



MINISTERIO
DE ECONOMIA Y
COMPETITIVIDAD

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO E
INNOVACION

DIRECCIÓN GENERAL
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN

SOLICITUD DE BUQUE OCEANOGRÁFICO

PLAN DE CAMPAÑA

DATOS DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL:

Investigador principal: Andrés Cózar Cabañas
Organismo: Universidad de Cádiz
Centro: Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales
Dirección: Avd República Saharaui, s/n
Teléfono: 956016025
Fax: 956016019
E-mail: andres.cozar@uca.es

DATOS DEL PROYECTO:

Título del proyecto: Entradas, Distribución y Almacenamiento de residuos plásticos en el Mar Mediterráneo (MIDAS)

Jefe de Campaña: Juan Ignacio González Gordillo

Nombre de la Campaña: MIDAS



PLAN DE CAMPAÑA

El objetivo de la Campaña Midas es recoger datos de distribución de plásticos en diversas zonas de la costa mediterránea andaluza, caracterizadas por la proximidad a núcleos poblacionales, escasez de influencia antrópica, zonas de gran actividad agrícola relacionadas con el cultivo bajo plástico, y desembocaduras de ríos. Se han seleccionado las costas de Cádiz, Málaga, Granada y Almería debido a que concentran gran parte de los muestreos en playas, de clubes de buceo, y de flotas colaboradoras de arrastreros. Nos centraremos en la franja entre los 10 y 60 metros ya que éstas son las profundidades con mayor carencia de datos. Los buceadores generalmente cubren profundidades menores a 10 m, mientras los arrastreros obtienen información por debajo de los 60 m. A nivel regional, esta información servirá para determinar el papel de la franja costera de praderas de fanerógamas como sumideros de residuos plásticos o el impacto de la aglomeración de cultivos en invernadero de El Ejido sobre la contaminación del litoral. Combinando esta información en el conjunto de datos recopilados en el proyecto, se pretende obtener un análisis integral trans-ecosistémico de la distribución de residuos plásticos en el Mediterráneo, así como la elaboración de modelos de entrada de plásticos al mar.

1. Zona de Estudio

La campaña MIDAS estará centrada en las aguas de plataforma de la zona norte del mar de Alborán, a lo largo de las costas de las provincias de Cádiz, Málaga, Granada y Almería (Fig. 1). Concretamente, el área de estudio estará comprendida entre la isobata de los 10 m y la de 70 m, y desde la desembocadura del río Guadiaro ($36^{\circ}12' N$; $05^{\circ}15' O$) al oeste y el cabo de Gata ($36^{\circ}41' N$; $02^{\circ}11' O$) al este; un sector con una longitud total aproximada de unas 160 millas náuticas. La proximidad a costa, la esperable presencia de barcos pesqueros faenando y la necesidad de poco calado y gran maniobrabilidad hacen que **el buque más adecuado para esta campaña sea uno de tamaño medio, como el B/O García del Cid, Ramón Margalef o Ángeles Alvariño.**

Las estaciones de muestreo se localizarán en 5 zonas concretas (Fig. 1), elegidas atendiendo a la proximidad de núcleos urbanos de importancia, áreas de concentración de cultivos en invernadero, desembocadura de ríos y zonas de elevado interés ecológico. Se han seleccionado para minimizar posibles impactos sobre el medio marino, así como las gestiones burocráticas para realizar la toma de muestras. Así, se ha tenido cuidado en evitar puntos de muestreos en áreas de protección incluidas en la Red Natura 2000 o en Reservas Marinas. En la siguiente tabla se recoge la localización de cada zona de muestreo:



Figura 1. Ámbito de estudio (polígono amarillo) y zonas de muestreo (marcas rojas) propuestos para la Campaña MIDAS

Denominación de la zona	Coordenadas del polígono	Área del polígono
Zona 1: Guadiaro	36°14' N; 5°17' O 36°13' N; 5°15' O 36°18' N; 5°12' O 36°19' N; 5°14' O	7,50 mn ²
Zona 2: Málaga	36°40' N; 4°26' O 36°39' N; 4°25' O 36°42' N; 4°23' O 36°41' N; 4°21' O	5,25 mn ²
Zona 3: Motril	36°43' N; 3°35' O 36°42' N; 3°36' O 36°42' N; 3°30' O 36°41' N; 3°31' O	4,00 mn ²
Zona 4: Roquetas	36°45' N; 2°35' O 36°44' N; 2°33' O 36°41' N; 2°38' O 36°40' N; 2°36' O	7,50 mn ²
Zona 5: Cabo de Gata	36°49' N; 2°19' O 36°48' N; 2°20' O 36°44' N; 2°13' O 36°43' N; 2°14' O	7,00 mn ²



