nesting activity assessment on Libyan coasts. Phase 3. Survy of the coast between the Tunisian border and Misratah. Tunis :RAC/SPA (UNEP).
- Laurent, L., P. Casale, M.N. Bradai, B.J. Godley, G. Gerosa, A.C. Broderick, W. Schoth, B. Schierwater, A.M. Levy, D. Freggi, E.M. Abd El-Mawla, D.A.Hadoud, H.E. Gomati, M. Domingo, M. Hadjichristophorou, L. Kornaraky, F. Demirayak & Ch. Gautier. 1998. Molecular resolution of marine turtles stock composition in fishery by-catch: A case study in the Mediterranean. *Molecular Ecology* 7:1529-1542.

- Lebreton, J.D., Burnham, K.P., Clobert, J. and Anderson, D.R. (1992). Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62: 67-118.
- Levenson, C. 1974. Source level and bistatic target strength of the sperm whale *Physeter catodon* measured from an oceanographic aircraft. *Journal of the Acoustical Society of America* 55: 1100-1103.
- Lien, J., Todd, S., Stevick, P., Marques, F. and Ketten, D. 1993. The reaction of humpback whales to underwater explosions: orientation; movements and behaviour. *Journal of the Acoustical Society of America* 94: 1849.
- Lilly, J.C. and Miller, A.M. 1961. Sounds emitted by the bottlenose dolphin. *Science* 133: 1689-1693.
- Limpus, C.J. 1992. Estimating of tag loss in marine turtle research. *Wildlife Research*, 19: 457-469.
- Ljungblad, D.K., B. Würsig, S.L. Swartz, and J.M. Keene. 1988. Observations on the behavioral responses of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) to active geophysical vessels in the Alaskan Beaufort Sea. *Arctic* 41: 183-194.
- Lutz, P. L. & J.A. Musick (Eds.). 1996. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Marine Science Series. London. 448 pp.
- MacLeod, P.J. 1986. Observations during the stranding of one individual from a pod of pilot whales, *Globicephala melaena*, in Newfoundland. *Canadian Field Naturalist* 100: 137-139.
- Madsen, P.T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K. and Tyack, P. (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 309, 279-295.
- Manzella, S.A, C.T. Fontaine & B.A. Schroeder. 1988. Loggerhead sea turtle travels from Padre Island, Texas to the mouth of the Adriatic Sea. *Marine Turtles Newsletter*, 42:7.
- Margaritoulis, D. & D. Dimopoulos, 1993. The loggerhead *Caretta caretta* on Zakynthos. An update of monitoring and conservation work. Athens: Sea Turtle Protection Society.
- Margaritoulis, D. & T. Arapis. 1990. Monitoring and conservation of the Loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in Greece. Report to WWF International on project 3825. Athens: Sea Turtle Protection Society. 26 pp.
- Margaritoulis, D. 1982. Observations on loggerhead sea turtles *Caretta caretta* activity during three nesting seasons (1977-1979) in Zakynthos, Greece. *Biological Conservation*, 24: 193-204.
- Margaritoulis, D. 1983. The inter-nesting interval of Zakynthos loggerheads. In: Adaptations to terrestrial environments. Edited by Margaris, N.S. Arianoutsou-Faragitaki, M. and Reiter, R.J. Plenum Press, New York, pp. 135-144.
- Margaritoulis, D. 1987. Nesting activity and factors affecting breeding of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (L.) in Greece. Report to the EEC on project ENV-790-GR. Athens: Ministry of Environment. Unpublished.
- Margaritoulis, D. 1988. Nesting activity of the Loggerhead turtle in Zakynthos island during 1986 and 1987 nesting seasons. Athens, Ministry of Environment.
- Margaritoulis, D., A.F. Rees, M. Michalopoulos & Y. Dracopoulos. 1999. Monitoring and conservation of the loggerhead nesting population in southern Kyparissia Bay during 1998. Athens: Sea Turtle Protection Society. Unpublished.