Distancias entre zonas (tomadas desde sus centros) en millas náuticas:

	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
Zona 1	55	85	152	169
Zona 2		41	102	119
Zona 3			53	71
Zona 4				15

1.1 Zona 1: Guadiaro (Fig. 2A)

Se trata de una zona de 7,50 mn² situada frente a la desembocadura del río Guadiaro (Cádiz), con fondos de sedimentos muy finos no compactados y ausencia de praderas de fanerógamas marinas. No existe figura de protección de Red Natura 2000. Esta zona es elegida para valorar la influencia que pueden tener las descargas puntuales de residuos plásticos desde el río Guadiaro, teniendo en cuenta también que esta cuenca continúa bajo el agua como un cañón submarino a más profundidad, que podría canalizar materiales a fondos profundos.

1.2 Zona 2: Málaga (Fig. 2B)

La zona de muestreo se localiza frente de la ciudad de Málaga, con una superficie de 5,25 mn². Son fondos de sedimentos muy finos no consolidados con ausencia de praderas de fanerógamas. No existe figura de protección de Red Natura 2000. Esta zona se selecciona para evaluar la posible influencia de cercanía a una importante urbe costera en la distribución de plásticos submareales.

1.3 Zona 3: Motril (Fig. 2C)

Esta zona de muestreo se localiza frente a la costa de Salobreña - Motril (Granada), con un área aproximada de 4 mn². Su menor tamaño respecto a las anteriores es debido al acusado desnivel de la zona de plataforma en la que se alcanzan los 100 m de profundidad a poco más de 2 millas de la costa. Esta zona presenta fondos de sedimentos finos y muy finos no consolidados, sin cobertura de fanerógamas marinas. No hay ninguna figura de protección de la Red Natura 2000 registrada en esta área. Especialmente esta zona dispone de un alto número de datos procedentes de abundantes campañas previas de recogida de plásticos, tanto del área intermareal y submareal superior (hasta los 10 m de profundidad) como a partir de la isobata de 60 m, todos ellos obtenidos a través de iniciativas de ONGs, clubes de buceo y cofradías de pescadores, respectivamente. En esta zona se encuentra además la desembocadura del río Guadalfeo, que aunque se encuentra generalmente cegado por su escaso caudal en episodios puntuales de lluvia puede transportar residuos ligados a la agricultura y residuos plásticos derivados del consumo humano.

1.4 Zona 4: Roquetas (Fig. 2D)



La zona de Roquetas se localiza en la costa oeste de la zona agrícola del triángulo El Ejido – Roquetas de Mar – Almerimar, con una superficie de $7,5 \text{ km}^2$. Los fondos de la zona más próxima a costa están conformados por sedimentos finos, existiendo una abundante cobertura de fanerógamas marinas. A medida que va aumentando la profundidad los sedimentos se tornan medios-grosos y desaparece la cobertura de fanerógamas. La elección de esta zona de estudio se debe a la presencia de la enorme extensión de terreno agrícola de cultivos de tipo invernadero (el conocido como “Mar de plástico”) que linda unas 25 millas con la costa. Se pretende cuantificar en esta zona el impacto de una abundante actividad agrícola sobre los fondos marinos contiguos, que en parte tienen alto valor ecológico y permitirán observar posibles interacciones.