- Margaritoulis, D., R. Argano, I. Baran, F. Bentivegna, M. N. Bradai, J. A. Camiñas, P. Casale, G. De Metro, A. Demetropoulos, G. Gerosa, B. J. Godley, D. A. Haddoud, J. Houghton, L. Laurent, & B. Lazar. 2003. Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: Present knowledge and conservation perspectives. *Loggerhead Sea Turtles*, edited by A. B. Bolten and B. E. Witherington. Washington D.C., Smithsonian Institution Books. Chapter 11: 175-198.

- Márquez, M.R. 1990. FAO Species Catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtles species know to date. FAO Fisheries Synopsis Nº 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81 pp.
- McCaughey, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.-N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J. and McCabe, C. (2000). Marine Seismic Surveys: Analysis and Propagation of Air Gun Signals; and Effects of Air-Gun Exposure on Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes and Squid. Report on research conducted for The Australian Petroleum Production and Exploration Association.
- Meininger L., P.A. Wolf, D.A. Hadoud & M.F. Essghaier. 1994. Ornithological survey of the coast of Libya, July 1993. Repport 46. Zeist, The Netherlands: WIWO Report Series, 46:70 pp
- Meylan, A.B. & P.A. Meylan, 1999. Introduction to the evolution, life history and biology of sea turtles. In K. L. Eckert, K. A. Bjørndal, F. A. Abreu-Grovois & M. Donnelly (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication Nº 4: 3-5.
- Miller, J.D. 1997. Reproduction in sea turtles. In Lutz & Musick (Edit.) The Biology of Sea Turtles. CRC Marine Science Series. London:51-81.
- Moberg, G.P. 1985. Influence of stress on reproduction: a measure of well-being. In Animal Stress (ed. G.P. Moberg), pp 245-268. American Physiological Society, Bethesda.
- Monzón-Argüello, C., Rico, C., Carreras, C., Calabuig, P., Marco, A., & López-Jurado, L. F. (2009). Variation in spatial distribution of juvenile loggerhead turtles in the eastern Atlantic and western Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 373(2), 79-86.
- Møhl B, Andersen S (1973) Echolocation: high-frequency component in the click of the harbour porpoise (*Phocoena ph. L.*). *J Acoust Soc Am* 54:1368–1372
- Moore, S.E. and Ridgeway, S.H. 1995. Whistles produced by common dolphins from the southern California Bight. *Aquatic Mammals* 21: 55-63.
- Moore, S.E., Francine, J.K., Bowles, A.E. and Ford, J.K.B. 1988. Analysis of calls of killer whales, *Orcinus orca*, from Iceland and Norway. *Rit Fisk*. 11: 225-2250.
- Morton, A.B., Gale, J.C. and Prince, R.C. 1986. Sound and behavioral correlations in captive *Orcinus orca*. In Behavioral Ecology of Killer Whales (ed. B.C. Kirkevold and J.S. Lockard), pp. 303-333. Alan R. Liss, New York. 457pp.
- Musick, J.A. & C.J. Limpus. 1996. Habitat utilization and migration in juvenil sea turtle. In P.L.Lutz and J.A. Musick (eds.) The biology of sea turtles, 137-163. Boca Raton, Fla.; CRC Press.
- Mussi, B., Miragliuolo, A., and Díaz López, B. (2000). Social structure and male parental care in a long finned pilot whale (*Globicephala melas*) pod off Ventotene Island (southern Tyrrhenian Sea, Italy). *European Research on Cetaceans 14: Fourteenth annual conference of the European Cetacean Society, Cork, Ireland*, 141-145.
- Nachtigall PE, Pawloski JL, Au WWL (2003) Temporary threshold shifts and recovery following noise exposure in the Atlantic bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*). *J Acoust Soc Am* 113:3425–3429
- Nachtigall, P.E., Au, W.W.L., Lemonds, D. and Roitblat, H.L. 1998. Hearing and noise in odontocetes. In Abstracts of the world marine Mammal Conference, Monaco, 20-24 January 1998. p. 96. Society for Marine Mammalogy/European Cetacean Society, La Rochelle, France. 160pp.
- Nachtigall, P.E., Au, W.W.L., Pawlowski, J.L. and Moore, P.W.B. (1995). Risso's dolphin (*Grampus griseus*) hearing thresholds in Kaneohe Bay, Hawaii. In Kastelein, R.A., Thomas, J.A. and Nachtigall, P.E. (eds.), *Sensory systems of aquatic mammals*. De Spil Publ., Woerden, Netherlands, 49-53.

- Nachtigall, P.E., Supin, A.Y., Pawlowski, J.L. and Au, W.W.L. (2004). Temporary threshold shifts after noise exposure in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) measured using evoked auditory potentials. *Mar. Mamm. Sci.* 20, 673-687.
- Natoli A, Cañadas A, Vaquero C, Politi E, Fernandez Piqueras J, A.R. H (2001) Phylogeography of mediterranean and north atlantic common dolphin populations 15th Annual Conference of the European Cetacean Society, Rome, Italy
- Nedwell JD, Langworthy J, Howell D (2003a) Assessment of subsea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine life. *Cowrie Rep* 544 R 0424:1–68
- NMFS (National Marine Fisheries Service) (2003) Taking marine mammals incidental to conducting oil and gas exploration activities in the Gulf of Mexico. *Fedl Register* 68:9991–9996
- NRC (National Research Council) (2000) Marine mammals and low-frequency sound. National Academy Press, Washington, DC
- NRC (National Research Council) (2003) Ocean noise and marine mammals. Ocean Study Board, National Academy Press, Washington, DC
- Otis, D.L., Burnham, K.P., White, G.C. and Anderson, D.R. (1978). Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1-135.
- Palka, D.L. and Hammond, P.S. (2001). Accounting for response movement in line transect estimates of abundance. *Can. J. Fish. Aqua. Sci.* 58, 777-787.
- Palmer, E. and Weddell, G. 1964. The relationship between structure, innervation and skin of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Zoological Society of London* 143: 553-568.
- Payne R, Webb D (1971) Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales. *Ann NY Acad Sci* 188:110–141
- Pollock, K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. and Hines, J.E. (1990). Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* 107: 1-97.
- Popper, A. N. (1980), Sound emission and detection by delphinids. In: *Cetacean behavior mechanism and functions.* (Ed. By L. Herman) pp1-52. Wiley Interscience, New York.
- Pritchard, P.C.H. 1989. Biological synopses of the species: A summary of the distribution and biology of sea turtles in the western Atlantic. In: *Proceeding of the Second Western Atlantic Turtle Symposium, October 12-16 1987.* Mayaguez, Puerto Rico. NOAA Technical Memorandum:17-32.
- Radcliffe, H.L., Luginbuhl, H., Schnarr, W.R. and Chacko, K. 1969. Coronary arteriosclerosis in swine: evidence of a relation in behaviour. *Journal of Comparative Physiological Psychology* 68: 385-398.
- Ragonese, S & P. Jereb, 1992. On a nesting Loggerhead turtle (*Caretta caretta* L. 1758) along the southern coast of Sicily (Mediterranean Sea). *Rapport et Proces Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée* 33:305.
- Reeves R., Notarbartolo di Sciara G. (compilers and editors). 2006. The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain. 137 pp. Disponible en: http://www.iucn.org/places/medoffice/documentos/status_distr_cet_blac_med.pdf
- Richardson WJ, Miller GW, Greene CR (1999) Displacement of migrating bowhead whales by sounds from seismic surveys in shallow waters of the Beaufort Sea. *J Acoust Soc Am* 106:2281
- Richardson WJ, Wursig B, Greene CR Jr (1986) Reactions of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, to seismic exploration in the Canadian Beaufort Sea. *J Acoust Soc Am* 79: 1117–1128

- Richardson, W. J. 1997. Marine Mammals and Man-made Noise: Current Issues. Proceedings of the Institute of Acoustics 19(9): 39-50.
- Richardson, W.J. and Würsig, B. (1996) Influences of Man-Made Noise and Other Human Actions on Cetacean Behaviour. Marine Fresh Behav. Physiol., 29, 183–209.
- Richardson, W.J., Greene, C.R. Jnr, Malme, C.I., and Thomson, D.H., with Moore, S.E. and Würsig, B. 1991. Effects of noise on marine mammals. OCS Study MMS 90-0093. Report form LGL Ecological Research Associates Inc., Bryan, Texas.
- Richardson, W.J., Greene, C.R.G. jr., Malme, C.I. and Thomson, D.H. (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego, 576 pp.