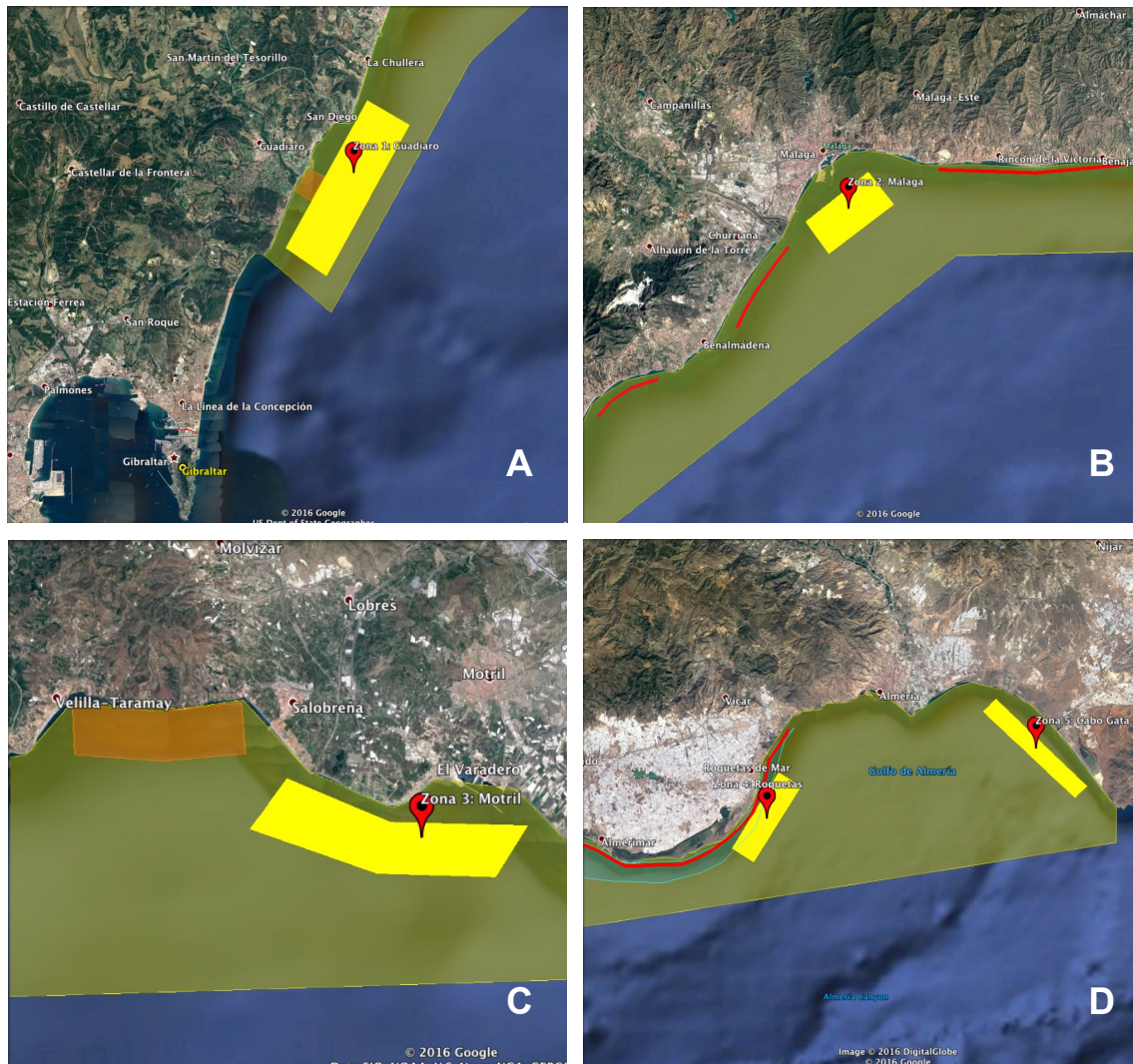


Figura 2. Localización detallada de las zonas de muestreo (amarillo). A, zona 1: Guadiaro; B, zona 2: Málaga; C, zona 3: Motril; D, zona 4: Roquetas (izqda. imagen) y zona 5: Cabo de Gata (dcha. imagen).



1.5 Zona 5: Cabo de Gata

Se trata de un área de aproximadamente 7,0 mn² de sedimentos finos, medios y gruesos, con manchas dispersas de fanerógamas marinas. No se solapa con ninguna zona contemplada en la Red Natura 2000. A diferencia de la Zona 4, la parte terrestre de esta costa está escasamente poblada y especialmente protegida por pertenecer al Parque Natural Marítimo Terrestre Cabo de Gata – Níjar. Esta circunstancia podría influir en la cantidad de residuos plásticos acumulados y servir de elemento comparativo frente a costas más pobladas o de mayor actividad agrícola.

2. Metodología de muestreo

La estrategia de muestreo va dirigida a cuantificar, por un lado, el plástico en los fondos marinos, principalmente entre las isobatas de 10 y 60 m de profundidad (zonas en la que los datos de abundancia de plástico son escasos), además del plástico flotante y suspendido en la columna de agua. En ambos ambientes se estudiará tanto la fracción pequeña, microplástico (aquí referida como < 5 cm), como la de mayor tamaño, macroplástico (aquí referente a los residuos > 5 cm), empleando metodologías específicas para cada una de estas fracciones y ambientes .

2.1 Muestreo de macro y microplástico en fondos

El área que se pretende muestrear (entre 10-100 m de profundidad) es un lugar frecuentemente protegido contra la pesca de arrastre y ocupado por grandes bloques de arrecifes artificiales disuasorios, por lo que se hace poco apropiado cualquier tipo de dispositivo que vaya arrastrando por el fondo. Además, se pretende evitar cualquier alteración del bentos debida a arrastres, ya es que una zona en donde pueden aparecer manchas de fanerógamas. Así, la alternativa elegida es la **realización de transectos visuales mediante buzos y sistemas autónomos de adquisición de imágenes**. Estas técnicas se aplicarán para la cuantificación de macroplásticos (> 5 cm). En la Figura 4 se indica un esquema del diseño del muestreo.

Censos visuales con buzos: En cada zona de muestreo se establecerán al menos 2 transectos paralelos a la costa con una longitud aproximada de 1 mn, coincidiendo con las isobatas de 15 y 30. Los buzos se desplazarán mediante torpedos de propulsión e irán colectando el macroplástico encontrado a lo largo del transecto. Esta metodología es complementaria al equipo autónomo de adquisición de imágenes ya que, aunque permite cubrir áreas menores, permite la recolección de los residuos para su análisis.



Censos con equipos autónomos submarinos de adquisición de imágenes (AUV Ecomapper): La UTM dispone de equipos Ecomapper provistos con sonar side-scan de 800 khz y cámara de video, con los que se pueden obtener imágenes de objetos en el fondo marino. A 3 m sobre el fondo el side-scan del Ecomapper barre un área de 30 m de anchura, recorriendo 1000 m en 18 min. Este sensor complementado con la imágenes de video pueden dar una información del macroplástico en fondo hasta los 100 m de profundidad.

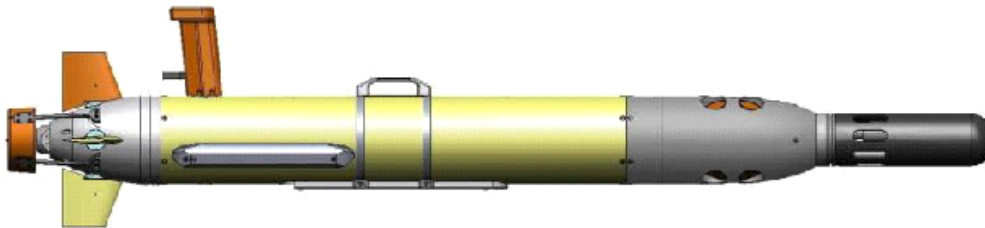


Figura 3. Vista general del Ecomapper

El planteamiento es realizar un recorrido en zig-zag con transectos paralelos a costa y de una milla de longitud, desde la isobata de 10 m hasta los 90 m de profundidad. Ayudados por imágenes de video se podrá estimar la tipología del plástico y, eventualmente, otro tipo de residuos.

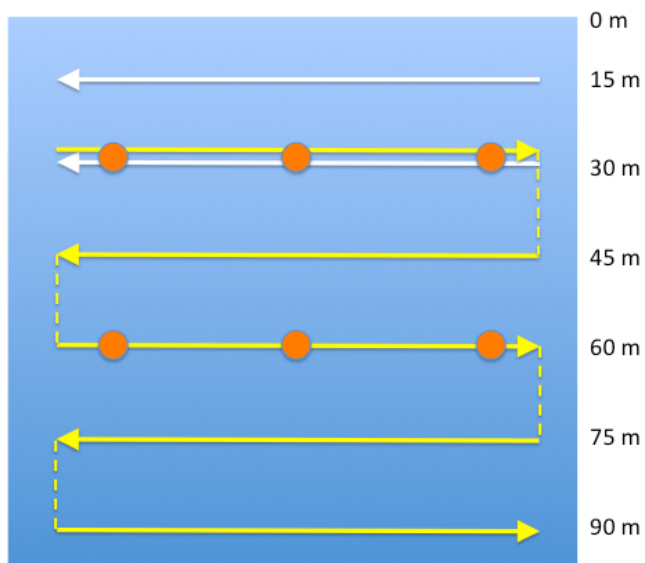


Figura 4. Esquema de muestreo de micro y macroplástico en fondo. Con línea blanca se destacan los transectos realizados por buzos a 15 y 30 m; Con línea amarilla se describe el transecto de zig-zag realizado por el AUV; los puntos naranjas señalan la distribución de puntos de muestreo con draga BoxCorer para microplástico.