- Ridgway, S. H. and Carder, D. (2001). Assessing hearing and sound production in cetacean species not available for behavioral audiograms: experience with *Physeter*, *Kogia* and *Eschrichtius*. Aquat. Mammals 27, 267–276.
- Ridgway, S., Carder, D., Smith, R., Kamolnick, T. and Elsberry, W. 1997. First audiogram for marine mammals in the open ocean and at depth: hearing and whistling by two white whales down to 30 atmospheres. Journal of the Acoustical Society of America 101: 3136.
- Ridgway, S.H. 1986. Physiological observations on dolphin brains. In Dolphin Cognition and Behaviour: A Comparative Approach (ed. R. Shusterman, J. Thomas and F. Wood), pp. 31-59. Plenum Press, New York.
- Rodkin RB, Reyff JA (2004) Underwater sound pressures from marine pile-driving. J Acoust Soc Am 116:2648.
- Roussel E, (1999) Les cétacés dans la partie orientale du Déroit de Gibraltar au printemps: indications d'écologie. Master thesis. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, France
- Saayman, G.S., Bower, D., Tayler, C. K. 1972. Observations on inshore and pelagic dolphins on the south-eastern Cape Coast of South Africa. Koedoe, 15, 1-24.
- Salazar Sierra J., De Stephanis R., Cañadas A., Verborgh P., Perez-Gimeno N., Sagarminaga, R., Guinet C. (2004). Evidences of exchanges of fin whales through the Strait of Gibraltar. Poster at the ECS Congress in Kolmarden, Sweden
- Sanpera C, Aguilar A (1992) Modern Whaling off the Iberian Peninsula during the 20th Century. Rep Int Whal Commn 42: 723-730
- Schevill, W.E. and Watkins, W.A. 1966. Sound structure and directionality in *Orcinus orca* (killer whale). Zoologica (N.Y.) 51: 71-76.
- Schevill, W.E. and Watkins, W.A. 1972. Intense low frequency sounds from an Antarctic minke whale, *Balaenoptera acutorostrata*. Breviora 388: 1-8.
- Schevill, W.E., Watkins, W.A. and Ray, C. 1969. Click structure in the porpoise, *Phocoena phocoena*. Journal of Mammalogy 50: 721-728.
- Schleight, H.H. 1987. Contributions to the herpetology of Kouf National Park (NE Libya) and adjacent area. Spixiana, 10:37-80.
- Schlundt, C.E., Finneran, J.J., Carder, D.A. and Ridgway, S.H. (2000). Temporary shift in masked hearing thresholds of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and white whales, *Delphinapterus leucas*, after exposure to intense tones. J. Acoust. Soc. Am. 107, 3496-3505.
- Schultz, K.W. and Corkeron, P.J. 1994. Interspecific differences in whistles produced in inshore dolphins in Moreton Bay, Queensland, Australia. Canadian Journal of Zoology 72: 1061-1068.
- Schultz, K.W., Cato, D.H., Corkeron, P.J. and Bryden, M.M. 1995. Low frequency narrow-band sounds produced by bottlenose dolphins. Marine Mammal Science 11: 503-509.
- SEC. Sociedad Española de cetáceos, (1999) Recopilación, Análisis, Valoración y Elaboración de Protocolos sobre las Labores de Observación, Asistencia a Varamientos y Recuperación de Mamíferos y

Tortugas Marinas de las Aguas Españolas. Ministerio de Medio Ambiente Español. Secretaria General de Medio Ambiente, Technical Report Sociedad Española de Cetáceos Available from SEC, Nalón 16, E-28240 Hoyo de Manzanares, Madrid, Spain.

- Sella, I. 1982. Sea turtles in the eastern mediterranean and the northern Red Sea. In K.A. Bjorndal (ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles*, 417-423. Washington D.C.; Smithsonian Institution Press.
- Seyle, H. 1973. The evolution of the stress concept. *American Scientist* 61: 692-699.
- Silvani, L., M. Gazo and A Aguilar. (1999). Spanish driftnet fishing and incidental catches in the western Mediterranean. *Biological Conservation* 90: 79-85
- Simmonds M & Dolman S, 1999. A note on the vulnerability of cetacean to acoustic disturbance. International Whaling Commission meeting, SC/51/E15.
- Skalski, J.R., Pearson, W.H. and Malme, C.I. 1992. Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit effort in a hook-and-line-fishery for rockfish (*Sebastes* spp.). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49: 1357-1365.
- Skov, H., Carstensen, J., Teilmann, J. & Henriksen, O.D. 2002: Investigations of harbour porpoises at the planned site for wind turbines at Horns Reef. Status report: 1/1 2001 – 1/4 2002. Technical report for Tech-wise A/S. Ornis Consult. 45 pp.
- Skov, H., Tougaard, S & Kinze, C.C. 2000. Environmental Impact Assessment. Investigation of marine mammals in relation to the establishment of a marine wind farm on Horns Reef. Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg, Ornis Consult A/S and Zoological Museum, University of Copenhagen.
- Small, R.J. and DeMaster, D.P. 1995. Survival of five species of captive marine mammals. *Marine Mammal Science* 11: 209-226.
- Smith, J.A. and Boyd, K.M. (eds.) 1991. *Lives in the Balance: The Ethics of Using Animals in Biomedical Research*. Oxford University Press, Oxford.
- Smyth, P. 1994. Temporal patterns of vocalisation in Mediterranean striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). MSc. Thesis. Oxford University.
- St Aubin, D.J. and Geraci, J.R. 1988. Capture and handling stress suppresses circulating levels of thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3) in beluga whales *Delphinapterus leucas*. *Physiological Zoology* 61: 170-5.
- Stearns, S.C. (1976). Life history tactics: a review of ideas. *Quarterly Review of Biology* 51: 3-47.
- Steiner, W.W. 1981. Species-specific differences in pure tonal whistle vocalisations of five western North Atlantic dolphin species. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 9: 241-246.
- Steiner, W.W., Hain, J.H., Winn, H.E. and Perkins, P.J. 1979. Vocalizations and feeding behavior of the killer whale (*Orcinus orca*). *Journal of Mammalogy* 60: 823-827.
- Stevick, P.T., Palsbøll, P.J., Smith, T.D., Bravington, M.V. and Hammond, P.S. (2001). Errors in identification using natural markings: rates, sources, and effects on capture-recapture estimates of abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 58: 1861–1870
- Stonerburner, D.L. & J.I. Richardson. 1981. Observations on the role of temperature in loggerhead nest site selection. *Copeia*, 1981: 238-241.
- Szymanski, M.D., Bain, D.E., Kiehl, K., Pennington, S., Wong, S. and Henry, K.R. (1999). Killer whale (*Orcinus orca*) hearing: Auditory brainstem response and behavioural audiograms. *J. Acoust. Soc. Am.* 106, 1134-1141.
- Taruski, A.G. 1979 "The whistle repertoire of the North Atlantic pilot whale (*Globicephala melaena*) and its relationship to behavior and environment", in Winn, H.E. and Olla, B.L. (eds.), *Behavior of Marine Animals*, Vol. 3: Cetaceans, Plenum Press, New York, NY, pp. 345-68.

- Teilmann J, Carstensen J, Dietz, R, Edrén SME (2004) Effect on seals at Rødsand seal sanctuary from the construction of Nysted offshore wind farm based on aerial surveys. Technical report to Energy E2 A/S. National Environmental Research Institute, Roskilde (also available at: <http://uk.nystedhavmoellepark.dk>)
- Teilmann, J., Damsgaard Henriksen, O. & Carstensen, J. 2001. Status report of the pilot project: Porpoise detectors (PODs) as a tool to study potential effects of offshore windfarm on harbour porpoises at Rødsand. Rapport til SEAS: 39 pp.
- Teilmann, J., Henriksen, O.D., Carstensen, J. and Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors). Technical report from National Environmental Research Institute, Roskilde. 95 pp.
- Teilmann, J., Miller, L.A. Kirketerp, T., Kastelein, R.A., Madsen, P.T. Nielsen, B.K. and Au, W.W.L. (2002). Characteristics of echolocation signals used by a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in a target detection experiment. *Aquatic Mammals* 28, 275-284.