Para cuantificar el microplástico en el sedimento, no registrados con cámaras o buceadores, se utilizará una **draga tipo BoxCorer**, que permitirá coleccionar los primeros centímetros de sedimento. Para ello se establecerá una malla de muestreo en cada



zona con al menos seis puntos, tres puntos en dos profundidades distintas, presumiblemente a 30 y 60 m.

2.1 Muestreo de micro y macroplástico en la columna de agua

El microplástico en agua se muestreará mediante **arrastres con redes de neuston** (superficiales) provistas de mallas de 200 micras. Al menos se tomarán dos muestras en cada zona cubriendo en cada colecta una superficie de unos 100 m². Para cuantificar el plástico que estuviera localizado a media agua se realizarán al menos dos muestreos oblicuos con una **red de plancton tipo WP2**, cubriendo una distancia de unos 100 m y coincidiendo con los mismos puntos en donde se realizarán los muestreos con redes neustónicas. El macroplástico flotante se muestreará mediante **censos visuales** desde la cubierta de puente, efectuándose censos de punto fijo y durante la travesía entre zonas.

3. Cronograma y consumo de tiempos

Se solicita la **realización de la campaña con preferencia en el mes de octubre** ya que el trabajo con buzos y la utilización de AUVs para captación de imágenes submarinas precisa de aguas poco turbias. Según los clubes de buceo de la zona, el mes de octubre es en el periodo del año que generalmente presenta mayor visibilidad.

La campaña tendrá una **duración de 11 días**. Se tiene previsto un consumo promedio de dos jornadas de trabajo en cada zona de muestreo. Como la realización de transectos con buzos y sistemas de captación de imágenes limita estos muestreos a las horas diurnas, y teniendo en cuenta que se plantea la campaña para el mes de octubre, la hora de comienzo de cada jornada será a las 09:00 h y tendrá una duración de unas siete horas ininterrumpidas. En cada zona de muestreo se seguirá el siguiente cronograma de trabajo (además de los censos visuales de macroplástico flotante):

Día	Hora inicio	Actividad	Duración
1	09:00 h	Transectos visuales por los buzos (15 y 30 m)	3 h
	13:00 h	Muestreos con red neuston y bongo	2 h
	14:00 h	Muestreo con draga BoxCorer (3 muestras a 30 m)	3 h
	17:00 h	Fin de jornada. Travesía a puerto	
2	09:00 h	Transecto de 45 m con vehículo autónomo	4 h
	13:00 h	Muestreo con draga BoxCorer (3 muestras a 60 m)	4 h



16:00 h

Fin de trabajos en zona y comienzo de tránsitos

Al estar localizadas las estaciones de muestreo próximas a costa se propone que al final de cada jornada de trabajo se vuelva a puerto para pernoctar atracados. A continuación se proponen algunos puertos que podrían utilizarse como base y la distancia a las zonas de muestreo:

Zona de Muestreo	Distancia a Puerto	Puerto
Zona 1: Guadiaro	10 mn 40 mn	Estepona Fuengirola
Zona 2: Málaga	1,5 mn 20 mn 50 mn	Málaga Fuengirola Motril
Zona 3: Motril	1,5 mn 60 mn	Motril Almería
Zona 4: Roquetas	10 mn 50 mn	Almería Motril
Zona 5: Cabo de Gata	10 mn	Almería

Teniendo en cuenta la proximidad a distintos puertos, la distancia a las zonas de muestreo y las jornadas de trabajo se plantea una campaña con inicio y fin en el puerto de Fuengirola y una duración total de 11 días. El consumo de tiempos durante la campaña se plantea de la siguiente forma:

Día	Puerto Salida	Actividad	Hora inicio	Duración *	Hora fin
1	Fuengirola	Calibración AUVs	09:00 h	5 h	13:00 h
		Calibración imágenes buzos	13:00 h	2 h	15:00 h
2	Fuengirola	Travesía a zona 1	04:00 h	5 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a Puerto de Estepona	16:00 h	1 h	17:00 h
3	Estepona	Travesía a zona 1	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a Puerto de Fuengirola	16:00 h	5 h	21:00 h
4	Fuengirola	Travesía a zona 2	07:00 h	2 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a Puerto de Málaga	16:00 h	1 h	17:00 h
5	Málaga	Travesía a zona 2	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h



		Travesía a Puerto de Motril	16:00 h	6 h	22:00 h
6	Motril	Travesía a zona 3	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a Puerto de Motril	16:00 h	1 h	17:00 h
7	Motril	Travesía a zona 3	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a puerto de Almería	16:00 h	7 h	23:00 h
8	Almería	Travesía a zona 4	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a puerto de Almería	16:00 h	1 h	17:00 h
9	Almería	Travesía a zona 4	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a puerto de Almería	16:00 h	1 h	17:00 h
10	Almería	Travesía a zona 5	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Fin de campaña. Regreso a Puerto de Fuengirola	16:00 h	16 h	
11	Almería	Travesía a zona 4	08:00 h	1 h	09:00 h
		Muestreos en zona	09:00 h	7 h	16:00 h
		Travesía a puerto de Fuengirola	16:00 h		

* : La duración de las travesías se ha calculado con velocidades de crucero de 9 mn h^{-1}

4. Apoyo técnico de la tripulación y técnicos UTM

En todas las zonas de muestreo se requerirá la asistencia de personal de la tripulación para realizar las maniobras de largado y virado de equipos (dragas y redes de plancton) puesto que estas maniobras implican manejo de chigres y grúas para lo cual no contamos con personal especializado. Igualmente es necesaria la asistencia de 2 técnicos de la UTM para la utilización del AUV Ecomapper.

5. Equipo científico que se solicita

Equipamiento	Finalidad
Datos meteorológicos	Medición del forzamiento atmosférico en superficie (neuston)
Microscopios y lupas	Procesado de muestras de microplásticos en plancton y bentos



BoxCorer	Muestreos de sedimento
AUV Ecomapper	Realización de transectos submarinos hasta los 100m
Zodiac	Largado de AUV y apoyo a buzos
Compresor para carga de botellas de buceo	Apoyo a equipos de buzos
Balanza y granatario	Pesado de muestras

6. Personal científico y Técnico

- (1) Juan Ignacio González-Gordillo (Jefe de Campaña; maniobras de redes planctónicas)
- (2) Carlos M García (Supervisión Oceanografía Biológica, Documentación; adquisición de imágenes)
- (6) 4 Buzos
- (8) 2 Técnicos UTM
- (12) 4 investigadores del proyecto (por determinar)

7. Reactivos y material peligroso

No se embarcará material peligroso

8. Alteraciones de la campaña por mal tiempo

Debido a las fechas en la que se pretende realizar la campaña es posible que en algunos días las condiciones meteorológicas no permitan realizar los muestreos en las zonas previstas. En ese caso, mediante acuerdo con el capitán del buque, se estudiarán cambios en la localización de las zonas de muestreo que, permitiéndose cumplir con los objetivos de la campaña, ofrezcan condiciones más seguras para el desarrollo de los trabajos.



MINISTERIO
DE ECONOMIA Y
COMPETITIVIDAD

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO E
INNOVACION

DIRECCIÓN GENERAL
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN

RESUMEN DEL PLAN DE CAMPAÑA (máximo 10 líneas)

El objetivo de la Campaña MIDAS es recoger datos de distribución de plásticos en diversas zonas de la costa mediterránea andaluza, caracterizadas por la proximidad a núcleos poblacionales, escasez de influencia antrópica, zonas de gran actividad agrícola relacionadas con el cultivo bajo plástico, y desembocaduras de ríos. El ámbito de la Campaña será la costa andaluza mediterránea, desde Cádiz hasta Almería, con 5 zonas de muestreo concretas situadas entre las batimetrías de 10 a 60 m. La campaña implicará el muestreo con buzos, redes de plancton, vehículos autónomos submarinos (Ecomapper) y dragas de sedimentos. La duración de la campaña será de 11 días, a realizar con preferencia en el mes de octubre.