- Teilmann, Tougaard, Miller, Kirketerp, Hansen1 Brando, (2006), Reactions Of Captive Harbor Porpoises (*Phocoena Phocoena*) To Pinger-Like Sounds, *Marine Mammal Science*, 22(2): 240–260
- Terhune, J. and S. Turnbull (1995). Variation in the psychometric functions and hearing thresholds of a harbour seal. In Kastelein, R.A., Thomas, J.A. and Nachtigall, P.E. (eds.), *Sensory systems of aquatic mammals*. De Spil Publ., Woerden, Netherlands, 81-93
- Thiele, R. (2002). Propagation loss values for the North Sea. Handout Fachgespräch: Offshore-Windmillssound emissions and marine mammals. FTZ-Büsum, 15.01.2002.
- Thomas, J.A., Kastelein, R.A. and Awbrey, F.T. 1990. Behaviour and blood catecholamines of captive belugas during playbacks of noise from an oil drilling platform. *Zoo Biology* 9: 393-402.
- Thompson, T.J., Winn, H.E. and Perkins, P.J. 1979. Mysticete sounds, In *Behavior of Marine Animals, Current Perspectives in Research*, Vol. 3 (ed. H.E. Winn and B.L. Olla), pp. 403-431. Plenum Press, New York.
- Thomsen, F, Betke, K, Schultz-Von Glahn, M. And Piper, W. 2006 Noise during offshore wind turbine construction and it's effects on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). Oral presentation at the ECS Congress in Gdynia, Poland
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R. and Piper, W. (2006). Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Thomson, C.A. and Geraci, J.R. 1986. Cortisol, aldosterone, and leucocytes in the stress response of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43: 1010-1016.
- Todd, S., Stevick, P., Lien, J., Marques, F. and Ketten, D. 1996. Behavioural effects of exposure to underwater explosions in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Can. J. Zool.* 74: 1661-1672.
- Tougaard J, Carstensen J, Teilmann J, Bech NI (2005a) Effects on the Nysted Offshore wind farm on harbour porpoises. Technical Report to Energi E2 A/S. NERI, Roskilde (Also available at <http://uk.nystedhavmoellepark.dk>)
- Tougaard J, Carstensen J, Wisch MS, Teilmann J, Bech N, Skov H, Henriksen OD (2005b) Harbour porpoises on Horns reef—effects of the Horns Reef Wind farm. Annual Status Report 2004 to Elsam. NERI, Roskilde (Also available at: www.hornsrev.dk)
- Tougaard, J., Carstensen, J., Henriksen, O.H., Skov, H. and Teilmann, J. (2003a). Short-term effects of the construction of wind turbines on harbour porpoises at Horns Reef. Technical report to Techwise A/S. Hedeselskabet.

- Tougaard, J., Ebbesen, I., Tougaard, S., Jensen, T. and Teilmann, J. (2003b). Satellite tracking of Harbour Seals on Horns Reef. Use of the Horns Reef wind farm area and the North Sea. Report request. Commissioned by Tech-wise A/S. Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg. 42 pp.
- Türkozan, O. & I. Baran. 1996a. Nesting activity of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, on Fethiye Beach, Turkey, in 1994. *Chelonian Conservation and Biology*; 1996, 2(1):93-96.
- Turkozan O. & I. Baran. 1996b. Research on the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, of Fethiye Beach. *Tr. Journal of Zoology*, 20: 183-188.
- Turl, C.W. 1993. Low-frequency sound detection by a bottlenose dolphin. *Journal of the Acoustical Society of America* 94: 3006-3008.
- Tyack P (1998) Acoustic communication under the sea. In: Hopp SL, Owren MJ, Evans CS (eds) *Animal acoustic communication: recent technical advances*. Springer- Verlag, Heidelberg, p 163–220
- Urick RJ (1983) *Principles of underwater sound*. Peninsula Publishing, New York
- Tyack, P. 1985. An optical telemetry device to identify which dolphin produces a sound. *Journal of the Acoustical Society of America* 78: 1892-1895.
- Uchida, S. & H. Teruya. 1988. A) Transpacific migration of a tagged loggerhead, *Caretta caretta*. B) Tag return result of loggerhead released from Okinawa Is., Japan. *Okinawa Expo-Aquarium*, 18 pp.
- Vega Rivera, J H., W.J. McShea, and J.H. Rappole. 2003. Comparison of breeding and postbreeding movements and habitat requirements for the Scarlet Tanager (*Piranga olivacea*) in Virginia. *Auk* 120: 632-644.
- Vella G. 2002, *Offshore Wind: The Environmental Implications The Utilities Project Volume 2, (1/15/2002)*, University of Liverpool
- Vella, G.; Rushforth, I.; Mason, E.; Hough, A.; England, R.; Styles, P.; Holt, T.J.; Thorne, P. (2001) *Assessment of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife*. Report to The Department of Trade and Industry (in preparation).
- Von Frisch, K. 1962. Dialects in the language of the bees. *Sci.Am.* 207: 78-87
- Wang, D., Wursig, B. and Evans, W. 1995. Comparisons of whistles among seven odontocetes. In *Sensory Systems of Aquatic Mammals* (ed. R.A. Kastelein, J.A. Thomas and P.E. Nachtigall), pp. De Spil, Woerden, Netherlands.
- Ward, P., Harland, E. and Dovey P. 2006 Potential acoustic impacts of offshore windfarms Poster at the ECS Congress in Gdynia, Poland
- Watkins, W.A. 1967. The harmonic interval: fact or artifact in spectral analysis of pulse trains. In *Marine Bio-acoustics*. Vol. 2 (ed. W.N. Tavolga), pp. 15-43. Pergamon Press, Oxford. 353pp.
- Watkins, W.A. 1980a. Acoustics and the behavior of sperm whales. In *Animal Sonar Systems* (ed. R.-G. Busnel and J.F. Fish), pp. 283-290. Plenum Press, New York.
- Watkins, W.A. 1980b. Click sounds from animals at sea. In *Animal Sonar Systems* (ed. R.-G. Busnel and J.F. Fish), pp.291-297. Plenum Press, New York.
- Watkins, W.A. 1981b. The activities and underwater sounds of fin whales. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 33: 83-117.
- Watkins, W.A., Tyack, P., Moore, K.E. and Bird, J.E. 1987. The 20 Hz signals of finback whales, *Balaenoptera physalus*. *Journal of the Acoustical Society of America* 82: 1901-1912.
- Welch, B.L. and Welch, A.S. 1970. *Physiological effects of noise*. Plenum Press, New York.
- Wells, R.S. and Scott, M.D. (1990). Estimating bottlenose dolphins population parameters from individual identification and capture-release techniques. *Report of the International Whaling Commission* 12: 407-415.

- Westerberg, H. (1994) Fiskeriundersökningar vid havsbaserat vindkraftvert 1990-1993. Rapport 5 - 1994. pp. 44 Jonköping: Goteborgsfilialen, Utredningskontoret i Jonköping. Sweden National Board of Fisheries.
- Westerberg, H. (1999) Impact Studies of Sea-Based Windpower in Sweden. "Technische Eingriffe in marine Lebensraume."
- White, G.C. and Burnham, K.P. (1999). Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, 46: S120-138.
- Williams, B.K., Nichols, J.D. and Conroy, M.J. (2002). Analysis and management of animal populations. Academic Press, San Diego.
- Williams, J.A., Dawson, S.M. and Slooten, E. (1993). The abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Canadian Journal of Zoology* (10): 20280-2088.
- Willie, P.C. and Geyer, D. (1984). Measurements on the origin of the wind-dependent ambient noise variability in shallow water. *J. Acoust. Soc Am.* 75, 173-185.
- Wilson, B. (1995). The Ecology of Bottlenose Dolphins in the Moray Firth, Scotland: A Population at the Northern Extreme of the Species Range. PhD Thesis, University of Aberdeen, 201 pp.
- Wilson, B., Hammond, P.S., and Thompson, P.M. (1999). Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological Applications* 9: 288–300.
- Winn, H.E. and Perkins, P.J. 1976. Distribution and sounds of the minke whale, with a review of mysticete sounds. *Cetology* 19: 1-12.
- Würsig, B., Green, C.R. Jr., Jefferson, T.A. (2000). Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. *Mar. Environ. Res.* 49, 79-93.
- Yablokov, A.V., Bel'kovich, V.M. and Borisov, V.I. 1974. *Whales and Dolphins: Part II*. JPRS Translation 62150-2.